

Borsa dei Progetti di Ricerca

Titolo del Programma di Ricerca

Confinamento di pilastri in c.a. mediante sistemi in FRP

Abstract del Programma di Ricerca

Il recente evento sismico de L'Aquila ha reso ancor più evidente la necessità di intervenire sul patrimonio edilizio esistente – per la gran parte vetusto, mal mantenuto e progettato senza riferimento a normative antisismiche – per ridurre la vulnerabilità sismica, assecondando un fondamentale principio di prevenzione.

Nel caso di strutture a telaio in cemento armato – tipologia frequentemente adoperata in Italia, in particolare per le civili abitazioni, dal dopo guerra ad oggi – al fine di mitigare il rischio sismico, si dimostrano generalmente efficaci gli interventi di confinamento dei pilastri, poiché producono un incremento della resistenza e, soprattutto, della duttilità disponibile di questi elementi strutturali.

Negli ultimi anni sono state messe a punto tecniche di confinamento che fanno uso di materiali polimerici fibro-rinforzati (FRP) in alternativa ai materiali tradizionali; gli interventi con FRP presentano numerosi vantaggi, tra cui la facilità e rapidità di intervento, la reversibilità, la durabilità. Al fine di valutare i benefici prodotti mediante confinamento con tessuti in fibra di vetro o di carbonio, presso l'Università di Salerno, è stato messo a punto un ampio programma di prove sperimentali finalizzate alla valutazione:

✓ del comportamento a compressione di provini in calcestruzzo in piccola scala, ed in particolare del legame costitutivo tensione-deformazione, anche al fine di determinare relazioni analitiche per il calcolo della resistenza e della deformazione ultima del calcestruzzo confinato con FRP;

✓ del comportamento ciclico di pilastri in c.a. in scala reale, a sezione quadrata o rettangolare, confinati con FRP, ovvero rinforzati con mediante impiego di FRP ed angolari metallici.

I risultati dei test, tuttora in corso, hanno consentito di validare le tecniche sperimentate e di definire le formulazioni analitiche che hanno costituito la base per lo sviluppo delle Linee Guida del CNR (DT 200/2004).

Parole chiave

Rischio sismico, calcestruzzo armato, confinamento, FRP, sperimentazione

Coordinatore Scientifico del Programma di Ricerca

REALFONZO
(Cognome)

ROBERTO
(Nome)

Professore Associato
(Qualifica)

ICAR/09
(Settore scientifico-disciplinare)

Università degli Studi di Salerno
(Università)

Dip.di Ingegneria Civile
(Dipartimento)

089-964085;
(Prefisso e telefono)

089964085
(Numero fax)

rrealfonzo@unisa.it
(Indirizzo posta elettronica)

Curriculum scientifico del Coordinatore scientifico

Nato a Napoli il 22 Marzo 1961.

Laureato con lode in Ingegneria Civile Edile, nell'Università di Napoli Federico II (1988).

Ha conseguito il titolo di Dottore di Ricerca in Ingegneria delle Strutture (1994).

Vincitore nel concorso ad un posto di Ricercatore c/o la Facoltà di Ingegneria dell'Università di Napoli Federico II, settore scientifico disciplinare H07B (1999).

Vincitore della procedura di valutazione comparativa per la copertura di un posto di Professore universitario di ruolo di II fascia c/o la Facoltà di Architettura dell'Università Mediterranea di Reggio Calabria, settore scientifico disciplinare H07B (2002).

E' in servizio come Professore Associato dall'1/11/2002 presso il Dipartimento di Ingegneria Civile dell'Università degli Studi di Salerno ed è titolare dei corsi di "Tecnica delle Costruzioni I" e "Tecnica delle Costruzioni II", nonché membro del Collegio dei Docenti del Dottorato in "Ingegneria delle Strutture e del Recupero Edilizio ed Urbano".

E' stato membro del Collegio dei Docenti del Dottorato di Polo dell'Università degli Studi di Napoli Federico II in "Rischio Sismico" fino al novembre 2003.

Da gennaio 2009 è Vice Presidente dell'American Concrete Institute Italy Chapter.

E' autore di circa 100 lavori scientifici, pubblicati su atti di convegni e su riviste nazionali ed internazionali, e concernenti argomenti strettamente connessi ai settori della Tecnica delle Costruzioni e dell'Ingegneria Sismica.

E' tra gli autori delle recenti "Istruzioni per la Progettazione, l'Esecuzione ed il Controllo di Interventi di Consolidamento Statico mediante l'utilizzo di Compositi Fibrorinforzati" edite a cura del Consiglio Nazionale delle Ricerche (documento CNR-DT 200/2004).

E' responsabile per l'Ateneo di Salerno del Centro di Telerilevamento "ReSLEHM"; dello stesso centro e' membro del Comitato Direttivo.

E' membro del Comitato Scientifico del "Forum della Tecnica delle Costruzioni" in programma nell'ambito del MADE EXPO 2010.

Pubblicazioni scientifiche più significative del Coordinatore scientifico

1. **Faella G., Manfredi G., Realfonzo R.,** *Stress-strain relationships for tuff masonry: experimental results and analytical formulations* - Masonry International, Vol.7, No 2, Autumn 1993;
2. **Faella G., Manfredi G., Realfonzo R.,** *Cyclic shear behaviour of tuff masonry walls strengthened by grout injections and reinforcement* - Proceedings of the 10th International Brick and Block Masonry Conference, Vol.1, Calgary, Alberta, Canada, July 5-7, 1994;
3. **Cosenza E., Manfredi G., Realfonzo R.,** *Behavior and Modeling of Bond of FRP Rebars to Concrete* - Journal of Composites for Construction, ASCE, Vol.1, No.2, February 1997;
4. **Cosenza E., Manfredi G., Pecce M., Realfonzo R.,** *Bond between GFRP Rebars and Concrete: an Experimental Analysis* – the American Concrete Institute's Special Publication for the Fourth International Symposium on Fibre Reinforced Polymer for Reinforced Concrete Structures (FRPRCS-4), Baltimore, MD, USA, October 31 – November 5, 1999;
5. **Cosenza E., Realfonzo R.,** *Flexural Performance of RC Elements with FRP Reinforcement*, Proceedings of the International Workshop "Composites in Construction: A Reality", Special ASCE Volume, Capri, July 20-21, 2001.
6. **Pecce M., Manfredi G., Realfonzo R., Cosenza E.,** *Experimental and Analytical Evaluation of Bond Properties of GFRP Rebars*, Journal of Materials in Civil Engineering, ASCE, Vol.13, No.4, July/August, 2001.
7. **Magliulo G., Ramasco R., Realfonzo R.,** *Seismic behaviour of irregular in elevation plane frames*, Proceedings of the "12th European Conference on Earthquake Engineering", London,

September 9-13, 2002.

8. **Realfonzo R., Prota A., Manfredi G., Pecce M.,** *Flexural strength of FRP-confined RC columns*, Proceedings of the “fib 2002 Osaka Congress”, Osaka, October 13-19, 2002.
9. **Cosenza E., Manfredi G., Realfonzo R.,** *Development Length of FRP Straight Rebars*, Composites Part B: Engineering, Elsevier, Volume/Issue 33/7, pp. 493-504, October, 2002.
10. **Magliulo G., Ramasco R., Realfonzo R.,** *Seismic vulnerability of r/c frames with strength irregularity in elevation*, Proceedings of the 13th World Conference on Earthquake Engineering, Vancouver, B.C., Canada, August 1-6, 2004, Paper No. 1519.
11. **Faella C., Realfonzo R., Salerno N.,** *R/C Elements Confined by FRP*, American Concrete Institute Special Publication, Spring Convention, New York, April 17-21, 2005.
12. **Magliulo G., Ramasco R., Realfonzo R.,** *Seismic Response and Design of Irregular in Elevation RC Frames*, American Concrete Institute Special Publication, Spring Convention, New York, April 17-21, 2005.
13. **Realfonzo R. ed AA.VV.,** *Istruzioni per la progettazione, l'esecuzione ed il controllo di interventi di consolidamento statico mediante l'utilizzo di composite fibrorinforzati – Materiali, strutture di c.a. e di c.a.p., strutture murarie*, Documento Tecnico CNR-DT 200/2004, Bollettino Ufficiale del Consiglio Nazionale delle Ricerche, Parte IV, Norme Tecniche, Anno XXXV, n.198, Luglio 2006.
14. **Di Nardo A., Faella C., Realfonzo R.,** *A Design Procedure of FRP Confining Systems for Upgrade R/C Columns*, Proceedings of the 3rd International Conference on FRP Composites in Civil Engineering, CICE 2006, Miami, USA, December 13-15, 2006.
15. **Di Nardo A., Faella C., Realfonzo R.,** *N-M Interaction Curves of FRP Confined R/C Columns*, Proceedings of the 8th International Symposium on Fiber Reinforced Polymer Reinforcement for Concrete Structures, FRPRCS-8, Patras, Greece, July 16-18, 2007.
16. **Ascione L., Napoli A., Realfonzo R., Matta F., Nanni A.,** *Strengthening of masonry with Mechanically Fastened FRP laminates*, Proceedings of MuRiCO3 “Mechanics of Masonry Structures strengthened with Composite Materials”, AICO, Venice, April 22-24, 2009, ISBN 88-371-1771-X.
17. **Napoli A., Matta F., Nanni A., Realfonzo R.,** *Strengthening of reinforced concrete one-way slabs with mechanically fastened FRP laminates*, Proceedings of the 9th International Symposium on Fiber-Reinforced Polymer Reinforcement for Concrete Structures, FRPRCS-9, Sidney, Australia, July 13-15, 2009, Editors: D.J. Oehlers, M.C. Griffith, and R. Seracino, ISBN: 978 0 9806755 0 4, (Proceedings on CD).
18. **Realfonzo R., Napoli A.,** *Cyclic behavior of RC columns strengthened by FRP and steel devices*, Journal of Structural Engineering, Vol. 135, No. 10, October 1, 2009. ©ASCE, ISSN 0733- 9445, pp. 1164–1176
19. **Napoli A., Matta F., Martinelli E., Nanni A., Realfonzo R.,** *Flexural RC members strengthened with mechanically fastened FRP laminates: test results and numerical modeling*, Proceedings of Asia-Pacific Conference on FRP in Structures, APFIS 2009, Seoul, Korea, December 9-11, 2009.
20. **Napoli A., Matta F., Martinelli E., Nanni A., Realfonzo R.,** *Modeling and verification of response of RC slabs strengthened in flexure with mechanically*, accepted for publication to “Magazine of Concrete Research”, a Thomas Telford Journal, London, October 2009.

Elenco dei Componenti del Gruppo di Ricerca

1) FAELLA CIRO, Professore Ordinario

ICAR/09 tel. 089-964072 e-mail: c.faella@unisa.it

2) NAPOLI ANNALISA, Dottoranda

ICAR/09 tel. 089-964085 e-mail: annapoli@unisa.it

3) NUNZIATA BRUNO, Dottorando

ICAR/09 tel. 089-964085 e-mail: bruno.nunziata@alice.it

Obiettivi del Programma di Ricerca

Con riferimento agli obiettivi della ricerca sul tema del confinamento con FRP di strutture in c.a., occorre distinguere le sperimentazioni condotte su provini in piccola scala dalle indagini effettuate su pilastri in scala reale.

In particolare, con riferimento agli elementi in piccola scala, l'attività di ricerca ha avuto, e tuttora ha, come obiettivo principale la determinazione del legame costitutivo nonché di relazioni per la stima della resistenza e della deformazione ultima del calcestruzzo confinato con FRP.

A tal fine è stato costruito un ampio database di risultati sperimentali, derivanti da prove di compressione eseguite su provini in calcestruzzo confinati con sistemi in FRP, di forma cilindrica o prismatica; il database ovviamente include anche i risultati dei test eseguiti presso il Laboratorio di Strutture dell'Università di Salerno.

Un risultato tangibile dello studio sono le formulazioni di progetto riportate nel Documento Tecnico 200/2004 del CNR ed i futuri risultati dello studio in corso saranno utili per gli aggiornamenti della normativa.

L'ampio programma di prove di taglio ciclico condotte su pilastri in c.a. ha per obiettivo la valutazione del comportamento ciclico di elementi a sezione rettangolare o quadrata, confinati esternamente con sistemi in FRP, ovvero rinforzati con sistemi che abbinano materiali tradizionali (angolari metallici) alle fasciature in FRP.

Le prove già effettuate hanno consentito di valutare i benefici prodotti dai sistemi di rinforzo sperimentati sia in termini di resistenza, che in termini di incremento della duttilità rotazionale disponibile e della dissipazione energetica.

La sperimentazione è condotta al variare dei seguenti parametri: tipo di armatura longitudinale dei pilastri (barre lisce o barre ad aderenza migliorata); tipo di fibra (vetro/carbonio) e numero di strati adottati per la fasciatura; tipo di rinforzo (confinamento con FRP / intervento con FRP+angolari metallici); entità del carico assiale applicato.