

ABSTRACT

Risultati di prove sperimentali effettuate su telai e connessioni in calcestruzzo armato (CA), dotati di soletta integrata, hanno mostrato che la presenza della soletta incrementa la capacità flettente della connessione, agendo da flangia per la trave. Di conseguenza, la resistenza laterale e la rigidità della struttura risultano incrementate e la rottura a trave debole-colonna forte del “capacity design” può essere alterata. Il presente lavoro di tesi si è focalizzato sull’effetto del solaio sulla capacità flettente di connessioni trave-colonna in CA progettate in conformità alla normativa sismica europea, Eurocodice 8 (EC8). Nello specifico, si è investigato l’effetto del solaio costituito da travetti e soletta superiore in CA, con interposte pignatte. Riguardo a tale tipologia di solaio, infatti, sono disponibili pochi studi dettagliati e l’EC8 non specifica come tenere conto del contributo dei travetti del solaio nella resistenza dei collegamenti in CA.

Questa tesi ha perseguito due obiettivi. In primo luogo, la sovra-resistenza dovuta alla presenza del solaio in una connessione trave-colonna convenzionale è stata valutata sperimentalmente e confrontata con la previsione del modello teorico a “trave equivalente”, al fine di verificarne l’accuratezza. Il modello a “trave equivalente” fornisce una formula adeguata a valutare il numero di travetti che incrementano la resistenza della trave. In secondo luogo, è stato proposto un dettaglio costruttivo innovativo per travi in CA, finalizzato a ridurre la resistenza del nodo portando in conto l’esistenza del contributo del solaio. In accordo al concetto base della progettazione Reduced Beam Section (RBS), comunemente applicata ai collegamenti in acciaio, la capacità flettente della trave è stata ridotta per creare una zona di plasticizzazione localizzata, lontana dal pilastro, in grado di evitare indesiderati meccanismi di collasso parziale.

Il lavoro è diviso in tre parti: lo studio teorico, lo studio sperimentale e la modellazione numerica. Nell’ambito dello studio teorico la formula del modello a “trave equivalente” è stata modificata in funzione delle condizioni al contorno dello schema di prova. La campagna sperimentale è stata condotta presso il laboratorio STRENGTH dell’Università degli Studi di Salerno. In totale, 12 provini in scala reale sono stati testati in condizioni di carico quasi statico, 6 dei quali sono nodi trave-colonna convenzionali con e senza solaio, mentre i restanti 6 sono nodi trave-colonna innovativi con e senza solaio. Il modello 3D agli elementi finiti (FEM) dei nodi in CA, sviluppato nel software Abaqus, ha riprodotto l’effettiva geometria dei provini nonché le stesse condizioni al contorno e di carico del programma sperimentale.

I risultati delle prove sperimentali confermano che il solaio aumenta la resistenza della connessione, principalmente in condizioni di momento negativo piuttosto che positivo. Inoltre, viene dimostrata l’accuratezza del modello teorico a “trave equivalente”. La resistenza dei provini dotati di solaio è prevista correttamente in direzione di carico positivo, mentre risulta leggermente

sovrastimata in direzione negativa. L'evoluzione del quadro fessurativo conferma l'effettiva interazione tra gli elementi assunta nel modello teorico. Il dettaglio innovativo riduce efficacemente la resistenza flettente della connessione. In particolare, la resistenza dei provini innovativi con solaio combacia perfettamente con la resistenza dei provini convenzionali semplici, soprattutto in direzione di carico positivo. La cerniera plastica si sviluppa nella porzione di trave a sezione ridotta (RBS) e si osserva un danno minore sulla trave che supporta i travetti. I modelli agli elementi finiti dei provini testati mostrano un buon accordo con i risultati sperimentali. Tuttavia, ulteriori analisi sono necessarie.

ABSTRACT

Results of experimental tests carried out on Reinforced Concrete (RC) frames and connections equipped with integrated slab pointed out that the presence of the slab increases the flexural capacity of the connection, by acting as a flange for the beam. Consequently, the lateral resistance and stiffness of the structure are enhanced, and the capacity design weak beam-strong column failure can be altered. This thesis work focused on the effect of the floor deck on the flexural capacity of RC beam-to-column connections designed in compliance with the seismic European code, Eurocode 8 (EC8). Specifically, the effect of the floor deck made up of RC joists and upper slab, with interlaid hollow tile blocks, is investigated. Concerning this floor-system, indeed, few in-depth studies are available and EC8 does not specify how to account for the floor joists contribution in the resistance of RC connections.

The goals of this thesis were two. Firstly, the over-resistance due to the deck presence in conventional beam-to-column connection was experimentally evaluated and compared to the “equivalent beam” theoretical model prediction, to verify the model accuracy. The “equivalent beam” model provides a proper formula to evaluate the number of joists enhancing the beam resistance. Secondly, an innovative constructional detail for RC beams was proposed, aiming at reducing the joint resistance, by computing the existence of the deck contribution. According to the basic concept of the Reduced Beam Section (RBS) design, typical of the steel connections, the flexural capacity of the beam was reduced to create a localized plastic zone far from the column, able to avoid undesired partial collapse mechanisms.

The work is divided into three parts, the theoretical study, the experimental study, and the numerical modelling. The theoretical study consisted in modifying the formula of the “equivalent beam” model with reference to the test layout boundary conditions. The experimental campaign was conducted at the STRENGTH laboratory of the University of Salerno. In total, 12 full-scale specimens were tested in quasi-static loading, 6 of them are conventional beam-to-column joints with and without the floor deck, while the other 6 are innovative beam-to-column joints with and without the floor deck. The 3D Finite Element Model (FEM) of the RC joints, developed in the Abaqus software, reproduced the actual geometry of the experiments, as well as the same boundary conditions and loading as in the experimental program.

The results of the experimental tests confirm that the floor deck enhances the resistance of the connection, greatly in hogging rather than in sagging bending. Moreover, the accuracy of the “equivalent beam” theoretical model is proved. The resistance of specimens equipped with the deck is predicted fairly in positive loading direction, while it is slightly overrated in the negative one. The cracking evolution confirms the actual interaction between the elements assumed in the theoretical

model. The innovative detail effectively reduces the flexural strength of the connection. In particular, the resistance of innovative specimens with the floor deck is in perfect agreement with the resistance of simple conventional specimens, especially in the positive loading direction. The plastic hinge develops in the RBS and smaller damage on the beam supporting the joists is observed. The FE-Models of the tested specimens show good agreements with the experimental results. However, further analyses have to be carried out.