

BRANDPROEVEN OP VOORGESPANNEN BETONLIGGERS

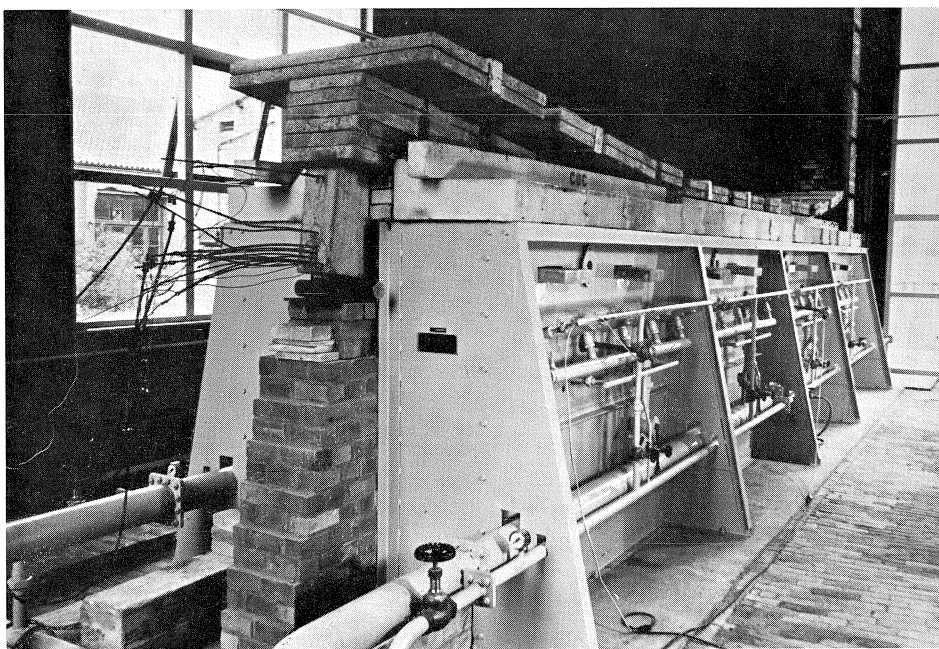
In dit artikel wordt een beschrijving gegeven van een oven, waarin voorgespannen betonliggers op hun weerstand tegen brand onderzocht kunnen worden.

De veiligheid die voorgespannen betonvloeren en -balken tijdens brand bieden, is niet voldoende bekend. Gewapend betonconstructies hebben een grote brandwerendheid, zoals uit proeven en werkelijk opgetreden branden is gebleken. Het gedrag van een voorgespannen betonbalk bij brand is echter niet rechtstreeks te vergelijken met dat van een gewapend betonbalk. Doordat bij voorgespannen beton staal onder een hoge voorspanning wordt toegepast, zal bij stijging van de temperatuur een versnelde kruip in het staal optreden, waardoor de voorspanning in het beton verloren gaat.

Bij gewapend beton, waarin de werkelijk optredende staalspanningen uiteraard kleiner zijn, speelt de kruip van het staal een veel geringere rol.

Een tweede verschil is, dat gewapend beton als bouw materiaal meestal uitgevoerd wordt als veelvoudig statisch onbepaalde constructie, terwijl tot nu toe in voorgespannen beton hoofdzakelijk statisch bepaalde constructies worden toegepast. Het is duidelijk, dat bij statisch onbepaalde constructies een veel grotere „stille reserve” aanwezig is.

Fig. 1. Oven met voorgespannen balk na een beproeving



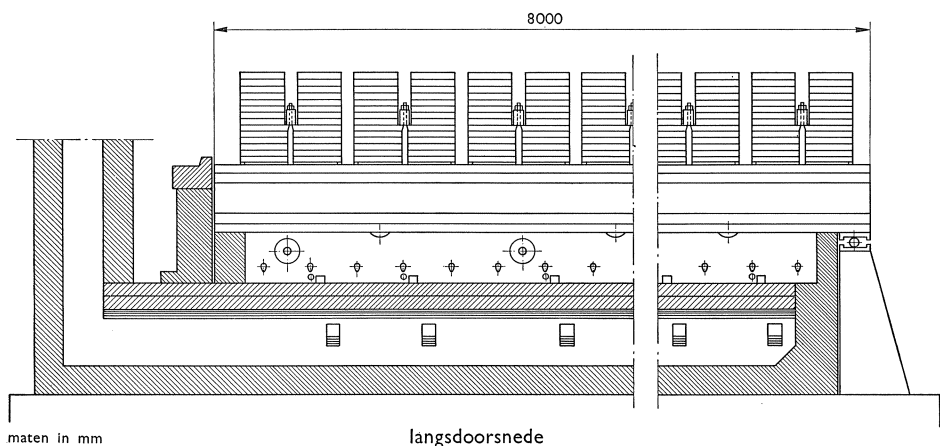
In de derde plaats zou genoemd kunnen worden het verschil in volume tussen balken in gewapend en balken in voorgespannen beton.

Een verschil in gedrag bij brand is dus aannemelijk. Uiterlijk verschilt een voorgespannen betonconstructie niet veel van een gewapend betonconstructie, waardoor dus, b.v. voor brandweerlieden, gevaarlijke situaties kunnen ontstaan.

In 1951 werd in Engeland door het Fire Research Station en het Building Research Station met een onderzoek naar het gedrag van voorgespannen beton bij brand begonnen. Dit onderzoek wordt uitgevoerd aan balken op schaal 2 : 8, 3 : 8 en 4 : 8. Hierbij wordt tevens de invloed van isolerende afdekkingen, zoals vermiculite, nagegaan. Getracht wordt uit de resultaten te berekenen hoe het gedrag zal zijn van balken op ware grootte. Ter contrôle zullen ook enkele balken op ware grootte beproefd worden. Laatstgenoemde proeven kunnen op het ogenblik echter niet in Engeland zelf worden uitgevoerd, omdat daar slechts een oven beschikbaar is voor balken met een lengte van maximaal 3 m.

De in Engeland verkregen resultaten, voor zover die in begin 1953 werden gepubliceerd, waren van dien aard, dat de Nederlandse Onderzoekingscommissie „Brandveiligheid bij voorgespannen betonconstructies” vaststelde, dat een uitgebreid onderzoek van voorgespannen balken *op ware grootte* noodzakelijk was. Met een inleidend, meer fundamenteel onderzoek was in Nederland, zij het op bescheiden schaal, al begonnen door de S.T.U.V.O. (Studievereniging voor voorgespannen beton). Het F.E.B.O. (Fonds voor Experimenteel Betononderzoek), waaronder de onderzoekingscommissie nu ressorteert, stelde gelden beschikbaar voor een uitgebreid experimenteel onderzoek.

In de eerste plaats was het nodig om de beschikking te krijgen over een oven van voldoende afmetingen, om balken op ware grootte te kunnen beproeven. Het Brandveiligheidsinstituut T.N.O. bood aan over te gaan tot de bouw



van een oven, waarin balken tot een lengte van 8 m beproefd zouden kunnen worden, mits de garantie werd verkregen dat het aantal te onderzoeken balken de grote kosten, die aan de bouw verbonden waren, zou rechtvaardigen.

De oven, die met propaangas wordt gestookt en waarvan het ontwerp en de bouw waren toevertrouwd aan de Meterfabriek Dordrecht, is einde 1953 gereed gekomen. Bij de reeds verrichte onderzoeken is gebleken dat de oven geheel aan de verwachtingen voldoet.

De voornaamste eis waaraan bij het onderzoek voldaan moet worden, is, dat over de gehele lengte van de oven een gelijkmatige temperatuur heerst die volgens een bepaald verband met de tijdsduur van de proef wordt opgevoerd. Dit verband is experimenteel bepaald en internationaal erkend als „standaardbrand”. Het benadert zo goed mogelijk het gemiddelde temperatuur-tijdverloop bij werkelijke branden.

Tijdsduur	Temperatuur
5 min.	500 °C
10 min.	700 °C
20 min.	800 °C
30 min.	850 °C
1 uur	925 °C
2 uur	1000 °C
4 uur	1100 °C
6 uur	1200 °C

Onder de *brandwerendheid* van een balk wordt nu verstaan de tijd, die de balk aan de „standaard-brand” kan worden blootgesteld, alvorens te bezwijken.

Fig. 2 geeft een langs- en dwarsdoorsnede van de oven. De te onderzoeken balk wordt op een vast en een rollend oplegpunt geplaatst.

Dit laatste oplegpunt bevindt zich als regel buiten de oven. Beide oplegpunten zijn verplaatsbaar, zodat ook balken met een overspanning kleiner dan 8 m beproefd kunnen worden.

In fig. 2, waar de dwarsdoorsnede is gegeven, is te zien op welke wijze de balk verhit wordt. In de ovenwanden bevinden zich branderopeningen (40 stuks in 8 groepen van 5) die gericht zijn op het gloeibed. De verbranding van het propaan vindt daar plaats en de verbrandingsgassen stijgen langs de

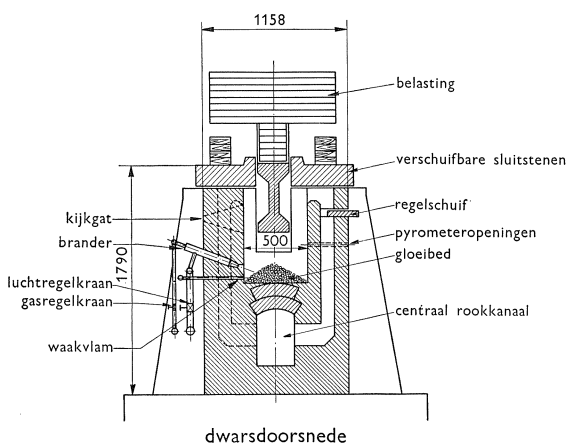


Fig. 2. Langs- en dwarsdoorsnede van de oven



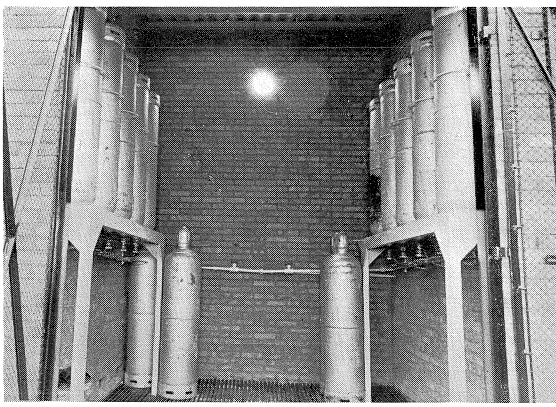


Fig. 3. Cylinders met propaangas

balk op, om daarna door de ovenwand naar het centrale rookkanaal te stromen. De verwarming van de balk geschiedt dus door straling van het gloeibed en door convectie van de verbrandingsgassen. De verbranding en de gasafvoer kunnen geregeld worden door schuiven.

De belasting tijdens beproeving bestaat uit eigen gewicht en nuttige belasting, die aangebracht wordt in de vorm van betonplaten van 40 kg per stuk. De platen worden in stapels gelegd op zodanige afstanden dat, ook bij de maximale doorbuiging van de balk geen boogwerking in de ballast optreedt, waardoor deze min of meer zich zelf zou kunnen dragen.

De bovenzijde van de oven wordt gesloten door vuurvaste stenen, die tegen de betonbalk of tegen de belastingplaten aan worden geschoven.

In fig. 1, waarin een overzicht van de oven met balk en belasting na de beproeving wordt gegeven, is dit duidelijk te zien. Hierop zijn ook de kijk-gaten, de pyrometerbuizen en de leidingen voor de waakvlammen te onderscheiden, die op de tekening zijn aangegeven.

De waakvlammen dienen voor de ontsteking van de 40 branders en worden met behulp van een gaspook ontstoken, waartoe de aansteekopeningen dienen. Dat het noodzakelijk is om eerst de waakvlammen te ontsteken is duidelijk wanneer men weet dat de oven ongeveer 2—3 m³ propaangas per minuut verbruikt, dus per groep van 5 branders ongeveer 300 liter per minuut. Het propaangas wordt in vloeibare toestand bewaard in cylinders, die omgekeerd opgesteld staan in een apart gebouwtje (fig. 3). Hiervandaan stroomt het via leidingen naar verdampers (fig. 4), die zich in een afgescheiden ruimte van dit gebouwtje bevinden en die een constante druk van het gas waarborgen.

Tijdens de proef worden door middel van thermokoppels, op verschillende plaatsen in de balk de temperaturen van het beton en het staal gemeten en worden de doorbuigingen van de balk geobserveerd.

Voor de temperatuur van het staal is van groot belang. Door een stijging van deze temperatuur neemt de kruip (versneld) toe, terwijl de treksterkte van het staal afneemt. Door toepassing van een grotere betondekking en speciale afdeklagen kan men de temperatuursverhoging in het staal langzamer doen verlopen en daardoor de brandwerendheid van de balk vergroten.

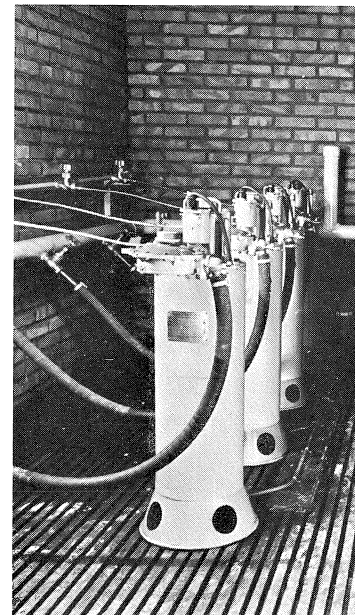


Fig. 4. Verdampers