

Effetti di scala e fragilita' delle travi in c.a.

di Sabrina Gattiglia

Relatori: Mario Alberto Chiorino, Giuseppe Ferro

La tesi ha affrontato lo studio degli effetti di scala sulla risposta strutturale di travi in c.a. L'attenzione è stata focalizzata sulla transizione duttile-fragile della risposta che si evidenzia nel comportamento di travi in c.a. inflesse, al variare di caratteristiche meccaniche e dimensionali (*scale effect*). Con il termine *effetto di scala* è indicata la variabilità di alcune caratteristiche meccaniche dei materiali, in relazione alle dimensioni strutturali. Nel campo della progettazione strutturale il problema della scala dimensionale risulta di fondamentale importanza. Basti pensare, a tal proposito, alla resistenza dei materiali da costruzione, normalmente determinata in laboratori ufficiali su provini di dimensioni standardizzate. Il fatto che tali materiali siano utilizzati per strutture di dimensioni notevolmente maggiori dei campioni di laboratorio, e che per i calcoli si utilizzino invece i valori di resistenza determinati su questi ultimi, può comportare valutazioni errate della capacità portante e conseguenti rotture inaspettate. La tesi si articola in 9 capitoli. Dopo alcuni richiami riguardanti la Meccanica della Frattura, si sono analizzati il comportamento non lineare del cls. e la sua fragilità intrinseca, approfondendo i concetti di effetto dimensionale e di transizione duttile-fragile, intesa come variazione della risposta strutturale al variare della dimensione della struttura. Si è passati poi ad una breve analisi del c.a., con riferimento alla risposta globalmente fragile di elementi sollecitati a flessione e in relazione alla sua modellazione. Si è presentato il modello discreto ad una fibra, proposto inizialmente da Carpinteri per l'analisi costitutiva a flessione di travi a matrice fragile con uno strato di fibre di rinforzo. Tale modellazione consente di evidenziare la stretta dipendenza dimensionale dei meccanismi di rottura e di prendere in considerazione il problema della determinazione del quantitativo minimo di armatura da disporre nelle strutture in c.a. inflesse. La risposta strutturale risulta governata da un parametro adimensionale caratteristico, definito da Carpinteri *numero di fragilità* N_p ed espresso dalla seguente relazione:

$$N_p = r (s_u h^{0.5}) / K_{IC}$$

con r = percentuale di armatura,

s_u = tensione limite di snervamento,

h = dimensione caratteristica dell'elemento considerato,

K_{IC} = tenacità alla frattura della matrice cementizia.

Capitolo saliente della tesi ha riguardato i risultati sperimentali ottenuti in seguito alla campagna di prove condotta presso il Dipartimento di Ingegneria Strutturale del Politecnico di Torino su 45 travi in c.a. sottoposte a prova di flessione (*three point bending*), per verificare la dipendenza di scala dei meccanismi di collasso subiti da tali elementi in relazione a variazioni nella percentuale di acciaio e/o nella snellezza e/o nella scala dimensionale della trave (mantenendo la percentuale di armatura costante). In Figura 1.1 si riportano la geometria e l'armatura dei provini utilizzati.

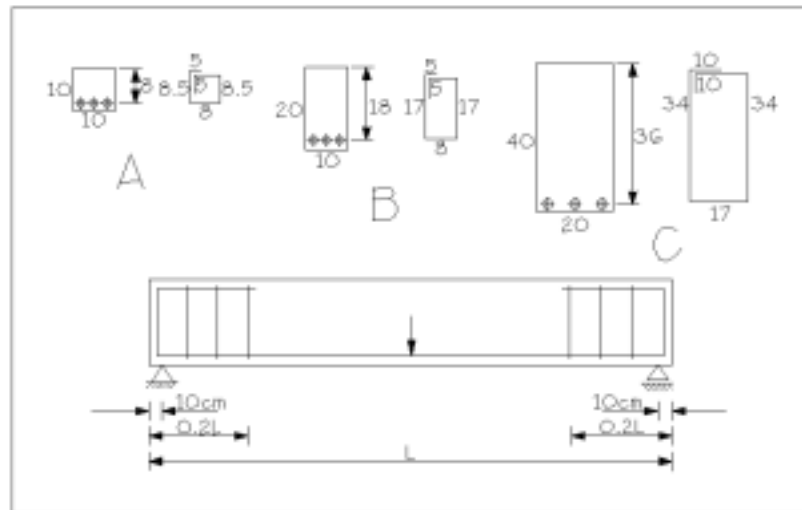


Fig.1.1

In relazione ai diagrammi di carico-spostamento ottenuti dalla sperimentazione, si è potuto rilevare il carattere transizionale del meccanismo di rottura, che può risultare provocato da taglio diagonale (Figura 1.2) o avvenire per frattura duttile in corrispondenza di uno snervamento dell'armatura, può essere di tipo fragile, quando nel caso di travi molto armate si verifica per compressione del cls. (Figure 1.3 e 1.4), o in corrispondenza dell'innescio fessurativo, quando invece le travi in esame sono debolmente armate.



Fig. 1.2



Fig. 1.3

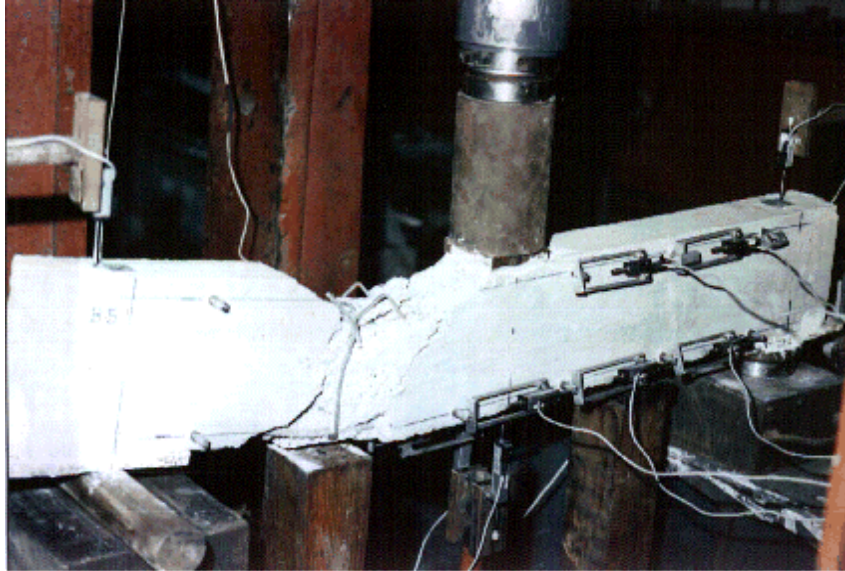


Fig. 1.4

In relazione alla quantità minima di armatura necessaria ad evitare fratture fragili, si sono confrontati i valori di N_p di ciascuna trave testata con il valore del numero di fragilità critica N_{pc} , proposto da Bosco e Carpinteri:

$$N_{pc} = 0.1 + 0.0023 f_c'$$

Applicando la precedente relazione, il valore di N_{pc} per il cls. utilizzato nelle prove è risultato pari a 0.211. Solo due travi sono risultate caratterizzate da un N_p minore di quello critico. In tal caso esse hanno infatti evidenziato un carico di picco più elevato del ramo di snervamento, confermando, dunque, quanto il numero di fragilità ben definisca il comportamento della frattura. Sulla base delle prove sperimentali condotte si è infine operata una serie di simulazioni numeriche, utilizzando un programma agli elementi finiti finalizzato all'analisi del processo di propagazione fessurativa in strutture di cls. Tali simulazioni si sono rivelate sostanzialmente in buon accordo con i risultati sperimentali.

A conferma degli studi promossi in tale ambito di ricerca, dalla presente tesi emerge la necessità di analizzare il comportamento sperimentale delle travi in c.a. con verifiche più sofisticate e di interpretarne i risultati utilizzando i concetti della Meccanica della Frattura. Troppo spesso, infatti, persiste una scarsa corrispondenza tra i risultati sperimentali e le normative vigenti, che tengono conto in maniera del tutto insufficiente dei parametri pesantemente determinanti sulle modalità di frattura delle travi.