

**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 E IL TERRITORIO**

**DIPARTIMENTO DI STRUTTURE  
PER L'INGEGNERIA E L'ARCHITETTURA**

**TESI DI LAUREA**

**PARAMETRI DEFORMATIVI DI NODI ESTERNI TRAVE-COLONNA IN C.A.  
NON STAFFATI**

**Relatori**

Prof. Ing. Gerardo Mario Verderame

**Correlatori**

Ing. Maria Teresa De Risi

**Candidato**

Rosita Cangiano

Matr. N49/267

**ANNO ACCADEMICO 2013/2014**

## SOMMARIO

L'elaborato di tesi si pone come obiettivo lo studio del comportamento di nodi trave-pilastro soggetti ad azioni cicliche come quelle indotte da un evento sismico. E' stato osservato durante eventi sismici passati, che le strutture in cls venivano gravemente danneggiate nelle zone di giunzione nodale, che si configurano quindi come zone di notevole vulnerabilità strutturale. Queste strutture risultavano così inadeguate a resistere ad eventi straordinari come questi e le norme tecniche in vigore non fornivano adeguati criteri costruttivi, Figura 1.1.

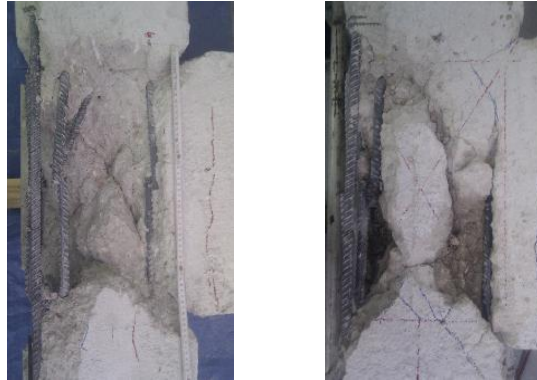


Figura 1.1 Danneggiamento del sub assemblaggio di nodo in tre prove indagate.

Da semplici simulazioni numeriche su strutture in cemento armato, soggette ad azioni da sisma modellate come forze orizzontali di intensità variabile agenti a livello degli impalcati, si osserva che nelle zone nodali insorgono delle sollecitazioni aggiuntive a quelle normalmente presenti sotto carichi gravitazionali. Da queste simulazioni si è capito il ruolo fondamentale dei nodi travi-pilastro nel trasferimento dei momenti e delle forze interne tra travi e colonne adiacenti, e dell'importanza di una loro corretta progettazione. Sulla base di queste considerazioni diversi ricercatori hanno studiato il comportamento dei nodi trave-pilastro e quali sono i parametri che ne influenzano la capacità di spostamento (o deformazione), al fine di migliorare le tecniche e norme costruttive vigenti, ormai obsolete.

Nella prima parte dell'elaborato di tesi si è data importanza alla caratterizzazione dei nodi a seconda della loro posizione nel telaio, che come si è visto, determina il modo in cui il nodo stesso viene sollecitato. In particolare si è rivolta l'attenzione sui nodi esterni non staffati, che per la loro configurazione risultano meno confinati e per questo più vulnerabili, Figura 1.2.

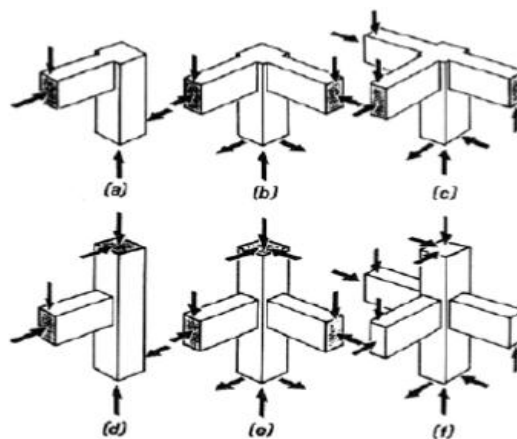


Figura 1.2 Esempi di nodi esterni.

Abbiamo visto come una serie di parametri tendono ad influenzare la deformabilità del nodo, ovvero:

- Il rapporto di forma del pannello nodale, ( $h_b/h_c$ )
- Sforzo assiale, ( $v$ )
- Resistenza a compressione del cls, ( $f_c$ )
- Ancoraggio barre longitudinali nella trave,
- Percentuale di armatura longitudinale nella trave e nella colonna.

E' stato creato e investigato un database di prove sperimentali in cui sono riportate una serie di 15 prove condotte da diversi autori su sub-assemblaggi di nodo. In Figura 1.3 viene riportato un esempio di nodo appartenente al database testato dai ricercatori Tsonos e Papanikolaou (1999).

Sono stati poi estratti i dati riguardanti i cicli di carico-scarico di risposta sperimentale dei provini indagati, come mostrato in Figura 1.4.

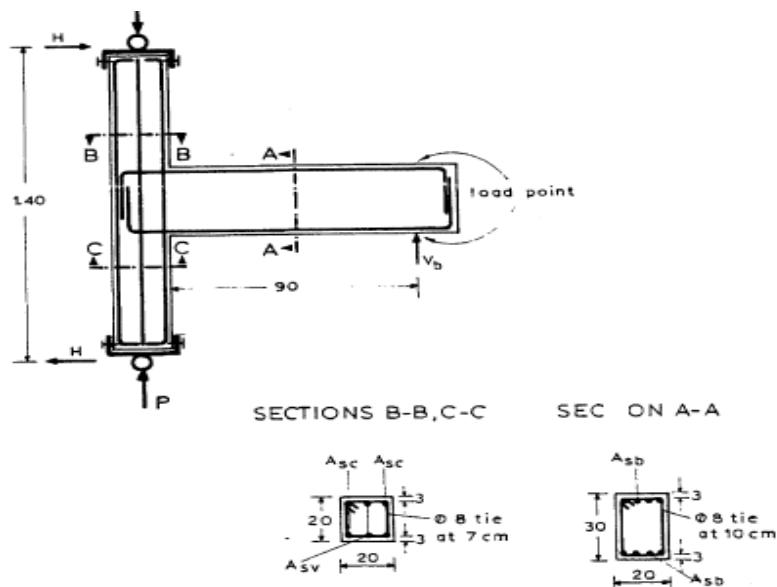


Figura 1.3 Esempio di nodo considerato.

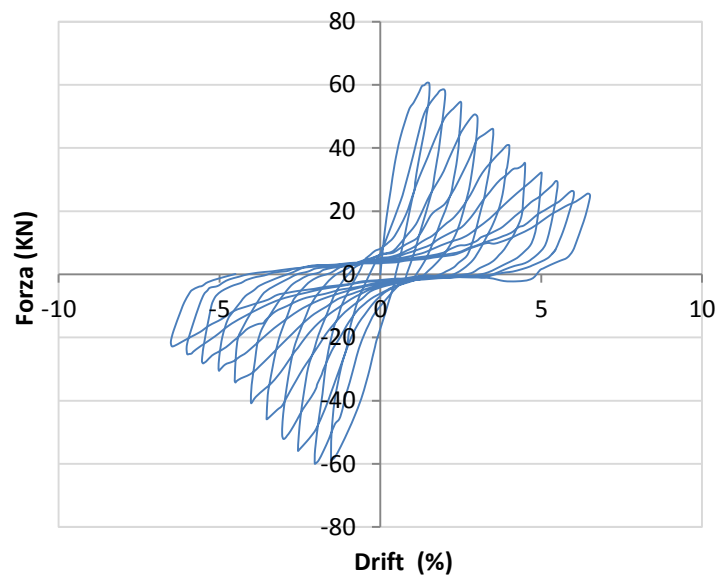


Figura 1.4 Ciclo di carico applicato al provino - Grafico Forza-Drift.

Il grafico dell' involuppo esterno della storia di carico, è stato utile per tracciare due rette secanti che rappresentano il k di cracking e il k massimo corrispondenti allo sforzo tagliante, rispettivamente di cracking e massimo. Lo sforzo tagliante di cracking è stato valutato attraverso il modello di Priestley che rappresenta abbastanza bene la realtà sperimentale; mentre lo sforzo massimo corrisponde al picco di carico visibile nell' involuppo tracciato. Questi due parametri si definiscono come il rapporto tra lo sforzo tagliante e lo spostamento corrispondente, ovvero definiscono le inclinazioni delle due rette (rossa e blu) riportate in Figura 1.5.

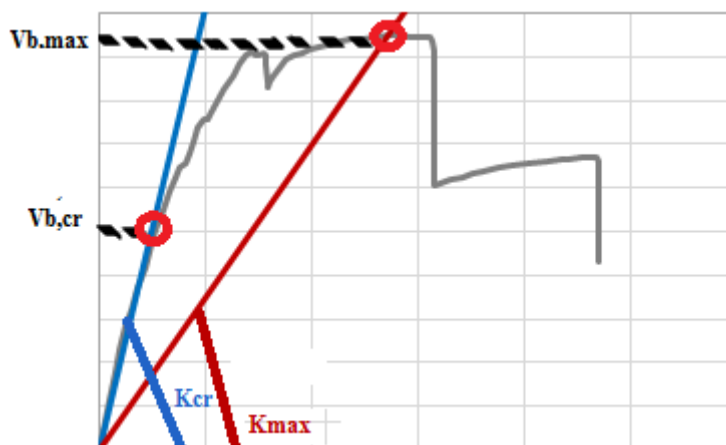


Figura 1.5 Rappresentazione schematica di K di cracking e K massimo.

$$K_{sec, cr} = \frac{V_{b,cr}}{s_{cr}} \quad ; \quad K_{sec, max} = \frac{V_{b,max}}{s_{max}}$$

I dati sono stati poi rappresentati su dei grafici dove si è potuto osservare come variano la capacità di spostamento, il K di cracking e quello massimo dei provini, al variare di alcuni parametri, quali il rapporto di forma del nodo ( $h_b/h_c$ ), lo sforzo assiale adimensionalizzato ( $v$ ) e la resistenza del cls ( $f_c$ ). E' stato confermato come viene descritto in letteratura, che non è possibile definire una vera e propria tendenza dei nodi rispetto al rapporto di forma mentre per quanto riguarda sforzo assiale e resistenza, si può dire che un elevato sforzo assiale riduce la capacità (o drift) dei nodi e che un' elevata resistenza del cls fa in modo che la capacità deformativa dei nodi risulti essere minore.

In Figura 1.6 si riportano a mo' di esempio alcuni dei risultati ottenuti riguardanti la variazione del drift corrispondente al picco di carico ("peak drift") in funzione dei suddetti parametri.

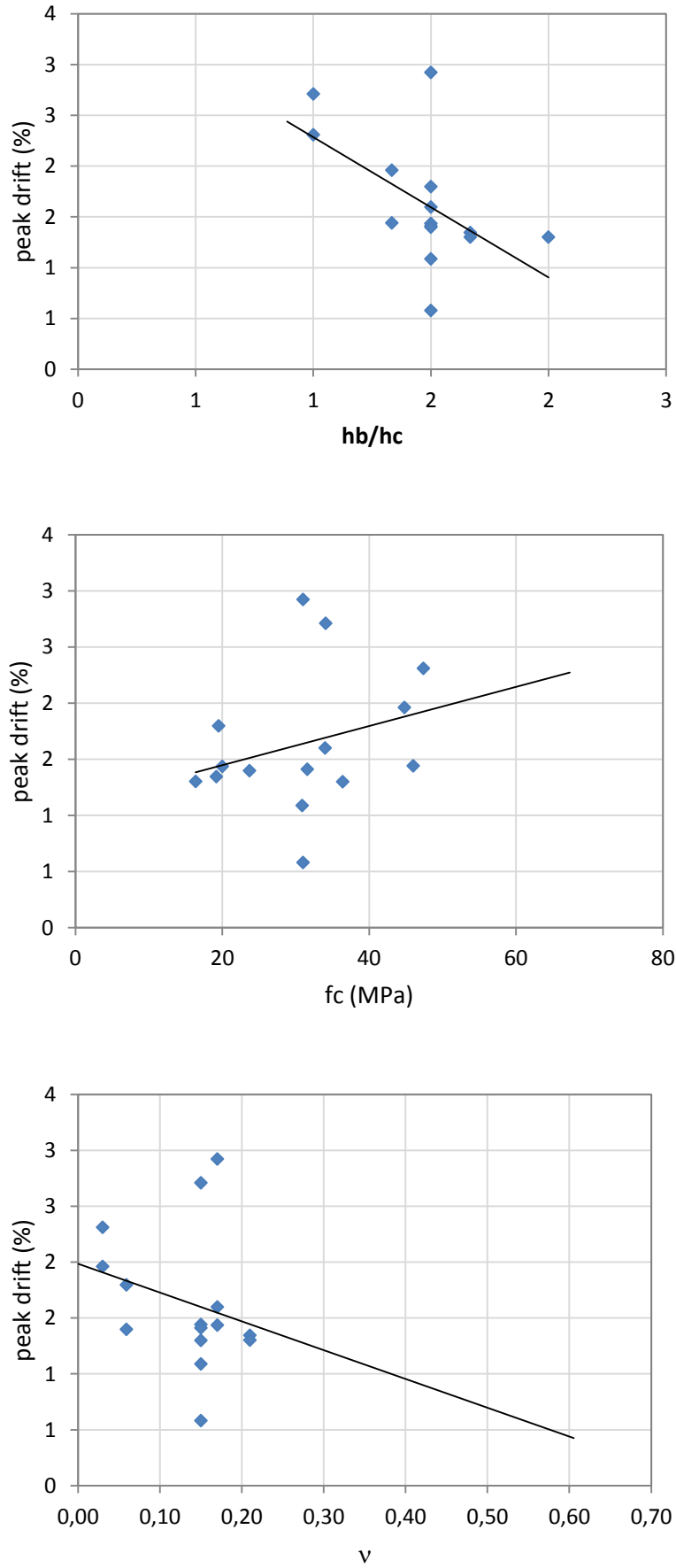


Figura 1.6