

Borsa dei Progetti di Ricerca

Titolo del Programma di Ricerca

RESISTENZA AL FUOCO DI STRUTTURE E CONNESSIONI IN LEGNO

Abstract del Programma di Ricerca

Il legno è un materiale combustibile e, in quanto tale, è stato spesso penalizzato dalle normative di prevenzioni incendio. Il legno ha però anche un grande vantaggio: quello di possedere un elevato potere isolante, che rallenta la propagazione della combustione all'interno dell'elemento in legno, consentendo per sezioni massicce di ottenere delle buone prestazioni di resistenza al fuoco. Un possibile elemento di criticità è rappresentato dalle connessioni tra elementi in legno, dove la presenza di numerosi connettori di tipo metallico riducono la resistenza al fuoco a causa dell'elevata conducibilità termica.

Il programma di ricerca si propone di sviluppare un modello di calcolo numerico per la valutazione rigorosa della resistenza al fuoco delle membrature e connessioni in legno. Tale modello sarà implementato in un codice di calcolo generale tipo ABAQUS che consente di eseguire un'analisi combinata termo-strutturale di particolari costruttivi e membrature di legno giungendo così a delle soluzioni accurate. Lo scopo è quello di utilizzare il modello in fase di progettazione di strutture in legno a sostituzione delle prove sperimentali di resistenza al fuoco, prove notoriamente complesse e costose che possono essere eseguite in pochi laboratori Italiani. Il modello porterà a dei risparmi economici notevoli in quanto consentirà sia l'ottimizzazione di particolari costruttivi tipo nodi parete-solaio, connessioni trave-colonna, solai composti legno-calcestruzzo, ecc., che l'ottenimento della certificazione di resistenza al fuoco indispensabile al fine del rilascio del certificato di prevenzione incendi da parte dei Comandi Provinciali dei Vigili del Fuoco.

Il modello di calcolo sarà calibrato sui risultati di alcune prove sperimentali di resistenza al fuoco eseguite presso l'IVALSA CNR. Saranno provati connessioni trave-colonna, pannelli di solaio e di parete caricati, con e senza rivestimenti protettivi tipo pannelli in fibra di gesso e vernici intumescenti. Lo scopo delle prove sarà anche quello di ottimizzare i particolari costruttivi delle strutture lignee, in modo da conseguire la resistenza al fuoco richiesta con il minimo costo facendo ricorso anche alla resistenza al fuoco del legno piuttosto che procedendo ad una pura protezione di tipo passivo.

Parole chiave

Combustione; Connessioni; Incendio; Legno; Resistenza al fuoco

Coordinatore Scientifico del Programma di Ricerca

Fragiacomo (Cognome)	Massimo (Nome)	Professore Associato (Qualifica)	
ICAR/09 Tecnica delle Costruzioni (Settore scientifico-disciplinare)	Università di Sassari (Università)	Dip. Architettura, Design e Pian. (Dipartimento)	
079-9720418 (Prefisso e telefono)	079-9720420 (Numero fax)	fragiaco@uniss.it (Indirizzo posta elettronica)	

Curriculum scientifico del Coordinatore scientifico

Massimo Fragiaco è Professore Associato di Tecnica delle Costruzioni alla Facoltà di Architettura di Alghero, Università degli Studi di Sassari, a partire dal 2007. Precedentemente ha lavorato per tre anni all'Università di Canterbury, Nuova Zelanda, come Senior Lecturer dove ha insegnato Ingegneria del Legno e Basi di Progettazione Strutturale alla Facoltà di Ingegneria. È anche stato assegnista di ricerca all'Università degli Studi di Trieste per sei anni dove ha insegnato Teoria e Progetto delle Costruzioni in Acciaio. Ha speso sei mesi presso il Building Research Establishment, Inghilterra, e tre mesi presso la Colorado State University, Stati Uniti. È Dottore di Ricerca in Progetto e Conservazione di Strutture, con Laurea in Ingegneria Strutturale conseguita presso l'Università di Trieste con il punteggio di 110 e lode.

È autore di circa 140 articoli scientifici, 35 dei quali pubblicati su riviste internazionali. Le principali aree di ricerca comprendono l'ingegneria del legno, le strutture composte legno-calcestruzzo e acciaio-calcestruzzo, l'ingegneria sismica, la modellazione agli elementi finiti, la resistenza al fuoco delle strutture, e la resistenza antisismica di strutture in legno ed in acciaio. È stato coordinatore scientifico in vari progetti di ricerca nazionali ed internazionali per un valore totale di svariate centinaia di migliaia di Euro. Revisore per le più importanti riviste internazionali di settore, è stato invitato a tenere seminari e corsi di aggiornamento professionale su argomenti di ingegneria del legno da numerose istituzioni Italiane, Europee, Americane, e Neozelandesi. Fa parte del gruppo nazionale sul recepimento dell'Eurocodice 5, e del Cost Action E55 che si occupa di affidabilità delle strutture in legno. Membro del Comitato Consultivo dell'1^a Conferenza Mondiale di Ingegneria del Legno WCTE 2010 di Riva del Garda, è anche parte del Comitato Editoriale del Journal of Structural Fire Engineering.

Pubblicazioni scientifiche più significative del Coordinatore scientifico

- Fragiaco, M., Menis, A., Moss, P., Buchanan, A., and Clemente, I. "Numerical and experimental evaluation of the temperature distribution within laminated veneer lumber (LVL) members exposed to fire." *Journal of Structural Fire Engineering*, in print.
- Lukaszewska, E., Fragiaco, M., and Johnsson, H. "Laboratory tests and numerical analyses of prefabricated timber-concrete composite floors." *Journal of Structural Engineering*, ASCE, in print.
- Smith, T., Fragiaco, M., Pampanin, S. and Buchanan, A. "Construction time and cost estimates for post-tensioned multi-storey timber buildings." *Proceedings of ICE, Construction Materials, Special Issue on Timber Structures*, in print.
- Moss, P., Buchanan, A., Fragiaco, M., and Austruy, C. "Experimental testing and analytical prediction of the behaviour of timber bolted connections subjected to fire." *Fire Technology*, published online.
- Fragiaco, M., Menis, A., Moss, P., Buchanan, A., and Clemente, I. (2009). "Comparison between the conductive model of Eurocode 5 and the temperature distribution within a timber cross-section exposed to fire." *Meeting forty-two of the Working Commission W18-Timber Structures*, CIB, International Council for Research and Innovation, Dübendorf (Switzerland), August 24-27, paper No. CIB-W18/42-16-3, 11 pp.
- Moss, P.J., Buchanan, A.H., Fragiaco, M., Lau, P.H., and Chuo, T. (2009). "Fire performance of bolted connections in laminated veneer lumber." *Fire and Materials*, Vol. 33 No. 5, pp. 223-243.

- Yeoh, D., Fragiaco, M., Buchanan, A., and Gerber, C. (2009). "A semi-prefabricated LVL-concrete composite floor system for the Australasian market." *Australian Journal of Structural Engineering, Special Issue on Timber*, Vol. 9 No. 3, pp. 225-240.
- Lukaszewska, E., Johnsson, H., and Fragiaco, M. (2008). "Performance of connections for prefabricated timber-concrete composite floors." *Materials and Structures, RILEM*, Vol. 41 No. 9, pp. 1533-1550.
- Buchanan, A., Deam, B., Fragiaco, M., Pampanin, S., and Palermo, A. (2008). "Multi-storey prestressed timber buildings in New Zealand." *Structural Engineering International, IABSE, Special Edition on Tall Timber Buildings*, Vol. 18 No. 2, pp. 166-173.
- Deam, B.L., Fragiaco, M., and Gross, L.S. (2008). "Experimental behavior of prestressed LVL-concrete composite beams." *Journal of Structural Engineering, ASCE*, Vol. 134 No. 5, pp. 801-809.
- Deam, B.L., Fragiaco, M., and Buchanan, A.H. (2008). "Connections for composite concrete slab and LVL flooring systems." *Materials and Structures, RILEM*, Vol. 41 No. 3, pp. 495-507.
- Balogh, J., Fragiaco, M., Gutkowski, R. M., and Fast, R.S. (2008). "Influence of repeated and sustained loading on the performance of layered wood-concrete composite beams." *Journal of Structural Engineering, ASCE*, Vol. 134 No. 3, pp. 430-439.
- Fragiaco, M., Amadio, C., and Macorini, L. (2007). "Short- and long-term performance of the "Tecnaria" stud connector for timber-concrete composite beams." *Materials and Structures, RILEM*, Vol. 40 No. 10, pp. 1013-1026.
- Fragiaco, M., Gutkowski, R.M., Balogh, J., and Fast, R.S. (2007). "Long-term behavior of wood-concrete composite floor/deck systems with shear key connection detail." *Journal of Structural Engineering, ASCE*, Vol. 133 No. 9, pp. 1307-1315.
- Ceccotti, A., Fragiaco, M., and Giordano, S. (2007). "Long-term and collapse tests on a timber-concrete composite beam with glued-in connection." *Materials and Structures, RILEM, Special Issue "Research for Reliable Timber Structures"*, Vol. 40 No. 1, pp. 15-25.
- Fragiaco, M., and Ceccotti, A. (2006). "Long-term behavior of timber-concrete composite beams. I: Finite element modeling and validation." *Journal of Structural Engineering, ASCE*, Vol. 132 No. 1, pp. 13-22.
- Fragiaco, M. (2006). "Long-term behavior of timber-concrete composite beams. II: Numerical analysis and simplified evaluation." *Journal of Structural Engineering, ASCE*, Vol. 132 No. 1, pp. 23-33.
- Fragiaco, M. (2005). "A finite element model for long-term analysis of timber-concrete composite beams." *Structural Engineering & Mechanics*, Vol. 20 No. 2, pp. 173-189.
- Moss, P., Fragiaco, M., Austruy, C., and Buchanan, A. (2008). "On the design of timber bolted connections subjected to fire." In K.H. Tan, V.K.R. Kodur and T.H. Tan (eds.), *5th International Conference on Structures in Fire*, Singapore, 28-30 May, pp. 632-643.
- Moss, P.J., Buchanan, A.H., and Fragiaco, M. (2008). "Predicting the behaviour of timber connections subjected to fire." In T. Aravinthan, W. Karunasena and H. Wang (eds.), *20th Australasian Conference on the Mechanics of Structures & Materials*, Toowoomba, Queensland (Australia), 2-5 Dec., pp. 857-863.

Elenco dei Componenti del Gruppo di Ricerca

1) Ceccotti (Cognome)	Ario (Nome)	Direttore IVALSA CNR (Qualifica)	
ICAR/09 Tecnica delle Costruzioni (Settore scientifico-disciplinare)		0461 660251 (Prefisso e telefono)	ceccotti@ivalsa.cnr.it (Indirizzo posta elettronica)
2) De Nicolò (Cognome)	Barbara (Nome)	Professore Associato Univ. di Cagliari (Qualifica)	
ICAR/09 Tecnica delle Costruzioni (Settore scientifico-disciplinare)		070 6755427 (Prefisso e telefono)	lorigafalc@tiscali.it (Indirizzo posta elettronica)
3) Tattoni (Cognome)	Sergio (Nome)	Professore Ordinario Univ. di Cagliari (Qualifica)	
ICAR/09 Tecnica delle Costruzioni (Settore scientifico-disciplinare)		070 6755445 (Prefisso e telefono)	stattoni@unica.it (Indirizzo posta elettronica)

Obiettivi del Programma di Ricerca

Il programma di ricerca si propone i seguenti obiettivi:

- Sviluppo di un modello numerico accurato per la previsione della resistenza al fuoco di elementi lignei e connessioni; il modello numerico sarà implementato in un codice di uso generale tipo ABAQUS che consenta l'analisi di qualunque tipo di geometria e caratteristiche meccaniche del particolare costruttivo di interesse, tipo elementi di solaio, pareti, nodi trave-colonna e parete-solaio, ecc. Inoltre, il modello consentirà di analizzare l'effetto di rivestimenti protettivi di tipo passivo tipo pannelli di fibra di gesso, ecc. Il modello eseguirà l'analisi combinata termico-strutturale in modo da determinare una soluzione accurata della resistenza al fuoco che possa essere utilizzata come alternativa alle prove sperimentali.
- Esecuzione di prove sperimentali di resistenza al fuoco su provini caricati e soggetti all'incendio nelle fornaci dell'IVALSA CNR. I provini riguarderanno pannelli di solaio in legno lamellare o composti, pannelli verticali, connessioni, con e senza rivestimenti protettivi comprese vernici intumescenti. Le prove avranno lo scopo di calibrare il modello numerico e, allo stesso tempo, di dimostrare il raggiungimento di idonei valori di resistenza al fuoco dei prototipi provati.
- Utilizzo del modello numerico per l'ottimizzazione di particolari costruttivi di edifici in legno (solai, pareti, travi, colonne, giunti, ecc.) in modo da ottenere delle prestazioni predefinite in termini di resistenza al fuoco, considerando anche la resistenza del legno e non solo la resistenza al fuoco dell'eventuale protezione passiva.
- Utilizzo del modello numerico per la valutazione della resistenza al fuoco di particolari costruttivi di interesse per l'industria in funzione dei livelli di carico nel legno, ai fini anche del rilascio del certificato di prevenzione incendi da parte dei Comandi Provinciali dei Vigili del Fuoco.