

Valutazione del rinforzo dei nodi trave-pilastro con piastre in acciaio

Intervenire nel refitting di edifici esistenti con struttura portante a telaio in cemento armato, comporta spesso doversi confrontare con il rinforzo dei nodi trave-pilastro. Si valuta qui il rinforzo con piastre in acciaio collegate al nodo con tasselli o barre bullonate mediante l'utilizzo di Sismicad.

Come evidenziato dai recenti terremoti in Italia, la maggior parte degli edifici esistenti in cemento armato presenta una elevata vulnerabilità nei confronti del sisma.

Purtroppo buona parte degli edifici realizzati nel secolo scorso, compresi quelli costruiti negli anni del boom edilizio del secondo dopoguerra, sono stati calcolati con riferimento ai soli carichi verticali poiché edificati in zona non sismica.

Anche edifici calcolati secondo le normative per le costruzioni in zona sismica antecedenti al 1996 con ogni probabilità non risulterebbero adeguati sismicamente se verificati secondo le attuali NTC18, sia per i maggiori valori della intensità della azione sismica, sia per carenze proprie delle norme precedenti.

Uno dei principali motivi di vulnerabilità sismica degli edifici esistenti con strutture intelaiate in cemento armato è la mancanza di staffatura nei nodi trave-pilastro conseguente alla assenza di precise disposizioni normative.

Le prime indicazioni normative circa le armature dei nodi sono apparse nella Circ.M.LL.PP. del 10/04/1997 n.65 Istruzioni per l'applicazione delle Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche di cui al decreto ministeriale 16/01/1996: *"Lungo le armature longitudinali del pilastro che attraversano i nodi devono esser disposte staffe di contenimento in quantità almeno pari alla maggiore prevista nelle zone del pilastro inferiore e superiore adiacenti al nodo"*.

La prima versione di Sismicad è del 1989 e quindi da quella data ha seguito l'evoluzione delle norme nazionali e la loro applicazione. La circolare n.65 di cui sopra è stata ampiamente inapplicata dalla maggioranza dei progettisti per i maggiori costi che la sua applicazione comportava con la motivazione della non obbligatorietà delle circolari.

Si è continuato a costruire senza staffe nei nodi dei pilastri sino alla pubblicazione della Ordinanza P.C.M. n. 3274 del 20 marzo 2003 che tra le varie novità ha definitivamente imposto la verifica dei nodi dei telai sia per edifici nuovi che esistenti siti in zone sismiche.

Le NTC2008 hanno infine esteso all'intero territorio nazionale la obbligatorietà dell'analisi sismica degli edifici e con essa la generale necessità di staffature dei nodi di edifici di nuova edificazione e di verifica dei nodi di edifici esistenti.

Nella attuale normativa NTC18 e in particolare nella Circolare C.S.LL.PP n,7 del 21/01/2019, sono indicati criteri di verifica di nodi non interamente confinati privi di staffatura [C8.7.2.11], [C8.7.2.12]. Le resistenze che si ottengono sono però solitamente insufficienti a garantirne la verifica, motivo per cui sono state sviluppate diverse modalità di interventi di rinforzo.

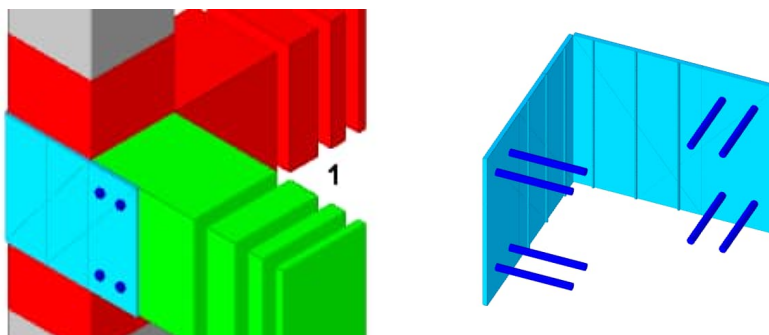
Si tratta di interventi non semplici e in alcuni casi invasivi poiché richiedono l'allontanamento degli inquilini per potere essere realizzati.

Il rinforzo con piastra in acciaio che qui presentiamo è riservato a nodi esterni sia di angolo che di facciata.

Dettagli del sistema a piastra in acciaio

La logica dell'intervento è quella di affiancare alla resistenza offerta dal solo calcestruzzo esistente a trazione e a compressione, un rinforzo che collabori alla resistenza del nodo in relazione alla travatura e alla geometria del nodo.

Nella progettazione dell'intervento si è posta attenzione al fatto che trattandosi di meccanismo fragile la attivazione del rinforzo deve essere il più possibile contemporanea all'attivazione del meccanismo e che quindi è da ricercare una perfetta solidarizzazione tra piastra e supporto.

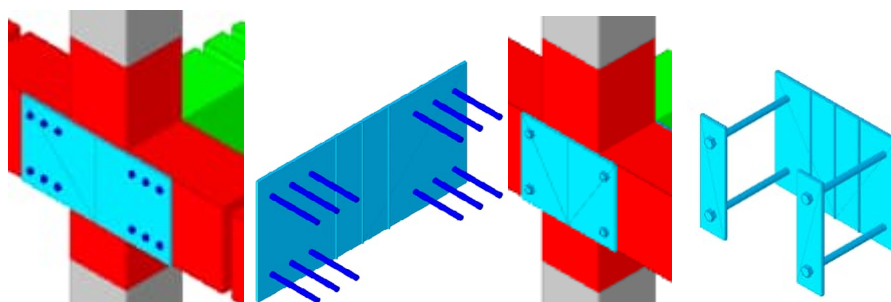


Concrete srl

Via della Pieve, 19 - 35121 Padova - Tel. 049 8754720
CF/PI: 02268670284 - www.concrete.it - info@concrete.it

La piastra viene pensata collegata alle travi convergenti nel nodo da connettori che possono essere bulloni passanti serrati su una contropiastra o tasselli. Viene inoltre prevista la preparazione della zona nodale con scarifica e messa a nudo delle barre longitudinali della pilastrata per metà diametro e l'installazione della piastra mediante malte ad alta resistenza. La malta può essere tixotropica o colata dopo il fissaggio della piastra. Essa contribuisce alla resistenza e migliora la solidarizzazione che viene accentuata dalla predisposizione di nervature verticali saldate alla piastra che si annegano nella malta.

La soluzione con bulloni passanti è quella che fornisce le maggiori resistenze ma presenta diversi inconvenienti. La previsione di bulloni passanti e la presenza di contro piastre richiede lavorazioni da svolgere all'interno dell'edificio. Una foratura che attraversa la trave non è di semplice esecuzione tenendo presente la necessità di garantire il monolitismo con accoppiamenti di precisione per diminuire il più possibile la differenza tra diametro del bullone e foro nella piastra.



La soluzione con tasselli presenta resistenze decisamente inferiori rispetto a quella con bulloni passanti, cosa che comporta un aumento del numero di connettori. In compenso la lavorazione può essere eseguita stando all'esterno dell'edificio e si presenta di più facile esecuzione rispetto ad una perforazione passante.

La resistenza del rinforzo è data dalla resistenza fornita dalla malta sommata al minore tra la resistenza della piastra e quella dei connettori; nel caso di impiego di tasselli la resistenza è solitamente condizionata dalla resistenza di questi ultimi.

I dettagli del nodo in Sismicad

Con Sismicad è possibile inserire il rinforzo specificando i dettagli geometrici, i materiali, etc, e valutando visivamente la corrispondenza alla situazione progettuale. Nel caso di tasselli è anche possibile mettere in conto la presenza di armature nella struttura esistente, se note al progettista, come da EN1992-4.

Concrete srl

Via della Pieve, 19 - 35121 Padova - Tel. 049 8754720
CF/PI: 02268670284 - www.concrete.it - info@concrete.it

Rinforzo nodo con piastra in acciaio	
Materiale	S235
Spessore piastra	1
Tipo di connettore	Tasselli
Distanza bordo laterale	5
Distanza bordo superiore	7
Numero righe connettori	2
Numero colonne connettori	2
Tassello	Chimico 16 EC
Diametro testa	1.7
Diametro foro	1.7
Spessore testa	1.2
∨ Arm. supp. trazione	Si; 12 mm; 2; B450C; 20; Gancio
Presente	Si
Diametro	12 mm
N° barre	2
Materiale	B450C
I1	20
Estremità	Gancio
∨ Arm. supp. taglio	Si; 12 mm; 2; B450C; 20; Gancio; 3
Presente	Si
Diametro	12 mm
N° barre	2
Materiale	B450C
I1	20
Estremità	Gancio
Copriferro	3
∨ Arm. distr.	Si; 12 mm; 20
Presente	Si
Diametro	12 mm
Passo	20
Considera rottura bordo CLS	No
n° nervature	3
Forma della nervatura	Circolare
Diametro della nervatura	0.5
Resistenza compressione malta	300
Considera resistenza malta	Si

Sismicad esegue la verifica valutando la tensione di trazione e di compressione sul nodo secondo quanto riportato in Circolare n.7 alle formule §C8.7.2.11 e §C8.7.2.12. In sede di verifica, alla tensione di trazione massima assorbibile dal calcestruzzo σ_{jt} , data da C8.7.2.11, si aggiunge il contributo in termini di tensione di trazione σ_o dato dal rinforzo, in relazione al meccanismo di "rottura" che offre la minima resistenza, valutato in relazione alla travatura esaminanda che può sollecitare il dispositivo installato per taglio o per trazione a seconda della geometria del nodo.

Si ricorda infatti che la presenza di una piastra in acciaio non è da considerarsi come la presenza di una staffatura equivalente, quanto alla presenza di un incremento di resistenza offerto dalla minore delle resistenze derivanti dai vari meccanismi di rottura che possono esplicarsi nel sistema piastra-collegamento.

Concrete srl

Via della Pieve, 19 - 35121 Padova - Tel. 049 8754720
CF/PI: 02268670284 - www.concrete.it - info@concrete.it

Conclusioni

L'ipotesi di intervenire nel rinforzo dei nodi trave-pilastro con una piastra in acciaio connessa alla struttura mediante connettori sembra essere molto utilizzata da imprese di piccole dimensioni per la semplicità di esecuzione che rende possibile impiegare sistemi di posa ordinari senza la necessità di manodopera specializzata.

Rimane la considerazione che la efficacia dell'intervento è molto legata alla precisione della sua esecuzione.

Più in generale la mancata resistenza dei nodi non è l'unico problema da risolvere per la messa in sicurezza sismica di un edificio in c.a.

Valutazioni di tipo economico possono indicare come più convenienti altre soluzioni per la messa in sicurezza dell'edificio quali: demolizione e ricostruzione, riduzione della azione sismica con introduzione di isolatori sismici o dissipatori isteretici, affidamento della intera azione sismica a nuove strutture (es. cappotto sismico).

Concrete srl
Ing. Luigi Nulli