

POLITECNICO DI TORINO
FACOLTA' DI ARCHITETTURA 2
Corso di Laurea in Architettura
Tesi meritevoli di pubblicazione

I calcestruzzi ad alte prestazioni: modellazione teorica del modello strutturale

di Francesca Squizzato

Relatori: Giuseppe Ferro, Giulio Ventura

Nella presente tesi è stata svolta un'analisi sul comportamento meccanico dei calcestruzzi ad alte prestazioni, ed una modellazione teorica per ottenere delle simulazioni numeriche.

I calcestruzzi ad alte prestazioni sono materiali compositi, formati da una matrice fragile in conglomerato ad alta resistenza e da un rinforzo longitudinale e/o fibroso. Tra le principali proprietà di questi compositi, in relazione ad un normale cemento armato, si possono annoverare:

- un'altissima resistenza a compressione;
- una maggiore tenacità e duttilità;
- una maggiore capacità di resistenza a flessione e trazione;
- una maggiore durezza in caso di aggressioni chimiche, fisiche ed atmosferiche.

Purtroppo ancora oggi in Italia questi materiali sono poco utilizzati e pressoché sconosciuti ai più. Le cause principali di questa grave lacuna sono la mancanza di una normativa, che fornisca strumenti validi per una corretta progettazione, ed una generale e diffusa diffidenza tra gli addetti ai lavori.

Scopo della tesi è l'analisi del modello del *bridged-crack* formulato per lo studio a flessione di calcestruzzi ad a. p. rinforzati con sole barre, sole fibre o con barre e fibre.

I parametri e le leggi che regolano il modello sono tipici della Meccanica della Frattura Elastica Lineare. L'applicazione dei concetti della MFEL alle strutture in c.a. rappresenta l'unica via per interpretarne il comportamento a rottura, che mostra differenti modi di collasso al variare della scala dimensionale.

Il modello del *bridged-crack* si propone di determinare la risposta strutturale di elementi fessurati in calcestruzzo armato fibro-rinforzato soggetti a flessione. La contemporanea presenza di due differenti armature, la longitudinale (armatura primaria) e le fibre (armatura secondaria) che agiscono riducendo la fessura a due differenti livelli, porta alla definizione di tre numeri di fragilità $N_p^{(1)}$, $N_p^{(2)}$ e \tilde{w}_c da cui dipende la risposta strutturale. Tali numeri adimensionali sono funzioni della tenacità della matrice fragile, del tipo e della quantità di rinforzo, del modulo elastico, dell'apertura limite della fessura e della dimensione strutturale caratteristica.

$$N_p^{(1)} = \frac{\rho \sigma_y h^{0.5}}{K_{IC}}, \quad N_p^{(2)} = \frac{\gamma \sigma_u h^{0.5}}{K_{IC}}, \quad \tilde{w}_c = \frac{E w_c}{K_{IC} h^{0.5}}$$

con

ρ = percentuale di armatura;

σ_y = tensione limite di snervamento dell'armatura;

γ = percentuale di armatura fibrosa;

σ_u = tensione di snervamento delle fibre;

h = dimensione caratteristica dell'elemento considerato;

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

E = modulo elastico del calcestruzzo;

w_c = apertura limite della fessura, su cui esercitino un'azione di richiusura le fibre;

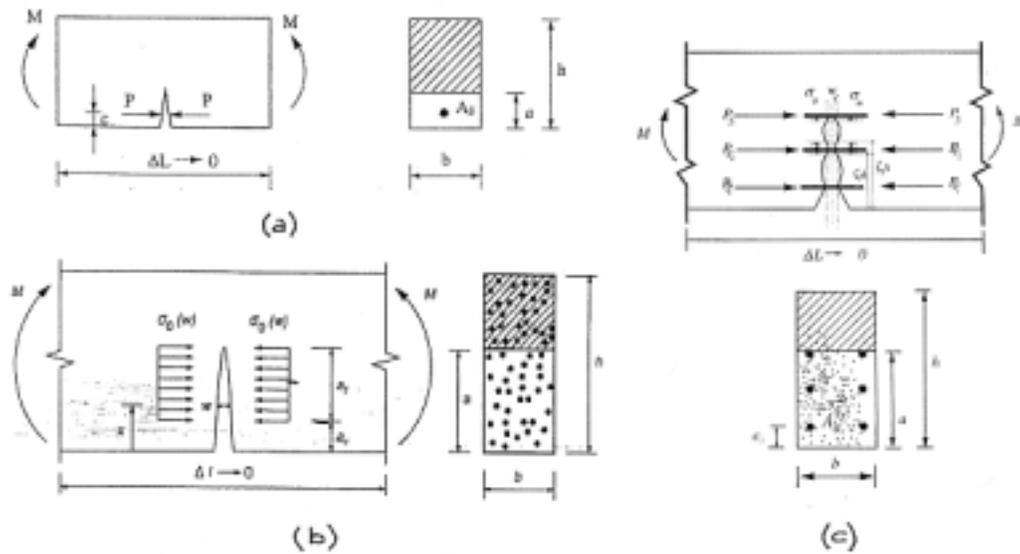


Fig.1: modello di sezione fessurata, nei tre diversi casi: (a) solo rinforzo primario, (b) solo rinforzo secondario, (c) presenza dei due livelli di rinforzo

In fig. 1 si possono osservare gli schemi cui fa riferimento il modello nei diversi casi esaminati ((a): solo armatura longitudinale, (b): solo armatura fibrosa, (c): presenza di armatura primaria e secondaria)

Dopo aver descritto le principali caratteristiche tecnologiche del materiale, e la formulazione teorica del modello, l'ultima parte della tesi è dedicata alla presentazione su diagrammi carico-freccia dei risultati delle simulazioni numeriche, confrontati con quelli delle relative prove sperimentali rilevate in letteratura (three point bending e four point bending).

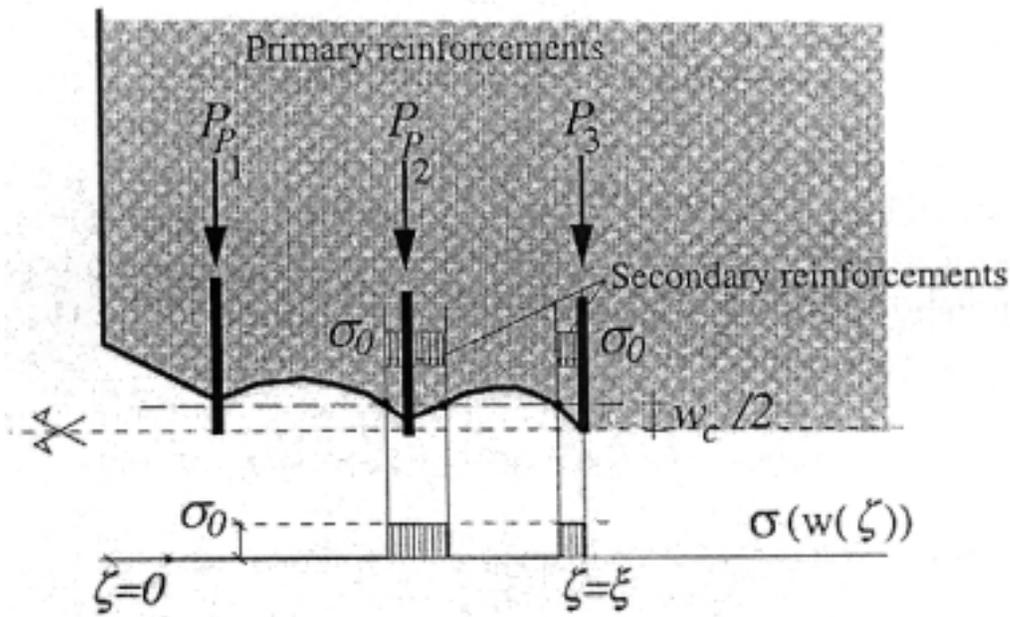


Fig.2: Schema delle azioni di *bridging* esercitate dai due livelli di rinforzo lungo le facce della fessura

Le simulazioni si sono rivelate sostanzialmente in buon accordo con i risultati sperimentali, ma questo rimane solo il primo passo, nuove prove e nuove verifiche vanno eseguite.

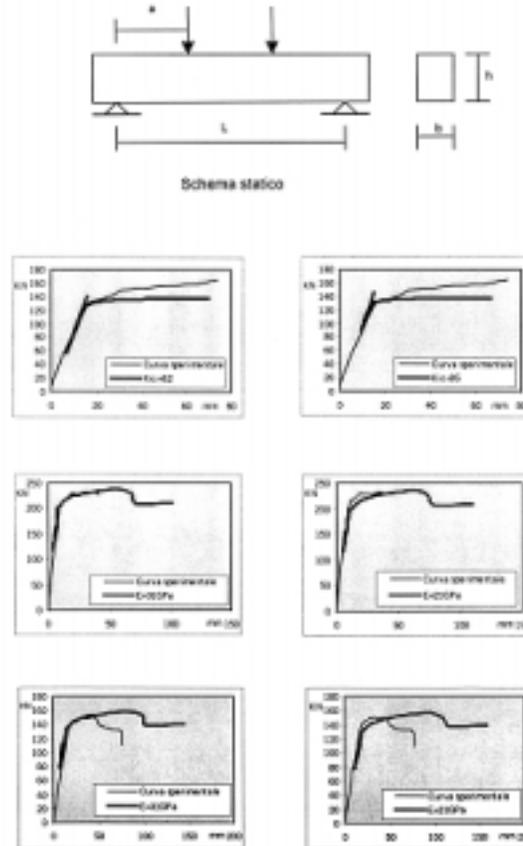


Fig.3: esempi di confronto tra due grafici carico-freccia
(linea in grassetto: simulazione numerica; linea normale: prova sperimentale)

I buoni risultati forniti dal modello possono rivelarsi un valido contributo per l'avvio dello studio e della redazione di una normativa in materia di calcestruzzi ad alte prestazioni. Normativa di cui si sente profondamente la mancanza, e che ci pone agli ultimi posti, nel campo delle costruzioni, tra i paesi industrializzati.

Per ulteriori informazioni, indirizzo e-mail: francescasquizzato@hotmail.com