

Connettori a piolo con testa applicati a freddo mediante chiodatrice pneumatica

Ingegneri Leo Colossi, Giorgio Romaro,
Studio Romaro, Padova (Italia)

Sommario

Viene studiato il comportamento strutturale di un nuovo tipo di connettore a piolo per travi di solaio composte di acciaio e calcestruzzo collegato alla struttura metallica mediante chiodi applicati a freddo. L'indagine si basa su prove sperimentali eseguite su 15 campioni del tipo push-out e su due con schema a trave, comprendenti i casi sia di soletta piena che di soletta gettata su lamiera grecata in acciaio. Le prove effettuate rivelano un funzionamento ottimale del connettore, un dimensionamento equilibrato delle sue singole parti e, in considerazione delle sue caratteristiche di affidabilità e praticità nella messa in opera, ne attestano la validità di impiego in alternativa ai pioli direttamente saldati alla base. Il dispositivo di collegamento testato ha un'elevata duttilità di comportamento alla quale si associano caratteristiche di adattamento plastico e quindi ampie possibilità di redistribuzione di sforzo.

Introduzione

Negli elementi strutturali composti di acciaio e calcestruzzo (travi in acciaio e soletta in calcestruzzo) la mutua collaborazione dei due componenti è affidata ad opportuni dispositivi di collegamento chiamati connettori. I connettori, tra i quali il più diffuso è il tipo a piolo saldato a scintillio, rappresentano un punto critico nella realizzazione di travi composte, soprattutto nel caso di solai dove tra la trave in acciaio e la soletta in calcestruzzo è interposta la lamiera grecata protetta con zincatura a caldo.

Nell'intento di realizzare un sistema di connessione che conservi le caratteristiche positive e collaudate del connettore a piolo saldato, senza peraltro presentare i difetti di cui sopra, si è ideato e realizzato un nuovo tipo di connettore a piolo da collegare alla struttura metallica con chiodi applicati a freddo

(Figg. 1a e 1b). Questo nuovo tipo di connettore a piolo è, a meno del sistema di bloccaggio alla struttura in acciaio, del tutto simile a quello di tipo saldato (Fig. 2). Esso si compone di:

- un piolo con testa, ottenuta per ricalco a freddo da un tondo avente diametro di 12 mm in acciaio Fe 360 (secondo UNI 7070);
- una piastrina di base, avente forma rettangolare con due bordi irrigidenti ottenuti mediante piegamenti a freddo di una lamiera spessa 3 mm di acciaio Fe 360. Le sue dimensioni sono tali da permetterne l'uso con le lamiere grecate correntemente in commercio.

Il piolo e la piastrina di base sono collegati tra loro mediante stampaggio e ricalco a freddo del gambo del piolo nel foro precedentemente ricavato nel centro della piastrina.

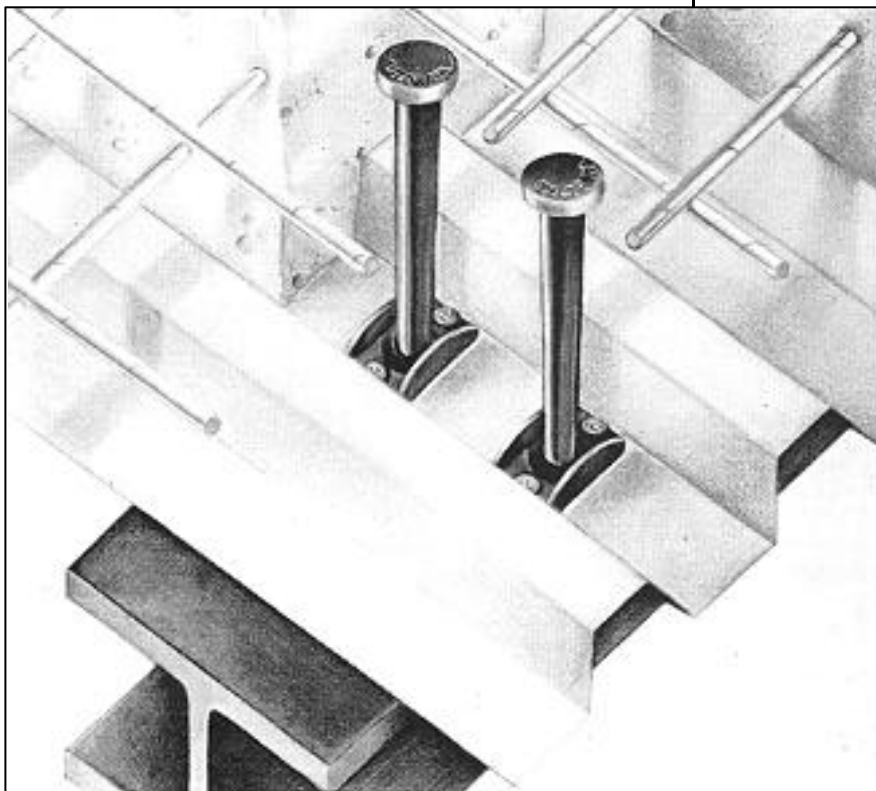


Figura 1a. Assonometria del solaio con fissaggi

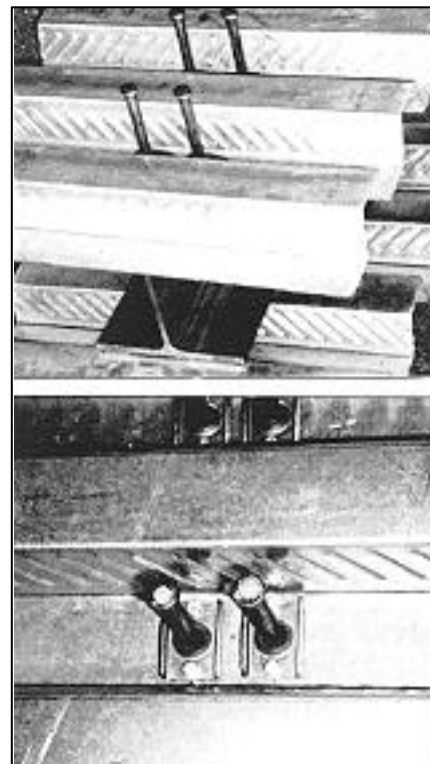


Figura 1b. Connettori chiodati alla trave in acciaio con interposta lamiera nervata.

La piastrina è provvista di due fori, in posizione diametralmente opposta rispetto al gambo, atti a permettere il passaggio dei due chiodi di fissaggio. In corrispondenza dei due fori la piastrina presenta due imbutiture verso l'alto; questo accorgimento consente al materiale base di fluire durante la penetrazione dei chiodi, riempiendo il vuoto inizialmente presente nell'imbutitura (Fig. 3). In questo modo si ottiene il duplice risultato di mantenere piano il lato di base durante l'operazione di infissione dei chiodi e di incrementare il carico di collasso dell'unione chiodata;

c) due chiodi di fissaggio, in materiale ad altissima resistenza, che realizzano il collegamento rigido tra la piastrina di base (e quindi di tutto il connettore) e la trave in acciaio.

L'infissione dei chiodi avviene mediante chiodatrice pneumatica alimentata da compressione (Fig. 4).

Il connettore viene fornito (con superfici grezze o zincate a caldo, in funzione delle esigenze applicative) già assemblato come indicato in figura 5. E' pertanto di rapido impiego richiedendo mediante un tempo di applicazione di circa 10 secondi.

Per la sua applicazione la pistola pneumatica è munita di un'apposita pinza magnetica alla quale il connettore viene fatto aderire con una semplice operazione manuale (Fig. 6). Staticamente il connettore proposto ha le stesse caratteristiche di prestazione dei pioli saldati, con in più una serie di vantaggi dal punto di vista applicativo, in quanto:

- il fissaggio alle travi metalliche non è influenzato dalla presenza della lamiera grecata, la quale viene a trovarsi

tra la piastrina di base e la trave, sì da formare un tutt'uno strutturale connettore-lamiera grecata-trave;

- il fissaggio non è influenzato dal trattamento superficiale delle parti collegate (verniciatura o zincatura) ed è indipendente dalle condizioni climatiche esistenti all'atto della sua realizzazione (umidità e bassa temperatura che rendono, invece, difficile il collegamento mediante saldatura);
- la mano d'opera richiesta non è di tipo specializzato;
- l'attrezzatura per il fissaggio, chiodatrice e compressore, è facilmente trasportabile ed inoltre un solo compressore può alimentare più chiodatrici poste anche a notevole distanza;
- il controllo della buona riuscita della chiodatura può essere semplicemente eseguito a vista;
- se necessario i connettori sono disponibili con zincatura a caldo di spessore non inferiore a 3 micron.

Modalità di indagine sperimentale

L'indagine sperimentale effettuata su campioni aveva lo scopo di valutare la resistenza allo scorrimento dei connettori con prove di scorrimento standard (push-out tests) e con prove su un elemento strutturale tipico formato da una trave in acciaio con sovrastante soletta collaborante in calcestruzzo.

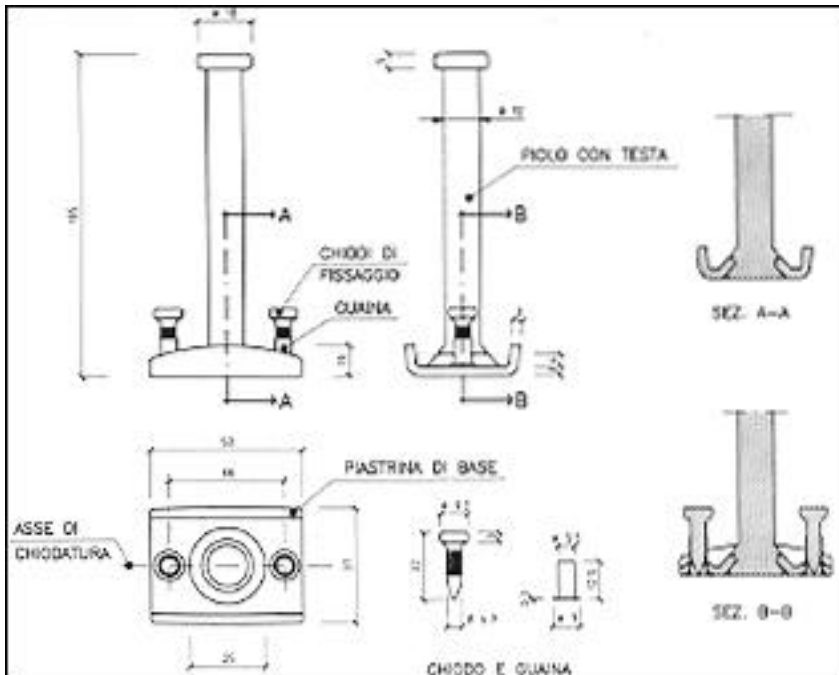


Figure 2 Connettore a piolo: viste e sezioni

La capacità portante del connettore e l'efficacia del collegamento chiodato alla trave in acciaio sono stati indagati sperimentalmente seguendo le procedure delle Istruzioni CNR 10016 e quindi con conseguente possibilità di inquadrare questo nuovo tipo di connettore nell'ambito della normativa vigente in materia. A questo proposito si sono effettuate, con esito positivo, le classiche prove di piegatura del gambo fino ad un angolo di piegatura di 90°.

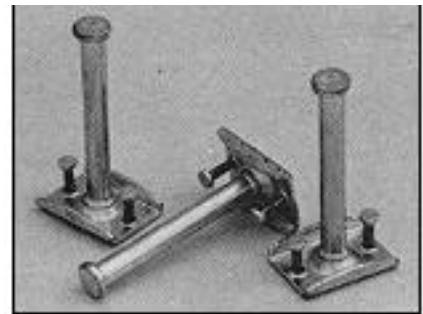


Figure 5 Connettore a piolo

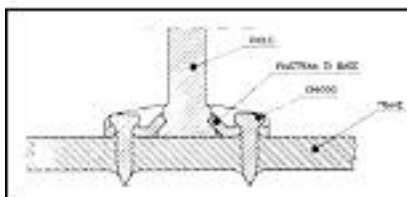


Figure 3 Particolare del fissaggio mediante chiodatura

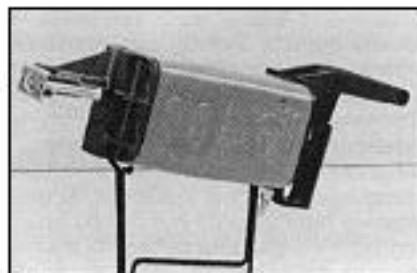


Figure 4 Chiodatrice sezioni



Figure 6 Chiodatrice: particolare del naso magnetico

Descrizione dei campioni

L'indagine sperimentale è stata condotta su 15 campioni del tipo push-out e due del tipo trave. Sia nei campioni push-out che in quelli tipo trave si sono sperimentati i due casi con soletta in calcestruzzo di spessore costante e con soletta in calcestruzzo avente l'intradosso sagomato per la presenza della lamiera grecata. Le lamiere grecate utilizzate sono quelle indicate in figura 7 rappresentative dei tipi comunemente usati nelle applicazioni pratiche.

I campioni usati per le prove push-out hanno caratteristiche conformi alle indicazioni delle Istruzioni CNR 10016 relative alle travi composte e sono illustrati nelle figure 8 e 9. Essi sono formati da un profilo HEA 180 collegato alle due solette in calcestruzzo mediante otto connettori a piolo fissati alle ali del profilo stesso. Le solette hanno spessore complessivo di 12 cm nei campioni senza lamiera grecata e nei campioni con lamiera HI-BOND 55/080 e spessori di 12 e 14 cm nei campioni con lamiera ALUFLOOR 90/630. Esse sono armate con tre barre trasversali e quattro barre longitudinali, tutte aventi diametro di 16 mm.

Il tipo di connettori ed il tipo di soletta realizzata per i vari modelli sono descritti nella tabella 1 e nelle figure 10,11,12,13,14. Si può notare che i connettori sono posizionati talvolta con l'asse di chiodatura della piastrina parallelo alle greche e talvolta con l'asse di chiodatura ortogonale alle stesse. Ciò al fine di valutarne l'influenza sulla capacità portante del connettore; in particolare i provini delle figure 10 e

11 differiscono tra loro solamente per il diverso orientamento della piastrina di base.

I campioni tipo trave composta, corrispondenti allo schema di figura 15 sono formati da un profilo IPE 300 al quale è collegata una soletta in calcestruzzo avente spessore di 12 cm e larghezza di 50 cm. Lo schema distributivo dei connettori e la tipologia della lamiera grecata, utilizzata in uno dei due campioni, sono riportati nelle figure 16 e 17. Sia nel campione con lamiera grecata che in quello con soletta di spessore costante, i connettori sono stati posti a coppie con passo longitudinale di 15 cm; nelle solette si sono disposte delle armature di distribuzione composte da una $\varnothing 6$ trasversale ad interasse di 15 cm e da quattro $\varnothing 6$ longitudinali.

La disposizione dei connettori è la stessa per le due travi, con l'asse di chiodatura della piastrina parallelo all'asse della trave.

Le caratteristiche meccaniche dei materiali utilizzati sono state controllate mediante prove di trazione e compressione; per quanto riguarda il calcestruzzo delle solette se ne è determinato il valore medio della resistenza cubica, pari a 38,5 Mpa, mediante rottura di sei provini cubici con spigolo di 15 cm.

Per determinare le caratteristiche meccaniche dell'acciaio delle travi, a prova avvenuta si sono estratti due provini dalla piattabanda di ciascuna trave; su di essi si sono effettuate le prove di trazione ottenendo risultati conformi alle caratteristiche dell'acciaio Fe 360 secondo UNI 7070.

Tabella 1 Riepilogo delle caratteristiche dei campioni per le prove di push-out..

Campione tipo	Numero di campioni provati	Altezza connettori (mm)	Sagomatura soletta a piolo	Spessore soletta (cm)	Direzione asse di chiodatura
C ₁	3	105	Soletta piena	12	Parallelo asse trave
C ₂	3	105	Hi-bond 55	12	Parallelo asse trave
C ₃	3	105	Hi-bond 55	12	Ortogonale asse trave
C ₄	3	105	Alufloor 90	12	Ortogonale asse trave
C ₅	3	105	Alufloor 90	14	Ortogonale asse trave

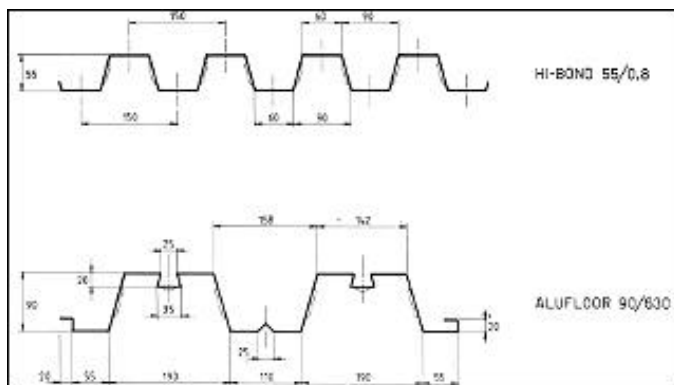


Figure 7 Lamiere grecate usate nei campioni

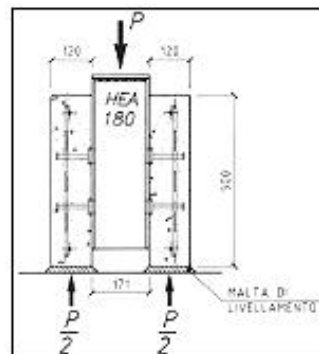


Figure 8 Campioni con solette

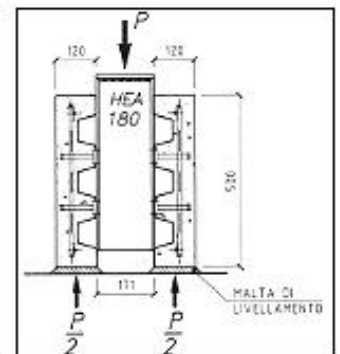


Figure 9 Campioni con lamiera grecata

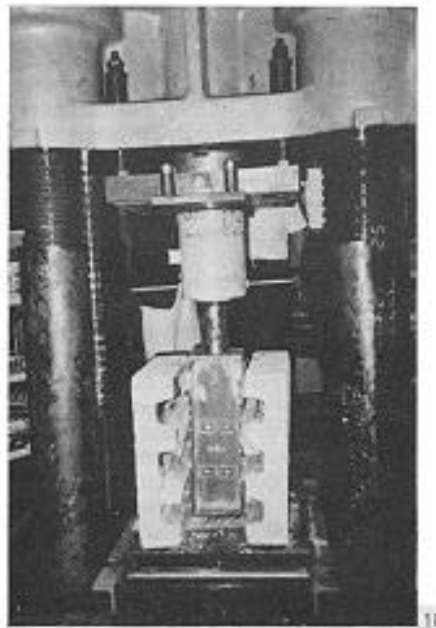
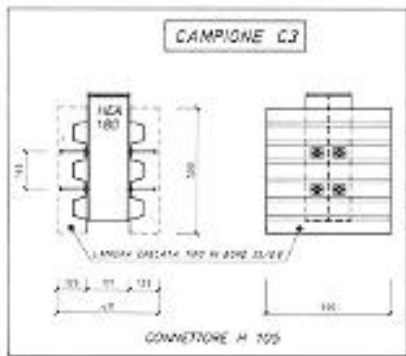
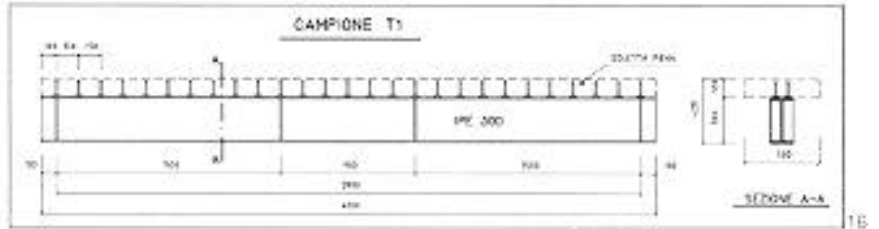
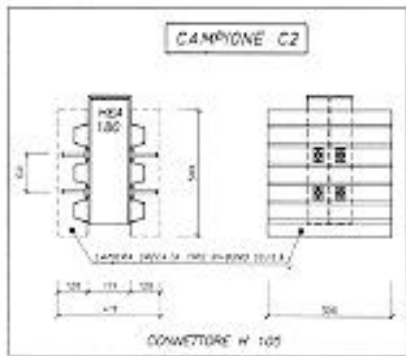
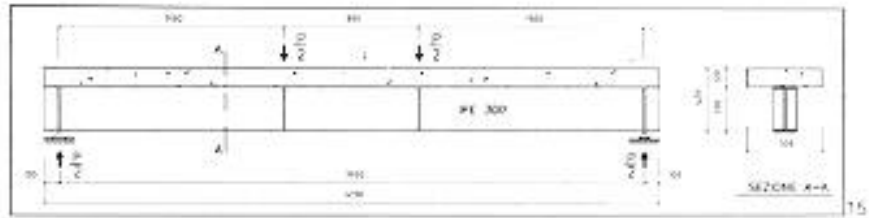
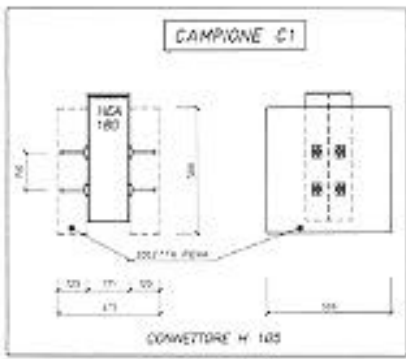


Figura 10 Campioni tipo C1

Figure 11 Campioni tipo C2

Figure 12 Campioni tipo C3

Figure 13 Campioni tipo C4

Figure 14 Campioni tipo C5

Figure 15 Schema statico dei campioni tipo trave

Figure 16 Campioni tipo T1

Figure 17 Campioni tipo T2

Figure 18 Pressa per prove

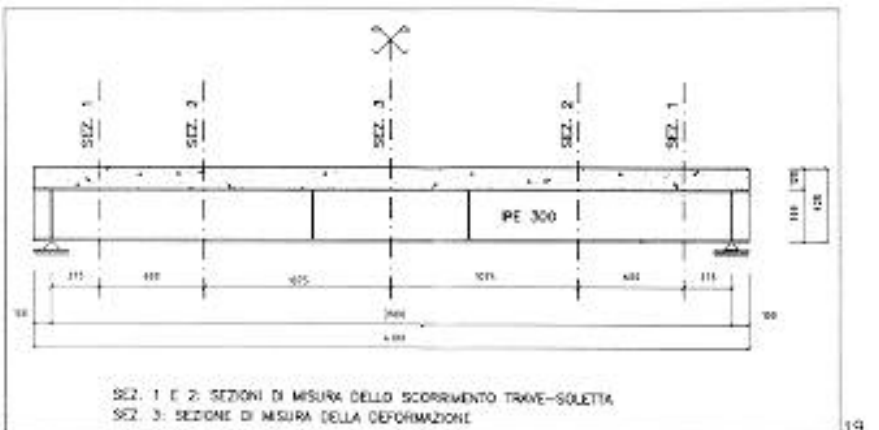
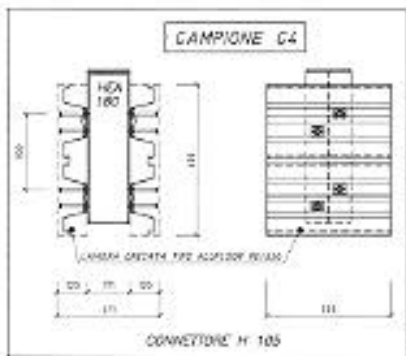


Figure 19 Strumentazione sui campioni tipo trave

Modalità di prova

Le prove sono state effettuate presso il Laboratorio dell'Istituto di Scienza delle Costruzioni dell'Università di Padova.

In particolare le prove di scorrimento standard (push-out tests) si sono svolte con controllo degli scorrimenti trave-solette misurati mediante due comparatori ad induttanza, uno per ciascuna soletta, ed assumendo come valore dello scorrimento la media aritmetica dai due valori misurati.

Il carico è stato applicato mediante pressa tipo Amsler, livellando con malta il piano di contatto tra solette ed il piano di appoggio della pressa (Fig.18).

Il valore del carico applicato è stato controllato automaticamente mediante una cella di carico Hottinger da 1000 kN, con precisione di lettura di 0,1 kN. L'impiego della cella di carico si è reso necessario per trasmettere direttamente il segnale alla centralina estensimetrica collegata al plotter per il tracciamento del diagramma carico-scorrimento. Tutta l'attrezzatura di rilevamento è stata fornita dalla Hottinger.

Le prove nelle travi composte si sono svolte misurando, oltre alla freccia in mezzeria, le deformazioni e gli scorrimenti in alcune sezioni (Fig. 19).

In particolare:

- le deformazioni nella sezione di mezzeria (sez. 3) mediante l'impiego di estensimetri elettrici applicati sulla faccia superiore della soletta e sulle piattabande della trave in acciaio;
- lo scorrimento trave-soletta in corrispondenza delle sezioni 1 e 2, mediante comparatori ad induttanza.

La velocità di applicazione del carico nelle prove di scorrimento standard è stata fissata nel rispetto delle Istruzioni CNR 10016 e cioè tale da raggiungere il collasso in non meno di 15 minuti, circa 12÷15 mm/h.

Risultati dell'indagine sperimentale

Prove di scorrimento standard (push-out tests)

L'indagine sperimentale sui campioni tipo push-out si è svolta, oltre che rilevando il diagramma carico-scorrimento, osservando per ogni tipologia di campioni la dinamica attraverso la quale si arriva al collasso del collegamento.

Nelle figure 20,21,22,23,24 sono riportate le curve carico-scorrimento per i campioni tipo C1,C2,C3,C4,C5 dove ciascuna curva è rappresentativa delle curve rilevate sperimentalmente per ogni tipo di campione (si ricorda che per ogni tipo si sono eseguite tre prove su tre campioni uguali) e dove in ordinata è indicato il valore del carico totale applicato al campione.

L'analisi delle curve carico-scorrimento e delle modalità di collasso permette di osservare che sia il carico massimo che il meccanismo di rottura dei connettori varia notevolmente in funzione della presenza o meno della lamiera grecata ed in funzione della forma delle greche.

In particolare:

- i campioni C1 relativi al caso di soletta in calcestruzzo di spessore costante e senza lamiera grecata, presentano il più alto valore del carico di collasso (mediamente 350 kN)

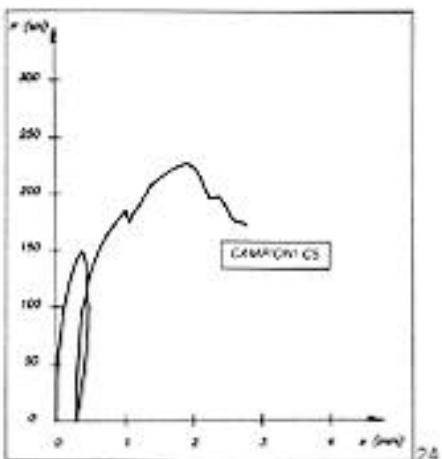
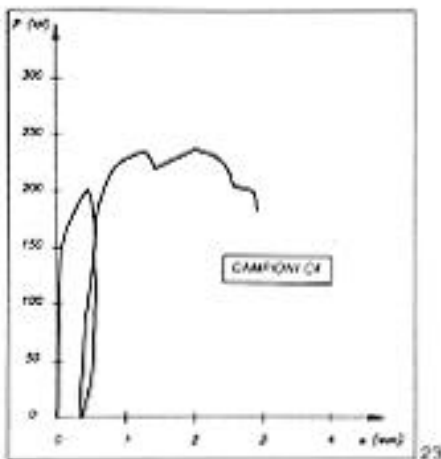
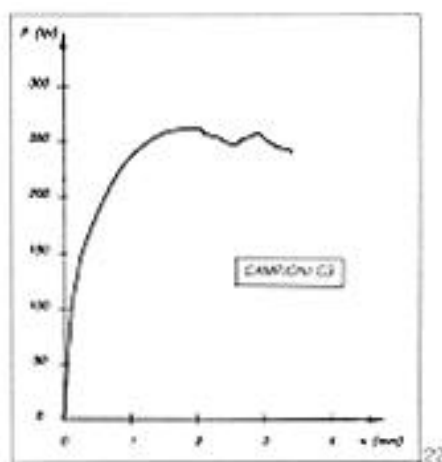
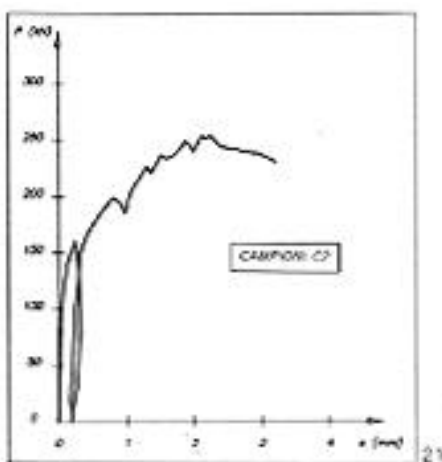
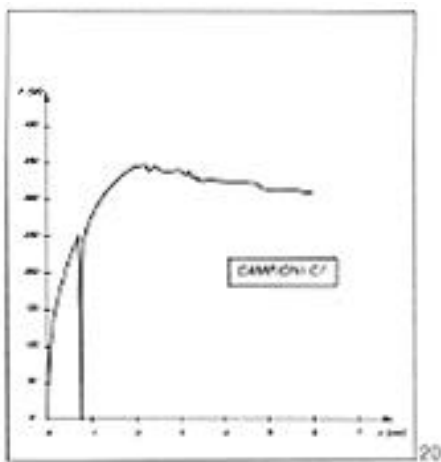


Figure 20 Diagramma caricoscorrimento per i campioni C1

Figure 21 Diagramma carico-scorrimento per i campioni C2

Figure 22 Diagramma carico-scorrimento per i campioni C3

Figure 23 Diagramma carico-scorrimento per i campioni C4

Figure 24 Diagramma carico-scorrimento per i campioni C5

corrispondente a 43,8 kN per ogni singolo connettore, mentre lo scorrimento massimo misurato è risultato mediamente di 6,0 mm. Nei campioni C1 il collasso è avvenuto per distacco dei connettori che sono rimasti fissamente trattenuti dalla soletta a conferma di un buon bilanciamento delle caratteristiche resistenti dell'insieme – piastrina di base più chiodi – ottenuto mediante ripetute analisi e prove sperimentali precedentemente effettuate su numerosi campioni di varie misure e caratteristiche meccaniche.

Analizzando ancora la curva carico-scorrimento relativa ai campioni C1 si osserva che si raggiunge uno scorrimento elevato (circa 6 mm) con una limitata flessione del carico. Ciò denota un comportamento di tipo duttile (essenzialmente duttile per i primi 2 mm di scorrimento in corrispondenza del quale si è raggiunto il carico massimo) dovuto alla deformazione plastica del chiodo e della piastrina di base prima del collasso causato dal distacco dei connettori dalla trave ;

- i campioni C2 e C3 relativi al caso di soletta con intradosso sagomato per la presenza della lamiera grecata tipo HI-BOND 55 hanno avuto un carico di collasso medio di 260 e 265 kN rispettivamente , corrispondente a 32,5 e 33,1 kN per ogni connettore; lo scorrimento massimo misurato è risultato mediamente di 3,0 e 3,5 mm . Nei campioni C2 e C3 il collasso è avvenuto per cedimento locale del ricoprimento in calcestruzzo sui connettori (Fig. 26), cedimento che è iniziato con la rottura della parte di soletta prossima alla piastrina di base del connettore e che ha causato l'allontanamento tra la sezione di incastro piolo-soletta e la piastrina di base stessa. Conseguentemente si è sviluppato per il connettore un

letta. Questo distacco è avvenuto talvolta per troncamento dei chiodi, talvolta per strappamento (rifollamento) del bordo del foro sulla piastrina di base, e talvolta per distacco della piastrina di base dal piolo.

comportamento a trave inflessa doppiamente incastrata che amplificandosi ha causato il collasso sia della connessione chiodata (talvolta con sfilamento dei chiodi per effetto leva) sia del ricoprimento in calcestruzzo del connettore . Anche per i campioni C2 e C3 l'analisi dei risultati denota un comportamento duttile fino ad uno scorrimento di circa 2 mm (essenzialmente duttile per circa 1 mm in corrispondenza del quale si raggiunge un carico pari a circa 0,8 del carico massimo) dovuto inizialmente solo alla deformazione plastica dei chiodi e della piastrina di base, successivamente anche alla deformazione di flessione del piolo conseguente all'innescarsi del processo di rottura locale del calcestruzzo;

- i campioni C4 e C5, relativi al caso di soletta con intradosso sagomato per la presenza della lamiera grecata tipo ALUFLOOR 90, hanno avuto un carico di collasso medio di 240 e 225 kN rispettivamente, corrispondente a 30,0 e 28,1 kN per ogni connettore; lo scorrimento massimo misurato è pari a 3,0 e 2,5 mm. Nei campioni C4 e C5 il collasso è avvenuto per cedimento della soletta (Fig. 27), cedimento che è iniziato con la fessurazione trasversale (cioè parallela alla direzione delle greche) nelle sezioni di spessore minimo ed è continuato con una rotazione, attorno ad un asse orizzontale, di ogni tratto di soletta compresa tra due greche successive.



Figure 25 Collasso dei campioni tipo C1



Figure 26 Collasso dei campioni tipo C2-C3

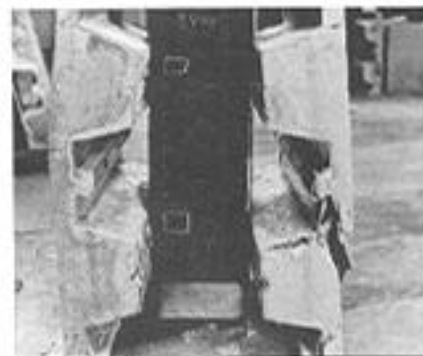


Figure 27 Collasso dei campioni tipo C4-C5

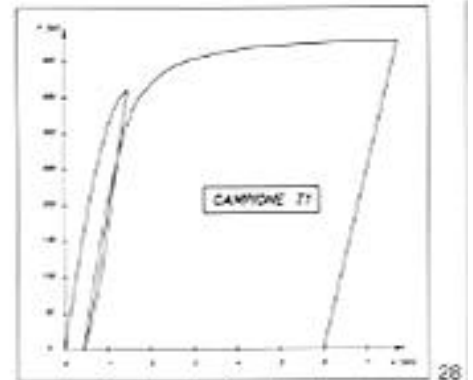


Figure 28 Diagramma carico-freccia per il campione T1

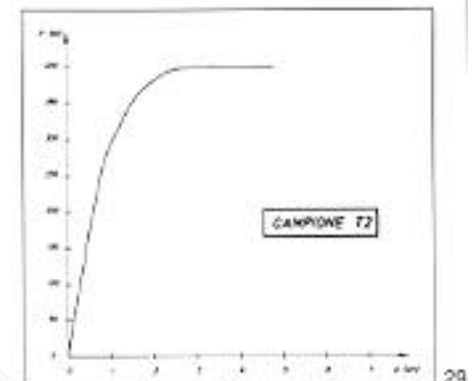


Figure 29 Diagramma carico-freccia per il campione T2

Tabella 2 Riepilogo dei risultati delle prove push-out.

Campione	Pmax (kN)	Pc max. (kN)	S max. (mm)
C1	350	43.8	6.0
C2	260	32.5	3.0
C3	265	33.1	3.5
C4	240	30.0	3.0
C5	225	28.1	2.5

Procedendo nello scorrimento si è raggiunto il collasso per distacco del connettore dovuto allo sfilamento e al tranciamento dei chiodi. Dall'analisi dei risultati si può ipotizzare anche per i campioni C4 e C5 un comportamento duttile limitatamente ad uno scorrimento di circa 1 mm a cui corrisponde un carico pari a circa 0,8 del carico massimo.

La tabella 2 riassume i risultati delle prove push-out relativamente al carico massimo P max, al carico massimo per ogni connettore Pc max e allo scorrimento massimo misurato S max.

Prove a flessione

Per le prove a flessione si sono utilizzati due campioni tipo trave composta, formati da un profilo IPE 300 al quale è collegata una soletta in calcestruzzo (Fig. 15,16 e 17). Le prove sono state condotte controllando la freccia in mezzeria della trave e lo scorrimento trave-soletta in due sezioni caratteristiche poste a 30 e a 60 cm dagli appoggi e nelle sezioni di estremità.

Nelle figure 28 e 29 sono riportati i diagrammi carico-freccia. Da essi si vede che il carico massimo per i due campioni è pressoché eguale (superiore a 400 kN) ed è associato al raggiungimento dello snervamento del profilo in acciaio in corrispondenza della piattabanda inferiore tesa. Sia nel caso di soletta piena (campione T1) che di soletta su lamiera nervata tipo HI-BOND55, lo scorrimento trave-soletta è risultato trascurabile in tutti i punti di misura, e con ritorno perfettamente elastico fino a un carico di oltre 200kN.

Nel campione T1, con carico di 360 kN si è avuto uno scorrimento trave-soletta di 0,3;-0,4 mm con un residuo allo scarico di 0,1;-0,2 mm. Inoltre fino al carico di oltre 200 kN si ha un comportamento lineare nei diagrammi carico-deformazione. La freccia in corrispondenza del carico P = 200 kN è risultata di 5,6 mm nel campione T1 e di 6,1 mm nel campione T2. Tutti i dati sperimentali sono in accordo con l'analisi teorica condotta secondo la norma CNR 10016-85 relativa alle travi composte di acciaio e calcestruzzo.

Per quanto riguarda il comportamento dei due campioni, si possono fare le seguenti osservazioni. Nel campione t1 con soletta piena si nota che il collasso è avvenuto per snervamento del profilo in acciaio in corrispondenza di un carico massimo di 430 kN, e non si notano fessurazioni nella soletta in calcestruzzo. Le figure 30, 31, e 32 si riferiscono al carico del campione T1 nella fase iniziale e al raggiungimento del collasso. Anche nel campione T2, con soletta su lamiera nervata, il collasso è avvenuto per snervamento del profilo in acciaio e in corrispondenza di un carico massimo di 400 kN. In questo caso si sono riscontrate fessurazioni trasversali della soletta insorte in prossimità del raggiungimento del carico massimo. Le figure 33,34 e 35 si riferiscono al carico del campione T2.

Analisi dei risultati

Le prove eseguite, prove di scorrimento standard e prove a flessione, riguardano modelli con solette piene e modelli con solette gettate su lamiera grecata.

Per le due tipologie, l'analisi delle prove permette di ricavare importanti indicazioni sul comportamento strutturale del nuovo tipo di connettore a piolo.

Connettori a piolo impiegati con solette piene

Dalla prova sul campione c1 e C e con riferimento alle istruzioni CNR10016 relative alle travi composte, si ricava per il singolo piolo un valore del carico limite pari a $P_d = 0,8 \times 43,8 \text{ kN} = 35,0 \text{ kN}$. Questo valore è molto superiore di quello di norma per i corrispondenti pioli muniti di testa collegati con saldatura. Infatti per il piolo di 12 mm di diametro e lunghezza maggiore di 48 mm in acciaio Fe 360, la norma fornisce una resistenza a taglio $P_d = 18,6 \text{ kN}$.

Poiché la conformazione del piolo del connettore in esame è identica a quella dei pioli saldati, la maggior resistenza è, per buona parte da attribuirsi alla piastrina di base (fig. 2) che grazie ai bordi irrigiditi costituisce essa stessa un elemento di connessione. Per quanto riguarda la prova a flessione e seguita sul campione T1, la freccia in mezzeria è risultata di 0,4 cm con un carico esterni di 150 kN, che per la trave in esame può essere considerata come carico di servizio.

La freccia misurata coincide con la corrispondente freccia teorica (calcolata per connessione infinitamente rigida) che è pari a 0,34 cm per deformazione da flessione e 0,07 cm per deformazione da taglio. La coincidenza tra freccia teorica e freccia misurata dimostra che il collegamento tra trave e soletta è completo almeno fino ad un carico corrispondente al carico di servizio. Ciò è anche in accordo con il fatto che fino ad un carico di circa 200 kN lo scorrimento misurato tra trave e soletta è praticamente trascurabile. Ancora con riferimento al carico di 150 kN lo sforzo tagliante u ogni connettore a piolo risulta da calcolo pari a 16,3 kN che è maggiore del valore ammissibile per pioli saldati ($P_{amm} = 18,6 \times 1,5 = 27,9 \text{ kN}$) ma ancora inferiore al valore ammissibile per i connettori in esame ($P_{amm} = 35 \times 1,5 = 52,5 \text{ kN}$).

Si conclude che questo nuovo tipo di connettore a piolo permette, nei confronti degli analoghi connettori a piolo saldati, una notevole riduzione della quantità impiegata.

Connettori a pioli impiegati con solette gettate su lamiera grecate

Dalle prove sui campioni C1, C2, C3, C4 e C5 e facendo ancora riferimento alle istruzioni CNR 10016, si ricavano i valori del carico limite Pd, per ogni connettore, riportati in tabella 3.

Tabella 3 Riepilogo carichi limite coefficiente di scadimento

Campione tipo	Direzione asse di chiodatura	Lamiera grecata	Carico limite Pd (kN)	n'	n
C2	Parallelo asse-travi	HI-BOND55	26.0	0.74	0.75
C3	Ortagonale asse-travi	HI-BOND55	26.5	0.76	0.75

Nella tabella 3 è riportato anche il coefficiente (η') di scadimento di capacità portante rispetto allo stesso connettore in presenza di soletta piena. Calcolando invece detto coefficiente di scadimento a partire dalla relazione:

$$\eta = \frac{0,85 b_c}{\sqrt{n_c} h_c} \left(\frac{h_p - h_c}{h_c} \right)$$

riportata nella normativa CNR 10016 con riferimento a connettori a piolo, e con il significato dei simboli ivi indicati, si trovano i valori riportati nell'ultima colonna della tabella 3. Dal confronto dei valori numerici è facile rilevare l'ottimo accordo tra i valori di scadimento rilevati sperimentalmente (η) e quelli di norma (η), accordo non casuale ma che dipende dal fatto che il nuovo tipo di connettore è ancora un connettore a piolo.

Per quanto riguarda la prova a flessione eseguita sul campione T2, la freccia in mezzzeria è risultata di 0,43 cm con un carico esterno di 150 kN che, come per il campione con soletta piena, può essere considerata come carico di servizio. Anche in questo caso la feccia misurata coincide con la corrispondente freccia teorica (calcolata per connessione infinitamente rigida) che è pari a 0,36 cm per deformazione da flessione e a 0,07 cm per deformazione da taglio.

Pertanto anche nel caso di soletta gettata su lamiera grecata si ha che il collegamento è completo almeno fino al carico di servizio. Ciò è confermato anche dalla misurazione dello scorrimento tra trave e soletta che è risultato praticamente trascurabile fino ad un carico di circa 200 kN.

Per quanto riguarda la capacità portante del connettore in esame, anche nel caso di soletta gettata su lamiera grecata si ha un deciso aumento delle prestazioni nei confronti dell'analogo connettore a piolo saldato.

Conclusioni

Il nuovo tipo di connettore a piolo ha dimostrato di poter garantire un sistema di collegamento affidabile e, soprattutto grazie alla presenza della piastrina di base, più resistente dell'analogo collegamento realizzato con pioli saldati.

In tutti i casi i connettori hanno assicurato un collegamento di tipo rigido e nelle solette piene il loro collegamento si è dimostrato di tipo duttile; solo nel caso di lamiere grecate con greche molto ampie (campioni C4 e C5) si sono verificate rotture poco duttili che sono evidentemente da mettere in relazione con la configurazione della lamiera. Nel caso delle lamiere normalmente impiegate nei solai (campione T2) si è riscontrato un comportamento duttile e una corrispondenza ottimale con i dati teorici di calcolo. Nel complesso il nuovo tipo di connettore a piolo unisce a prestazioni statiche decisamente superiori a quelle del corrispondente connettore a piolo saldato (per la presenza della piastrina di base che costituisce un ulteriore riscontro al taglio di scorrimento) il vantaggio del collegamento a freddo mediante chiodatrice pneumatica che, oltre a garantire un collegamento uniforme e indipendentemente dalle condizioni ambientali e di trattamento superficiale, permette senza alcuna difficoltà di interporre le usuali lamiere grecate di supporto del getto.



Fig. 30 Campione T1 strumentato per la prova



Fig. 31 Campione T1 sotto carico di prova



Fig. 32 Campione t1, soletta ancora integra dopo il collasso della trave in acciaio



Fig. 33 Campione T2 strumentato per la prova

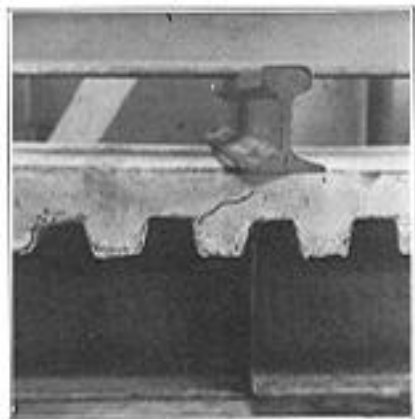


Fig. 34 Campione t2 dopo il collasso della trave in acciaio: particolare in mezzzeria

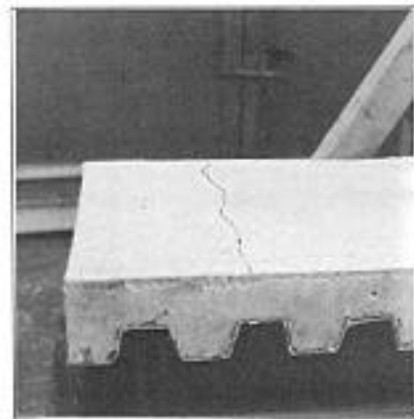


Fig. 35 Campione t2 dopo il collasso della trave in acciaio: particolare dell'appoggio

Questo connettore è stato progettato dallo Studio *Romaro*, Padova (Italy), a favore della società *Tecnaria S.p.A.*, Bassano del Grappa (Italy).

Lo studio Romaro ha inoltre organizzato e soprinteso alla testazione del connettore che Tecnaria ha affidato allo "Istituto di Scienza e Tecnica delle Costruzioni" della Università degli studi di Padova, Facoltà di Ingegneria. (Italy).

Estratto da "*Galileo*", numeri 40 e 42, 1993