

Università degli Studi di Napoli Federico II



Scuola Politecnica e delle Scienze di Base

Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile e Ambientale

Corso di Laurea in

INGEGNERIA PER L'AMBIENTE ED IL TERRITORIO

(Classe delle Lauree in Ingegneria Civile ed Ambientale)

Tesi di Laurea

**“RESISTENZA A TAGLIO DI NODI ESTERNI
TRAVE-COLONNA IN C.A. NON STAFFATI”**

Relatore

Prof. Ing. Gerardo Mario Verderame

Correlatore

Ing. Maria Teresa De Risi

Candidato

Umberto Cacace

N49/335

Abstract

L'elaborato di tesi pone come obiettivo lo studio del comportamento di nodi trave-pilastro, dei meccanismi e dei parametri che ne influenzano la resistenza a taglio e il confronto tra i valori sperimentali di resistenza e quelli ricavati da formulazioni teoriche, per capire quali di questi riesce meglio a rappresentare la realtà sperimentale.

E' stato osservato durante eventi sismici passati, che le strutture in c.a., specie se progettate per soli carichi gravitazionali, venivano gravemente danneggiate nelle zone di giunzione nodale. Queste strutture risultavano, dunque, inadeguate a resistere ad eventi straordinari come il sisma e le norme tecniche allora vigenti non fornivano adeguati criteri costruttivi.



Le sollecitazioni che induce un sisma su una struttura possono essere estrapolate da semplici considerazioni di carattere statico su un telaio alla Grinter. Il sisma si può modellare con forze orizzontali di intensità variabile, agenti all'altezza degli impalcati. Da simulazioni di questo tipo si evince il ruolo fondamentale che svolgono i nodi travi-pilastro nel trasferimento degli sforzi interni tra travi e pilastri adiacenti e la notevole entità delle sollecitazioni taglianti che interessano la zona nodale.

E' stato quindi studiato il meccanismo resistente che si attiva nella regione nodale e quali sono i parametri che lo influenzano. Facendo un equilibrio del nodo si vede che le sollecitazioni agenti su di esso creano un puntone diagonale di cls compresso. Questo è il principale meccanismo resistente che si attiva nel nodo e prende il nome di "meccanismo a puntone". I parametri che lo influenzano sono:

- Rapporto di forma del nodo;

- Percentuale di armatura longitudinale della trave convergente nel nodo;
- Sforzo assiale;
- Resistenza a compressione del cls;
- Ancoraggio dell'armatura longitudinale della trave convergente nel nodo.

Definiti i parametri che influenzano la resistenza, si sono indagati alcuni dei modelli predittivi esistenti in letteratura. Due di essi costituiscono indicazioni normative (americane):

- Modello da normativa ASCE SEI/41: $V_n = \lambda \gamma \sqrt{f_c} b_j h_c$
- Modello da normativa ACI 352: $V_n = \gamma \sqrt{f_c} b_j h_c$

Le formulazioni proposte da questi due modelli sono molto simili e dipendono essenzialmente dal tipo di nodo, ovvero dalla sua posizione in pianta.

Gli altri due modelli indagati sono i seguenti:

- Modello proposto da Priestley (1997), per cui il taglio di nodo per questo modello è funzione principalmente della tensione principale di trazione, che Priestley limita a $0.42 (f_c)^{0.5}$:

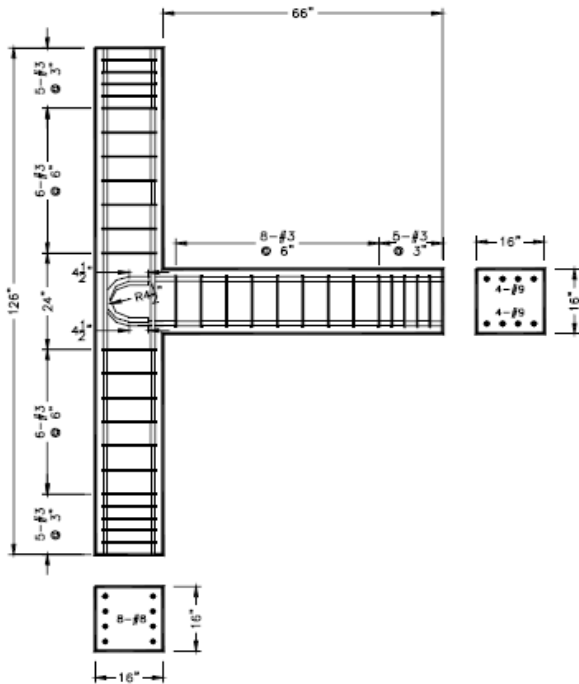
$$V_n = A_g \sqrt{\sigma^2 + \sigma \left(\frac{P}{A_g} \right)}$$

- Modello proposto da Park e Mosalam (2013) :

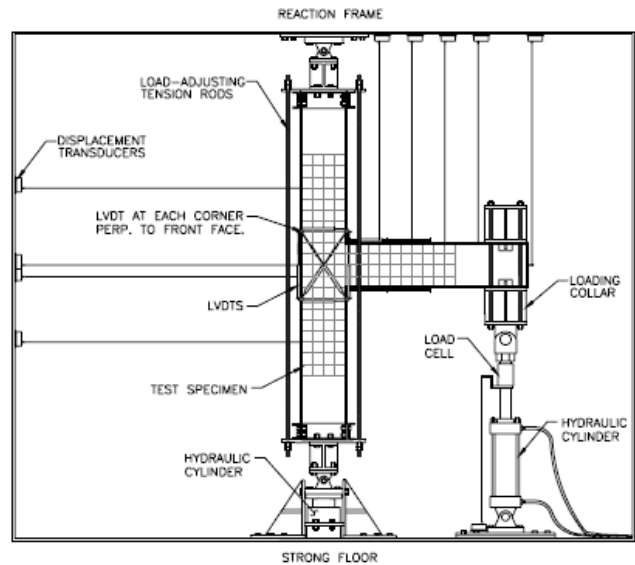
$$V_n = k \left[\sqrt{f_c} b_j h_c \frac{\cos \theta}{\cos(\pi/4)} \right] (\text{MPa})^{0.5}$$

Il taglio di nodo secondo l'ultimo dei modelli presentati è essenzialmente dipendente da due parametri: il rapporto di forma del nodo e la percentuale di armatura longitudinale nella trave. Inoltre, Park e Mosalam (2013) sostengono che la resistenza di nodo si sviluppa gradualmente, essendo legata al graduale sviluppo dell'aderenza tra acciaio e cls.

Per confrontare i risultati sperimentali con i modelli predittivi è stato creato un database di prove, in cui si sono riportate tutte le caratteristiche del sub-assemblaggio di nodo e del set-up di prova. Si riportano in figura un esempio di provini e di set-up di prova.

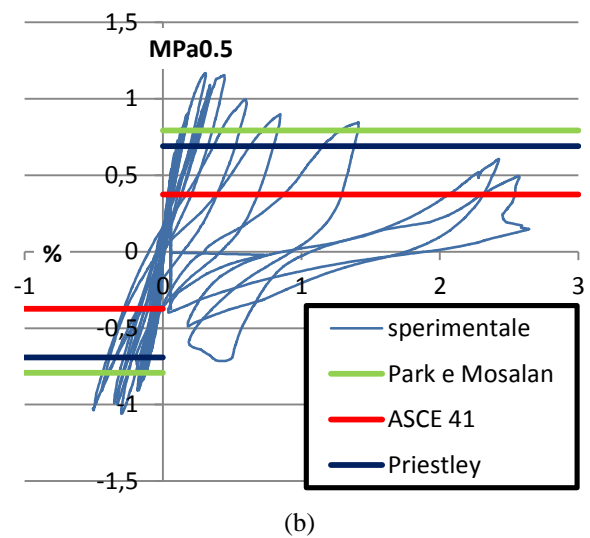
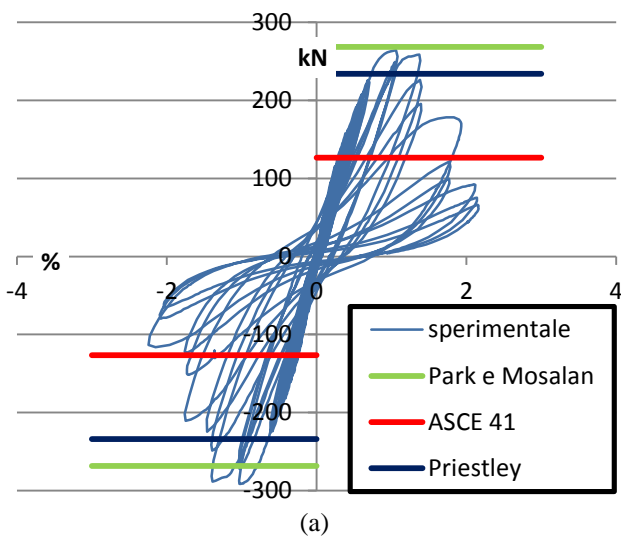


Caratteristiche geometriche e costruttive dei provini

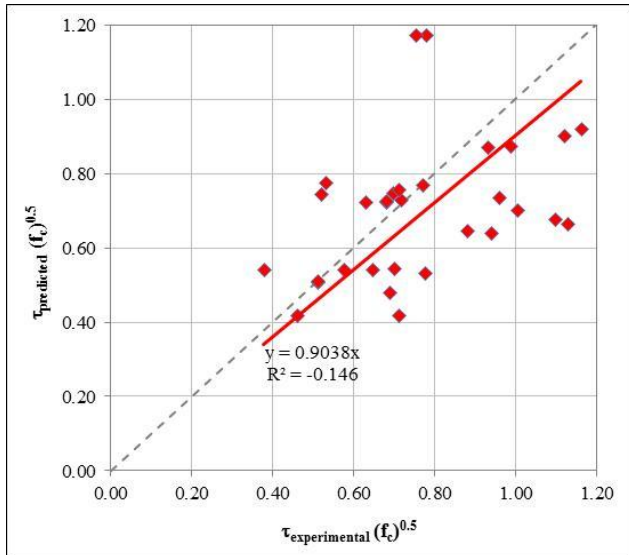


Setup di prova

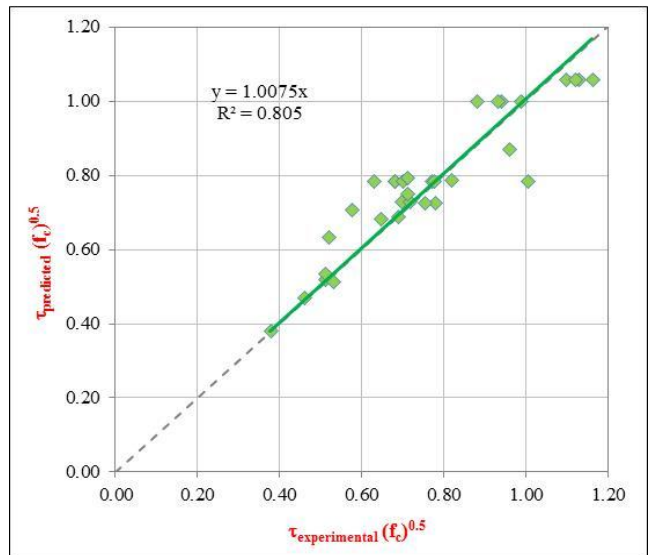
Così è stato possibile mettere a confronto la resistenza attinta sperimentalmente dal provino, con quella calcolata dai modelli predittivi. È stata quindi creata una tabella dove si riporta un confronto numerico in termini di resistenza. Nella tabella viene fatto il rapporto tra i valori di resistenza ricavata dai modelli e quello ricavato dai provini, e calcolato il loro valore medio. In figura si riporta un esempio di confronto numerico - sperimentale in termini di taglio - drift (a) e tensione - deformazione (b) per una delle prove analizzate.



Per un ulteriore confronto vengono anche riportati dei grafici in cui sono rappresentati i valori di resistenza ricavati dai provini e quelli derivanti dai modelli predittivi. I valori di taglio di nodo V_{Jn} , in questi grafici sono adimensionalizzati rispetto l'area di nodo e la radice quadrata della resistenza a compressione. Si riporta in figura questo tipo di confronto, ad esempio, per i modelli di Priestley (1997) e di Park e Mosalam (2013).



Confronto con il modello di Priestley.



Confronto con il modello di Park e Mosalam.

Da questi grafici, e dai valori della media del rapporto ricavata dalla tabella, estraiamo le nostre conclusioni. Abbiamo che i modelli più lontani dalla realtà sperimentale sono quelli proposti dalle normative. In particolare:

- la normativa ASCE SEI/41 tende a sottostimare la resistenza in approccio conservativo.
- la normativa ACI 352 tende leggermente a sovrastimare la resistenza a taglio.
- Il modello proposto da Priestley (1997) rappresenta abbastanza bene la realtà sperimentale, infatti la media dei valori del rapporto è di 0.98, quindi molto vicino all'unità. Ma si osserva una grande dispersione dei punti.
- Il modello proposto da Park e Mosalam (2013), avente una media dei valori del rapporto di 1.03 e una bassa dispersione, sembra essere il modello che meglio rappresenta la realtà sperimentale.