dr.ir. C. Both, dr. ir. A.F. Hamerlinck, ing. R.J. Stark
Kees Both is technisch directeur van Efectis Nederland in Rijswijk. Ralph Hamerlinck is senior adviseur bij Bouwen met Staal in Zoetermeer en directeur van Adviesbureau Hamerlinck in Roosendaal. Rob Stark is directeur van Ingenieursbureau SmitWesterman in Waddinxveen en partner van Maatschap STARK in Delfgauw.

Grote brandproef demonstreert brandveiligheid staalplaat-betonvloer

Op 16 januari 2008 vond in Metz een grote brandproef op een staalplaat-betonvloer met staal-betonliggers plaats. Doel: demonstreren dat een onbeklede vloer een standaardbrand gedurende meer dan 90 minuten kan doorstaan terwijl de brandwerende bekleding op een deel van de liggers is weggelaten. De proef leverde als resultaat een brandwerendheid van maar liefst 120 minuten.

Traditioneel worden onderdelen van constructies beoordeeld bij brand. Een vloerplaat, een kolom, een ligger. Beperkingen van de afmetingen van de meeste testovens, de complexiteit van de interactie met andere bouwdelen én de daarmee gepaard gaande kosten van grotere proeven zijn hiervan de oorzaak. Inmiddels is uit brandschades[1] en onderzoek in het Engelse Cardington naar het gedrag van een verdiepinggebouw op ware grootte bij brand[2] duidelijk geworden dat het gedrag van een gehele constructie opgebouwd uit staalbetononderdelen veel gunstiger kan zijn door interactie tussen de afzonderlijke onderdelen. De proeven in Cardington lieten zien dat onbeschermde stalen liggers ondanks hoge temperaturen (1000 °C) niet bezweken. Dit dankzij de staalplaat-betonvloeren die samen met de liggers een membraan vormen en de krachten afdragen naar de beschermde randliggers.
In een gezamenlijk Europees project (van Steel Alliance (de samenwerking tussen het Franse CTICM en het Engelse Steel Construction Institute en ArcelorMittal) met de naam Fracof is op 16 januari 2008 een grote brandproef op een vloer van meer dan 60 m^2 uitgevoerd in de grote testoven van Efectis Frankrijk in Metz. De proef vond plaats onder grote internationale belangstelling, waaronder een ruime delegatie uit Nederland.
Doel is met deze brandproef verificatie te krijgen van een rekenmodel dat in Engeland is ontwikkeld en vervolgens voor de praktijk ontwerpsoftware en tabellen te ontwikkelen, waarmee op betrouwbare, snelle wijze kan worden bepaald welk deel van de liggers onbeschermd kan blijven. Deze worden in de loop van 2008 verwacht en zullen aanleiding zijn voor een uitgebreider artikel in *Bouwen met Staal*. Bij de proeven in Cardington is gebruik gemaakt van een natuurlijke brand. Om de invloed van alleen de membraanwerking op het gedrag van de constructie te kunnen bepalen is bij de proef in Metz gebruik gemaakt van een standaardbrand.

Brandproef

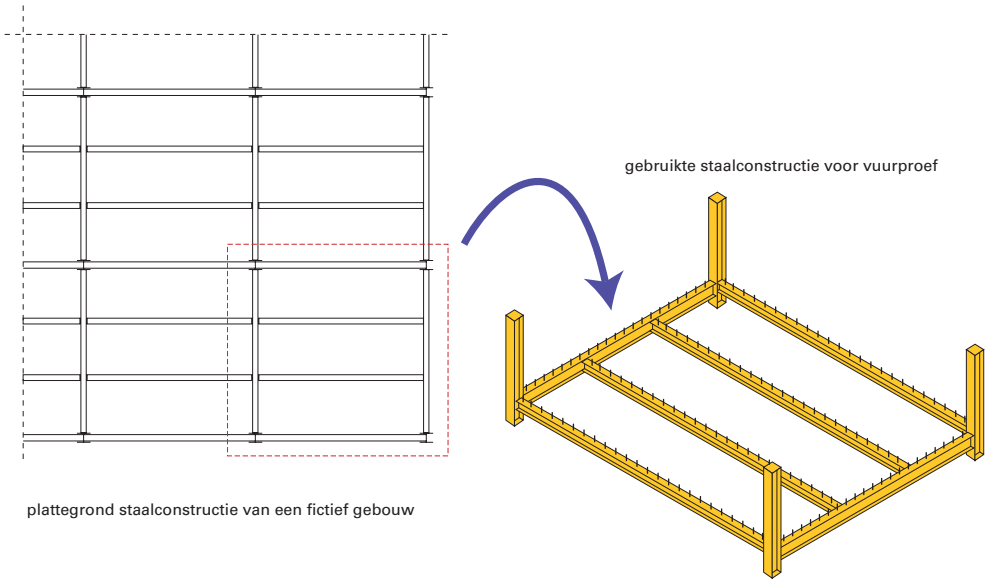
De afmetingen van het proefstuk – ontworpen volgens EN 1994-1-1 en 1994-1-2 – zijn beschreven in *afbeelding 1*. Alle verbindingen zijn eenvoudige dwarskrachtverbindingen. Om het effect van de doorgaande vloer aan twee zijden te benaderen is de wapening van de staalplaat-betonvloeren aan die zijden vastgelast aan de onderliggende balken.
De ontwerp vloerbelasting was afgestemd op de Franse situatie en naar Nederlandse begrippen relatief hoog, 3,75 kN/m^2, exclusief eigen gewicht (uitgaande van 1,25 kN/m^2 voor permanente belasting (wanden, plafond, enzovoort) en 50% van de extreme vloerbelasting van 5,0 kN/m^2). In de proef was de belasting door zandzakken met 3,9 kN/m^2 zelfs nog iets hoger.

Resultaat

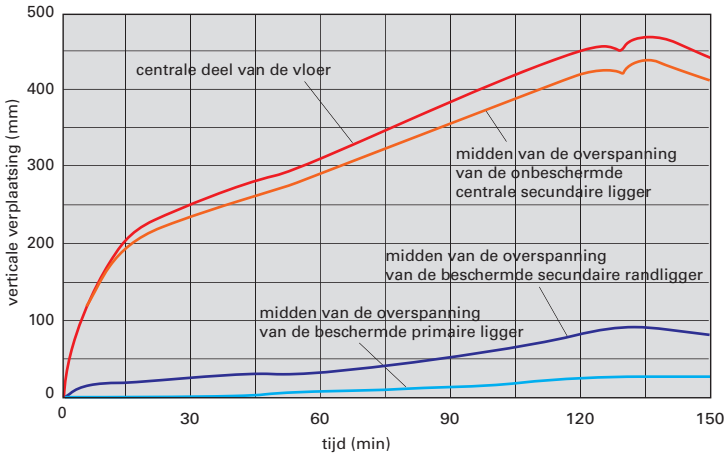
Ondanks grote doorbuigingen van het midden van de vloer en de onbeschermde liggers (die na 120 minuten 1040 °C zijn), bleef de draagkracht van de vloer zelfs na 120 minuten blootstelling aan standaardbrandomstandigheden intact, ook is geen verdere schade ontstaan tijdens de afkoelfase. Wel ontstond er na 105 minuten een grote scheur in het midden van de vloer (aan de bovenzijde), welke voorkomen had kunnen zijn als de wapeningsnetten met de gebruikelijke detaillering volgens EN 1992-1-1 (voldoende overlaplengte) was uitgevoerd.
De maximale doorbuiging van de vloer bedraagt na 120 minuten 448 mm (*afb. 2*). De onbeschermde liggers zijn dan 418 mm doorgebogen. Na 124 minuten is de proef gestopt en is het gedrag bij de afkoelfase bekeken: de vloer veert terug tot een blijvende doorbuiging van 335 mm (vloermidden), respectievelijk 310 mm (onbeschermde liggers).

Marktconform

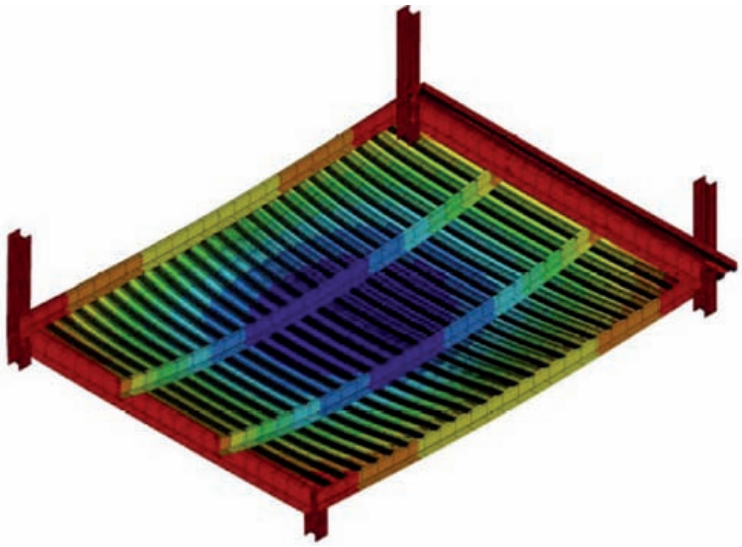
Een voordeel van grote schaalproeven is de aansluiting met de praktijk: staalbetonconstructies blijken zich gunstiger te gedragen dan is gebleken uit proeven op onderdelen. Uit praktijkbranden bij andere vloersystemen is gebleken dat dit ook tegenovergesteld kan zijn en de toepassing in de praktijk juist minder veilig kan uitpakken. Het gunstige resultaat van de proef (meer dan 120 minuten brandwerendheid) opent de weg naar toepassing van staalplaat-betonvloeren met ongeveer de helft van de secundaire liggers zonder brandwerende bescherming. Achtergrondrapportage en ontwerphulpmiddelen komen binnenkort beschikbaar. •



1. Proefstuk van een vloerveld in de hoek van een gebouw (afmetingen 9,53x7,35 m). Vier kolommen HEB 260, twee (brandwerend beschermde) primaire liggers IPE 400 met een overspanning van 6,7 m en vier secundaire liggers IPE 300 met een overspanning van 8,7 m. De twee middelste secundaire liggers zijn niet brandwerend bekleed, de twee buitenste wel. De liggers zijn via stiftdeuvels (ø 19 mm met h.o.h.-afstand 100 mm op de primaire en 207 mm op de secundaire liggers) verbonden met de staalplaat-betonvloer (een trapeziumvormige staalplaat van het type Cofraplus60, met een totale betondikte van 155 mm), die 2,2 m overspant. De beton-kwaliteit is C30 (B35). Er is een wapeningsnet 150x150 met diameter 7 mm aangebracht op 50 mm van de bovenzijde van de vloer.



2. Gemeten verticale verplaatsingen van de staalplaat-betonvloer (in het midden tussen de onbeschermde liggers, van de onbeschermde secundaire liggers, van de beschermde secundaire liggers en van de beschermde primaire liggers).



3. Vervormingen en membraaneffect van de staalplaat-betonvloer.

Literatuur

1. A.F. Hamerlinck. 'Evaluatie van een brand in een stalen verdiepinggebouw in Broadgate', *Bouwen met Staal* 104 (1992), p. 11-15.
[2] L. Twilt en C. Both. 'Werkelijk gedrag van een staalconstructie bij brand onderzocht', *Bouwen met Staal* 141 (1998), p. 27-31.