

Domaine de connaissances GRAVIS

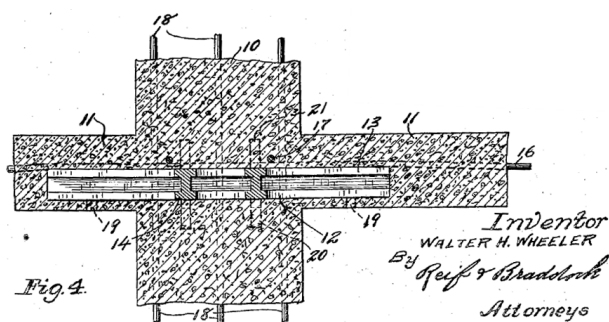
Article

Le dimensionnement des têtes en acier

par Dr. Stefan Lips

L'invention de la tête en acier remonte à Walter H. Wheeler. Il a breveté en 1930 un cadre pour poteaux en béton (frame for concrete columns) [1], voir figure 1a). Des dalles sans sommiers ont déjà été construites par le passé et le problème du poinçonnement était déjà connu [2, 3, 4]. Jusqu'alors, on renforçait toujours la partie inférieure de la dalle, ce qui engendrait des dalles champignons typiques. Grâce à l'invention de Wheeler, l'élément de transmission de la charge a été pour la première fois complètement intégré dans la dalle.

a)



b)

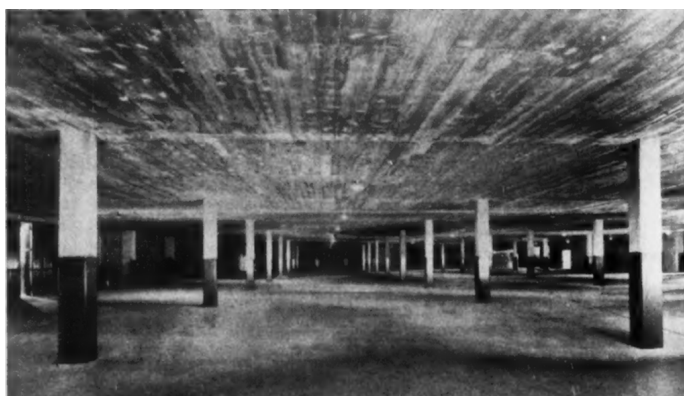


Figure 1 : a) dessin tiré de la demande de brevet de Wheeler de 1930 [1] et b) Vue de dessous du plancher-dalle du Minneapolis Armory Building de 1936 [5].

L'une des premières utilisations fut l'Armory de Minneapolis, construite en 1936 et toujours debout aujourd'hui [5], voir figure 1b). Le système était composé de profilés en acier disposés en croix. Bien que ce type de tête en acier ait été traité très tôt dans la norme américaine, il n'est pratiquement plus utilisé aujourd'hui.

En Suisse, les premières utilisations de têtes en acier remontent aux années soixante. L'une des premières utilisations a eu lieu lors de la construction du parking des transports publics de Winterthur [6]. Contrairement à la tête en acier de Wheeler, la croix en acier a été fermée à l'extérieur par d'autres profilés en acier, de sorte qu'il en résulte une construction rectangulaire vue en plan, voir figure 2.

Un avantage mentionné dans le brevet de Bryl [7] de l'époque est la possibilité de disposer des évidements à proximité des appuis tout en obtenant la capacité portante requise. Ces évidements à proximité des poteaux constituent aujourd'hui encore un avantage essentiel par rapport aux systèmes d'armature de poinçonnement tels que les étriers ou les ancrés à double tête. De plus, les têtes en acier permettent d'augmenter considérablement la résistance au poinçonnement. Avec l'armature de poinçonnement, pour une situation donnée (géométrie et matériau), la résistance maximale possible est donnée par la bielle de compression du béton au niveau de l'appui. Cela signifie que même avec plus d'armature de poinçonnement, la résistance ne peut pas être augmentée davantage. Pour les têtes en acier, c'est différent. Elles permettent d'obtenir des résistances nettement plus élevées, car les profilés en acier déchargent le béton à proximité de l'appui. En particulier en combinaison avec une armature de poinçonnement à l'extérieur de la tête en acier, on obtient un système de poinçonnement performant.

a)

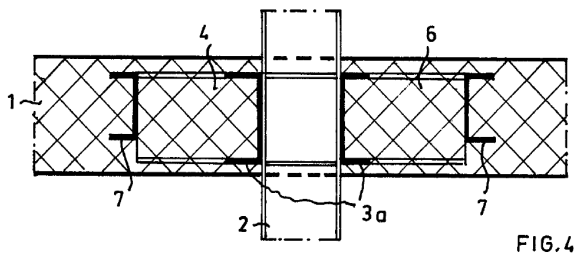
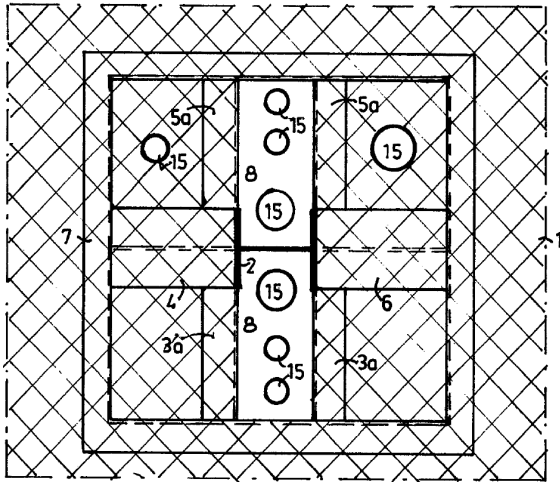


FIG.4



b)

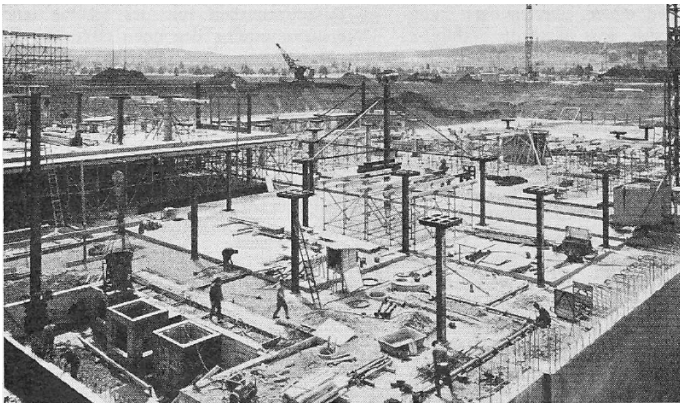
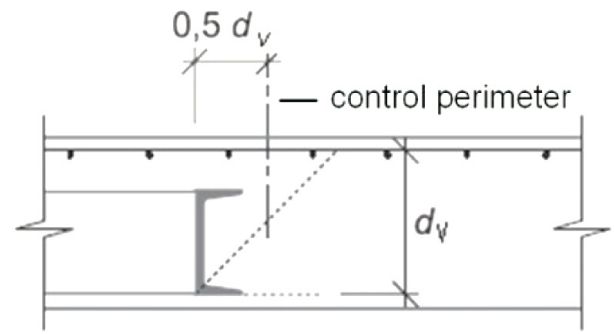


Figure 2 : a) Dessins tirés de la demande de brevet déposée par Bryl en 1965 [7] et b) Utilisation de têtes en acier dans un garage pour les transports publics de Winterthur [6].

Dans les normes de conception SIA 262:2013 [8] et fib Model Code 2020 [9], on trouve des informations sur le dimensionnement du poinçonnement en dehors des têtes en acier. Il y est démontré que la section de contrôle doit être prise à $0,5 d_v$ de l'axe de l'âme. En outre, il est démontré qu'en cas d'armature de poinçonnement supplémentaire, la distance à prendre en compte est celle de la première ancre ou premier étrier (s_0) par rapport à l'axe de l'âme. Cela s'explique par le fait que les ailes des profilés de bord, même s'ils sont soutenus localement, sont trop souples pour transmettre la charge au raidisseur par flexion. L'axe de l'âme est donc déterminant pour la section de contrôle et la disposition de l'armature de poinçonnement, car c'est là que la force est introduite.

a)



b)

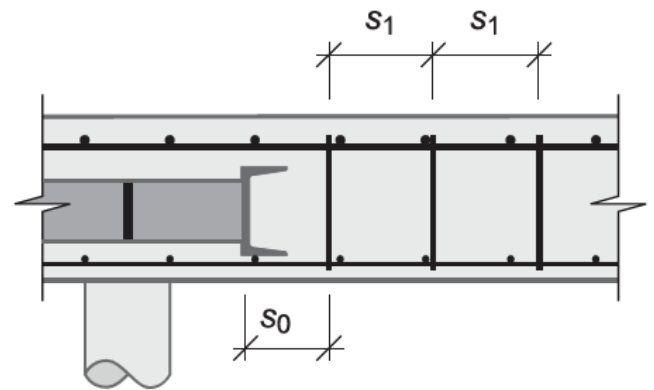


Figure 3 : Représentation concernant les têtes en acier dans a) fib Model Code 2020 [9] et b) SIA 262:2013 [8].

Les têtes en acier elles-mêmes peuvent être dimensionnées selon la norme de SIA 263:2013 [10] relative à la construction métallique. La charge est transmise des dalles en béton armé aux profilés de bord, puis aux raidisseurs, et enfin aux appuis. L'élément déterminant pour le dimensionnement est que les têtes en acier soient en équilibre. Alors que les têtes en acier carrées ou rectangulaires ne posent généralement pas de problème pour les colonnes intérieures, il faut en tenir compte pour les têtes spéciales, comme les têtes en acier pour les colonnes de bord ou d'angle. Ces têtes en acier doivent donc être encastrées dans la colonne ou une armature de flexion correspondante doit être prévue, soit insérée dans la dalle en béton armé, soit soudée à la tête en acier afin de garantir l'équilibre des moments.

La figure 3 démontre une tête en acier sur une colonne de bord. En principe, on part du principe que les forces sont réparties à peu près uniformément le long des profilés de bord. Par conséquent, les forces sont équilibrées dans les zones bleues ou dans le raidisseur qui les relie. La zone rouge ne peut être mise en équilibre que par un moment de flexion supplémentaire. Ceci est également représenté sur la coupe. Ce moment de flexion doit être repris par une armature de flexion.

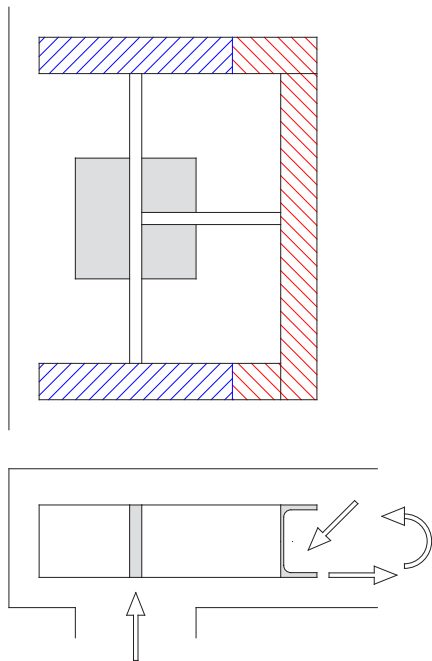


Figure 4 : Têtes en acier pour une colonne de bord

La situation est similaire pour les têtes en acier dans les colonnes d'angle. La situation est un peu plus compliquée en cas d'évidements, comme c'est le cas par exemple pour les angles de murs avec évidements à l'intérieur. Si les murs se prolongent à l'étage supérieur, la tête en acier peut être encastrée dans les murs sous certaines conditions. Mais si cela n'est pas possible, une armature de flexion est à nouveau nécessaire pour équilibrer la tête en acier avec les dalles en béton armé. La figure 5 démontre la répartition des forces. Les zones bleues sont en équilibre, tandis que les zones rouges doivent être équilibrées par une armature de flexion.

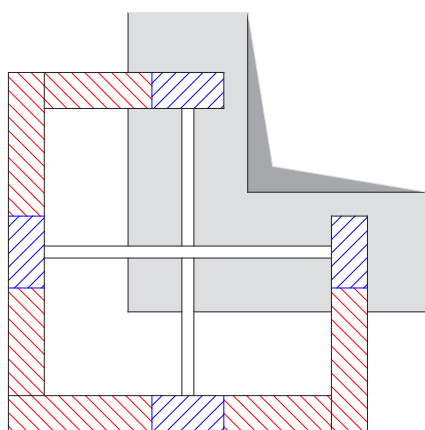


Figure 5 : Têtes en acier pour un angle de mur avec évidements intérieurs..

En ce qui concerne la qualité des têtes en acier, il est important de soumettre les tôles d'acier à un contrôle de la valeur Z. Le nœud soudé situé au centre de la tête en acier est soumis à une traction transversale en raison de la flexion dans toutes les directions. De ce fait, au moins une tôle est sollicitée transversalement au sens de laminage, ce qui peut entraîner un arrachement lamellaire. Ceci peut être évité si la tôle est préalablement testée pour vérifier sa résistance à l'arrachement lamellaire. Les bases de ces exigences se trouvent dans la norme SN EN 1993-1-10 [11].

Littérature

- [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, Construction en béton, Société suisse des ingénieurs et des architectes, 2013, 102 pp.
- [9] fib, Model Code for Concrete Structures (2020), Fédération Internationale du béton, 2023, 748 pp.
- [10] SIA 263 :2013, Construction en acier, Société suisse des ingénieurs et des architectes, 2013, 108 pp.
- [11] SN EN1993-1-10, Eurocode 3 - Calcul des structures en acier - Partie 1-10: Choix des qualités d'acier, Société suisse des ingénieurs et des architectes, 2005, 20 pp.



GRAVIS AG
Birchstrasse 17, 3186 Düringen



+41 26 492 30 10



info@gravis.ch



www.gravis.ch

