

6

TNO Bouw en Ondergrond

Civiele Infrastructuur
Van Mourik Broekmanweg 6
Postbus 49
2600 AA Delft

www.tno.nl

T 015 276 30 00
F 015 276 30 18

TNO-rapport

2006-D-R0167

**Parkeergarage Bos en Lommerplein Amsterdam -
veldonderzoek**

Datum	26 april 2006
Auteur(s)	ir. J.W.P.M. Brekelmans ir. H. Borsje
Aantal pagina's	37
Aantal bijlagen	1
Opdrachtgever	Fortis Vastgoed Beleggingen ing N.G. Spinhoven Postbus 2008 3500 GA Utrecht
Projectnaam	Parkeergarage Bos en Lommerplein
Projectnummer	034.67116/01.01

Alle rechten voorbehouden.

Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, foto-kopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht werd uitgebracht, wordt voor de rechten en verplichtingen van opdrachtgever en opdrachtnemer verwezen naar de Algemene Voorwaarden voor onderzoeksopdrachten aan TNO, dan wel de betreffende terzake tussen de partijen gesloten overeenkomst.

Het ter inzage geven van het TNO-rapport aan direct belang-hebbenden is toegestaan.

© 2006 TNO

1 Inleiding

In opdracht van Fortis Vastgoed is door TNO Bouw en Ondergrond een onderzoek uitgevoerd aan de parkeergarage van het complex Bos en Lommerplein te Amsterdam. De aanleiding tot dit onderzoek was dat op 1 februari 2006 een verzakking werd geconstateerd van een deel van het marktplein, dat het dak van de parkeergarage vormt. Deze verzakking bleek veroorzaakt doordat enkele opleggingen van het dak van de parkeergarage, ter plaatse van as 11, bezweken waren. De schade werd waargenomen kort nadat op het plein een vrachtwagen langs de betreffende aansluitingen reed.

Het doel van het onderzoek is om na te gaan wat de oorzaak is van het bezwijken van die opleggingen. In vervolg hierop heeft Fortis Vastgoed verzocht om ook een onderzoek uit te voeren naar de toestand van de overige onderdelen van de onderhavige parkeergarage.

De resultaten van het totale onderzoek zijn vastgelegd in twee separate rapportages. De onderhavige rapportage betreft het rapport met de resultaten van het veldonderzoek. Dit veldonderzoek heeft plaatsgevonden in de periode van 10 – 27 februari 2006 en is uitgevoerd door de heren Borsje, Brekelmans en Van Zon van TNO.

Dit rapport geeft eerst in hoofdstuk 2 enige algemene informatie over het project, met name over de opbouw van de constructie en een chronologisch overzicht van de uitgevoerde inspectiewerkzaamheden. Vervolgens geeft hoofdstuk 3 een overzicht van de resultaten van het veldonderzoek dat is uitgevoerd op het deel van de constructie ter plaatse van as 11, de as met de bezweken opleggingen. Hoofdstuk 4 geeft de resultaten van het veldonderzoek dat is uitgevoerd op het deel van de constructie ter plaatse van as 3, waar sprake is van een constructieve opbouw die enigszins vergelijkbaar is met die ter plaatse van as 11. De hoofdstukken 5 en 6 geven ten slotte de resultaten van een globale inspectie van het plafond van de parkeergarage (vloer op niveau +1) respectievelijk de tussenvloer in de parkeergarage (vloer op niveau 0).

- Het marktplein vormt het dak van de parkeergarage. De vloer die dit dak vormt is de vloer op het niveau +1. Deze vloer loopt door onder de hoogbouw.
- De tussenvloer in de parkeergarage is de vloer op het niveau 0.
- De vloer van de onderste parkeerlaag, de parkeerkelder, is de vloer op het niveau -1.



Foto 2.3: Overzicht bovenste parkeerlaag.

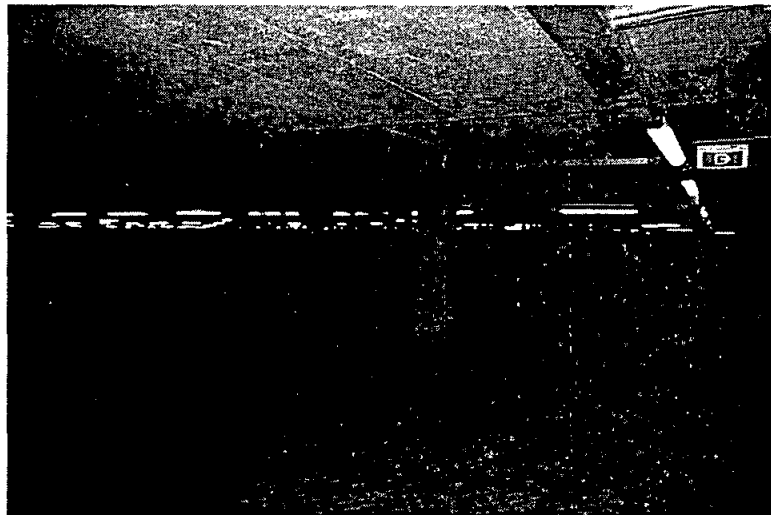


Foto 2.4: Overzicht parkeerkelder.

Het dak van de parkeergarage, de vloer op niveau +1, is opgebouwd uit geprefabriceerde breedplaten met daarop een laag ter plaatse gestort beton. In de vloer bevinden zich verzwaarde stroken (figuur 2.1) die worden ondersteund door kolommen. Deze verzwaarde stroken hebben een breedte van 1,8 m en steken circa 0,2 m onder de vloer uit.

In het dak van de parkeergarage is een dilatatievoeg aangebracht. Deze dilatatievoeg is in hoofdzaak gesitueerd ter plaatse van de begrenzing van het marktplein langs de hoogbouw (zie figuur in bijlage A).

- Ter plaatse van de drie bezweken nokken is de betondruksterkte van de kolommen, de balk en de verzwaarde strook in de vloer indicatief bepaald met behulp van een Schmidthamer.

Inspectie as 3:

Bij as 3 is sprake van tandopleggingen die vergelijkbaar zijn met de tandopleggingen bij as 11. Daarom zijn de nokken van deze tandopleggingen gedetailleerd geïnspecteerd.

Inspectie overige onderdelen van de parkeergarage:

Teneinde na te gaan in hoeverre er zichtbare tekortkomingen zijn in de overige onderdelen van de parkeergarage is een visuele inspectie van de gehele parkeergarage uitgevoerd.

De nokken hebben een oplegvlak met een oppervlak van $0,25 \times 1,8 \text{ m}^2$. Op de oplegvlakken is oplegmateriaal aangebracht en de verticale ruimte tussen de tanden van de verzwaarde stroken en de nokken c.q. de balken is opgevuld met polystyreen.

De vrachtwagen die op 1 februari 2006 op het marktplein heeft gereden is via de hellingbaan tussen de assen G en I het marktplein opgereden (figuur 2.2). Vervolgens is deze vrachtwagen langs as 11 gereden tot ongeveer as N. De schade werd waargenomen kort nadat de vrachtwagen langs de betreffende aansluitingen was gereden.

In dit hoofdstuk wordt in eerste instantie een beschrijving gegeven van het schadebeeld van de bezweken nokken op de assen I, J en K (paragraaf 3.2). Vervolgens wordt in paragraaf 3.3 het schadebeeld beschreven van de overige nokken aan de balk op as 11.

Tijdens het onderzoek is ook nagegaan of in de bovenzijde van de balk en in het aansluitende deel van vloer sprake is van scheurvorming. De resultaten van dit onderzoek zijn weergegeven in paragraaf 3.4.

Ter vaststelling van de aanwezige wapening in de nokken en de aansluitende delen van de balken is bij de nokken op de assen I en J een deel van de nokken weggehakt (paragraaf 3.5). In paragraaf 3.6 worden tenslotte de resultaten gegeven van een indicatief onderzoek naar de druksterkte van het beton van de verzwaarde stroken, de balken en de kolommen.

3.2 Schadebeeld van de bezweken nokken I, J en K

De nokken ter plaatse van de assen I, J, en K zijn nagenoeg geheel van de balk afgedrukt, waarbij een deel van de balk is meegenomen (foto 3.2 - 3.4). Het bezwijkvlak is per nok als volgt gesitueerd:

- In het aanzicht van de balk/nok loopt het bezwijkvlak aan de bovenzijde van de nok.
- De nokken, inclusief het afgedrukte deel van de balk, zijn circa 20 - 40 mm omlaag gekomen, gemeten na het aanbrengen van de onderstempeling.
- In het aanzicht van de balk naast de nokken loopt het bezwijkvlak vanaf de bovenzijde van de nok schuin omlaag naar de onderzijde van de balk. De breedte van het afgedrukte deel van de balk naast de nok varieert van circa 0,5 tot 1,5 m.
- In het ondervlak van de balk loopt het bezwijkvlak tot aan de kolom. Naast de kolom loopt het bezwijkvlak plaatselijk wat verder door.

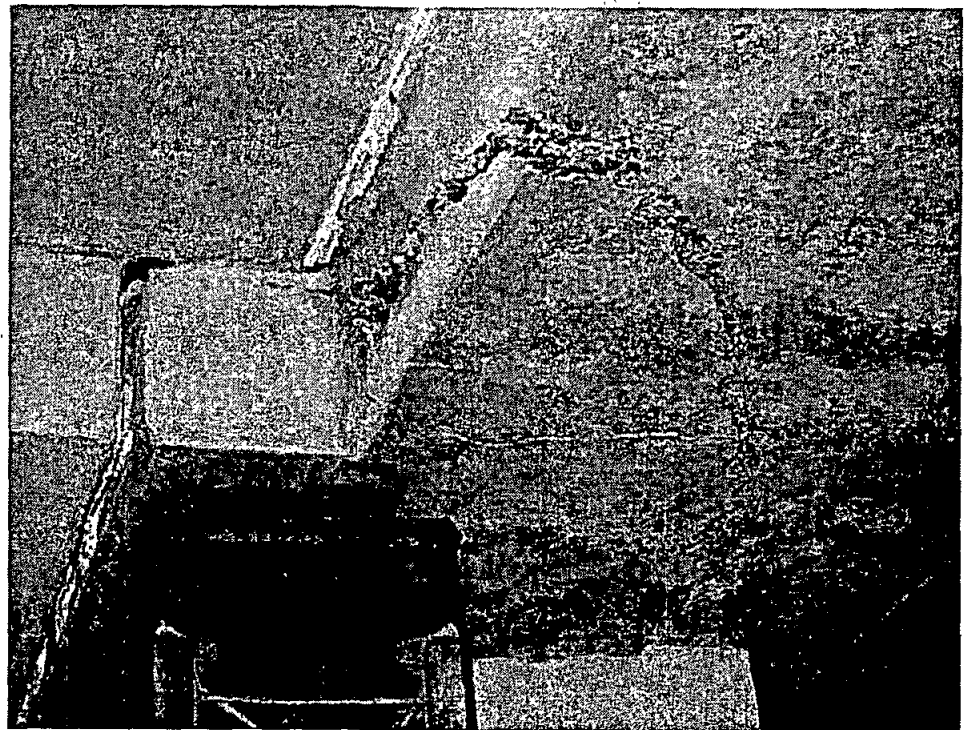


Foto 3.3: Bezweken nok van as 11 ter plaatse van as J; bovenste foto zijde as I –
onderste foto zijde as K.

Op enkele locaties rondom de bezwijkvlakken in het zijvlak van de balk is sprake van vlekvorming op het beton (foto 3.2 en 3.3). Deze vlekvorming heeft het uiterlijk van vlekvorming die op een betonoppervlak ontstaat na vochttransport via scheurvorming. Aangezien de vlekvorming ook boven de bezwijkvlakken is aangetroffen, kan deze niet ontstaan zijn door vochttransport na het optreden van de schade op 1 februari.

Bij nok J is een horizontaal georiënteerde, losse, betonschol uit het bezwijkvlak verwijderd. Uit een visuele beoordeling van deze schol (foto 3.5) bleek dat de ene zijde van de schol een donkerkleurig uiterlijk had, hetgeen overeenkomt met het uiterlijk van een vers breukvlak. De andere zijde van de schol had een lichtkleurig uiterlijk, hetgeen overeenkomt met het uiterlijk van een ouder breukvlak.

Bij nok J zijn zeer lokaal corrosieproducten aangetroffen op de beugel direct links van de nok, in de zone waar de beugel is gebroken. De mate van corrosie is meer dan verwacht wordt van een staaf die open ligt sinds het optreden van de schade op 1 februari.

Op het oplegvlak van de nokken is oplegmateriaal aanwezig (foto 3.6). Als oplegmateriaal is vermoedelijk gebruik gemaakt van twee lagen oplegrubber met daartussen twee lagen teflon.

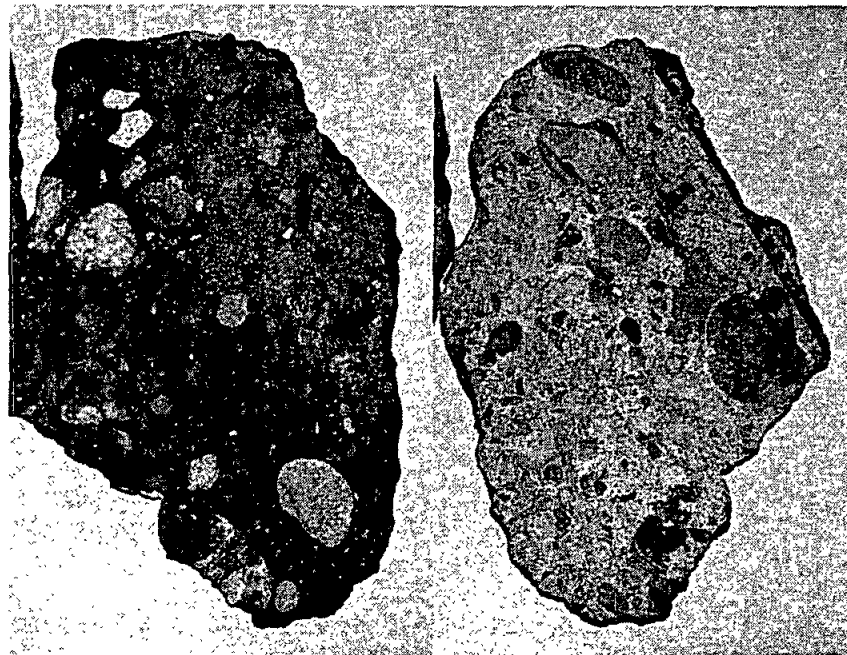


Foto 3.5: Schol uit het bezwijkvlak van de nok ter plaatse van as J; de ene zijde (links) is donkerkleurig en de andere zijde (rechts) lichtkleurig.

nagenoeg verticaal door de aansluiting van de nok aan de balk, tot circa 100 mm vanaf de bovenzijde van de nok. Daarna loopt de scheur schuin omlaag door het zijvlak van de balk, waar de scheur eindigt op circa 300 mm vanaf de nok aan de onderzijde van de balk. De breedte van de scheur is maximaal 1 mm.

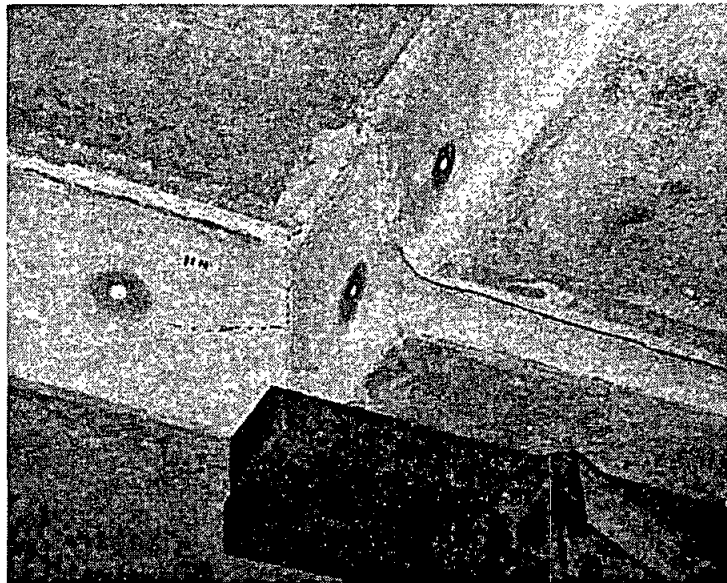


Foto 3.7: Scheur aan linker zijde van de nok op as H.

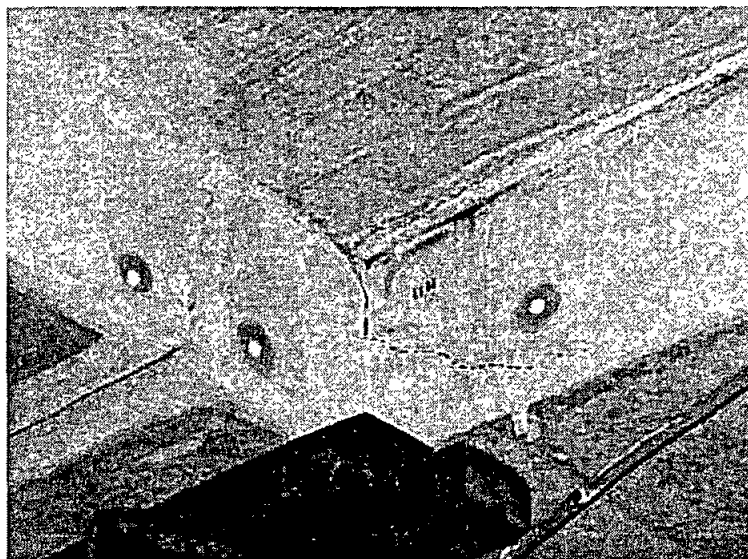


Foto 3.8: Scheur aan rechter zijde van de nok op as H.

Nok tussen as K en L:

De verzwaarde strook ter plaatse van de as tussen as K en as L heeft een afwijkende opbouw ten opzichte van de overige verzwaarde stroken. Deze verzwaarde strook heeft een totale breedte van 0,8 m en het dak is ter plaatse van deze strook gedilateerd.



Foto 3.10: Scheur aan rechter zijde van de nok tussen de assen K en L.

Nok as L:

Deze nok vertoont aan de rechter voorzijde schade. Dit betreft een afgedrukte hoek van de onderzijde van de nok, die in het voorvlak en in het zijvlak een lengte heeft van circa 0,1 m. De afgedrukte hoek eindigt in het bovenzvlak op de hoek van de nok, waardoor het oplegvlak niet beschadigd is.

Nok as M:

Deze nok vertoont aan de linker voorzijde schade (foto 3.11). Dit betreft een afgedrukte hoek die over de gehele hoogte van de nok doorloopt en die circa 5 mm is gezakt. Het afgedrukte deel heeft in het zijvlak van de nok een breedte van circa 170 mm. In het ondervlak loopt de begrenzing van de afgedrukte hoek naar de voorzijde van de nok op een afstand van circa 250 mm van de zijkant van de nok.



Foto 3.11: Afgedrukte hoek van de nok op as M.



Foto 3.13: Vrij gemaakt deel van de bovenzijde van het dak ter plaatse van as 10-J.

3.5 Wapening in de balk en de nokken

De wapening in de balk en in de nokken is als volgt in kaart gebracht:

- De nokken op de assen I en J zijn gedeeltelijk opengehakt, waarna de daarin aanwezige wapening, voor zover vrijgehakt, in kaart is gebracht.
- De losgedrukte schol is over het gedeelte ter plaatse van de balk ook gedeeltelijk weggehakt, waarna ook daar de wapening in kaart is gebracht.
- Op een locatie in de onderzijde van de balk is met een betondekkingsmeter een opname gemaakt van de aldaar aanwezige wapening.
- Op de vrij gemaakte locaties in de bovenzijde van de balk is met een betondekkingsmeter een opname gemaakt van de aldaar aanwezige wapening.

3.5.1 Wapening in de onderzijde van de balk en de nokken (foto 3.14-3.16)

De wapening in de nokken I en J bestaat uit haarspelden met een diameter van 12 mm en een hart-op-hart afstand van circa 150 mm. Voor de hart-op-hart afstand van de individuele haarspelden wordt verwezen naar tabel 3.1.

De langswapening in de nokken bestaat uit twee staven met een diameter van 10 mm, in de hoeken van de haarspelden, aan de boven- en onderzijde van het buitenvlak van de nokken.

In de balk bevinden zich beugels met een diameter van 8 mm en een gemiddelde hart-op-hart afstand van circa 300 mm. Deze beugels bevinden zich zowel ter plaatse van de nokken als naast de nokken. Voor de hart-op-hart afstand van de individuele beugels ter plaatse van de nokken wordt verwezen naar tabel 3.2.

De langswapening in de balk ter plaatse van de nokken bestaat uit staven met een diameter van 10 en 12 mm, zoals aangegeven in figuur 3.1.

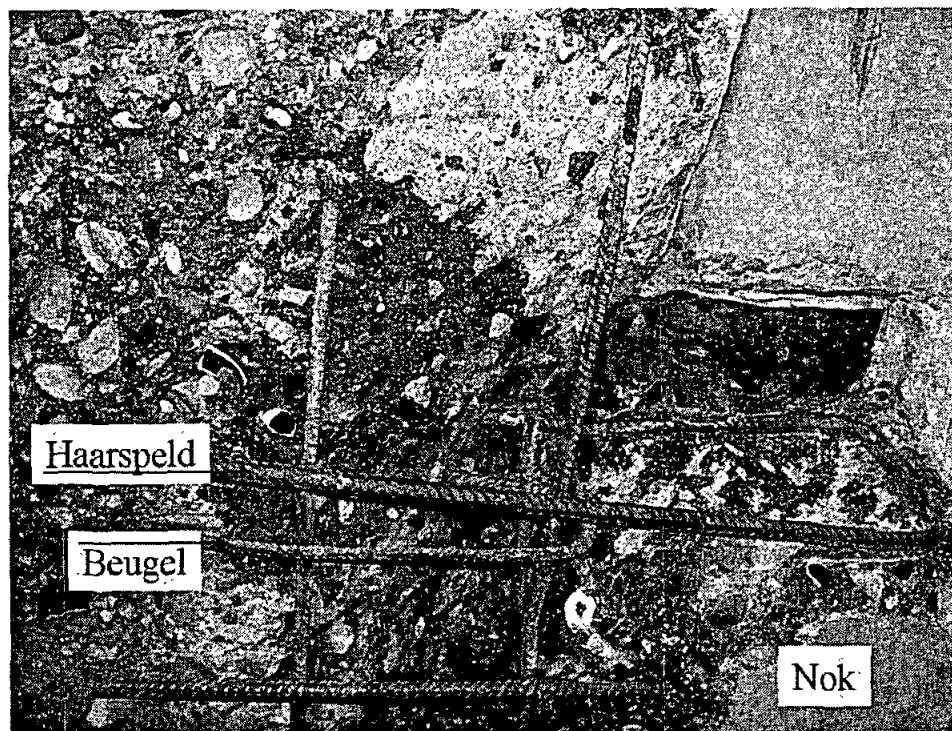


Foto 3.16: Wapening ter plaatse van de nok op as I.

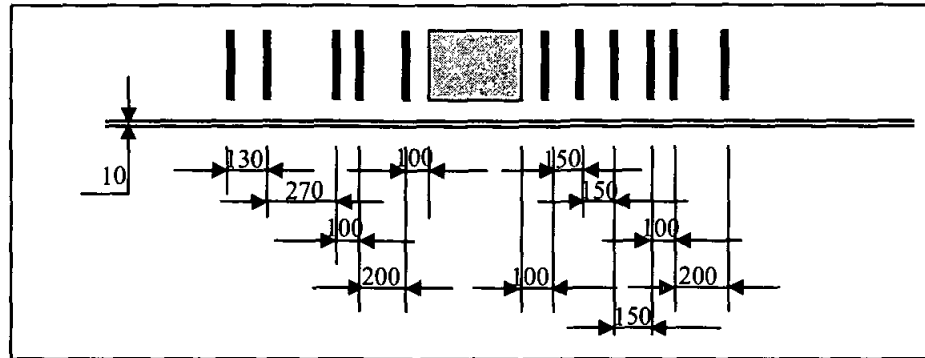
Tabel 3.1: Situering haarspelden in de nokken.

Hart-op-hart afstand haarspelden in nokken op as 11		
	Nok as I	Nok as J
	120	150
	110	160
	220	160
	160	(*)
	120	(*)
	120	(*)
	140	(*)
	170	(*)
	140	115
	150	150
	140	190
Gemiddeld	145	154

(*) Vanwege de aanwezigheid van de onderstempeling zijn in nok J niet alle haarspelden in kaart gebracht.

3.5.2 Wapening in de bovenzijde van de balken

In de bovenzijde van de balk is met de dekkingsmeter op de drie vrij gemaakte gedeelten de situering van de beugels in kaart gebracht. De daaruit bepaalde hart-op-hart afstanden tussen de beugels zijn weergegeven in figuur 3.3 en in tabel 3.3.



Figuur 3.3: Situering wapening in bovenzijde balk ter plaatse van as I.

Tabel 3.3: Situering beugels in bovenzijde balk.

Hart-op-hart afstand beugels in bovenzijde balk op as 11 (mm)					
Kolom as I		Kolom as J		Kolom as K	
Links	Rechts	Links	Rechts	Links	Rechts
200	150	175	130	100	160
100	150	125	290	200	110
270	150	150	250	70	60
130	100	60		160	210
	200	170		80	90
				170	
				100	

Uit een vergelijking van de tabellen 3.2 en 3.3 volgt dat er geen directe relatie is aangetroffen tussen de situering van de beugels in de onder- en in de bovenzijde van de balk. Mogelijk wordt dit veroorzaakt door wapening die vanuit de vloer doorloopt in de balk.

3.6 Betondruksterkte

Ten behoeve van een indicatief onderzoek naar de druksterkte van de constructieonderdelen op as 11 zijn met een Schmidthamer metingen verricht op de kolommen, de balk en de verzwaarde stroken op de assen I, J en K. De resultaten van deze metingen zijn weergegeven in tabel 3.4.

4 Inspectie ter plaatse van as 3

4.1 Opbouw balk as 3

Dit hoofdstuk heeft alleen betrekking op de oplegbalk op as 3 die zich bevindt in het dak van de parkeergarage, dus op het niveau +1. Voor de tussenvloer (niveau 0) van de parkeergarage ter plaatse van as 3 wordt verwezen naar hoofdstuk 6.

As 3 is gesitueerd ter plaatse van de zuidelijke begrenzing van het marktplein. Ter plaatse van deze as bevindt zich in het plafond van de parkeergarage een oplegbalk. Het in de parkeergarage zichtbare deel van deze balk heeft een lengte van circa 85 m en loopt van as A tot net voorbij as K. Over het gedeelte van de balk van as Fa tot as J is boven de balk een hellingbaan gesitueerd; voor het overige is de balk gesitueerd ter plaatse van de gevel van de winkels. Ter plaatse van as 3 is in het plafond van de parkeergarage, op de begrenzing van het marktplein, een dilatatie aangebracht. Deze dilatatie loopt echter niet onder de hellingbaan.

Aan de zijde van as 2, aan de winkelzijde, zijn de verzwaarde stroken in het plafond van de parkeergarage monoliet verbonden met de balk op as 3. Dit geldt ook voor de aansluitingen van de verzwaarde stroken ter plaatse van de hellingbaan.

Aan de zijde van as 4, aan de zijde van het marktplein, zijn de overige verzwaarde stroken verbonden aan de balken door middel van een tandoplegging, die tevens dienst doet als dilatatievoeg. Dit geldt voor de verzwaarde stroken op de assen A, C - F, J en K.

De nokken aan de balken hebben een oplegvlak met een oppervlak van $0,25 \times 1,8 \text{ m}^2$. De hoogte van de nokken bedraagt 0,25 m, met uitzondering van de nok op as C, die een hoogte heeft van 0,4 m, en de nok op as A, die een afwijkende opbouw heeft. Op de oplegvlakken is oplegmateriaal aangebracht en de verticale ruimte tussen de tanden van de verzwaarde stroken en de nokken c.q. de balken is opgevuld met polystyreen.

Bij de beschrijving van de schadebeelden ter plaatse van de nokken is gebruik gemaakt van de linker en de rechter zijde van de nokken. Dit betreft de linker en rechter zijden in het aanzicht van de nokken vanaf de zijde van as 4.

4.2 Schadebeelden ter plaatse van de nokken

Op 10 februari 2006 is het dak van de parkeergarage globaal geïnspecteerd en is gestart met een opname van de schade ter plaatse van de meest beschadigde nokken. Uit deze beoordeling bleek dat ook bij as 3 sprake was van nokken met scheurvorming, waarop werd besloten om ook bij die as stempels aan te brengen. Vervolgens is de schade aan deze nokken in kaart gebracht.

Uit een visuele beoordeling van het beton van de nokken van de balk op as 3 is het volgende naar voren gekomen:

- Nok as A: Geen schade.
- Nok as C: Scheurvorming aan rechter zijde van nok.
- Nok as D: Scheurvorming aan beide zijden van de nok.

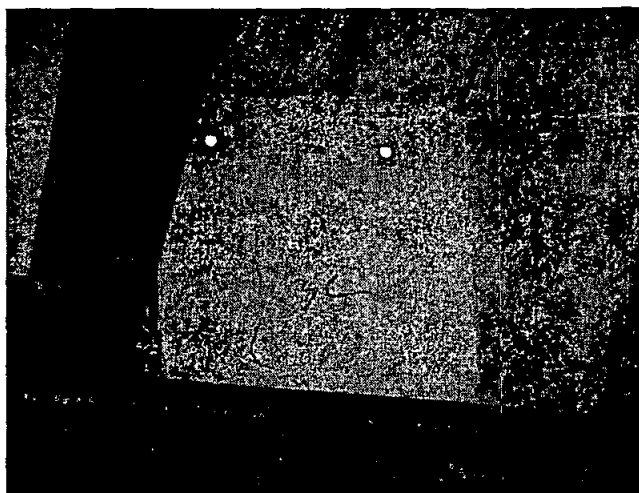


Foto 4.2: Scheur in rechter zijvlak van de nok op as C.

Nok as D:

Het linker zijvlak van de nok en het aansluitende deel van de balk zijn voorzien van een cementgebonden spachtellaag. In de aansluiting van dit zijvlak aan de balk is sprake van een verticale scheur over de hele hoogte en met een maximale breedte van 0,2 mm (foto 4.3).

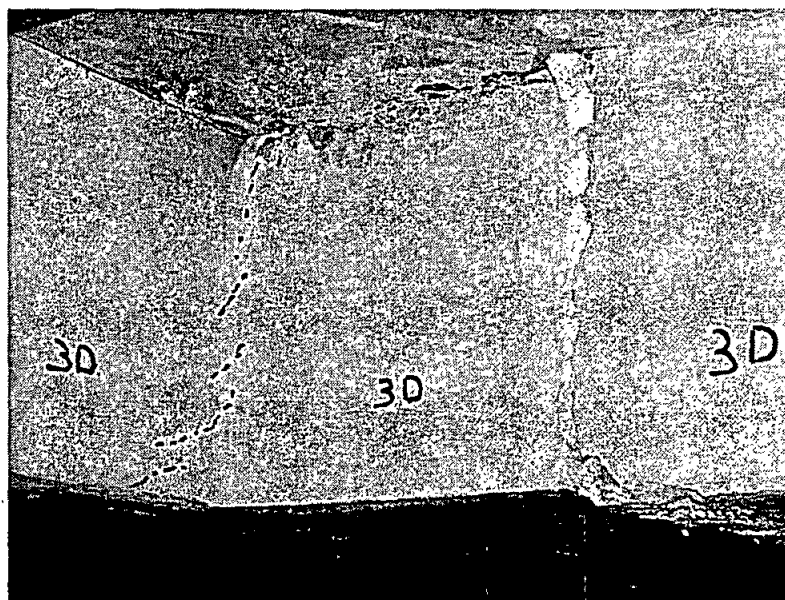


Foto 4.3: Scheur in linker zijvlak van de nok op as D.

Het rechter zijvlak van de nok en het aansluitende deel van de balk zijn eveneens voorzien van een cementgebonden spachtellaag. Op het zijvlak van de nok zat deze laag los. Na het verwijderen van de laag bleek dat zich daarachter het uiteinde van een wapeningsstaaf met een diameter van 16 mm bevindt (foto 4.4). Deze staaf vertoont geen roestvorming.

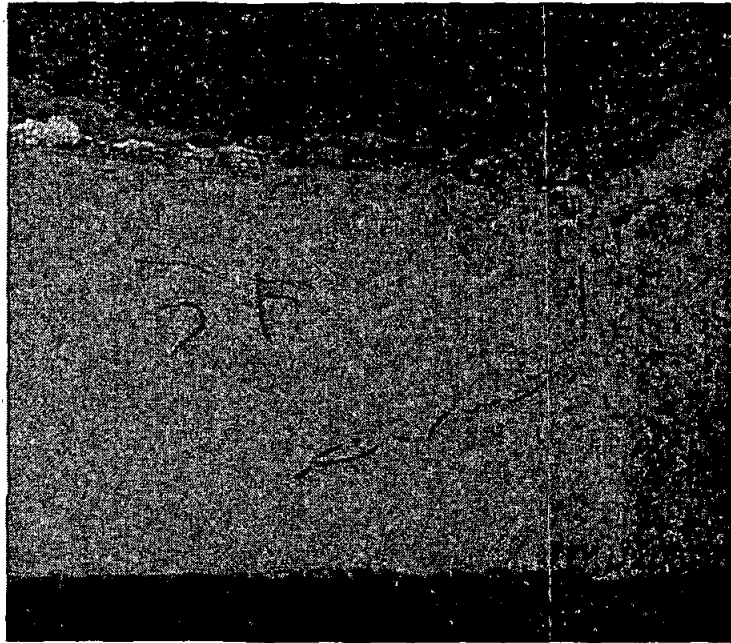


Foto 4.5: Scheur in linker zijvlak van de nok op as F.

De rechter zijkant van de nok was, vanwege de aanwezige leidingen, slechts op enige afstand te beoordelen.

Het bovenste deel van dit zijvlak van de nok is afgebrokkeld. In de aansluiting van de nok aan de tand van de verzwaaarde strook is een stukje triplex aanwezig en is geen oplegvilt waargenomen. Halverwege de hoogte van het zijvlak van de nok is sprake van een horizontale scheur met een breedte van circa 1,0 mm (foto 4.6). In het zijvlak van de balk loopt deze scheur vanaf een hoogte van 50 mm ter plaatse van de aansluiting aan de nok, naar de onderzijde van de balk op een afstand van circa 150 mm. In het ondervlak loopt het uiteinde van de scheur tot circa 100 mm vanaf het zijvlak van de balk, tot aan een stortnaad in de balk. Aan dit uiteinde is het losgekomen deel van de balk weggetikt, zodat duidelijk de begrenzing van het losse deel was waar te nemen (foto 4.7).

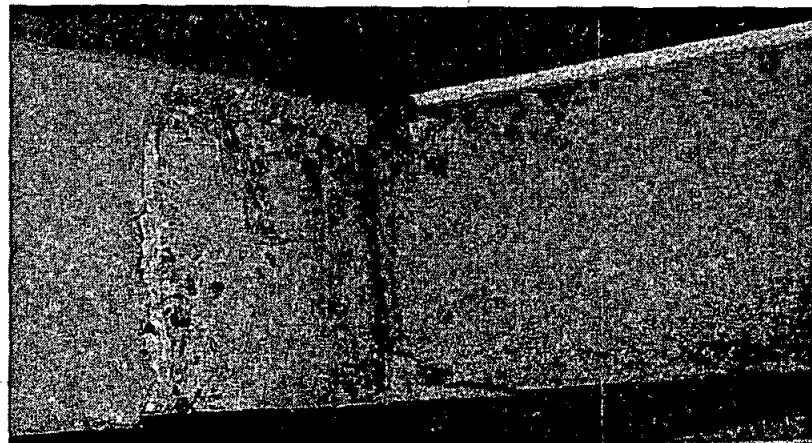


Foto 4.6: Scheurvorming in rechter zijvlak van de nok op as F.

5 Globale inspectie dak parkeergarage

In aanvulling op de gedetailleerde inspectie van de balk op as 11 (hoofdstuk 3) en de balk op as 3 (hoofdstuk 4) is het hele dak van de parkeergarage visueel geïnspecteerd, teneinde na te gaan of er meer onvolkomenheden in het dak aanwezig zijn. Deze inspectie heeft plaatsgevonden vanaf de onderzijde, omdat de bovenzijde niet bereikbaar is.

In de onderzijde van het dak zijn op de volgende locaties onvolkomenheden waargenomen:

- Tandoplegging op as 13 tussen de assen G en H.
- Tandoplegging op as 14-I.
- Verzwaarde strook op as C tussen de assen 5 en 6.

Hierna worden deze punten toegelicht.

De tandoplegging op as 13, tussen de assen G en H.

In de balk op 13 is in het deel tussen de assen G en H een dilatatie met een tandoplegging aanwezig (foto 5.1 en 5.2). Deze dilatatie is vochtvoerende.

Aan de zijde van as 14 is het balkgedeelte links van de dilatatie verbreed. Van dit verbrede deel van de balk is over de gehele hoogte een hoek van circa $0,1 \times 0,2 \text{ m}^2$ afgedrukt. Ter plaatse van de aansluiting van deze hoek is het oplegmateriaal niet over het gehele oplegvlak doorgezet, waardoor de hoek was vast gestort aan het dek.

Aan de zijde van as 14 is het balkgedeelte rechts van de dilatatie gescheurd. Deze scheur loopt vanuit de bovenzijde van de aansluiting van de nok aan de balk, schuin omlaag naar de kolom en eindigt op circa 150 mm boven de onderzijde van de balk. De breedte van deze scheur is maximaal 0,3 mm.

Aan de zijde van as 12 is geen scheurvorming in de tandoplegging waargenomen.

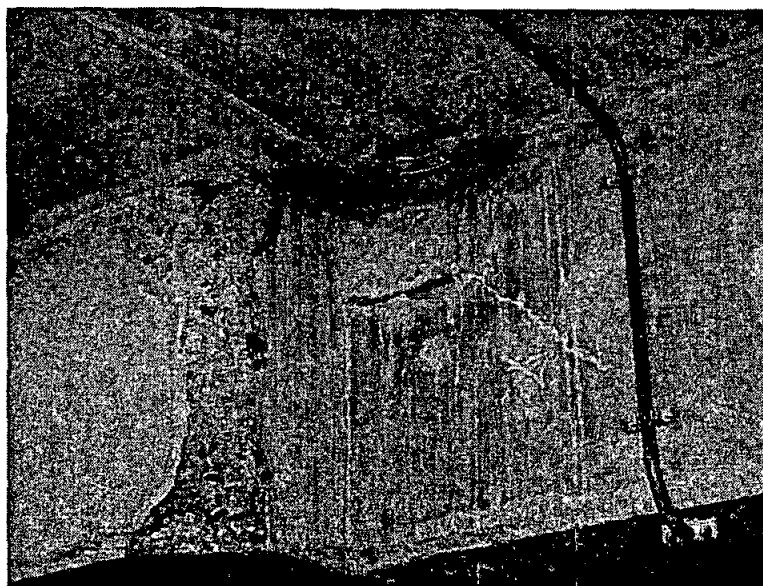


Foto 5.1: Tandoplegging op as 13-G/H aan de zijde van as 14.

Verzwaarde strook op as C tussen de assen 5 en 6.

De dilatatie ter plaatse van de verzwaarde strook op as C is tussen de assen 5 en 6 watervoerend (foto 5.4). Als oplegmateriaal is ter plaatse van de dilatatievoeg vermoedelijk gebruik gemaakt van twee lagen oplegrubber met daartussen twee lagen teflon. De teflon komt op diverse plaatsen uit de dilatatievoeg naar buiten.

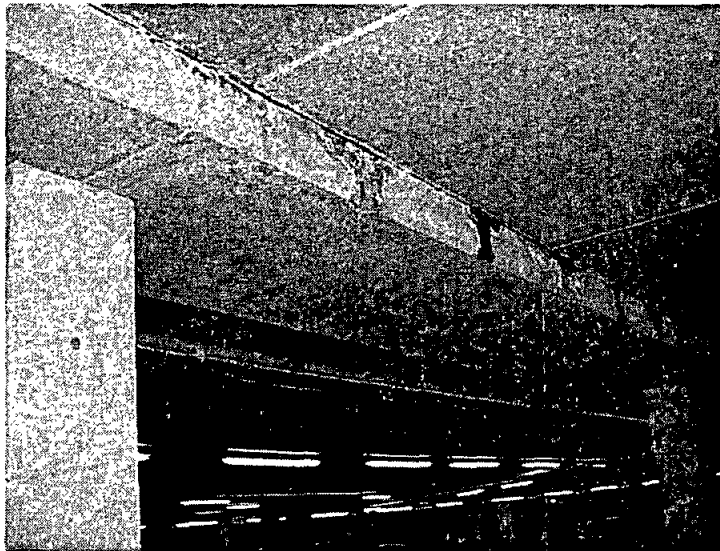


Foto 5.4: Lekkage op as C-5/6.

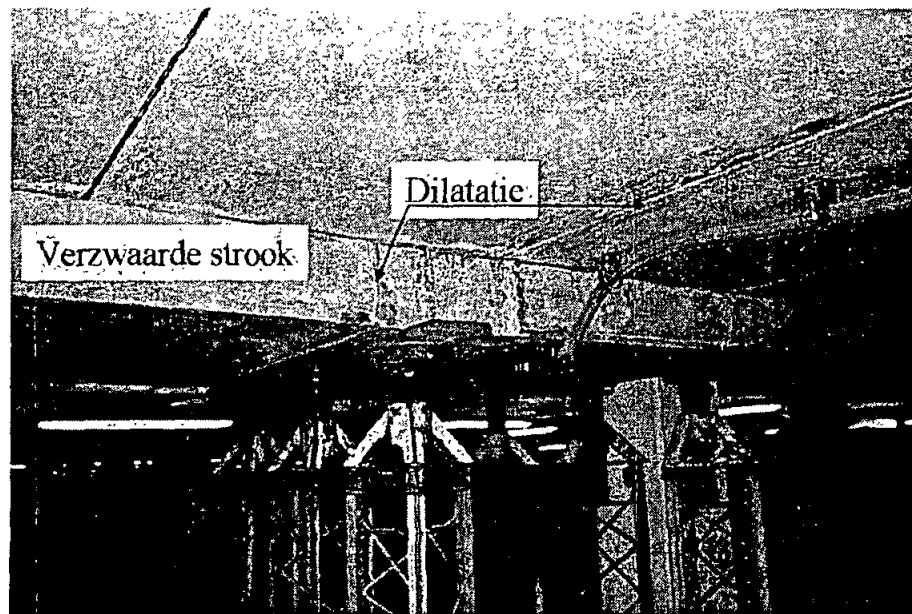


Foto 6.1: Overzicht tandoplegging en dilatatie in de verzwaarde stroken van de tussenvloer ter plaatse van as 11.

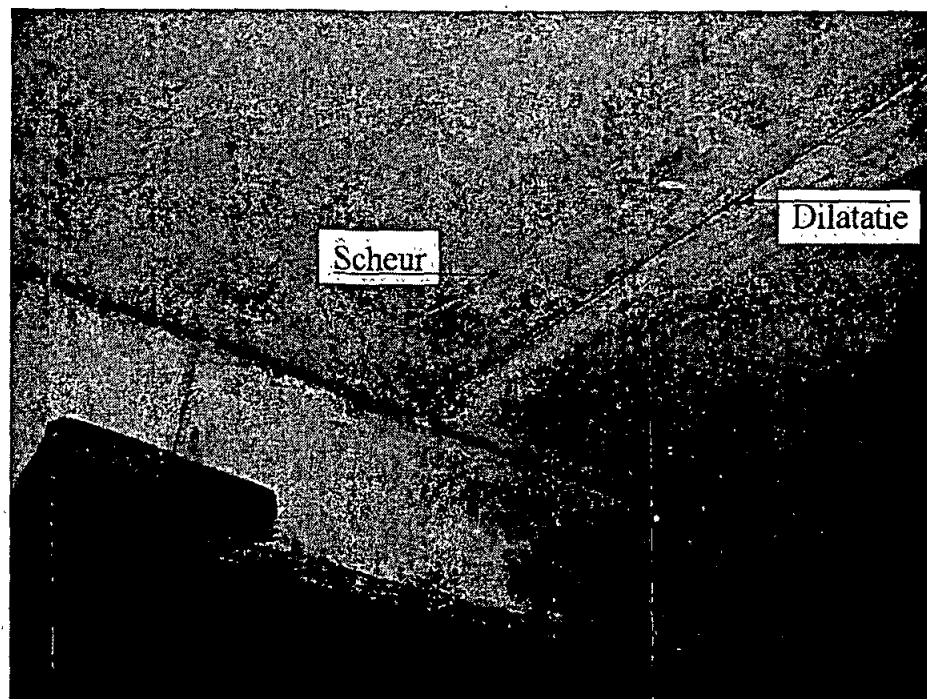


Foto 6.2: Scheurvorming in kanaalplaat links van de dilatatie.

Bovenzijde van de tussenvloer.

Op diverse plaatsen, verdeeld over de bovenzijde van de tussenvloer, is sprake van scheurvorming, met scheurwijdten die oplopen tot meer dan 0,3 mm. Enkele kenmerkende scheuren zijn:

- Nabij de ingang van de parkeergarage loopt een scheur met een breedte van maximaal 3 mm. Deze scheur loopt boven de oplegbalk die loopt tussen de assen 11 en 13, ter plaatse van as D en het aansluitende deel van as Z.
- Langs de afgekitte dilatatie ter plaatse van as 3 is sprake van scheurvorming met een breedte tot circa 0,5 mm. Dit betreft met name de zones ter plaatse van de oplegging van de verzwaarde stroken op de balk op as 3 (foto 6.4). Bij het afkloppen van het vloeroppervlak blijkt een deel van de scheurvorming samen te vallen met de begrenzing van een hol klinkende plek, hetgeen duidt op scholvorming.

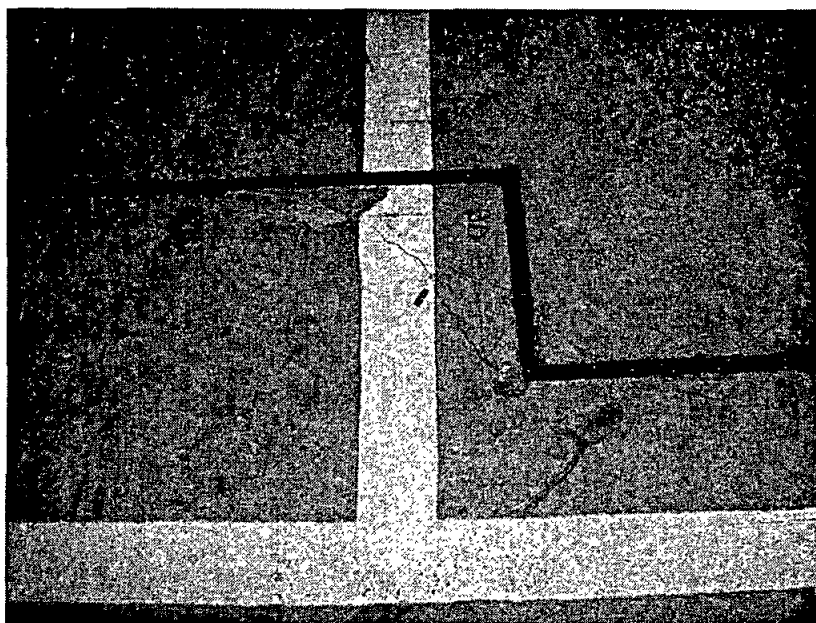


Foto 6.4: Scheurvorming in de bovenzijde van de tussenvloer ter plaatse van de dilatatie op as 3.