

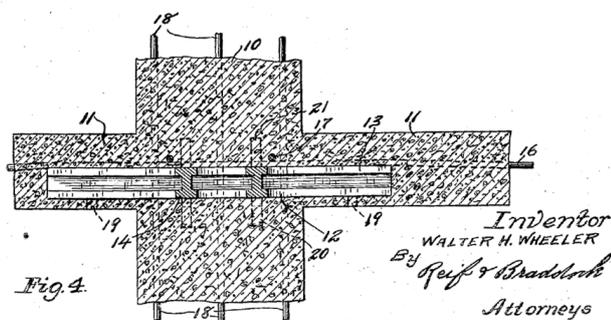
Ambiti di competenza GRAVIS Articolo

Il dimensionamento dei capitelli
in acciaio

del Dr. Stefan Lips

L'invenzione del capitello in acciaio risale a Walter H. Wheeler. Nel 1930, egli brevettò un telaio per colonne in calcestruzzo [1], vedi figura 1a). In passato, le solette erano già state costruite senza travi e il problema del punzonamento era già noto [2, 3, 4]. Fino ad allora, la parte inferiore della soletta era sempre stata rinforzata, dando origine alle tipiche solette a fungo. Grazie all'invenzione di Wheeler, per la prima volta l'elemento di trasmissione del carico è stato completamente integrato nella soletta.

a)



b)

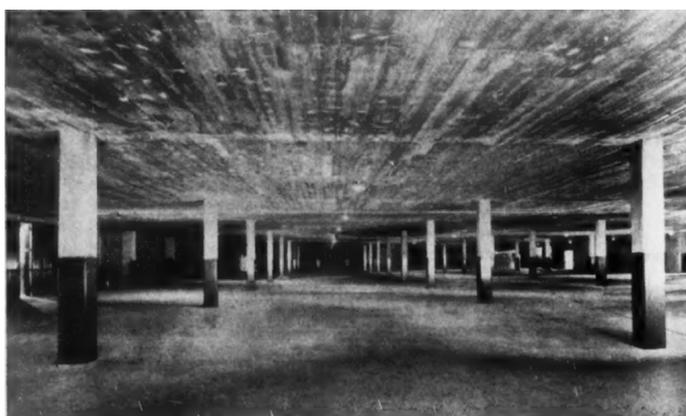


Figura 1: a) disegno estratto dalla domanda di brevetto di Wheeler del 1930 [1] e b) vista dal basso della soletta del Minneapolis Armory Building nel 1936 [5].

Una delle prime applicazioni fu l'Armory di Minneapolis, costruita nel 1936 e tuttora in piedi [5], vedi figura 1b). Il sistema consisteva in profili d'acciaio disposti a croce. Sebbene questo tipo di capitello in acciaio sia stato contemplato molto presto nello standard americano, oggi non è praticamente più utilizzato.

In Svizzera, i capitelli in acciaio sono stati utilizzati per la prima volta negli anni '60. Uno dei primi impieghi ha avuto luogo nella costruzione del parcheggio dei trasporti pubblici di Winterthur [6]. A differenza del capitello in acciaio di Wheeler, la croce in acciaio era chiusa all'esterno da altri profilati in acciaio, dando vita a una costruzione rettangolare vista in pianta, come si può vedere nella figura 2.

Uno dei vantaggi menzionati all'epoca nel brevetto di Bryl [7] era la possibilità di posizionare i risparmi vicino agli appoggi, pur ottenendo la capacità portante della campata richiesta. Oggi, questi risparmi vicini alle colonne sono ancora un vantaggio fondamentale rispetto ai sistemi di armatura di punzonamento come staffe o ancoraggi a doppia testa. Inoltre, i capitelli in acciaio aumentano notevolmente la resistenza al punzonamento. Con l'armatura di punzonamento, per una data situazione (geometria e materiale), la massima resistenza possibile è data dalla biella di compressione del calcestruzzo al livello dell'appoggio. Ciò significa che anche con una maggiore armatura di punzonamento, la resistenza non può essere ulteriormente aumentata. La situazione è diversa per i capitelli in acciaio; esse consentono di raggiungere resistenze significativamente più elevate, perché i profili in acciaio scaricano il calcestruzzo in prossimità dell'appoggio. Soprattutto in combinazione con l'armatura di punzonamento all'esterno della testa d'acciaio, si ottiene un sistema di punzonamento ad alte prestazioni.

a)

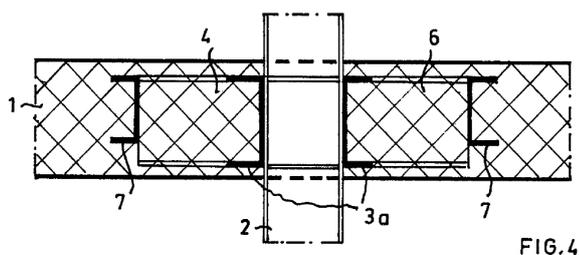
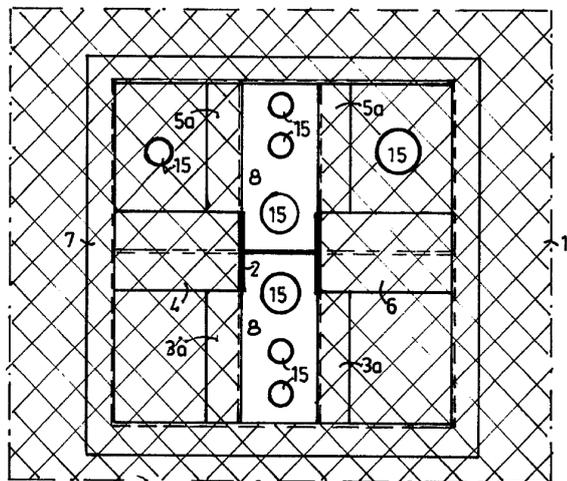
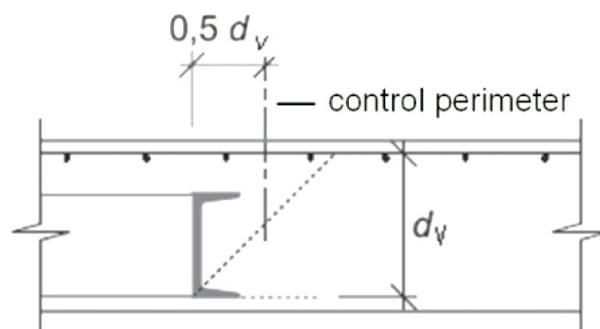


FIG.4



a)



b)

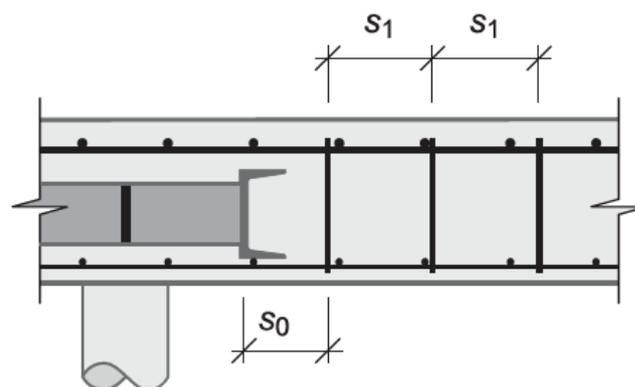


Figura 3 : rappresentazione dei capitelli in acciaio in a) fib Model Code 2020 [9] e b) SIA 262:2013 [8].

I capitelli in acciaio possono essere dimensionati secondo la norma SIA 263:2013 [10] sulle costruzioni in acciaio. Il carico viene trasmesso dalle solette in cemento armato ai profili del bordo, quindi ai rinforzi e infine ai supporti. Il fattore decisivo per il dimensionamento è che i capitelli in acciaio siano in equilibrio. Mentre i capitelli d'acciaio quadrati o rettangolari non costituiscono in genere un problema per le colonne interne, occorre tenerne conto per i capitelli speciali, come i capitelli in acciaio per le colonne di bordo o d'angolo. Questi capitelli devono quindi essere incassati nella colonna, oppure deve essere prevista una corrispondente armatura a flessione, inserita nella soletta in cemento armato o saldata alla testa d'acciaio, per garantire l'equilibrio dei momenti.

La figura 3 mostra un capitello in acciaio su una colonna di bordo. In linea di principio, si presume che le forze siano distribuite in modo più o meno uniforme lungo i profili del bordo. Di conseguenza, le forze sono bilanciate nelle zone blu o nel rinforzo che le collega. La zona rossa può essere bilanciata solo da un momento flettente aggiuntivo. Questo è mostrato anche nella sezione trasversale. Questo momento flettente deve essere assorbito da un'armatura a flessione.

b)

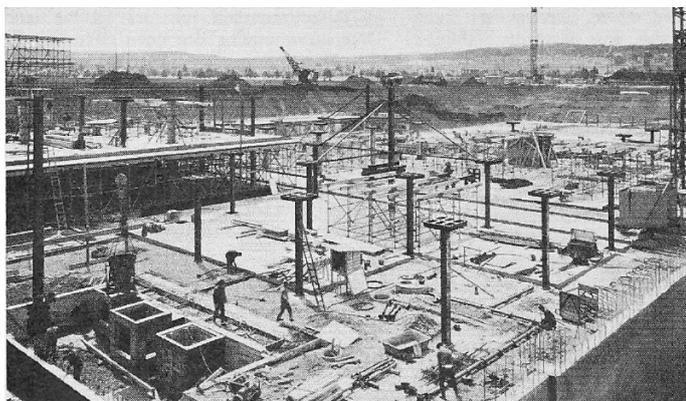


Figura 2 : a) disegni estratti dalla domanda di brevetto di Bryl del 1965 [7] e b) utilizzo dei capitelli in acciaio in un'autostrada per il trasporto pubblico a Winterthur [6].

Le norme di progettazione SIA 262:2013 [8] e fib Model Code 2020 [9] forniscono informazioni sul dimensionamento dei modelli di capitelli in acciaio. Si dimostra che la sezione di controllo deve essere presa a $0,5 d_v$ dall'asse dell'anima. Inoltre, si dimostra che in caso di armatura aggiuntiva di punzonamento, la distanza da considerare è quella del primo ancoraggio o staffa (s_0) rispetto all'asse dell'anima. Questo perché le flange dei profili del bordo, anche se supportate localmente, sono troppo flessibili per trasmettere il carico al rinforzo per flessione. L'asse dell'anima è quindi decisivo per la sezione trasversale di controllo e la disposizione dell'armatura di punzonamento, poiché è qui che viene introdotta la forza.

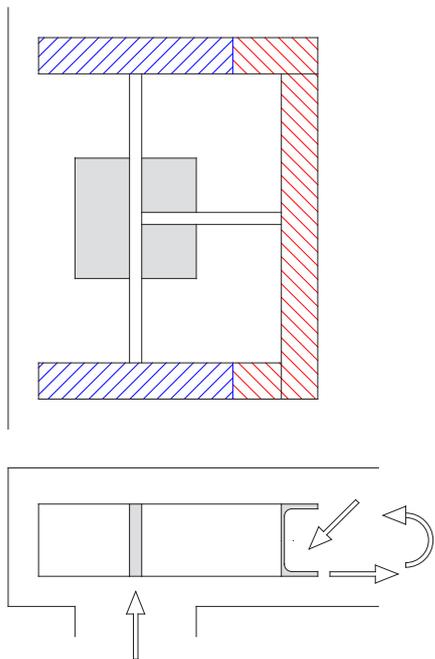


Figura 4 : capitelli in acciaio per una colonna di bordo

La situazione è simile per i capitelli in acciaio delle colonne d'angolo. La situazione è un po' più complicata in caso di rientranze, come nel caso, ad esempio, degli angoli delle pareti con risparmi interni. Se le pareti si estendono fino al piano superiore, il capitello in acciaio può essere incassato nelle pareti a determinate condizioni. Tuttavia, se ciò non è possibile, è necessaria un'armatura a flessione per bilanciare il capitello in acciaio con le solette in cemento armato. La figura 5 mostra la distribuzione delle forze. Le aree blu sono in equilibrio, mentre le aree rosse devono essere bilanciate dall'armatura a flessione.

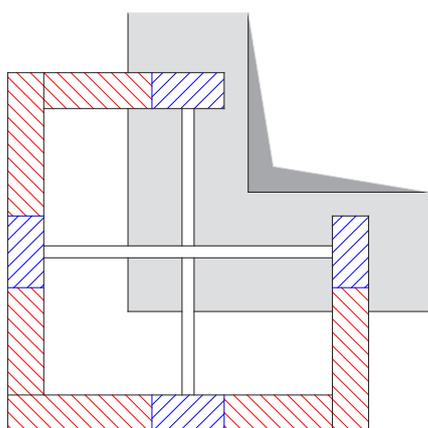


Figura 5 : capitelli in acciaio per un angolo di parete con risparmi interni.

In termini di qualità dei capitelli in acciaio, è importante

che le lamiere siano sottoposte a una verifica del valore Z . Il nodo di saldatura al centro del capitello in acciaio è sottoposto a tensioni trasversali dovute alle flessioni in tutte le direzioni. Di conseguenza, almeno una lamiera viene sollecitata trasversalmente nella direzione di laminazione, il che può portare a una lacerazione lamellare. Questo problema può essere evitato se la lamiera viene prima testata per verificarne la resistenza alla lacerazione lamellare. Le basi di questi requisiti sono contenute nella norma SN EN 1993-1-10 [11].

Letteratura

- [1] Wheeler, W. H., Frame for concrete columns, US Patent 2,00,543, 1930, 4 pp.
- [2] Norcross, O. W., Flooring for Buildings, US Patent 698,542, 1902, 7 pp.
- [3] Turner, C. A. P., Concrete Steel Construction, Fanham Printing & Stationary Company, 1909, 305 pp.
- [4] Maillart, R., Zur Entwicklung der unterzugslosen Decke in der Schweiz und Amerika, Schweizerische Bauzeitung, Band 87/88, 1926, pp. 263-265
- [5] Wheeler, W. H., Steel and Concrete Construction Combined in Armory, Engineering News Record, 1936, pp. 125 - 126
- [6] Bryl, S., Flachdecken mit Stahlpilzen, Schweizerische Bauzeitung, Band 84, 1966, pp. 338-340
- [7] Bryl, S., Eisenbetondecke, CH Patent 430 128, 1965, 5 pp.
- [8] SIA 262:2013, Costruzioni in calcestruzzo, Azienda svizzera degli ingegneri e degli architetti, 2013, 102 pp.
- [9] fib, Model Code for Concrete Structures (2020), Fédération Internationale du béton, 2023, 748 pp.
- [10] SIA 263:2013, Costruzioni in acciaio, Azienda svizzera degli ingegneri e degli architetti, 2013, 108 pp.
- [11] SN EN1993-1-10, Eurocodice 3 - Progettazione di strutture in acciaio - Parte 1-10: Scelta delle qualità di acciaio, Azienda svizzera degli ingegneri e degli architetti, 2005, 20 pp.



GRAVIS AG
Birchstrasse 17, 3186 Düringen



+41 26 492 30 10



info@gravis.ch



www.gravis.ch

