

Borsa dei Progetti di Ricerca

Titolo del Programma di Ricerca

Formulazione di criteri di progetto e verifica di collegamenti bullonati tra profili pultrusi di materiale composito fibrorinforzato.

Abstract del Programma di Ricerca

Il crescente successo applicativo dei profili pultrusi di FRP per la realizzazione di strutture civili ha attirato da tempo la comunità scientifica nazionale ed internazionale, focalizzandone l'interesse sull'approfondimento degli aspetti peculiari connessi all'utilizzo dei nuovi materiali.

Un aspetto che allo stato attuale è ancora poco investigato in campo civile è quello legato alle problematiche del progetto e della verifica delle connessioni strutturali.

A tal proposito va tenuto presente che, seppure esiste in letteratura una vasta disponibilità di dati riguardanti i collegamenti nelle strutture composite utilizzate in campo aeronautico, meccanico e navale, essi non sono direttamente impiegabili nel settore civile, soprattutto a causa delle diverse proprietà dei materiali compositi utilizzati nei suddetti settori.

Studi significativi hanno evidenziato come le modalità di rottura e l'efficienza di un collegamento bullonato dipendano dai valori dei rapporti tra le dimensioni geometriche caratteristiche dell'unione, dal tipo di matrice e natura delle fibre, dallo schema di laminazione. Dall'analisi della bibliografia dedicata all'argomento emerge con chiara evidenza la necessità di condurre ulteriori indagini, allo scopo di validare le formulazioni teoriche attualmente disponibili.

Il Gruppo di Ricerca operante presso l'Università di Salerno si sta occupando di questo problema effettuando studi sia a carattere teorico-numerico che sperimentale presso il Laboratorio Ufficiale Prove Materiali e Strutture del Dipartimento di Ingegneria Civile dell'Università di Salerno.

In particolare, è in corso di svolgimento un'estesa campagna di prove sperimentali su alcune tipologie di giunti bullonati realizzati sia con compositi fibrorinforzati di tipo monostrato che pluristrato, al fine di indagare sulle modalità di rottura del collegamento e sulla distribuzione delle tensioni in prossimità dei fori e a distanza da essi.

Parole chiave

Giunti bullonati, Profili pultrusi, FRP

Coordinatore Scientifico del Programma di Ricerca

Feo (Cognome)	Luciano (Nome)	Professore Associato Confermato (Qualifica)
ICAR/08 (Settore scientifico-disciplinare)	Università degli Studi di Salerno (Università)	Dipartimento di Ingegneria Civile (Dipartimento)
089-964096 (Prefisso e telefono)	089-963122 (Numero fax)	l.feo@unisa.it (Indirizzo posta elettronica)

Curriculum scientifico del Coordinatore scientifico

Luciano Feo è professore associato confermato di Scienza delle Costruzioni presso la Facoltà di Ingegneria dell'Università di Salerno.

È il Responsabile scientifico dei seguenti progetti di ricerca relativi alla quota ex-60% nell'Università di Salerno:

- Il rinforzo attivo di strutture in c.a. con dispositivi in FRP (Biennio 2003-2005),
- Il placcaggio di membrane in c.a.p. con compositi fibrorinforzati (Biennio 2004-2006),
- I collegamenti nelle strutture realizzate con profili pultrusi in FRP (Biennio 2005-2007),
- Impiego di giunti incollati in strutture di FRP (Biennio 2006-2008),
- Analisi sperimentale di giunti bullonati in strutture di FRP (Biennio 2007-2009),
- Strutture assemblabili ultraleggere in materiale composito fibrorinforzato per l'ingegneria civile (Biennio 2008-2010).

È stato il Responsabile Scientifico dell'Unità Operativa di Salerno nell'ambito del programma di ricerca cofinanziato dal MIUR per il biennio 2003-2005 (COFIN2003) - Titolo del progetto di ricerca locale: "Comportamento viscoso di strutture intelaiate realizzate con materiali compositi fibrorinforzati".

È stato il Responsabile Scientifico dell'Unità Operativa di Salerno nell'ambito del programma di ricerca cofinanziato dal MIUR per il biennio 2005-2007 (PRIN 2005) - Titolo del progetto di ricerca locale: "Analisi del comportamento delle connessioni in strutture di materiale composito fibrorinforzato".

È membro del Comitato Scientifico Internazionale e dell'Advisory Board dell'International Community for Composites Engineering (ICCE)".

È membro dell'Editorial Board delle seguenti riviste internazionali:

- Composites Part B - Engineering,
- World Journal of Engineering,
- Composites.

Dal 01/01/2010 è stato nominato Editore Europeo della rivista scientifica internazionale Composites Part B Engineering (Elsevier).

Publicazioni scientifiche più significative del Coordinatore scientifico

- 1) ASCIONE L., DI TRAPANI S., FEO L., "Oggetto, finalità e principali innovazioni della recente norma tecnica CNR 10018/98: Apparecchi di appoggio per le costruzioni: Istruzioni per l'impiego". Costruzioni Metalliche, Vol. LI, N. 6, pp. 51-57, 1999.
- 2) FEO L., FRATERNALI F., "On a moderate rotation theory of thin-walled composite beams". Composites Part B: Engineering, Vol. 31, Issue 2, pp. 141-158, 2000.
- 3) ASCIONE L., FEO L., "Modeling of composite/concrete interface of R/C beams strengthened with composite laminates". Composites Part B: Engineering, Vol. 31, Issue 6-7, pp. 535-540, 2000.
- 4) ASCIONE L., FEO L., MANCUSI G., "On the statical behaviour of fibre-reinforced polymer thin-walled beams". Composites Part B: Engineering, Vol. 31, Issue 8, pp. 643-654, 2000.
- 5) ASCIONE L., FEO L., "On the mechanical behaviour of thin-walled beams of open cross-section: an elastic non-linear theory". International Journal of Computational Engineering Science, Vol. 2, Issue 3, pp. 479-511, 2001.
- 6) ASCIONE L., FEO L., "On the non-linear statical behaviour of thin-walled elastic beams of open cross-section: a numerical approach". International Journal of Computational Engineering Science, Vol. 2, Issue 3, pp. 511-536, 2001.

- 7) ASCIONE L., FEO L., FRATERNALI F., "On the plating of reinforced concrete beams with composite laminates". In: *Novel Approaches in Civil Engineering: Lecture Notes in Applied and Computational Mechanics*, Berlin: Springer (ISBN 3-540-41836-9), Vol. 14, pp. 277-284, 2004.
- 8) ASCIONE L., FEO L., FRATERNALI F., "Limit analysis of composite reinforced masonry vaults". In: *Restoration, Recycling and Rejuvenation Technology for Engineering and Architecture Application (RRRTEA '04)*, G. C. Sih and L. Nobile, Aracne Ed., Bologna, 351-357, ISBN: 8879997653, 2004.
- 9) ASCIONE L., BERARDI V.P., DI NARDO E., FEO L., "An experimental and numerical investigation on the plating of reinforced concrete beams with FRP laminates". In: *Mechanical Modelling and Computational Issues in Civil Engineering: Lecture Notes in Applied and Computational Mechanics*, Berlin: Springer (ISBN 3-540-25567-2), Vol. 23, pp. 303-314, 2005.
- 10) ASCIONE L., FEO L., "CNR-DT 200/2004. Genesi ed articolazione". *L'Edilizia*, Vol. 139, pp. 16-20, Numero Speciale CNR DT200, de Lettera Editore, 2005.
- 11) ASCIONE L., BERARDI V.P., FEO L., MANCUSI G., "A numerical evaluation of the interlaminar stress state in externally FRP plated RC beams". *Composites Part B: Engineering*, Vol. 36, Issue 1, pp. 83-90, 2005.
- 12) ASCIONE L., FEO L., FRATERNALI F., "Load carrying capacity of 2D FRP/strengthened masonry structures". *Composites Part B: Engineering*, Vol. 36, Issue 8, pp. 619-626, 2005.
- 13) APRILE A., FEO L., "Concrete cover rip-off of R/C beams strengthened with FRP composites". *Composites Part B: Engineering*, Vol. 38, Issue 5-6, pp. 759-771, 2007.
- 14) ASCIONE F., BERARDI V.P., FEO L., GIORDANO A., "An experimental study on the long-term behavior of CFRP pultruded laminates suitable to concrete structures rehabilitation". *Composites Part B: Engineering*, Vol. 39, Issue 7-8, pp. 1147-1150, 2008.
- 15) ASCIONE F., FEO L., MACERI F., "An experimental investigation on the bearing failure load of glass fibre/epoxy laminates". *Composites Part B: Engineering*, Vol. 40, Issue 3; pp. 197-205, 2009.
- 16) FEO L., MANCUSI G., "Modeling shear deformability of thin-walled composite beams with open cross-section". Accettato per la pubblicazione su *Composites Part B: Engineering*, 2009. In corso di stampa (JCOMB 1010).
- 17) ASCIONE L., FEO L., FRATERNALI F., "Appunti sul metodo agli elementi finiti", CUES, Salerno, 2010;
- 18) ASCIONE L., FEO L., FRATERNALI F., "Appunti sulla teoria delle piastre", CUES, Salerno, 2010;

Elenco dei Componenti del Gruppo di Ricerca

1)	Ascione (Cognome)	Francesco (Nome)	Dottore di Ricerca (Qualifica)
	ICAR/08 (Settore scientifico-disciplinare)	089-964096 (Prefisso e telefono)	ascione@ing.uniroma2.it (Indirizzo posta elettronica)
2)	Cerenza (Cognome)	Valentina (Nome)	Dottorando di Ricerca (Qualifica)
	ICAR/08 (Settore scientifico-disciplinare)	089-964096 (Prefisso e telefono)	vcerenza@unisa.it (Indirizzo posta elettronica)

3)	Giordano (Cognome)	Antonella (Nome)	Dottore di Ricerca (Qualifica)	
	ICAR/08 (Settore scientifico-disciplinare)		089-964096 (Prefisso e telefono)	angiordano@unisa.it (Indirizzo posta elettronica)
4)	Marra (Cognome)	Gianfranco (Nome)	Dottorando di Ricerca (Qualifica)	
	ICAR/08 (Settore scientifico-disciplinare)		089-964096 (Prefisso e telefono)	gimarra@unisa.it (Indirizzo posta elettronica)
5)	Penna (Cognome)	Rosa (Nome)	Collaboratore alla Ricerca (Qualifica)	
	ICAR/08 (Settore scientifico-disciplinare)		089-964096 (Prefisso e telefono)	rosa_penna@virgilio.it (Indirizzo posta elettronica)
5)	Spadea (Cognome)	Saverio (Nome)	Dottorando di Ricerca (Qualifica)	
	ICAR/08 (Settore scientifico-disciplinare)		089-964096 (Prefisso e telefono)	sspadea@unisa.it (Indirizzo posta elettronica)

Obiettivi del Programma di Ricerca

La ricerca si propone di eseguire un'indagine numerica e sperimentale avente per obiettivo la formulazione di criteri di progetto e verifica di alcune tipologie di connessioni bullonate tra profili pultrusi di materiale composito fibrorinforzato.

A tal proposito, saranno presi in esame collegamenti bullonati caratterizzati da differenti configurazioni geometriche. Si prevede l'impiego di materiali compositi rinforzati sia con fibre di vetro (GFRP) che di carbonio (CFRP) sotto forma di laminati monostrato e pluristrato, con schemi di laminazione simmetrici.

La finalità dello studio è quella di valutare:

- le modalità di rottura dei collegamenti al variare del tipo di materiale composito utilizzato e dello schema di laminazione;
- la ripartizione degli sforzi taglianti tra i diversi bulloni, al variare del numero di file di bulloni e del numero di bulloni per fila;
- la distribuzione delle tensioni in prossimità dei fori e a distanza da essi.

Allo scopo di eseguire le suddette prove sarà messo a punto un apposito impianto sperimentale costituito da un dispositivo di prova e da un sofisticato sistema di acquisizione ed elaborazione dati. Sarà inoltre effettuata la caratterizzazione meccanica di tutti i materiali compositi attraverso prove di trazione e compressione su provini ricavati dai laminati costituenti le giunzioni.

Tutte le tipologie di giunto esaminate sperimentalmente saranno anche studiate da un punto di vista numerico mediante un'analisi agli elementi finiti 3D.

Per ciascuna delle configurazioni saranno adottati due diversi valori del diametro del bullone, corrispondenti ai valori limite suggeriti dal Documento Tecnico CNR-DT 205/2007, cui

conseguiranno differenti scelte del diametro dei fori, del loro interasse e delle distanze dei fori dai bordi.

I risultati ottenuti saranno utilizzati per la verifica e la validazione dei modelli teorici disponibili in letteratura (tra cui le formule di verifica del CNR-DT 205/2007) ed eventualmente per suggerirne degli altri.