Zeitschrift: IABSE congress report = Rapport du congrès AIPC = IVBH Kongressbericht

Band: 2 (1936)

Artikel: Les aciers à haute résistance dans les constructions de béton armé

Autor: Chmielowiec, A.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-3029

IIc 3

Les aciers à haute résistance dans les constructions de béton armé.

Verwendung des hochwertigen Stahls in Eisenbeton-Konstruktionen.

High Tensile Steel in Reinforced Concrete Structures.

Dr. Ing. A. Chmielowiec.
Lwów, Pologne.

Selon les réglements de la plupart des pays, la tension admissible de l'acier doux, généralement employé dans le béton armé, est de 1200 kg/cm² alors que celle de l'acier à haute résistance est de 1800 kg/cm². Sans changer les dimensions de la poutre, on peut réduire d'un tiers la section de l'armature tendue si l'on emploie l'acier 1800 (c'est ainsi que nous désignerons dans la suite l'acier à haute résistance). De ce fait on augmente un peu la compression du béton mais cela est toujours possible, ainsi que l'a démontré *Saliger* dans son rapport II c 3 de la Publication Préliminaire. Si l'on veut remplacer n ronds en acier doux de diamètre d par n_1 ronds en acier 1800 de diamètre d_1, on a la relation

$$n\, d^2 \pi \cdot 1200 = n_1\, d_1^2 \pi \cdot 1800$$

Si l'adhérence doit rester la même dans les deux cas, on a

$$n\, d\, \pi = n_1\, d_1\, \pi$$

De ces deux équations on peut tirer la condition:

$$n : n_1 = d_1 : d = 1200 : 1800 = 2 : 3$$

Ainsi donc par exemple, on peut remplacer 2 ronds de ∅ 9 mm en acier 1200 par 3 ronds de ∅ 6 mm en acier 1800. Cela nous conduit à l'emploi de barres très minces coûteuses et trop peu rigides pour conserver une forme droite.

On peut éviter ces inconvénients en donnant aux barres d'armature une section en forme de triangle équilatère. De tous les polygones réguliers de même surface, c'est le triangle qui a le plus grand périmètre et le cercle le plus petit. Soit d le diamètre d'un cercle et $a = 1{,}11\, d \cdot$ l'arête du triangle équilatère; le périmètre du triangle est $3\, a = 3{,}3\, d$ tandis que celui du cercle est $\pi\, d = 3{,}14\, d$. La différence est $3{,}3\, d - 3{,}14\, d = 0{,}16\, d$. Le périmètre du triangle est donc de 5 % plus grand que celui du cercle.

L'aire du cercle est: $A_o = \frac{d^2\pi}{4}$

l'aire du triangle est: $A_\Delta = a^2 \frac{\sqrt{3}}{4}$

d'où $$\frac{A_o}{A_\Delta} = \frac{d^2\pi}{a^2\sqrt{3}} = \frac{\pi}{1{,}21\sqrt{3}} = 1{,}5 = \frac{1800}{1200}$$

On peut donc remplacer un rond de diamètre d en acier 1200 par une barre triangulaire en acier 1800 de côtés 1,1 d. Sans réduire l'adhérence on fait une économie d'acier de 33 %.

L'emploi des barres en acier 1800 à section triangulaire serait donc à recommander et il est souhaitable que l'on lamine de tels profilés. Ces barres ont encore les avantages suivants:

1° Aucune confusion ne serait à craindre entre les barres en acier 1200 et celles en acier 1800.

2° De tous les polygones réguliers ayant la même surface, le triangle a le plus grand moment d'inertie et le cercle le plus petit. Nous excluons ici les figures ayant des côtés concaves, comme l'étoile par exemple. Une barre à section en forme d'étoile peut être retirée du béton le long d'un cylindre circulaire dont la section est le cercle circonscrit à cette étoile.

Le moment d'inertie du cercle de surface $A_o = \frac{d^2\pi}{4}$ est:

$$J_o = A_o \frac{d^2}{16}$$

celui du triangle de surface $A_\Delta = a^2 \frac{\sqrt{3}}{4}$ est:

$$J_\Delta = A_\Delta \frac{a^2}{24}$$

De l'équation $A_o = A_\Delta$ on peut tirer: $\frac{a^2}{d^2} = \frac{\pi}{\sqrt{3}}$

On peut donc finalement écrire:

$$\frac{J_\Delta}{J_o} = \frac{2a^2}{3d^2} = \frac{2\pi}{3\sqrt{3}} = 1{,}21$$

Le moment d'inertie du triangle est ainsi de 21 % plus grand que celui du cercle de même surface. Les barres triangulaires sont donc plus rigides que les rondes; elles resteront plus facilement droites pendant le transport, au magasin et sur le chantier. Ce fait est important car les fers courbes doivent d'abord se redresser avant de travailler à la traction et pendant ce temps les fers droits sont surchargés. La rigidité est encore plus nécessaire aux fers comprimés. Les ronds peu rigides flambent. Il est donc inutile d'employer l'acier 1800 pour les armatures comprimées.

3° Les barres triangulaires occupent moins de place que les rondes car elles occupent toute la place, sans espaces libres.

4° On peut facilement tordre les barres triangulaires, on obtient ainsi des barres semblables à celles du type Ransome. L'adhérence de la barre au béton est encore augmentée puisque la circonférence du cercle circonscrit au triangle régulier est de 21 % plus grande que le périmètre de ce triangle. On ne peut arracher du béton une barre tordue qu'après avoir tranché le béton le long du cylindre circonscrit à cette barre ou d'un cylindre concentrique plus grand. Les essais exécutés avec l'acier Isteg l'on démontré. Dans les essais de MM. *Bryla* et *Huber*, Varsovie, deux ronds de 7 mm, tordus en spirale, avaient une adhérence de 20 % plus grande que celle d'un seul rond équivalent de 12 mm. Le cercle circonscrit à un Isteg de 2×7 mm a un diamètre de 14 mm, sa circonference est donc de 16,67 % supérieure à celle du rond. La différence entre 20 et 16,67 est à attribuer au fait que le cylindre circonscrit à l'Isteg est un peu plus grand que 2×7 mm et qu'il ne forme pas exactement un cylindre régulier.

Au lieu de laminer les barres triangulaires en acier 1800, on peut les laminer en acier 1200 et élever leur résistance par étirage et torsion, comme on le fait pour l'acier Isteg.