



Vloeren kantoor in Utrecht versterkt met door-en-door-ankers

Uitdaging kort voor opening

In een kantoor in Utrecht zijn dezelfde vloeren toegepast als bij de ingestorte parkeergarage in Eindhoven. Hoewel er tijdens de ruwbouw en ook daarna geen onregelmatigheden waren geconstateerd, rees een maand voor oplevering de vraag: voldoet deze constructie en kan het gebouw zonder beperkingen in gebruik worden genomen?

ir. Arno Melssen, ing. Tim Pessel

Van Rossum Raadgevende

Ingenieurs

1 Injecteren RAB-anker

bron: Interboor Midsland

2 Met ankers versterkte breedplaatvloeren

3 Overzicht plaatnaden 3e verdieping met schuifspanning $> 0,40 \text{ N/mm}^2$

Beoordeling

De vloer moest worden beoordeeld op basis van het stappenplan uit het informatiedocument van het ministerie van BZK [1]. In overleg met de opdrachtgever is bij de bepaling van de gemiddelde schuifspanning in het aansluitvlak (stap 5) niet uitgegaan van de belastingscombinatie behorend bij de uiterste grenstoestand verbouw (NEN 8700), maar van de nieuwbouw-situatie gevolklasse 3 uit NEN-EN 1990. Uit de berekeningen kwam naar voren dat in een aantal plaatnaden de grenswaarde van de schuifsterkte van $0,40 \text{ N/mm}^2$ werd overschreden (zie roodgemarkeerde voegen in fig. 3). De maximale schuifspanning die werd aangetroffen bedroeg $0,72 \text{ N/mm}^2$.

Versterking

Een beperking in het gebruik van de vloer was geen optie, dus was het duidelijk dat er aanvullende voorzieningen noodzakelijk waren. Over het hoe gaf het informatiedocument echter geen uitsluitsel.

Voor een snelle acceptatie was het nodig een methode van versterking te vinden die een oplossing zou bieden voor het in de proeven geconstateerde bezwijkbeeld en zou aansluiten op de geldende voorschriften, met name NEN-EN 1992.

Bij het beschouwen van de beelden van de proeven, die naar aanleiding van de gedeeltelijke instorting van de parkeergarage in Eindhoven zijn uitgevoerd in het Structures Laboratory Eindhoven, is te zien dat de breedplaat bij het belasten loskomt van de druklaag (foto 4). Door de excentriciteit tussen de wapening in de breedplaat en de koppelwapening in de druklaag wordt de breedplaat ter plaatse van de plaatnaad losgetrokken van de druklaag (fig. 5).

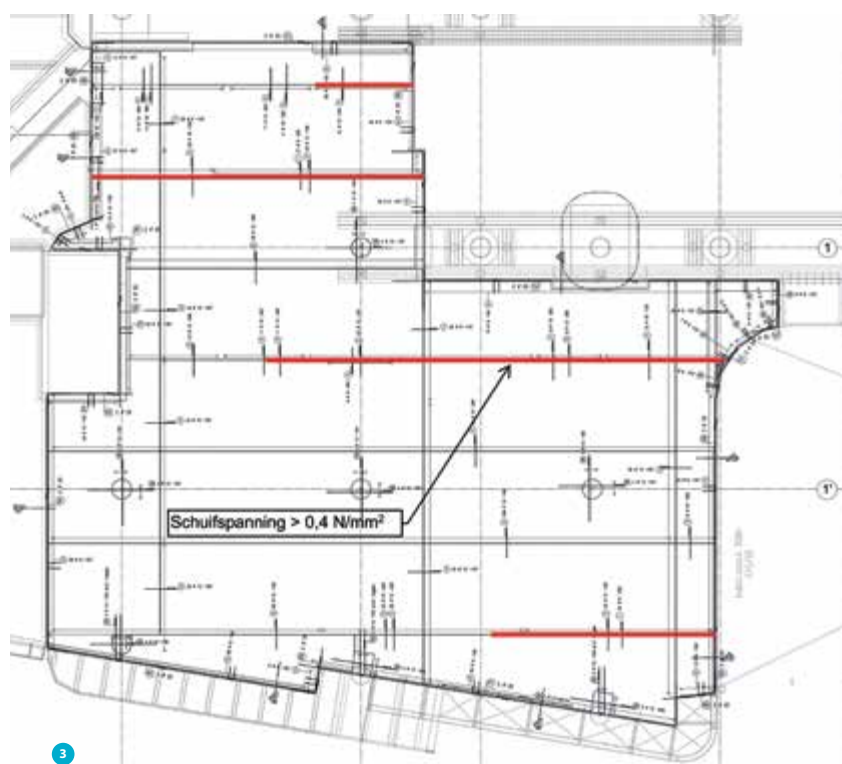
De vraag die rees was in hoeverre het aansluitvlak ter plaatse van de scheur nog meewerkt in het overdragen van de schuifkracht. Afhankelijk van de ruwheid van het hechtvlak zal het effect van interlock, voor zover aanwezig, afnemen bij toeneemen van de scheurwijdte. Om die reden is gezocht naar een oplossing waarbij de kans op het ontstaan van deze scheurvorming wordt beperkt en in elk geval de scheurwijdte klein blijft.

Oplossing

Dit heeft geleid tot een oplossing waarbij de beide delen door middel van draadeinden met elkaar worden gekoppeld. Er is gekozen voor een montage door en door omdat er twijfels waren of er een deugdelijke verankering van de ankers mogelijk zou zijn tussen de bollen. Deze door-en-door-oplossing was mogelijk omdat het gebouw nog niet in gebruik was. De



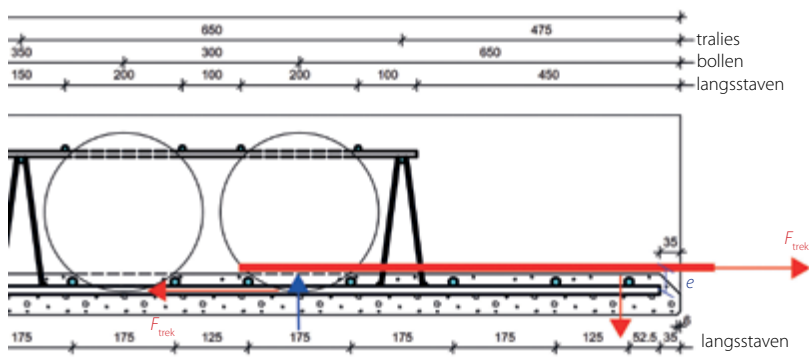
2



3



4



het beton op de grenslaag, de in de verankeringszone aanwezige tralieliggers en de extra aangebrachte draadeinden. Voor de bepaling van de grootte van deze componenten is uitgegaan van een glad hechtvlak ($c = 0,2$ en $\mu = 0,6$).

De draadeinden zijn op 80% van de rekenwaarde van de sterkte voorgespannen met als doel de kans op delaminatie tussen breedplaat en druklaag te reduceren. Voor de bepaling van het benodigd aantal draadeinden is uitgegaan van 100% van de rekenwaarde van de treksterkte. Bij het verder belasten van de vloer zullen de breedplaat en de druklaag van elkaar willen wijken. Hierdoor neemt de kracht in de draadeinden toe en dus ook de wrijving in het hechtvlak. Om deze toename van kracht al bij een minimale vervorming te kunnen bewerkstelligen, is ervoor gekozen de draadeinden over de volledige lengte in het beton te verlijmen. Hierdoor zal het draadeind veel stijver reageren.

5

dekvloer was weliswaar al aangebracht, maar die kon op de betreffende posities relatief eenvoudig worden verwijderd.

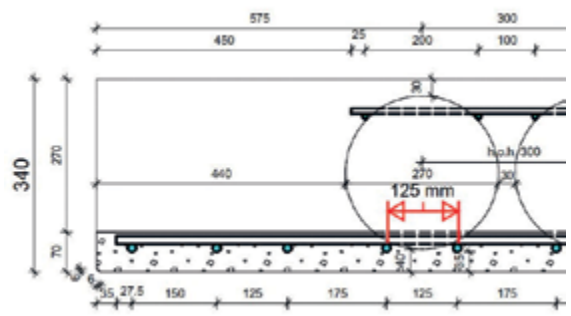
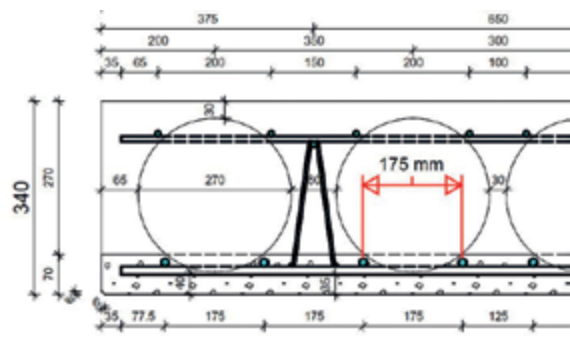
Draadeinden

Voor de versterking zijn draadeinden toegepast M12 8.8. Het benodigd aantal draadeinden is bepaald aan de hand van een berekening die is gebaseerd op artikel 6.2.5 NEN-EN 1992 (shear friction). De schuifsterkte van het aansluitvlak is bepaald op basis van de gecombineerde werking van de hechting van

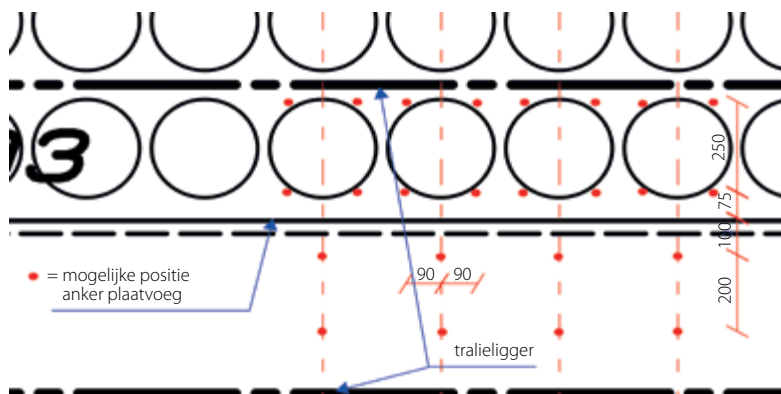
Posities

Een grote uitdaging was het bepalen van de posities van de draadeinden in de vloer. Enerzijds moest het risico op door-

6



- 4 Inleiding tot bezwijken proefstuk [2]
- 5 Lostrekken breedplaat door excentriciteit
- 6 Positie basiswapening in breedplaat
- 7 Mogelijke posities ankers
- 8 Werkwijze aanbrengen ankers
bron: B+BTec



7

boren van de wapening in de breedplaat en de koppelwapening zo veel mogelijk worden beperkt. Anderzijds moest er voldoende beton tussen de bollen en de volgplaten aan beide zijden aanwezig zijn om het mogelijke bezwijken van het beton ten gevolge van de voorspanning te voorkomen.

Volgens de tekeningen lag de basiswapening in de breedplaat strak tegen de bollen. De onderlinge afstand tussen de wapening in de lengterichting van de breedplaat bedroeg 175 mm en in de dwarsrichting 125 mm (fig. 6). De diameter van het snijvlak van de bol met de bovenzijde van de breedplaat bedraagt 170 mm.

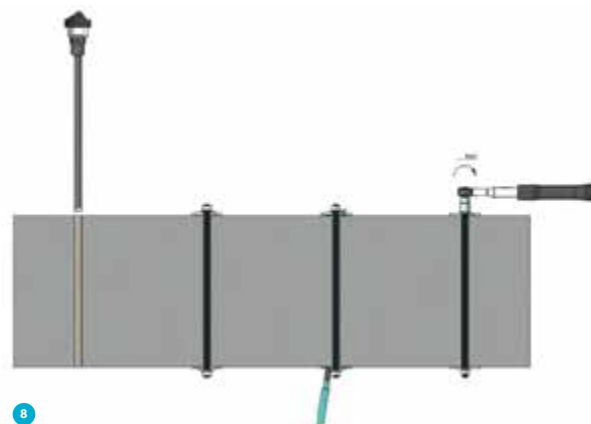
De koppelwapening op de breedplaat ligt tussen de bollen en doorgaans niet strak ertegen aan.

Op basis van deze gegevens zijn de mogelijke posities van de ankers bepaald (fig. 7). Er is hierbij een onderscheid gemaakt tussen de situatie waarbij het bollenpatroon doorloopt tot aan de plaatrand en de situatie waarbij de eerste rij bollen niet aanwezig is. Welke posities zijn gebruikt, was afhankelijk van het aantal benodigde ankers. Om delaminatie te voorkomen, is ervoor gekozen om, indien er ankers nodig waren, minimaal één anker per bol toe te passen op de positie direct naast de plaatnaden aan beide zijden van deze naad.

Vanwege de minimale speling werd besloten de positie van de bollen en de wapening in het werk door middel van een scan te verifiëren en waar nodig de positie van het anker te verschuiven.

Toetsing

Omdat er geen definitieve regelgeving was met betrekking tot het versterken van deze vloeren, is de versterkingsoplossing door aannemer Boele & van Eesteren voorgelegd ter beoordeling aan adviesbureau ir. J.G. Hageman b.v. Hierbij is een



8

akkoord gekregen op de gevolgde rekenmethodiek. Deze oplossing is vervolgens voorgelegd aan en besproken met de dienst bouw- en woningtoezicht van de gemeente Utrecht. In goed onderling overleg heeft dit geleid tot een goedkeuring op de herstelmethode onder voorbehoud van de definitieve regelgeving.

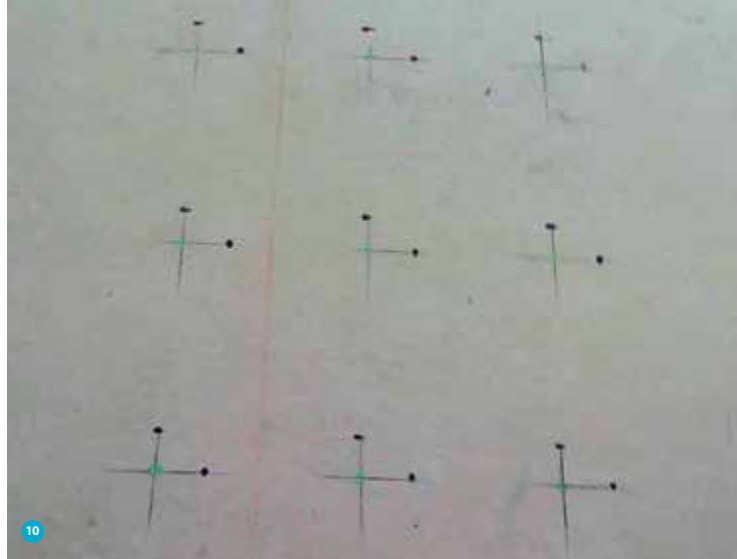
Gezien de korte termijn waarin de herstelwerkzaamheden moesten worden uitgevoerd, was al gestart met de uitvoering voorafgaand aan het akkoord van bouw- en woningtoezicht.

De uitvoering

Samen met de aannemer Boele & van Eesteren, B+BTec en betonboor- en ankerspecialist Interboor Midsland is een werkwijze bepaald voor het aanbrengen van de draadeinden. Er is een speciale volgplaat ontwikkeld waarmee het mogelijk was de verlijming te realiseren nadat het draadeind was aangebracht (fig. 7). Deze volgplaat is iets bolvormig waardoor de ruimte tussen de volgplaat en het beton bij het verlijmen kon worden gevuld met epoxy. Hierdoor wordt na het aandraaien een gelijkmatige druk op het beton uitgeoefend.

Voor het aanbrengen van de ankers is de volgende werkmethode aangehouden:

1. Openen van de plafonds en uitzetten van de zones waar verankeringen moeten worden toegepast.
2. Omleggen kabelgoten in de dekvloer en leidingen onder de vloer die een obstructie vormen voor het aanbrengen van de ankers.
3. Uitzetten posities van de draadeinden conform de standaardpatronen. Bepalen van de positie van de bollen en de wapening met behulp van radarapparatuur. Bij afwijking van de positie van de bollen of de wapening handmatig de afwijkende posities van de draadeinden uitzetten (foto 9).



4. Op de positie van de draadeinden de al aanwezige cement-dekvloer verwijderen (foto 9).
5. Gaten boren $\text{Ø}16$ mm met diamantboor. Lekwater opvangen onder vloer om wateroverlast te voorkomen (foto 12).
6. Draadeinden M12/8.8 met een lengte van circa 420 mm aanbrengen door het gat met aan de boven- en onderzijde een iets bolstaande volgplaat $\text{Ø}70$ mm met een vul-/ontluchtingsopening en groef voor epoxyvulling (foto 11).
7. Aanbrengen van een lichte voorspanning op het draadeind zodat de volgplaten aanliggen.
8. Vanaf de onderzijde van de vloer het boorgat vullen met epoxy totdat de epoxy aan de bovenzijde door de ontluchtingsopening naar buiten komt.
9. Direct na het aanbrengen van de epoxy het draadeind voorspannen op 80% van de sterkte (foto 13).
10. Brandwerend coaten van de draadeinden aan de onderzijde.
11. Aanhelen dekvloer en sluiten plafonds.

- 9 Uitboren cementdekvloer
- 10 Uitzetten positie ankers
- 11 Anker met volgplaat
- 12 Boren gaten Ø16
- 13 Aanspannen anker
- 14 RAB-anker
bron: B+BTec
- 15 Toepassing RAB-ankers in
bewoond gebouw
bron: Interboor Midland

Alternatief ankersysteem: RAB-anker

Sinds de eerste toepassing van dit versterkingsprincipe voor breedplaatvloeren in november 2017 zijn deze ankers ook toegepast in andere nieuwbouwprojecten die kort voor oplevering stonden. Ook hier was de versterking noodzakelijk om toestemming van het bevoegd gezag te krijgen de gebouwen in gebruik te nemen.



Bij de versterking van de vloeren van een hotel in Amsterdam bleek dat op een aantal posities een door-en-door-montage van de ankers niet mogelijk was omdat aan de bovenzijde de vloer niet meer toegankelijk was. Door B+BTec is voor deze situatie een apart anker ontwikkeld. Dit anker wordt RAB-anker genoemd (Renovatie Anker Breedplaat). De beoogde constructieve werking van dit anker is gelijk aan het anker met door-en-door-montage. Het verschil is dat dit anker wordt verankerd hoog in de drukzone van de vloer. Om het anker te kunnen voorspannen en tevens te kunnen verlijmen over de dikte van de breedplaat, is een speciale volgplaat met huls ontwikkeld (foto 14). Dankzij deze huls wordt alle lucht verdrongen door de geïnjecteerde lijm en wordt het anker volledig verlijmd in de breedplaat.

Het anker wordt in twee fasen gemonteerd en verlijmd. Allereerst wordt op de afgetekende positie een gat geboord. Vervolgens wordt met een op maat gemaakt lijmpatroon het draadeind uitsluitend verankerd in de druklaag van de vloer. Na het uitharden van de lijm wordt de vulplaat met huls aangebracht en de moer licht vastgedraaid. Vervolgens wordt de lijm geïnjecteerd over de

dikte van de breedplaat door de vulopening, totdat deze lijm ter plaatse van de ontluchtingsopening weer uittreedt (foto 1). Direct daaropvolgend wordt de volledige voorspanning op het anker aangebracht (foto 15).

Omdat de door-en-door-methode eerder werd gekozen omdat het onduidelijk was of er een deugdelijke verankering mogelijk was tussen de bollen, zijn er in het werk proeven gedaan om de verankering te testen. Bij deze proeven kwam naar voren dat de verankering niet maatgevend is voor de sterkte van de ankers. Alle tot nu toe geteste ankers zijn bezweken op staalbreuk. Gebleken is dat het RAB-anker een goed alternatief is voor de door-en-door-montage. Inmiddels wordt het toepassen van dit anker onderzocht voor een aantal andere projecten, waarbij er steeds weer nieuwe uitdagingen zijn (foto 15).



2700 ankers

Op deze wijze zijn circa 2700 ankers aangebracht verdeeld over vier verdiepingen. Door de inzet van alle bij dit project betrokken partijen, zijn in een zeer korte periode deze vloeren versterkt zodat er slechts een kleine vertraging is geweest in de ingebruikname van het gebouw. ☒

● LITERATUUR

- 1 Wijte, S.N.M., & Meesters, J.J., Beoordeling veiligheid breedplaatvloeren in bestaande bouw. Rijswijk: Adviesbureau ir. J.G. Hageman b.v., 5 oktober 2017.
- 2 Rapport 9663-1-0, Bezuiden parkeergarage Eindhoven Airport – Analyse naar de oorzaak. Rijswijk: Adviesbureau ir. J.G. Hageman, 25 september 2017.