

Ambiti di competenza GRAVIS Articolo

Armatura della soletta per il passaggio delle condotte

Dr. Stefan Lips

Prima dell'inizio del nuovo millennio, il passaggio delle condotte era raramente preso in considerazione nel dimensionamento delle solette. Tuttavia, con l'aumento del numero di condotte nelle solette in cemento armato, è aumentato anche il problema dell'indebolimento della resistenza. Per questo motivo oggi vengono proposti sistemi molto diversi tra loro. Da un punto di vista tecnico, tuttavia, si tratta di un problema noto da tempo. In linea di principio, però, riguardava le travi e non le solette. Per quanto riguarda il problema, questa differenza è di scarsa importanza ai fini della progettazione, poiché i modelli di dimensionamento per travi e solette non differiscono in termini di forza di taglio.

Nel 1916, Kasarnowsky scrisse nella Schweizer Bauzeitung sullo studio statico delle travi a vela traforate nelle costruzioni in cemento armato. Si trattava

principalmente di aperture per porte e finestre in una trave a vela. A questo scopo furono presentate le formule per il dimensionamento dell'armatura.

L'armatura è stata calcolata e rappresentata utilizzando l'esempio della Vereinshaus zur Kaufleuten, tuttora esistente, in Pelikanplatz a Zurigo (figura 1). È evidente che l'apertura era idealmente collocata al centro della trave, in corrispondenza della forza di taglio più bassa. In questa zona, le forze di trazione e compressione dovute alla flessione vengono trasmesse sotto o sopra l'apertura. La debole forza di taglio in questa zona viene assorbita anche dalle travi rinforzate a taglio sopra e sotto l'apertura.

L'articolo di Hauri del 1994 [3], che tratta di un incidente che ha coinvolto una trave con una perforazione pronunciata, dimostra cosa può accadere se si presta poca o nessuna attenzione alle aperture nelle travi. Inoltre, mostra quale sistema portante si forma a seconda delle dimensioni delle aperture. Nel caso di aperture piccole, si può formare un modello push-pull, come mostrato nell'illustrazione 2a-c. Tuttavia, ciò presuppone che il calcestruzzo sia sufficiente per la formazione di una barra di compressione. Il rischio di una superficie di calcestruzzo insufficiente esiste soprattutto quando diverse aperture sono posizionate molto vicine tra loro.

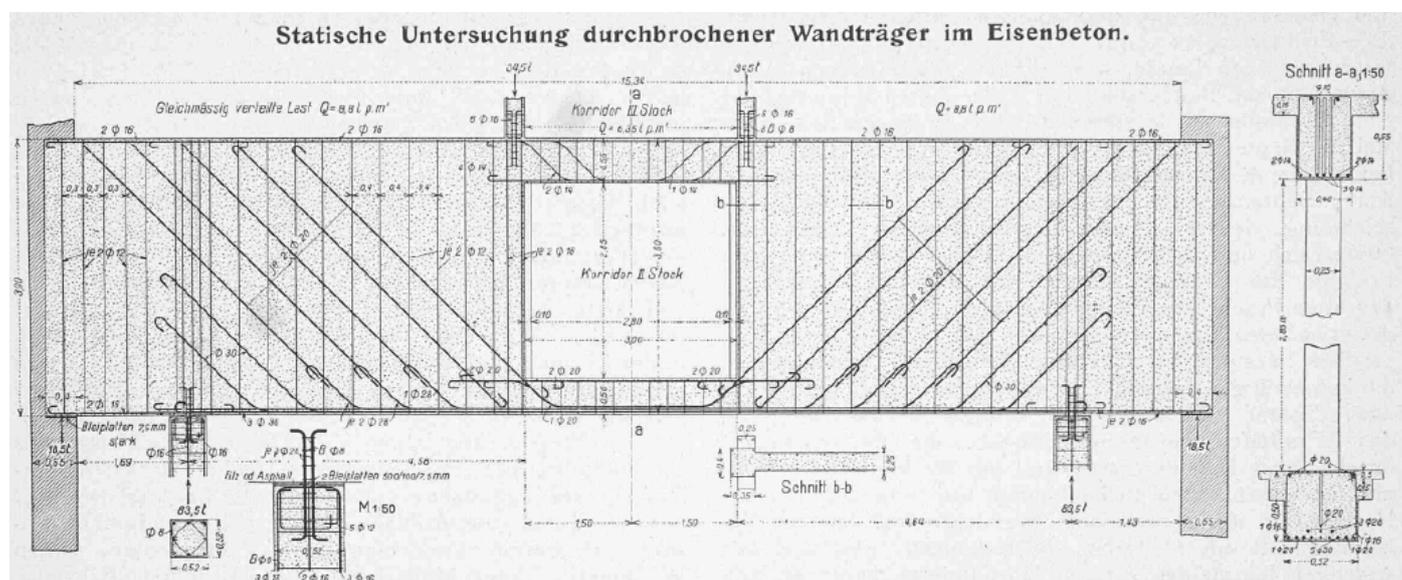


Figura1: disposizione delle armature per una trave a forma di muro con apertura di [2].

Per aperture più grandi, si ottiene un sistema a telaio (figura 2d). Tuttavia, ciò presuppone che i nodi siano resistenti alla flessione. In caso contrario, il risultato è una connessione flessibile a flessione, con il risultato che la forza di taglio viene assorbita solo dalla staffa inferiore o superiore (figura 2e).

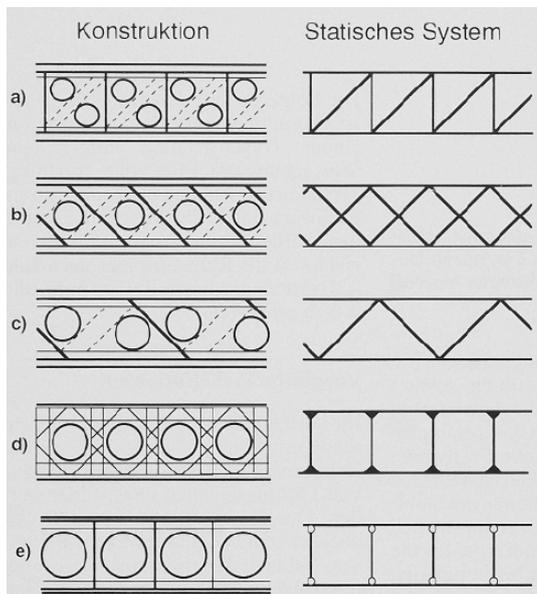


Figura 2: sistemi statici per aperture da [3].

Mansur e Tan [4] hanno scritto uno studio dettagliato sulle aperture nelle travi. Nel loro libro, spiegano i diversi meccanismi di rottura e discutono i metodi di calcolo basati sullo standard di dimensionamento americano ACI-318. Dimostrano inoltre diverse guide di armatura a seconda delle dimensioni delle aperture e quindi dell'effetto portante statico.

Per gli elementi edilizi in calcestruzzo con piccole aperture, è necessario considerare due criteri di rottura. Mansur e Tan [4] li definiscono cedimento della trave e cedimento del telaio, a seconda della modalità di cedimento (ad esempio, formazione di fessure radiali e tangenziali per aperture circolari). Nel primo caso, si tratta di un cedimento dell'armatura, nel secondo di un cedimento delle barre di compressione del calcestruzzo. La capacità portante dell'acciaio può essere determinata come mostrato nella figura 3. Per evitare il cedimento del puntone di compressione in calcestruzzo, è necessario verificare che vi sia una superficie di calcestruzzo sufficiente sopra e sotto la condotta.

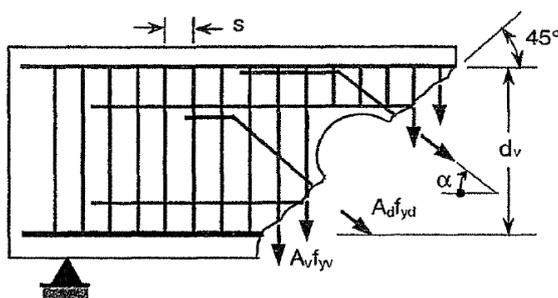


Figura 3: rappresentazione dell'evoluzione delle forze nell'armatura per un'apertura di [4].

Poiché inserire l'armatura in queste aree non è molto semplice, sono state sviluppate anche gabbie di armatura pronte all'uso. È soprattutto in Giappone che sono stati sviluppati e in alcuni casi brevettati, diversi prodotti per l'edilizia. Un esempio viene da Nipponsteel (figura 4). Si tratta di posizionare un telaio prefabbricato in acciaio d'armatura intorno alla condotta.

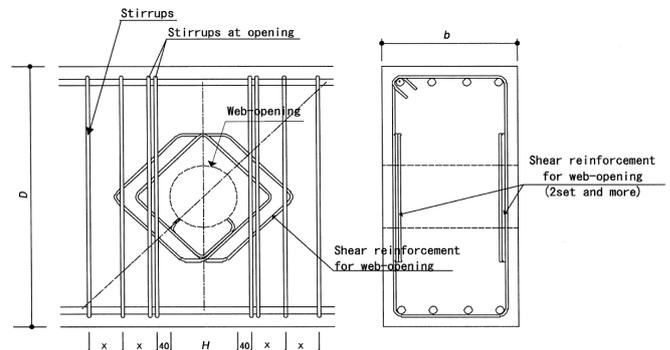


Figura 4: elemento di armatura giapponese da [5].

Trattandosi di un sistema di armatura chiuso, non è ideale per le solette in cemento armato. Tuttavia, altri sistemi di questo tipo sono stati sviluppati in Giappone (figura 5) e possono essere utilizzati per le solette in cemento armato, anche se non sempre si riesce a raggiungere la resistenza desiderata [6].

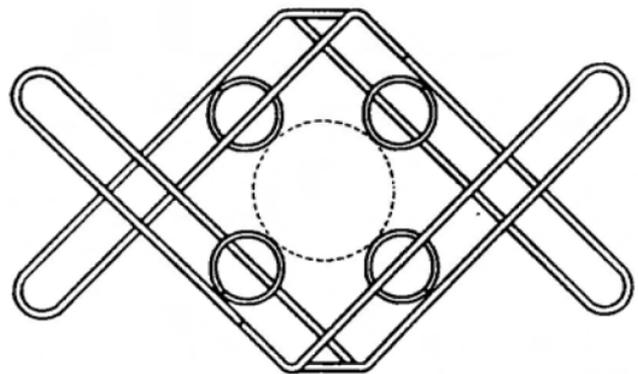


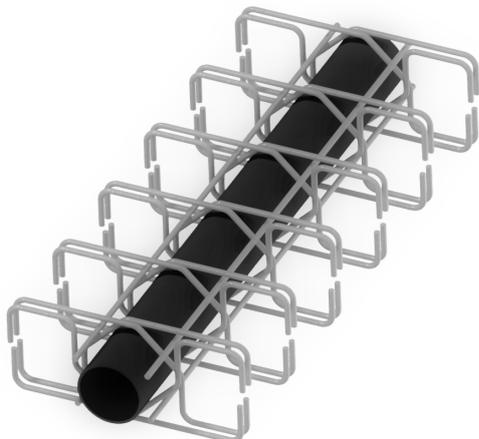
Figura 5: elemento di armatura giapponese, tratto da [6].

Un progetto di ricerca sulla resistenza al taglio in corrispondenza delle aperture è stato condotto anche in Germania dal 2009 al 2011 [7]. In questo contesto è stata studiata la resistenza ultima di diversi elementi di armatura.

Il sistema di armatura GRAVIDUR TUB si basa sugli studi e sui modelli sopra citati e, grazie alla forma delle staffe e alla loro disposizione, rappresenta un sistema efficiente per la trasmissione delle forze. In linea di principio, la teoria esistente consente la trasmissione delle forze anche in corrispondenza delle aperture con singole staffe di armatura. Tuttavia, il vantaggio di GRAVIDUR TUB risiede anche nel fatto che è progettato geometricamente in modo tale da avere non solo una superficie di armatura sufficiente, ma anche una superficie di calcestruzzo sufficiente per la barra di compressione del calcestruzzo. Questo deve essere garantito in particolare tra due

tubi adiacenti. In caso di utilizzo di armature o altri sistemi, è necessario assicurarsi che sia disponibile una superficie di calcestruzzo sufficiente in loco.

a)



b)

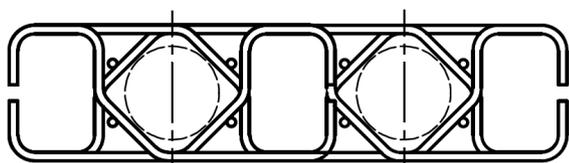


Figura 6: elementi di armatura GRAVIDUR TUB
a) isometria per un tubo, b) vista per due tubi affiancati

Letteratura

- [1] Kasarnowsky, S., Statische Untersuchung durchbrochener Wandträger in Eisenbeton, Schweizerische Bauzeitung, 67/68, 1916, pp. 53-55
- [2] Vereinshaus z. Kaufleuten in Zürich: erbaut durch Bischoff & Weideli, Architekten in Zürich, Schweizerische Bauzeitung, Band 67, 1916, pp. 245-249
- [3] Hauri, H., Der durchlöcherter Träger, Schweizer Ingenieur und Architekt, Nr. 14, 1994, pp. 227-230
- [4] Mansur, M. A., Tan, K-H., Concrete Beams with Openings Analysis and Design, CRC Press, 1999, 238 pp.
- [5] Suzuki, A., Harada, K., Aihara, M., Oohashi, S., High Strength Deformed Bar-in-Coil HDC800 for Shear Reinforcement of RC Beam with Web-opening, Nippon Steel Technical Report, No. 96, 2007, pp. 67-74
- [6] Maeguchi, T., Forschung zur Miglioramento dei metodi di rinforzo per le travi perforate in cemento armato, tesi di dottorato, Kyushu Institute of Technology 1996, 104 pp. (in giapponese)
- [7] Schnell, J., Albrecht, C., Tragfähigkeitssteigerung von Installationsdecken durch Querkraft-Bewehrungselemente, Forschungsinitiative Zukunft Bau, 2011, 234 pp.

 GRAVIS AG
Birchstrasse 17, 3186 Düdingen

 +41 26 492 30 10

 info@gravis.swiss

 www.gravis.swiss

