



Forblad

Vridningsforsøg med Trappetrin

K.W. Johansen

Tidsskrifter

BSM 17-1 Bygningsstatistiske Meddelelser

1946

VRIDNINGSFORSØG MED TRAPPETRIN

BERETNING FRA LABORATORIET FOR BYGNINGSSTATIK
VED K. W. JOHANSEN

I Fortsættelse af de i Laboratoriets Meddelelse Nr. 13 offentliggjorte Forsøg med uarmerede Trin er der i 1945 udført Vridningsforsøg med Standard Trappetrin af det i Fig. 1 viste Tværsnit. Af Hensyn til Op-spændingen blev Trinene i den fri Ende forlænget 12 cm med et trapezformet Tværsnit som ved Indmuringsenden.

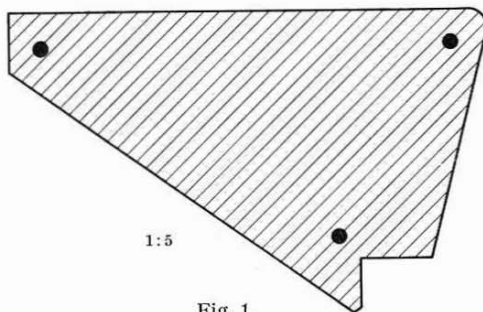
Der udførtes 10 Trin, 5 uarmerede og 5 armeret efter Regulativet af ³⁰/₁₂ 1939, men ikke alle med Krøge paa Længdejernene. Der anvendtes Rapidcement, S-Cement og almindelig Portlandcement. Samtidig med Trinene støbtes een 10 cm Tærning, eet $10 \times 10 \times 40$ cm Prisme og tre $10 \times 10 \times 70$ cm uarmerede Bøjeprover.

Forsøgene udførtes paa Laboratoriets Spændeplan ved den paa Fig. 2 viste Opstilling. Trinene fastspændtes i den ene Ende og hvilede paa et Rulleleje i den anden. Belastningen foretoges med Lodder paa en lang Vægtarm. For at undgaa Stød ved Loddernes Anbringelse blev Vægtarmen støttet midlertidigt paa den viste Dunkraft, der ganske jævnt blev henholdsvis af- og belastet.

Vridningsvinklen maalttes ved Hjælp af to til Trinene fastspændte 2,0 m lange Arme og Maaleure. Efter Bruddet blev eventuelle Revner optegnet direkte paa Kalkerpapir, der lagdes om Trinet.

Ved Tærningerne bestemtes Betonens Tærningstyrke σ_C . Ved Prismerne bestemtes Elasticitetskoeficienten E og Prismestyrken σ_P .

Bøjeproverne udførtes ved Belastning med en Enkeltkraft paa Midten og først med Spændvidden 60 cm, hvorefter Stumperne igen blev



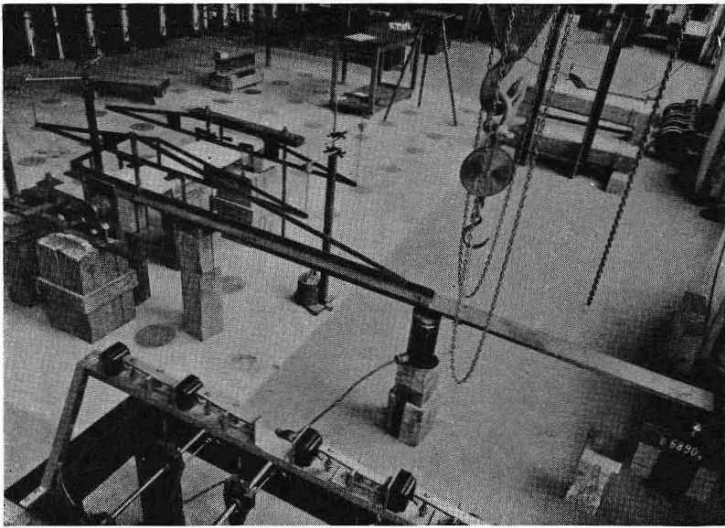


Fig. 2.

prøvet med Spændvidden 30 cm eller, hvis det første Brud var forløbet meget skraat, 20 cm. Man fik derved tre Bestemmelser af Betonens Bøjningsstyrke for hvert Prøvelegeme. Der fandtes ingen Forskel paa Værdierne for den store og den lille Spændvidde. Der blev lagt saa stor Vægt paa at bestemme denne Bøjningsstyrke, da de tidligere Forsøg havde vist, at den kunde regnes lig Vridningsstyrken for trekantede, retvinklede Tværsnit.

Flyde- og Brudgrænsen for det anvendte Jern blev bestemt.

Forsøgsresultater.

Forsøgsresultaterne er angivet i Tabellen. De ved Prismeforsøgene bestemte Arbejdskurver for Betonen er vist i Fig. 3. Arbejdskurven for Trinenes Vridning er vist i Fig. 4. De armerede Trin er betegnet med A og de af dem, der har Kroge paa Jernene, yderligere med K.

Ved Trin Nr. 3 skete der et tidligt Brud ved Indspændingen, sandsynligvis paa Grund af Støbefejl el. l., hvorfor Resultatet for dette ikke medtages i den videre Behandling. De angivne Elasticitetskoefficienter svarer til Intervallet 10—70 kg/cm². De angivne Værdier af $M:\vartheta$ svarer til Intervallet 0—200 kgm.

Arbejdskurverne for de uarmerede Trin viser en normal krum Arbejdslinie for skøre Materialer, medens Arbejdskurverne for de armerede Trin viser en større eller mindre Tendens til at ende med en vandret

Tangent; men nogen egentlig plastisk Tilstand opnaas dog ikke, idet dette forudsætter en længere vandret Gren af Arbejds-linien.

Dette viser allerede, at Arme-ningen ikke er tilstrækkelig til at bevirke et sejt Brud.

Værdierne af Brudmomen-terne viser endvidere kun en meget ringe Forøgelse ved de armerede Trin, saa Armeringen har heller ikke været tilstrækkelig til at forøge Bæreevnen.

Trinene med krogede Jern viser ingen Forskel fra Trinene med lige Jern.

Forneden i Tabellen er Brud-momenterne sat i Relation til Bøjningsstyrken σ_B , $\frac{1}{6}$ af Tær-ningstyrken σ_C og $\frac{1}{5}$ af Prisme-styrken σ_P . Af de derved fremkomne Modstandsmomenter dan-nes Middeltal og Middelfejlen herpaa. Resultaterne er angivet under

Tabellen. Den mindste Middelfejl opnaas ved de til $\frac{1}{6} \sigma_C$ svarende Modstandsmomenter, saa Tærningstyrken kan efter disse Forsøg bedst benyttes til Bedømmelse af Vridningsstyrken.

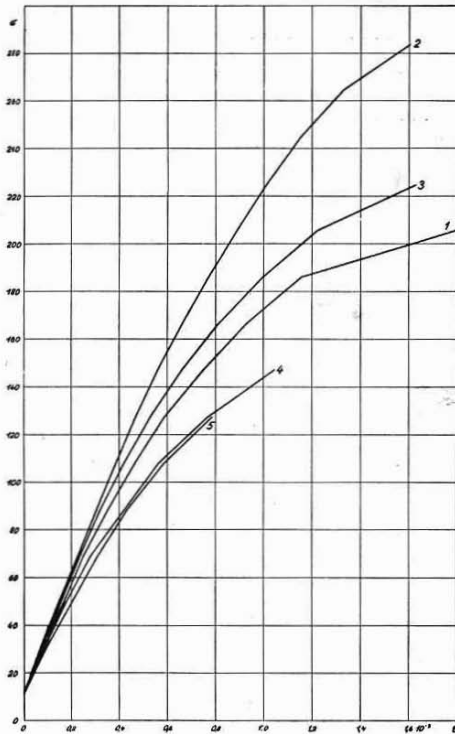


Fig. 3.

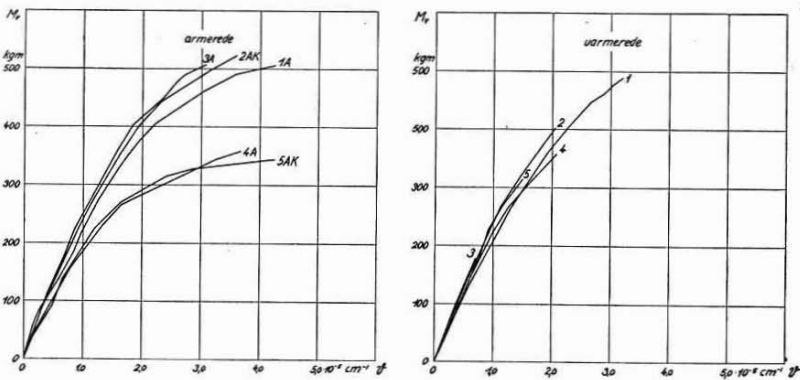


Fig. 4.

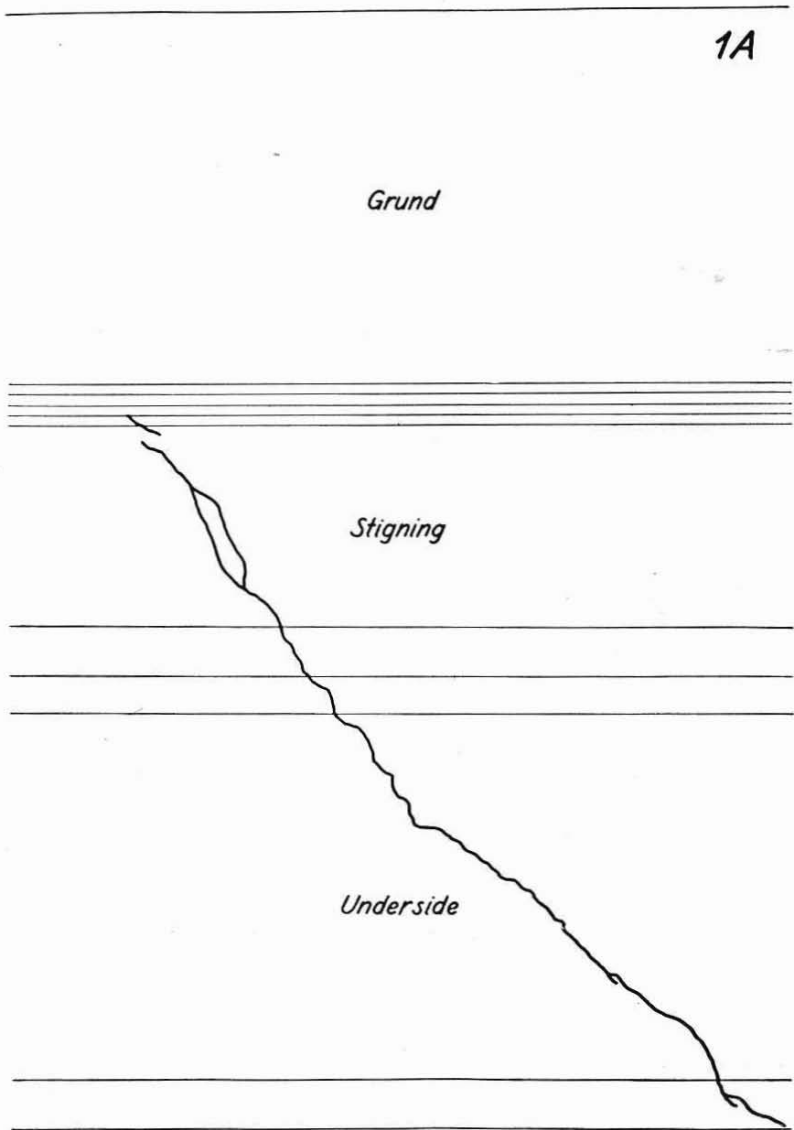


Fig. 5.

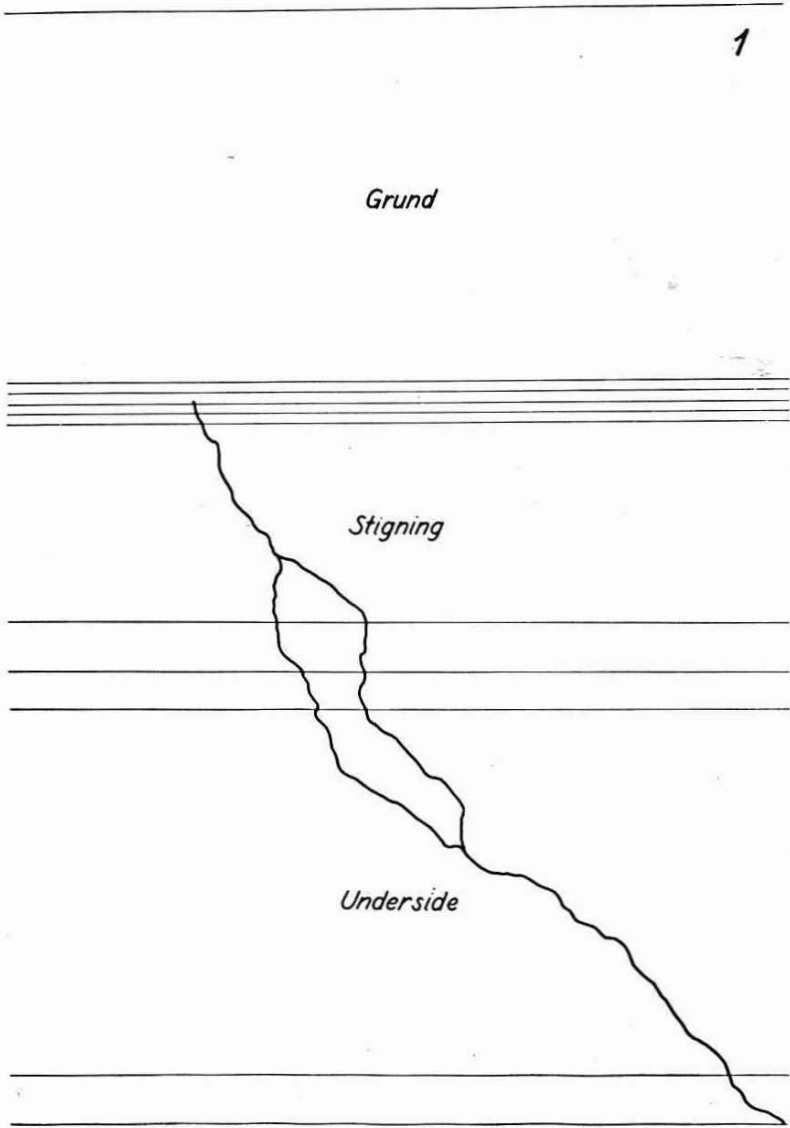


Fig. 6.

I Fig. 5 og 6 er Revnernes Forløb vist for et armeret og et uarmeret Trin. De forløber under 45° med Trinets Længdeakse, svarende til de største Hovedtrækspændinger.

Beregning.

Efter Elasticitetsteorien beregnes Vridningsinertimomentet for Tværnittet til 22000 cm^4 , naar der ses bort fra Afskæringerne og regnes med den til Siderne svarende fulde Trekant (van der Neut og Plantema i De Ingenieur 1939, Nr. 36). Derved findes ud fra de maalte Værdier af $M:\vartheta$ Elasticitetskoefficienten G ved Forskydning. De herved bestemte Værdier er ganske i Overensstemmelse med de ved de tidligere Forsøg fundne.

For Modstandsmomentet faas svarende til største Spænding for den fulde Trekant $W = 1560 \text{ cm}^3$. Da indadgaaende Hjørner teoretisk faar uendelig store Spændinger, skulde det tilsvarende Modstandsmoment teoretisk blive Nul; men Forsøgene viser ca. 1000 cm^3 .

Uden Hensyntagen til Betonkærnen bliver Bæreevnen for det armerede Trin bestemt ved Bredt's Formel (se f. Eks. P. M. Frandsen: Bygningsstatik II, 2. Udgave 1944, S. 191)

$$M_F = 2 F_0 \frac{f}{e} \sigma_F.$$

F_0 er Arealet inden for Armeringen, her $\frac{1}{2} \cdot 16 \cdot 24 = 192 \text{ cm}^2$. Ved en Spiralarmering under 45° er f Arealet af et Jern, e Afstanden mellem Jernene. Spiralarmeringen kan erstattes med Længdearmring og Bøjlearmering, hver for sig med samme $f:e$. Er de forskellige, som her, bliver den mindste afgørende. Dette giver med 1 Rj. 7 mm pr. 20 cm $f:e = 0,0192$

$$M_F = 2 \cdot 192 \cdot 0,0192 \cdot \sigma_F = 7,4 \sigma_F,$$

der er angivet i Tabellen.

Værdierne ligger langt under de maalte Brudmomenter; men langt over den ringe Forøgelse i Brudmoment, som de armerede Trin udviser over de uarmerede Trin.

Armeringen har saaledes ikke i nogen væsentlig Grad forøget Trinenes Styrke eller Sejghed.