

ITALIAN CONCRETE DAYS

Giornate aicap 2016 Congresso CTE



EVOLUZIONE E SOSTENIBILITÀ
DELLE
STRUTTURE IN CALCESTRUZZO
ROMA, 27-28 OTTOBRE 2016

SOMMARI



con il patrocinio di



*Consiglio Superiore
dei Lavori Pubblici*



Consiglio Nazionale delle Ricerche



Consiglio Nazionale degli Ingegneri



SEDE DEL CONGRESSO: ISTITUTO SUPERIORE ANTINCENDI

SOMMARI

MATERIALI, TECNOLOGIA E TECNICHE COSTRUTTIVE

Miglioramento sismico di edificio scolastico mediante sistemi compositi inorganici PBO-FRCM armati con fibre polimeriche ad alte prestazioni <i>A. Trimboli, N. Pontiggia, G. Mantegazza</i>	19
Superfluidificanti policarbossilici con effetti secondari per applicazioni in prefabbricazione <i>G. Mantegazza, A. Gatti</i>	20
Confronto sperimentale fra collegamenti pilastro-fondazione prefabbricati e gettati in opera <i>L. Jurina, E. Camnasio, E.O. Radaelli, L. Bianco, S. Montenovo</i>	21
Studio sperimentale e numerico di un tegolo alare prefabbricato innovativo di luce eccezionale <i>B. Dal Lago, A. Dal Lago, U. Marchetti, A. Basso</i>	22
Efficacia di connessioni meccaniche tegolo-trave sull'azione diaframma di strutture prefabbricate <i>B. Dal Lago, G. Mariani Orlandi, A. Rocci, L. Ferrara</i>	23
Comportamento strutturale di un sistema innovativo per pareti prefabbricate alleggerite <i>B. Dal Lago, M. Muhaxheri, L. Ferrara</i>	24
Viadotto di Gran Manglar - Colombia <i>G. Dreas</i>	25
Viadotti a conci prefabbricati per il progetto RN77 - Algeria <i>G. Dreas</i>	26
Influenza della precompressione nell'interazione taglio longitudinale – flessione trasversale delle sezioni a cassone <i>A. Recupero, M. F. Granata, G. Culotta, M. Arici</i>	27
Cinque anni di ricerca al Politecnico di Milano sulla capacità di autoriparazione dei materiali cementizi <i>L. Ferrara</i>	28
Durabilità delle barre in acciaio zincate a caldo <i>M. Santamaria, N. Scibilia, F. Di Franco, M. Ferrante</i>	30
Ponti in c.a.p.: una tipologia costruttiva che guarda al futuro grazie a sistemi di precompressione in continuo miglioramento <i>M. Frumento, Ch. Glaeser</i>	31
Effetto dello stato tensionale sulla prova di pull out <i>A. Brencich, F. Bovio, D. Pera</i>	32

ITALIAN CONCRETE DAYS

Giornate aicap 2016 Congresso CTE

SOMMARI

Stima della resistenza del calcestruzzo attraverso il consumo di energia <i>D. Pera, A. Brencich</i>	33
Studio sperimentale sulla fessurazione di piastre armate in calcestruzzo riciclato <i>L. Pani, L. Francesconi, F. Stochino, F. Mistretta</i>	34
Analisi multi-criteria per l'edilizia sostenibile <i>A. De Angelis, N. Cheche, R.F. De Masi¹, MR. Pecce, G.P. Vanoli</i>	35
Progetto costruttivo di ponti e viadotti autostradali al di fuori della zona EU utilizzando gli Eurocodici <i>F. Rendace</i>	36
Supporti prefabbricati in calcestruzzo per Noor III, Ouarzazate, Marocco <i>J. González Cabezuelo, J.I. De La Calle Ortega, S. Knisel</i>	37
Applicazione dei Calcestruzzi ad Altissime Prestazioni – UHPC nell'Arte Pubblica e nell'Arredo Urbano <i>R. Maspoli</i>	38
Ferrovia Saida – Moulay Slissen: Impalcato a cassoni cellulari per viadotti continui a spinta <i>A. Ghezzi, E. Campa, M. Mancini</i>	39
Perù – Impianto idroelettrico di Cerro del Aguila. Diga in RCC e problematiche connesse ai getti in calcestruzzo <i>S. Bonanni, M. Mancini, G. Rotundo</i>	40
Turchia – Istanbul – Terzo Ponte sul Bosforo. Problematiche connesse al getto di pile alte 305 metri <i>G. Fiscina, C. J. Garrone, R. Sorge, M. Mancini</i>	42
Validazione delle NLFEA di pareti in CA soggette a carichi bidirezionali <i>B. Belletti, M. Scolari, J. Almeida, K. Beyer</i>	43
Modello esplicito per la resistenza a taglio di travi in c.a. con armature trasversali disposte secondo due giaciture <i>P. Colajanni, S. Pagnotta, A. Recupero, N. Spinella</i>	44
Lunghezza di trasmissione in elementi in calcestruzzo armato precompresso <i>C. Pellegrino, M.A. Zanini, F. Faleschini, L. Hofer</i>	45
Studio dell'efficacia dell'adozione di angolari di collegamento trave tegolo nelle strutture prefabbricate esistenti <i>V. Ligabue, M. Bovo, M. Savoia</i>	46
Costruzione di basamenti di cemento armato in acqua <i>P. Stellati, L. Marenzi</i>	47

ITALIAN CONCRETE DAYS

Giornate aicap 2016 Congresso CTE

SOMMARI

Modellazione numerica di travi in c.a rinforzate con sistemi FRCM <i>P. Bernardi, R. Cerioni, D. Ferretti, F. Leurini, E. Michelini</i>	48
Applicazione di armature in fibra di vetro per conci prefabbricati da tunnel <i>A. Meda, Z. Rinaldi, S. Spagnuolo</i>	49
Strategie di modellazione ad elementi piani per la resistenza a punzonamento di piastre continue <i>B. Belletti, R. Cantone, A. Muttoni</i>	50
Metodo delle Yield Lines per l'analisi delle piastre in FRC su suolo elastico <i>S. Coccia, F. Di Carlo, A. Meda</i>	51
Identificazione inversa della legge aderenza-scorrimento per fibre di Sisal in matrici cementizie ad alte prestazioni <i>S.R. Ferreira, M. Pepe, E. Martinelli, F.A. Silva, R.D. Toledo Filho</i>	52
Prove cicliche di trazione su ancoranti chimici inghisati in una fondazione in c.a. <i>F. Minghini, W. Salvatore, N. Tullini</i>	53
Applicazione e vantaggi di un elemento a taglio termico per balconi <i>T. Heidolf, E. Nusiner, S. Terletti, D. Carminati</i>	54
Modellazione di travi in calcestruzzo armato rinforzate a taglio con FRCM <i>L. Ombres, S. Verre</i>	55
Soluzioni sostenibili per il settore delle costruzioni: integrazione di materie prime seconde nel ciclo di produzione del calcestruzzo <i>A. Attanasio, A. Largo, R. Vinai, M. Soutsos, M. Preda, F. Sonzogni, O. Kaya</i>	56
Filler da scorie di inceneritori di RSU per la produzione di calcestruzzi strutturali ad alta durabilità <i>A. Quadrio Curzio, C. Failla, M. Preda, F. Sonzogni</i>	57
Un'applicazione degli impalcati costruiti con il metodo dei conci prefabbricati in c.a.p. appesi <i>G. Nati, M. Tanzillo</i>	59
Prove cicliche e pseudodinamiche su di un prototipo al vero di struttura prefabbricata con pannelli di tamponamento <i>B. Dal Lago, M. Lamperti, P. Negro, G. Toniolo</i>	60
Linee Guida per il progetto delle strutture prefabbricate con pannelli di tamponamento in zona sismica <i>A. Colombo, G. Toniolo</i>	61
Prestazioni tecniche ed ambientali di calcestruzzi a base di cemento solfoalluminoso in confronto al sistema classico a base di cemento portland. <i>M. Bianchi, R. Bogliolo, L. Buzzi, M. Paris, F. Canonico</i>	62

ITALIAN CONCRETE DAYS

Giornate aicap 2016 Congresso CTE

SOMMARI

Permeabilità del calcestruzzo: Ruolo di cenere volante e idrofobizzanti <i>A. Pasqualini, M. Bressan, F. M. Liberatore</i>	63
Effetto fillerizzante della cenere volante: Teoria del Particle Packing <i>A. Pasqualini, M. Bressan, F. M. Liberatore</i>	64
Progettazione innovativa di elementi in c.a. mediante stampa 3D <i>C. Menna, D. Asprone, F. Auricchio, V. Mercuri</i>	65
Studio del comportamento meccanico di elementi strutturali in calcestruzzo armato al variare del rapporto tra cemento Portland e Solfoalluminoso adottato <i>D. Colonna, M. Leone, M.A. Aiello, S. Tortelli, M. Molfetta, S. Vendetta</i>	66
Effetto delle fessure secondarie sul comportamento di un tirante in c.a. <i>M. Taliano</i>	67
Opere governate dall'interazione terreno-struttura: il progetto allo SLU <i>G. Scarpelli, V.M.E. Fruzzetti, P. Ruggeri</i>	68
Verifica strutturale e miglioramento sismico del viadotto Generale Franco Romano <i>L. Lafranconi, G. Massone, G. Pasqualato</i>	69
Calcestruzzi ibridi fibrorinforzati: Analisi sperimentale e regole di progetto <i>L. Vistos, D. Galladini, H. Xargay, A. Caggiano, P. Folino, E. Martinelli</i>	70
Una proposta di solaio alleggerito con elementi prefabbricati in composito fibrorinforzato <i>M.C. Rampini, G. Zani, A. Caverzan, M. di Prisco</i>	71
Materiali compositi a base cementizia con inerti riciclati <i>L. Restuccia, G. A. Ferro</i>	72
Piastra di solaio in SFRC per un edificio residenziale a Erba <i>M. di Prisco, C. Gaffuri, A. Bassani, M. Colombo, P. Martinelli</i>	73
Prefabbricazione e edilizia sociale a Torino tra 1960 e 1980 <i>E. Garda, M. Mangosio</i>	74
Uno stabilimento nel cuore del Chianti <i>L. Checcucci, M. Boccolini, S. Caterini</i>	75
Rinforzo di strutture in c.a. con sistemi SRP/SRG: test di delaminazione <i>F. Ascione, C. Faella, M. Lamberti, A. Napoli, R. Realfonzo</i>	76
Taglio-punzonamento di piastre in CRcA armato: modellazione FEM <i>B. De Nicolò, D. Meloni, N. Trulli, M. Valdès, G. Concu</i>	77
Confronto delle recenti norme internazionali per la stima della resistenza a punzonamento di piastre in c.a. prive di armature trasversali <i>M. Lapi, M. Orlando, F. Angotti, P. Spinelli</i>	78

ITALIAN CONCRETE DAYS

Giornate aicap 2016 Congresso CTE

SOMMARI

Un complesso alberghiero e centro congressi in Africa Equatoriale <i>L. Marcaccioli, M. Menegotto</i>	79
Utilizzo di ceneri volanti di carbone in misti cementati per sottofondi. <i>G. Mancini, G. Bertagnoli, D. Gino, M. Malavisi, A. Pasqualini</i>	80
Progetto di ponti precompressi a piastra ad altezza variabile con campata in calcestruzzo leggero. <i>C. Beltrami</i>	81
Il Padiglione del Bahrain a Expo 2015 <i>M. Monotti, R. Guzzi, M. Sorgato, C. Failla, M. Manzoni, M. Preda</i>	82
Modellazione meccanica degli isolatori del tipo a pendolo inverso <i>V. Bianco, G. Monti, N.P. Belfiore</i>	84
Ponte strallato su Avenida Ayrton Senna / Rio de Janeiro 2016 <i>M. de Miranda</i>	85
Sistemi SRG per la riabilitazione strutturale di volte in muratura <i>G. de Felice, S. De Santis</i>	86
MID1.0: database sperimentale di telai tamponati in c.a. <i>F. De Luca, E. Morciano, D. Perrone, M.A. Aiello</i>	87
Scavo di gallerie con TBM scudate - Rivestimenti in anelli di conci prefabbricati in c.a. <i>M. Moja, E.M. Pizzarotti</i>	88
Calcestruzzo etico. Riduzione dell'impatto ambientale e miglioramento delle prestazioni meccaniche e termiche dei componenti edilizi in calcestruzzo vibrocompresso attraverso il riuso di rifiuti <i>A. Tartaglia, B. Terenzi, A. Ubertazzi, R. Cecconi, A. Ronchetti</i>	89
Il metodo SonReb: revisione critica e aspetti applicativi <i>G. Uva, F. Porco, A. Fiore</i>	90
Un framework generale per la modellazione numerica del calcestruzzo <i>F. Pesavento, B. A. Schrefler, D. Gawin, G. Sciumé</i>	91
Calcestruzzi strutturali innovativi con materiali a cambiamento di fase per costruzioni sostenibili: caratterizzazione meccanica e termica <i>A. D'Alessandro, A.L. Pisello, C. Fabiani, F. Ubertini, L.F.Cabeza, F. Cotana, A.L.Materazzi</i> ..	92
La realizzazione di interventi di messa in sicurezza di edifici in emergenza post sismica: l'esperienza del Corpo Nazionale dei Vigili del fuoco <i>L. Ponticelli, M. Caciolai, C. Bolognese</i>	93
Rinforzo con barre esterne non aderenti di travi in calcestruzzo armato <i>A. Tinini, F. Minelli, G. A. Plizzari</i>	94

ITALIAN CONCRETE DAYS

Giornate aicap 2016 Congresso CTE

SOMMARI

Progettazione di piastre su pilastri realizzate in calcestruzzo fibrorinforzato <i>L. Facconi, F. Minelli, G. Plizzari</i>	95
Durabilità di travi FRC esposte a lungo termine sotto carico di esercizio <i>L. Candido, F. Micelli, E. Vasanelli, M. A. Aiello, G. Plizzari</i>	96
Prestazioni del cemento solfo alluminoso nelle pavimentazioni in calcestruzzo <i>S. Tortelli, A. Reggia, M. Marchi, G.A. Plizzari</i>	97
Metodo del sollevamento bilanciato – Costruire ponti senza cassetture <i>J. Kollegger, S.Reichenbach</i>	98
Viadotti in cap realizzati a Sydney <i>R. Poluzzi</i>	99
L'analisi TNA Thrust Network Analysis nel progetto di ponti in curva a guscio <i>L. Fenu, B. Briseghella, E. Congiu</i>	100
Analisi parametrica della risposta di dissipatori isteretici ad instabilità impedita BRAD per il miglioramento sismico di strutture prefabbricate. <i>E. Ongaretto, M. Savoia</i>	101
L'edificio "UniCredit Pavilion" in Milano <i>D. Campagna, A. Aronica</i>	102

SOMMARI

RESISTENZA AL FUOCO

In tema di taglio e torsione negli elementi di c.a. soggetti ad incendio <i>Pietro G. Gambarova, Nataša Kalaba, Sergio Tattoni</i>	104
Tunnel di base del Brennero: Protezione al fuoco dei rivestimenti <i>R. Correa, D. Merlini, M. Moja, E.M. Pizzarotti, A. Voza</i>	105
Sui criteri di certificazione per resistenza-R, integrità-E e potere isolante-I delle strutture combustibili e incombustibili <i>A. Dal Lago, B. Dal Lago</i>	106
Effetti torsionali indotti dal danneggiamento da incendio nell'analisi sismica non lineare di strutture in c.a. isolate alla base <i>F. Mazza, F. Alesina</i>	107
Il Nuovo Centro Congressi a Roma, EUR: il progetto antincendio <i>G. Nati, G. Novembri, M. Orlandini, A. Polli</i>	108
Indagine sperimentale su una struttura in precompresso soggetta ad incendio: Il caso di un capannone industriale <i>Flavio Stochino, Fausto Mistretta, Luisa Pani, Lorena Francesconi</i>	109
Analisi dei rivestimenti di gallerie in calcestruzzo soggetti ad incendio <i>P. Bernardi, R. Cerioni, E. Michelini, A. Sirico</i>	110
Incremento della resistenza al fuoco con diversi tipi di cemento <i>Éva Lublóy, Katalin Kopecskó, György L. Balázs</i>	111
Modellazione del comportamento strutturale di pareti in c.a. esposte ad incendio <i>P. Bamonte, R. Felicetti, N. Kalaba, F. Lo Monte</i>	112
Piastre post-compresse per il nuovo stadio "Dynamo" a Mosca <i>Claudio Toniolo, Francesco Bianchi</i>	113
Verifica di resistenza al fuoco di elementi in muratura a volta <i>L. Ponticelli, M. Caciolai</i>	114
Prove di compressione su calcestruzzo fibro rinforzato ad alte temperature <i>M. Caciolai, P. Castelli, A. Meda, A. Caratelli, M. Como</i>	115
Prove a flessione su travi in c.a. rinforzate con barre in FRP applicate mediante la tecnica Near Surface Mounted con matrice cementizia <i>I. Del Prete, A. Bilotta, E. Nigro</i>	116
Metodi per la verifica di colonne composte acciaio-calcestruzzo "concrete filled" soggette ad incendio <i>E. Nigro, A. Bilotta, A. Compagnone</i>	117

SOMMARI

ROBUSTEZZA NEI CONFRONTI DI AZIONI ECCEZIONALI

Influenza del carro ponte nella risposta sismica di edifici industriali <i>A. Belleri, S. Labo, F. Cornali, A. Marini, P. Riva</i>	119
Vulnerabilità sismica di viadotti autostradali in c.a. soggetti a degrado <i>G. Pasqualato, P. Crespi, M. Zucca, N. Longarini</i>	120
Comportamento ciclico di pilastri in c.a. rinforzati con camicie in HPFRC <i>F. Di Carlo, A. Meda, Z. Rinaldi</i>	121
Ottimizzazione di connessioni dissipative per il collegamento tra pannelli di strutture prefabbricate <i>S. Bianchi, G. Marelli, F. Biondini, A. Titi</i>	122
Minima armatura e ampiezza di fessura delle travi di calcestruzzo <i>A.P. Fantilli, A. Gorino, B. Chiaia</i>	123
Dinamica delle travi a forte curvatura mediante elementi finiti Isogeometrici <i>Flavio Stochino, Antonio Cazzani, Gian Felice Giaccu, Emilio Turco</i>	124
Valutazione della capacità rotazionale di elementi in c.a. danneggiati da corrosione <i>S. Coccia, S. Imperatore, Z. Rinaldi</i>	125
Valutazione del fattore di struttura per telai piani in ca con FRC nelle zone di nodo <i>L. Candido, F. Micelli</i>	126
Analisi non lineari semplificate per la valutazione sismica speditiva di strutture a telai in c.a.: revisione e proposta <i>N. Caterino, E. Cosenza</i>	127
Crisi a taglio di pilastri esistenti in c.a. soggetti ad azione sismica <i>M. Del Zoppo, C. Del Vecchio, M. Di Ludovico, A. Prota, G. Manfredi</i>	128
Controllo semi-attivo basato sul rocking per il miglioramento della capacità dissipativa sismica di colonne in c.a. prefabbricate <i>N. Caterino, M. Spizzuoco, A. Occhiuzzi</i>	129
Capacità sismica di edifici in calcestruzzo armato corrosi <i>A. Bossio, G. P. Lignola, A. Prota, G. Manfredi</i>	130
Progetto probabilistico in spostamenti di strutture in ca: ottimizzazione analitica su modello lineare equivalente con rigidezza ridotta dal danno <i>P. Franchin, F. Mollaioli, F. Petri</i>	131
Confronto tra modelli numerici non-lineari per pareti di taglio in c.a. sotto caricamento ciclico <i>G. Mancini, G. Bertagnoli, D. La Mazza, D. Gino</i>	132

ITALIAN CONCRETE DAYS

Giornate aicap 2016 Congresso CTE

SOMMARI

Indagini sperimentali sul comportamento sismico di un nuovo tipo di collegamento tra pila e impalcato per ponti composti acciaio calcestruzzo <i>S. Alessandri, R. Giannini, F. Paolacci, Nam H. Phan</i>	133
Prevenzione e mitigazione del rischio sismico nei centri storici <i>S. Biondi, N. Cataldo, C. Sulpizio, I. Vanzi</i>	134
Analisi statica non lineare: applicazione ad un edificio in c.a. esistente <i>A. V. Bergami, A. Forte, D. Lavorato, C. Nuti</i>	135
Problemi locali della connessione a taglio nel progetto sismico di impalcati composti acciaio-calcestruzzo <i>S. Carbonari, F. Gara, A. Dall'Asta, L. Dezi</i>	136
Proposta di un sistema di valutazione della sostenibilità di ponti di piccola e media luce <i>M. Munoz, C. Nuti and B. Briseghella</i>	137
Cloud to IDA: una soluzione efficace per implementare un'analisi dinamica incrementale <i>A. Miano, F. Jalayer, A. Prota</i>	138
Criteri di progetto per elementi dissipativi viscosi tra sistemi strutturali in parete-telaio in elementi di cemento armato <i>R. Greco, G.C. Marano, B. Briseghella</i>	139

SOMMARI

CICLO DI VITA COMPLETO RECUPERO E RIQUALIFICAZIONE

Analisi dei costi nel ciclo di vita di strutture in c.a. dotate di isolatori FPS <i>P. Castaldo, B. Palazzo, P. Della Vecchia</i>	141
Resistenza a presso-flessione nel tempo di una sezione in c.a. di una pila da ponte soggetta a corrosione <i>P. Castaldo, B. Palazzo, A. Mariniello</i>	142
La resistenza delle travi in c.a.p. del viadotto Akragas S.S. 115-AG <i>N. Scibilia, S. Giancontieri</i>	143
Progetto di riqualificazione dell'ex Mattatoio di Roma <i>A. V. Bergami, G. Conte</i>	144
Evoluzione della resistenza del calcestruzzo: il caso degli sbarramenti <i>A. P. Fantilli, B. Frigo, B. Chiaia</i>	145
Econcrete: studio di fattibilità sull'applicazione di fibre d'acciaio riciclate in matrici di calcestruzzo <i>G. Centonze, M. Leone, F. Micelli, M.A. Aiello</i>	146
Valutazione sperimentale del contributo di rivestimenti alla durabilità del calcestruzzo <i>M. Nicoletta, C. Scognamillo, A. Ceparano</i>	147
Effetto di strategie di retrofit alternative sulla riduzione delle perdite attese: valutazione dettagliata e approccio semplificato <i>M. Gaetani d'Aragona, M. Polese, M. Di Ludovico, A. Prota</i>	148
Travi in c.a. rinforzate a taglio con compositi fibrorinforzati a matrice polimerica e cementizia <i>J.H. Gonzalez-Libreros, C. Pellegrino, G. Giacomini</i>	149
Impatto ambientale di calcestruzzi con aggregati riciclati <i>F. Faleschini, M.A. Zanini, C. Pellegrino</i>	150
Adeguamento sismico di strutture in c.a.:una strategia razionale basata su Algoritmi Genetici <i>R. Falcone, C. Faella, C. Lima, E. Martinelli</i>	151
Applicazione di capitelli in acciaio presollecitati per il rinforzo di solette esistenti contro il punzonamento <i>S. Lips, E. Nusiner, S. Terletti, D. Carminati</i>	152
Modello per la risposta flessionale di nodi esterni in c.a. con barre lisce <i>G. Campione, F. Cannella, L. Cavaleri, L. La Mendola, A. Monaco</i>	153
Domini in pressoflessione per colonne in c.a. con armatura corrosa <i>G. Campione, F. Cannella, L. Cavaleri, M. F. Ferrotto, M. Papia</i>	154

ITALIAN CONCRETE DAYS

Giornate aicap 2016 Congresso CTE

SOMMARI

Resistenza a flessione e taglio di travi in calcestruzzo armato corrose <i>G. Campione, F. Cannella, L. Cavaleri, F. Di Trapani, G. Minafò</i>	155
Correlazione tra prove in-situ di caratterizzazione dei materiali e la risposta sperimentale di elementi in c.a. <i>C. Del Vecchio, M. Di Ludovico, A. Prota, E. Cosenza, G. Manfredi</i>	156
Consolidamento strutturale del viadotto Colle Isarco sulla A22 <i>C. Costa, P. Joris, S. Vivaldelli, M. Viviani</i>	157
Prove di aderenza su elementi in calcestruzzo rinforzati con materiali compositi a base epossidica e cementizia in presenza di differenti condizionamenti ambientali <i>F. Ceroni, A. Bonati, V. Galimberti, A. Occhiuzzi</i>	158
Valutazione comparativa di sostenibilità delle strutture: metodi e applicazioni <i>M.C. Caruso, C. Menna, D. Asprone, A. Prota</i>	159
Building Information Modeling: nuove frontiere per l'ingegneria strutturale <i>A. Salzano, D. Asprone, E. Cosenza, G. Manfredi</i>	160
Riqualificazione energetica di un edificio ALER a Cinisello Balsamo (MI) con il metodo EASEE <i>R. Brumana, M. di Prisco, M. Colombo, F. Marchi, S. Terletti, F. Coeli, C. Failla, F. Sonzogni</i>	161
Riutilizzo di scarti della lavorazione della pietra nelle malte: il caso della pietra leccese <i>G. Centonze, M.S. Sciolti, M. Frigione, M.A. Aiello</i>	163
Aggregati di riciclo nel calcestruzzo preconfezionato: un'occasione di sostenibilità da sostenere <i>L. Baldini, E. Euzor, M. Francini</i>	164
Metodo semplificato per la valutazione della resistenza a taglio di una sezione circolare in c.a. <i>E. Cosenza, G. Maddaloni, G. Cuomo</i>	165
Indagini comparative sui metodi di "rilascio di tensione" per il c.a.p. <i>E. Lofrano, A. Paolone, S. Perno, P. Di Zazzo, A. Gennari Santori</i>	166
Un elemento di copertura in HPFRCC per adeguare edifici industriali esistenti <i>M. di Prisco, C. Failla, G. Zani, M. Colombo, F. Sonzogni</i>	167
Ruolo delle indagini sperimentali nella verifica statica di costruzioni esistenti in c.a. <i>G. Concu, B. De Nicolo, D. Meloni, N. Trulli, M. Valdés</i>	168
Analisi di strutture prefabbricate monopiano considerando gli effetti P- Δ <i>M. Ercolino, C. Petrone, G. Magliulo, A. Guerra, G. Manfredi</i>	169

ITALIAN CONCRETE DAYS

Giornate aicap 2016 Congresso CTE

SOMMARI

L'influenza del contenuto d'acqua nelle prove ultrasoniche per strutture in cemento armato: un caso studio <i>S. Biondi, C. Valente, L. Zuccarino</i>	170
Analisi di danno di dighe in calcestruzzo soggette alla reazione alcali-silice <i>M. Colombo, C. Comi</i>	171
Influenza del livello di conoscenza sui materiali per la valutazione del valore caratteristico della resistenza a taglio delle travi esistenti in c.a. <i>D. Lavorato, A. V. Bergami, A. Forte, G. Quaranta, C. Nuti, G. Monti, S. Santini</i>	172
Le deformazioni a lungo termine nelle colonne snelle in calcestruzzo armato o a sezione composta acciaio-calcestruzzo <i>F. Mola, L. M. Pellegrini</i>	173
Considerazioni critiche sui metodi di valutazione della resistenza di calcestruzzi in-situ <i>M. F. Bonfigli, M. Breccolotti, A. L. Materazzi</i>	174
Confronto fra il comportamento dinamico di malte rinforzate con fibre di vetro e di basalto <i>L. Fenu, E. Congiu, D. Forni, N. Tesio, E. Cadoni</i>	175
Dighe in calcestruzzo: comportamento a lungo termine e vita in servizio <i>M. Berra</i>	176
Diga di Beauregard: interventi di messa in sicurezza e adeguamento delle opere <i>L. Artaz, G. Canella, G. Martinotti, C. Marcello, P. Meda, A. Frigerio, G. Mazzà</i>	177
La manutenzione e riabilitazione delle dighe e delle opere idrauliche <i>F. Fornari</i>	178
Dighe italiane in muratura: esempio di ripristino mediante iniezioni a serbatoio pieno <i>U. Ravaglioli</i>	179
Taglio strutturale della diga del lago colombo, affetta da reazione alcali-aggregato, per ricondurne il comportamento da arco a gravità <i>M. Sbarigia, F. Zinetti, M. Hernandez-Bagaglia</i>	180
Interventi di riabilitazione di opere accessorie degli impianti idroelettrici <i>F. Zinetti</i>	181
Comportamento strutturale di elementi in c.a. del primo Novecento <i>L. Berto, S. Bullo, R. Di Marco, A. Saetta, D.A. Talledo</i>	182
Il ponte sul Cassibile. Una struttura in c.a. tipo Bowstring del 1930 <i>E. Lo Giudice, G. L. Di Marco, M. Gallo, R. Mantione</i>	183
Il Ponte Federico II di Svevia: Un'opera del Morandi <i>E. Lo Giudice, G. L. Di Marco, G. Navarra, R. Mantione</i>	184

ITALIAN CONCRETE DAYS

Giornate aicap 2016 Congresso CTE

SOMMARI

Precompressione esterna per il risanamento strutturale di una scuola ad Enna <i>E. Lo Giudice, G. L. Di Marco</i>	185
Un archivio storico per i capolavori di Nervi <i>L. Radice, M. Marchetti, V. Meroni, E. Margiotta Nervi, M. di Prisco</i>	186
Il protocollo Envision: primo sistema di rating delle infrastrutture sostenibili <i>S. Ciraci</i>	187
La dichiarazione ambientale di prodotto Epd: uno strumento di trasparenza per il mercato <i>U.R. Pannuti</i>	188
Valutazione a ciclo di vita del rischio sismico di strutture in calcestruzzo armato soggette a corrosione <i>A. Titi, F. Biondini</i>	189
Prova di sensibilità allo spalling del calcestruzzo <i>F. Lo Monte, R. Felicetti</i>	190
Analisi di perdite sismiche su edificio in c.a. non duttile con tamponature <i>F. Romano, M. Faggella, R. Gigliotti, F. Braga</i>	191

ITALIAN CONCRETE DAYS
Giornate aicap 2016 Congresso CTE

SOMMARI

**MATERIALI, TECNOLOGIA
E TECNICHE COSTRUTTIVE**

Miglioramento sismico di edificio scolastico mediante sistemi compositi inorganici (PBO-FRCM) armati con fibre polimeriche ad alte prestazioni

(A. Trimboli, N. Pontiggia, G. Mantegazza)

A school building has been interested by a recent seismic retrofitting intervention. The numerical checks revealed that the intervention had to provide to increase the bearing and the ductility of some reinforced concrete elements. The beams, columns and walls strengthening has been carried out by means of an inorganic composite system (Fabric Reinforced Cementitious Matrix), made of a special matrix based on a cementitious matrix reinforced with fabrics of PBO, which are fibers highly resistant to tension. The peculiarities of the FRCMs, more performing compared to the composite systems based on polymeric matrix (FRP) thanks to the different material of the matrix which also makes them applicable to wet surfaces, guarantees an high resistance to fire and to high temperatures, and finally ensures an intervention durability coherent with that of r.c. structures, are presented here along with the execution phases of the intervention. / Un edificio scolastico in c.a. è stato oggetto di un recente intervento di miglioramento sismico. Dall'analisi del modello di calcolo è emerso che l'intervento doveva essere indirizzato a ridurre le carenze di resistenza e duttilità più critiche. Il rinforzo delle travi, dei pilastri e dei setti è stato conseguito mediante sistemi compositi a matrice inorganica (Fabric Reinforced Cementitious Matrix) dotati di rete di armatura costituita da fibre lunghe ad elevate caratteristiche meccaniche (PBO). Le peculiarità degli FRCM, più performanti anche rispetto ai sistemi a matrice polimerica (FRP) grazie alla diversa matrice di base che li rende applicabili su supporti umidi, garantisce una elevata resistenza al fuoco ed alle elevate temperature, ed in definitiva assicura una durabilità dell'intervento coerente con quella delle strutture in c.a., sono qui presentate insieme alle fasi realizzative dell'intervento.

Superfluidificanti policarbossilici con effetti secondari per applicazioni in prefabbricazione.

(G. Mantegazza, A. Gatti)

In this paper we present the initial results of an experimental study aimed at synthesizing polycarboxylate ethers (PCEs) to be used as superplasticizers, without needing to add. In particular, the study focused on the optimization of the copolymerization reaction of polyalkylene glycol methacrylate and monomers to get the polycarboxylate ether.

On the basis of previous experiences three types of polyalkylene glycol methacrylate were identified which were made to react with monomers such as maleic acid, maleic anhydride, itaconic acid, fumaric acid, 2-methacrylamide, ethyl acrylate, 2-acrylamido-2methylpropane sulfonic acid (AMPS).

The study led to the identification of 2 PCEs. The results of this experimental study put us on a new and interesting path for the synthesis of PCE based superplasticizers for precast applications.

Confronto sperimentale fra collegamenti pilastro-fondazione prefabbricati e gettati in opera

(L. Jurina, E. Camnasio, E.O. Radaelli, L. Bianco, S. Montenovo)

Precast structures offer several advantages during both production and installation respect to cast-in-situ structures. However, in such structures the critical aspect lies in the connections, whose response under horizontal cyclic loading affects the seismic behavior of the whole structure considerably. Sixteen full scale precast column-foundation sub-assemblies have been tested aiming to define the performance of bolted joints made by column shoes and anchor bolts. Such performance was compared to that of two cast-in-situ columns in terms of ductility, energy dissipation, stiffness and strength degradation. One of the precast specimens was tested and then repaired, in order to investigate the reparability and the residual capacity of the joint. The research showed that the seismic behavior of properly designed bolted joints is equivalent to that of cast-in-situ connections and how it is possible to restore in practice existing structures even heavily damaged. / I prefabbricati offrono alcuni vantaggi durante sia la produzione sia l'installazione dei manufatti rispetto al calcestruzzo gettato in opera. Il punto critico di tali strutture risiede però nei collegamenti, la cui risposta ai carichi orizzontali ciclici influenza significativamente il comportamento sismico globale dell'edificio. Sedici provini di sotto-insieme pilastro-fondazione in vera grandezza sono stati testati al fine di caratterizzare le prestazioni delle connessioni bullonate realizzate tramite scarpe e tirafondi. Tali prestazioni sono state confrontate con quelle di due pilastri gettati in opera in termini di duttilità, energia dissipata, rigidità e degrado della resistenza. Uno dei provini prefabbricati testati è stato inoltre oggetto di un intervento di ripristino, al fine di valutare la riparabilità e la capacità residua del giunto. La ricerca ha dimostrato come la risposta ai carichi sismici delle connessioni bullonate adeguatamente progettate sia equivalente a quella dei collegamenti gettati in opera e come sia operativamente possibile riqualificare le strutture esistenti anche gravemente danneggiate.

Studio sperimentale e numerico di un tegolo alare prefabbricato innovativo di luce eccezionale

(B. Dal Lago, A. Dal Lago, U. Marchetti, A. Basso)

The push towards innovation of the Italian precast concrete industry led to the development of a special pre-stressed wing-shaped roof member with exceptional span and slenderness. The design of these elements presents several peculiarities, including the control of the deformative behaviour for a satisfactory service performance of the manufact. The element is particularly sensitive to the problem of deformation due to its long span combined with slenderness. The paper presents the main highlights of the conception of the element and the results of experimental tests performed on an element spanning 40,5 m. Both the deformative behaviour of the element in storage phase and its performance in flexure and combined flexure and torsion are experimentally and numerically investigated. The load tests have been performed through the use of 30 hydraulic jacks in parallel. The semi-analytical procedures used to catch the mechanical behaviour of the element in both serviceability and post-cracking phases are also described in detail. / La spinta innovativa della prefabbricazione italiana in calcestruzzo armato ha portato alla definizione di un tegolo alare di copertura precompresso con cavi aderenti pretesi di dimensioni e snellezza eccezionali. Il progetto di tali elementi presenta alcune importanti peculiarità. Infatti, luci elevate e grandi snellezze esaltano i problemi deformativi dell'elemento. La memoria presenta le caratteristiche salienti della concezione del componente strutturale, insieme ai risultati sperimentali ottenuti da prove su un elemento campione in scala reale di 40,5 m di luce. Vengono descritti sia il comportamento in fase di stoccaggio che il comportamento per flessione semplice e flesso-torsione. Questi ultimi sono ottenuti con l'esecuzione di prove sperimentali eseguite con l'uso di 30 martinetti idraulici in parallelo. Vengono inoltre descritte le procedure semi-analitiche utilizzate per cogliere numericamente il comportamento sperimentale dell'elemento sia in fase di esercizio che in fase di post-fessurazione.

Efficacia di connessioni meccaniche tegolo-trave sull'azione diaframma di strutture prefabbricate

(B. Dal Lago, G. Mariani Orlandi, A. Rocci, L. Ferrara)

The diaphragm effect allows the collaboration of different parts of the lateral load resisting system of a building. If a concrete screed is not poured, as typical for industrial precast structures, such an effect relies on the floor mechanical connections. Starting from the results of local tests on three typical floor-to-beam connections carried out within the framework of the research projects Safecast and ReLUIS, simplified macro-models to represent their mechanical behaviour are proposed. A numerical model of a precast structure with mechanical floor-to-beam connections is validated through the comparison against the results of cyclic and pseudo-dynamic tests carried out on a full scale prototype within the framework of the Precast Structures EC8 project. The efficiency of the different technological solution to connect floor and beams on the diaphragm action and on the seismic behaviour of the structure is then investigated through dynamic non-linear analyses on the bare frame structure and on an externally braced one. A simplified analytical interpretation of the phenomenon is also proposed and validated against the numerical results. / L'effetto diaframma permette la collaborazione tra le varie strutture resistenti alle azioni orizzontali di un edificio prefabbricato. In assenza di getti di completamento, tale effetto è basato sulle connessioni meccaniche di piano. Vengono descritti i risultati sperimentali di prove locali effettuate nell'ambito dei progetti di ricerca ReLUIS e Safecast per la caratterizzazione di tre tipiche connessioni tegolo-trave. Vengono quindi proposti macro-modelli non lineari semplificati per la simulazione del loro comportamento strutturale. Un modello numerico viene validato attraverso l'esecuzione di simulazioni numeriche dinamiche non lineari confrontate con risultati sperimentali ottenuti su prototipi di edifici prefabbricati in scala al vero sottoposti a prova nell'ambito del progetto Precast Structures EC8. Vengono mostrati i risultati di una campagna di analisi dinamiche non lineari effettuata su edifici prefabbricati, studiando il ruolo delle diverse tipologie di connessione nella risposta sismica della struttura. Viene inoltre proposto un metodo per il progetto sismico di edifici prefabbricati con diaframmi a secco e per la valutazione delle azioni sulle connessioni basato su una formulazione meccanica semplificata.

Comportamento strutturale di un sistema innovativo per pareti prefabbricate alleggerite

(B. Dal Lago, M. Muhaxheri, L. Ferrara)

The total prefabrication of medium-rise r.c. buildings typically consists of large panel structures having high mass and burdensome connections. A discretely-connected innovative light-weight panel element with vertical voids has been invented and patented by DLC Consulting-Milan and studied within a collaboration between Politecnico di Milano and University of Pristina. The structural behaviour of the wall subjected to lateral action has been investigated by means of non-linear analyses with damage-sensitive 2D elements. Such elements allow to estimate the crack pattern and to draw monotonic capacity curves, investigating the effect of different reinforcement arrangements on the structural behaviour of the wall. An innovative solution is also proposed to increase the ductility of the wall when subjected to seismic action and heavily reinforced in shear. Furthermore, the efficiency of a simplified beam model of the wall with distributed plasticity is validated against the results from pseudo-dynamic tests performed at the ELSA/JRC laboratory of Ispra (Italy) in the framework of the Safecast project on a full scale prototype of multi-storey precast building being braced by the walls under investigation. / La prefabbricazione integrale di edifici di media altezza in c.a. è tipicamente realizzata con strutture a grandi pannelli caratterizzate da elevata massa e connessioni non duttili di gravosa esecuzione, che spesso pregiudicano il potenziale di duttilità dei muri e le prestazioni sismiche della struttura. Un innovativo elemento di parete alleggerito con canne verticali e collegato puntualmente è stato inventato e brevettato dalla DLC Consulting di Milano e studiato in una collaborazione tra Politecnico di Milano e Università di Pristina. Il comportamento strutturale di tale muro sotto carico laterale è stato studiato attraverso analisi non lineari con elementi a guscio sensibili a danneggiamento. Tali elementi permettono di stimare il profilo di fessurazione atteso e di studiare l'effetto di differenti disposizioni di armatura sul comportamento strutturale dei muri. Una soluzione innovativa viene proposta per migliorare la duttilità dei muri soggetti a carichi sismici quando vengono significativamente armati contro la rottura a taglio. Un modello semplificato dei muri con elementi "trave" a plasticità diffusa viene inoltre validato attraverso simulazioni dinamiche non lineari confrontate con i risultati sperimentali ottenuti con prove pseudo-dinamiche effettuate su una struttura prefabbricata multipiano in scala al vero dotata dei muri oggetto di studio nel laboratorio ELSA/JRC di Ispra (VA) nell'ambito del progetto di ricerca Safecast.

Viadotto di Gran Manglar - Colombia

(G. Dreas)

The Gran Manglar Viaduct is part of the project for the construction of the Cartagena de Indias e Barranquilla highway. The viaduct is 3.7 km long and crosses the Cienaga de Tesca lagoon. For the construction of the viaduct a top-down construction method has been chosen. All structural elements, including piles, pile-caps and beams, are made of precast concrete and are erected using a special erection equipment designed for this type of construction which does not require access from the ground. / : Il Gran Manglar Viaducto di Cartagena è un'opera che fa parte del progetto per la realizzazione dell'autostrada tra Cartagena de Indias e Barranquilla. Il progetto prevede la realizzazione di un viadotto di 3,7 km sulla laguna di Cienaga de Tesca, mediante l'utilizzo di una tecnologia di costruzione top-down. Tutti gli elementi costitutivi principali del viadotto: pali, pile e travi di impalcato sono prefabbricati in calcestruzzo armato precompresso e vengono messi in opera con l'ausilio di una speciale attrezzatura di varo che consente la presa degli elementi da dietro, l'infissione dei pali e la posa degli altri elementi senza necessità di accesso dal basso.

Viadotti a conci prefabbricati per il progetto RN77 - Algeria

(G. Dreas)

The paper presents the design of all viaducts constructed using the precast segmental technology on the segment between chainages 15.000 and 48.000 of the RN77 highway in Algeria. All viaducts have similar characteristics and have been designed with the intent of getting the maximum benefits from standardization. The only exception is the Tabellout Viaduct which has unique characteristics even if the same construction technology was used. / Nella memoria viene presentato il progetto dei viadotti realizzati con la metodologia dei conci prefabbricati nella tratta dal km 15.000 al km 48.000 della autostrada penetrante RN77 in corso di costruzione in Algeria. Tutti i viadotti hanno caratteristiche simili con l'intento di trarre il massimo beneficio dalla standardizzazione costruttiva. Fa eccezione il viadotto di Tabellout che pur utilizzando la medesima metodologia costruttiva ha caratteristiche singolari.

Influenza della precompressione nell'interazione taglio longitudinale – flessione trasversale delle sezioni a cassone

(A. Recupero, M. F. Granata, G. Culotta, M. Arici)

In box girders a strong interaction between longitudinal shear and transverse bending occurs. The transverse reinforcements in the box web have two roles: stirrups for the longitudinal forces (tangential stresses) and reinforcing bars to face the axial stresses due to transverse bending moments. In this paper it is presented an interaction model and the related domains at the Ultimate Limit State for the determination of transverse and longitudinal reinforcements of box webs. A previous model is modified to take into account the influence of prestressing to the stress fields and domains are re-sketched to take into account the limitations to the stress field inclination. A case study is presented together with comparisons between simplified methods of web reinforcement calculation and the interaction model. / Nelle travi a cassone è presente sempre una forte interazione tra taglio longitudinale e flessione trasversale. Ciò comporta che le armature poste nelle anime assumono un duplice ruolo: quello di staffe per le tensioni tangenziali e quello di armature per le tensioni normali dovute al momento flettente trasversale. In questo articolo si presentano un modello di interazione ed i relativi domini a Stato Limite Ultimo per la determinazione delle armature longitudinali e trasversali delle anime dei cassoni. Un modello già esistente in letteratura viene modificato per tenere conto della precompressione e delle limitazioni all'inclinazione dei campi di tensione. Si presenta anche un caso studio su un impalcato precompresso e confronti tra metodi semplificati di valutazione delle armature nelle anime ed il modello di interazione.

Cinque anni di ricerca al Politecnico di Milano sulla capacità di autoriparazione dei materiali cementizi

(L. Ferrara)

Worldwide increasing consciousness for sustainable use of natural resources has made “overcoming the apparent contradictory requirements of low cost and high performance a challenging task” as well as a major concern. The importance of sustainability as a requisite which has to inform structure concept and design has been also recently highlighted in Model Code 2010. In this context, the availability of self-healing technologies, by controlling and repairing “early-stage cracks in concrete structures, where possible”, could, on the one, hand prevent “permeation of driving factors for deterioration”, thus extending the structure service life, and, on the other hand, even provide partial recovery of engineering properties relevant to the application. The author’s research group has undertaken a comprehensive research project, focusing on both experimental characterization and numerical predictive modelling of the self healing capacity of a broad category of cementitious composites, ranging from normal strength concrete to high performance cementitious composites reinforced with different kinds of industrial (steel) and natural fibres. Both autogenous healing capacity has been considered and self-healing engineered techniques, including the use of presaturated natural fibres as well as of tailored admixtures. Tailored methodologies have been employed to characterize the healing capacity of the different investigated cement based materials. These methodologies are based on comparative evaluation of the mechanical performance measured through 3- or 4- point bending tests. Tests have been performed to pre-crack the specimens to target values of crack opening, and after scheduled conditioning times to selected exposure conditions, ranging from water immersion to wet and dry cycles to exposure to humid and dry climates. As a further step a predictive modelling approach, based on modified microplane model, has been formulated. The whole experimental and numerical investigation represents a comprehensive and solid step towards the reliable and consistent incorporation of self healing concepts and effects into a durability-based design framework for engineering applications made of or retrofitted with self healing concrete and cementitious composites.. / La crescente attenzione nei confronti dell’utilizzo consapevole delle risorse naturali ha posto, anche nel settore della ingegneria civile, la sfida tesa a superare la apparente contraddizione fra i requisiti di minimo costo e massima prestazione di un materiale da costruzione, di un elemento strutturale, di una struttura e/o costruzione nel suo complesso. Peraltro i più recenti codici di progettazione, quale il Codice Modello 2010 del fib, hanno esplicitamente inserito il requisito di sostenibilità fra quelli che debbono governare la concezione e la progettazione strutturale. In tale contesto è da guardarsi con estremo interesse alla possibilità di progettare, realizzare ed utilizzare materiali da costruzioni “autoriparanti”, capaci, attraverso appunto la attivazione di meccanismi di autoriparazione di un qualsivoglia danno, da un lato di prevenire l’ingresso di agenti aggressivi che porterebbero al deterioramento dei materiali e delle prestazioni strutturali, estendendo quindi la vita utile della struttura, e, se del caso, altresì di garantire un parziale recupero delle prestazioni fisiche e meccaniche del materiale stesso rilevanti ai

fini della applicazione in questione. L'autore, con il suo gruppo di ricerca e nell'ambito di diversi progetti di cooperazione internazionale, sta lavorando su tali tematiche da circa un lustro, occupandosi tanto della caratterizzazione sperimentale quanto della modellazione della capacità di autoriparazione di una vasta categoria di materiali da costruzione a matrice cementizia, dal calcestruzzo normale ai compositi cementizi ad alte prestazioni rinforzati sia con fibre metalliche sia con fibre naturali. Inoltre, accanto alla capacità autogena di autoriparazione si è altresì studiata la efficacia di additivi cristallizzanti, ovvero di fibre naturali "presaturate", al fine di "ingegnerizzare" e potenziare la suddetta capacità. Sono state messe a punto metodologie originali per la quantificazione degli effetti di autoriparazione sul recupero delle proprietà meccaniche: tali metodologie sono basate sulla esecuzione di prove di flessione a tre o quattro punti, eseguite sia per "prefessurare" i campioni, fino a prescritte aperture di fessura, sia al termine di diversi periodi di esposizione (fino a due anni) in diverse condizioni di umidità (immersione in acqua, cicli di asciutto/bagnato, ambienti umidi o secchi). Infine è stato formulato un modello numerico capace di descrivere e prevedere il fenomeno, quale primo necessario passo per poter "includere" il fenomeno della autoriparazione ed i suoi effetti in un approccio progettuale per la durabilità delle strutture in calcestruzzo armato.

Durabilità delle barre in acciaio zincate a caldo

(M. Santamaria , N. Scibilia, F. Di Franco, M. Ferrante)

The following paper presents the results of a survey of hot dip galvanized steel bars in terms of corrosion resistance. The corrosive environment was simulated through an electrolytic solution in which the galvanized bars were immersed; measurements were done to determine parameters characterizing specimens state and their variation with increasing exposure to corrosive environment. The study is extended to a set of samples characterized by a variable zinc coating thickness. To assess the influence of the zinc coating on the steel bars durability, the same characterization was made of a non-galvanized steel sample, in order to compare the results obtained. Also, a morphological analysis of the zinc coating was carried out using a scanning electron microscope. Finally, we show the results of some pull-out tests conducted on galvanized bars to evaluate the bond./ Il lavoro presenta i risultati di un'indagine su barre in acciaio zincato a caldo dal punto di vista della resistenza alla corrosione. L'ambiente corrosivo è stato simulato attraverso una soluzione elettrolitica nella quale sono stati immersi i campioni di barre zincate e si sono determinati i parametri caratterizzanti lo stato degli stessi e la loro variazione all'aumentare dell'esposizione nell'ambiente corrosivo. Lo studio è esteso ad un set di campioni caratterizzati da uno spessore di zincatura variabile. Per valutare l'influenza della zincatura sulla durabilità delle barre in acciaio, si è operata la stessa caratterizzazione su un campione di acciaio non zincato, mettendo a confronto i risultati ottenuti. Si è inoltre effettuata un'analisi morfologica del rivestimento di zinco mediante microscopio elettronico a scansione. Infine, sono riportati i risultati di alcune prove di pull-out condotte su barre zincate per valutarne l'aderenza al calcestruzzo.

Ponti in c.a.p.: una tipologia costruttiva che guarda al futuro grazie a sistemi di precompressione in continuo miglioramento

(M. Frumento, Ch. Glaeser)

With learnings from existing post-tensioned concrete bridges the design rules have been improved. Continuously improved post-tensioning (PT) systems according to harmonized requirements allow highest quality for the products in use. Concepts for fully prefabricated products with highest quality assurance standards avoid influences from the climatic conditions and the experience of the individual installation worker. Upcoming considerations on regular inspection and maintenance concepts already during design phase and PT system development allow sustainable structure for the next generation. But even existing structures can be strengthened by appropriate PT systems in order to extend the remaining service life. / Traendo esperienza dai ponti in cemento armato precompresso tuttora in servizio sono state migliorati i criteri progettuali. Sistemi di post-tensione (PT) continuamente perfezionati secondo criteri armonizzati garantiscono la più alta qualità dei prodotti attualmente in uso. La concezione di prodotti totalmente preconfezionati, secondo i più elevati standard qualitativi, evita l'influenza delle condizioni climatiche e la dipendenza dalle capacità dell'operatore di cantiere. Considerazioni innovative per una regolare ispezione, criteri di manutenzione già pensati in fase progettuale e di sviluppo del sistema di post-tensione permettono strutture sostenibili per le generazioni future. Ma anche le strutture esistenti possono essere rinforzate mediante adeguati sistemi PT in modo da prolungare la restante vita di servizio.

Effetto dello stato tensionale sulla prova di pull out

(A. Brencich, F. Bovio, D. Pera)

Quality controls of new constructions and retrofitting of existing buildings put forward the need for in-place estimation of concrete strength. Amongst the techniques developed to this aim, the pull-out inserts is considered one of the most reliable. In spite of their wide use, several issues still need a deeper insight: i) no pull out procedure is effective for concrete subjected to tensile stress states; ii) available correlation curves do not depend on the stress state. A new type of wedge anchor (B15G), jointly developed by the DICCA Laboratories of the University of Genoa and BOVIAR, is presented and discussed. The calibration of the procedure has been performed on 5 mixtures of concrete on different stress distributions. It has been found that the correlation curves, pull-out force vs. compressive strength, are not linear and depend on the stress state. / La prova di pull-out è riconosciuta come una delle tecniche più affidabili per la stima della resistenza del calcestruzzo in opera. In questo lavoro vengono presentati e discussi i dati delle campagne sperimentali svolte dai laboratori DICCA nell'ottica di analizzare i limiti di affidabilità della prova. Individuando i fattori di vulnerabilità delle attuali tecnologie si è potuti arrivare alla definizione di un nuovo sistema caratterizzato da: i) riduzione delle incertezze legate alla fase applicativa della prova; ii) materiali di alto livello che consentono di eseguire la prova con su calcestruzzi da 5 a 90 MPa. La nuova tecnologia B15G è stata calibrata su 5 miscele di calcestruzzo, e per 5 distinti stati tensionali. Le curve di correlazione tra forza di estrazione e resistenza a compressione del materiale così ottenute: i) sono marcatamente non lineari; ii) dipendono significativamente dallo stato tensionale; iii) presentano una dispersione statistica inferiore al 15%.

Stima della resistenza del calcestruzzo attraverso il consumo di energia

(D. Pera, A. Brencich)

Many in situ testing methods for the estimation of concrete strength need drills in the material. Therefore, before testing the material, a mechanical parameter is already available for estimating its mechanical properties: the drill energy. In this paper the energy needed to drill a hole in concrete is used to estimate concrete strength, taking into account all the factors affecting the measurement. The method is cheap, produces a limited damage to the structure and does not require any additional procedure. /Nella pratica dell'ingegneria la stima della resistenza del calcestruzzo su strutture esistenti è da sempre un aspetto molto delicato inoltre i vari metodi di indagine hanno la necessità di avere come riferimento i valori ottenuti dal carotaggio. In quest'ottica è stata condotta una campagna sperimentale per valutare l'applicabilità di un metodo, per la stima preliminare della resistenza del cls, basato sulla misura dell'energia consumata per praticare un foro. In questo lavoro vengono presentati i risultati delle prove di taratura condotta calcestruzzi con resistenze da 20 a 90 MPa caratterizzati con prove su campioni standard e carote. L'analisi dei diversi fattori che possono alterare il risultato della prova, il basso impatto economico unito ad un danno limitato hanno permesso di evidenziare le potenzialità del metodo.

Studio sperimentale sulla fessurazione di piastre armate in calcestruzzo riciclato

(L. Pani, L. Francesconi, F. Stochino, F. Mistretta)

This paper presents the results of an experimental investigation on cracking of fifteen reinforced recycled concrete slabs. Five recycled concrete mixes with different coarse recycled aggregates replacement percentage have been realized. The slab dimensions are $1100 \times 1100 \times 50$ mm and flexural reinforcement of all specimens has been realized by using two 100×100 mm welded mesh layers and wire diameter of 5 mm. Tensile strength, cylindrical compressive strength and modulus of elasticity of the concrete mixes have been estimated experimentally. The simply supported reinforced recycled concrete slabs have been tested under the action of central patch load in order to evaluate the central deflection - load curve. The experimental cracking load is determined on the curve as the linear limit load. The recycled concrete slabs show a similar behaviour to those realized with ordinary concrete. The theoretical cracking loads are in good agreement with experimental results./ Questo lavoro presenta i risultati dell'indagine sperimentale relativa alla fessurazione di quindici piastre di calcestruzzo armato. Cinque miscele di calcestruzzo sono state realizzate variando la percentuale di sostituzione di aggregato grosso riciclato in luogo del naturale. Le dimensioni della piastra sono $1100 \times 1100 \times 50$ mm e l'armatura flessionale di tutti i campioni è realizzata con due fogli di rete elettrosaldata diametro 5 mm e maglia 100×100 mm. La resistenza a trazione, la resistenza a compressione cilindrica ed il modulo elastico dei calcestruzzi confezionati sono stati determinate sperimentalmente. Le piastre, in condizione di semplice appoggio, sono state testate applicando un carico concentrato centrale verticale allo scopo di determinare la curva freccia - carico. Il carico di fessurazione sperimentale è determinato sulla curva come carico limite del campo lineare. Le piastre di calcestruzzo riciclato mostrano un comportamento simile a quelle realizzate con calcestruzzo ordinario. I carichi teorici di fessurazione sono in buon accordo con i risultati sperimentali.

Analisi multi-criteria per l'edilizia sostenibile

(A. De Angelis, N. Cheche, R.F. De Masi, MR. Pecce, G.P. Vanoli)

Currently climate and housing standards in parallel with the energy savings govern the performance required to buildings. Consequently, innovative multi-functional components try to satisfy both the requirements of structural safety and thermal performance, but the choice of the designer is difficult due to the complexity of this new market. In this paper, the Multi-Criteria Decision Making (MCDM) analysis is proposed as suitable methodology that can provide adequate support for choosing the best building components between different alternatives. As case study, TOPSIS method (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) has been applied for comparing four different types of floor. The criteria assumed in the case study are referred to different fields as well as thermal, acoustic, air quality building science, structural performances, economic and human impacts. The case study allows to point out that the optimal solution depends on the importance (weight) that the decision maker assigns to each considered criterion. / Le prestazioni richieste attualmente ad un edificio sono governate dagli standard abitativi e climatici e parallelamente dal risparmio energetico. Di conseguenza, le soluzioni costruttive devono garantire un compromesso tra sicurezza strutturale e prestazioni energetiche; i componenti innovativi multifunzione cercano di soddisfare entrambe le esigenze ma la scelta è difficile a causa della complessità di questo nuovo mercato. In questo lavoro si propone il metodo decisionale multicriterio (MCDM) come metodologia idonea a fornire un adeguato supporto al decisore o progettista. Il metodo TOPSIS (Tecnica per Ordinare la Preferenza in base alla Somiglianza alla Soluzione Ideale) è applicato al caso studio di un solaio in c.a. considerando quattro diverse soluzioni. I criteri assunti nell'applicazione del multicriterio riguardano le prestazioni energetiche, ambientali e strutturali, ma anche l'investimento economico. Il caso studio evidenzia come la soluzione ottimale dipenda dall'importanza (ovvero il peso) che il decisore assegna a ciascun criterio considerato.

Progetto Costruttivo di Ponti e Viadotti autostradali al difuori della zona EU utilizzando gli Eurocodici

(F. Rendace)

Nella memoria verrà presentato un caso di progetto costruttivo di ponti e viadotti autostradali per un progetto in Georgia applicando gli Eurocodici, in luogo degli standards Russi e Ucraini. Il tema principale è il confronto delle azioni variabili da traffico, in riferimento alla sicurezza strutturale. Verranno discussi inoltre il progetto sismico delle pile svolto in duttilità e i controlli sui materiali strutturali stabiliti in progetto / In this paper a detailed design of highway bridges is presented for a project in Georgia using the Eurocode standards instead of the Russian and Ukraine ones. The first topic is the comparison of the traffic loads and the partial safety factor according to the different standards. Other two topics are about the earthquake design of the piers just made for capacity design, and the acceptance of the properties of the structural material selected in the design.

Supporti prefabbricati in calcestruzzo per Noor III, Ouarzazate, Marocco

(J. González Cabezuelo, J.I. De La Calle Ortega, S. Knisel)

The structural elements of the essay form are part of to the project called Masen-NOORoIII 150 MW Tower CSP PLANT, in Ourzazate, Morocco. The plant is part of an extended development program for solar electricity production that Morocco entrusted to the company Moroccan Agency For Solar Energy, "MASEN" which aims to reach a productive capacity of 2000 MW by 2020. The article presents the study of precast concrete structural elements with an outer ring section diameter of 70 cm and each of them supports a heliostat on the top. They are monolithic vertical elements with an average length of 900 cm that includes an underground part to realize a fixed support. The plant, which is able to produce 150 MW, involves the pose of 7400 monoliths and related heliostats. / Gli elementi strutturali oggetto della memoria, fanno parte del progetto denominato Masen-NOORoIII 150 MW Tower CSP PLANT, sito in Ouarzazate, Marocco. L' impianto fa parte di un esteso programma di sviluppo finalizzato alla produzione di energia elettrica solare che il Marocco ha affidato alla società Moroccan Agency For Solar Energy "MASEN", con l' obiettivo di raggiungere una capacità produttiva complessiva di 2000 MW entro il 2020. La memoria si riferisce allo studio di elementi strutturali prefabbricati in calcestruzzo armato e precompresso con sezione anulare con diametro esterno di 70, ognuno dei quali sostiene un eliostato collocato in sommità. Sono elementi monolitici verticali di lunghezza media di 900 cm di cui una parte interrata per realizzare il vincolo di incastro alla base. L'impianto prevede la posa di 7400 monoliti e relativi eliostati capace di produrre 150 MW.

Applicazione dei Calcestruzzi ad Altissime Prestazioni – UHPC nell’Arte Pubblica e nell’Arredo Urbano

(R. Maspoli)

Reducing the maintenance cycles and their cost, by increasing the durability, is a must in public-art and urban-furniture works, as clearly shown by the first Italian applications in public art (a circular slab with a human profile on it, three faces in high relief and a bench of a sculptural structure), where Ultra High-Performance Concrete – UHPC were used without metallic reinforcement. The first task was to define a methodology for quality planning, from the sketch of the work - and the construction of the 3D negative moulds (something that requires innovative techniques), to UHPC mix-design and casting - considering the environmental conditions - and to the placement of the work in its final location. The partnership with one of the major Italian cement producers (Buzzi Unicem, Casale Monferrato) and the use of some special products (“Nanodur” and “Flowstone”) were instrumental in guaranteeing the success of the work. The negative moulds were machined using a medium-density polyurethane resin. The various parts were assembled and put in place in June – July 2015, and a two-year plan was devised, to monitor the behavior of the work exposed to the weather. This first application of UHPC in public art was carried out within the Urban Community Program “Barriera” of the City of Turin for the Spina 4 – Peccei Park. / Ridurre i cicli di manutenzione e il loro costo, aumentando la durata nel tempo, è una necessità per le opere di arte pubblica e arredo urbano, come chiaramente dimostrato dalla prima applicazione italiana di arte pubblica (una lastra circolare con un profilo umano su di esso, tre volti ad alto rilievo ed una panchina di una struttura scultorea), dove i Calcestruzzi ad Altissima Resistenza - UHPC sono stati utilizzati senza rinforzo metallico. Il primo compito è stato quello di definire una metodologia per la pianificazione della qualità, dal bozzetto del lavoro alla costruzione degli stampi negativi 3D (che richiede tecniche innovative), alla composizione della miscela UHPC e al getto - considerando le condizioni ambientali - e al posizionamento dei lavori nella loro localizzazione finale. La collaborazione con uno dei maggiori produttori italiani di cemento (Buzzi Unicem, Casale Monferrato) e l'uso di prodotti speciali (“Nanodur” e “Flowstone”) sono stati determinanti nel garantire il successo del lavoro. Le matrici fresate sono state eseguite in resina poliuretana a media densità. I diversi elementi sono stati posti in opera nel giugno – luglio 2015 e sono oggetto di un piano di monitoraggio biennale, per valutarne il comportamento in esposizione nel tempo. La prima applicazione di UHPC si è svolta nell’ambito del programma comunitario Urban “Barriera” della Città di Torino, per il Parco Spina 4 - Peccei.

Ferrovia Saida – Moulay Slissen: Impalcato a cassoni cellulari per viadotti continui a spinta

(A. Ghezzi, E. Campa, M. Mancini)

The railway Saida - Moulay Slissen, of a length of 133 km, under construction by Astaldi in Algeria, includes a series of viaducts consisting of continuous prestressed reinforced concrete single-cell box-shaped caisson decks, erected by incremental launch technique and by solidarizing prefabricated elements in situ. These are 7 viaducts of a length ranging from 117 m to 342 m, for a total of 1,359 m. Type of structure, construction method and design approach are, for these railway works, an important reference for work owners, companies and designers. The Company adopted the continuous beam pattern with 45-m-span central sections and 36 m-span end sections. The main viaduct consists of 8 spans, six of which are 45 m long and two of which are 36-m-long, for a total length of 342 meters, the height of the piers reaching 36 meters, the viaduct extending, on a plan view, along a curve of a radius of 3,200 meters and with a longitudinal gradient of 1.6%. The choice of this type of viaduct involves greater complexity of execution, compared to the use of the common isostatic beams, but gives performance and management advantages, in terms of maintenance as well as travelling comfort for users. This article will outline design approach and construction method, highlighting all the unique aspects characterizing these important works, such as, by way of example, the structural analysis during the execution of the works and after construction, the rail-structure interaction, the analysis of seismic behavior, the geometrical characteristics of the layout and how these interact with the incremental launch techniques and final testing activities presently in progress.

Perù – Impianto idroelettrico di Cerro del Aguila

Diga in RCC e problematiche connesse ai getti in calcestruzzo

(S. Bonanni, M. Mancini, G. Rotundo)

The “ Proyecto Hidroelectrico Cerro del Aguila” is located at a distance of approximately 270 km from the State capital Lima, in the Junin region, province of Tayacaja, department of Huancavelica. The dam, constructed on the Mantaro river, is connected to the power house by means of a 5.74 km-long headrace; by the downstream tailrace water can flow back into the river. A tunnel network allows to overcome the problem of an underground power house. The design of this gravity dam provided for using two kinds of concrete, the conventional vibrated concrete (CVC) and the roller compacted concrete (RCC). The total volume of the dam is of 445,000 m³ of concrete, divided into 250,000 m³ of RCC and 195,000 m³ of CVC. One the methods adopted to increase the efficiency and effectiveness of concrete castings was using gravity piping for unloading both CVC and RCC concrete directly on the left-hand-side abutment down to the dam's bottom. Since the concrete plant was placed on an area arranged along the slope of the hill towering above the river, it was deemed advisable to erect a pipe network in order to make the concrete flow from above, by gravity, to the dam body, while drawing a particular attention, due to the considerable difference in height (approximately 70 m), to prevent aggregate from segregating. The figures below show the method implemented, which successfully passed the various tests and controls required by the Works Supervising Engineer and fulfilled all the requirements of the laws and regulations in force. Moreover, the system allowed to reach a production volume exceeding daily concrete casting volumes originally provided for using only with the "cableway crane" fed by belt conveyors and concrete mixing trucks. / Il "Progetto Idroelettrico di Cerro del Aguila" si trova ad una distanza di circa 270 km dalla capitale Lima, nella regione di Junin, provincia di Tayacaja, dipartimento di Huancavelica. La diga costruita sul fiume Mantaro è collegata alla centrale elettrica per mezzo di una galleria di adduzione di 5,74 km; tramite la galleria di restituzione l'acqua ritorna a valle nel fiume. Un sistema di tunnel permette di superare il problema delle sovrappressione dovute al colpo di ariete. Il progetto di questa diga a gravità prevede l'utilizzo di due tipi di calcestruzzo, il convenzionale vibrato (CVC) e il rullato compattato (RCC). Il volume totale della diga è di 445.000 m³ di calcestruzzo, diviso in 250.000 m³ di RCC e 195.000 m³ di CVC. Uno dei metodi adottati al fine di aumentare l'efficienza e l'efficacia dei getti di calcestruzzo è stato quello di usare tubazioni per il getto a gravità, sia per CVC che per RCC, dal lato sinistro della diga. Poiché l'impianto di calcestruzzo è stato posto su una superficie disposta lungo il pendio della collina che sovrasta il fiume, si è ritenuto opportuno erigere una rete di condotte in modo da rendere il flusso di calcestruzzo dall'alto, per gravità, sul corpo diga, facendo particolare attenzione, data la notevole differenza di quota (circa 70 m), ad evitare probabili fenomeni di segregazione. Le figure mostrano il metodo usato, il quale ha superato con successo le varie prove ed i controlli richiesti dalla Direzione Lavori e soddisfatto tutti i requisiti delle Specifiche Tecniche e dei regolamenti vigenti. Inoltre, il Sistema adottato ha consentito di raggiungere un volume di produzione superiore ai quotidiani volumi di

getto di calcestruzzo che originariamente erano previsti con l'utilizzo del solo "blondin" alimentato da nastri trasportatori e autobetoniere.

Turchia – Istanbul – Terzo Ponte sul Bosforo. Problematiche connesse al getto di pile alte 305 metri

(G. Fiscina, C. J. Garrone, R. Sorge, M. Mancini)

The aim of the article is to describe the construction method and the difficulties encountered for the execution of an exceptional and unique work within the 3rd Bosphorus Bridge: the erection of the A-shaped towers. The erection of the A-shaped towers was a highly challenging activity due to their geometry and to the two different methods of construction: the slip forming system and an automatic climbing formwork system. / Lo scopo dell'articolo è di descrivere il metodo di costruzione e le difficoltà riscontrate per un'eccezionale ed unico lavoro: l'esecuzione delle torri a forma di A del 3° Ponte sul Bosforo. La costruzione delle torri ad A del 3° Ponte sul Bosforo è stata una sfida molto difficile per via della loro geometria e per via di due diversi metodi di costruzione utilizzati: il sistema a casseri scivolanti ed il sistema a casseri rampanti.

Validazione delle NLFEA di pareti in CA soggette a carichi bidirezionali

(B. Belletti, M. Scolari, J. Almeida, K. Beyer)

Nonlinear Finite Element Analysis (NLFEA) of the inelastic behaviour of RC walls are often carried out for uni-directional (in-plane) horizontal cyclic loading. In this paper the behaviour of RC walls with different cross-sections (T-shaped and U-shaped) subjected to bi-directional (in-plane and out-of-plane) loading is simulated by means of NLFEA. They are carried out with the software DIANA, using curved shell elements and a total strain crack model for concrete and embedded truss elements adopting Monti-Nuti model for the reinforcement. The aim of this paper is to validate this type of analysis by comparing the obtained results with experimental outcomes of two different RC slender walls, a T-shaped wall and a U-shaped wall, tested under quasi-static bidirectional cyclic load. In particular, the focus is on the comparison between different crack models (Fixed and Rotating crack models) and on the calibration of the Monti-Nuti model parameters for steel. NLFEA is found to acceptably simulate both the in-plane and out-of-plane behaviour observed during the experimental tests. The present work is the starting point for future research in which parametric studies on the influence of reinforcement content and detailing will be performed, assessing their influence on the bidirectional response of RC walls and namely on other less known deformation modes such as out-of-plane instability. / Le analisi non lineari ad elementi finiti (NLFEA) del comportamento inelastico di pareti in calcestruzzo armato sono usualmente condotte considerando carichi orizzontali ciclici unidirezionali (nel piano della parete). Nella presente memoria verrà simulato, per mezzo di NLFEA, il comportamento di pareti in calcestruzzo armato con differente sezione trasversale (sezione a T e sezione a U) soggette a carichi ciclici bidirezionali (nel piano e fuori dal piano). Le analisi sono state condotte utilizzando il software DIANA, adottando elementi shell curvi. Il comportamento del calcestruzzo è stato simulato per mezzo di un modello fessurativo a deformazioni totali mentre le barre di armatura sono state modellate come “embedded truss” adottando il modello Monti-Nuti per definire il comportamento del materiale acciaio. Lo scopo di questa memoria è quello di validare questa tipologia di analisi comparando i risultati ottenuti con prove sperimentali di due differenti pareti in calcestruzzo armato, una parete con sezione a T e una parete con sezione a U. In particolare l’attenzione è stata posta sul confronto tra diversi modelli fessurativi (modello fessurativo a fessura fissa o a fessura rotante) e sulla calibrazione dei parametri del modello Monti-Nuti. Le analisi non lineari ad elementi finiti sono state capaci di prevedere sia il comportamento nel piano che quello fuori dal piano delle pareti testate. La presente memoria può infine essere considerata come il punto di partenza per future ricerche atte a valutare l’influenza di differenti dettagli costruttivi e percentuali di armature sulla risposta di pareti in calcestruzzo armato soggette a carichi bidirezionali e in particolare su altre meno note modalità di rottura, come l’instabilità fuori dal piano.

Modello esplicito per la resistenza a taglio di travi in c.a. con armature trasversali disposte secondo due giaciture

(P. Colajanni, S. Pagnotta, A. Recupero, N. Spinella)

An analysis oriented mechanical model for shear strength evaluation of rc beams with transversal reinforcement with two different inclination, that required a numerical analysis, is tuned into a design oriented analytical model that can be handy utilized for practical design. / Un modello meccanico e numerico per la valutazione della resistenza a taglio di travi in c.a.in presenza di armature trasversali disposte lungo due giaciture, naturale estensione del modello a traliccio con puntone in calcestruzzo ad inclinazione variabile, viene trasformato in un modello analitico esplicito, in grado di indirizzare la pratica progettazione

Lunghezza di trasmissione in elementi in calcestruzzo armato precompresso

(C. Pellegrino, M.A. Zanini, F. Faleschini, L. Hofer)

The determination of correct transmission length is one of the most important features when designing pretensioned concrete elements. Transmission length should be calculated to verify the adequacy of prestressing force in the cable over its length, providing an adequate distance outside the transmission length for sections with high bending moment values. Moreover, shear resistance of sections included in the transmission length has also to be calculated considering reductive factors. Here a database of experimental values has been used to assess some current formulations, obtaining in some cases contrasting transmission length estimations. A statistical analysis has been also performed in order to identify the effect of the main variables influencing transmission length. Lastly, a new formulation, in a complete and simplified version, has been proposed, and its accuracy has been assessed by means of suitable statistical indicators./ La corretta determinazione della lunghezza di trasmissione è di fondamentale importanza nella progettazione di elementi in c.a.p. pre-tesi. Tale lunghezza deve infatti permettere una completa trasmissione delle forze di precompressione dalle armature pre-tese al calcestruzzo, evitando che le sezioni maggiormente sollecitate ricadano in questa zona. In questa memoria si presenta un database di risultati sperimentali raccolti in letteratura, utilizzato per il confronto di alcune formulazioni per il calcolo della lunghezza di trasferimento. Dall'analisi statistica dei risultati, è emersa una insoddisfacente capacità previsionale di tali formule, e pertanto è stata proposta una nuova formulazione, la cui validità è stata verificata tramite i più comuni indicatori statistici.

Studio dell'efficacia dell'adozione di angolari di collegamento trave-tegolo nelle strutture prefabbricate esistenti

(V. Ligabue, M. Bovo, M. Savoia)

The seismic sequence that struck the Emilia region in May 2012 showed the high vulnerability of precast structures with respect to earthquake actions. This is mainly due to lack of construction details, that could allow to sustain the actions induced by the earthquake, since most of the buildings have been designed and built before the introduction of the current seismic regulations in the area. The lack of a properly connection between precast elements, often relying only on friction force, was recognised as one of the main causes of the observed failures. In the present work, the effectiveness of the introduction in existing precast buildings of a beam-roofing element connection system realized through L-shaped steel plates, has been studied and evaluated selecting a case study. The connection system, designed according to a simplified procedure, has been verified in terms of collapse fragility curves, hence comparing the probability of collapse of the building before and after the retrofit intervention. / Il terremoto che nel maggio 2012 ha violentemente colpito l'Emilia Romagna ha mostrato come le numerose strutture prefabbricate delle aree del cratere siano fortemente vulnerabili alle azioni sismiche. Tale evidenza è da ricondursi principalmente all'assenza di dettagli costruttivi adeguati a sostenere le azioni indotte dal sisma, poiché gran parte degli edifici presenti sono stati realizzati prima dell'entrata in vigore delle attuali norme. La mancanza di un'efficace connessione tra elementi prefabbricati, spesso affidata alla sola forza d'attrito, è stata una delle principali cause dei collassi osservati. A tal riguardo, nel presente lavoro viene studiata l'efficacia di un sistema di collegamento trave-tegolo, realizzato mediante angolari metallici e inseriti in un edificio prefabbricato esistente identificato come caso studio. Il sistema di connessione, dimensionato per mezzo di una procedura semplificata, è stato verificato confrontando la propensione al collasso dell'edificio mediante lo studio delle curve di fragilità al collasso prima e dopo l'inserimento del sistema di collegamento.

Costruzione di Basamenti di Cemento Armato in acqua

(P. Stellati, L. Marenzi)

The construction system herewith presented applies to the cases of reinforced concrete bases on foundation piles partially or fully submerged in water, such as bridge pier foundation bases or harbour jetties. The presented construction method, now patented by “TEAM Engineering SpA”, has been adopted for the six pier foundation bases in water of the Patani Bridge in the River Niger Delta (Nigeria). The construction of these pier foundation bases basically consists in the prefabrication and assembly in water of a reinforced concrete formwork, finally connected to the piles through clamping collars; thus in order to pour the concrete of the base. This system allows to avoid the use of steel sheet piles with a consequent significant saving of construction cost and time. / Il sistema qui presentato rientra nel campo dei metodi costruttivi per basamenti in cemento armato, su pali di fondazione, parzialmente o totalmente immerse in acqua; tali basamenti possono avere varie applicazioni civili, quali fondazioni per pile di ponti, basamenti per banchine portuali o altre. Questo metodo costruttivo è ora brevettato dalla “TEAM Engineering SpA” e qui di seguito si presenta la sua applicazione per le sei fondazioni delle pile in acqua del ponte Patani in Nigeria. In sintesi, questo sistema, consiste nel montaggio in acqua di una cassaforma prefabbricata in cemento armato, connessa ai pali tramite un sistema di collari di serraggio, al fine della costruzione del basamento in cemento armato. I pali in acqua possono essere infissi o trivellati, con camicia di acciaio. Questo sistema permette la costruzione di questi basamenti senza l'utilizzo di costose palancole, consentendo altresì sensibili risparmi economico-temporali.

Modellazione numerica di travi in c.a rinforzate con sistemi FRCM

(P. Bernardi, R. Cerioni, D. Ferretti, F. Leurini, E. Michelini)

FRCM (Fibre Reinforced Cementitious Matrix) system consists in two or more layers of cementitious mortar, in which a dry grid of fibres is disposed. This strengthening technique overcomes some of the limits of traditional systems, like FRP. Indeed, the presence of the mortar assures a better compatibility with the surface of the structural element, which could be either concrete or masonry. Moreover, FRCM can resist at higher temperatures and it can lead to a more ductile failure of the reinforced element. In this work, the attention is focused on the analysis of reinforced concrete (RC) beams retrofitted by FRCM. To this aim, both the behaviour of RC beams and of FRCM composite material is modelled through proper non-linear models implemented into a Finite Element (FE) code. The proposed approach is subsequently validated through significant experimental data relative to strengthened RC beams, available in technical literature. / Il sistema FRCM (Fibre Reinforced Cementitious Matrix) consiste in due o più strati di malta cementizia all'interno dei quali viene disposta una rete di fibre. Questa tecnica di rinforzo supera alcuni dei limiti presenti nei sistemi tradizionali, come ad esempio quelli che utilizzano FRP. Infatti, la presenza della malta garantisce una migliore compatibilità con la superficie dell'elemento strutturale, che potrebbe essere sia in muratura che in calcestruzzo. Inoltre, i compositi FRCM presentano una maggiore resistenza al fuoco e possono portare l'elemento rinforzato verso modalità di rottura più duttili. In questo lavoro, l'attenzione viene posta sull'analisi travi in calcestruzzo armato (c.a.) rinforzate con FRCM. A tal fine, sia le travi in c.a. che l'elemento di rinforzo sono modellati attraverso opportuni legami costitutivi non-lineari, implementati all'interno di un codice ad elementi finiti. La bontà dell'approccio presentato viene quindi verificata attraverso il confronto con significativi dati sperimentali, relativi a prove condotte su travi in c.a. rinforzate, presenti nella letteratura tecnica.

Applicazione di armature in fibra di vetro per conci prefabbricati da tunnel

(A. Meda, Z. Rinaldi, S. Spagnuolo)

The possibility of replacing the traditional steel reinforcement with Glass Fiber Reinforced Polymer (GFRP) rebars in precast concrete tunnel segmental lining is investigated herein. The use of GFRP rebars as structural reinforcement in precast tunnel segments, shows several advantages in terms of structural durability or in cases of temporary lining that will have to be demolished later. Furthermore, this reinforcement type can be a suitable solution to create dielectric joints, ensuring the interruption of possible stray currents which often lead to corrosion problems. In the present work, the experimental test results on full-scale precast segments are shown. In particular, the structural performance of two reinforced concrete solutions will be analysed and compared. / La possibilità di sostituire la tradizionale armatura in acciaio con barre in fibra di vetro nel rivestimento prefabbricato di tunnel realizzati con scavo meccanizzato è analizzata nel presente lavoro. L'uso di barre in fibra di vetro come rinforzo strutturale di conci prefabbricati per Tunnel, presenta diversi vantaggi in termini di durabilità strutturale o nei casi di rivestimento provvisorio, che in un secondo momento dovrà essere demolito. Inoltre, tale tipologia di rinforzo può essere una valida soluzione per creare giunti dielettrici, garantendo l'interruzione di possibili correnti vaganti e l'insorgere di problemi di corrosione che da esse si generano. Nel presente lavoro sono illustrati i risultati sperimentali di prove eseguite su conci prefabbricati in scala reale. In particolare saranno analizzate e poste a confronto le prestazioni strutturali delle due soluzioni di elementi in calcestruzzo armato rinforzati con acciaio tradizionale (CA-A) e con rinforzo in vetroresina (CA-VTR).

Strategie di modellazione ad elementi piani per la resistenza a punzonamento di piastre continue

(B. Belletti, R. Cantone, A. Muttoni)

The punching shear resistance formulation provided by Model Code 2010 is calibrated on the basis of experimental tests on isolated slabs supported on columns. According to Level of Approximation approach, several quantities are required for the design punching shear resistance assessment, like the resisting moment and the radius of the line of moment contraflexure. In this paper specific formulations are provided to adjust these quantities in order to take into account for moment redistribution and compressive membrane action effects. The punching shear resistance, mostly investigated for axisymmetric cases, in terms of loading and boundary conditions, will be analysed referring to actual rectangular RC continuous floors with orthogonal reinforcement layouts, largely adopted in practice. The results of nonlinear finite element analyses, carried out using PARC_CL crack model, are post-processed according to the Critical Shear Crack Theory to predict the punching shear strength of the continuous slab. / La formulazione per la resistenza a punzonamento prevista dal Model Code 2010 è stata calibrata sulla base di test sperimentali svolti su elementi di piastra isolati appoggiati su colonne. Secondo l'approccio a Livelli di Approssimazione, diverse quantità sono richieste per la stima della resistenza a punzonamento di dimensionamento, tra cui il momento resistente e la definizione del punto di momento nullo. In questo articolo, specifiche formulazioni sono proposte al fine di tener conto della redistribuzione del momento e degli effetti membranali. La resistenza a punzonamento, generalmente analizzata per casi assialsimmetrici (a livello di applicazione del carico e condizioni al contorno), sarà indagata in riferimento a reali solette continue in calcestruzzo armato con armatura ortogonale, largamente utilizzate nella pratica progettuale.

Metodo delle Yield Lines per l'analisi delle piastre in FRC su suolo elastico

(S. Coccia, F. Di Carlo, A. Meda)

One of the main applications of fiber reinforced concrete consists in its use in slabs realization, being the fibers particularly suitable for limiting the shrinkage effects and to increase their bearing capacity and fatigue resistance. Unlike other structural elements, fibers can entirely replace the traditional reinforcement of slabs. The evaluation of the ultimate bearing capacity can be performed by applying the Yield Lines Method, being known the collapse mechanism shown by the crack pattern. For the case of slabs on ground, the reactions of the foundation depend instead on the displacement field. This method, proposed by Bauman and Weisgerber for slabs on elastic foundations, is extended in this paper to the case of fiber reinforced concrete slabs. The method reliability is eventually confirmed by the comparison of the analytical results with those obtained using a nonlinear finite element modelling. / Una delle principali applicazioni del calcestruzzo fibrorinforzato consiste nel suo impiego nella realizzazione di pavimentazioni, essendo le fibre particolarmente idonee sia per limitare gli effetti del ritiro che per incrementarne capacità portante e resistenza a fatica. A differenza di altri elementi strutturali, nelle pavimentazioni le fibre possono sostituire totalmente il rinforzo tradizionale. La valutazione della capacità portante ultima delle piastre può essere effettuata applicando il metodo delle Yield Lines, noto il meccanismo di collasso, indicato dal quadro fessurativo. Diverso è invece il caso delle pavimentazioni su suolo elastico, in cui le reazioni esercitate dal suolo dipendono dal campo di spostamenti. Tale metodo, proposto da Bauman e Weisgerber per le piastre su suolo elastico, viene esteso, nel presente lavoro, al caso di pavimentazioni in calcestruzzo fibrorinforzato. L'attendibilità del metodo è infine confermata dal confronto tra i risultati analitici ottenuti con quelli ricavati tramite una modellazione non lineare agli elementi finiti.

Identificazione inversa della legge aderenza-scorrimento per fibre di Sisal in matrici cementizie ad alte prestazioni

(S.R. Ferreira, M. Pepe, E. Martinelli, F.A. Silva, R.D. Toledo Filho)

The use of Natural Fibers (NFs) in Fiber-Reinforced Cementitious Composites (FRCCs) is an innovative technical solution, which has been recently employed also in High-Performance FRCCs. However, NFs are generally characterized by complex microstructure and significant heterogeneity, which influence their interaction with cementitious matrices, whose identification requires further advances in the current state of knowledge. This paper presents the results of pull-out tests carried out on sisal fibers embedded in a cementitious mortar. These results are considered for identifying the bond-slip law that describes the interaction between the sisal fibers and the cementitious matrix. A theoretical model, capable of simulating the various stages of a pull-out test, is employed as part of an inverse identification procedure of the bond-slip law. The accuracy of the resulting simulations demonstrates the soundness of the proposed theoretical model for sisal fibers embedded in a cementitious matrix. / L'uso di Fibre Naturali per la realizzazione di compositi a matrice cementizia rappresenta una soluzione tecnica innovativa, recentemente impiegata anche nel caso di compositi ad alte prestazioni. È necessario chiarire, comunque, che dette fibre sono spesso caratterizzate da microstruttura complessa e notevole eterogeneità, aspetti che influenzano la loro interazione con la matrice cementizia e richiedono significativi avanzamenti della conoscenza per interpretarne il comportamento meccanico. Questa memoria presenta i risultati di prove di estrazione (pull-out tests) eseguite su fibre di sisal inserite all'interno di una matrice cementizia. Tali risultati vengono considerati al fine di identificare la legge aderenza-scorrimento che descrive la suddetta interazione tra fibra e matrice. Un modello teorico, capace di simulare le diverse fasi successive che si osservano nelle prove di estrazione, viene impiegato nell'ambito di una procedura di identificazione inversa della suddetta legge. L'accuratezza delle simulazioni condotte tramite la legge identificata su tutte le prove considerate in questo studio conferma la consistenza meccanica del modello utilizzato.

Prove cicliche di trazione su ancoranti chimici inghisati in una fondazione in c.a.

(F. Minghini, W. Salvatore, N. Tullini)

The paper reports the main results obtained from 11 unconfined tension tests on bonded anchors in a RC foundation. All anchors were comprised of 20 mm-diameter threaded rods inserted into holes injected with epoxy resin. First, 8 tests on single anchors were carried out. The anchoring depth was of 500 mm for 4 of the tests and of 550 mm for the remaining 4. In all tests, yielding of the threaded rod was reached and in 6 cases the rod rupture was attained. Then, 3 tests on the connection of a ribbed steel plate to a RC footing were carried out. The connection makes use of 10 bonded anchors analogous to those previously described. In this case, concrete cracking associated with yielding of the reinforcing bars was attained. The maximum tensile load reached in the tests was more than 3.5 times greater than the design tensile resistance of the connection. / La memoria riporta i principali risultati di 11 prove di trazione non confinate su ancoranti chimici inghisati in una fondazione in c.a. Gli ancoranti analizzati consistono in barre filettate M20 inserite in fori preventivamente iniettati con resina epossidica. In una prima fase sono state effettuate 8 prove su ancoranti singoli, di cui 4 aventi profondità di infissione di 500 mm e 4 di 550 mm. In tutte le prove si è pervenuti allo snervamento della barra ed in 6 casi su 8 è sopraggiunta la rottura dell'acciaio. In una seconda fase sono state effettuate 3 prove sul collegamento di una piastra d'acciaio ad un plinto in c.a., ottenuto mediante 10 ancoranti analoghi ai precedenti. In questo caso si è manifestata la fessurazione del calcestruzzo della fondazione associata allo snervamento delle barre di armatura. Il carico di trazione raggiunto è pari ad oltre 3.5 volte la resistenza di progetto del collegamento.

Applicazione e vantaggi di un elemento a taglio termico per balconi

(T. Heidolf, E. Nusiner, S. Terletti, D. Carminati)

With improved insulation standards over the last 30 years, and with energy efficiency becoming an ever more important design consideration, is necessary to provide a solution to the architectural and engineering problem of creating a thermal break while still providing a structural connection. Thermal bridges occurs when a more conductive (or poorly insulating) material allows an easy pathway for heat flow across a thermal barrier. The most common form is probably within the balcony slab which is usually uninsulated. With an “ad hoc” system is possible to eliminate this kind of problem. Effective thermal insulation using special systems reduces the risk of high levels of condensation, mould formation and the associated damage caused along the ceiling slabs inside of balconies. Thermal outflow and energy loss through the balcony slab is minimized. This paper analyse a specific solution that can guarantee a load capacity connection for balcony slab and at the same time a thermal efficiency. Moreover will be described the design model and the thermal performance analysis in winter and summer situation. / Con l’incremento della richiesta di isolamento degli edifici negli ultimi 30 anni, con la sempre maggiore importanza data al miglioramento dell’efficienza energetica, è necessario fornire una soluzione a problemi ingegneristici ed architettonici creando un disgiuntore termico che garantisca al contempo una connessione strutturale tra gli elementi. I ponti termici insorgono quando un materiale più conduttivo (oppure poco isolato) consente una facile uscita del flusso di calore attraverso una barriera termica. La forma più comune è probabilmente quella in corrispondenza del collegamento tra la soletta interna ed il balcone il quale è generalmente non isolato termicamente. Con una soluzione studiata “ad hoc” è possibile eliminare questo tipo di problema. L’effettivo isolamento termico usando speciali sistemi riduce il rischio di condensazioni, formazione di muffe e le relativi danneggiamenti associati lungo il soffitto all’interno del locale. Il passaggio dell’energia lungo la soletta è minimizzata. Questo documento analizza una soluzione specifica a questi problemi che garantisce una connessione statica per le solette dei balconi garantendo al contempo una prestazione termica. Verrà esaminato inoltre il modello di calcolo di tali elementi ed un’analisi termica della prestazione del prodotto in estate ed in inverno.

Modellazione di travi in calcestruzzo armato rinforzate a taglio con FRCM

(L. Ombres, S. Verre)

The mechanical behaviour of reinforced concrete beams strengthened in shear by externally bonded fiber reinforced cement based composite, FRCM, is analyzed in the paper. The analysis allows evaluate, by comparison with experimental results obtained by tests on reinforced concrete beams strengthened in shear with an FRCM system made by PBO (short of Polypara-phenylene-benzo-bisthiazole) fabric meshes embedded into a cementitious mortar, the effectiveness of prediction models, currently used for reinforced concrete beams strengthened in shear with fiber reinforced composite materials (ACI 549 code and a proposed analytical model). A numerical model that accounts for real mechanical properties of strengthening systems, such as constitutive and local bond-slip laws, is, then, proposed and verified through comparison with some experimental results./ SOMMARIO: Nel presente lavoro vengono presentati i risultati di un'analisi teorico-sperimentale sul comportamento di travi in calcestruzzo armato rinforzate a taglio con sistemi di rinforzo in materiale composito fibrorinforzato a matrice cementizia, FRCM. L'analisi è basata sulla valutazione, attraverso il confronto con risultati sperimentali ottenuti su travi in calcestruzzo armato rinforzate a taglio con un sistema FRCM costituito da reti di fibre in PBO (acronimo di Poliparafenilenbenzobisoxazolo) immerse in matrice cementizia, dell'efficacia di un modello analitico di previsione della resistenza a taglio delle travi rinforzate. Viene, infine, messa a punto una modellazione numerica basata sulle reali caratteristiche meccaniche del sistema di rinforzo (legame costitutivo, legame locale aderenza-scorrimento) la cui validità viene verificata attraverso il confronto con alcuni risultati sperimentali.

Soluzioni sostenibili per il settore delle costruzioni: integrazione di materie prime seconde nel ciclo di produzione del calcestruzzo

(A. Attanasio, A. Largo, R. Vinai, M. Soutsos, M. Preda, F. Sonzogni, O. Kaya)

The construction industry is one of the largest consumers of raw materials and energy and one of the highest contributor to greenhouses gases emissions. In order to become more sustainable it needs to reduce the use of both raw materials and energy, thus limiting its environmental impact. Developing novel technologies to integrate secondary raw materials (i.e. lightweight recycled aggregates and alkali activated “cementless” binders - geopolymers) in the production cycle of concrete is an all-inclusive solution to improve both sustainability and cost-efficiency of construction industry. SUS-CON “SUStainable, Innovative and Energy-Efficiency CONcrete, based on the integration of all-waste materials” is an European project (duration 2012-2015), which aim was the integration of secondary raw materials in the production cycle of concrete, thus resulting in innovative, sustainable and cost-effective building solutions. This paper presents the main outcomes related to the successful scaling-up of SUS-CON concrete solutions in traditional production plants. Two European industrial concrete producers have been involved, to design and produce both pre-cast components (blocks and panels) and ready-mixed concrete. Recycled polyurethane foams and mixed plastics were used as aggregates, PFA (Pulverized Fuel Ash, a by-product of coal fuelled power plants) and GGBS (Ground Granulated Blast furnace Slag, a by-product of iron and steel industries) as binders. Eventually, the installation of SUS-CON concrete solutions on real buildings has been demonstrated, with the construction of three mock-ups located in Europe (Spain, Turkey and Romania) / L’industria delle costruzioni è tra i maggiori consumatori di materie prime ed energia e la maggiore responsabile dell’emissione di gas ad effetto serra. Per diventare più sostenibile essa necessita della riduzione sia nell’uso di materie prime che di energia, così limitando il suo impatto ambientale. Lo sviluppo di nuove tecnologie integranti materie prime seconde (i.e. aggregati leggeri da riciclo e leganti “senza cemento” attivati per via alcalina – geopolimeri) nel ciclo di produzione del calcestruzzo è una soluzione unica per migliorare sostenibilità ed efficienza dei costi nell’industria delle costruzioni. SUS-CON “SUStainable, Innovative and Energy-Efficiency CONcrete, based on the integration of all-waste materials” è un progetto Europeo (durata 2012-2015), il cui scopo è quello di integrare materie prime seconde nel ciclo di produzione del calcestruzzo, così sviluppando soluzioni per costruire innovative, sostenibili e a basso costo. In questo articolo sono riportati i principali risultati relativi allo scaling-up delle soluzioni in calcestruzzo SUS-CON in impianti di produzione tradizionali. Due produttori Europei di calcestruzzo si sono occupati di progettare e produrre sia elementi prefabbricati (blocchi e pannelli) che calcestruzzo premiscelato. Come aggregati sono stati utilizzati schiume rigide di poliuretano e plastiche miste, come leganti si sono utilizzati PFA (cenere volante, sottoprodotto di centrali elettriche alimentate a carbone) e GGBS (loppa d’altoforno, sottoprodotto di impianti siderurgici). Infine, le soluzioni in calcestruzzo SUS-CON sono state installate su edifici pilota situati in tre siti Europei (Spagna, Turchia e Romania).

Filler da scorie di inceneritori di RSU per la produzione di calcestruzzi strutturali ad alta durabilità

(A. Quadrio Curzio, C. Failla, M. Preda, F. Sonzogni)

This paper reports some interesting results on the use of lightweight filler, reached by innovative and complex reusing process of dross residual originated by MSW incinerator bottom ash, for the production of structural concrete with high durability performance in prefabrication. This product, obtained by wet grinding of the raw material, may be utilized, thanks to its pozzolanic action, either in partial substitution or in addition to Portland cement, for the production of concretes following an eco-friendly development. The filler, due to its amorphous or vitreous characteristics and to the extremely thinness (the particles average size is included between 6 and 7 microns), is strongly reactive with the concrete, by which it produces a pozzolanic “secondary reaction”, wholly similar to other pozzolans such as silica fume and fly ash. The material is currently classified as lightweight filler (density of about 520 kg/m³) for concrete, by Attestation System 2+ and then submitted to specific and continuous conformity check of all the chemical-physical properties, according to the standards required by the referring rules (UNI EN 13055-1:2002). Magnetti Building uses this filler in the production of structural concretes, both vibrated and self-compacting, as a substitute of about 10% Portland cement CEM I 52.5 R, comparing their behavior to traditional concrete ones with the same rated values. Once the initial experimental qualifying phase of the new concrete, with characterization of properties during fresh and hardened condition, is switched in a continuous use for the production of prefabricated elements, observing, along the course of several months, the performances constancy and repeatability demonstrated in the qualification phase. The obtained results demonstrate that concretes manufactured with the lightweight filler are comparable to traditional concretes, demonstrate best behaviors to waterproofing, durability and mechanical strength also. / La presente memoria riporta alcuni interessanti risultati sull'impiego di un filler leggero, ottenuto attraverso un innovativo e complessivo processo di recupero delle scorie che residuano dai processi di incenerimento dei rifiuti solidi urbani (RSU), per la produzione di calcestruzzi strutturali ad alta durabilità in prefabbricazione. Questo materiale, ottenuto per macinazione a umido della materia prima, può essere impiegato, grazie alla sua attività pozzolanica, sia in parziale sostituzione che in aggiunta al cemento Portland, per la produzione di calcestruzzi in linea con uno sviluppo sostenibile. Il filler, grazie alla sua natura amorfa o vetrosa ed all'elevatissima finezza (la dimensione media delle particelle è compresa tra 6 e 7 micron), sviluppa una “reazione secondaria” di tipo pozzolanico, del tutto simile a quella di altre pozzolane come fumi di silice e ceneri da carbone. Il materiale è attualmente classificato come filler leggero (massa volumica pari a circa 520 kg/m³) per calcestruzzo, con sistema di attestazione 2+ e quindi soggetto ad una specifica e continua verifica di conformità di tutte le proprietà chimico-fisiche, nel rispetto dei parametri previsti dalla normativa di riferimento (UNI EN 13055-1:2002). Questo filler è impiegato all'interno dello stabilimento Magnetti Building per la produzione di calcestruzzi strutturali, sia vibrati che autocompattanti, in sostituzione del 10% circa di cemento Portland CEM I 52.5 R; il loro comportamento è

stato confrontato con quello di calcestruzzi tradizionali aventi gli stessi valori di targa. Dopo una prima fase sperimentale di qualifica del nuovo calcestruzzo, con determinazione delle proprietà allo stato fresco ed indurito, si è passati ad un utilizzo continuativo per la produzione di elementi prefabbricati, monitorando, nel corso dei vari mesi, la costanza e ripetibilità delle prestazioni fornite in fase di qualifica. I risultati ottenuti hanno mostrato che i calcestruzzi confezionati con questo filler leggero si possono comparare ai calcestruzzi tradizionali, mostrando anche comportamenti migliori in termini di impermeabilità, durabilità e resistenza meccanica.

Un'applicazione degli impalcati costruiti con il metodo dei conci prefabbricati in c.a.p. appesi

(G. Nati, M. Tanzillo)

The pre-cast segmental Scardina and Salvia viaducts under construction for the Siracusa-Gela motorway in Sicily are hereby presented. The aim of the design was not only to provide the best answer to the tender requests but also to optimize the deck quantities in conjunction with launching equipment costs and, in the meantime, improving the requested degrees of performance. After a brief introduction of the framework in which the activity is developed, the paper analyses: the precast segmental deck technology, in particular, the short-line match-cast method and its application to the Scardina and Salvia viaducts; the span-by-span launching technology employed; the vacuum grout injection technique for the bonded post-tensioning tendons and the tuning of a construction detail in order to minimize the risk of coupling duct sealing failure. / Questa memoria descrive un'applicazione della tecnica di costruzione di impalcati da ponte con conci prefabbricati coniugati in c.a.p., varati con la tecnica denominata "span by span" per i viadotti in costruzione Scardina e Salvia dell'autostrada Siracusa-Gela in Sicilia. Lo scopo del progetto è rispondere al meglio alle richieste di gara attraverso anche un'ottimizzazione delle quantità dei materiali costituenti l'impalcato e dei costi delle attrezzature di varo. La memoria mette anche in luce il dettaglio costruttivo adottato al fine di realizzare una perfetta tenuta tra le guaine nella sezione di accoppiamento delle facce coniugate dei conci, per garantire il sotto vuoto per le iniezioni dei cavi di precompressione.

Prove Cicliche e Pseudodinamiche su di un Prototipo al Vero di Struttura Prefabbricata con Pannelli di tamponamento

(B. Dal Lago, M. Lamperti, P. Negro, G. Toniolo)

A long series of cyclic and pseudodynamic tests has been performed on a full scale prototype of precast structure at the European Laboratory of Structural Assessment-ELSA of the Joint Research Centre – JRC of Ispra within the scope of the European Research Project for SME Associations “SAFECLADDING” (Grant Agreement n. 314122 of 2012), with the aim of investigating and setting up the design of innovative connection devices of cladding panels. The recent earthquakes showed the inadequacy of the present design criteria of these connections. Three possible solutions of the problem have been proposed, consisting of isostatic, integrated or dissipative systems. For each solution the effectiveness of the connection devices under earthquake conditions has been tested, both for vertical and horizontal panels, at different levels of seismic intensity and with different arrangement of the fastening system. The paper presents, in addition to the experimental results, all the technological difficulties that had to be overcome to reach a satisfactory behaviour of the different connection systems, showing how the experimental assessment also on full scale prototypes is necessary to find out the solution of unexplored problems. / Una lunga serie di prove cicliche e pseudodinamiche è stata svolta su di un prototipo al vero di struttura prefabbricata presso il Laboratorio europeo di prove strutturali – ELSA del Joint Research Centre – JRC di Ispra nell’ambito del progetto europeo di ricerca “SAFECLADDING” (Grant Agreement n. 314122 of 2012), al fine di studiare e mettere a punto il progetto di dispositivi innovativi di connessione dei pannelli di tamponamento. I recenti terremoti hanno evidenziato l’inadeguatezza degli attuali criteri di progettazione di dette connessioni. Tre possibili soluzioni del problema sono state proposte, basate su sistemi isostatici, integrati o dissipativi. Per ogni soluzione si è sperimentata l’efficacia dei dispositivi di connessione con azioni sismiche, sia per pannelli verticali che orizzontali, ai diversi livelli di intensità sismica e con diversi assetti dei sistemi di attacco. La presente memoria, oltre a fornire i risultati della sperimentazione, descrive tutte le difficoltà tecnologiche che si sono dovute superare per raggiungere un comportamento soddisfacente dei diversi sistemi di connessione, mostrando come la verifica sperimentale anche su prototipi al vero sia necessaria per trovare la soluzione di problemi inesplorati.

Linee Guida per il Progetto delle strutture prefabbricate con pannelli di tamponamento in zona sismica

(A. Colombo, G. Toniolo)

The paper presents a summary of the results of the experimental and analytical research on Improved fastening systems of cladding wall panels of precast buildings in seismic zones, performed within the scope of the European Project Safecladding (EU Programme FP7-SME-2012-2 – Grant Agreement n. 314122), as codified in the pertinent documents issued by the research Consortium in terms of Design Guidelines for practical applications. Further than the investigation on the current fastening systems and the related acceptability analysis for existing structures, the paper deals with the specific design criteria for the isostatic, integrated and dissipative fastening systems that should be the basis for the new precast constructions in seismic zones. / Il lavoro presenta un sunto dei risultati della ricerca sperimentale ed analitica sui Sistemi perfezionati di attacco dei pannelli di parete degli edifici prefabbricati in zona sismica, ricerca svolta nell'ambito del progetto europeo Safecladding (EU Programme FP7-SME-2012-2 – Grant Agreement n. 314122), così come codificati negli specifici documenti editi dal Consorzio di ricerca come Linee Guida per le applicazioni pratiche. Oltre all'indagine sui correnti sistemi di attacco e sulla relativa analisi di accettabilità per le strutture esistenti, il lavoro tratta degli specifici criteri di progettazione per i sistemi di attacco isostatici, integrati e dissipativi che dovrebbero essere la base per le nuove costruzioni prefabbricate in zona sismica.

Prestazioni tecniche ed ambientali di calcestruzzi a base di cemento solfoalluminoso in confronto al sistema classico a base di cemento portland.

(M. Bianchi, R. Bogliolo, L. Buzzi, M. Paris, F. Canonico)

In 2003 Buzzi Unicem started the evaluation of the environmental performance of its own products, which led to the publication of the EPD for all its cements produced in Italy. Its performance have been evaluated through an approach that not only considers the impacts during the production stage, but also during the entire life cycle. The sulphoaluminate cements (CSA) are innovative hydraulic binders obtained by grinding a clinker burnt at a temperature of 1300°C, based on raw materials such limestone, bauxite and gypsum. The particular composition of this raw meal enables a significant reduction of CO₂/ ton, moreover the obtained clinker has specific performance such as very low shrinkage and high initial strength. On 06/28/2013, Buzzi Unicem obtained the CE marking on CSA binders paving the way towards their use even in structural applications. A comparison of technical and environmental impacts among a concrete produced with an Ordinary Portland Cement and CSA cements is shown in the following article. / Buzzi Unicem ha iniziato nel 2003 un processo di valutazione delle prestazioni ambientali dei propri prodotti che ha portato alla pubblicazione delle EPD di tutti i cementi prodotti in Italia. Tali prestazioni sono valutate attraverso un approccio che non solo considera gli impatti nella fase produttiva, ma durante l'intero ciclo di vita. I cementi solfoalluminosi (CSA) sono leganti idraulici innovativi ottenuti dalla macinazione di un clinker cotto ad una temperatura di 1300°C, a partire da materie prime come calcare, bauxite e gesso. La particolare composizione di questa farina permette un risparmio considerevole di CO₂/ton, inoltre il clinker che si ottiene mostra prestazioni particolari quali bassissimi ritiri igrometrici ed elevate resistenze meccaniche iniziali. In data 28/06/2013, Buzzi Unicem ha ottenuto la marcatura CE sui leganti CSA aprendo la strada al loro uso anche in ambito strutturale. Si propone di seguito un confronto tra gli impatti tecnici ed ambientali di un calcestruzzo prodotto con un classico Cemento Portland ed i cementi CSA.

Permeabilità del calcestruzzo: Ruolo di cenere volante e idrofobizzanti

(A. Pasqualini, M. Bressan, F. M. Liberatore)

With reference to UNI EN 206-1 and UNI 11104, concrete mixtures were made up with and without fly ash for exposure classes XC4, XD3, XA3 and XF1. These were characterised by their resistance to compression, their permeability to water under pressure, their capillary absorption and the RCPT measurement in order to indirectly receive indications on the influence gained by using fly ash on, respectively, capillary porosity, absorption and the mechanisms for permeation and diffusion through the cement matrices under examination. The purpose of the work was to highlight how the use of fly ash would allow, even if used to partially replace cement, the porosity and permeability of concretes usually deployed in daily constructive techniques to be significantly reduced. Furthermore, apart from a few forms of deterioration, the contribution provided by silane-based, hydrophobic-rendering products to improve structural durability was highlighted / Con riferimento alle UNI EN 206-1 e UNI 11104, sono state confezionate miscele di calcestruzzo con e senza cenere volante per le classi di esposizione XC4, XD3, XA3 e XF1. Esse sono state caratterizzate attraverso la resistenza a compressione, la permeabilità dell'acqua in pressione, l'assorbimento capillare e la misura RCPT in maniera da avere indirettamente indicazioni sull'influenza dell'impiego della cenere volante su, rispettivamente, porosità capillare, assorbimento e meccanismi di permeazione e diffusione attraverso le matrici cementizie in esame. Scopo del lavoro è stato quello di evidenziare come l'utilizzo di cenere volante consenta, anche utilizzata in parziale sostituzione del cemento, di ridurre in maniera significativa la porosità e permeabilità di calcestruzzi usualmente impiegati nella tecnica costruttiva quotidiana. Inoltre, limitatamente ad alcune forme di degrado, è stato evidenziato il contributo offerto da prodotti idrofobizzanti a base silanica al miglioramento della durabilità strutturale.

Effetto fillerizzante della cenere volante: Teoria del Particle Packing

(A. Pasqualini, M. Bressan, F. M. Liberatore)

High-performance, highly sustainable concretes made by optimising the Portland cement content by adding a mineral such as fly ash. The benefits afforded by this material are not only based on its marked pozzolanicity index but also on its excellent filler-providing capacity. In fact, the fly ash micro-particles contribute in reducing the inter-particle spaces found in the concrete matrix. This phenomenon, at the base of the well-known particle packing theory, contributes towards reducing the quantity of cement paste needed to confer a particular degree of workability to the concrete. By partially replacing cement and/or sand with fly ash significantly reduces the overall need of water in concrete, with a resulting improvement in its mechanical and durable properties. In this work, after a brief reference to the essential concepts of Particle Packing, Water Film Thickness and Specific Surface, results will be presented of two experimentations that were conducted on cement mortar with the aim of correlating the increased density of the particles in the cement matrices and the reduced amount of water required through the fly ash content used. / Calcestruzzi ad alte prestazioni con elevato contenuto di sostenibilità possono essere realizzati ottimizzando il contenuto di cemento Portland con una aggiunta minerale quale la cenere volante. I benefici apportati da questo materiale sono dovuti non solo alla sua spiccata pozzolanicità, ma anche alla sua elevata capacità fillerizzante. Le micro-particelle di cenere volante contribuiscono, infatti, alla riduzione dei vuoti interparticellari presenti nella matrice cementizia. Questo fenomeno, alla base della nota particle packing theory, contribuisce a ridurre il quantitativo di pasta cementizia necessaria a conferire una determinata lavorabilità al calcestruzzo. L'impiego della cenere volante, in parziale sostituzione del cemento e/o della sabbia, riduce significativamente la richiesta di acqua complessiva del calcestruzzo, con conseguente miglioramento delle sue proprietà meccaniche e di durabilità. Nel presente lavoro, dopo un breve richiamo ai concetti essenziali di Particle Packing, Water Film Thickness e Superficie Specifica, vengono presentati i risultati di due sperimentazioni condotte su malte di cemento con lo scopo di correlare l'aumento della densità particellare nelle matrici cementizie e la riduzione della richiesta di acqua con il contenuto di cenere volante impiegato.

Progettazione innovativa di elementi in c.a. mediante stampa 3D

(C. Menna, D. Asprone, F. Auricchio, V. Mercuri)

Additive manufacturing and 3D printing are having an impact on industrial production in many fields, enabling a new way to fabricate objects and components. In the construction sector, it is expected that such an approach will reduce costs and the time for production of products while bringing new freedom in terms of the design of forms and shapes of elements. This study deals with a novel approach to the fabrication of reinforced concrete (RC) members based on 3D printing technology of concrete. The approach is based on the partition of a RC member into concrete segments to be printed separately and then assembled into a unique monolithic element along with the rebar reinforcement system. Some examples of the application of this design approach are also presented. / La stampa 3D sta avendo un impatto notevole sulla produzione in molti settori industriali, in quanto rappresenta una nuova tecnologia per fabbricare oggetti e componenti. Nel settore delle costruzioni, si prevede che tale tecnologia consentirà di ridurre i costi e i tempi per la produzione di prodotti, portando inoltre nuova libertà in termini di progettazione di forme degli elementi strutturali. Questo studio introduce un nuovo approccio per la fabbricazione di elementi in calcestruzzo armato (c.a.) basato sulla tecnologia di stampa 3D di calcestruzzo. L'approccio è basato sulla partizione di un elemento strutturale in conci di calcestruzzo da stampare separatamente per poi essere assemblati in un unico elemento monolitico insieme con il sistema di rinforzo, ossia l'armatura in acciaio. Alcuni esempi di applicazione di quest'approccio progettuale sono presentati nel testo.

Studio del comportamento meccanico di elementi strutturali in calcestruzzo armato al variare del rapporto tra cemento Portland e Solfoalluminoso adottato

(D. Colonna, M. Leone, M.A. Aiello, S. Tortelli, M. Molfetta, S. Vendetta)

Calcium sulphoaluminate (CSA) cements became progressively more used in recent years, considering both the mechanical performance and the environmental aspects linked to the CO₂ manufacturing emissions lower than ordinary Portland cement (OPC). In this study, the mechanical behavior of steel-reinforced concrete beams made using various binders, such as pure CSA or blends with OPC was investigated experimentally, in terms of flexural resistance, crack pattern (number, length and crack width). For this purpose, a mechanical characterization of the various concrete mixtures at early and later ages was performed. Moreover, an ad-hoc experimental set-up was designed in order to study the durability of structural beams for different concrete types, under specific environmental and service conditions. The results showed a satisfactory behavior of the CSA mixtures when compared with the OPC reference mixture in terms of early age resistance, mechanical performance and crack evolution during the time. / Negli ultimi anni si registra un crescente impiego dei cementi a base di calcio solfoalluminato (CSA), in considerazione sia delle prestazioni meccaniche, che degli aspetti ambientali legati alle relative minori emissioni di CO₂ derivanti dal processo di produzione dei CSA rispetto ai cementi Portland (OPC). Nelle indagini condotte, è stato investigato sperimentalmente il comportamento meccanico di travi in calcestruzzo armato realizzate al variare della tipologia di legante (CSA puro o in miscela con OPC), in termini di resistenza flessionale e quadro fessurativo (numero, lunghezza ed ampiezza delle fessure). A tal fine, è stata effettuata la caratterizzazione meccanica, a breve e lungo termine, delle varie miscele di calcestruzzo. Inoltre, è stato progettato un sistema sperimentale ad-hoc, al fine di studiare la durabilità di travi strutturali, per differenti tipologie di calcestruzzo e determinate condizioni ambientali e di esercizio. Il confronto dei risultati in termini di resistenza a breve termine, prestazioni meccaniche ed evoluzione del quadro fessurativo ha evidenziato un comportamento soddisfacente delle miscele CSA rispetto alle miscele OPC di riferimento.

Effetto delle fessure secondarie sul comportamento di un tirante in c.a.

(M. Taliano)

The cracking behaviour of an r.c. tie subjected to a monotonic loading, in the stabilized cracking stage, can be described with a model based on the bond stress-slip relationship, t-s, proposed by fib Model Code 2010 that also considers the effect of the so-called Goto cracks or secondary cracks. This leads to a reduced trend of the bond stresses around the crack. It is shown, in particular, that the average bond stress along the transmission length, on which the crack width calculation method proposed by fib Model Code 2010 is based, depends, other than on the concrete strength, also on the reinforcement ratio and the bar diameter. On this evidence the calculation method proposed by fib Model Code 2010 is improved. Finally, the theoretical results of crack spacing and crack width obtained with the improved method are compared to the experimental data available in the literature. / Il comportamento di un tirante di calcestruzzo armato soggetto ad una forza assiale di tipo monotono nella fase di servizio può essere descritto con un modello basato sulla relazione tensione-scorrimento, t-s, proposto dal fib Model Code 2010, nonché sull' effetto delle cosiddette fessure secondarie evidenziate da Goto. Ciò porta a considerare un andamento ridotto delle tensioni tangenziali di aderenza acciaio-calcestruzzo nell'intorno della fessura. In particolare, l'analisi teorica mostra che la tensione tangenziale media lungo la lunghezza di trasmissione, sulla quale viene basato il metodo di calcolo dell'apertura della fessura proposto dal fib Model Code 2010, dipende non solo dalla resistenza a compressione del calcestruzzo, ma anche dalla percentuale geometrica di armatura e dal diametro dell'armatura. Su tale evidenza viene migliorato il metodo di calcolo proposto dal fib Model Code 2010. Infine, i risultati teorici di spaziatura e apertura della fessura così ottenuti sono confrontati con dati sperimentali disponibili in letteratura.

Opere governate dall'interazione terreno-struttura: il progetto allo SLU

(G. Scarpelli, V.M.E. Fruzzetti, P. Ruggeri)

A systematic revision of Eurocodes aimed at improving and simplifying the practice of engineering design is currently underway. Meanwhile, after almost ten years of application, Italy is revising its National Building Code and a general tendency is prevailing that is to prescribe a single design approach for the analysis of geotechnical structures. In most cases, Design Approach 2 is preferred to Design Approach 1, essentially for the benefit of reducing the number of verifications and the similarities with the familiar global safety factor concept. This paper highlights the technical impoverishment implied by such trends especially when soil-structure interaction governs design. / È attualmente in corso un processo di revisione sistematica degli Eurocodici con l'obiettivo di pervenire anche ad una loro semplificazione. Contestualmente, con procedimento autonomo ma correlato, l'Italia sta provvedendo alla revisione della normativa tecnica nazionale e della circolare applicativa; la generale tendenza che si osserva nei lavori preparatori è quella di scegliere un unico approccio progettuale per la verifica delle opere di ingegneria geotecnica tendendo a privilegiare l'Approccio 2 e riducendo al minimo la possibilità d'uso dell'Approccio 1. Tale scelta sembra motivata sia dalla volontà di ridurre gli oneri computazionali - dato che l'Approccio 1 comporta l'esecuzione di due distinte verifiche - sia dalla maggiore affinità dell'Approccio 2 con il metodo più familiare del coefficiente globale di sicurezza. In questa nota si intende mettere in luce l'impoverimento tecnico che tale indirizzo comporta, specialmente nei casi in cui il dimensionamento dell'opera è governato dall'interazione terreno-struttura.

Verifica Strutturale e miglioramento sismico del viadotto Generale Franco Romano

(L. Lafranconi, G. Massone, G. Pasqualato)

The aging of the structures, together with the new seismic design guidelines, brings the Autostrada Torino Savona S.p.A. to investigate and control with more details the viaducts and bridges along the highway. One of the peculiarity of this motorway is that was built in three different stages, from 1960 to 2000, and it crosses a very rough path with different climate from mountains to sea area. In this paper is presented the seismic analysis, structure vulnerability and the design solution applied to the structural rehabilitation of the one of the most important viaduct: Generale Franco Romano, located near Fossano in Cuneo district. The first part of the paper describes in details the innovative way of construction and unusually structure solution for those year together with the studies of the seismic risk assessment applied. The critical situations detected in the dynamic analysis, in particular to the connection between pier/deck and longitudinal beams close to the expansion joints, are presented. The second part describes the strengthening design solution defined to solve the problems together the cost/benefits studies that are performed to define the best seismic retrofitting in according with economic budget and out of service of the highway during the work. /L'introduzione di nuove normative tecniche relative alla progettazione in zone soggette ad evento sismico ed il trascorrere degli anni delle strutture in calcestruzzo, ha portato la società Autostrada Torino Savona S.p.A. ad investigare e controllare con maggiori approfondimenti i viadotti e i ponti lungo la propria rete autostradale. L'autostrada Torino Savona risulta essere una delle più particolari reti stradali visti i percorsi tortuosi attraversati, passando dalle montagne al mare, e le differenti condizioni climatiche che si incontrano percorrendo tale tracciato. In questo articolo viene presentata la verifica sismica effettuata, l'analisi strutturale e la soluzione progettuale adottata per il miglioramento prestazionale di uno dei viadotti più importanti dell'autostrada: il viadotto Generale Franco Romano, situato nei comuni di Fossano e Salmour (CN). La prima parte dell'articolo descrive nel dettaglio l'innovativo metodo di costruzione attuato e l'inusuale soluzione strutturale adottata per quegli anni, l'analisi di vulnerabilità sismica effettuata e le criticità emerse dall'analisi dinamica soffermandosi in particolare sulla connessione iperstatica tra le pile e l'impalcato e le problematiche riscontrate nelle zone giunto sia in senso trasversale sia longitudinale. La seconda parte dell'articolo descrive il progetto di rinforzo redatto per ottimizzare i problemi riscontrati in fase di analisi strutturale definendo così il miglior metodo di intervento di miglioramento sismico in accordo con il budget economico e la chiusura del percorso autostradale per la durata dei lavori.

Calcestruzzi ibridi fibrorinforzati: Analisi sperimentale e regole di progetto

(L. Vistos, D. Galladini, H. Xargay, A. Caggiano, P. Folino, E. Martinelli)

This paper is intended as a practice-oriented contribution about the use of sustainable Fiber-Reinforced Concrete (FRC) in the design of structural members according to the provisions of the current codes and guidelines. More specifically, the work focusses on Hybrid Industrial/Recycled Steel Fiber-Reinforced Concrete (HIRSFRC) realised by combining tailored Industrial Steel Fibers (ISFs) with Recycled Steel Fibers (RSFs), the latter being obtained by recycling waste pneumatic tyres. First, the results of a series of experimental tests, carried out for characterising the behaviour of the aforementioned materials, are summarised. They are specifically considered for evaluating the parameters that are generally considered for describing the post-cracking response of FRC. Then, a parametric analysis on the sectional behaviour of beams made of the aforementioned HIRSFRCs is proposed: this is intended at highlighting the influence of the material behaviour on the ultimate bending moment and curvature of structural members. / Questa memoria affronta problematiche di rilievo nella pratica progettuale di elementi strutturali costituiti da calcestruzzi fibrorinforzati “ecosostenibili”, secondo le norme e le linee guida attualmente in vigore. Più precisamente, il lavoro si concentra sui cosiddetti calcestruzzi con fibre ibride industriali/riciclate (HIRSFRC, secondo la sigla inglese), i quali vengono realizzati accoppiando fibre in acciaio convenzionali con fibre riciclate da copertoni di pneumatici esausti. In primo luogo, vengono riassunti i risultati di alcune prove di caratterizzazione meccanica di materiali HIRSFRC: essi sono utilizzati, in particolare, per valutare i parametri che sono generalmente considerati nella descrizione del comportamento post-fessurativo dei calcestruzzi fibrorinforzati. In seguito, viene proposto uno studio parametrico sul comportamento sezionale di travi progettate utilizzando HIRSFRC: l'analisi è rivolta a mettere in evidenza l'influenza delle proprietà del materiale sul valore ultimo di momento e curvatura.

Una proposta di solaio alleggerito con elementi prefabbricati in composito fibrorinforzato

(M.C. Rampini, G. Zani, A. Caverzan, M. di Prisco)

In the design of civil structures, the reduction of floor masses represents one of the most fundamental optimization strategies. In the last years, thanks to the spreading of new building materials characterized by remarkable mechanical performance, new innovative solutions were developed, in particular with reference to precast structures. In this paper, a proposal for a semi-precast lightweight slab system is presented, with reference to a research project held at Politecnico di Milano with the financial support of Mangiavacchi Pedercini Spa. This technological solution is composed of high-performance fiber-reinforced concrete beams (HPFRCC) combined with textile reinforced concrete (TRC) disposable formworks and a cast-in-place steel fiber-reinforced concrete (SFRC) finishing layer. The advantages of such technology are proved by the experimental and numerical results presented in the following. / La riduzione delle masse di piano risulta uno degli aspetti fondamentali per la progettazione e l'ottimizzazione di strutture civili. Negli anni, in particolare per le strutture prefabbricate, sfruttando le prestazioni meccaniche dei materiali comunemente utilizzati in edilizia e di materiali innovativi, si sono diffuse soluzioni ottimizzate. In questa nota si presenta una proposta per la realizzazione di solai semi prefabbricati leggeri, che è stata al centro di un progetto di ricerca del Politecnico di Milano in collaborazione con Mangiavacchi Pedercini Spa. Essa prevede un solaio composto da travetti in calcestruzzo fibrorinforzato ad alte prestazioni (HPFRCC) accoppiati ad elementi di alleggerimento a guscio in calcestruzzo tessile (TRC) con spessore inferiore al centimetro e un getto di completamento superiore in calcestruzzo autocompattante fibrorinforzato (SFRC). Per mostrare i vantaggi relativi alla soluzione proposta si riportano i risultati sperimentali di prove di laboratorio sugli elementi principali e i dati ottenuti dalle analisi numeriche effettuate.

Materiali compositi a base cementizia con inerti riciclati

(L. Restuccia, G. A. Ferro)

With the development of "mega-constructions", new building materials need to have mechanical properties more performant. At the same time, environmental problems emerged during the last decades require that the manufacturing process of traditional building material needs to be more efficient and environmentally sustainable. The question behind this research is: "You can get a traditional building material with better performance and less energy consumption?" In order to answer to the question, the main theme of the present research is to obtain an enhancement of strength and toughness in traditional cement-based materials by incorporating pyrolyzed agro-food waste materials as nano/micro aggregates. / Con lo sviluppo di "mega-costruzioni" i nuovi materiali da costruzione devono avere proprietà meccaniche più performanti. Allo stesso tempo, i problemi ambientali emersi nel corso degli ultimi decenni richiedono che il processo tradizionale di fabbricazione dei materiali da costruzione debba essere più efficiente ed ambientalmente sostenibile. La domanda alla base di questa ricerca è: "Si può ottenere un materiale da costruzione tradizionale, con prestazioni migliori ed un minor consumo di energia?". Per dare una risposta a questa delicata questione, il tema principale della presente ricerca è quello di ottenere un miglioramento della resistenza e della tenacità in materiali tradizionali a base di cemento, incorporando materiali di scarto agro-alimentari pirolizzati come nano/micro inerti.

Piastra di solaio in SFRC per un edificio residenziale a Erba

(M. di Prisco, C. Gaffuri, A. Bassani, M. Colombo, P. Martinelli)

In Erba (Italy), a two-stories family house has been recently completed. The building is characterized by a Steel Fibre Reinforced Concrete (SFRC) slab used to optimize the presence of conventional steel bars. The paper describes the design philosophy based on the approach proposed in the new Model Code 2010. Some preliminary experimental tests that have driven the design choices are then described. The control of the fibre content at the fresh state and the mechanical strength of the SFRC material are discussed. The reliability of an analytical model used for the design of the SFRC slab is evaluated. The curing procedures adopted to limit the cracking phenomena are described. The advantages of a SFRC slab compared to traditional solutions and an experimental campaign on structural beams carried out after the SFRC slab casting are finally discussed. / Nel centro di Erba è stata recentemente completata una villa privata, ove è risultato conveniente gettare un solaio in calcestruzzo fibrorinforzato per ottimizzare la presenza di armatura tradizionale. Dopo una descrizione della filosofia progettuale elaborata in accordo con l'approccio suggerito nel Codice Modello 2010, si descrive la sperimentazione usata in sede preliminare per garantire le scelte operate dal progettista, quella per controllare l'uniformità delle fibre nei getti, quella per identificare le caratteristiche meccaniche del conglomerato fibro-armato in sede di accettazione, quella per misurare l'affidabilità del modello di calcolo usato nella progettazione del solaio. Infine vengono descritte le procedure di cura del getto allo scopo di scongiurare i fenomeni fessurativi indotti dal ritiro per essiccamento ed i riscontri ottenuti con riferimento alla fessurazione in sede esecutiva. Vengono discussi brevemente anche i vantaggi connessi alle scelte operate rispetto ad altre soluzioni più tradizionali ed alcuni riscontri sperimentali ottenuti a valle della sperimentazione svolta su travi strutturali.

Prefabbricazione e edilizia sociale a Torino tra 1960 e 1980

(E. Garda, M. Mangosio)

Openness to innovative building systems and orientation towards a progressive industrialization of the building process are the characteristic features of the state intervention in response to the pressing demand for new housing, generated by the economic and industrial development that affects Italy in the Sixties. In the new settlements of public housing a rising use of prefabricated building systems in reinforced concrete allows for a considerable saving of construction times and costs. Technological change inevitably leads to the transformation of the physiognomy of the construction company, but also of the organizing structure of the site. The paper aims to illustrate the technological characterization of some of the most used patents in social housing in Turin and their undeniable reflection on the formal results, the distribution features and operating procedures of a significant built heritage - with outcomes extremely varied and often controversial - which is revealed today difficult to manage from a point of view of maintenance and conservation. / L'apertura a sistemi costruttivi innovativi e l'orientamento verso una progressiva industrializzazione del processo edilizio sono i tratti caratterizzanti dell'intervento statale come risposta all'incalzante domanda di nuove abitazioni generata dallo sviluppo economico e industriale che interessa l'Italia a partire dagli anni Sessanta. Nella realizzazione dei nuovi quartieri di edilizia pubblica si osserva l'impiego sempre più diffuso di sistemi costruttivi prefabbricati in calcestruzzo armato, per contenere tempi e costi di costruzione. Il cambiamento tecnologico determina inevitabilmente la trasformazione della fisionomia dell'impresa di costruzione e della struttura del cantiere edile. Il contributo intende illustrare la caratterizzazione tecnologica di alcuni dei brevetti maggiormente impiegati nei cantieri torinesi di edilizia sociale e il loro indiscutibile riflesso sugli esiti formali, sui caratteri distributivi e sulle procedure operative di un consistente patrimonio, dagli esiti quanto mai vari e spesso controversi, che si rivela oggi di difficile gestione da un punto di vista manutentivo e conservativo.

Uno stabilimento nel cuore del chianti

(L. Checcucci , M. Boccolini, S. Caterini)

Si tratta della nuova realizzazione dello stabilimento produttivo di LAIKA CARAVANS SpA azienda leader del settore camper e facente parte del gruppo tedesco ERWIN HYMER GROUP. Sorge in località Ponterotto nel Comune di San Casciano Val di Pesa in area di fondovalle in prossimità del fiume Pesa, connotata da un alto valore paesaggistico e facilmente visibile da tutto il territorio circostante. Si è trattato della trasformazione di un'area a precedente destinazione agricola ad area industriale e pertanto il progetto ha avuto tra gli obiettivi principali il corretto inserimento nel contesto paesaggistico in cui il nuovo stabilimento si collocava. L'edificio è composto da due parti principali poste in adiacenza in modo da formare un unico corpo edilizio composto da una palazzina uffici e servizi sul fronte strada ed un reparto produttivo retrostante per una superficie coperta complessiva di circa 34.200 mq. /This is the new construction of the production plant of LAIKA CARAVANS SpA leader of the caravan sector , part of the German ERWIN HYMER GROUP group. It's situated in the area Ponterotto in the town of San Casciano Val di Pesa in the valley area near the river Pesa , characterized by a high landscape value and easily visible from the surrounding territory . It was the transformation of an area in the previous agricultural use to industrial area and therefore one of the the project main objectives was the proper insertion into the landscape where the new plant is placed . The building consists of two main parts placed adjacent to form a single body composed of a building housing offices and services on the street and a back production department for a total covered area of about 34,200 square meters.

Rinforzo di strutture in c.a. con sistemi SRP/SRG: test di delaminazione

(F. Ascione, C. Faella, M. Lamberti, A. Napoli, R. Realfonzo)

Steel reinforced polymer (SRP) and steel reinforced grout (SRG) systems have recently been introduced in civil engineering for the external strengthening of RC members. Despite the unquestionable advantages deriving from the use of these systems, in terms of both performance and costs, the scientific papers available in literature are still limited, and there are several aspects related to their behaviour that need a better examination. Among them, the SRP/SRG-concrete bond is highlighted and this paper provides a contribute in this sense by presenting some results of 142 bond tests carried out at the University of Salerno. Particularly, tests have allowed for performing the first considerations on the SRP/SRG-concrete bond in terms of failure mode, debonding loads and effective bond lengths by varying the following parameters: concrete strength; bonded length; ratio between width of the adhesive strip and width of the reinforcement; steel tape density, and quality of the surface preparation. / I compositi SRP (“Steel Reinforced Polymer”) e SRG (“Steel Reinforced Grout”) sono stati recentemente introdotti nell’ingegneria civile per il rinforzo esterno di elementi in c.a. Nonostante gli indiscussi vantaggi derivanti dall’impiego di questi rinforzi, non solo prestazionali ma anche economici, i contributi scientifici reperibili in letteratura sono tuttora limitati e ci sono diversi aspetti comportamentali che richiedono ulteriore approfondimento. Tra questi si annovera sicuramente l’aderenza SRP/SRG-calcestruzzo e questa memoria fornisce un contributo in tale direzione presentando alcuni risultati di 142 test di delaminazione eseguiti presso l’Università di Salerno. In particolare, le prove hanno consentito di effettuare le prime considerazioni sull’aderenza SRP/SRG-calcestruzzo in termini di modalità di rottura, forze massime attese e lunghezze ottimali di ancoraggio al variare dei seguenti parametri: resistenza del calcestruzzo; lunghezza di ancoraggio del rinforzo; rapporto tra larghezza della striscia adesiva e larghezza del rinforzo; densità del tessuto in acciaio; tipo di preparazione del substrato.

Taglio-punzonamento di piastre in CRcA armato: modellazione FEM

(B. De Nicolo, D. Meloni, N. Trulli, M. Valdès, G. Concu)

The commercial code Abaqus has been used for the non-linear numerical modeling of punching-shear in slabs, without shear reinforcements, made with CRcA (Concrete Recycled Aggregates) and tested in the Material Test Laboratories of DICAAR, University of Cagliari. The most meaningful non linear properties of materials, the load set and the boundary conditions have been accurately modeled. Thus some numerical issues on computational burden have been discussed, with respect to different constitutive models with tension strain softening and to mesh dependency. Sensitivity analyses on mechanical parameters and model mechanical properties have been performed, underling the key role of concrete fracture energy and elastic modulus towards the collapse modes and the ultimate load. / Si è utilizzato Abaqus per la modellazione numerica non lineare del taglio-punzonamento in piastre, non armate a taglio, confezionate con CRcA (Concrete Recycled Aggregates) e testate sperimentalmente presso il laboratorio Prove Materiali del DICAAR, Università di Cagliari. Sono state modellate in modo accurato le più significative caratteristiche non lineari dei materiali, lo schema di carico e le condizioni al contorno. Sono state quindi discusse alcune problematiche numeriche sull'onere computazionale in relazione a diversi modelli costitutivi con strain softening e alla mesh dependency. Sono state eseguite le analisi di sensitività sui parametri meccanici e sulle variabili del modello, evidenziando il ruolo decisivo dell'energia specifica di frattura del calcestruzzo e del modulo elastico per le modalità di collasso e il carico ultimo.

Confronto delle recenti norme internazionali per la stima della resistenza a punzonamento di piastre in c.a. prive di armature trasversali

(M. Lapi, M. Orlando, F. Angotti, P. Spinelli)

In the last years the knowledge of the punching failure in R/C slabs increased thanks to several scientific studies. The progress obtained in this field is considerable, nevertheless achieved results are only taken into consideration by few Codes. The most updated code is the Model Code 2010, which adopted the Critical Shear Crack Theory (CSCT) for the punching shear capacity of R/C slab-column connections. At the same time, the EC2 formulation for punching is under revision, but the new formulation will not be available before three-four years. In this paper, the authors discuss main code provisions (ACI, current EC2, two proposals for revision of EC2, MC 2010, old Italian Recommendations) for punching shear capacity of R/C flat slabs without shear reinforcement. Through a parametric analysis, the authors investigate how each code takes into account the influence of main variables, which come into play in the punching phenomenon, on the evaluation of the punching capacity. Finally, results of each code formulation are compared with different literature experimental data. / Negli ultimi anni la conoscenza del fenomeno del punzonamento è aumentata grazie a numerosi contributi scientifici. Il progresso ottenuto in questo campo è considerevole, ma i risultati raggiunti sono stati recepiti da pochi codici normativi. Il documento più aggiornato è il Model Code 2010, che ha adottato la Teoria della Fessura Critica da Taglio (“Critical Shear Crack Theory” - CSCT) per la determinazione della resistenza a punzonamento delle connessioni piastra-pilastro in calcestruzzo armato. Allo stesso tempo la sezione dell’EC2 sul punzonamento è in corso di revisione, ma la nuova versione non sarà disponibile prima di tre-quattro anni. In questo articolo, gli autori analizzano le principali formulazioni fornite dalle norme vigenti (ACI, attuale formulazione EC2, proposte di revisione EC2, MC 2010, vecchie norme italiane) circa la resistenza a punzonamento di piastre in c.a. prive di armature trasversali. Attraverso uno studio parametrico, gli autori analizzano in che modo ciascuna normativa tenga conto dell’influenza delle principali variabili, che entrano in gioco nel fenomeno del punzonamento, nella valutazione della resistenza a punzonamento. Infine, i risultati teorici forniti da ciascuna normativa sono confrontati con quelli di varie campagne sperimentali di letteratura.

Un complesso alberghiero e centro congressi in Africa Equatoriale

(L. Marcaccioli, M. Menegotto)

L'idea che la prefabbricazione sia propria di ambienti industrializzati e dotati di infrastrutture adeguate è riduttiva. Anzi, in ambienti assolutamente impreparati, può rivelarsi più funzionale rispetto alla costruzione con sistemi tradizionali. È il caso di un intervento in Guinea Equatoriale, per un grande complesso, situato in mezzo alla foresta pluviale e comprendente un albergo di lusso con 450 camere, suite, ristoranti, centro benessere, clinica medica e relativi servizi; inoltre, una sala congressi da 1200 posti, impianti sportivi e una cinquantina di ville da 700mq. Le strutture sono in massima parte prefabbricate di calcestruzzo. Si è reperito un giacimento di granito per gli aggregati e installato uno stabilimento, auto-prefabbricato producendo i propri pezzi, per poi produrre tutti gli elementi per l'opera, così realizzata in tempi rapidi e in qualità. La progettazione è stata eseguita secondo gli Eurocodici Strutturali./ ABSTRACT: The idea that prefabrication pertains to environments industrialized and endowed with adequate infrastructures is reductive. In fact, within absolutely unprepared milieus, it can prove better functional with respect to traditional construction. It is the case of a project in Equatorial Guinea, for a compound located in the middle of the rainforest and comprising a luxury hotel with 450 rooms, suites, restaurants, spa, medical clinic and services; additionally, a 1200-seat conference hall, sport facilities and some fifty 700sqm villas. Structures are mainly made of precast concrete. A granite deposit was found for aggregates and a plant was installed, self-prefabricated producing its own parts, then all the elements for the project, which was thus completed rapidly and in quality. Structural Design was made according to the Eurocodes.

Utilizzo di ceneri volanti di carbone in misti cementati per sottofondi.

(G. Mancini, G. Bertagnoli, D. Gino, M. Malavisi, A. Pasqualini)

The smart reuse of waste from industries can lead to economic and environmental benefits. Fly ash is one of the waste products from coal combustion (CCPs – Coal Combustion Products). One of the possible uses of coal fly ash is the production of concrete mixtures for roads and industrial pavements. They are used as partial substitution of cement to reduce the mixture costs and to decrease the carbon dioxide emissions during cement production. The extreme fineness of fly ash (1-100 μm) allows them to fill the natural porosity of concrete obtaining a more compact, less degradable and more resistant (when fly ash is reactive and present “pozzolanic” features) mixture. A series of static and fatigue tests on concrete mixtures for pavements foundations is presented in this paper in order to assess the fly ash effectiveness in the material performances. / Il riutilizzo in modo intelligente dei prodotti di scarto dell'industria può portare vantaggi sia economici che ambientali. Le ceneri volanti sono uno dei prodotti di scarto della combustione del carbone. Uno dei possibili utilizzi delle ceneri volanti è la realizzazione di misti cementati per pavimentazioni stradali ed industriali. Esse vengono utilizzate in parziale sostituzione del cemento per ridurre il costo della miscela e diminuire le emissioni di anidride carbonica durante la produzione del cemento. L'estrema finezza delle ceneri volanti (1-100 μm) permette loro di occupare le porosità naturali dei misti cementati ottenendo una miscela più compatta, meno degradabile e più resistente (quando esse siano reattive e dotate di proprietà pozzolaniche). Nel presente articolo sono illustrate una serie di prove statiche e di fatica effettuate su misti cementati per fondazioni stradali al fine di valutare l'efficacia dell'uso di ceneri volanti nelle prestazioni del materiale.

Progetto di ponti precompressi a piastra ad altezza variabile con campata in calcestruzzo leggero.

(C. Beltrami)

si illustra le caratteristiche progettuali e costruttive di ponti in calcestruzzo precompresso di tipologia a piastra con altezza variabile, caratterizzati da snellezze molto elevate anche grazie all'adozione delle tecnologie dei materiali sempre più affidabili. In questo caso la "leggerezza" della campata è stata ottenuta grazie all'impiego, nelle sezioni di mezzeria, di calcestruzzi leggeri strutturali (classe di densità 1.8). Si illustrano quindi due recenti applicazioni: Ponte Torrente Mallero (Sondrio) e Ponte Fiume Adda (Bormio). Le fasi esecutive sono state influenzate dalla necessità di eseguire getti di grandi volumi con miscele miste (normale e leggero) dei calcestruzzi, è pertanto risultato fondamentale la precisa gestione organizzativa e logistica del cantiere. / It is shown the design and construction properties of prestressed concrete bridges of the plate type with variable height, characterized by very high slenderness including the adoption of technologies of increasingly reliable materials. In this case the "lightness" of the span was obtained thanks to the use, sections of the mid-span, of structural lightweight concrete (density class 1.8). It is then discusses two recent applications: Bridge Creek Mallero (Sondrio) and Bridge River Adda (Bormio). The construction phases have been influenced by the need to carry large volumes of concrete cast in situ with mixed type (normal and lightweight), it is therefore fundamental result the precise organizational management and site logistics.

Il Padiglione del Bahrain a Expo 2015

(M. Monotti, R. Guzzi, M. Sorgato, C. Failla, M. Manzoni, M. Preda)

This paper reports the design and construction experience of the Kingdom of Bahrain Pavilion for Expo Milano 2015, the work of Anne Holtrop Studio in collaboration with landscape architect Anouk Vogel. The building, awarded with the silver medal prize for architecture, is a pearl of design, completely white, totally manufactured by concrete panels, all the elements, about 350, of the structural parts assembled like remembering the Bahrain Kingdom environment, the group of islands extending through the Kingdom of Saudi Arabia and Qatar. The Pavilion design and construction were a challenge to test complex designs in concrete and allowed to face on the field some substantial and aspects around the architectural design and the engineering. Hence, a solid interaction was essential between all the various actors involved the design, the construction supervision and, the professionals managing the production and on-site activities, allowing by the prompt resolution of substantial construction aspects and the study of alternative technological solutions, the respect of execution times. Therefore, a strict control management guaranteed the quality of the production process and the performance behavior of the building. The building design consists of unique walls, floors, roofs, terraces and walkways made by precast concrete, which required a high level of flexibility in production process. The sophisticated color draw remembers the original historic ruins of Bahrain. Maximum attention is placed on sustainability. Natural and environmentally sustainable materials have composed the architecture piece that is inspired by the history of the country. From the architectural and Oriental iconographic tradition, design goes through 1,500 square meters with simple right lines and bends in a recalls related to the East. The Pavilion was designed to be completely rebuilt. Therefore, the rapid construction requirements, complete disassembly and sizes consistent with the transport, have led to a complete industrialization of the manufacturing process, with the integration of electrical devices directly in the production phase. Once the Expo ended, in fact, the entire pavilion will be disassembled and moved to Bahrain becoming a botanical garden. /La presente memoria riporta l'esperienza progettuale e realizzativa del Padiglione del Regno del Bahrain per Expo Milano 2015, opera dello Studio Anne Holtrop in collaborazione con l'architetto paesaggista Anouk Vogel. L'edificio, che è stato premiato con la medaglia d'argento per l'architettura, è una perla di design, completamente bianco, è totalmente costruito con pannelli di calcestruzzo, come se tutti i pezzi che compongono la struttura, circa 350, ricordassero la dislocazione del Regno del Bahrain, un arcipelago di isole che si estendono tra il Regno dell'Arabia Saudita e il Qatar. La progettazione e la costruzione del Padiglione sono state una sfida per testare sistemi costruttivi complessi in calcestruzzo e ha permesso di affrontare sul campo alcune problematiche significative del progetto di architettura e ingegneria. È stata perciò necessaria una forte sinergia tra le varie figure coinvolte nella progettazione e nella supervisione della costruzione e le professionalità che gestiscono le attività produttive e di cantiere, consentendo, mediante la tempestiva risoluzione di problematiche costruttive e lo studio di soluzioni tecnologiche alternative, il rispetto dei tempi di esecuzione. È stata così garantita, mediante una rigorosa attività di controllo e

gestione, la qualità del processo produttivo e la prestazionalità dell'edificio realizzato. Il disegno dell'opera è composto da muri, pavimenti, coperture, terrazzi e percorsi pedonali realizzati con elementi prefabbricati in calcestruzzo unici, che hanno richiesto perciò un'elevata flessibilità produttiva. La finitura ricercata richiama le originarie rovine storiche del Bahrain. Massima attenzione è stata posta sul tema della sostenibilità. Materiali naturali ed ecosostenibili hanno composto l'architettura che prende spunto dalla storia del Paese. A partire dalla tradizione architettonica ed iconografica orientale, il design si snoda attraverso 1500 mq di superficie con semplici linee rette e curve in un gioco di richiami connessi all'Oriente. Il Padiglione è stato progettato per essere completamente riutilizzato. Pertanto, i requisiti di rapida costruzione, smontaggio completo e dimensioni coerenti con il trasporto, hanno portato ad una completa industrializzazione del processo di fabbricazione, con l'integrazione degli impianti elettrici direttamente in fase produttiva. Terminato Expo, infatti, tutto il padiglione verrà smontato e trasferito in Bahrain diventando un giardino botanico.

Modellazione meccanica degli isolatori del tipo a pendolo inverso

(V. Bianco, G. Monti, N.P. Belfiore)

Even though different versions of the Friction Pendulum Devices (FPD) can be found on the market and their effectiveness has been extensively proven by means of numerous experimental campaigns carried out worldwide, many aspects concerning their mechanical behaviour still need to be clarified. These aspects concern, among others: 1) the sequence of sliding on the several concave surfaces, 2) the influence of temperature on the frictional properties of the coupling surfaces, 3) the possibility of the stick-slip phenomenon, 4) the possibility of impact-induced failure of some components, 5) the geometric compatibility, and so on. These aspects are less clear the larger the number of concave surfaces of which the device is composed. This paper presents a new way of modelling the mechanical behaviour of the FPDs, by fulfilling: 1) geometric compatibility, 2) kinematical compatibility, 3) dynamical equilibrium, and 4) thermo-mechanical coupling. / Sebbene diverse versioni degli isolatori del tipo a pendolo inverso siano disponibili in commercio e la loro efficacia sia già stata ampiamente provata mediante numerose campagne sperimentali condotte in tutto il mondo, molti aspetti concernenti il loro comportamento meccanico devono ancora essere chiariti. Tali aspetti riguardano, tra gli altri: 1) la sequenza di scorrimento sulle varie superfici concave, 2) l'influenza della temperatura sulle caratteristiche attrittive delle superfici delle coppie cinematiche, 3) la possibilità che si verifichi il fenomeno dello stick-slip, 4) la possibilità che alcune parti si rompano a causa degli urti tra esse, 5) la compatibilità geometrica, e così via. Questi aspetti sono tanto meno chiari quanto maggiore è il numero delle superfici concave di cui il dispositivo è composto. Questo articolo presenta un nuovo modo di modellare il comportamento meccanico di tali dispositivi, soddisfacendo: 1) compatibilità geometrica, 2) compatibilità cinematica, 3) equilibrio dinamico ed 4) accoppiamento termomeccanico.

Ponte strallato su Avenida Ayrton Senna / Rio de Janeiro 2016

(M. de Miranda)

The article illustrates the Design and the Construction of the recently inaugurated Cable Stayed Bridge over Jacarépagua Lagoon in Rio de Janeiro. The Bridge is part of the new roadway built in the occasion of the Olympic Games 2016, that links the International Airport to the south-west district Barra da Tijuca. The total length of the bridge is 213.60m , it has a 24.6 m wide prestressed concrete deck, four concrete towers with triangular cross section and two planes of cable stays. The construction method of the deck was trough the cast in place of segments in balance, prestressed in two directions, each segment supported by two stay cables. The construction was completed on time in 20 months. / L'articolo riguarda il Ponte Strallato di recente inaugurazione che attraversa la laguna di Jacarépagua a Rio de Janeiro. L'opera fa parte del nuovo collegamento stradale tra l'Aeroporto Internazionale e il quartiere Barra da Tijuca, a sud-ovest della città. Il ponte ha una lunghezza complessiva di 213.60 m, con un impalcato in calcestruzzo armato precompresso di 24.6m di larghezza, quattro antenne con sezione trasversale triangolare, e due piani di stralli. Il metodo costruttivo adottato per l'impalcato è il getto in opera a sbalzo simmetrico dei conci in calcestruzzo armato precompresso. La costruzione è stata completata nei tempi previsti, in un periodo complessivo di 20 mesi.

Sistemi SRG per la riabilitazione strutturale di volte in muratura

(G. de Felice, S. De Santis)

FRCM (Fabric Reinforced Cementitious Matrix) composites, also known as TRM (Textile Reinforced Mortar) are nowadays widely used for the repair and upgrade of existing structures. With respect to the well-established FRPs, the use of mortar matrices in place of epoxy resins offers better physical/chemical compatibility with the substrate, vapour permeability, fire resistance, but, at the same time, a lower bond strength, which may compromise the effectiveness of the strengthening work. This paper describes the result of experimental investigations carried out on a particular FRCM system, comprising Ultra High Strength Steel Cords and lime mortar, known under the acronym SRG (Steel Reinforced Grout), for the rehabilitation of masonry vaults. Laboratory tests were carried out to investigate the durability of the steel textile, Field tests were performed to study its bond behaviour when applied to the extrados of a masonry vault. / I sistemi FRCM (Fabric Reinforced Cementitious Matrix) a volte denominati anche TRM (Textile Reinforced Mortar) sono sempre più frequentemente impiegati per la riparazione e il miglioramento delle strutture esistenti. Rispetto ai sistemi FRP, l'impiego di una matrice inorganica invece che polimerica presenta diversi vantaggi, in termini di compatibilità fisico-chimica con il supporto, permeabilità al vapore, resistenza al fuoco, ma, nel contempo, una inferiore adesione che può compromettere l'efficacia stessa del sistema di rinforzo. In questa memoria si presenta l'esperienza maturata sull'impiego di un particolare sistema FRCM composto da trefoli di acciaio UHTSS applicati con matrice inorganica, anche denominato SRG (Steel Reinforced Grout) per il consolidamento di volte in muratura. Vengono presentati i risultati di prove in laboratorio volte all'accertamento della durabilità dei tessuti in acciaio. Successivamente si mostrano i risultati di una sperimentazione in situ effettuata per studiare l'adesione alla superficie estradossale di volte in muratura.

MID1.0: Database Sperimentale di telai tamponati in c.a.

(F. De Luca, E. Morciano, D. Perrone, M.A. Aiello)

Experimental campaigns are a key tool for the evaluation of the behaviour of Masonry Infilled Reinforced Concrete (RC) frames. The case of masonry infills in RC frames is also a regional feature making the homogenous classification for a database a real challenge. This first attempt of a Masonry Infill Database (MID) includes a preliminary selection of experimental tests carried out on models of masonry-infilled RC frames under quasi-static or pseudo-dynamic loading. Each test is characterized in order to include in a homogenous framework all the relevant aspects of different experimental campaigns for easy access to the data for future applications. A Damage Classification is introduced, valid for both solid infill panels and for infill with openings. Finally, all monotonic backbones are fitted with a force-displacement piecewise linear approximation for future applications in Performance Based Earthquake Engineering. / Le campagne sperimentali svolgono un ruolo fondamentale nell'interpretazione del comportamento di strutture in cemento armato (c.a.) tamponate. Il materiale e la tecnologia di realizzazione delle tamponature rappresentano anche uno specifico aspetto regionale, rendendo la classificazione omogenea di dati sperimentali in una singola banca-dati una vera e propria sfida. Si propone qui una prima versione di banca-dati di prove sperimentali su telai tamponati in c.a. includendo dati di prove quasi-statiche e pseudo-dinamiche. Ciascuna prova è studiata e catalogata nella banca-dati allo scopo di fornire un contesto interpretativo omogeneo dei risultati per future applicazioni. Nel database è introdotta una classificazione del danno valida sia per il caso di pannelli privi che con aperture. Infine, tutte le curve di risposta monotona delle prove sono multi-linearizzate con una curva-scheletro forza-spostamento per future applicazioni nel campo del Performance-Based Earthquake Engineering.

Scavo di gallerie con TBM scudate - Rivestimenti in anelli di conci prefabbricati in c.a.

(M. Moja, E.M. Pizzarotti)

Mechanized tunnel lining evolution is characterized by a continuous optimization of segment thickness, of reinforcement and longitudinal and transversal connection types. For example, it's ever more frequent the replacement of the traditional steel reinforcements with steel fibers. This is made possible by the progress of technology and by the application of ever more refined calculation models able to capture, in addition to the global structural behaviour of all the structural elements that constitute the ring, also the local stresses. In this study, after a short reminder of the favourable aspects and of the limitations inherent various bi-tri dimensional calculation models, the results of the analyses conducted on a three-dimensional model based on Shell type elements are illustrated, hypothesizing some types of joint, under not uniformly distributed along tunnel axis and on the single ring loading conditions, in presence of possible assembly defects and / or geometric imperfections, due, for example, of a non-uniform contact along the surfaces of a joint. / L'evoluzione dei rivestimenti in anelli di conci prefabbricati è caratterizzata da una continua ottimizzazione degli spessori, delle armature e dei sistemi di collegamento longitudinali e trasversali. Si pensi, per esempio, alla sempre più frequente sostituzione delle armature tradizionali con armature diffuse in fibre in acciaio. Ciò è reso possibile, da un lato, dal progresso delle tecnologie e, dall'altro, dall'applicazione di modelli di calcolo sempre più raffinati in grado di cogliere, oltre alle sollecitazioni di tutti gli elementi strutturali che costituiscono l'anello, anche gli stati tensionali locali. Nel presente studio, dopo un breve richiamo degli aspetti favorevoli e delle limitazioni insite nei diversi modelli di calcolo bi e tri-dimensionali, vengono illustrati i risultati delle analisi condotte su un modello tridimensionale costituito da elementi tipo "Shell" al variare della tipologia dei giunti, in presenza sia di condizioni di carico non uniformemente distribuito lungo l'asse della galleria e sul singolo anello sia di possibili difetti di messa in opera dei conci e/o di imperfezioni geometriche, riconducibili, per esempio, a un contatto non uniforme lungo la superficie di un giunto.

Calcestruzzo etico. Riduzione dell'impatto ambientale e miglioramento delle prestazioni meccaniche e termiche dei componenti edilizi in calcestruzzo vibrocompresso attraverso il ri-uso di rifiuti.

(A. Tartaglia, B. Terenzi, A. Ubertazzi, R. Cecconi, A. Ronchetti)

The paper describes the results of an applied research, funded by Regione Toscana with the Call Research & Development 2012 and completed in September 2015, whose objective was the improvement of the environmental mechanical and thermal performances of vibrated concrete products for construction examining options of using in production processes materials currently classified as wastes. In particular, from waste were produced light aggregates to be used for concrete products, evaluating their thermal and mechanical performance and comparing their performances with traditional artefacts already in production and with the same geometry, in order to assess the potential of use, the industrial and market advantages and limits as well as the different effects in environmental and energy terms. / Il paper resoconta gli esiti di una ricerca applicata, finanziata dalla Regione Toscana con Bando Unico R&S anno 2012 e terminata nel settembre 2015, il cui obiettivo era il miglioramento dei contenuti prestazionali dal punto di vista ambientale, meccanico e termico dei manufatti in calcestruzzo vibrocompresso per l'edilizia valutando le possibilità di utilizzo nei processi produttivi di materiali attualmente classificati come rifiuti da smaltirsi in discarica. In particolare, dai rifiuti sono stati prodotti degli inerti leggeri da utilizzare come aggregati per manufatti in calcestruzzo valutandone le performance termiche e meccanichee confrontandone le prestazioni sia con manufatti già in produzione dalle uguali geometrie, sia progettandone di nuovi, al fine di valutare le potenzialità di utilizzo, i vantaggi e limiti industriali e di mercato, oltre che le diverse ricadute in termini ambientali ed energetici.

Il metodo SonReb: revisione critica e aspetti applicativi

(G. Uva, F. Porco, A. Fiore)

Current regulations require surveys on materials in order to identify one or more representative values of the in-situ concrete strength. In this context, the SonReb method is widespread. It correlates the in-situ concrete strength with the ultrasonic pulse velocity and rebound-hammer index. The method improves the reliability of both non-destructive methodologies that are less reliable if considered separately. However, the method neglects the numerical dispersion of the acquired resistances, making uncertain the reliability of every representative value identified. Uncertainty is inherent not only in the variability of the parameters that determine the values, but also in the use of literature formulations calibrated on "recurring concretes", i.e. concretes characterized by properties evenly variables (age, w/c ratio, ...) that don't allow wider use. In this work, a critical review of the SonReb method is proposed, through a purely statistical approach with the aid of surveys on some school buildings in the province of Foggia built in the 60s and 80s. Le normative vigenti richiedono indagini sui materiali al fine di individuare uno o più valori rappresentativi della resistenza del calcestruzzo in opera. In tale ambito, trova applicazione il metodo SonReb che correla la resistenza del calcestruzzo in situ con la velocità ultrasonora e indice di rimbalzo, migliorando l'affidabilità delle singole metodologie meno attendibili se considerate separatamente. Tuttavia, il metodo trascura la forte dispersione numerica delle resistenze ottenute, rendendo incerta l'attendibilità di qualsiasi valore rappresentativo individuato. L'incertezza è insita non solo nell'aleatorietà dei parametri che concorrono a determinare la resistenza, ma anche nell'impiego di formulazioni di letteratura tarate su "calcestruzzi ricorrenti", ossia caratterizzati da proprietà variabili uniformemente (età, rapporto a/c, ...) che non consentono un'applicazione generalizzata. Nel presente lavoro, con l'ausilio delle indagini condotte su alcuni edifici scolastici della Provincia di Foggia edificati tra gli anni '60 e '80, è proposta una revisione critica del SonReb attraverso un approccio prettamente statistico.

Un framework generale per la modellazione numerica del calcestruzzo

(F. Pesavento, B. A. Schrefler, D. Gawin, G. Sciumé)

In this work a common framework for the simulation of the non-linear behavior of concrete is presented. It is based on the mechanics of multiphase porous media. It can be usefully applied to several practical cases: evaluation of concrete performance at early stages in maturing massive structures, structural repair work, shotcrete in tunnelling, and durability, (e.g. silica alkali reaction, transport of salt, leaching processes, freezing, etc). A peculiar case is the one of concrete exposed to high temperature, e.g. during fire, when the assessment of the material/structure performance is of paramount importance. In this work the general model is particularized to the specific situations described above, and several examples are shown. / In questo lavoro si presenta un framework generale per la simulazione del comportamento non lineare del calcestruzzo, basato sulla meccanica dei materiali porosi multifase. Esso può essere proficuamente applicato a numerosi casi pratici che vanno dalla valutazione delle performance del calcestruzzo giovane in strutture massive ai processi di riparazione, fino ai problemi di durabilità (reazioni Silice-Aggregati, trasporto di sali, processi di dilavamento, congelamento, ecc.). Un caso particolare è quello relativo al comportamento del calcestruzzo alle alte temperature, per esempio durante un incendio, nel quale la valutazione delle performance del materiale e della struttura sono di primaria importanza. In questo lavoro il modello generale è stato particolarizzato per le applicazioni descritte e sono mostrati numerosi esempi pratici.

Calcestruzzi strutturali innovativi con materiali a cambiamento di fase per costruzioni sostenibili: caratterizzazione meccanica e termica

(A. D'Alessandro, A.L. Pisello, C. Fabiani, F. Ubertini, L.F. Cabeza, F. Cotana, A.L. Materazzi)

New phase change materials (PCMs) are promising fillers for the realization of multifunctional concretes, combining good mechanical properties with enhanced thermal storage capabilities within building envelope. These materials are currently receiving a growing interest in the scientific literature. Encapsulated PCMs result particularly suitable for applications in concrete. This paper presents a research on concretes doped with different contents of PCMs, up to the 5% of the total weight. Physical, mechanical and thermal experimental tests were carried out, in order to investigate the physical properties, the stress-strain behaviour, the ductility, the compressive strength, as well as the thermal conductivity, the diffusivity and the specific heat capacity of the novel concretes. The results of thermal tests demonstrated the effective enhancement of the thermal inertia of the materials, while mechanical tests showed performances compatible with structural applications. Overall, new multifunctional concretes with PCM inclusions appear promising for achieving sustainable and lightweight concrete structures. / I materiali a cambiamento di fase (PCM) risultano promettenti per la realizzazione di calcestruzzi multifunzionali, coniugando buone capacità meccaniche e di accumulo termico. I PCM stanno acquistando un crescente interesse nella letteratura scientifica. Quelli incapsulati risultano particolarmente adatti per le applicazioni nel calcestruzzo. La presente ricerca riguarda lo studio di calcestruzzi addizionati con diverse quantità di PCM, fino al 5% del peso totale. Sono state realizzate prove di caratterizzazione fisica, meccanica e termica dei compositi, per analizzarne la densità, la resistenza, la duttilità, nonché la conducibilità termica, la diffusività e il calore specifico. I risultati delle prove termiche hanno evidenziato l'efficacia dei nuovi materiali nell'incrementare l'inerzia termica, mentre le prove meccaniche hanno dimostrato che i calcestruzzi con PCM possiedono caratteristiche meccaniche compatibili con le applicazioni strutturali. Dai risultati ottenuti si evince che i nuovi calcestruzzi additivati con PCM appaiono promettenti per la realizzazione di strutture in c.a. leggere e sostenibili.

La realizzazione di interventi di messa in sicurezza di edifici in emergenza post sismica: l'esperienza del Corpo Nazionale dei Vigili del fuoco

(L. Ponticelli, M. Caciolai, C. Bolognese)

The implementation of short term countermeasures on buildings damaged by earthquakes by the Italian Fire Services has always been performed by skills of fire fighters particularly specialized in the use of building materials easy to find and work, such as wood. The study of engineered procedures for short term countermeasures began during the Umbria-Marche earthquake and ended in 2010 with the publication of the Handbook STOP (Shoring Templates and Operating Procedures), downstream of the earthquake in L'Aquila. This document contains simplified typological schemes of standard countermeasures and enables teams of firefighters to carry out these temporary works independently, ensuring a qualified and rapid response to the needs of the community. The mentioned procedures allowed the Italian Fire Services to promptly deal with the emergency of 2012 in Emilia Romagna as well as ensuring a rapid response in the international emergency occurred in Nepal in 2015. Well-managed international cooperation experiences within projects Europeans as DRHOUSE and MATILDA were performed. The present paper has the aim of the description of the STOP procedures taken by the Italian Fire Services during recent seismic post emergencies. The handbook STOP and the theoretical manual of the same name can be downloaded for free from the official site www.vigilfuoco.it, in the section "Emergency and rescue." / La realizzazione di interventi di messa in sicurezza di edifici danneggiati da sisma ad opera del Corpo Nazionale dei Vigili del fuoco è da sempre stata affrontata utilizzando la maestria di personale particolarmente specializzato nell'uso di materiali da costruzione di facile reperimento e lavorazione quale il legno. L'opera di ingegnerizzazione degli interventi di messa in sicurezza, iniziata in occasione del terremoto dell'Umbria-Marche, è culminata nel 2010 con la pubblicazione del Vademecum STOP, a valle del terremoto de L'Aquila. Tale documento, recante schemi tipologici semplificati di interventi standard di messa in sicurezza, consente alle squadre dei Vigili del fuoco di realizzare opere provvisoriale in maniera autonoma, garantendo una risposta qualificata e rapida alle esigenze della collettività. Lo strumento procedurale indicato, ha consentito al Corpo Nazionale di affrontare con prontezza l'emergenza del 2012 in Emilia Romagna nonché garantire una risposta rapida nell'emergenza internazionale occorsa in Nepal nel 2015. Molto ben riuscite anche le esperienze di cooperazione internazionale in seno a progetti europei come DRHOUSE e MATILDA. Il presente lavoro ha come obiettivo l'illustrazione del vademecum STOP e delle metodiche principali di realizzazione di interventi di messa in sicurezza adottate dal Corpo Nazionale nel corso delle recenti emergenze post sismiche. Il vademecum STOP ed il manuale teorico omonimo sono scaricabili gratuitamente dal sito www.vigilfuoco.it nella sezione "Emergenza e soccorso".

Rinforzo con barre esterne non aderenti di travi in calcestruzzo armato

(A. Tinini, F. Minelli, G. A. Plizzari)

External unbonded rebars represents a suitable strengthening technique for the retrofitting of existing Reinforced Concrete (RC) members. Advantages regard the ease of installation, a minimum invasiveness and possibility of future inspections. Structurally, increment of flexural stiffness and bearing capacity and enhancement of shear-flexure behavior can be achieved. The presence of both bonded and unbonded bars introduces a change in the way the shear actions are resisted. Unbonded rebars develop an arch action component, with no bond present and constant force in the rebars, in addition to the beam action component, normally developing in presence of bonded bars. The present paper reports the results of four point loading tests on full-scale beam, with the aim of studying the influence of different bond condition. Moreover, the Double Harping Point technique, using external rebars and vertical deviators, is presented, with attention to the definition of the vertical equivalent stiffness of the deviators./ Le barre esterne non aderenti rappresentano un interessante tecnica di rinforzo per strutture in calcestruzzo armato (CA). I vantaggi riguardano la facilità di installazione, la bassa invasività e la possibilità di monitoraggio. Strutturalmente, si osserva un incremento di rigidità e capacità portante e un miglior comportamento a taglio-flessione. La compresenza di barre aderenti e non aderenti cambia le modalità di resistenza a taglio. Al comportamento a trave, sviluppato dalle barre aderenti, si aggiunge un comportamento ad arco, caratterizzato dall'assenza di sforzi di aderenza e da una azione costante lungo il rinforzo longitudinale. Il seguente articolo riporta i risultati di prove di carico su quattro punti su provini in scala reale, investigando l'influenza di diversi livelli d'aderenza sul comportamento a taglio-flessione. Inoltre viene proposta la tecnica di rinforzo con Capriata Rovescia, caratterizzata dalla presenza di barre esterne e deviatori verticali, considerando un modello per il calcolo della loro rigidità equivalente.

Progettazione di piastre su pilastri realizzate in calcestruzzo fibrorinforzato

(L. Facconi, F. Minelli, G. Plizzari)

Continuous elevated slabs are generally adopted to build concrete floors in both residential and industrial buildings. In case of flat slabs, Fiber Reinforce Concrete (FRC) represents an effective solution alternative to conventional Reinforce Concrete (RC) because of its better tensile toughness, durability, enhanced control of cracking and reduced labor and equipment costs during construction. To further optimize the behavior of the structure, a proper combination of fiber reinforcement and conventional rebars, generally known as Hybrid Reinforced Concrete (HRC), can be employed. Even if new international standards are nowadays available for designing FRC structures (e.g., fib Model Code 2010), a clear procedure to design HRC elevated flat slabs is not available at the moment. This paper aims at proposing a procedure to design the Hybrid Reinforcement for elevated slabs according to fib Model Code 2010. A case study concerning a full scale elevated slab, having a size of 18x18 m², will be considered. Emphasis will be given to the method for preliminary seizing conventional reinforcement by starting from simple linear elastic analyses in which design loads are considered according to Eurocode 1. Finally, the global capacity of the HRC slab will be assessed by means of nonlinear finite element analyses. / Le piastre sottili appoggiate su pilastri sono generalmente utilizzate per la costruzione di impalcati in edifici residenziali ed industriali. Nel caso delle piastre sottili, i calcestruzzi fibrorinforzati (FRC) hanno dimostrato di essere una valida alternativa all'impiego del calcestruzzo armato (CA) a causa della sua miglior tenacità a trazione, della miglior durabilità e dei minor costi per la messa in opera dell'armatura. L'ottimizzazione del comportamento della piastra può essere ottenuto combinando il rinforzo fibroso con l'armatura convenzionale, ottenendo così un'armatura nota con il nome di Hybrid Reinforced Concrete (HRC). Nonostante le normative concernenti le strutture in FRC siano continuamente in evoluzione (si veda il fib Model Code 2010 – MC2010), una procedura standard per la progettazione delle strutture in HRC non è attualmente disponibile. Il presente lavoro ha l'obiettivo di proporre una procedura, concorde con il MC2010, per la progettazione delle piastre appoggiate su pilastri realizzate in FRC. Lo studio verrà svolto utilizzando come riferimento una piastra in scala reale, avente dimensione in pianta pari a 18x18 m². Particolare attenzione verrà prestata alla fase preliminare di pre-dimensionamento della struttura, nella quale verranno considerate le azioni di progetto previste dall'Eurocodice 1 e le azioni interne alla piastra valutate mediante un'analisi elastica lineare. Infine, il comportamento globale della struttura in HRC verrà analizzato attraverso analisi non-lineari agli elementi finiti.

Durabilità di travi FRC esposte a lungo termine sotto carico di esercizio

(L. Candido, F. Micelli, E. Vasanelli, M. A. Aiello, G. Plizzari)

Fiber Reinforced Concrete (FRC) is a material obtained by adding short fibers within the concrete matrix. Fibers resist the crack opening and develop tensile residual strength. The research presented herein shows the results of an experimental program that was carried out in about six years. Thirteen beams were tested; ten of them were subjected to sustained flexural load in external environment. The experimental variables that were investigated are: the type of short fibers (steel and polyester), the duration of the sustained load (0, 17 and 72 months). The results show the effects of such conditioning in terms of mechanical properties and durability of concrete. / Il calcestruzzo fibrorinforzato (FRC) si ottiene aggiungendo fibre corte strutturali ad una matrice di calcestruzzo. Le fibre resistono alla formazione di fessure sviluppando una resistenza residua a trazione. La ricerca qui presentata illustra i risultati ottenuti nell'ambito di una campagna sperimentale su travi in FRC che ha avuto la durata di circa sette anni. Tredici travi in calcestruzzo armato ordinario e fibrorinforzato sono state testate in laboratorio, dieci delle quali dopo esposizione a carichi di lunga durata in ambiente esterno. Le variabili sperimentali indagate sono il tipo di fibra corta (acciaio e poliestere) e la durata dell'esposizione (0 mesi, 17 mesi e 72 mesi). I risultati mostrano gli effetti del condizionamento in termini di prestazioni meccaniche e durabilità del calcestruzzo.

Prestazioni del cemento solfo alluminoso nelle pavimentazioni in calcestruzzo

(S.Tortelli, A. Reggia, M. Marchi, G.A. Plizzari)

Curling and cracking of concrete pavements made with Ordinary Portland Cement (OPC) are common phenomena due to the shrinkage of concrete. A performing and sustainable solution is represented by the Calcium-Sulpho Aluminate (CSA) cement, a binder characterized by low-shrinkage and rapid-hardening behavior. The use of CSA cements speeds up the construction process, increasing the early-age performance and reducing the number of joints with respect to the standard OPC concrete flooring. This paper presents the experimental study of the curling and cracking of OPC and OPC/CSA concrete slabs-on-ground tested on the field, whereby the effect of the concrete composition is studied. The experimental data are collected during the hardening phase of concretes, in the first four weeks after casting, with the aim of understanding the effects of shrinkage in this particularly sensitive period. / L'incurvamento e la fessurazione dei pavimenti in calcestruzzo realizzati con cemento Portland ordinario (OPC) sono fenomeni di degrado molto diffusi dovuti al ritiro. Una soluzione pratica ed eco-sostenibile è rappresentata dal cemento calcio solfo alluminoso (CSA), un legante caratterizzato da un ritiro ridotto e da una elevata velocità di presa. L'uso di cemento CSA incrementa la rapidità del processo di costruzione, migliorando le prestazioni nel breve termine, e riducendo il numero di giunti di contrazione nelle pavimentazioni in confronto al OPC. Questo articolo presenta lo studio sperimentale dell'incurvamento e della fessurazione di piastre di pavimentazione realizzate sia in OPC che con una miscela di OPC/CSA. I dati sperimentali sono stati raccolti nella fase di maturazione del calcestruzzo, durante le prime quattro settimane dopo il getto, con l'obiettivo di capire gli effetti del ritiro in questo periodo così delicato.

Metodo del sollevamento bilanciato – Costruire ponti senza cassetture

(J. Kollegger, S.Reichenbach)

The balanced lift method is a building bridge method that was developed at the TU Wien. The most common methods to build bridges are the ones using falsework or the cantilever method, but a rather uncommon method, the lowering of arches is seen as the origin of the balanced lift method. The idea was to create a method which would allow a bridge to be built in a very fast manner without the usage of falsework, using prefabricated elements and mounting all parts together in a position – in this case vertically – that would simplify the construction process. In order to reach the final state of the bridge, the vertically assembled parts are rotated into their final horizontal position. This article contains a description of the development of the method, a large scale test will be portrayed and an already designed bridges using the balanced lift method will be shown. / Il metodo del sollevamento bilanciato è un procedimento costruttivo per ponti sviluppato nel Politecnico di Vienna. I metodi più comuni sono quelli che usano ponteggi oppure la costruzione a sbalzo, ma un metodo poco usato, quello di calare gli archi, si può considerare all'origine del sollevamento bilanciato. L'idea era quella di un metodo che permettesse una costruzione estremamente rapida, senza l'uso di ponteggi e con elementi prefabbricati assemblati in una disposizione – in questo caso verticale – che semplificasse il processo costruttivo. Per raggiungere la posizione in opera, le parti assemblate vengono fatte ruotare fino alla posizione finale. L'articolo illustra lo sviluppo del metodo, una prova in grande scala nonché i progetti di alcune realizzazioni.

Viadotti in cap realizzati a Sydney

(R. Poluzzi)

This paper provides a briefly description of a reinforced concrete viaduct built in Sydney (Australia) paying particular attention to psc decks both in simple support schemes on piers and abutments and in continuous schemes where prefabricated beams are joined with piers and foundations to create with them an integral whole (“integral”). After references to some executive Australian peculiarities and to the Australian code contents, comparisons between the viaduct matter of the research and similar older road and highway infrastructures are illustrated. The comparisons concern the design effort and some aspects related to viaducts final quality. / Si riporta, in termini sintetici, la descrizione di un viadotto di calcestruzzo armato realizzato presso Sydney (Australia) con particolare attenzione agli impalcati in cap sia di tipologia in semplice appoggio su pile e spalle, sia di tipologia con solidarizzazione in continuità di travi prefabbricate a formare un complesso solidale anche con pile e fondazioni (“integral”). Successivamente ai riferimenti di alcune particolarità seguite in Australia e a contenuti della Normativa Australiana, si illustrano confronti, quanto a oneri di progettazione e a risultati in termini di qualità di quanto realizzato, con opere simili costruite decenni orsono e riguardanti infrastrutture stradali ed autostradali.

L'analisi TNA (Thrust Network Analysis) nel progetto di ponti in curva a guscio

(L. Fenu, B. Briseghella, E. Congiu)

Since Maillart's curved arch bridges in concrete, different typologies of curved bridges in both steel and concrete have been constructed. On the contrary, since Musmeci's shell supported bridge in Potenza, few shell bridges have been designed. This paper show how to design a curved shell supported footbridge shaping the shell by using the Thrust Network Analysis. As a matter of fact, a shell supported footbridge is shaped between two curved arches, the one supporting the deck and with assigned layout depending on the layout of the road, and the one that defines the shell boundary at the lower part of the shell, the latter being found as a thrust line in the three-dimensional space. The influence of the boundary conditions on the bridge shape obtained as an envelope of thrust-lines is also investigated. / Dai ponti in curva ad arco in cemento armato di Maillart, sono state costruite diverse tipologie di ponti in curva sia in acciaio che in cemento armato. Contrariamente, dopo il ponte a guscio di Musmeci a Potenza, sono stati progettati pochi altri ponti a guscio. Questo articolo mostra come progettare un ponte in curva a guscio, trovando la forma del guscio attraverso la Thrust Network Analysis. Di fatti, un ponte a guscio è stato modellato a partire da due archi, uno che supporta l'impalcato e con asse coincidente a quello della strada, e l'altro che corrisponde al bordo inferiore del guscio, quest'ultimo trovato come una linea di spinte nello spazio. È stata inoltre indagata l'influenza delle condizioni al contorno sulla forma del guscio ottenuta come involuppo di linee di spinta.

Analisi parametrica della risposta di dissipatori isteretici ad instabilità impedita (BRAD) per il miglioramento sismico di strutture prefabbricate.

(E. Ongaretto, M. Savoia)

The earthquake response of concrete precast structures protected with Buckling Restrained Axial Damper (BRAD) installed outside the existing structure and connected to an earthquake-resistant concrete element is investigated. The Capacity Spectrum method is used and a parametric analysis is developed to optimize the sizing of the dissipative system, with a maximum target displacement to be met (Performance-Based-Design). The proposed procedure is applied to a case study and the results are verified through Time-History analyses./Il presente studio esamina la risposta sismica di strutture prefabbricate in c.a. protette con dissipatori isteretici ad instabilità impedita (BRAD), posizionati esternamente alla struttura esistente e connessi ad un elemento di controvento in c.a. È stata condotta un'analisi parametrica che, utilizzando una procedura basata sul metodo dello Spettro di Capacità, consente di ottimizzare il dimensionamento del sistema dissipativo per limitare lo spostamento di picco ad un valore prefissato (Performance-Based-Design). La procedura proposta è stata applicata ad un caso studio e verificata attraverso analisi Time - History.

L'edificio “UniCredit Pavilion” in Milano

(D. Campagna, A. Aronica)

This description is intended as a summary of the principal problems encountered and the technical solutions employed in the design and construction of the “UniCredit Pavilion” building, located in the new Porta Nuova Garibaldi complex in Piazza Gae Aulenti, Milan. The project is a concrete example of the application of various theories concerning reinforced concrete, steel and laminated wood structures. It contains the significant use of various structural materials that have allowed form to be given to the architectonic ideas of the architect Michele De Lucchi, the founder of the Milanese studio aMDL. / La presente memoria vuole essere una sintesi descrittiva delle principali problematiche e delle soluzioni tecniche adottate nella progettazione e costruzione del nuovo edificio “UniCredit Pavilion”, sito nel nuovo district center di Porta Nuova Garibaldi in piazza Gae Aulenti a Milano. Il progetto risulta essere un esempio concreto di applicazione delle diverse teorie inerenti alla progettazione delle strutture in cemento armato, in acciaio ed in legno lamellare. Nel progetto infatti è sicuramente significativo l'utilizzo di differenti materiali strutturali che hanno permesso di concretizzare l'idea architettonica dell'arch. Michele De Lucchi fondatore dello studio aMDL di Milano.

SOMMARI

RESISTENZA AL FUOCO

In Tema di Taglio e Torsione negli Elementi di C.A. Soggetti ad Incendio

(Pietro G. Gambarova, Nataša Kalaba, Sergio Tattoni)

Designing or checking shear- and torsion-sensitive R/C members in fire is still an open issue, because very rarely shear and torsion are the controlling internal forces, and there is no experimental evidence on shear- or torsion-induced failures in fire. A reasonable guide, however, comes from the available design models and from the knowledge of the shear-transfer mechanisms active in reinforced concrete. In this rather general paper, the design models well known in the calculations at the ultimate limit state in ordinary environmental conditions are recalled and their use in fire is discussed, with reference to both solid and thin-walled open sections. Both the effective-section method and the zone method are treated, as well as the fire-sensitivity of the various shear-transfer mechanisms active in shear and torsion. On the whole, what stands out clearly in fire is the increasing role played by the stirrups in shear and by the concrete struts in torsion, where concrete might become the weakest link of the resisting chain within the tube model. / La progettazione e la verifica al fuoco degli elementi in c.a. sensibili al taglio ed alla torsione è tuttora un problema aperto, in quanto molto raramente taglio e torsione controllano il comportamento strutturale, e pressochè nulla è l'evidenza sperimentale su collassi controllati dal taglio o dalla torsione in presenza di incendio. Indicazioni utili tuttavia vengono dai modelli di calcolo ben noti per le condizioni ambientali normali e dalla conoscenza dei meccanismi resistenti del calcestruzzo armato. In questo lavoro - piuttosto generale - i suddetti modelli vengono richiamati per taglio e torsione, ed il loro impiego in condizioni di incendio viene discusso per sezioni compatte ed in parete sottile, rispettivamente con i metodi della sezione efficace e delle zone. Viene anche trattata la sensibilità al fuoco dei vari meccanismi taglio-resistenti. I ruoli delle staffe nel caso di taglio e fuoco e dei puntoni compressi in calcestruzzo nel caso di torsione e fuoco sono critici, semprechè nel caso della torsione si faccia riferimento all'analogia del prisma cavo equivalente.

Tunnel di Base del Brennero: Protezione al fuoco dei rivestimenti

(R. Correa, D. Merlini, M. Moja, E.M. Pizzarotti , A. Voza)

The study concerns the methodological approach followed to ensure safety against fire exposure of the final linings of the underground works composing Lot 2-3 of Brenner Basis Tunnel system. Once completed, this 64 km long infrastructure will be the longest railway tunnel in the world. Aim of the design was to ensure that all the final structures reach a Fire Performance Level III according to Italian law NTC 2008 (maintenance of structural strength for a period of time long enough to assure safe evacuation). Only for some strategic works the Fire Performance was raised to Level IV (negligible structural damage), preventing spalling by both adding polypropylene fibers to concrete and protecting internal surfaces with fire coating. / Lo studio riporta l'approccio metodologico seguito per la verifica delle condizioni di sicurezza nei confronti dell'esposizione al fuoco dei rivestimenti definitivi del sistema di Gallerie che compongono il lotto Mules 2-3 della Galleria di Base del Brennero che, con i suoi 64 km totali, una volta completata, rappresenterà la galleria ferroviaria più lunga al mondo. L'obiettivo del progetto è stato quello di garantire a tutte le strutture un Livello di Prestazione in caso di incendio pari al Livello III definito dalle NTC 2008 (Mantenimento dei requisiti di resistenza per un tempo sufficiente a garantire l'evacuazione degli occupanti). Solo in corrispondenza di alcune parti d'opera ritenute strategiche si è optato per innalzare il Livello di Prestazione al Livello IV (Limitato danneggiamento delle strutture) mediante l'utilizzo di fibre in polipropilene nei rivestimenti e la protezione delle superfici con prodotti isolanti, per contenere i fenomeni di spalling.

Sui criteri di certificazione per resistenza-R, integrità-E e potere isolante-I delle strutture combustibili e incombustibili

(A. Dal Lago, B. Dal Lago)

The fundamentals of Structural Fire Engineering are presented and discussed in this paper, with reference to the fire performance and design approach concerning either combustible or incombustible structures, as there are some inconsistencies among the original concepts developed for incombustible structures and the current design approach. The evolution of the code provisions at the Italian and European level is critically presented, with specific reference to the progressive modification of some basic concepts, like the fire load, the required performance in terms of bearing capacity (R)/integrity (E)/insulation (I), and their relationship. The risk associated with the fire development in those buildings consisting of a single compartment or of several compartments, either isolated or contiguous to other buildings, is discussed, and the great danger exhibited by the buildings with several compartments and/or contiguous to other buildings is highlighted, with reference to combustible structures, which cannot rely on the passive protection offered by fire self-extinction. / La memoria propone una riflessione su alcuni temi fondamentali dell'Ingegneria del Fuoco, in particolare nei riguardi del comportamento al fuoco e dei criteri di progettazione per edifici aventi struttura combustibile o incombustibile. L'evoluzione del quadro normativo di riferimento nazionale, prima, ed europeo, successivamente, viene presentato e criticamente commentato, specialmente nei riguardi della progressiva modifica di alcuni concetti basilari, tra i quali il carico di incendio, la prestazione di resistenza (R)/integrità (E)/isolamento (I), e la loro relazione. Il rischio associato allo sviluppo di incendio in edifici monocompartimentati o multicompartimentati, sia isolati sia in aggregato, viene discusso, evidenziando l'elevato pericolo associato allo scenario di strutture combustibili multicompartimentate o non isolate, per le quali non è possibile fare affidamento sulla protezione passiva fornita dall'autoestinzione dell'incendio.

Effetti torsionali indotti dal danneggiamento da incendio nell'analisi sismica non lineare di strutture in c.a. isolate alla base

(F. Mazza, F. Alesina)

A numerical investigation is carried out to study the seismic response following fire of four-, six- and eight-storey r.c. base-isolated structures designed in line with the Italian seismic code. Test structures are composed of a basement and three, five and seven storeys above ground level, respectively. The base-isolation system is constituted of High-Damping-Laminated-Rubber Bearings (HDLRBs), inserted at the top of the columns of the basement. Different fire scenarios are hypothesized, assuming the fire compartment confined to the whole (i.e. symmetric case) and half (i.e. asymmetric case) area of the base-isolation level (basement, F0) and superstructure (first level, F1), with reduced mechanical properties at 30 and 60 minutes of fire resistance. The nonlinear dynamic analysis is carried out with reference to near-fault earthquakes selected on the design hypotheses adopted for the test structures. A lumped plasticity model describes the inelastic behaviour of the r.c. frame members while a viscoelastic model is considered for the HDLRBs. / Un'indagine numerica è condotta al fine di studiare la risposta sismica dopo un incendio di strutture in c.a. di quattro, sei ed otto piani isolate alla base, progettate in accordo con la normativa sismica italiana. Le strutture test sono costituite da un piano interrato e da tre, cinque e sette piani fuori terra, rispettivamente. Il sistema di isolamento è realizzato mediante isolatori elastomerici armati ad alto smorzamento (HDLRBs), inseriti alla sommità dei pilastri del piano interrato. Differenti scenari di incendio sono considerati, assumendo il compartimento di incendio confinato su metà (caso asimmetrico) o sul totale (caso simmetrico) dell'area del livello di isolamento (interrato, F0) e della sovrastruttura (primo livello, F1), con proprietà meccaniche ridotte in base alla resistenza al fuoco corrispondente a 30 e 60 minuti. L'analisi dinamica non lineare è condotta con riferimento a terremoti vicino faglia selezionati sulla base delle ipotesi di progetto adottate per le strutture test. Un modello a plasticità concentrata descrive il comportamento inelastico degli elementi in c.a. mentre un modello viscoelastico è considerato per gli HDLRBs.

Il Nuovo Centro Congressi a Roma, EUR: il progetto antincendio

(G. Nati, G. Novembri, M. Orlandini, A. Polli)

The fire safety plan of the "New Congress Centre in Rome" named the "Cloud" is herein presented. The "Cloud" is an example of typical problems that complex buildings present for the design and construction activities that can be solved with the engineering approach to fire safety design. The key challenges encountered in the design of fire safety system and the ways in which the problems encountered were addressed will be described. The uncommon typology and placement of the underground floors escape routes system, floors and Auditorium located within the "Cloud" envelope, the smoke evacuation method and the conference rooms placement on underground floors required complex engineering simulations and a multidisciplinary approach based on cooperation among builders and experts belonging to several disciplines / Viene illustrato il progetto di prevenzione incendi del Nuovo Centro Congressi di Roma "Nuvola" che rappresenta un esempio emblematico delle problematiche che questo tipo di edifici complessi comporta nell'attività di progettazione e realizzazione e che possono essere affrontati con l'approccio ingegneristico alla sicurezza antincendio. Vengono descritte le principali sfide che è stato necessario affrontare nella progettazione del sistema di prevenzione incendi e le modalità con le quali i problemi incontrati sono stati risolti. La inusuale tipologia e collocazione del sistema delle vie d'esodo dai piani interrati, dai livelli e dall'auditorium posizionati all'interno della "Nuvola", le modalità di evacuazione dei fumi dovuti all'incendio ed il posizionamento delle sale conferenze ai livelli interrati del complesso hanno infatti richiesto complesse simulazioni di tipo ingegneristico ed un approccio multidisciplinare che ha richiesto la collaborazione dei progettisti e degli esecutori afferenti alle diverse discipline coinvolte nella realizzazione del complesso.

Indagine sperimentale su una struttura in precompresso soggetta ad incendio: Il caso di un capannone industriale

(Flavio Stochino, Fausto Mistretta, Luisa Pani, Lorena Francesconi)

A new integrated approach for post-fire investigations is presented in this paper with reference to a prestressed-concrete structure. Some of the most advanced techniques are used in parallel to maximize the effectiveness of the assessment. After a thorough survey on the actual geometric properties of the given structure by means of a laser scanner, several techniques are applied (non-destructive tests, core extraction, microscopic analyses, colorimetry and thermogravimetric differential thermal analysis). Evaluating the residual structural safety is the primary objective, together with the study of the time evolution of the thermal field. The proposed design-oriented approach is validated through an application to a prestressed prefabricated industrial building. In the authors' opinion the experimental results may be a reference for future post-fire investigations. / In questo lavoro è presentata una procedura innovativa per l'analisi dei danni subiti dalle strutture in calcestruzzo armato precompresso (CAP) a seguito di incendio con lo scopo finale di valutarne il livello di sicurezza strutturale. Le più moderne tecniche d'indagine sono applicate in maniera combinata per realizzare un approccio al problema efficace e preciso. A seguito di un primo rilievo geometrico con laser scanner necessario per individuare con accuratezza le deformazioni residue, sono state effettuate prove di carico, indagini non distruttive con ultrasuoni, carotaggi, analisi colorimetriche con microscopio elettronico, ma anche prove termogravimetriche per ricostruire l'evoluzione delle temperature durante l'incendio. In questo articolo la procedura è applicata ad un caso studio reale per mostrarne l'utilità e l'efficacia. Questo approccio multidisciplinare è in grado di offrire un grande aiuto agli ingegneri strutturisti che devono effettuare l'analisi degli effetti dell'incendio sulle strutture in CAP sia nei casi di progetto o ricostruzione, sia in quelli di verifica di strutture esistenti.

Analisi dei rivestimenti di gallerie in calcestruzzo soggetti ad incendio

(P. Bernardi, R. Cerioni, E. Michelini, A. Sirico)

In this work, a numerical model is developed to investigate concrete lining behaviour during fire, taking into account the loss of stiffness of the material subjected to high temperatures, as well as the appearance of temperature-induced internal stresses and strains in the lining. To this aim, a sequentially coupled thermo-mechanical finite element analysis is performed, by linking a heat-transfer analysis with a nonlinear structural simulation that considers concrete degradation due to fire and the interaction between tunnel lining and the surrounding ground. The effectiveness of the procedure is validated through comparisons with an analytical closed-form solution. A parametric study is also performed so as to investigate the influence exerted by different parameters, such as ground mechanical properties, tunnel depth and type of fire, on the structural response of the lining. / In questo lavoro viene proposto un modello numerico agli elementi finiti in grado di descrivere il comportamento dei rivestimenti di gallerie in calcestruzzo soggetti a carico d'incendio, tenendo conto sia della perdita di rigidità del materiale soggetto alle alte temperature, che della presenza di sforzi e deformazioni aggiuntivi nel rivestimento, indotti dalla variazione di temperatura. A tal fine è stata effettuata un'analisi accoppiata termo-meccanica non lineare, che permette di considerare sia il degrado del calcestruzzo soggetto a incendio, che l'interazione tra il rivestimento stesso ed il terreno circostante. I risultati della modellazione sono stati quindi confrontati con quelli forniti da soluzioni analitiche in forma chiusa. Da ultimo, è stato condotto uno studio parametrico finalizzato ad investigare l'influenza di alcuni parametri significativi, quali ad esempio le proprietà meccaniche del terreno, la profondità della galleria e il tipo di incendio considerato, sul comportamento strutturale del rivestimento.

Incremento della resistenza al fuoco con diversi tipi di cemento

(Éva Lubl6y, Katalin Kopecsk6, Gy6rgy L. Bal6zs)

Composition and microstructure of hardened cement paste have important influences on the properties of concrete exposed to high temperatures. An extensive experimental study was carried out to analyse the post-heating characteristics of concretes subjected to temperatures up to 800 °C. Major parameters of our study were the content of supplementary materials (slag, fly ash, trass) of cement (0, 16 or 25 m%) and the value of maximum temperature. Our results indicated that (i) the number and size of surface cracks as well as compressive strength decreased by the increasing content of supplementary materials of cements due to elevated temperature; (ii) the most intensive surface cracking was observed by using Portland cement without addition of supplementary materials. The increasing content of the supplementary material of cement increased the relative post-heating compressive strength. Tendencies of surface cracking and reduction of compressive strength were in agreement, i.e. the more surface cracks, the more strength reduction. / La composizione e la microstruttura della pasta di cemento indurita hanno una importante influenza sulle propriet6 del calcestruzzo esposto ad elevate temperature. Una ampia ricerca sperimentale 6 stata condotta per analizzare le caratteristiche di calcestruzzi soggetti a temperature fino a 800 °C. I principali parametri del nostro studio sono stati il contenuto di aggregati (loppa, ceneri volanti) del cemento (0, 16 o 25 m%) e il valore massimo della temperatura. I risultati indicano che (i) il numero e la dimensione delle fessure superficiali nonch6 la resistenza a compressione diminuiscono al crescere del contenuto di inerti nel cemento in condizioni di elevata temperatura; (ii) un maggior numero di fessure superficiali 6 stato osservato utilizzando cemento Portland senza materiali aggiunti. L'aumento del contenuto di inerti nel cemento incrementa la resistenza a compressione post-riscaldamento. Il panorama fessurativo superficiale e la riduzione della resistenza a compressione sono in accordo, vale a dire pi6 fessure superficiali, maggiore 6 la riduzione della resistenza.

Modellazione del Comportamento Strutturale di Pareti in C.A. esposte ad Incendio

(P. Bamonte, R. Felicetti, N. Kalaba, F. Lo Monte)

This paper deals with the behaviour of reinforced concrete walls subjected to fire. The focus is modelling 1:1 scale test, carried out at the CSTB in Paris on solid walls (3.00 ´ 1.20 ´ 0.10 m³) exposed to fire on one side, investigating the influence of constraint and load conditions. The main purpose is to highlight the role played by material properties, on both the thermal and mechanical problems, and that played by the second order effects. The results show how the accurate modelling of the thermal field can be performed neglecting the thermo-hygrometric transients only for high fire durations, that is, when the main phase changes are exhausted. At a structural level it is evident that increasing the external load, the second order effects become more significant, leading in some cases even to a reversal of the displacements trend. / Il presente lavoro tratta il tema del comportamento termo-meccanico di pareti in calcestruzzo armato in presenza di incendio. L'attenzione è posta sulla modellazione di alcune prove in scala al vero effettuate presso il CSTB di Parigi, con pareti piene (3.00 ´ 1.20 ´ 0.10 m³) esposte ad incendio su un lato al variare dello sforzo di compressione applicato. Lo scopo principale è quello di evidenziare il ruolo delle proprietà del materiale, sia per la risoluzione del problema termico sia per quello meccanico, e degli effetti del secondo ordine. I risultati mostrano come la modellazione accurata del campo termico possa essere effettuata trascurando i transitori termo-igrometrici solo per elevate durate di incendio, ossia quando le principali transizioni di fase sono esaurite. A livello strutturale si evidenzia come, al variare del carico applicato, gli effetti del secondo ordine acquisiscano importanza crescente, portando in alcuni casi addirittura ad un'inversione dell'andamento degli spostamenti.

Piastre post-compresse per il nuovo stadio “Dynamo” a Mosca

(Claudio Toniolo , Francesco Bianchi)

The design of the new PT slabs for the football pitch of Dynamo Arena Stadium is here discussed. Description is focused on construction phases, structural performance of slabs related to the high design loads and the use of PT solution / Nel lavoro vengono illustrati il progetto e l'esecuzione delle strutture della piastra che sostiene il nuovo campo da calcio per lo Stadio VTB della Dinamo Mosca. Il progetto prevede il rifacimento quasi integrale del vecchio stadio storico della Dinamo, del quale sono state conservate solo alcune facciate. L'articolo tratta in dettaglio delle problematiche affrontate dal gruppo di lavoro durante la progettazione e secutiva delle strutture e delle successive fasi esecutive. In particolare si affrontano i temi riguardanti le prestazioni strutturali richieste dal Committente per i solai, a fronte dei notevoli carichi di progetto e degli aspetti statici e deformativi generati dalla presollecitazione di sistemi staticamente indeterminati.

Verifica di resistenza al fuoco di elementi in muratura a volta

(L. Ponticelli, M. Caciolai)

Il panorama edilizio italiano è ricco di elementi in muratura realizzati a volta. Molto spesso tali elementi strutturali sono ubicati in edifici ospitanti attività soggette ai regolamenti di prevenzione incendi e, pertanto, richiedono particolari requisiti di resistenza al fuoco. La questione legata alla verifica strutturale di elementi arcuati in condizioni di incendio, è sempre risultata di difficile soluzione, attesa la disponibilità esigua di metodi di verifica adeguati. Per tale motivo, con la finalità di verificare l'applicabilità del metodo semplificato della sezione residua – di cui all'Eurocodice 6 parte fuoco – anche alle volte in muratura, il Corpo Nazionale ha effettuato, nel luglio del 2015, una prova di resistenza al fuoco presso il forno sperimentale della Direzione Centrale per la Prevenzione e la Sicurezza Tecnica. I risultati conseguiti a valle della prova sono stati lusinghieri ed hanno dimostrato l'affidabilità del metodo analitico semplificato oggetto di verifica. Scopo del presente lavoro è illustrare il lavoro svolto, anche con l'obiettivo di preparare il terreno all'esecuzione di ulteriori test di resistenza al fuoco su elementi a volta realizzati con altri materiali da costruzione./ In Italy many old style buildings are made by masonry with vaults. These buildings often host premises subjected to fire regulations and so, fire resistance must be guaranteed. Very hard and difficult is the definition of the fire resistance of masonry vaults. So, the aim of this study is to demonstrate that the simplified method of the Annex C of the Eurocode EN 1996-1-2 can be safely applied when the resistance of the material in the “warm” zone is equal to zero. The test performed in 2015 by the Italian Fire Service showed the good compliance between the theory and the practice and so, new studies in this field are desirable.

Prove di compressione su calcestruzzo fibro rinforzato ad alte temperature

(M. Caciolai, P. Castelli, A. Meda, A. Caratelli, M. Como)

The analysis of the safety of civilians in large concrete structures such as subways, tunnels or road tunnels requires knowledge of its mechanical and thermal properties to evaluate the hot behavior and consequent residual strength. Pouring concrete in this study, has the following features: hooked steel fibers, 4D_BKT: 40 kg / m³, calcareous aggregates with a maximum size = 25 [mm], w / c = 0.4 and cement content = 450 kg / m³ . The compression tests performed in this study, have the aim of evaluating the compressive strength of the concrete test at high temperatures, following the basic points of the UNI EN 12390-3 at room temperature for tests; the tests has involved two treatment temperatures: 350 ° C and 650 ° C; have only two choices for temperatures and the tests have more data for each step and the steps have a reserve of results in case of any unforeseen during the tests.instructions set below. / L'analisi della sicurezza di grandi strutture civili in calcestruzzo come metropolitane, tunnel o gallerie stradali richiede la conoscenza delle sue proprietà meccaniche e termiche per valutare il comportamento a caldo e la conseguente resistenza residua. Il getto di calcestruzzo oggetto del presente studio, ha le seguenti caratteristiche: fibre metalliche uncinata, 4D_BKT: 40 kg/m³, aggregati calcarei con taglia massima = 25 [mm] , w/c = 0.4 e contenuto di cemento = 450 kg/m³.I test di compressione eseguiti in questo studio, hanno lo scopo di valutare la resistenza a compressione del provino di calcestruzzo ad alte temperature, seguendo i punti fondamentali della norma UNI EN 12390-3 per prove a temperatura ambiente; i test hanno interessato due temperature di trattamento: 350° C e 650° C; si sono scelte solo due temperature per avere più dati per ogni step ed avere una riserva di risultati in caso di eventuali imprevisti durante le prove.La lunghezza delle memorie non dovrà essere maggiore di 8 pagine. Per assicurare uno stile uniforme in tutto il volume, tutti i documenti devono essere preparati rigorosamente secondo le istruzioni riportate nel seguito.

Prove a flessione su travi in c.a. rinforzate con barre in FRP applicate mediante la tecnica Near Surface Mounted con matrice cementizia

(I. Del Prete, A. Bilotta, E. Nigro)

The response at ambient and elevated temperature of cementitious-bonded Near Surface Mounted (NSM) Fibre Reinforced Polymer (FRP) strengthened reinforced concrete (RC) members has not yet been significantly studied through research, aside from a limited number of available studies. NSM FRP strengthening is potentially less prone to damage due to fire exposure than Externally Bonded FRP reinforcement (EBR), also possibly without needing costly insulation systems. This paper presents the results of 12 tests on small-scale reinforced concrete beams strengthened in flexure with a single near surface mounted (NSM) carbon FRP bar. Flexural tests have been performed at both ambient and elevated temperatures on both un-strengthened and strengthened beams. The results reported in the paper show that NSM FRP systems with cementitious adhesives may perform better at elevated temperatures because: (a) cementitious grout is not as severely affected as typical epoxies by elevated temperature; (b) the cementitious grout can provide additional thermal protection to the FRP bars; and (c) the resin of the FRP bar, when the bar is manufactured by pultrusion, typically has a Tg higher than common in-situ cured epoxy resins used in wet lay-up FRP strengthening applications./La memoria mostra i risultati di 12 tests su travi di calcestruzzo armato (di dimensioni 1450 x 150 x 150 mm), rinforzate a flessione con una barra di CFRP applicata con la tecnica NSM (Near Surface Mounted) utilizzando una matrice cementizia invece delle tradizionali resine epossidiche. Le prove sono state effettuate a temperatura ambiente ed alle alte temperature sia su travi non rinforzate che su travi rinforzate. Le prove ad alta temperatura sono state condotte utilizzando pannelli radianti a propano. Sono state utilizzate due configurazioni di riscaldamento: (1) riscaldamento localizzato in mezzeria e (2) riscaldamento esteso a tutta la lunghezza del sistema di ancoraggio. La risposta termo-strutturale è stata investigata per condizioni di carico compatibili con la verifica delle condizioni di servizio per le barre di acciaio e per quelle di FRP. Le temperature, gli spostamenti e gli scorrimenti dell'FRP sono stati misurati mediante LVDT e strain gauges. Inoltre è stata utilizzata la tecnica denominata Digital Image Correlation (DIC) per monitorare la prova. Le prove hanno mostrato la buona performance del sistema di rinforzo NSM con matrice cementizia, sia in condizioni ambientali ordinarie che alle alte temperature, con riscaldamento localizzato ed esteso. In particolare il sistema strutturale è capace di mantenere efficacia fino a 600°C, se è garantito un appropriato ancoraggio all'estremità.

Metodi per la verifica di colonne composte acciaio-calcestruzzo “concrete filled” soggette ad incendio

(E. Nigro, A. Bilotta, A. Compagnone)

Steel-concrete composite columns with concrete-filled hollow sections behaves excellent strength and stability both at ambient temperature and in fire. Indeed the concrete provides both good restraint to buckling and natural protection against temperature growth in steel. The Fire Part of Eurocode 4 (EN1994-1-2) suggests simplified methods for the design and verification of some types of composite columns in fire, like concrete filled hollow sections or partially encased sections. National and European sub-committees for codes update, which include some authors of this paper, have initiated activities in order to improve these simplified methods, which in some cases are not completely suitable. In this framework, the paper summarizes some current activities of the Project Team SC4.T4 dedicated at the composite columns with concrete-filled hollow sections. The bearing capacity of composite columns is obtained applying simplified and accurate calculation methods suggested in literature. Preliminary comparisons between the results show the strengths and weaknesses of the simplified method and address towards possible improvements./Le colonne composte acciaio-calcestruzzo del tipo “concrete filled”, ovvero tubolari metallici riempiti di calcestruzzo, mostrano eccellente resistenza e stabilità sia in condizioni ordinarie che in condizioni di incendio. Infatti il calcestruzzo fornisce sia un buon vincolo nei confronti dell’instabilità locale che una naturale protezione contro l’incremento delle temperature nell’acciaio durante lo sviluppo di incendio. La Parte Fuoco dell’Eurocodice 4 (EN1994-1-2) suggerisce metodi semplificati per la progettazione e la verifica di alcuni tipi di colonne composte, come sezioni tubolari riempite di calcestruzzo o sezioni parzialmente rivestite. Le Commissioni nazionali ed europee preposte all’aggiornamento degli Eurocodici, di cui fanno parte anche alcuni autori di questa memoria, stanno conducendo attività finalizzate a migliorare questi metodi semplificati, che in alcuni casi non sono completamente utilizzabili. In questo contesto, la memoria riassume alcune delle attività in corso nell’ambito del Project Team SC4.T4, dedicato alle colonne composte concrete-filled. La valutazione della capacità portante viene condotta applicando metodi di calcolo semplificati ed accurati proposti in letteratura. I risultati preliminari dell’attività mostrano i punti di forza e di debolezza del metodo semplificato e suggeriscono criteri per possibili miglioramenti dello stesso metodo.

SOMMARI

**ROBUSTEZZA NEI CONFRONTI
DI AZIONI ECCEZIONALI**

Influenza del carroponete nella risposta sismica di edifici industriali

(A. Belleri, S. Labo, F. Cornali, A. Marini, P. Riva)

The earthquake that significantly hit the Emilia region in 2012 caused extensive damage in industrial buildings, especially in the case of precast concrete structures. Starting from the equations of motion associated to the pendulum load of overhead cranes, the present article aims to investigate the influence of the overhead crane and its suspended load in the seismic response of an industrial building. Finally, the paper provides considerations on how to model the crane and the suspended load for seismic vulnerability analyses. / Il terremoto che ha colpito in modo significativo il territorio emiliano nel 2012 ha provocato ingenti danni in edifici industriali, in particolare nel caso di edifici a struttura prefabbricata. Partendo dalla scrittura delle equazioni del moto del carico appeso di gru a ponte sottoposto a sollecitazioni sismiche, il presente articolo si propone di indagare l'influenza del carroponete nella risposta sismica di un edificio industriale e di fornire indicazioni utili ai fini della modellazione dello stesso nelle analisi di vulnerabilità sismica.

Vulnerabilità Sismica di Viadotti Autostradali in C.A. soggetti a degrado

(G. Pasqualato, P. Crespi, M. Zucca, N. Longarini)

Recently, the engineering interest about the durability of existing reinforced concrete structures has significantly increased as confirmed by the conspicuous scientific literature. The results of these studies are influencing the development of new structural codes. Among the wide range of existing reinforced concrete structures, motorway viaducts stand out for their strategic relevance. Most of these structures were built between '60 and '70 years and, nowadays, the materials degradation phenomena are leading to strength capacity reduction, either in serviceability condition or in presence of exceptional loads such as the seismic action. In order to evaluate the degradation phenomena effects on the seismic vulnerability of motorway viaducts, this paper shows a new procedure to evaluate the seismic performance of reinforced concrete bridges starting from the modelling of the materials degradation - according to several scenarios - and by carrying out multimodal pushover analyses. The degradation is considered in terms of reduction of the concrete cross-section and steel rebar area. The results give an accurate estimation of seismic performance in terms of seismic vulnerability index variation and consequent management activities (e.g. planning and execution of rehab works).

/ Durante gli ultimi anni, l'interesse ingegneristico riguardo al tema della durabilità delle opere strutturali realizzate in calcestruzzo armato si è notevolmente accresciuto, come dimostra la letteratura specialistica in questo settore. I risultati di questi studi stanno cominciando a influenzare lo sviluppo dei nuovi codici strutturali. Tra tutte le opere in cemento armato, i viadotti autostradali spiccano per importanza strategica. La maggior parte di questi viadotti è stata realizzata negli anni '60 e '70 dello scorso secolo e, oggi, i fenomeni di degrado dei materiali costituenti l'opera stanno portando ad una riduzione della capacità resistente, sia in condizioni di carico di servizio che in presenza di carichi eccezionali come, ad esempio, l'azione sismica. Al fine di valutare l'incidenza dei fenomeni di degrado del calcestruzzo armato sull'incremento della vulnerabilità sismica dei viadotti autostradali, si è provveduto a sviluppare una procedura di verifica che anteponesse alla classica analisi di vulnerabilità sismica, eseguita mediante pushover multimodale, una modellazione del degrado degli elementi del viadotto, in termini di riduzione della sezione di calcestruzzo e d'area delle barre d'armatura longitudinali e trasversali, secondo diversi scenari più o meno severi. Ciò ha consentito di valutare l'evoluzione dell'indice di rischio sismico del viadotto, e del conseguente tempo di intervento, al crescere dell'età dell'opera.

Comportamento ciclico di pilastri in c.a. rinforzati con camicie in HPFRC

(F. Di Carlo, A. Meda, Z. Rinaldi)

One of the main causes of concern for reinforced concrete structures consists in the reduction of durability caused by the possible reinforcement corrosion phenomena. Strain localizations, variations of strength distribution and rotation capacity can furthermore significantly affect the bearing capacity in case of a seismic event. An innovative technique for repairing and strengthening of damaged RC columns consists in the adoption of jackets in HPFRC. The paper aims to investigate the behaviour of strengthened elements, either undamaged or corroded, subjected to cyclic loads, by means of performing nonlinear numerical analyses. The corrosion phenomenon is accounted for with variations of the bar mechanical properties. A comparison with the experimental outcomes of full-scale tests carried out at the University of Bergamo has allowed to highlight the validity of the model and to underline the effectiveness of the analysed strengthening technique. / Una delle principali cause di preoccupazione per le strutture in calcestruzzo armato consiste nella riduzione di durabilità a causa dei possibili fenomeni di corrosione delle barre di armatura. Localizzazioni di deformazioni, variazioni di resistenza e capacità rotazionale possono inoltre influenzarne significativamente la capacità portante in caso di evento sismico. Una tecnica innovativa di riparazione e rinforzo di pilastri in c.a. danneggiati consiste nell'adozione di camicie in HPFRC. Lo scopo dello studio è quello di investigare il comportamento di elementi rinforzati, non danneggiati o corrosi, soggetti a carichi ciclici, attraverso l'esecuzione di analisi numeriche non lineari. Il fenomeno corrosivo è stato simulato attraverso una variazione delle proprietà meccaniche delle barre di armatura. Un confronto con i risultati delle prove sperimentali in scala reale effettuate presso i laboratori dell'Università di Bergamo ha permesso di mettere in luce la validità del modello realizzato e di rimarcare l'efficacia della tecnica di rinforzo analizzata.

Ottimizzazione di connessioni dissipative per il collegamento tra pannelli di strutture prefabbricate

(S. Bianchi, G. Marelli, F. Biondini, A. Titi)

The paper presents the experimental characterization and topology optimization of dissipative panel-to-panel connections of precast structures. The investigated connection devices consist of steel plates with multiple slits and openings, which define a set of elementary beams working in parallel. The shape, size and location of the openings determine the hysteretic behavior of the device. The paper summarizes the main results of experimental tests carried out on four different configurations of the device and presents an evolutionary structural optimization technique that allows to define both shape and topology of the elementary beams in order to increase the energy dissipation capacity of the connection. / La memoria presenta la caratterizzazione sperimentale e l'ottimizzazione topologica di connessioni dissipative per il collegamento tra pannelli di strutture prefabbricate. Le connessioni studiate sono dispositivi metallici composti da piastre dotate di fessure e aperture multiple, il cui funzionamento può essere ricondotto a quello di travi elementari operanti in parallelo. La scelta di forma, dimensione e posizione delle aperture consente di variare il comportamento isteretico del dispositivo. La memoria riassume i principali risultati di prove sperimentali eseguite su quattro diverse configurazioni del dispositivo e presenta una tecnica di ottimizzazione strutturale evolutiva che consente di definire forma e topologia delle travi elementari in modo da conseguire una maggiore capacità di dissipazione della connessione.

Minima armatura e ampiezza di fessura delle travi di calcestruzzo

(A.P. Fantilli, A. Gorino, B. Chiaia)

According to building codes, the minimum reinforcement must prevent both the growth of wide cracks in service, and the brittle failure of concrete beams in bending. Concerning the ultimate conditions, a ductility index, lower than zero in under-reinforced beams, has been introduced for calculating the minimum amount of steel rebar. The results of a general model and of several tests reveal the existence of a linear relationship between this ductility index and the amount of reinforcement. Moreover, a further linear relationship between a normalized service crack width and the amount of reinforcement can be obtained. The above relationships are generally valid, regardless of geometry and mechanical properties. If few tests are combined with these linear relationships, a new design-by-testing procedure can be used to calculate the minimum reinforcement which satisfy both the ultimate and the serviceability limit states. / In accordo con le prescrizioni normative, la minima armatura delle travi inflesse di calcestruzzo deve evitare la formazione di ampie fessure in esercizio e la rottura fragile. Con riferimento al calcolo della minima armatura nelle condizioni di stato limite ultimo, è stato introdotto l'indice di duttilità, che assume valori negativi per travi sotto-rinforzate. I risultati di un modello teorico e di diverse prove sperimentali mostrano l'esistenza di una relazione lineare tra l'indice di duttilità e l'area di armatura. Esiste inoltre un'ulteriore relazione lineare tra un'ampiezza di fessura di esercizio e la quantità di armatura. Tali relazioni sono di validità generale, poiché non dipendono dalla geometria e dalle proprietà dei materiali. Se ad esse sono combinati i risultati di alcune prove sperimentali, è possibile determinare la minima armatura che soddisfa contemporaneamente le condizioni di esercizio e di stato limite ultimo.

Dinamica delle travi a forte curvatura mediante elementi finiti Isogeometrici

(Flavio Stochino, Antonio Cazzani, Gian Felice Giaccu, Emilio Turco)

The standard finite elements approach for the dynamics of curved beam is usually based on the same energy functional used for straight beam, in other words an energy form that is essentially derived from de Saint–Venant’s theory. In case of strongly curved elements this approximation yields to not negligible errors, in particular for stress assessments. For this reason, in this work a different formulation, based on the Winkler’s simple kinematic assumptions, is adopted. In this way a non diagonal constitutive matrix is obtained and the computational efficiency of NURBS (Non Uniform Rational B–Splines) shape functions is added to an accurate representation of the constitutive relations. In this paper the natural frequencies and mode shapes of plane curved concrete beams are obtained. Computational cost and results accuracy is assessed with respect to closed form solutions and literature results. / L’approccio standard degli elementi finiti alla dinamica delle travi curve è basato, normalmente, sulla stessa formulazione energetica usata per le travi rettilinee. Tale espressione è derivata direttamente dalla teoria di de Saint-Venant, ma, nel caso di travi a forte curvatura, può produrre errori considerevoli soprattutto per quanto riguarda la valutazione degli sforzi. Per tenere conto di tale problema questa memoria presenta una formulazione differente basata sulla teoria di Winkler, che porta ad un legame costitutivo espresso da una matrice non diagonale, e sull’efficienza computazionale delle funzioni di forma NURBS (Non Uniform Rational B-Splines). Nel presente lavoro sono presentate le autofrequenze e le autofunzioni di travi a forte curvatura in calcestruzzo. L’accuratezza dei risultati ed il costo computazionale vengono valutati con riferimento alle soluzioni in forma chiusa presenti in letteratura.

Valutazione della capacità rotazionale di elementi in c.a. danneggiati da corrosione

(S. Coccia, S. Imperatore, Z. Rinaldi)

Existing reinforced concrete structures are frequently damaged by corrosion, even if built in mildly aggressive environment. Cracks, reinforcement section reduction, spalling and variation of the bond law may influence the strength and the ductility of the R.C. elements, varying also their ultimate behavior and rotational capacity. A proper definition of the plastic hinge characteristics it is essential to define the effective seismic behavior of existing structures. The paper intends to assess the influence of the corrosion on the local and global ductility of reinforced concrete elements, as well as to evaluate their rotational capacity varying the corrosion level. In the work, a great focus is given to the corrosion simulation, to take account of its geometrical and mechanical consequences, both on the reinforcing bars and on the interface./ Le strutture esistenti in cemento armato, anche in ambienti moderatamente aggressivi, sono spesso soggette a degrado da corrosione. Il fenomeno, determinando fessurazioni, riduzione della sezione delle armature, espulsione di copriferro e variazione delle caratteristiche di aderenza, può influenzare resistenza e duttilità degli elementi strutturali, variandone la capacità rotazionale e la modalità di collasso. La valutazione del comportamento sismico di strutture esistenti soggette a corrosione è fondamentale una corretta definizione delle caratteristiche di cerniera plastica. Obiettivo del presente lavoro è la valutazione dell'influenza della corrosione sulla duttilità locale e globale di elementi in c.a., nonché sulla variazione della capacità rotazionale di elementi danneggiati con vari livelli di corrosione. Particolare attenzione è rivolta alla simulazione del fenomeno corrosivo, al fine di tener conto delle sue molteplici conseguenze, sia a livello geometrico che meccanico, nelle barre di armatura, nel calcestruzzo e all'interfaccia.

Valutazione del fattore di struttura per telai piani in ca con FRC nelle zone di nodo

(L. Candido, F. Micelli)

The beneficial effect of using fibres in reinforced concrete structures has been widely proved in the last decades at a local level or in single members. The use of Fiber Reinforced Concrete (FRC) materials may solve problems arising during execution, due to the excessive amount of steel reinforcement required by high ductility demands in seismic design. Within this context, the global behaviour of Reinforced Concrete (R/C) seismic resistant plane frames was investigated when fibre-reinforced concretes are used in the inelastic regions of beams and columns. A large number of typical frames commonly found in residential buildings with two-four bays and two-eight storeys were considered and numerically analysed. The joint panels were modelled with or without rigid end-sections. The in-plane stiffness of the floors is introduced as well. Nonlinear static and dynamic analyses were run, adopting a diffused-plasticity model. The global behaviour factor of FRC/RC structures is presented and discussed. / L'effetto benefico di usare fibre corte in calcestruzzi fibro-rinforzati è stato dimostrato negli ultimi decenni a livello locale. L'uso di calcestruzzi fibrorinforzati (FRC) può risolvere problemi di esecuzione, legati ad un'eccessiva quantità di armatura richiesta dai codici normativi ai fini antisismici. In tale contesto, il comportamento globale di telai in calcestruzzo armato (C.A.) è stato studiato ipotizzando la presenza nelle zone inelastiche di giunto trave-colonna di materiali FRC. È stata condotta una estensiva analisi numerica su telai piani tipici di costruzioni civili residenziali a 2-4 campate e 2-4-8 piani. La zona di giunto è stata considerata sia rigida che deformabile, con o senza vincolo di diaframma rigido. Sono state eseguite analisi statiche e dinamiche nonlineari, adottando un modello a plasticità diffusa di tipo a fibre. Il comportamento globale di tali strutture è discusso anche mostrando i valori ottenuti per il fattore di struttura nei diversi casi.

Analisi non lineari semplificate per la valutazione sismica speditiva di strutture a telai in c.a.: revisione e proposta

(N. Caterino, E. Cosenza)

When dealing with large scale seismic vulnerability assessment, usual FEM model based software cannot be a suitable choice to capture the lateral behaviour and seismic capacity of each of the several buildings located in that area. Approximate methods based on the fundamental of structural analysis could be more appropriate. They are practical due to their ease of use and capability to drive to results, even approximated, starting from few input data available. Therefore, they are especially suitable when the full knowledge of structural details cannot be available and the computational effort has to be strongly limited. This study presents the review of some simplified pushover methods available in the literature. Then a combined use of two approximate procedures, each addressed to a different aim, is proposed. These methods have been applied to RC frame structures, to preliminarily compare their effectiveness in simulating the “exact” results would come from a professional FEM structural software./ Nelle analisi di vulnerabilità sismica a scala territoriale, l’adozione di software agli elementi finiti e di modelli sofisticati per la valutazione della capacità sismica dei numerosi edifici ubicati nell’area di interesse è, generalmente, una strada difficilmente percorribile. In tali casi, l’adozione di metodi approssimati, speditivi, basati su concetti fondamentali dell’analisi strutturale, può senz’altro essere una scelta più appropriata. Tali metodi sono caratterizzati da elevata semplicità di utilizzo e, soprattutto, dalla capacità di condurre al risultato finale (curva di capacità) elaborando un numero limitato di dati di partenza. Sono, pertanto, particolarmente utili allorché non possa essere conseguita la piena conoscenza dei dettagli strutturali della costruzione – per limitatezza di risorse economiche e di tempo – e quando lo sforzo computazionale debba essere fortemente limitato. Questo studio presenta la revisione di taluni metodi semplificati disponibili in letteratura per condurre analisi di pushover. Viene, poi, proposto l’uso combinato di due procedure approssimate, ciascuna rivolta ad uno scopo differente, quale metodo alternativo ai precedenti. Tali strumenti sono applicati a strutture 2D in c.a. per confrontare preliminarmente la loro efficacia nel simulare i risultati “esatti” che un software professionale FEM strutturale comporterebbe.

Crisi a taglio di pilastri esistenti in c.a. soggetti ad azione sismica

(M. Del Zoppo, C. Del Vecchio, M. Di Ludovico, A. Prota, G. Manfredi)

The recent L'Aquila earthquake (2009) confirmed the high vulnerability of existing reinforced concrete (r.c.) structures to seismic events. Indeed, after a critical survey conducted on the post-earthquake heavily damaged RC buildings, a large occurrence of column brittle failures governed by shear forces has been recognised. An overview of r.c. structures that exhibited the columns shear failure after the L'Aquila earthquake is herein reported as well as a critical review on the accuracy of Italian and European codes provisions about the shear capacity assessment of existing r.c. columns. Il recente terremoto di L'Aquila (2009) ha confermato l'elevata vulnerabilità sismica delle strutture esistenti in cemento armato (c.a.). Infatti, l'analisi critica degli scenari di danno osservati sugli edifici gravemente danneggiati a seguito del sisma ha confermato la presenza di frequenti crisi fragili a taglio in pilastri in c.a. Nella prima parte del presente lavoro, si riportano i risultati dell'analisi condotta su tali strutture che hanno manifestato crisi a taglio dei pilastri. Nel seguito, si effettua una revisione critica dell'accuratezza delle formulazioni suggerite dai codici vigenti in Italia ed in Europa per la previsione della capacità a taglio di elementi esistenti in c.a.

Controllo semi-attivo basato sul rocking per il miglioramento della capacità dissipativa sismica di colonne in c.a. prefabbricate

(N. Caterino, M. Spizzuoco, A. Occhiuzzi)

This work is inspired by the idea of dissipating seismic energy at the base of prefabricated RC columns via semi-active (SA) variable dampers exploiting the base rocking. It was performed a wide numerical campaign to investigate the seismic behavior of a precast RC column with a variable base restraint. The latter is based on the combined use of a hinge, elastic springs, and magnetorheological (MR) dampers remotely controlled according to the instantaneous response of the structural component. The MR devices are driven by a SA control algorithm purposely written to modulate the dissipative capability so as to reduce base bending moment without causing excessive displacement at the top. The proposed strategy results to be really promising, since the base restraint relaxation, that favours the base moment demand reduction, is accompanied by an high enhancement of the dissipated energy due to rocking that can be even able to reduce top displacement in respect to the “fixed base rotation” conditions./

In questo lavoro viene proposta una tecnica di controllo semi-attiva (SA) tesa a migliorare la capacità dissipativa di colonne prefabbricate in c.a., dunque a ridurre la risposta sismica in occasione di eventi severi. Detta tecnica è basata sull'uso di dissipatori a comportamento variabile che sfruttano il meccanismo di rocking alla base delle colonne. Viene presentata una vasta campagna numerica tesa a validare l'idea ed a calibrare un apposito algoritmo di controllo. Il vincolo alla base della colonna è basato sull'uso combinato di una cerniera, di molle elastiche e di dissipatori magnetoreologici (MR) controllati in remoto ed in real time in ragione della risposta istantanea della colonna. I dispositivi MR sono comandati per il tramite di un algoritmo di controllo SA appositamente scritto per detta applicazione. I risultati conseguiti sono davvero promettenti. La riduzione della domanda di momento alla base, che si ottiene grazie all'attivazione del meccanismo di rocking in precisi istanti di tempo, è accompagnata da un significativo incremento dell'energia dissipata, talvolta conducendo ad una domanda di spostamento in sommità pure ridotta rispetto alle condizioni standard di base impedita di ruotare.

Capacità sismica di edifici in calcestruzzo armato corrosi

(A. Bossio, G. P. Lignola, A. Prota, G. Manfredi)

Reinforced concrete buildings were built from about a century. Innovative materials and technologies are used to provide them with new and fundamental structural properties. The seismic capacity is one of the most important, both for safety and economic aspects. Nowadays materials and design experience allow building structures able to safely resist to severe earthquakes. However, degradation of structural elements occurs because of corrosion and seismic capacity reduces as corrosion penetration increases. To understand the seismic behavior of corroded reinforced concrete structures, some simulations and several push over analyses were performed according to a parametric program by considering the variability of corrosion attack (one or more sides of elements) and the variability of cross section loss of bars. Global seismic behavior was compared to global seismic behavior of non corroded structures. This represents a crucial step both in the assessment of the seismic vulnerability and to design structural retrofit of corroded buildings. / Le strutture in calcestruzzo armato sono costruite da circa un secolo. Materiali e tecnologie innovative sono utilizzati al fine di conferire loro nuovi e fondamentali proprietà strutturali. La capacità sismica è una delle più importanti, sia da un punto di vista strutturale che economico. Oggigiorno, i materiali e l'esperienza progettuale consentono di costruire strutture in grado di resistere in maniera sicura anche a terremoti di elevata magnitudo. Comunque, il degrado degli elementi strutturali a causa della corrosione, riduce la capacità sismica all'aumentare della penetrazione dell'attacco corrosivo. Al fine di poter comprendere il comportamento sismico di strutture in calcestruzzo armato corrose, sono state eseguite alcune simulazioni e diverse analisi push-over secondo un approccio parametrico, considerando la variabilità dell'attacco corrosivo (uno o più lati dell'elemento strutturale) e la variabilità della sezione persa di barra di armatura. Il comportamento sismico globale è stato comparato a quello di una struttura non degradata. Il presente articolo vuole essere uno step cruciale sia in caso di adeguamento sismico sia nella progettazione di interventi di consolidamento di strutture esistenti.

Progetto probabilistico in spostamenti di strutture in CA: ottimizzazione analitica su modello lineare equivalente con rigidezza ridotta dal danno

(P. Franchin, F. Mollaioli, F. Petrini)

Starting from a novel gradient-based method for the performance-based seismic design (PBSD) of framed RC structures, proposed by one of the authors, some improvements are presented in order to take into account the damage-induced stiffness degradation at larger response values. The method allows for the computation of the values of selected independent design variables (beams and column sections and reinforcement) leading to the attainment or non-exceedance of pre-defined mean annual frequencies for multiple limit states, i.e incorporating control of the seismic risk during the design phase. The improvement is accomplished by doubling the number of equivalent linear analyses of seismic performance at each point in the design space, implementing an intermediate element-by-element damage assessment after the first analysis. The procedure is exemplified with reference to a 15-storey RC plane frame building. / Il lavoro parte da un approccio innovativo per la progettazione prestazionale probabilistica in campo sismico delle strutture in CA proposto in precedenza da uno degli autori. Tale metodo si basa sul calcolo del gradiente della frequenza media di superamento (MAF) come definita nella formulazione SAC-FEMA. È proposto un miglioramento della formulazione iniziale, per tenere conto dell'abbattimento della rigidezza secante operato elemento per elemento e basato sul danno sismico indotto ai livelli di risposta più elevati. Il metodo permette la definizione dei valori che determinate variabili di progetto (dimensioni e armature di travi e pilastri) devono assumere per non violare predefiniti livelli di rischio per SL multipli, e costituisce un utile strumento per il controllo diretto di tale rischio in fase progettuale. Il metodo è illustrato con riferimento a un telaio in CA di 15 piani.

Confronto tra modelli numerici non-lineari per pareti di taglio in C.A. sotto caricamento ciclico

(G. Mancini, G. Bertagnoli, D. La Mazza, D. Gino)

The non-linear behaviour of concrete structures is the result of a series of phenomena, as material non-linear constitutive law and cracking process. As a consequence, in order to understand the behaviour of reinforced concrete members from elastic field to ultimate condition, is necessary to use instruments able to simulate the material damaging evolution under growing loads. Commercial non-linear finite elements codes are generally able to simulate concrete behaviour with good approximation when a progressive incremental load is applied. However, the same result could not be reached under a cyclic loading. In this work two commercial non-linear finite element codes have been considered in order to assess the skill of these codes to simulate non-linear concrete behaviour under cyclic loading. The results of six laboratory tests on shear walls have been compared with the ones obtained by means of numerical models and some conclusions on the numerical predictions are presented. / Il comportamento non lineare delle strutture realizzate in calcestruzzo è il risultato di una serie di fenomeni, come la non linearità della legge costitutiva del materiale ed il processo di fessurazione. Al fine di comprendere il comportamento degli elementi strutturali in calcestruzzo armato è necessario disporre di strumenti in grado di simulare il progressivo danneggiamento del materiale in presenza di carichi crescenti. In generale, i codici di calcolo presenti in commercio sono in grado di cogliere abbastanza bene il comportamento delle strutture in cemento armato soggette a carichi monotoni crescenti. Risulta invece più complesso seguire il comportamento strutturale in presenza di un carico ciclico. In questo lavoro sono stati considerati due diversi codici di calcolo non lineare agli elementi finiti al fine di verificare la loro capacità nel simulare il comportamento di pareti a taglio soggette a un carico ciclico. Sono stati considerati i risultati di sei prove di laboratorio disponibili in letteratura; tali risultati sono stati confrontati con quelli ottenuti numericamente per trarre delle conclusioni sull'affidabilità dei modelli numerici.

Indagini sperimentali sul comportamento sismico di un nuovo tipo di collegamento tra pila e impalcato per ponti composti acciaio-calcestruzzo

(S. Alessandri, R. Giannini, F. Paolacci, Nam H. Phan)

Nowadays, short-medium span steel-concrete composite I-girder bridges (SCC) are very popular, owing to their short construction time and reduced costs. Their limited weight makes their use adequate also for seismic areas, even though their seismic behaviour has not been yet adequately investigated. With this aim, within the European project (SEQBRI), the seismic behaviour of new pier-to-deck connections entailing the use of concrete cross-beams (CCB) has been recently studied. This paper shows the results of a comprehensive experimental investigation on this kind of connections conducted with the aim of characterizing the hysteretic behaviour and calibrating a component-based model for seismic analysis. Three different type of connection have been tested: one designed according to the standard DIN-FB104, generally utilized for gravity loads only, and other two, proposed for bridges located in low and medium intensity seismic prone areas. Based on different resistant mechanism, these latter have demonstrated a good behaviour in terms of strength and ductility. /I ponti a struttura mista acciaio-calcestruzzo, realizzati con travi profilate a caldo, sono molto diffusi per la loro rapidità di costruzione e i ridotti costi. Il loro limitato peso li rende adatti anche per le realizzazioni in zona sismica, sebbene il loro comportamento sismico non sia stato ancora adeguatamente studiato. Al riguardo, il progetto Europeo SEQBRI si è posto l'obiettivo di studiare il comportamento sismico di una tipologia di collegamento tra pila e impalcato costituita da una trave trasversale in calcestruzzo gettata in opera. Questo lavoro riporta i risultati di una campagna di prove condotta, nell'ambito di tale progetto, con lo scopo di caratterizzare il comportamento isteretico di questa tipologia di nodo e di calibrarne un modello analitico per componenti. Sono stati testati tre tipologie di collegamenti: uno progettato in accordo allo standard DIN-FB104, utilizzato prevalentemente per carichi gravitazionali, ed altri due proposti per i ponti situati in aree a media e bassa sismicità. Basati su diversi meccanismi resistenti, questi ultimi hanno dimostrato un buon comportamento sismico in termini di resistenza e duttilità.

Prevenzione e mitigazione del rischio sismico nei centri storici

(S. Biondi, N. Cataldo, C. Sulpizio, I. Vanzi)

After recent seismic events, the topic of seismic prevention and mitigation in historical centres is become very important, in particular for a seismic prone areas, like Italy, Greece, Portugal, in which a lot of historical towns, for high quantity of old buildings and for their urban structure, suffered a lot of damages. In the past, for this reason, the Authors described and discussed a strategy for seismic prevention and mitigation of historical centres, analyzing them in terms of structural safety. This approach was based on two relevant steps: the first is to study the Urban Risk, the second is to program the Post-Earthquake Activity. The first activity is the analysis of a complex system aiming to individuate the nodal fragility, the second tends to evaluate the buildings safety and the occupancy conditions for these buildings. In this paper a particular aspect of this topic will be discussed, i.e. how different typologies of buildings, that coexist in historical towns, could influence the reconstruction strategy. In fact, when one thinks to an old building isn't only a masonry historical building, an old building could be a more recent r.c. building designed without any seismic provisions or, as unfortunately usual, realized with poor quality material. Considering that in recent seismic events often this class of buildings caused a lot of damages and deaths, an efficient procedure to approach the impact of r.c. structures on seismic prevention and mitigation in historical centres has to be considered a fundamental goal to reach. / Dopo i recenti eventi sismici l'argomento della prevenzione e mitigazione del rischio sismico nei centri storici è diventato particolarmente rilevante, soprattutto in quelle aree sismicamente attive, Italia, Grecia, Portogallo, in cui un numero significativo di centri storici ha subito danni rilevanti sia negli edifici che nella sua struttura urbana. Nel passato gli Autori hanno descritto e discusso una strategia di intervento in cui il sistema centro storico è stato analizzato in termini di sicurezza strutturale. Questo approccio era basato su due fasi significative: la prima lo studio del cosiddetto Rischio Urbano, la seconda la programmazione a priori dell'attività post-sismica. La prima attività si sostanzia nell'analisi del sistema complesso con l'intento di individuarne le fragilità nodali. La seconda tende a valutare la coerenza delle attuali procedure per la verifica della sicurezza e delle condizioni di occupabilità degli edifici dopo l'evento sismico. In questo lavoro si affronta un particolare aspetto del problema e cioè come differenti tipologie di edifici, che coesistono nei centri storici, possono influenzare le strategie per la ricostruzione. Infatti è chiaro come pensando agli edifici storici non si debba far riferimento ai soli edifici in muratura, ma si debbano considerare anche più recenti strutture, o porzioni di strutture, in cemento armato che sono state realizzate senza previsioni sismiche e, spesso, con materiali di qualità molto scarsa. Considerando l'elevato numero di dati e vittime che il crollo di edificio in cemento armato ha provocato all'interno di centri storici, la definizione di un'efficace procedura per la valutazione dell'impatto di tali strutture sul rischio sismico di tali centri è sicuramente un argomento di notevole portata.

Analisi statica non lineare: applicazione ad un edificio in c.a. esistente

(A. V. Bergami, A. Forte, D. Lavorato, C. Nuti)

Recently, as a result of seismic events occurrences in Italy, building safety has become a topic of considerable interest. Most of existing reinforced concrete frame buildings designed for vertical loads only and without construction details, which guarantee ductility and dissipative capacity. Then it is necessary to develop a reliable and practical analysis procedure for professional use. This is confirmed by intense research activities to identify the capacity and the safety level of existing structures. Between existing approaches, the Incremental Dynamic Analysis (IDA) is considered to be one of the most accurate methods to estimate the seismic demand and capacity of structures. However the executions of many nonlinear response history analyses (NL_RHA) are required, therefore approaches non linear static analyses based are studying to aim less onerous methods. The research discussed in this paper deals with the proposal of an efficient Incremental Modal Pushover Analysis (IMPA) to obtain capacity curves by replacing the nonlinear response history analysis of the IDA procedure with Modal Pushover Analysis (MPA). Finally, these approaches were applied to an existing case study that is a concrete framed building of strategic relevance. / Gli eventi sismici avvenuti in Italia negli ultimi anni, hanno evidenziato quanto la tematica della sicurezza sismica degli edifici esistenti ricopra un ruolo di assoluto interesse. La maggior parte delle strutture in c.a. esistenti sono state progettate esclusivamente per i carichi verticali e sono prive di dettagli costruttivi tali da garantire duttilità e capacità dissipativa. Emerge dunque la necessità di sviluppare strumenti di analisi strutturale che siano accurati ma, allo stesso tempo, idonei ad un uso professionale. Quanto detto è confermato dall'intensa attività di ricerca che è orientata allo sviluppo di procedure per la determinazione della capacità e della vulnerabilità delle strutture esistenti. Tra gli approcci esistenti, l'analisi dinamica non lineare incrementale è considerata uno dei metodi più accurati per stimare la domanda e la capacità sismica delle strutture. Tuttavia, per tale procedura è richiesta l'esecuzione di molte analisi dinamiche non lineari e pertanto, col fine di individuare metodologie meno onerose, sono in fase di studio approcci basati sull'uso di analisi statiche non lineari. In questo articolo è discusso la proposta di un'efficace approccio basato proprio sull'uso dell'analisi statica non lineare; il metodo propone la sostituzione delle analisi dinamiche non lineari necessarie all'interno di una procedura incrementale tipo IDA, con analisi statiche non lineari. In conclusione, i due approcci citati sono stati applicati ad un caso studio reale ovvero un edificio esistente di importanza strategica in c.a.

Problemi Locali della Connessione a Taglio nel Progetto Sismico di Impalcati Composti Acciaio-Calcestruzzo

(S. Carbonari, F. Gara, A. Dall'Asta, L. Dezi)

This paper investigates local problems involved in the transfer mechanisms of inertia forces acting at the level of the concrete slab of typical steel-concrete composite bridge decks. In detail, the behaviour of the shear connection, usually designed with only reference to non-seismic loads at the ultimate limit state, is studied considering shear forces descending from both horizontal and transverse seismic actions. Some results concerning twin-girder steel-concrete composite bridge decks characterised by different static schemes are presented and the distribution of longitudinal and transverse forces acting on the shear connection is discussed. First results demonstrate the significance of properly considering seismic induced forces in the design of the steel-concrete shear connection and support the need of further investigations. / In questo lavoro si indagano i problemi locali negli impalcati da ponte composti acciaio-calcestruzzo, dovuti ai meccanismi di trasferimento delle forze inerziali agenti a livello della soletta in calcestruzzo. Nel dettaglio, viene studiato il comportamento della connessione a taglio, solitamente progettata con riferimento allo stato limite ultimo per carichi non sismici, considerando le forze di taglio dovute all'azione sismica agente nella direzione longitudinali e trasversale. Sono presentati alcuni risultati riguardanti impalcati composti bitrave caratterizzati da diversi schemi statici, discutendo la distribuzione delle forze di taglio sulla connessione. I primi risultati dimostrano l'importanza di considerare in modo opportuno le forze prodotte dall'azione sismica nel progetto della connessione e supportano la necessità di ulteriori approfondimenti.

Proposta di un sistema di valutazione della sostenibilita' di ponti di piccola e media luce

(M. Munoz, C. Nuti and B. Briseghella)

The assessment of the performance of new and existing bridges considering their sustainability is becoming more and more popular. In the last years many authors have proposed different rating systems to evaluate the sustainability of bridges. In this paper some rating systems are introduced and an integral abutment bridge (IAB) is analyzed as case study. Nowadays IABs represent an efficient alternative structural solution than conventional solutions for bridges with span lengths less than 60 meters. The benefits of this typology, compared to simply supported bridges (“conventional bridge” as used in this paper) are: a) reduction of inspection and maintenance costs due to the absence of expansion joints and bearings; b) reduction of the failure risk under seismic loads and c) an improvement in terms of flood water management. The benefits regarding sustainability of retrofitting an existing bridge, converting it into an integral abutment bridge, is evaluated. / La valutazione delle performance di ponti di nuova costruzione ed esistenti nei confronti della loro sostenibilita' e' recentemente diventata una richiesta sempre maggiore. A questo riguardo negli ultimi anni sono stati proposti vari sistemi di rating. Nell'articolo sono prima introdotte alcune metodologie di valutazione proposte da vari autori e succesivamente si analizza un ponte integrale come caso studio. I ponti integrali costituiscono una valida alternativa ai ponti convenzionali (con giunti e appoggi) per luci piccole e medie fino generalmente ai 60 m. Fra i benefici di questa tipologia si citano: a) riduzione dei costi di manutenzione; b) mitigazione del rischio sismico; c) minori infiltrazioni d'acqua. Il caso esaminato riguarda il retrofit di un ponte esistente in semplice appoggio con l'utilizzo della tecnologia dei ponti integrali e quindi eliminando gli appoggi e i giunti. Il beneficio in termini di sostenibilita' dell'utilizzo di tale tipologia strutturale rispetto alla convenzionale (ponte in semplice appoggio) viene esaminato tramite l'utilizzo di uno dei sistemi di rating prima introdotti.

Cloud to IDA: una soluzione efficace per implementare un'analisi dinamica incrementale

(A. Miano, F. Jalayer, A. Prota)

Incremental dynamic analysis (IDA) is a procedure in which a structure is subjected to a suite of ground motion records, scaled to multiple levels of intensity and leading to corresponding curves of response versus intensity. However, implementation of IDA usually involves a significant computational effort. In this work, a simple and efficient solution for IDA analysis with only few points, based on the structural response to un-scaled records (a.k.a the “cloud”), has been implemented. The transverse frame of a shear-critical seven-storey older RC building in Van Nuys, CA, which is modeled in Opensees with fiber-section considering the flexural-shear-axial interactions and the bar slip, is employed. It is demonstrated that the simplified IDA, obtained based on a significantly lower computational effort with respect to the full IDA, provides reliable results in terms of the statistics of structural response (e.g., mean and mean plus/minus one standard deviation) versus intensity and structural fragility. / L'analisi dinamica incrementale (IDA) è una procedura in cui una struttura è soggetta a una serie di accelerogrammi, scalati a differenti livelli di intensità, che portano a corrispondenti curve di risposta strutturale data l'intensità. L'implementazione di un'analisi IDA comporta un notevole onere computazionale. In questo lavoro, una soluzione semplice ed efficace per un'analisi IDA con soli pochi punti, scelti a partire dalla risposta strutturale ottenuta da accelerogrammi non scalati (metodo “cloud”), è stata implementata. Un telaio trasversale, critico a taglio, di un edificio esistente in C.A. di sette piani, sito in California, modellato in Opensees con sezioni a fibre, considerando l'interazione flessione-taglio-sforzo assiale ed il fenomeno del “bar slip”, è utilizzato come caso studio. L'analisi IDA semplificata, nonostante un onere computazionale significativamente inferiore rispetto alla IDA classica, fornisce risultati affidabili in termini di statistiche della risposta strutturale (media e media più/meno dispersione) data l'intensità ed in termini di fragilità sismica

Criteri di progetto per elementi dissipativi viscosi tra sistemi strutturali in parete-telaio in elementi di cemento armato

(R. Greco, G.C. Marano, B. Briseghella)

In this work authors deals with the design of Fluid Viscous Dampers (FVD) used as dissipative connections in wall-frame structural systems. The analyzed structure is composed of two sub-structures, the frames and the wall, and it is subject to a seismic acceleration. The optimum design is based on a "global protection strategy", which aims at protecting both the sub-structures, that is both the frame and the wall. In this context, the authors formulate a multi-objective optimum design, where there are two conflicting objective functions: the displacement of the frame and the shear in the wall. Optimum Pareto solution is obtained. For this purpose, a genetic algorithm, the Non-dominated Sorting Genetic Algorithm-II, is adopted. The proposed method uses a global seismic protection strategy: this is a very important issue in modern Technical Codes, where several performance requirements are fixed and often conflicting./ Questo lavoro concerne la progettazione di dispositivi viscosi (FVD) utilizzati come collegamenti dissipativi in sistemi strutturali parete-telaio in cemento armato. La struttura analizzata è composta da due sottostrutture, un telaio ed un setto/parete in cemento armato. E' supposto soggetto ad una azione sismica alla base e la progettazione ottimale si basa su una "strategia di protezione globale", finalizzata a proteggere entrambe le sottostrutture, cioè sia il telaio che la parete. In questo contesto, gli autori formulano un design multi-obiettivo ottimo, dove ci sono due funzioni obbiettivo conflittuali: lo spostamento del telaio e il taglio nel muro. La soluzione ottimale in questo caso non è una solo, ma sono tutte quelle che giaccio sul fronte di Pareto nello spazio del vettore delle funzioni obbiettivo. A questo scopo, un algoritmo genetico, il Non-dominated Sorting Genetic Algorithm-II (NSGAI) è adottato. Il metodo proposto persegue quindi una strategia di protezione di tipo globale, questione molto importante nei moderni codici tecnici, dove diversi requisiti di prestazioni sono fissi e spesso contrastanti gli uni con gli altri.

SOMMARI

**CICLO DI VITA COMPLETO
RECUPERO E RIQUALIFICAZIONE**

Analisi dei costi nel ciclo di vita di strutture in c.a. dotate di isolatori FPS

(P. Castaldo, B. Palazzo, P. Della Vecchia)

The aim of the study consists in evaluating the life-cycle costs of a r.c. 3D structure equipped with FPS bearings having different isolated periods. Assuming friction coefficient and seismic input intensity as random variables characterized by appropriate probability density functions, the Latin Hypercube Sampling method has been adopted as random sampling technique. Bivariate structural performance curves for each story of the superstructure and for the substructure as well as seismic reliability-based design abacuses for the isolation level have been defined for the different values of the isolation degree. Finally, the life-cycle cost analysis of the isolated system with different curvature radius of the FP bearings has been accomplished taking into account both the initial costs and the expected loss costs, due to future earthquakes, of the overall system during its design life (50 years) /L'obiettivo del presente studio consistenelvalutareicostinelciclo di vita di unastruttura in cementoarmatoisolataalla base con dispositivi FPS al variare del grado di isolamento. Assumendo il coefficiente di attrito e l'intensità sismica delle registrazioni accelerometriche come variabili aleatorie caratterizzate da appropriate funzioni di densità di probabilità, il metodo dell'Ipercubo Latino è stato adottato come tecnica di campionamento. Curve prestazionali bivariate per la sovrastruttura e per la sottostruttura così come abachi di progetto su base affidabilistica sono stati definiti al variare del grado di isolamento. Infine, l'analisi dei costi nel ciclo di vita della costruzione è stata condotta al fine di valutare l'influenza del grado di isolamento sui costi iniziali e sui costi relativi alle perdite attese per futuri eventi sismici nell'arco della vita utile (50 anni) della struttura.

Resistenza a presso-flessione nel tempo di una sezione in c.a. di una pila da ponte soggetta a corrosione

(P. Castaldo, B. Palazzo, A. Mariniello)

Reinforced concrete structures in service may be affected by aging, which may include changes in strength and stiffness assumed in structural design, in particular when the concrete is exposed to an aggressive environment. In this context, this paper provides a computational probabilistic approach to predict the time-evolution of the mechanical and geometrical properties of a statically determinate r.c. structural system (i.e. bridge pier) subjected to corrosion-induced deterioration, due to diffusive attack of chlorides, in order to evaluate its service life. Adopting appropriate degradation models of the material properties, concrete and reinforcing steel, as well as assuming appropriate probability density functions related to mechanical and deterioration parameters, the proposed model is based on Monte Carlo simulations in order to evaluate time variant axial force-bending moment resistance domains, with the aim to estimate the time-variant reliability index. Finally, an application to estimate the expected lifetime of a r.c. bridge pier is described. / Le strutture in calcestruzzo armato esposte ad un ambiente aggressivo sono soggette agli effetti del degrado, che possono comportare modifiche nella resistenza e nella rigidità assunte nella fase di progettazione. In tale contesto, questo articolo fornisce un approccio computazionale probabilistico per predire l'evoluzione temporale delle proprietà meccaniche e geometriche di sistemi strutturali isostatici in calcestruzzo armato (ad es. la pila di un ponte) soggetti al degrado dovuto alla corrosione, indotta dall'attacco diffusivo dei cloruri, al fine di valutarne la vita utile. Considerando adeguati modelli di degrado e appropriate funzioni densità di probabilità relative ai parametri meccanici, il modello proposto si basa sulle simulazioni numeriche alla Monte Carlo al fine di determinare i domini di resistenza forza assiale-momento flettente varianti nel tempo, con l'obiettivo di stimare la variazione dell'indice di affidabilità nel tempo. Infine, viene descritta un'applicazione per prevedere la vita utile di una pila da ponte in c.a..

La resistenza delle travi in c.a.p. del viadotto Akragas (S.S. 115-AG)

(N. Scibilia, S. Giancontieri)

This paper reports the structural resistance of the beams constituting the decks of the Akragas viaduct, located along the S.S.115 / Quater South West Sicilia, in Agrigento, between km 1 + 300 and km 2 + 900. This viaduct has particular interest having been designed by Riccardo Morandi engineer in the 1970th. The deck is made of reinforced concrete beams, prestressed according to Morandi M5 system. The geometric characteristics of the structures are obtained on the basis of the drawings provided by ANAS and the resistance of the materials are deduces by in situ tests. Moreover, referring to the actions on the road bridges at the time of design, some results of structural verifications are shown. / La presente nota riguarda la valutazione della capacità resistente delle travi in c.a.p. costituenti gli impalcati del viadotto Akragas ubicato lungo la S.S.115/Quater Sud Occidentale Sicula, nel Comune di Agrigento, tra il km 1+300 ed il km 2+900. Tale viadotto presenta particolare interesse essendo stato progettato dall'ingegnere Riccardo Morandi negli anni 70. L'impalcato è realizzato con travi in cemento armato, precomprese secondo il sistema Morandi M5. Si descrivono le caratteristiche geometriche degli impalcati ottenute sulla base degli elaborati grafici forniti dall'ANAS e le indagini sui materiali al fine di caratterizzarne la resistenza. Inoltre, facendo riferimento alla normativa in vigore all'epoca della progettazione relativa ai carichi agenti sui ponti stradali, si mostrano alcuni risultati delle verifiche strutturali.

Progetto di riqualificazione dell'Ex Mattatoio di Roma

(A. V. Bergami, G. Conte)

L'intervento di riqualificazione descritto in questo articolo è stato realizzato fra il 2011 e il 2013 si inserisce all'interno del sistema di trasformazione dell'Ex Mattatoio di Roma, dismesso nel 1975, ed aperto a nuove funzioni ed attività dedicate alla cultura ed alle arti. In particolare questo intervento ha interessato tre dei padiglioni esistenti denominati 2b, 4 e 8 oggi dedicati ad aule e laboratori per la Facoltà di Architettura dell'Università Roma Tre. Di particolare interesse sono i padiglioni 2B e 8, realizzati con struttura in muratura portante ad un solo piano e copertura a falde sorrette da capriate che coprono l'intera luce. Le coperture sono in c.a. nel caso del padiglione 2B ed in acciaio con capriate tipo "Polonceau" nel caso del padiglione 8. L'intervento di consolidamento ha riguardato l'intera struttura portante dei padiglioni, sono state utilizzate tecniche tradizionali utilizzando il c.a. come materiale principale. In particolare, nel padiglione 8 l'aula magna ad uso della Facoltà di Architettura, l'intervento è stato eseguito interamente in cemento armato gettato in opera, con il quale è stato possibile realizzare la gradinata, che in parte sostenuta da setti che spiccano da una nuova fondazione a platea ed in parte in aggetto. L'impiego del c.a. gettato in opera ha trovato convenienza nel limitare al minimo la movimentazione di elementi di grandi dimensioni all'interno di un'area, che durante i lavori è rimasta in uso alla stessa Facoltà di Architettura e che non ha visto nessuna interruzione della normale attività didattica. / The structural retrofitting activity, described in this paper, has been carried out between 2011 and 2013 within a wider project of requalification of the old slaughterhouse of Rome, closed on 1975 and now converted for cultural and artistic activities. In particular the activity on three buildings named pavilion 2b, 4 and 8, now belonging to the Faculty of Architecture of University Roma Tre, will be described in this paper. Pavilion 2b and 8 are single storey masonry buildings with a gable roof. The original roof is in realized with r.c. elements only in pavilion 8 whereas, the others, are supported by with steel trusses. The structural retrofitting has been designed according to traditional techniques using the r.c. as principal structural material. In particular, in pavilion 8, has been realized the aula magna of the faculty characterized by an extended bleachers realized with an r.c. slab, casted in place, supported by r.c. shear walls rising from new foundation. The paper highlights as the use of r.c. tpermitted to realize the structural project with a limited movement of large prefabricated elements inside a critical area: the university was operative and the construction site was confined in a very small area according to the common activity of a university space.

Evoluzione della resistenza del calcestruzzo: il caso degli sbarramenti

(A. P. Fantilli, B. Frigo, B. Chiaia)

To design retrofit and/or conservation of existing concrete structures, the assessment of concrete strength is generally required. The current methodologies consist of destructive tests (DT) and/or non-destructive tests (NDT). Nevertheless, in several situations (e.g., the seismic vulnerability assessment of long-term service structures), the traditional DT and NDT cannot be used. In these cases, the average strength of concrete (and the relative variance) can be obtained by a statistical approach based on the year of construction. Referring to concrete dams built in the last century, these statistical “strength curves” are used to analyse the seismic criticality of alpine dams, and the corresponding sensitivity to concrete class. / Al fine di progettare l’ammodernamento e/o valutare la capacità delle strutture di calcestruzzo esistenti, è solitamente necessaria la stima della resistenza a compressione. Le attuali metodologie consistono in test distruttivi (DT) e/o non distruttivi (NDT). Tuttavia, in molte situazioni (come ad esempio la stima della vulnerabilità sismica delle infrastrutture con lunga vita utile), le tradizionali prove DT e NDT non possono essere usate. In questi casi, la resistenza media del calcestruzzo (e le sue variazioni) possono essere ottenute con un approccio statistico basato sull’anno di costruzione dell’opera stessa. Con riferimento alle dighe di calcestruzzo costruite tra gli anni ’20 e gli anni ’80 del secolo scorso, le curve di resistenza sono state utilizzate per stimare la criticità sismica, e la corrispondente sensibilità alle classi di resistenza del calcestruzzo.

Econcrete: studio di fattibilità sull'applicazione di fibre d'acciaio riciclate in matrici di calcestruzzo

(G. Centonze, M. Leone, F. Micelli, M.A. Aiello)

Over the last years, the use of raw materials derived from End of Life Tires (ELTs) has found several applications, which have allowed a gradual waste reduction through its reuse in different production sectors. In this context, the present paper deals with the mechanical characterization of reinforced concrete with steel fibres recycled from ELTs. Concrete is generally considered a brittle material with a low tensile strength and a slight ultimate strain. Steel fibres are often used as discontinuous reinforcement in the concrete matrix to bridge the cracks that develop when a load is applied, improving its toughness and post-cracking behaviour. The discussed experimental work is part of a wider scientific investigation concerning the introduction of recycled steel fibres in civil engineering production sectors. The main findings on the mechanical behaviour of the proposed concrete, comparing the results with the corresponding ordinary concrete will be discussed. / Negli ultimi anni, l'impiego di materiali di scarto derivanti da Pneumatici Fuori Uso (PFU) è stato studiato per diverse applicazioni, contribuendo ad una riduzione degli scarti attraverso il riutilizzo in differenti settori produttivi. In tale contesto, il presente lavoro riguarda la caratterizzazione meccanica di calcestruzzi rinforzati con fibre d'acciaio derivanti da PFU. Il calcestruzzo è generalmente considerato un materiale fragile, con resistenza a trazione trascurabile e ridotta deformazione ultima. Le fibre d'acciaio vengono comunemente impiegate come rinforzo discontinuo all'interno della matrice con lo scopo di limitare la formazione delle fessure che si sviluppano in seguito all'azione dei carichi applicati, incrementandone la tenacità e il comportamento post-fessurativo. Il lavoro di seguito discusso è parte di una più ampia campagna sperimentale focalizzata sull'impiego di fibre d'acciaio riciclate da PFU in ambito civile. I principali risultati relativi al comportamento meccanico delle miscele di calcestruzzo proposte verranno discussi, confrontandoli con i corrispondenti calcestruzzi ordinari.

Valutazione sperimentale del contributo di rivestimenti alla durabilità del calcestruzzo

(M. Nicoletta, C. Scognamillo, A. Ceparano)

As part of the studies on the life cycle of building components and durability of concrete, an experimentation was conducted to evaluate the role of the coatings in painted plaster, in reference to carbonation of concrete structures in regard to real estate of the post-war period, in which this technical solution is mainly the only protection from atmospheric agents. The experimentation was conducted by comparing four types of prismatic samples (70x70x160mm) in ordinary concrete both uncoated, and coated with three different solutions (UNI EN-13295). Accelerated carbonation tests were carried out, in a thermostatic cell, exposing the samples to an atmosphere with 1% CO₂, and measuring the depth of carbonation at three significant steps. The results show which are the coating solutions with the best performance in relation to carbonation. Therefore, they may be a useful indicator for the maintenance interventions to carry out on the buildings in which – for their original features – the reinforced concrete structures are more subjected to the aggression by atmosphere. Nell'ambito degli studi sul ciclo di vita dei componenti edilizi e della durabilità del calcestruzzo, è stata condotta una sperimentazione per valutare il ruolo dei rivestimenti costituiti da intonaci tinteggiati, rispetto alla carbonatazione delle strutture in c.a., con riguardo al patrimonio edilizio del dopoguerra, in cui questa soluzione tecnica rappresenta in prevalenza l'unica protezione dagli agenti atmosferici. La sperimentazione è stata comparativamente condotta su quattro tipi di provini prismatici (70x70x160mm) in calcestruzzo ordinario non rivestito e rivestito con tre differenti soluzioni (UNI EN-13295). Sono state eseguite prove di carbonatazione accelerata, in cella termostatica, esponendo i campioni ad un'atmosfera con 1% di CO₂ e misurando le profondità di carbonatazione a tre step significativi. I risultati mostrano le soluzioni di rivestimento con migliori prestazioni nei confronti della carbonatazione. Dunque possono costituire un'utile indicazione per gli interventi manutentivi da eseguire agli edifici che per caratteristiche originarie hanno strutture in c.a. maggiormente sottoposte all'aggressione dell'atmosfera.

Effetto di strategie di retrofit alternative sulla riduzione delle perdite attese: valutazione dettagliata e approccio semplificato

(M. Gaetani d'Aragona, M. Polese, M. Di Ludovico, A. Prota)

ABSTRACT: Limitation of monetary losses due to earthquakes can improve resilience in developed countries. Computation of losses with the PEER performance-based earthquake engineering framework (Porter, 2003) normally entails performing a number of Non-linear Response History analyses as a basis for assessment of expected Engineering Demand Parameters and associated losses, that is an elaborate and time-consuming task. In (ATC, 2012) an alternative quicker approach relying on simplified modeling and analysis with SPO2IDA is also envisaged. This paper tests the applicability of simplified method using pushover based analysis and CSM method. In particular, it compares the losses obtained for a non-conforming reinforced concrete moment frame building starting from the classical approach, i.e. based on Non-linear Response History analyses, with the one computed with pushover-based assessment. Moreover, it evaluates the reduction of losses after building retrofit with the pushover-based analysis. // La resilienza in paesi avanzati può essere migliorata riducendo le perdite economiche. Il calcolo delle perdite economiche adottando il framework del PEER (Porter, 2003) prevede di effettuare un gran numero di analisi dinamiche non lineari quali base per la valutazione dei parametri di richiesta sismica e delle perdite economiche associate. In (ATC, 2012) si propone anche un metodo più snello basato su modellazione semplificata e la SPO2IDA. Questo lavoro testa l'applicabilità di un approccio semplificato basato su analisi di pushover in combinazione con il metodo CSM. In particolare confronta le perdite economiche ottenute da analisi dettagliate con quelle valutate a partire da analisi di pushover per un edificio in C.A. Inoltre, si valuta la riduzione di perdite economiche a seguito del retrofit dello stesso.

Travi in C.A. rinforzate a taglio con compositi fibrorinforzati a matrice polimerica e cementizia

(J.H. Gonzalez-Libberos, C. Pellegrino, G. Giacomini)

This paper presents the results obtained during an experimental campaign carried out in order to investigate the behaviour of reinforced concrete beams strengthened on shear with composite materials. In order to compare their performance, two different strengthening techniques were used: Fibre Reinforced polymers (FRP) and Fibre Reinforced Cementitious Matrix (FRCM) composites. The beams were simply supported and a traditional four point bending scheme was used to execute the tests. Midspan displacements were measured using linear variable transducers (LVDTs) while strain gauges were placed on the stirrups to measure strains. / Questo lavoro presenta i risultati ottenuti nel corso di una sperimentazione avente il fine di studiare il comportamento di travi in cemento armato rinforzate a taglio con materiali compositi. Al fine di confrontare le loro prestazioni, sono state utilizzate due tecniche differenti per rinforzare le travi: compositi fibrorinforzati a matrice polimerica (FRP) e cementizia (FRCM). Le prove di carico sono state eseguite con schema di trave in semplice appoggio, soggette a prova di flessione a quattro punti. I parametri di controllo sono stati la freccia in mezzera e le deformazioni nelle staffe e nelle fibre. A tal fine le travi sono state strumentate con trasduttori lineari variabili differenziali (LVDT) mentre degli strain gauges sono stati utilizzati per controllare la deformazione nelle staffe.

Impatto ambientale di calcestruzzi con aggregati riciclati

(F. Faleschini, M.A. Zanini, C. Pellegrino)

Concrete is the most diffused building material worldwide; its large availability is however responsible for great environmental emissions, causing the production of up to 5% of worldwide man-made emissions of carbon dioxide. In this contribution, the effects of using recycled concrete aggregate (RCA) to produce recycled aggregate concrete (RAC) are analyzed, both in terms of mechanical and environmental performances. Four concrete mixtures have been designed: a control, made with only natural aggregates, and three containing RCA. Fresh and hardened concrete properties have been analyzed, and then savings in environmental emissions due to the use of RCA have been quantified. Environmental analysis has been conducted through Life Cycle Assessment (LCA). Results show that the quality of the adhered mortar in RCA is a key parameter to allow recycled concrete to be designed with satisfying mechanical properties, and about 50% of carbon can be saved using RCA instead than NA. / Oggigiorno la problematica relativa ad un efficiente sviluppo sostenibile sta prendendo piede anche nel settore delle costruzioni, ed in particolare in quello della produzione di materiali quali cemento e calcestruzzo. Questi ultimi sono da soli responsabili di circa il 5% delle emissioni di CO₂ emesse in atmosfera. In questo contributo, è analizzata l'influenza dell'utilizzo di aggregati riciclati per produrre calcestruzzi sostenibili, non solo dal punto di vista delle performances meccaniche, ma anche di quelle ambientali. Sono state prodotte quattro miscele contenenti aggregati riciclati in differente percentuale, in sostituzione alla frazione grossa degli inerti naturali. Ne sono state poi analizzate le proprietà meccaniche e sono state quantificate le emissioni ambientali relative all'uso di aggregati naturali e riciclati, tramite un'analisi LCA. I risultati dimostrano come, dal punto di vista delle proprietà del materiale, la quantità di malta adesiva originale risulti un parametro fondamentale per la qualità dei calcestruzzi stessi. Inoltre, l'utilizzo di aggregati riciclati permette un risparmio di circa il 50% in termini di CO₂ emessa rispetto l'uso di aggregati naturali.

Adeguamento sismico di strutture in c.a.:una strategia razionale basata su Algoritmi Genetici

(R. Falcone, C. Faella, C. Lima, E. Martinelli)

This paper outlines a rational strategy for retrofitting Reinforced Concrete (RC), which is based on combining member- and structure-level techniques in order to achieve optimal design objectives in a Performance-Based approach. Member-level techniques (such as confinement with composite materials, steel or concrete jacketing) are supposed to enhance capacity of single members, whereas structure-level techniques (generally based on introducing steel bracings systems or shear walls) aim to reduce the seismic demand on the existing frame as a whole. A novel procedure, based on a “dedicated” genetic algorithms, is developed by the authors for selecting “optimal” retrofitting solutions, among the technically feasible ones, obtained by combining alternative configurations of steel bracing systems and FRP-confinement of critical members. The main assumptions about the representations of “individuals” and the main information about the genetic operations (i.e. selection, crossover and mutation) are summarised in the paper. Finally, a sample application of the procedure is proposed with the aim to demonstrate its potential in selecting rational retrofitting solutions. / Questa memoria presenta una strategia razionale per l’adeguamento sismico di strutture in c.a.; essa è basata sulla combinazione di tecniche di intervento di tipo “locale” e “globale” al fine di ottimizzare l’intervento di adeguamento sismico nell’ambito di un approccio prestazionale. I cosiddetti interventi “locali” (confinamento con materiali compositi, acciaio o calcestruzzo) consentono di incrementare la capacità dei singoli elementi, mentre quelli “globali” (basati sull’introduzione di sistemi di controvento in acciaio o la realizzazione di pareti a taglio) hanno lo scopo di ridurre la domanda sulla struttura esistente. Una procedura originale, basata sulla formulazione di un algoritmo genetico “dedicato”, è stata sviluppata dagli autori per selezionare la soluzione “ottimale” per l’adeguamento, tra quelle tecnicamente realizzabili ed ottenute combinando controventi concentrici in acciaio e confinamento di elementi esistenti tramite FRP. Nel testo vengono sintetizzate le principali assunzioni relative alla rappresentazione degli individui e le informazioni circa le operazioni evolutive (selezione, mutazione e crossover) che caratterizzano l’algoritmo genetico sviluppato. Infine, la procedura proposta viene applicata ad un caso studio al fine di dimostrarne le potenzialità.

Applicazione di capitelli in acciaio presollecitati per il rinforzo di solette esistenti contro il punzonamento

(S. Lips, E. Nusiner, S. Terletti, D. Carminati)

During the life span of a building its use may change, which could lead to a change of the structural system (e.g. walls replaced by columns) or a change of the loading conditions. Regarding flat slabs, the critical design criterion is due to the rather small thickness of the slabs mostly the punching failure in the column vicinity. Thus, in order to increase the load carrying capacity of flat slabs, the slab-column connection is one of the details that have to be strengthened. However, not only the desire to increase the performance of flat slabs may lead to the strengthening but also the change in design codes. Consequently, some existing structures, mostly built without shear reinforcement, do not meet current design criteria anymore. Thus, effective methods for the strengthening of flat slabs are necessary. One solution that has been widely used in Switzerland and Germany is an externally prestressed steel head placed underneath the slab./ Durante la vita di un edificio il suo uso può cambiare, di conseguenza potrebbe portare ad un cambiamento del sistema strutturale (ad esempio pareti sostituiti da colonne) o si potrebbe avere un cambiamento delle condizioni di carico. Per quanto riguarda gli orizzontamenti, visto il loro ridotto spessore, la modalità di rottura è spesso rappresentata dal punzonamento in prossimità della colonna. Pertanto, al fine di aumentare la capacità di carico di queste solette piane, il collegamento lastra- colonna è uno dei dettagli che devono essere rinforzati. Inoltre, la necessità di aumentare le prestazioni delle lastre può derivare anche dalla variazione di codici di progettazione. Di conseguenza , alcune strutture esistenti , per lo più costruite senza armatura a taglio , non soddisfano più i criteri di progettazione in corso. Pertanto, si rendono necessari dei metodi efficaci per il rinforzo delle lastre di solaio. Una soluzione che è stata ampiamente utilizzata in Svizzera e Germania è costituita da un capitello d'acciaio esterno precompresso collocato sotto la lastra stessa.

Modello per la risposta flessionale di nodi esterni in c.a. con barre lisce

(G. Campione, F. Cannella, L. Cavaleri, L. La Mendola, A. Monaco)

An analytical model in a closed form able to reproduce the monotonic flexural response of external R.C. beam-column joints with smooth rebars is presented. The column is subjected to a constant vertical load and the beam to a monotonically increasing lateral force applied at the tip. The model is based on the flexural behavior of the beam and the column determined adopting a concentrated plasticity hinge model including slippage of the main bars of the beam. A simplified bilinear moment-axial force domain is assumed to derive the ultimate moment associated with the design axial force. For the joint a simple continuum model is adopted to predict shear strength and panel distortion. Experimental data given in the literature are utilized to validate the model. Finally, the proposed model can be considered a useful instrument for preliminary static verification of existing external R.C. beam-column joints with smooth rebars. / Nel presente lavoro viene presentato un modello analitico in forma chiusa in grado di riprodurre la risposta flessionale monotonica di nodi esterni trave-colonna in c.a. con armature lisce. La colonna viene sottoposta a carico verticale costante e la trave ad una forza laterale crescente monotonicamente applicata all'estremità. Il modello si basa sul comportamento flessionale di trave e colonna adottando un modello di cerniera plasticità concentrata che include lo scorrimento delle armature della trave. Si assume un dominio sforzo normale-momento bilineare semplificato da cui viene derivato il momento ultimo associato alla forza assiale di progetto. Per il nodo viene adottato un modello continuo semplificato per prevedere la resistenza a taglio e la distorsione del pannello. Dati sperimentali disponibili in letteratura vengono utilizzati per validare il modello. Il modello proposto può essere considerato un utile strumento per la verifica statica preliminare di nodi esterni trave-colonna con armature lisce in edifici esistenti.

Domini in pressoflessione per colonne in c.a. con armatura corrosa

(G. Campione, F. Cannella, L. Cavaleri, M. F. Ferrotto, M. Papia)

In the present paper, a simplified model to determine the moment-axial force domain of the cross-section of reinforced concrete columns subjected to corrosion process is presented. The model considers members with square and rectangular cross-sections and it accounts for cover spalling, buckling of longitudinal reinforcing bars, loss of bond of bar in tension, reduction of confinement pressures (due to the reduction of the area of stirrups and cracking of concrete induced by rust formation). The analytical expressions for prediction of the area reduction of steel, bond strength and critical load of longitudinal bars utilized were verified against experimental data available literature. / Nel seguente lavoro viene presentato un modello semplificato per la determinazione del dominio forza assiale-momento flettente di colonne in cemento armato con armature corrose. Il modello considera elementi con sezioni rettangolare e quadrata e tiene conto del l'espulsione del copriferro, l'eventuale instabilità delle barre di armatura, la perdita di tensione di aderenza e la riduzione della pressione di confinamento (ovuta alla riduzione dell'area delle staffe e fessurazione del calcestruzzo indotta dalla formazione della ruggine. Le espressioni analitiche per la previsione della riduzione d'area della barra, della tensione di aderenza ed il carico critico delle barre longitudinali sono state calibrate attraverso i dati sperimentali disponibili in letteratura.

Resistenza a flessione e taglio di travi in calcestruzzo armato corrose

(G. Campione, F. Cannella, L. Cavaleri, F. Di Trapani, G. Minafò)

Simplified equations aimed at evaluating the flexural and shear capacity of corroded R.C. beams are presented and discussed in this paper, with reference to ordinary beams reinforced both longitudinally (with same-size bars) and transversely (with stirrups). A model is developed to take care of diffused and localised corrosion (pitting corrosion), concrete decay in compression and bond-strength decay at concrete-reinforcement interface. A fairly innovative contribution of this study is the introduction into the proposed equations of the main parameters governing the corrosion processes. The proposed approach is simple and effective, and may be adopted in the assessment of many damaged structures (a) on the basis of the available experimental information (e.g., carbonation depth, chloride content, pit depth and size in the bars and mass loss in the reinforcement), and (b) by utilizing analytical expressions calibrated through the knowledge of the density of the corrosion current. / Nel presente lavoro vengono presentate e discusse equazioni semplificate per determinare la resistenza a flessione e taglio di travi con armatura corrosa. Vengono analizzate travi con calcestruzzo a normale resistenza aventi armature longitudinali e staffe. Nel modello vengono considerati la riduzione della resistenza del calcestruzzo, la corrosione diffusa e da pitting sulle barre di armatura (considerando sia le barre di uguale diametro che le staffe), e la riduzione della tensione di aderenza. Il contributo originale di questo lavoro è l'introduzione dei principali parametri che governano il processo corrosivo nelle espressioni per il calcolo della resistenza flessionale ed a taglio delle travi in cemento armato. Questo approccio è semplice e può essere applicato sulla base di informazioni sperimentali (come ad esempio la prova di carbonatazione, il contenuto di cloruri, la misura del pit nella barra o il metodo gravimetrico per la corrosione generale) oppure utilizzando espressioni analitiche calibrate solamente sulla conoscenza dell'intensità di corrente di corrosione.

Correlazione tra prove in-situ di caratterizzazione dei materiali e la risposta sperimentale di elementi in C.A.

(C. Del Vecchio, M. Di Ludovico, A. Prota, E. Cosenza, G. Manfredi)

Existing RC buildings of the Mediterranean area commonly show high variability in the material mechanical properties because of the construction age and manufacturing processes. Such a variability has been confirmed by number of in-situ tests performed during the reconstruction process in the aftermath of L'Aquila 2009 earthquake. In this context, destructive and non-destructive characterization tests are useful supporting tools to estimate the actual concrete mechanical properties and to improve the accuracy of the seismic capacity assessment. The paper reports of a wide material characterization program consisting of destructive and non-destructive tests carried out on a building severely damaged by the L'Aquila 2009 earthquake. Due to poor concrete mechanical properties and seismic structural weaknesses, the building was demolished. Portions of the structural systems have been extracted before the building demolition, subjected to material characterization tests and then tested in laboratory. The comparison between the two sets of material characterization test programs and the correlation with the experimental performances of an RC column tested under compressive axial load is presented herein. / Comunemente gli edifici esistenti in CA dell'area mediterranea presentano un'elevata variabilità delle proprietà meccaniche dei materiali in funzione dell'epoca di costruzione dell'edificio e delle modalità esecutive dello stesso. Ciò è stato confermato dalle molteplici indagini in-situ condotte durante il processo di ricostruzione a seguito del terremoto di L'Aquila, 2009. In questo contesto, le prove distruttive e non-distruttive di caratterizzazione delle proprietà meccaniche dei materiali sono utili per avere una stima più realistica delle proprietà del calcestruzzo al fine di migliorare l'accuratezza nella valutazione della capacità sismica dei sistemi strutturali. Questo lavoro illustra l'ampio programma di prove di caratterizzazione meccanica dei materiali attraverso test distruttivi e non-distruttivi condotti su un edificio severamente danneggiato dal sisma di L'Aquila, 2009. L'edificio è stato demolito a causa delle scadenti proprietà meccaniche del calcestruzzo e della carenza di adeguati dettagli sismici. Ciò ha permesso il prelievo di parti del sistema strutturale oggetto prima di una caratterizzazione meccanica delle proprietà dei materiali e successivamente testati in laboratorio. Questo lavoro propone il confronto tra i due programmi di caratterizzazione meccanica dei materiali e la correlazione con la risposta sperimentale di un pilastro in CA testato a compressione.

Consolidamento strutturale del viadotto Colle Isarco sulla A22

(C. Costa, P. Joris, S. Vivaldelli, M. Viviani)

The strengthening of existing structures represent a special topic. The Colle Isarco Viaduct is a special structure of the A22 Highway or better of the corridor 1 - nord-sud Europe. Some corrosion evidence have imposed a strengthening project to ensure the structure from damage. The external prestressing has permitted to reach a good strenghtening to ensure the structure from corrosion and respect the new Eurocode. / Il consolidamento strutturale delle strutture esistenti rappresenta un tema di stretta attualità. Il viadotto Colle Isarco è una struttura del tutto speciale sull'autostrada del Brennero A22, sul corridoio 1 - Nord-Sud Europa. A seguito di alcune evidenze in merito ad attacchi corrosivi delle barre principali si è reso necessario predisporre una progettazione di consolidamento. L'uso della precompressione esterna ha permesso di raggiungere un livello di sovreresistenza sufficiente a garantire la struttura verso il pericolo di perdita di una parte della sua armatura originaria unitamente alla sicurezza verso i carichi previsti dalle nuove normative.

Prove di aderenza su elementi in calcestruzzo rinforzati con materiali compositi a base epossidica e cementizia in presenza di differenti condizionamenti ambientali

(F. Ceroni, A. Bonati, V. Galimberti, A. Occhiuzzi)

L'articolo presenta i risultati di un'estesa campagna di prove di aderenza mirate a valutare l'effetto di condizionamenti ambientali sulla resistenza alla delaminazione o distacco di due tipologie di rinforzo: tessuti in fibra di carbonio (sistema CFRP) applicati con resina epossidica e griglie in PBO applicate con malta a base cementizia (sistema FRCM) entrambi su supporti in calcestruzzo. I provini sono stati sottoposti a diversi condizionamenti ambientali (immersione parziale in acqua a 23°, 30° e 40° per brevi e lunghi periodi con e senza successivo ciclo di asciugatura, esposizione in aria a 30° e 40°) prima di essere sottoposti alle prove di aderenza realizzate secondo lo schema 'beam-test'. I risultati sperimentali hanno evidenziato un effetto negativo dei condizionamenti ambientali sull'aderenza del sistema CFRP al crescere della durata del trattamento. Per i provini con griglia in PBO, invece, i condizionamenti di breve durata hanno prodotto un degrado dell'aderenza più rilevante rispetto al sistema CFRP ed una maggiore dispersione dei risultati. Al crescere della durata del condizionamento, invece, i carichi di rottura del sistema FRCM sono stati confrontabili o addirittura maggiori di quelli dei provini non condizionati. I risultati sperimentali hanno, inoltre, evidenziato che in alcuni casi gli effetti dei condizionamenti sono stati reversibili. The paper presents the results of a wide experimental program concerning bond tests on concrete elements strengthened with two types of composite materials exposed to several environmental conditionings: an epoxy bonded carbon sheet (CFRP system) and a PBO grid bonded by means of a cement-based grout (FRCM system). The environmental conditionings (partial immersion in water at 23°, 30° and 40° for short and long periods with and without drying process, exposure in air at 30° and 40°) were realized before testing the specimens according to the 'beam-test' scheme. The experimental results showed a detrimental effect on the bond behavior for the CFRP epoxy bonded specimens as the conditioning time increases. For the specimens bonded with the PBO grid, in case of short exposure to the environmental conditionings, the detrimental effect on the bond behavior was more relevant than in the CFRP system and the experimental results were more scattered; conversely, in case of longer exposure periods, the failure loads were slightly lower or even greater than the ones relieved for the reference specimens. The experimental results evidenced also that in some cases the effects of conditionings were reversible.

Valutazione comparativa di sostenibilità delle strutture: Metodi e Applicazioni

(M.C. Caruso, C. Menna, D. Asprone, A. Prota)

The aim of the present study is the definition of a methodological framework, useful for guiding the construction community stakeholders in developing environmental sustainability comparisons among buildings at the design stage. The study proceeds on the basis that the design of new structures starts with specific requirements, including national technical standards. The proposed framework for the comparative life-cycle assessment (LCA) is then applied to a residential building case study; three different structural materials are compared: reinforced concrete (RC), steel, and wood. Starting with functional, architectural, and structural requirements, the building is designed and verified to take into account how structural solutions change depending on each building material. SimaPro software is used to conduct a cradle-to-grave LCA study for the three alternative structures; both IMPACT2002+ and EPD2008 methodologies are used to quantify environmental impacts. / Con il presente studio si vuole illustrare una metodologia che possa guidare gli stakeholder del settore delle costruzioni nella realizzazione di valutazioni comparative di sostenibilità ambientali tra edifici, in fase di progettazione. Lo studio si basa sulla cognizione che la progettazione di nuovi edifici si intraprende con la definizione di specifici prerequisiti, tra cui si annoverano le normative vigenti. La metodologia proposta per lo studio comparativo di life-cycle assessment (LCA) viene poi applicata ad un edificio residenziale realizzato in tre materiali strutturali differenti: calcestruzzo armato (RC), acciaio e legno. A partire da prefissati requisiti funzionali, architettonici e strutturali, ognuno dei tre edifici è progettato e verificato per stabilire quanto la scelta di una soluzione strutturale possa dipendere dal singolo materiale utilizzato. Lo studio di LCA “dalla culla alla tomba” è realizzato con l’ausilio del software SimaPro; inoltre, gli impatti ambientali sono stimati attraverso le metodologie IMPACT2002+ ed EPD2008.

Building Information Modeling: nuove frontiere per l'ingegneria strutturale

(A. Salzano, D. Asprone, E. Cosenza, G. Manfredi)

Nowadays Building Information Modeling (BIM) is representing a revolution in the design and management of civil construction works. It is a methodological approach, based on the integration within a 3D model of all information databases linked to the construction disciplines (architecture, structure, MEP, etc.), by means of parametric object modelling. Such an approach is based on the interoperability among all software applications supporting the entire lifecycle management of a civil construction work: concept, design, construction and facility management during the operational phase. The BIM capability of managing a great amount of information and complex procedures through an integrated system of collaborative methods and processes opens new frontiers of development to the entire construction sector and therefore to structural engineering. / Il Building Information Modeling (BIM) sta rappresentando oggi una rivoluzione nella progettazione e nella gestione di opere civili, in molti contesti nazionali ed internazionali. Si tratta di un approccio metodologico, basato sull'integrazione in un modello 3D, unico e condiviso, di tutti i database informativi legati ai sistemi che compongono l'opera (architettonico, strutturale, impiantistico, ecc.), attraverso una modellazione parametrica ad oggetti. Tale approccio è basato sul concetto di interoperabilità tra tutti gli applicativi software a supporto della gestione di tutto il ciclo di vita di un'opera civile: ideazione, progettazione, esecuzione e gestione della manutenzione nella fase di esercizio. La capacità del BIM di gestire una grande mole di informazioni e procedure complesse mediante un sistema integrato di metodi e processi collaborativi apre nuove frontiere di sviluppo a tutto il settore delle Costruzioni e quindi per la ingegneria strutturale.

Riqualificazione energetica di un edificio ALER a Cinisello Balsamo (MI) con il metodo EASEE

(R. Brumana, M. di Prisco, M. Colombo, F. Marchi, S. Terletti, F. Coeli, C. Failla, F. Sonzogni)

This paper reports the design and the realization of the energetic renovation of a residential building owned by ALER and located in Cinisello Balsamo (MI), by mean of the installation on the existing facades of an innovative insulating prefabricated sandwich panel, for a total of about 520 square meters covered. The energetic renovation process has been organized in the following steps:- survey campaign of the existing building's envelope by means of laser scanning technologies and thermographic survey for the identification of non-homogeneous parts of the building structure, to support the technological design as well as the installation of the prefabricated panels;- use of Building Information Modeling (BIM) aimed at supporting the design of both the prefabricated panels and the anchoring systems, towards the automation in the installation of the elements as well as the energy performance evaluation over time;- architectural and executive design of the energetic renovation and manufacturing of 186 insulating prefabricated panels, for a total of 28 different typologies, having different sizes, colors and finishing (with and without specific textures);- panels' installation to the existing building facades by means of steel profiles and realization of the finishing works. Before and after the installation of the prefabricated insulating panels, a dedicated monitoring campaign was performed for the evaluation of the thermal performance of the building, whose main results are also provided in this paper. This energetic renovation project has been performed in the framework of the European research project EASEE ("Envelope Approach to improve Sustainability and Energy efficiency in Existing buildings"), funded by the European Union under the 7th Framework Programme for Research and Development. This project, along its four years of duration, was aimed at developing innovative solutions for the energy upgrading of multi-storey residential buildings built before 1975, in a historical period in which the focus on energy efficiency was not so pressing, thus being highly energy-consuming buildings. / La presente memoria riporta l'esperienza progettuale e realizzativa di un intervento di riqualificazione energetica di un edificio di proprietà della ALER di Milano sito in comune di Cinisello Balsamo (MI), realizzato attraverso l'applicazione sulle facciate esistenti di un innovativo sistema di pannelli sandwich isolanti alleggeriti prefabbricati, per un totale di circa 520 mq rivestiti. L'iter realizzativo dell'intervento ha avuto i seguenti step:- campagna di rilievo dell'edificio esistente mediante laser scanner e rilievo termografico per l'individuazione delle disomogeneità della struttura, a supporto della progettazione tecnologica e all'installazione dei pannelli prefabbricati;- utilizzo del Building Information Modeling (BIM) a supporto del progetto di pannelli e ancoraggi, dell'automazione nell'installazione degli elementi e del controllo nel tempo delle prestazioni energetiche;- progettazione architettonica ed esecutiva dell'intervento e produzione di 186 pannelli isolanti di rivestimento, per un totale di 28 diverse tipologie dimensionali, aventi finitura con o senza texture superficiale e colorazioni differenti;- fissaggio dei pannelli alle pareti dell'edificio esistente tramite utilizzo di profili in

acciaio e realizzazione delle opere di finitura. Prima e dopo l'applicazione dei pannelli è stato eseguito un monitoraggio in continuo per la determinazione delle prestazioni termiche dell'edificio, di cui si riportano i principali risultati riscontrati. L'intervento realizzato si colloca come attività dimostrativa all'interno del progetto di ricerca europeo EASEE (Envelope Approach to improve Sustainability and Energy efficiency in Existing buildings), progetto finanziato dall'Unione Europea nell'ambito del 7° Programma Quadro di Ricerca e Sviluppo, della durata di 4 anni, con l'obiettivo di trovare soluzioni innovative per la riqualificazione energetica di edifici residenziali multipiano e multiproprietà costruiti prima del 1975, edifici cioè altamente energivori, costruiti in un periodo storico in cui l'attenzione all'efficienza e al risparmio energetico non era ancora così pressante.

Riutilizzo di scarti della lavorazione della pietra nelle malte: il caso della pietra leccese

(G. Centonze, M.S. Sciolti, M. Frigione, M.A. Aiello)

Usually the processing cycle to obtain different products using stone (construction blocks, ornamental elements, etc.) is carried out by cutting massive blocks with CNC system using water as lubricant. As a consequence, large amounts of fine powders are generated, compacted and stored in outdoor spaces. The production of this scrap amount depends on the processing cycle performed. In recent years recycling of waste by-products to reduce environmental impact, promoting sustainability in construction has become a relevant issue for the scientific community. Recent research studies proposed the use of several materials recycled from waste in construction technologies, even for mortar production. The objective of the experimental work herein discussed is to reuse scrap powders, based on waste products of local stone as filler in mortar formulations. The formulation of a new, sustainable, lime based mortar was designed and optimized with the aim of being used for the reinforcement of masonry structures. / Il ciclo produttivo per ottenere prodotti in pietra (blocchi da costruzione, elementi decorativi, ecc.) prevede il taglio di blocchi massivi attraverso sistemi CNC che usano acqua come lubrificante. La conseguenza è la produzione di grandi quantità di polveri fini che vengono compattate e stoccate in depositi esterni. La produzione di tali quantitativi di scarti è legata allo specifico ciclo produttivo. Negli ultimi anni il riciclo di prodotti di scarto per ridurre l'impatto ambientale promuovendo la sostenibilità è diventato un aspetto rilevante per la comunità scientifica. Recenti studi sperimentali hanno trattato l'applicazione di diversi prodotti di scarto nelle tecniche costruttive, anche nella produzione di malte. L'obiettivo del lavoro presentato è quello di riutilizzare polveri di scarto provenienti dal taglio della pietra locale come filler nella composizione di malte. Pertanto è stata ottimizzata una nuova malta sostenibile a base di calce da impiegare nel consolidamento di strutture murarie.

Aggregati di riciclo nel calcestruzzo preconfezionato: un'occasione di sostenibilità da sostenere

(L. Baldini, E. Euzor, M. Francini)

The recycled aggregates offer a formidable lever to the sustainability of the concrete industry, replacing fresh rock extracted from quarries with materials from demolition (C & D) or tunneling, otherwise destined for landfill. This virtuous potential (re)cycle has difficulty to take off in Italy: the volumes involved are still a low percentage of the total RMC. In this paper we show some reasons that help us to explain this difficulty. In general, the replacement of quarry aggregates with recycled ones implies a lower cost and a certain performance deficit. If the resources necessary to compensate the latter exceed certain limits, it lacks the convenience of the deal. In this balance an important role is played by some technical factors (petrographic variability, fines quality) and operational needs (recipes adaptivity, plant versatility). Not least, the prejudices that still affect the prescribing and monitoring. / Gli aggregati di riciclo offrono una formidabile leva di sostenibilità alla filiera del calcestruzzo, consentendo di sostituire rocce fresche estratte da cava con materiali provenienti da demolizioni (C&D) o da tunnelling, altrimenti destinati a discarica. Questo potenziale (ri)ciclo virtuoso stenta a decollare in Italia: i volumi in gioco rappresentano ancora una bassa percentuale del calcestruzzo prodotto. In questo lavoro si mostrano alcune motivazioni tecniche che contribuiscono a spiegare tale difficoltà. In generale la sostituzione di aggregati di cava con aggregati riciclati comporta un minor costo e un certo deficit prestazionale. Se le risorse necessarie per compensare quest'ultimo superano certi limiti, viene a mancare la convenienza dell'operazione. In questo bilancio giocano un ruolo importante elementi tecnologici spesso trascurati (variabilità petrografica, qualità dei fini) ed esigenze operative (adattività delle ricette, versatilità degli impianti). Non ultimi, i pregiudizi che ancora influenzano le modalità prescrittive e di controllo.

Metodo semplificato per la valutazione della resistenza a taglio di una sezione circolare in c.a.

(E. Cosenza, G. Maddaloni, G. Cuomo)

Reinforced concrete (RC) members with circular cross-section are widely used in structural and geotechnical engineering (e.g. columns in frame structures, foundation piles). Generally, for such members, the analysis is more complex than for rectangular cross-section and the problem is not sufficiently investigated in literature. Circular shape and uniform distribution of reinforcement along the perimeter cause some difficulties for a simple assessment of bending moment and shear capacity. In this study, for RC members with circular cross-section, an alternative method for the evaluation of shear capacity is presented. / Gli elementi in calcestruzzo armato con sezione circolare sono ampiamente utilizzati nel campo dell'ingegneria strutturale e geotecnica. Generalmente però, la valutazione della resistenza è più complessa rispetto a quella delle sezioni rettangolari. La forma circolare e l'uniforme distribuzione in punti discreti delle barre di acciaio lungo il perimetro, comporta alcune difficoltà per una semplice valutazione della capacità della sezione sia a flessione che a taglio. Nel presente lavoro è proposta una formula semplificata per la valutazione della capacità tagliante di una sezione circolare in calcestruzzo armato.

Indagini comparative sui metodi di “rilascio di tensione” per il c.a.p.

(E. Lofrano, A. Paolone, S. Perno, P. Di Zazzo, A. Gennari Santori)

The evaluation of the residual stresses in prestressed concrete structures is nowadays a significant target. Road and rail bridges are ones of the meaningful cases of interest; indeed, the growth of traffic, for the actions, and long-term phenomena and age degradation, for the resistances, often imply for such structures a strong reduction of the initial structural safety factors. With reference to the typical size of a girder p.s.c. bridge, the work proposes the results of comparative studies among the evaluation methods of “residual stress” based on the “stress relaxation”. The work focuses on the choices for the monitoring system and on the difficulties encountered during in situ practical implementation. / Valutare le tensioni residue in strutture di cemento armato precompresso è oggi un’esigenza molto sentita. Tra i casi d’interesse più significativi vi è quello dei ponti stradali e ferroviari, per i quali la crescita del traffico, sul versante azioni, e i fenomeni lenti e il degrado per vetustà, sul versante resistenze, hanno condotto spesso a forti riduzioni dei margini di sicurezza strutturale iniziali. Con riferimento alle dimensioni tipiche di una trave da ponte in c.a.p., il lavoro espone i risultati di indagini comparative sui metodi di valutazione delle tensioni “residue” di precompressione basati sul “rilascio di tensione”. Il lavoro si sofferma sulle scelte operabili per il sistema di misura e sulle difficoltà che si incontrano nella realizzazione pratica delle prove in situ.

Un elemento di copertura in HPFRCC per adeguare edifici industriali esistenti

(M. di Prisco, C. Failla, G. Zani, M. Colombo, F. Sonzogni)

The recent earthquake occurred in Emilia Romagna has promoted a large national debate on the structural retrofitting strategies for the industrial building stock; as a matter of fact, many existing factories housing production lines characterized by high technological standards are surprisingly inadequate to meet the structural and energy requirements imposed by recent regulations. In this context, a cost-effective improvement strategy may be represented by the replacement of the existing roof elements with cement-based composite panels characterized by remarkable mechanical and thermal performances. The paper presents a secondary multilayered component developed in the framework of a research project funded by Regional and National authorities. The structural design of such innovative product is followed by a description of the prototyping stages and by the mechanical characterization at the material and at the full scale, with reference to standard and exceptional load combinations. / Il recente evento sismico occorso in Emilia Romagna ha promosso l'avviamento di un ampio dibattito nazionale sulle strategie di adeguamento degli edifici strumentali esistenti; molti capannoni industriali, spesso a servizio di linee produttive caratterizzate da alti standard tecnologici, risultano infatti sorprendentemente inadeguati a soddisfare le prescrizioni strutturali ed energetiche imposte dalle normative di ultima approvazione. In questo contesto, un'efficace strategia migliorativa può essere rappresentata dalla sostituzione degli elementi di copertura con pannelli a matrice cementizia caratterizzati da elevate prestazioni meccaniche e coibenti. La memoria presenta un componente secondario multistrato sviluppato nell'ambito di un progetto di ricerca finanziato da autorità regionali e nazionali. La concezione strutturale del prodotto innovativo è seguita da una descrizione delle modalità produttive e dalla caratterizzazione meccanica alla scala del materiale e alla scala al vero, con riferimento a combinazioni di carico ordinarie ed eccezionali.

Ruolo delle indagini sperimentali nella verifica statica di costruzioni esistenti in c.a.

(G. Concu, B. De Nicolo, D. Meloni, N. Trulli, M. Valdés)

The issue of assessing the structural adequacy of existing buildings involves several problems when a unique and reliable strategy of modelling and analysing is looked for. This is mainly related to the peculiarity of each construction in a context of broad variety. In this light the structural model and consequently the judgment on structural adequacy should be derived from a process of analysis of the construction carried through steps of different reliability. This paper illustrates the application to a reinforced concrete structure of the process of analysis suggested by the Italian Building Code, with emphasis on the design of the survey campaign as a function of the desired level of knowledge of the construction and on the correlation between non-destructive testing data and those derived from destructive tests. / Nell'approccio alla verifica di sicurezza di un edificio esistente subentrano oggettive difficoltà a definire strategie univoche ed affidabili di modellazione ed analisi, in quanto la varietà tipologica e la singolarità specifica delle opere già in essere condizionano fortemente l'implementazione del modello strutturale e le procedure di verifica stesse. Al fine di formulare il giudizio sulla capacità residua di una struttura è pertanto necessario seguire un percorso di conoscenza in cui la definizione del modello strutturale consegue all'analisi ed interpretazione del costruito, mediante fasi conoscitive dal grado di attendibilità variabile. Il presente lavoro illustra l'applicazione del percorso conoscitivo suggerito dalle NTC ad una struttura in c.a., con particolare attenzione sia alla progettazione della campagna di indagini in funzione del livello di conoscenza desiderato sia alla calibrazione dei dati delle prove non distruttive con quelli derivanti da prove distruttive, al fine di pervenire ad una stima affidabile delle grandezze meccaniche ed elastiche dei materiali in opera.

Analisi di strutture prefabbricate monopiano considerando gli effetti P- Δ

(M. Ercolino, C. Petrone, G. Magliulo, A. Guerra, G. Manfredi)

P- Δ effects can significantly influence the seismic response of precast one-story structures. According to both European and Italian building code, these effects can be taken into account by following ad hoc design requirements, which could require re-design of structural elements and amplification of seismic effects. An extensive parametric study is performed in order to: a) evaluate the influence of P- Δ effects on the seismic behavior of precast structures and b) assess the efficiency of code design requirements. Many structures are designed according to different design approaches and the seismic performance is investigated for different nonlinear models. The results of nonlinear dynamic analyses demonstrate that P- Δ effects can significantly influence the displacement ductility demand of precast structures. However, the results show that the structural overstrength can compensate this influence. Therefore, in the final part of this work, an alternative design approach is proposed in order to achieve safer and cheaper structures. /Gli effetti P- Δ possono influenzare in modo significativo la richiesta sismica degli edifici prefabbricati monopiano. Sia la normativa europea che quella italiana prevedono alcune prescrizioni al fine di considerare tale fenomeno, quali la riprogettazione della struttura e l'amplificazione della richiesta sismica. In questo lavoro si descrive uno studio parametrico eseguito al fine di: (a) valutare l'influenza degli effetti P- Δ sulla risposta sismica di edifici prefabbricati e (b) valutare l'efficacia delle prescrizioni normative. In particolare, lo studio prevede l'analisi di numerose strutture, utilizzando diversi approcci progettuali e diverse ipotesi di modellazione. Le analisi dinamiche dimostrano che gli effetti P- Δ possono fortemente influenzare la domanda sismica delle strutture prefabbricate in termini di duttilità in spostamento. Tuttavia, si dimostra che tale influenza può essere compensata dalla sovraresistenza strutturale. Nella parte finale di questo lavoro, si propone, quindi, una modifica alle prescrizioni normative al fine di giungere ad una progettazione sicura e più economica.

L'influenza del contenuto d'acqua nelle prove ultrasoniche per strutture in cemento armato: un caso studio

(S. Biondi, C. Valente, L. Zuccarino)

r.c. structures are often detected with the aim of carrying out a seismic assessment or a structural retrofitting; the Ultrasonic Pulse Velocity test is normally used. One main feature of previous literature results on UPV tests is that direct to indirect UPV test results could be very different. Differences depend strongly on in situ concrete conditions (stress, cracking, rebar arrangement, ..) and humidity level while depend lesser on apparatus and operator. The Authors studied in the past the in situ conditions influence on UPV, now they are studying the influence on lab specimens. The paper aim is to describe and to discuss these activities with a particular focus on water content effect on UPV tests. Test results show that if water content is disregarded the usual survey techniques (like SonReb approach) could fail dramatically. In particular it is possible to point out that the ratio of direct to indirect UPV test results is pseudo linear with humidity; UPV test results strongly depends on humidity content for higher humidity level; in dry specimens, UPV values of indirect tests are lower than direct ones and in wet specimens UPV values of indirect tests are quite the same than the direct ones. A correlation between in situ to laboratory humidity level is of paramount importance for a correct use of the UPV test results./ Le strutture in c.a. sono spesso oggetto di valutazione della vulnerabilità sismica. Le prove ultrasoniche sono annoverate tra le prove non distruttive che, generalmente, vengono eseguite in situ. Molti contributi di letteratura su prove ultrasoniche documentano risultati differenti in caso di prove ultrasoniche dirette e prove ultrasoniche indirette eseguite su costruzioni esistenti in c.a. Le differenze riportate in letteratura dipendono in particolare dalle condizioni della stagionatura del calcestruzzo in opera e dal livello di umidità. In alcuni casi anche la strumentazione e/o l'operatore possono contribuire con difformità di risultato. Gli autori hanno studiato nei lavori precedenti la condizione in situ anche nel caso di edifici danneggiati dal terremoto, mentre attualmente la ricerca si propone di valutare l'influenza dell'umidità su provini di laboratorio. L'obiettivo del lavoro è quello di discutere i risultati sperimentali con particolare riguardo al contenuto di acqua nei provini. I risultati mostrano che, se si trascura l'effettivo contenuto di acqua, le consuete tecniche di indagine (ad esempio il metodo SonReb) possono fallire clamorosamente. In particolare è possibile osservare i risultati in termini di rapporto tra prove dirette e indirette sono governati da andamenti pseudo lineari con l'umidità; le velocità ultrasoniche sono fortemente condizionate dal contenuto di umidità; per provini asciutti le velocità ultrasoniche indirette sono nettamente inferiori a quelle dirette ed infine per provini umidi le velocità ultrasoniche indirette equivalgono quelle dirette. Una correlazione tra livello di umidità in laboratorio ed in situ risulta fondamentale per utilizzare le prove ultrasoniche.

Analisi di danno di dighe in calcestruzzo soggette alla reazione alcali-silice

(M. Colombo, C. Comi)

The durability of concrete can be reduced by several chemical phenomena, among them the alkali-silica reaction (ASR) plays a fundamental role. Such reaction can have a severe impact on structure safety and functioning. This work deals with the evaluation of the effects of ASR in existing concrete dams. To this purpose, a phenomenological two-phase isotropic damage model, describing the degradation of concrete, is presented and used to simulate the behaviour of concrete dams affected by ASR. This model takes into account the simultaneous influence of both humidity and temperature through two uncoupled diffusion analyses: the heat diffusion analysis and the moisture diffusion analysis. The role of the temperature and humidity fields variations on the development of the deleterious reactions is discussed in the case of an arch dam. The numerical analyses, performed with the proposed thermo-hydro-damage model, allowed to predict the structural behaviour both in terms of reaction extent and increase of crest displacements. / La durabilità del calcestruzzo può essere ridotta da diversi fenomeni chimici, tra i quali la reazione alcali-silice (ASR) gioca un ruolo fondamentale. Tale reazione può avere un forte impatto sulla sicurezza e sul funzionamento della struttura. Questo lavoro si occupa della valutazione degli effetti prodotti dall'ASR in dighe esistenti in calcestruzzo. A tale scopo, viene sviluppato un modello fenomenologico bifase di danno isotropo, che descrive il degrado del calcestruzzo e che viene utilizzato per simulare il comportamento di dighe in calcestruzzo affette da ASR. Questo modello tiene conto dell'influenza di umidità e temperatura attraverso due analisi diffusive disaccoppiate: l'analisi di diffusione del calore e dell'umidità. Viene discusso il ruolo delle variazioni del campo di temperatura e di umidità sullo sviluppo della reazione nel caso di una diga ad arco. Le analisi numeriche, eseguite con il modello proposto, hanno permesso di prevedere il comportamento strutturale sia in termini di avanzamento della reazione che di spostamenti al coronamento.

Influenza del livello di conoscenza sui materiali per la valutazione del valore caratteristico della resistenza a taglio delle travi esistenti in c.a.

(D. Lavorato, A. V. Bergami, A. Forte, G. Quaranta, C. Nuti, G. Monti, S. Santini)

This study deals with the assessment of the shear strength characteristic value (V_{rck}) limited by the concrete strut crushing for existing reinforced concrete (RC) beams on the base of the available material data. A procedure to determine V_{rck} is presented and applied to two existing RC beams extracted from an old structure built in the early 1900s. This procedure requires: i) an analytical or numerical model for the beam shear strength, ii) mean and standard deviation values for each uncertain basic variable and iii) a proper formulation for the tolerance factor depending on amount of data, assumed brittle and given confidence level. The shear strength model adopted in this study is the one proposed by the Italian Code NTC 2008 for beams with transversal steel reinforcement. Several non-destructive tests (namely, rebound and sonic tests) and destructive tests on concrete were performed, and the experimental outcomes showed a great variability of the compressive strength along the same beam, as usual for many old concretes. For that reason, V_{rck} values for each beam were calculated assuming different knowledge levels about the concrete compressive strength. Each level of knowledge is defined taking into account a different combination of available data about the compressive strength carried out from destructive tests. A comparison among the V_{rck} values obtained for each knowledge level is shown to draw useful considerations about the beam shear strength assessment based on materials test data. / Questo studio affronta il problema della valutazione del valore caratteristico della resistenza a taglio (V_{rck}) limitata dalla resistenza del puntone compresso in calcestruzzo, di travi esistenti in c.a. (calcestruzzo armato) sulla base dei dati disponibili circa i materiali delle travi. Una procedura per determinare il V_{rck} è presentata e applicata a due travi esistenti estratte da una struttura costruita agli inizi del '900. Questa procedura assume: i) un modello analitico o numerico per la resistenza a taglio, ii) la media e la deviazione standard per ogni variabile incerta che definisce il modello e iii) una formulazione adeguata per il fattore di tolleranza in funzione dei valori di frattile e del livello di confidenza assunti. Il modello per la resistenza a taglio selezionato è quello proposto dalle NTC 2008 per travi con armatura trasversale. Diverse prove non-distruttive (sclerometriche e soniche) e distruttive sono state effettuate sul calcestruzzo di queste travi; i dati sperimentali hanno mostrato una grande variabilità della resistenza a compressione del calcestruzzo lungo la stessa trave, come si osserva per molti calcestruzzi esistenti. Per questo motivo, i valori di V_{rck} per ciascuna trave sono stati calcolati assumendo differenti livelli di conoscenza per quel che riguarda la resistenza a compressione del calcestruzzo. Ogni livello di conoscenza viene definito considerando un numero differente di dati disponibili sulla resistenza a compressione ottenuti mediante prove distruttive. Il confronto tra i valori di V_{rck} ottenuti per ogni livello di conoscenza è descritto per trarre utili considerazioni sulla valutazione della resistenza al taglio delle travi esistenti sulla base dei dati disponibili sui materiali.

Le deformazioni a lungo termine nelle colonne snelle in calcestruzzo armato o a sezione composta acciaio-calcestruzzo

(F. Mola, L. M. Pellegrini)

The use of structural concrete for tall buildings and the architectural need for high ceilings and scenic multiple-floor spaces, used for majestic entrance or reception halls, has made it more and more common for structural engineers to deal with the issues brought about by the design of very slender r.c. columns. For these structural elements, long-term deformations induced by creep can remarkably increase second order effects, thus significantly reducing capacity. In the present paper, refined analysis procedures are presented and discussed for the evaluation of service life deformations in slender r.c. and composite columns. The interaction between the different causes of such deformations is also highlighted, particularly axial load, stiffness of external restraints, and rebar quantity in the cross sections. Some results are then presented, in order to quantify the effects of service life long-term deformations on the capacity of the columns at ultimate.

/ L'impiego del calcestruzzo strutturale per la costruzione di edifici di grande altezza e la frequente necessità di dovere realizzare in essi volumi ampi ed estesi su più piani, localizzati in corrispondenza delle quote di accesso, da luogo alla realizzazione di colonne di elevata snellezza. Le deformazioni differite di carattere viscoso possono sensibilmente incrementare gli effetti di secondo ordine, riducendo la capacità portante. Nel presente lavoro vengono formulate e discusse idonee procedure di tipo raffinato ed approssimante per l'analisi in esercizio di elementi snelli in calcestruzzo armato, evidenziando l'interazione fra le cause che ne influenzano lo stato deformativo, in particolare l'entità della forza normale, la rigidità di vincoli esterni e il quantitativo d'armatura nelle sezioni trasversali, ed i risultati, relativamente a situazioni di vincolo tipiche della pratica progettuale, vengono elaborati per determinare l'influenza sulla capacità portante allo stato limite ultimo.

Considerazioni critiche sui metodi di valutazione della resistenza di calcestruzzi in-situ

(M. F. Bonfigli, M. Breccolotti, A. L. Materazzi)

In many countries there is an increasing need of reusing existing buildings, and thus of assessing their load bearing capacity. A key step for any assessment is the evaluation of the strength of structural materials, which are typically characterized by means of a limited number of destructive tests. For RC structures the assessment of concrete strength is usually based on the extraction and testing of cores taken from the structure. The obtained values are then statistically interpreted to estimate the required percentile of concrete strength. This work provides a critical analysis of the statistical techniques suggested by the principal international standards for the estimation of in-situ concrete strength by means of concrete cores. The assumption of spatially uncorrelated sample strengths is then questioned and a statistically-consistent way to address the problem is provided. Finally, an application example is presented to give insights on the advantages and drawbacks of current approaches. / In molti paesi si sta registrando una crescente esigenza di riutilizzare il patrimonio edilizio esistente, e di conseguenza si ha la necessità di valutarne la effettiva capacità strutturale. Passaggio chiave per ogni valutazione di sicurezza è la stima delle resistenze meccaniche dei materiali strutturali, attività che tipicamente si basa sull'esecuzione di prove distruttive. Per quanto concerne le strutture in CA, la valutazione consiste nell'estrazione di carote poi sottoposte a prove di schiacciamento. I valori ottenuti sono quindi statisticamente interpretati per stimare il percentile di resistenza desiderato. Questo lavoro contiene una analisi critica delle tecniche statistiche utilizzate dalle principali normative internazionali per la valutazione della resistenza in-situ del calcestruzzo. L'ipotesi che i valori di resistenza misurati siano spazialmente non correlati è messa in discussione e sono fornite appropriate formulazioni statistiche volte ad affrontare questo problema. Infine viene illustrato un esempio applicativo per confrontare la qualità delle stime degli approcci attuali con quella della metodologia proposta.

Confronto fra il comportamento dinamico di malte rinforzate con fibre di vetro e di basalto

(L. Fenu, E. Congiu, D. Forni, N. Tesio, E. Cadoni)

In this paper, the dynamic behaviour of cement mortars reinforced with both glass and basalt fibres is studied. The influence of the addition of both types of fibre on energy absorption and tensile strength of the two types of fibre-reinforced mortar at high strain-rate was investigated. For this aim, basalt and glass fibres with same size were used. Static tests in compression, in tension and in bending were first performed. Dynamic tests were then carried out in order to investigate how glass and basalt fibres affected energy absorption and tensile strength of the fibre reinforced mortar at high strain-rate. The Dynamic Increase Factor (DIF) was finally evaluated. The results shows that DIF is not significantly affected by the addition of basalt and glass fibres, while energy absorption at high strain rate is significantly increased by the addition of glass fibres and only slightly increased by the addition of basalt fibres./ In questo articolo viene studiato il comportamento di malte cementizie rinforzate con fibre di vetro e di basalto e relativo impatto sull'assorbimento di energia e sulla resistenza a trazione ad alta velocità di deformazione dei due tipi di malta rinforzata. Le fibre usate hanno dimensioni identiche. Sono state prima eseguite delle prove statiche di compressione, trazione e flessione. Sono state poi effettuate delle prove dinamiche per studiare come le fibre di vetro e di basalto influenzino l'assorbimento di energia e la resistenza a trazione di una malta fibro-rinforzata ad elevata velocità di deformazione. È stato infine determinato il Fattore di Incremento Dinamico (DIF). I risultati mostrano come il DIF non sia significativamente influenzato dall'aggiunta delle fibre di basalto e di vetro, mentre l'assorbimento di energia ad elevata velocità di deformazione è aumentato sensibilmente dall'aggiunta delle fibre di vetro e lievemente da quella di fibre di basalto.

Dighe in calcestruzzo: comportamento a lungo termine e vita in servizio

(M. Berra)

Most of Italy's concrete dams are approaching the end of their designed life cycle. In order to extend these structures' service lifetime under safe conditions, there is a need to develop suitable diagnostic strategies and to adopt effective repair techniques. To do so, it is increasingly important to acquire a thorough knowledge of the ageing of concrete in dams. This is a natural process leading to progressive changes in the structure's behaviour depending on both quality of the dam's design and construction and deterioration due to environmental and operational conditions. After discussing the quality of concrete in Italian dams in relation to the materials and techniques used at the time of construction, the paper examines the different ageing problems presently observed, with particular reference to some expansive phenomena (alkali-aggregate reactions and sulphate attack) and advises some management strategies. / Molte delle dighe in calcestruzzo Italiane sono prossime al termine del proprio ciclo di vita di progetto. Per garantire loro tempi di vita in servizio più lunghi, in condizioni di sicurezza, è necessario individuare idonee strategie di diagnosi e adottare efficaci tecniche di ripristino. A tal fine diventa sempre più attuale un'approfondita conoscenza dell'invecchiamento del calcestruzzo nelle dighe. Si tratta di un processo naturale che porta a un progressivo cambiamento nel tempo del comportamento dell'opera, correlabile sia alla qualità della progettazione e della realizzazione della diga che a tutti quei fenomeni di degrado connessi alle sue condizioni ambientali e di esercizio. Dopo un excursus sulla qualità del calcestruzzo delle dighe italiane, in relazione ai materiali e alle tecnologie esecutive adottate all'epoca della costruzione, la memoria analizza le differenti problematiche d'invecchiamento attualmente riscontrate, con particolare riferimento ad alcuni fenomeni espansivi (reazioni alcali-aggregati e attacco solfatico) e suggerisce alcune strategie gestionali.

Diga di Beauregard: interventi di messa in sicurezza e adeguamento delle opere

(L. Artaz, G. Canella, G. Martinotti, C. Marcello, P. Meda, A. Frigerio, G. Mazzà)

The paper describes the Beauregard dam (Italy) case-history, a concrete arch-gravity structure 132m high, built on the Dora di Valgrisenche River. The geological and geotechnical investigations carried out since the dam construction have underlined a Deep-Seated Gravitational Slope Deformation (DSGSD) on the left slope. The interpretation of the effects of the slide movements against the dam, the forecast of the future possible trends, and the choice of the design solution to guarantee the long-term safety operation of the dam, consisting in the demolition by blasting of the upper part of the structure, are presented. / La memoria descrive il caso della diga di Beauregard, una struttura ad arco-gravità in calcestruzzo di 132m, costruita sulla Dora di Valgrisenche. Le indagini geologiche e geotecniche condotte a partire dalla costruzione della diga hanno evidenziato la presenza di una deformazione gravitativa profonda sul versante sinistro (DGPV). Si illustrano gli effetti generati dal movimento di versante sulla diga, la previsione del comportamento futuro e la scelta della soluzione progettuale atta a garantire la sicurezza a lungo termine, consistente nella demolizione della parte superiore della struttura.

La manutenzione e riabilitazione delle dighe e delle opere idrauliche

(F. Fornari)

ITCOLD, the Italian Committee on Large Dams, is a cultural and scientific association that promotes studies on all problems connected with dams. The Italian patrimony is noteworthy having more than 500dam with an average age above 60 years. The main engagement of the technicians of developed countries as Italy is mostly devoted to maintain and guarantee the safety and the optimal management of these works that are often considered integral part of the natural environment in which they are located. A Permanent Observatory was established whose aim is to collect and disseminate information about the refurbishment activities carried out so far, favoring the technical debate and the growth of the know-how in the dam community. / ITCOLD, il Comitato Italiano Grandi Dighe, è un'associazione culturale e scientifica che promuove studi sui problemi relativi alle dighe. Il patrimonio italiano è notevole con oltre 500 dighe la cui età media supera i 60 anni. L'impegno principale dei tecnici dei paesi sviluppati come l'Italia è in gran parte dedicato a mantenere e garantire la sicurezza e la gestione ottimale di queste opere che sono ormai parte integrante dell'ambiente. ITCOLD ha istituito un Osservatorio Permanente il cui scopo è di raccogliere e diffondere informazioni sulle attività di ripristino finora svolte, favorendo il dibattito tecnico e la crescita del know-how nella comunità tecnica.

Dighe italiane in muratura: esempio di ripristino mediante iniezioni a serbatoio pieno

(U. Ravaglioli)

The paper reports about the main features of the masonry Italian dams, built of stones and mortar (conglomerate). This type of dam was widely used in the past, in the first half of the XX century, and about 60 dams of this type are currently still in operation in Italy. They represent a still important infrastructural asset, affected by peculiar ageing process and requiring careful maintenance activities. The case history described in the paper is the sealing restoration by a cement grout curtain, near the upstream face, with injection holes drilled from the crest. The type of intervention has avoided the emptying of the reservoir, weighty aspect for potable water supply. / L'articolo riferisce in merito alle principali caratteristiche delle dighe italiane costruite in pietrame e malta (conglomerato). Questa tipologia di diga è stata ampiamente utilizzata in passato, nella prima metà del XX secolo, e circa 60 dighe di questo tipo sono attualmente ancora in esercizio in Italia. Esse rappresentano una ancora importante risorsa infrastrutturale, ancorché influenzata da un peculiare processo di invecchiamento che richiede un'attività di attenta manutenzione. La case history descritta nella memoria riguarda il ripristino dello schermo di tenuta con iniezioni di cemento realizzate, in prossimità del paramento di monte, con fori di iniezione praticati dal coronamento della diga. Il tipo di intervento ha evitato lo svuotamento del serbatoio, aspetto importante per un'opera destinata alla fornitura di acqua potabile.

Taglio strutturale della diga del lago colombo, affetta da reazione alcali-aggregato, per ricondurne il comportamento da arco a gravità

(M. Sbarigia, F. Zinetti, M. Hernandez-Bagaglia)

This paper deals with the rehabilitation and maintenance of the Lago Colombo Dam, owned by Enel S.p.A. since 1962. Comprehensive studies of the dam condition and behaviour pointed out the necessity of important rehabilitation works, to improve the safety conditions and to ensure the efficiency of the dam. Its original gravity behaviour was restored and the arch effect was reduced. The final solution consisted in the crack grouting with special self-compacting mineral mortar and in the carrying out of two new vertical structural joints, by means of slot cutting (2 cm wide) with diamond wire. Others additional improvement works were also carried out. The works started in 2010 and were successfully completed in 2011; in summer 2012 and 2013, the reservoir was re-impounded and the dam behaviour monitored after the rehabilitation. The dam monitoring of the last years has confirmed the change of dam behaviour as required in the rehabilitation project. / La presente memoria tratta la riabilitazione strutturale cui è stata sottoposta la diga del Lago Colombo, gestita da Enel S.p.A. dal 1962. Gli interventi, finalizzati ad incrementare le condizioni di sicurezza della diga, si sono resi necessari a seguito delle evidenti criticità strutturali rilevate dal monitoraggio strumentale, degli approfonditi studi del comportamento e delle indagini sui materiali e fondazioni. Il comportamento della diga è stato quindi ricondotto da quello prevalentemente ad arco a quello originale a gravità, attraverso il risarcimento con malte speciali autolivellanti di una rilevante fessura orizzontale apertasi sul paramento di valle e la realizzazione di 2 nuovi giunti strutturali verticali mediante taglio con filo diamantato della larghezza di 2 cm. I lavori si sono svolti tra il 2010 ed il 2011; negli anni successivi sono stati condotti gli invasi sperimentali. Il monitoraggio della diga ha confermato il cambio di comportamento auspicato in progetto. Il collaudo dei lavori da parte della Direzione Dighe del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti è avvenuto nel 2015.

Interventi di riabilitazione di opere accessorie degli impianti idroelettrici

(F. Zinetti)

The ITCOLD Working Group "Hydraulic works associated with dams" has analysed the state on the safety of hydraulic structures on the following aspects: Control activities; Deterioration Scenarios; Types of deterioration of the works; Maintenance and rehabilitation interventions. The memory focuses on the aspects related to the control activities from the point of view both of their purpose and operation. Subsequently, the typical problems of this type of works and the main rehabilitation methods usually adopted are presented with particular attention to the causes that determine their degradation (problems of foundation, environmental causes and structural deficiencies). / Il Gruppo di Lavoro ITCOLD "Opere idrauliche associate alle dighe" ha analizzato i problemi di sicurezza delle opere idrauliche considerando i seguenti aspetti: attività di controllo; scenari e tipologie di deterioramento delle opere; manutenzione e interventi di ripristino. La memoria si concentra sugli aspetti relativi alle attività di controllo evidenziando le modalità operative e gli obiettivi; inoltre analizza i problemi tipici di queste opere e illustra i principali metodi di riabilitazione con particolare riguardo alle cause che ne determinano il degrado (problemi di fondazione, cause ambientali e carenze strutturali).

Comportamento strutturale di elementi in c.a. del primo Novecento

(L. Berto, S. Bullo, R. Di Marco, A. Saetta, D.A. Talledo)

The structural behavior of r.c. constructions built within the first years of 20th century represents a crucial issue of research nowadays, due to their high historical and cultural value. The safeguard of these buildings requires to give them a new life making them useful. It is necessary to evaluate their vulnerability, with particular reference to seismic hazard, in order to design appropriate interventions that fulfill safety requirements while minimizing their interference with conservation requests. In this paper the calculation methods used for design of such constructions, referring in particular to Hennebique's method for design of flexural elements (e.g. beams and slabs), are investigated in order to support engineers and architects during their analyses and to plan the in-situ tests and inspections. Afterwards a first detailed study with analysis up to failure of such elements is presented. In particular it is adopted a constitutive model for concrete based on damage mechanics that is able to account for degradation/aging phenomena that may eventually modify structural behavior of r.c. elements. / Lo studio del comportamento strutturale delle opere in calcestruzzo armato appartenenti al patrimonio culturale del XX secolo rappresenta oggi un tema di grande interesse, che coinvolge sia aspetti più specificamente legati alla vulnerabilità del costruito storico, sia le problematiche connesse alla realizzazione di un progetto di consolidamento in grado di coniugare i requisiti di sicurezza con i criteri di minimo intervento. In questo lavoro vengono analizzati i metodi di calcolo utilizzati per la realizzazione di tali opere, con particolare riferimento ad elementi inflessi realizzati secondo il brevetto Hennebique, allo scopo di costruire abachi direttamente utilizzabili dai progettisti a supporto delle loro analisi e per la progettazione delle campagne di indagini. Viene inoltre presentato un primo studio di dettaglio, che utilizza metodi avanzati, del comportamento di tali opere in campo non lineare, in grado di tenere conto di eventuali fenomeni di degrado/invecchiamento che possono influenzare significativamente la risposta strutturale.

Il ponte sul Cassibile. Una struttura in c.a. tipo Bowstring del 1930

(E. Lo Giudice, G. L. Di Marco, M. Gallo, R. Mantione)

The theoretical and experimental study carried out for the evaluation of the static conditions of the bridge over the river Cassibile, to the service of the SS 115, is here described. The bridge was built in 1930 by Ferrobeton following the structural Bowstring scheme. The construction covers, among other things, a significant historical value as it allowed the passage of armored vehicles British Army landed in Sicily in July 1943./Viene descritto lo studio teorico-sperimentale svolto per la valutazione delle condizioni statiche del Ponte sul Cassibile a servizio della SS 115. Il ponte è stato costruito nel 1930 dalla Ferrobeton seguendo lo schema strutturale di tipo bowstring. Il manufatto riveste, tra l'altro, una notevole valenza storica poichè consentì il passaggio dei mezzi corazzati dell'Armata Britannica sbarcata in Sicilia nel luglio del 1943.

Il Ponte Federico II di Svevia: Un'opera del Morandi

(E. Lo Giudice, G. L. Di Marco, G. Navarra, R. Mantione)

Federico II di Svevia bridge was built in 1969-70, to a design by Morandi, for crossing the Salso river in Licata (AG). It is a bridge with three spans by Gerber scheme and Niagara type; the deck consists of eight concrete beams for spans of the shore and eight beams in prestressed concrete for the suspended span. This notes describes the diagnostic process and the subsequent numerical analyses in order to formulate an opinion about the service capacity of the infrastructure. / Il ponte Federico II di Svevia fu realizzato tra il 1969 e 1970 su progetto del Morandi per l'attraversamento del fiume Salso nella città di Licata. Si tratta di un ponte a tre campate con sistema Gerber tipo Niagara, l'impalcato è composto da otto travi in c.a. per le campate di riva e le mensole e da altrettante travi in c.a.p. per l'impalcato tampono. Si descrivono il processo diagnostico e le successive analisi numeriche finalizzate alla formulazione di un giudizio sulla capacità di servizio della infrastruttura.

Precompressione esterna per il risanamento strutturale di una scuola ad Enna

(E. Lo Giudice, G. L. Di Marco)

The rehablity work of the gym and auditorium r/c structures of the Neglia school in Enna involved the use of the technique of external prestressing. It describes the experimental structursl behsvior recorded during tensioning steps./ Si describe l'intervento di risanamento delle strutture in c.a. della palestra e dell'auditorium della scuola Neglia di Enna. L'intervento ha previsto l'impiego della tecnica della precompressione sterna. Particolare attenzione viene posta alla descrizione della risposta deformativa della struttura durante le fasi di tesatura dei cavi.

Un archivio storico per i capolavori di Nervi

(L. Radice, M. Marchetti, V. Meroni, E. Margiotta Nervi, M. di Prisco)

The Pirelli tower, one of the most representative buildings in the city of Milan, is now at the end of its service life, as many other iconic pieces of modern architecture. Today, commitment in the research of new solutions in the construction field has to be dedicated, to the same extent, to the knowledge and conservation of the existing architectural heritage. In order to keep the historical memory of the Pirelli building, the purpose of this work is to connect it to the present situation and, in particular, to the current codes, which are more restrictive than those applied in the past, both for verification methods and loading conditions acting on the structure. For these reasons, a linear-elastic structural check was carried out for the main structural elements of the tower and this showed that some of them are not fulfilling the current requirements. Therefore, a non-linear analysis was also performed, in order to evaluate the redundancy of the structure and, if possible, to exclude the need of any strengthening measure. / Il grattacielo Pirelli, simbolo della Milano del Novecento, è ormai giunto al termine della sua vita utile, come molti altri edifici simbolo della storia dell'architettura moderna. In questo contesto, oggi, con lo stesso impegno dedicato alla ricerca di soluzioni innovative nell'ambito delle nuove costruzioni, è necessario guardare al patrimonio esistente per conoscerlo e preservarlo. Proprio al fine di conservare la memoria storica del grattacielo, questo lavoro si propone di metterlo in relazione con la realtà presente ed, in particolare, con le norme attuali, che risultano assai più restrittive rispetto a quelle relative agli anni della sua costruzione, sia per quanto riguarda i metodi di verifica, sia in relazione ai carichi agenti sulla struttura. Per questo motivo, è stata svolta una verifica strutturale in campo lineare sui principali elementi del grattacielo, da cui è emerso che alcune porzioni della struttura non soddisfano le richieste delle norme attuali. Per questi elementi l'analisi è stata approfondita, svolgendo una verifica strutturale in campo non lineare, al fine di valutare una eventuale capacità redistributiva della struttura ed escludere la necessità di interventi di consolidamento.

Il protocollo Envision: primo sistema di rating delle infrastrutture sostenibili

(S. Ciraci)

It is shown the American protocol Envision, innovative rating system for sustainability of infrastructure with its possible applications./ Viene illustrato il protocollo americano Envision, innovativo sistema di rating della sostenibilità di un'infrastruttura con le sue possibili applicazioni.

La dichiarazione ambientale di prodotto (Epd): uno strumento di trasparenza per il mercato

(U.R. Pannuti)

Considering the need of producers to enhance the sustainable products and materials on the market, it plays a fundamental role the EPD, as guarantee of the declared performances./Dinanzi alla necessità dei produttori di valorizzare sul mercato prodotti e materiali sostenibili, assume un ruolo fondamentale l'Epd, a garanzia delle prestazioni dichiarate.

Valutazione a ciclo di vita del rischio sismico di strutture in calcestruzzo armato soggette a corrosione

(A. Titi, F. Biondini)

The paper presents a methodology for life-cycle seismic risk assessment of reinforced concrete structures under chloride-induced corrosion. The time-variant seismic capacity associated to the attainment of limit states is computed by means of incremental nonlinear dynamic analysis considering the probabilistic modeling of the uncertainties involved in the problem. The seismic risk is evaluated by means of the mean annual frequency of exceedance of the limit states and the corresponding expected annual loss. The proposed approach is applied to seismic risk assessment of a reinforced concrete bridge exposed to corrosion considering different seismic hazard scenarios. / La memoria presenta una metodologia per la valutazione a ciclo di vita del rischio sismico di strutture in calcestruzzo armato soggette a corrosione indotta da cloruri. L'evoluzione nel tempo della capacità sismica associata al raggiungimento di assegnati stati limite viene valutata mediante analisi dinamica non lineare incrementale tenendo conto in forma probabilistica delle incertezze coinvolte nel problema. Il rischio sismico è quantificato attraverso la frequenza media annua di superamento dei diversi stati limite e la corrispondente perdita economica annua attesa. L'approccio proposto viene applicato alla valutazione del rischio sismico di un ponte in calcestruzzo armato esposto a corrosione considerando diversi scenari di pericolosità sismica.

Prova di sensibilità allo spalling del calcestruzzo

(F. Lo Monte, R. Felicetti)

Concrete sensitivity to spalling in fire is still a critical issue, as no reliable predictive model is currently available. Hence, so far, experimental testing is the most effective means of investigation. This is the reason why an experimental setup has been designed (and discussed in the RILEM TC 256 SPF) by the authors, based on 800x800 mm concrete slabs installed in a steel frame, aimed at applying a biaxial membrane compression. Load and slab thickness can be adjusted in order to simulate the actual service conditions of concrete elements such as tunnel lining segments. The loading system is placed on a horizontal furnace powered by a propane burner fitted with an automatic control system, allowing to follow the prescribed heating curve. This setup allows comparing different concrete mixes as regards their sensitivity to spalling in realistic service conditions and can be of considerable help in initial material testing for strategic infrastructures such as tunnels. / La sensibilità allo spalling del calcestruzzo in caso di incendio è tuttora una questione critica. La mancanza di modelli predittivi affidabili rende l'indagine sperimentale la più efficace. Per tale motivo è stato progettato (e discusso nel RILEM TC 256 SPF) dagli autori un setup di prova basato su piastre in calcestruzzo (800x800 mm) poste all'interno di un telaio in acciaio per l'applicazione di un carico membranale di compressione biassiale. Carico e spessore della piastra possono essere definiti per simulare le condizioni di esercizio di elementi strutturali come segmenti di rivestimento di galleria. Il sistema di carico è posto su un forno orizzontale alimentato da un bruciatore a propano dotato di un sistema di controllo automatico che permette di seguire la curva di riscaldamento prescritta. Tale configurazione permette di confrontare la sensibilità allo spalling di più miscele di calcestruzzo in condizioni di servizio realistiche e può essere di grande aiuto nella prequalifica del materiale per infrastrutture strategiche come le gallerie.

Analisi di perdite sismiche su edificio in c.a. non duttile con tamponature

(F. Romano, M. Faggella, R. Gigliotti, F. Braga)

Mean annual financial losses due to seismic events in Italy are about 2-3 billion euro. For this reason, in recent years increasing attention has been placed on strategies to reduce the seismic risk of the national building stock. In this work, a comparative seismic loss analysis of an infilled R/C building is performed using the FEMA P-58 probabilistic framework and the tool PACT. The objective is to evaluate how the structural modeling and the characterization of structural and nonstructural elements fragility can affect the loss estimation. Fragility and consequence functions for discrete damage states are assumed for structural and non-structural components. A case study prototype typical of Italian pre-1970 R/C infilled buildings is chosen. Nonlinear Incremental Dynamic Analyses (IDA) are performed for three 2D modeling configurations. Financial losses are expressed as median values of repair costs at different hazard levels or in terms of Expected Annual Loss (EAL). / Le perdite finanziarie annuali medie dovute ad eventi sismici in Italia sono circa 2 -3 miliardi di euro. Per questa ragione, negli ultimi anni un'attenzione crescente è stata dedicata a strategie per ridurre il rischio sismico del patrimonio edilizio nazionale. In questo lavoro, è stata svolta un'analisi comparativa di rischio sismico di un edificio tamponato in c.a. usando il framework probabilistico FEMA P-58 e il tool PACT. L'obiettivo è quello di valutare come la modellazione numerica e la caratterizzazione della fragilità degli elementi strutturali e non strutturali può influenzare la stima delle perdite. Funzioni di fragilità e di conseguenza per stati di danno discreti sono state assunte per componenti strutturali e non strutturali. Il caso studio scelto è stato un prototipo rappresentante gli edifici tamponati in c.a. pre-1970. Analisi dinamiche incrementali non lineari (IDA) sono state svolte per tre configurazioni di calcolo bidimensionali. Le perdite finanziarie sono espresse come valori mediani di costo di riparazione a diversi livelli di pericolosità o in termini di perdite annuali attese (EAL).