

Eerste Nederlandse toepassing SUSPA-systeem bij fundering
hoofdkantoor ING-Groep

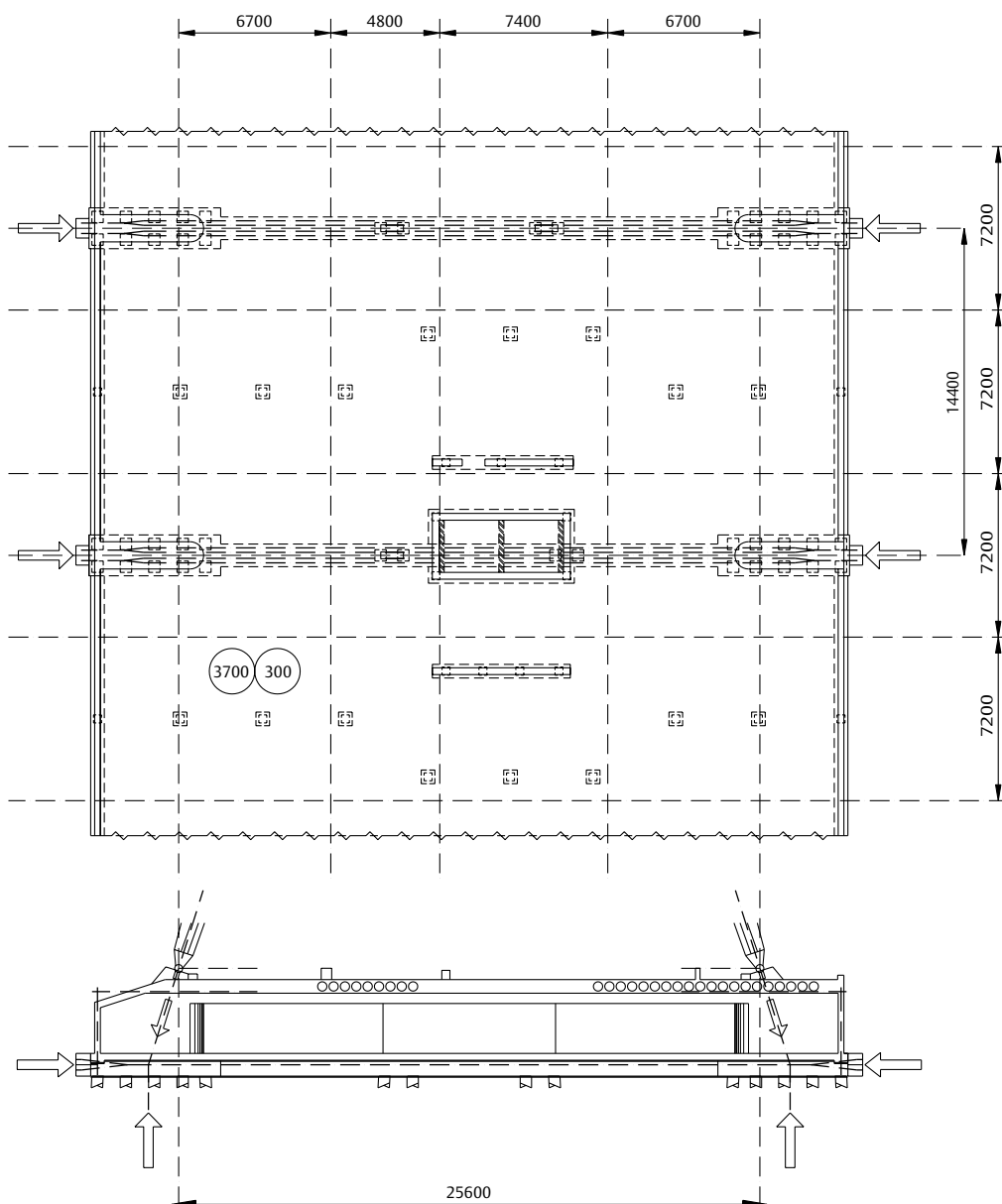
Voorspanning houdt staalconstructie bijeen

ing. M. de Boer, Aronsohn raadgevende ingenieurs bv, Amsterdam

ing. G.C. Hoogendoorn, Voorbij Spantechniek BV, Uithoorn

Ten zuiden van de Amsterdamse ringweg A10 verrijst momenteel het futuristisch ogende, nieuwe hoofdkantoor van de ING-Groep. Het ontwerp kenmerkt zich als een transparant gebouw, boven het maaiveld verheven, op schuinstaande stalen poten. De krachtsafdracht door deze poten noopte ertoe de fundering voor te spannen. Daartoe is gebruikgemaakt van een voor Nederland nieuw voorspannsysteem.

1 | Plattegrond (gedeelte)
van de kelder, met doorsnede van de kelderdoos



De V-vormige stalen poten sluiten op maaiveldniveau aan op stalen rollen, die in een kom in zware stalen voetplaten zijn gelegen (fig. 1, doorsnede). De onderlinge afstand van deze pootopleggingen in de lengterichting van het gebouw bedraagt 14,4 m. Alle verticale en horizontale belastingen uit de bovenbouw worden via de stalen poten naar de fundering afgevoerd. De fundering wordt gevormd door een kelderdoos half onder maaiveld, waarin de parkeergarage is ondergebracht. Onder de pootopleggingen bevinden zich zware, 1,2 m dikke wanden. Deze wanden vormen tezamen met een balk op kelderdek- en keldervloerniveau op elke as een portaal. De keldervloerbalk meet $1 \times 1 \text{ m}^2$ in het veld en $1,8 \times 1 \text{ m}^2$ ter plaatse van de zware wanden. De balk op kelderdekniveau (= begane grond) heeft een doorsnede van $1,2 \times 1,05 \text{ m}^2$.

Krachtspel

Door de schuine stand van de poten ontstaat er een horizontaal gerichte spatkracht, omdat er alleen verticale elementen zijn om de belasting op te nemen. Deze elementen zijn de palen onder het gebouw. In het constructieve schema van de betonportalen snijdt de druklijn van de poten de aslijn van de paalgroep onder de zware wand ter hoogte van de keldervloer. Deze schuingerichte kracht wordt in het hart van de keldervloerbalk ontbonden in een verticale en horizontale reactiekracht (fig. 2). De verticale reactie wordt hierbij geleverd

door de palen en de horizontale reactie door een trekband in de kelderbalk.

Bij het doorrekenen van het portaal blijkt dat ook de begane-grondbalk als trekband gaat fungeren. Circa 80% van de totale horizontale reactie gaat naar de keldervloerbalk, de overige 20% naar de begane-grondbalk.

Trekband

Als trekband is gekozen voor een voorspanstelsysteem met aanhechting (VMA). Hierbij wordt de ruimte tussen de strengen en de kabelomhulling na het voorspannen geïnjecteerd. De keuze voor een VMA-systeem is voornamelijk bepaald door het feit dat de onderkant van de kelder in het grondwater ligt, waardoor er mogelijk water in de kabels kan komen, met als gevolg corrosie van de strengen.

Door het voorspannen moeten de optredende trekkrachten in zowel de begane-grond- als de keldervloerbalk worden opgeheven. Door de totale horizontale reactie als voorspanbelasting op de keldervloerbalk aan te brengen, wordt het totale betonportaal excentrisch voorgespannen. De stijfheidsverdeling van de balk- en wandelementen in het portaal maakt dit mogelijk, waardoor de voorspanning van de kelderbalk een gunstig effect op de bovenregel heeft.

Systeemkeuze

Gekozen is voor het systeem van het Duitse Suspa Spannbeton GmbH. Dit systeem is in 1998 in Nederland geïntroduceerd met twee certificaten: K 2010511 Voorspanstelsysteem met en zonder aanhechting (VZAVMA), en K 2010611 Voorspanstelsysteem zonder aanhechting (VZA). Twee aanvoermethoden zijn mogelijk:

- geprefabriceerde kabels. Hierbij worden de strengen compleet met omhullingsbuizen, voorzien van een eventueel vastanker op trommels aangevoerd. Voordeel is dat er een zeer korte montage-tijd

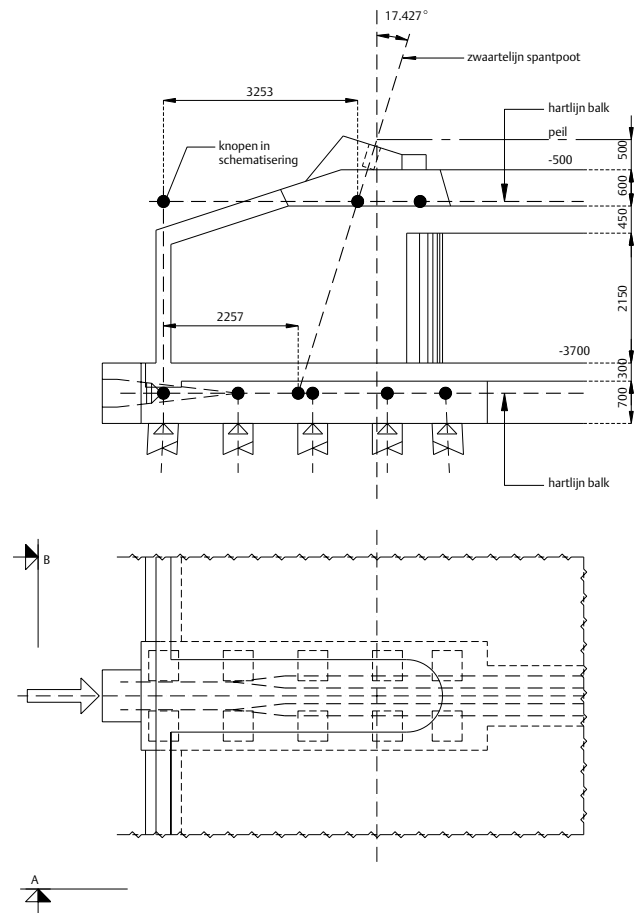
benodigd is. De trommels zijn bovendien tijdens transport en opslag op de bouwplaats geseald met folie, waardoor de strengen beschermd zijn tegen invloeden van buitenaf;

- losse onderdelen. Hierbij worden tegelijk met het vlechtwerk, de ankers en de omhullingsbuizen in het vlechtproces meegenomen. De strengen worden na het gereedkomen van het vlechtwerk met een push-machine de omhullingsbuizen ingeschoten.

Bij dit project heeft de aannemer gekozen voor de eerste methode. Ten eerste paste deze methode met de daarbij behorende montage-tijd beter in de planning en ten tweede was het, gezien de plaats van de damwand kort achter de ankers, onmogelijk om de strengen in een later stadium de omhullingsbuizen in te schieten. Bij de gekozen werkwijze is het evenwel van groot belang dat er reeds in een vroeg stadium overleg is tussen de hoofdconstructeur, het vlechtbedrijf en de leverancier, omdat het vlechtwerk uitgevoerd moet worden met 'open beugels' teneinde de kabels van bovenaf te kunnen plaatsen (foto's 3 en 4).

Uitvoering

Per keldervloerbalk zijn vier kabels ingestort. Deze kabels liggen centrisc in de balkdoorsnede; de strengenbundels zijn reeds voor het storten door de omhullingen gevoerd. In het midden van de balkoverspanning liggen de kabels naast elkaar. Naar het uiteinde van de balk verlopen de kabels zowel zijwaarts als in hoogte, zodat ze twee aan twee boven elkaar komen te liggen; dit vanwege de benodigde ruimte voor de verankering (fig. 5 en 6). De voorspanning wordt aan de ene zijde van de balk aangebracht, aan de andere zijde is een blinde verankering aanwezig. Elke kabel bevat negentien stuks



zevendraads-voorspanstrengen $\varnothing 15,7 \text{ mm}$ ($A_p = 19 \times 150 = 2850 \text{ mm}^2$, staalkwaliteit FeP 1860). De breukkracht per kabel bedraagt $19 \times 150 \times 1860 \times 10^{-3} = 5301 \text{ kN}$. De werkvoorspankracht bedraagt ongeveer 65% van de breukkracht = $0,65 \times 5301 = 3446 \text{ kN}$.

De totale werkvoorspankracht per balk bedraagt derhalve $4 \times 3446 = 13783 \text{ kN}$.

De optredende trekkrachten zijn per portaal verschillend vanwege verschillen in de bovenbouw.

2 | Aanzicht en horizontale doorsnede van poer en balk.

Vetgedrukt staan de knoppen uit de schematisering

3 | Aanvoer van de strengen compleet met omhullingsbuis op een trommel



4 | Per kelderbalk zijn vier kabels ingestort



Elk portaal is met een verschillende kracht voorgespannen, de maximale werkvoorspankracht is circa 10 000 kN.

Corrosie

De voorspanning kon pas worden aangebracht zodra de totale kelderbak voldoende verhard zou zijn. Dat had als consequentie dat de kabels vijftien tot twintig

weken ongeïnjecteerd, dus onbeschermd tegen corrosie, in de omhullingsbuizen moesten zitten. Daarbij bevond de gehele kabelplaatsing zich onder waterniveau; extra risico hierbij was dat bij een elektrische calamiteit de bemaling niet meer aanwezig zou zijn en het geheel onder water zou komen te staan. In overleg met de bouwdirectie is daarom besloten, als overbrugging van de tijd die tussen aanbrengen strengen en injecteren van de omhullingsbuizen zit, de ankers af te sluiten met waterdichte stalen potten. Deze werden over de uitstekende strengen geschoven en met bouten op de ankerplaten bevestigd. Om de luchtvochtigheid in de kanalen gedurende deze periode laag te houden (< 60%), teneinde de strengen te beschermen tegen elektrochemische aantasting in de vorm van corrosie en putcorrosie, is in de kanalen een anti-corrosiemiddel aangebracht.

Behalve door het opbrengen van een afdeklaag op de strengen, is bescherming tegen corrosie ook mogelijk door beheersing of beïnvloeding van de atmosfeer in de spankanalen. De eerste methode kon hier niet worden toegepast vanwege aanhechtingsproblemen tussen de strengen en de cementgrout ten gevolge van verontreinigingen ontstaan door de afdeklaag op de strengen. Bij de tweede methode wordt de dampfase verlaagd door een poeder in te

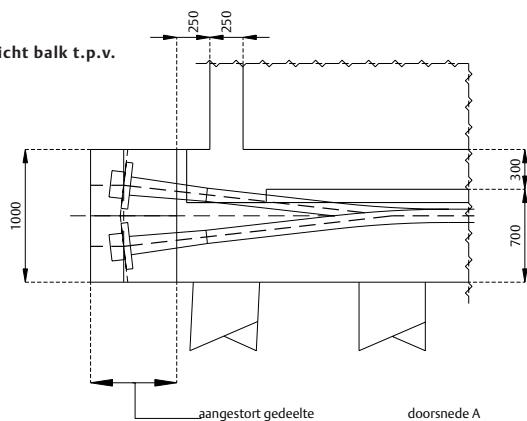
brengen; daardoor ontstaat er een atmosfeer in de kanalen met een luchtvochtigheid kleiner dan 60%. Zo wordt een situatie gecreëerd waarbij de strengen voldoende beschermd zijn tegen elektrochemische aantasting.

Nadat de totale kelderbak voldoende verhard was, is volgens het spanprotocol het geheel aangespannen en geïnjecteerd met een cementgrout.

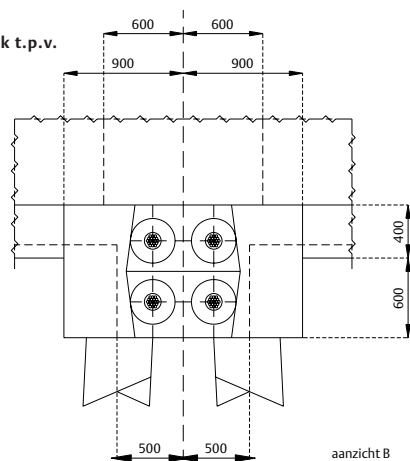
Ten slotte

Het voorspannen van de fundering van het nieuwe hoofdkantoor van de ING-Groep was de eerste toepassing van het Suspa-systeem in Nederland. Dankzij een gedegen werkvoorbereiding en een goed overleg tussen alle betrokkenen (aannemer, vlechter, constructeur en leverancier) zijn de werkzaamheden zonder noemenswaardige problemen verlopen. Juist bij gedrongen constructies, waar de ruimte voor het plaatsen van spanankers en complexe wapening beperkt is, is overleg tussen alle disciplines belangrijk en vooral noodzakelijk. Inmiddels is het Suspa-systeem al op verscheidene plaatsen in Nederland ingezet, onder meer bij enkele trogbruggen voor NS, bruggen en brugdekken voor verschillende gemeenten en viaducten voor Rijkswaterstaat. De samenwerking met Suspa Spanbeton GmbH is verder uitgebreid met een systeem voor damwandverankering. ■

5 | Zijaanzicht balk t.p.v. kelder



6 | Vooraanzicht balk t.p.v. kelder



Projectgegevens

aannemer:

Bouwcombinatie De Samenwerking

constructeur:

Aronsohn

leverancier voorspanstelsysteem:

Voorbij Spantech