

## Domaine de connaissances GRAVIS

### Article

#### Armature de planchers-dalles pour les passages de conduites

Dr Stefan Lips

Avant le début du nouveau millénaire, les passages de conduites étaient rarement pris en compte dans le dimensionnement des planchers-dalles. Cependant, avec le nombre croissant de conduites dans les dalles en béton armé, le problème d'affaiblissement de la résistance a également augmenté. C'est pourquoi des systèmes très différents sont aujourd'hui proposés.

D'un point de vue technique, il s'agit toutefois d'un problème connu depuis longtemps. Toutefois, cela concernait en principe les poutres et non les dalles. En ce qui concerne le problème posé, cette différence n'a que peu d'importance pour le dimensionnement, car les modèles de dimensionnement des poutres et des dalles ne diffèrent pas en ce qui concerne l'effort tranchant.

En 1916, Kasarnowsky a écrit dans le Schweizer Bauzeitung sur l'étude statique des poutres-voiles ajourées dans la construction en béton armé [1]. Il s'agissait avant tout d'ouvertures de portes et de fenêtres dans une poutre-voile. Les formules de dimensionnement de l'armature ont été présentées à cet effet. L'armature a été calculée et représentée à l'exemple de la Vereinshaus zur Kaufleuten, qui existe encore aujourd'hui, sur la Pelikanplatz à Zurich (figure 1). On voit bien que l'ouverture a été idéalement placée au milieu de la poutre, à l'effort tranchant le plus faible. Dans cette zone, les forces de traction et de compression dues à la flexion sont transmises en dessous ou au-dessus de l'ouverture. Le faible effort tranchant dans cette zone est également repris par les poutres armées au cisaillement au-dessus et au-dessous de l'ouverture.

L'article de Hauri de 1994 [3], qui traite d'un sinistre sur une poutre présentant une perforation prononcée, démontre ce qui peut se passer si l'on n'accorde pas ou peu d'attention aux ouvertures dans les poutres. Il y est également présenté quel système porteur se forme en fonction de la taille des ouvertures. En cas de petites ouvertures, un modèle de bielles-et-tirants peut se former, comme le montre l'illustration 2a-c. Cela suppose toutefois qu'il y ait suffisamment de béton pour qu'une bielle de compression puisse se former. Le risque d'une surface de béton insuffisante existe surtout lorsque plusieurs ouvertures sont placées très près les unes des autres.

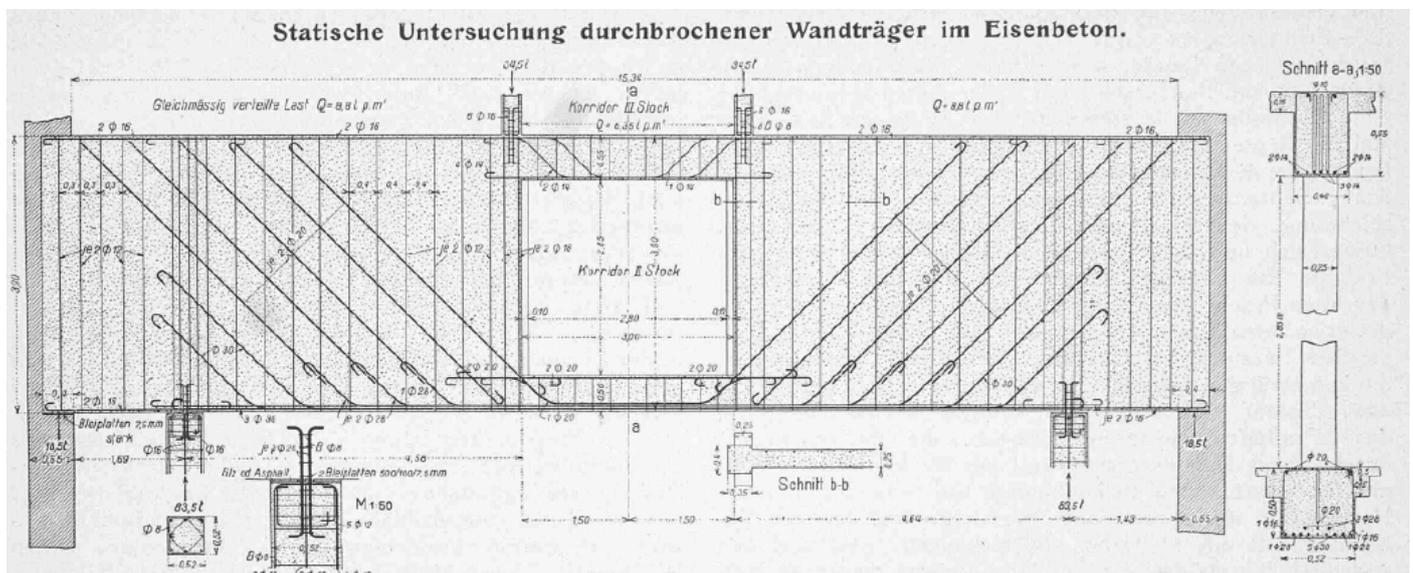


Figure 1 : Disposition du ferrailage d'une poutre en forme de mur avec une ouverture de [2].

Pour les ouvertures plus grandes, on obtient un système de cadre (figure 2d). Cela suppose toutefois que les nœuds soient résistants à la flexion. Dans le cas contraire, on obtient un raccord souple en flexion, ce qui a pour conséquence que l'effort tranchant n'est repris que par la membrure inférieure ou supérieure (figure 2e).

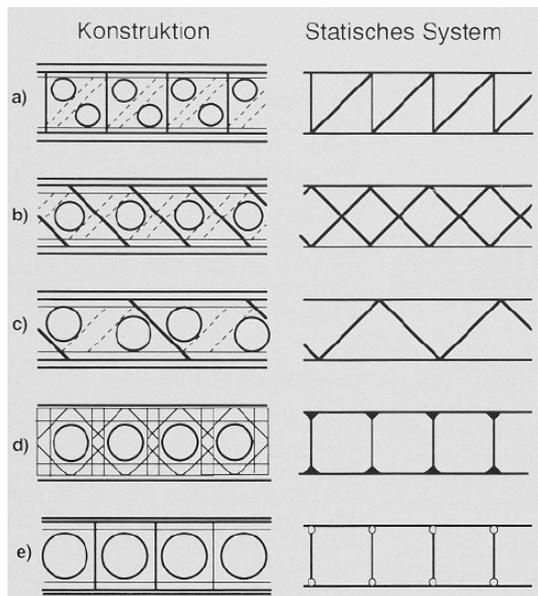


Figure 2 : Systèmes statiques pour les ouvertures de [3].

Mansur et Tan [4] ont rédigé une étude détaillée des ouvertures dans les poutres. Dans leur ouvrage, ils expliquent les différents mécanismes de défaillance et discutent des méthodes de calcul en s'appuyant sur la norme de dimensionnement américaine ACI-318. Ils démontrent également différents guidages d'armatures en fonction de la taille des ouvertures et donc de l'effet statique porteur.

Pour les éléments de construction en béton avec de petites ouvertures, deux critères de rupture doivent être considérés. Mansur et Tan [4] les nomment rupture de poutre et rupture de cadre en fonction de leur mode de rupture (p. ex. formation de fissures radiales et tangentielles pour les ouvertures circulaires). Dans le premier cas, il s'agit d'une rupture de l'armature, dans le second d'une rupture des bielles de compression du béton. La capacité portante de l'acier peut être déterminée selon la figure 3. Contre la rupture de l'entretoise de compression du béton, il faut vérifier qu'il existe une surface de béton suffisante au-dessus et en dessous de la conduite.

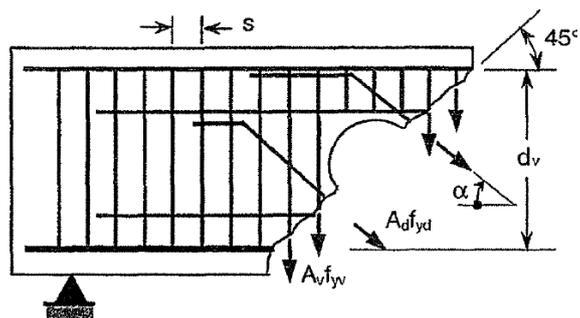


Figure 3 : Représentation de l'évolution des forces dans l'armature pour une ouverture de [4].

Comme le guidage de l'armature dans ces zones n'est pas très simple, des cages d'armature prêtes à l'emploi ont également été développées. C'est surtout au Japon que différents produits de construction ont été développés et en partie brevetés. Un exemple provient de Nipponsteel (figure 4). Il s'agit de placer un cadre préfabriqué en acier d'armature autour de la conduite.

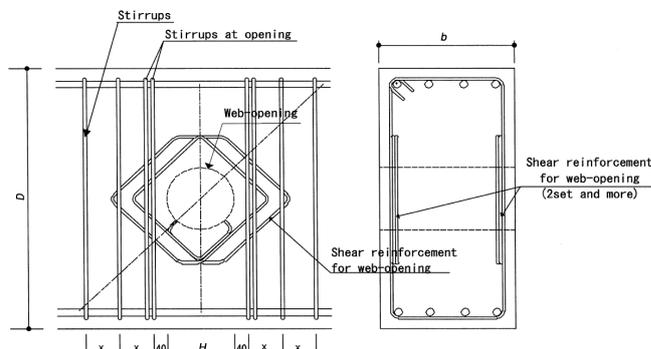


Figure 4 : Élément d'armature japonais de [5].

Comme il s'agit d'un système d'armature fermé, il n'est pas idéal pour les dalles en béton armé. Cependant, d'autres systèmes de ce type ont été développés au Japon (figure 5) et peuvent être utilisés pour les dalles en béton armé, même si la résistance souhaitée n'a pas toujours été atteinte [6].

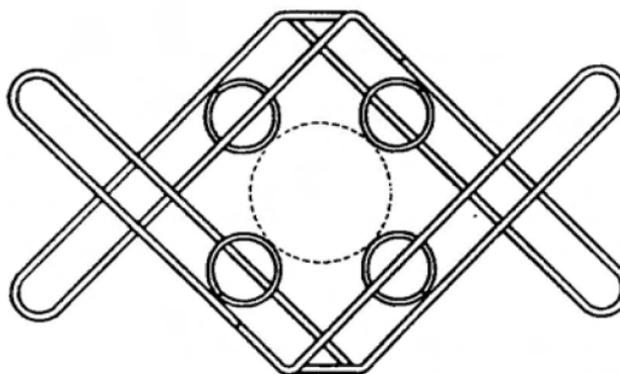


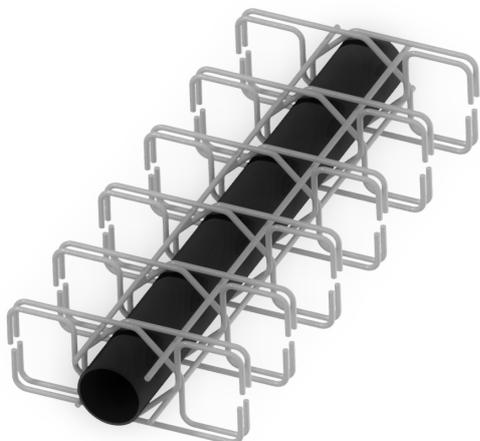
Figure 5 : Élément d'armature japonais, tiré de [6].

Un projet de recherche sur la résistance à l'effort tranchant au niveau des ouvertures a également été mené en Allemagne de 2009 à 2011 [7]. La résistance ultime de différents éléments d'armature a été étudiée dans ce cadre.

Le système d'armature GRAVIDUR TUB se base sur les études et les modèles mentionnés précédemment. En raison de la forme des étriers et de leur disposition, il représente un système efficace pour la transmission des forces. En principe, la théorie existante permet également d'assurer la transmission des forces au niveau des ouvertures avec des étriers d'armature individuels. Cependant, l'avantage de GRAVIDUR TUB réside également dans le fait qu'il est conçu géométriquement de manière à ce qu'il y ait non seulement une surface d'armature suffisante, mais également une surface de béton suffisante pour la bielle de compression du béton.

Ceci doit être assuré en particulier entre deux tuyaux juxtaposés. En cas de dispositions d'armatures ou d'autres systèmes, il convient, le cas échéant, de faire preuve de prudence et de s'assurer sur le chantier qu'une surface de béton suffisante est disponible.

a)



b)

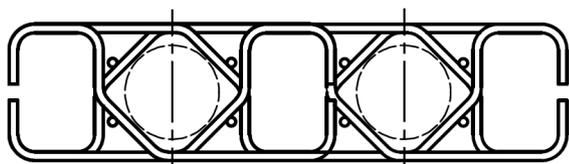


Figure 6 : Eléments d'armature GRAVIDUR TUB  
a) isométrie pour un tube, b) vue pour deux tubes côte à côte

## Littérature

- [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., Amélioration des méthodes d'armature des poutres en béton armé perforées, thèse de doctorat, Kyushu Institute of Technology 1996, 104 pp. (en japonais)
- [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

