

RIJKSWATERSTAAT
DIRECTIE BRUGGEN

Kunststofrijovergangen

Kunststofrijovergangen:

Inleiding:

Nu kunststofrijovergangen meer en meer toegepast gaan worden, is het wellicht nuttig om de ervaringen opgedaan met de diverse proeven en de eerste uitvoeringen te verzamelen.

Met deze ervaringen moet het mogelijk zijn om tot een verantwoorde keuze van de uitvoeringswijze te komen.

Aanvankelijk werd de kunststofrijovergang uitsluitend toegepast bij reparatie van defecte rijovergangen.

De gunstige ervaringen hierbij opgedaan zijn aanleiding dat de kunststofrijovergangen nu ook voor nieuw werk toegepast gaan worden.

Ontwikkeling:

In 1968 kwam voor het eerst de mogelijkheid ter sprake rijovergangen te maken van kunststof en wel met name van epoxyharsen.

In Italië waren reeds enkele kunststofrijovergangen toegepast en de resultaten waren niet onbeyredigend.

In Nederland werd dit systeem gelanceerd door Binda Bouw n.v. te Rotterdam, later door Arnold Maassen n.v. te Maastricht. Ook in Engeland werden de zgn. "Epoxy mortar nosings" reeds toegepast. In het "Technical Memorandum" van het "Ministry of Transport" van april 1967 werd een complete handleiding gegeven voor de uitvoering van kunststofrijovergangen.

In beide landen werd gewerkt volgens het systeem dat eerst de asfalt werd aangebracht. Daarna werd het asfalt ter plaatse van de rijovergang ingezaagd tot op het beton en verwijderd. Het betonoppervlak aan weerszijden van de voeg en de voeg zelf werden voor het asfalteren afgedekt met hardboard om het asfalt na het inzagen makkelijk te kunnen verwijderen.

Na schoonmaken van het betonoppervlak werd een "primer" aangebracht en direct daarop de kunststofdorpel.

De aldus gevormde kunststofbalk was niet gewapend en niet door middel van wapening met de ondergrond verbonden.

De eerste toepassing van Directie Bruggen dateert van november 1968. Op het viaduct te Koog a/d Zaan bovenaan de oprit is een drempel gemaakt van kunstharsbeton als overgang tussen een slijtlaag van epoxyteer op beton en asfaltbeton.

Vóór het aanbrengen van de dorpel zijn beugels in het beton gelijmd en is de ondergrond gestraald. Na het stellen van een bekisting is de dorpel gestort van kunstharsbeton en afgestrooid met split.

De samenstelling van de mortel was:

2,80 kg kunsthars (hars + harder)

3,40 kg Hoogovencement A

5,20 kg Zand

9,00 kg grind 5-15 mm

De mortel is op het werk gemengd en samengesteld uit op de bouwplaats voorhanden zijnde of makkelijk verkrijgbare materialen.

De korrelopbouw is zodanig gekozen dat een goed verwerkbaar mortel werd verkregen. Na het mengen van cement, droog grind werd de gemengde kunsthars toegevoegd.

De aldus verkregen mortel had na vier dagen verharden bij 12 °C een druksterkte van 830 kg/cm² en een volumegewicht van 2,19 kg/l.

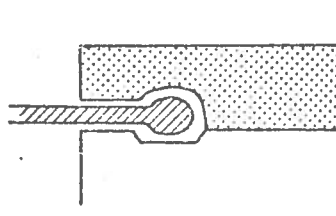
Daar de bovenkant van deze dorpel gelijk ligt met de bovenkant van de aansluitende slijtlagen is de stootbelasting op de kant van de dorpel niet groot.

Een tweede toepassing vond plaats in een tunnel bij Blauwkapel; Als beeindiging van de asialtslijtlaag in de onderdoorgang. Bij het storten van de vloer was hier reeds rekening gehouden met het maken van de kunststofdorpele door ter plaatse haarspelden in te storten.

Na stralen en schoonmaken van het beton zijn omstreeks mei 1971 de dorpels gemaakt. Door eventueel verzakken van de aansluitende wegen zullen deze dorpels stootkrachten op de kant te verduren krijgen.

Derde toepassing:

Van een rijovergangconstructie van de brug over de Fijn bij de Haagsche Schouw lag in januari 1972 de bovenplaat los. Na het verwijderen van de bovenplaat en het schoonhakken van het beton is de overgang gerestaureerd met Epoxy gietmortel. De gietmortel omsluit hier het rubberprofiel en wordt door wielbelasting op buiging belast.



Vierde toepassing:

In oktober 1972 is van de brug over het Markkanaal in RW 16 een gedeelte van de rijovergangen vervangen door kunsthars. Na het verwijderen van de losliggende 60 mm dikke stalen platen is het betonoppervlak gestraald en loszittende beton verwijderd.

Vervolgens werden gaten geboord waarin beugels \varnothing 12 mm werden verlijmd om de 30 cm.

Na het stellen van een bekisting en aanbrengen van langssta-ven over de beugels, werden de dorpels gestort met een mortel bestaande uit:

1 gewichtsdeel gietmortel op 1 gewichtsdeel fijn grind 5-15 mm. Het bindmiddelgehalte van deze samenstelling was ongeveer 15%.

Vijfde toepassing:

In de tweede helft van 1973 zijn de stalen rijovergangen van de brug over de Maas te Roermond vervangen door kunststofrij-overgangen. Inmiddels had het Rijkswegenlaboratorium een onderzoek gedaan naar de geschiktheid van diverse mortelsamen-stellingen voor toepassing in rijovergangen.

Als samenstelling van de mortel werd geadviseerd een korrel-opbouw van het aggregaat als omschreven in "Eisen Rijkswaterstaat bouwstoffen voor de wegenbouw 1972" voor grof dicht asfaltbeton (art. 3.15).

Op 100 gewichtsprocenten van het gemengde toeslagmateriaal dient 12,5 gewichtsprocenten kunstharsbindmiddel toegevoegd te worden.

De samenstelling van een mortel wordt dan:

Steenslag 5/15	35	gew. delen
Steenslag 2/15	22	"
Rivierzand	17,5	"
Plaatzand	17,5	"
Kwartsmeel	8	"
Bindmiddel	12,5	gew. delen

Een bijzondere uitvoering van de kunststofrijovergang is die van Dyckerhof und Widmann.

Bij deze methode dient te allen tijde eerst geasfalteerd te worden. Door middel van zagen wordt aan weerszijden van de voeg een tamelijk smalle strook asfalt verwijderd.

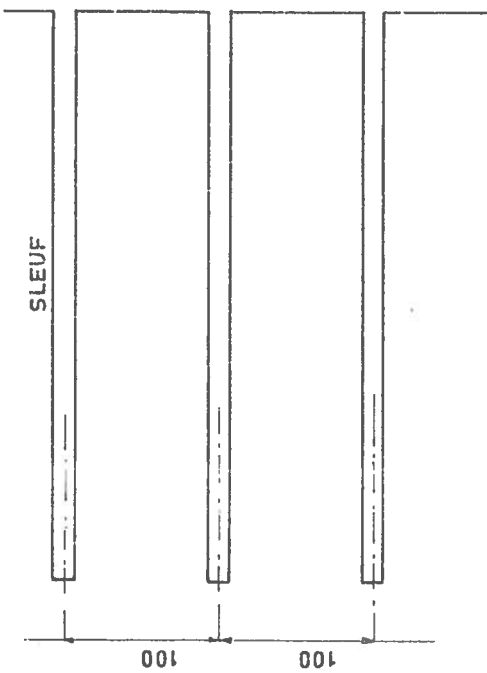
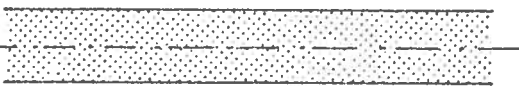
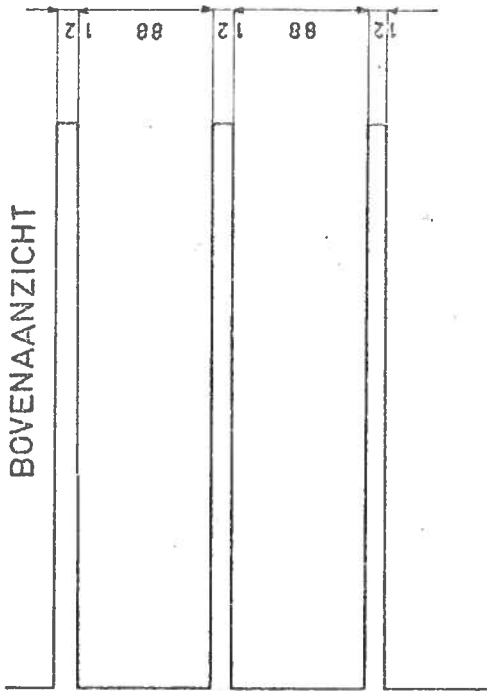
Haaks op de voeg, in de rijrichting, worden tevens sleuven gezaagd door het asfalt tot in het beton.

Deze sleuven hebben een dikte van ongeveer 12 mm en worden om de 100 mm h.o.h. aangebracht. Na het stellen van de mal voor de sponning in de voeg, wordt deze visgraatstructuur gevuld met een kunstharsmortel. Oorspronkelijk werd bij deze methode geen wapening gebruikt.

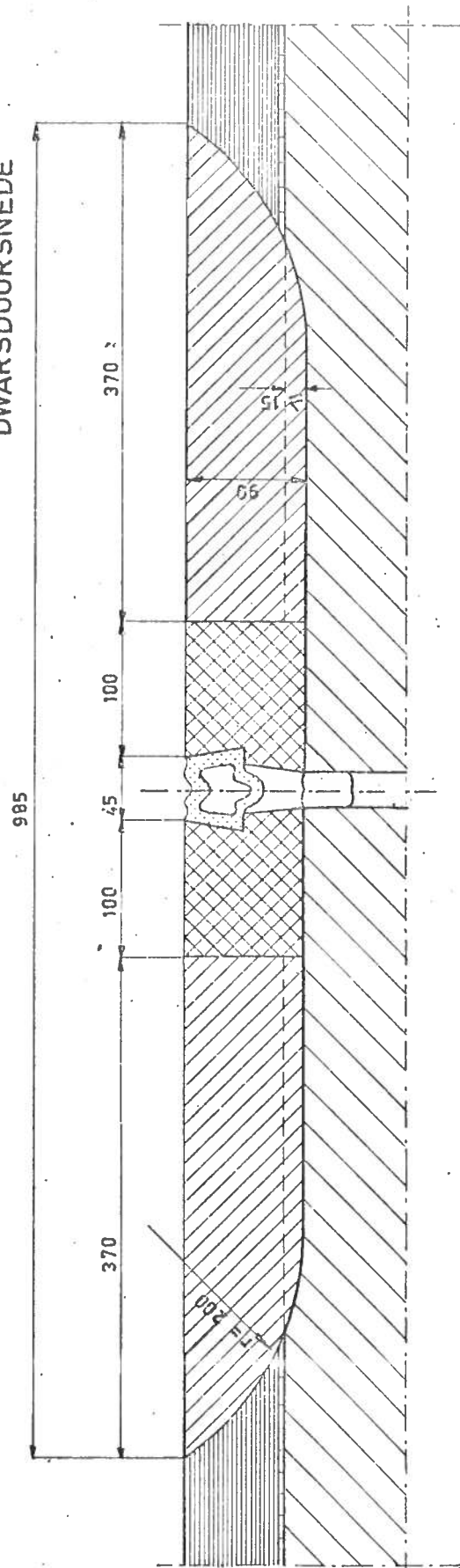
Bij de uitvoering van deze constructie in de Noordelijke rondweg te Rotterdam in 1972 is wel een lichte wapening aangebracht, verlijmd in het onderliggende beton. Het voordeel van deze overgang zou zijn dat de overgang van het asfalt op kunststof geleidelijk verloopt en dat daardoor geen stoten ontstaan.

De wielen komen eerst op de lamellen, dan op de massieve dorpel met profiel. Zie fig. op blad 5

Kunststofrijovergang Systeem Dyckerhof & Widmann.




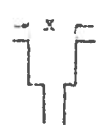
DWARSDOORSNEDE



SCHAAL 1:5 MATEN IN mm

Profielen:

Profielen die geschikt zijn om toegepast te worden voor afdichting van de kunststofrijovergangen worden geleverd door Vredestein en Spanstaal. Enkele gegevens zijn vermeld in tabel I.

<u>Vredestein:</u> TABEL I						
Type	Bereik x	Hoogte profiel= diepte sponning		Gewicht. kg/m'	Max. reac- tiekraft in kg	Geschikt voor over- spanningen tot ... l _{max} in m'
	VA 10	25- 35	44			
	30	35- 65	45	1,2	1700	14
	45	48- 93	60	2,2	4200	42
	60	57-117	70 x	4,1	4500	63
				5,9	4700	84
<u>Spanstaal</u>						
<u>Acce</u>						
Type	Bereik x	Diepte sponning	Hoogte profiel	Gewicht kg/m'	Max. reac- tiekraft in kg	Geschikt voor over- spanningen tot ... l _{max} in m'
	20	25- 45	65	53	1,9	28
	35	35- 70	100	87	3,8	49
	45	50- 95	110	90	5,5	63
	60	55-115	130	100	6,6	84

De profielen worden aangebracht in een daartoe in de kunst-
harsdorpel geformeerde sponning.

Het profiel van Vredestein is zodanig gedimensioneerd dat het
zonder meer in de sponning aangebracht kan worden en dan zich-
zelf vastklemt. Bij het berekenen van de voegbreedte moet reke-
ning worden gehouden met het feit dat het profiel, om te kun-
nen klemmen, in ieder geval 5 mm ingedrukt dient te blijven in
de uiterste stand.

Voor het inbrengen kunnen de sponningen en of de zijkanten van
het profiel ingesmeerd worden met een lijm.

Wanneer één en ander zorgvuldig wordt uitgevoerd is de afdich-
ting van het klemmende profiel in de sponning waterdicht.

Aanvankelijk werd verwacht een glijmiddel nodig te hebben bij
het inbrengen van het profiel.

Een blanke epoxylijm zou dan ook een dubbele functie hebben:

- a. ten eerste als glijmiddel
- b. en ten tweede als afdichting van eventuele onvolkomenheden in de sponning.

Het blijkt echter dat een glijmiddel niet noodzakelijk is en bovendien aanleiding kan zijn tot het ontstaan van een "smeerboel" op de keurig afgestrooide dorpels.

Bij het aanbrengen van de profielen op de brug te Roermond is gebruik gemaakt van een contactlijm.

Een goede wijze van verzekeren van de afdichting wordt toegepast door Arnold Maassen.

Vóór het aanbrengen van het profiel wordt onder in de hoek van de sponning een randje POLYURETHAAN-kit gespoten.

Bij het aanbrengen van het profiel wordt dit uitgedrukt en vult alle eventuele kiertjes op en hecht zich zowel aan het profiel als aan het materiaal van de epoxydorpel.

De hechting is echter zodanig dat het profiel vervangen kan worden.

Dimensionering:

Voor nieuw werk dienen de afmetingen minimaal gesteld te worden op 50 mm dikte en 150 mm breedte. Bij reparatie van bestaande overgangen worden de afmetingen vaak bepaald door de situatie na het uitslopen van de oude rijovergang.

Veelal wordt de dorpel dan onnodig groot omdat het bijwerken zowel van beton als van asfalt met kleine beetjes ook geen goed resultaat oplevert en dikwijls de tijd daar niet voor beschikbaar is.

Bij reparaties op deze wijze is het asfalt na het verwijderen van het oude rijijzer meestal wat afgebrokkeld. De begrenzing van de kunststofdorpel aan de asfaltzijde is dan moeilijk strak te krijgen, tenzij men een voegje maakt dat later gevuld wordt met één of andere voegvulling.

Moet een overgang gemaakt worden die waterdicht is dan bepaalt het te gebruiken afdichtingsprofiel de dikte van de dorpel. De sponning waarin het profiel draagt dient in elk geval geheel van kunststof te zijn.

Het Acme-profiel heeft een diepere sponning nodig dan een Vredesteinprofiel, dat zodanig aangebracht wordt dat bovenkant profiel gelijk ligt met bovenkant slijtlaag. Zie fig. op blad 9. Bij samendrukken vouwt de bovenkant van het Vredesteinprofiel naar beneden.

Het Acme-profiel daarentegen stulpt enigszins naar boven en beneden uit ten gevolge van de in het profiel aanwezige diagonaal schotten. De kracht om het profiel samen te drukken is bij Acme evenwel aanzienlijk minder dan bij Vredestein.

Als wapening voor de eerste proefbalken werden haarspelden \varnothing 12 mm om de 300 mm ingeboord en gelijmd met gietmortel.

De beugelafstand is vrij groot gekozen omdat elk gat geboord moet worden en dus tijd kost, terwijl het totale pakket van werkzaamheden tijdens een dagafzetting moet worden uitgevoerd.

Wanneer haarspelden ingestort worden zou men \varnothing 10 - 200 mm toe kunnen passen met langstaven \varnothing 12 mm. Door de grote dichtheid van het materiaal kan de dekking op de wapening op ≥ 15 mm gesteld worden.

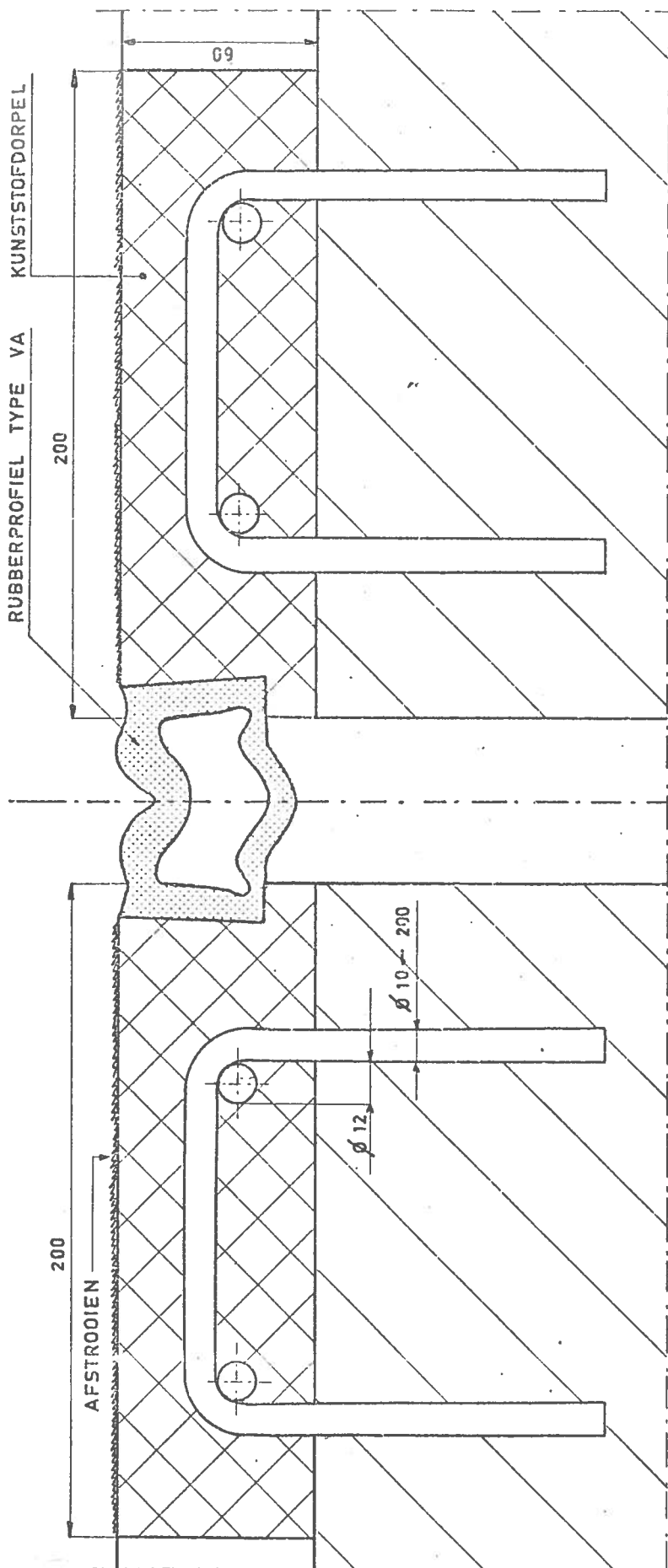
Uitvoering:

Het moment van uitvoeren, voor of na asfalteren, zal geval voor geval bekeken moeten worden, evenals het plaatsn van de haarspelden. Deze kunnen voor het storten geplaatst worden maar worden dan veelal plat gebogen of gereden. De andere mogelijkheid is de haarspelden in te lijmen. De moeilijkheid kan dan zijn om bij het boren van de gaten tussen de wapening door te komen. Het voordeel van het eerst asfalteren is, dat het asfalt goed verdicht kan worden en de hoogte van de kunststofdorpel vast ligt. De rijovergang kan op deze manier zo glad mogelijk gemaakt worden. Tijdens het aanbrengen van de kunstharsmortel dienen de weersomstandigheden aan bepaalde voorwaarden te voldoen:

De temperatuur moet bij voorkeur 10°C of meer zijn, terwijl de ondergrond waarop de kunsthars wordt aangebracht, winddroog dient te zijn.

Enkele bedrijven beschikken over een kunstharscompositie die bij een lagere temperatuur nog verwerkt kan worden en ook uithardt.

Toepassing Vredestein rubberprofiel type VA in kunststofdorpel.
Kunststofdorpel verankerd met langsstaven $\varnothing 12$ en haarspelden $\varnothing 10$



MATEN IN mm SCHAAAL 1:2

Met behulp van bijverwarming met infraroodstralers en door verwarmen van vooral het mineraalaggregaat is het mogelijk in betrekkelijk korte tijd de kunststofdeorpel te laten doorharden. Bij uitvoering van nieuw werk in ongunstige weersomstandigheden, is het mogelijk de werkzaamheden eventueel uit te voeren in een verplaatsbare schuilkeet daar het benodigde werkoppervlak gering is.

De toeslagmaterialen dienen gedroogd te zijn.

Wanneer de door het Rijkswegenbouwlaboratorium aanbevolen samenstelling wordt aangehouden, dan zijn de te gebruiken gedroogde zand en gebroken grindfractie's meestal wel bij een asfaltinstallatie te verkrijgen.

Het mengen van de kunstharsmortel dient in een mengmolentje te geschieden. Het hars - harder mengsel van de kunststof kan het beste eerst gemengd worden voor het aan de toeslagmaterialen wordt toegevoegd.

Bij het storten van de kunststofmortel dient de laagdikte beperkt te blijven tot ongeveer 100 mm om de warmteontwikkeling en daardoor later de krimp binnen de perken te houden.

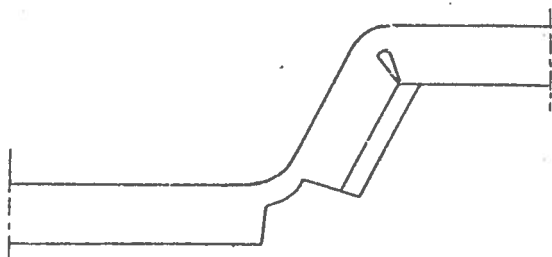
Het aanbrengen van een volgende laag dient evenwel binnen 24 uur te gebeuren om een goede hechting tussen de lagen onderling te verkrijgen.

Afdichting bermen:

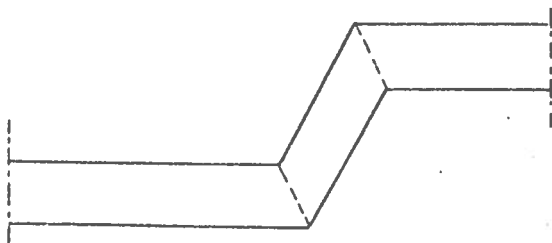
De afdichting van de bermen bij toepassing van kunststofdorpels vraagt extra aandacht.

Daar de kunststofrijovergangen veelal gemaakt worden na het storten van de schampkanten en bermen moet van te voren de wijze van afdichting bekeken worden.

Een mogelijkheid is om het afdichtingsrubber door insnijden en wegsnijden het profiel van de berm te laten volgen.



Ook is het mogelijk het rubberprofiel in de fabriek op maat te maken en de verbindingen te vulcaniseren.



Aan beide manieren kleven nogal wat bezwaren. Het insnijden geeft problemen bij het aanbrengen en afdichten omdat ondanks de insnijdingen de minimum straal bij het buigen toch veelal groter zal zijn dan die van het betonwerk.

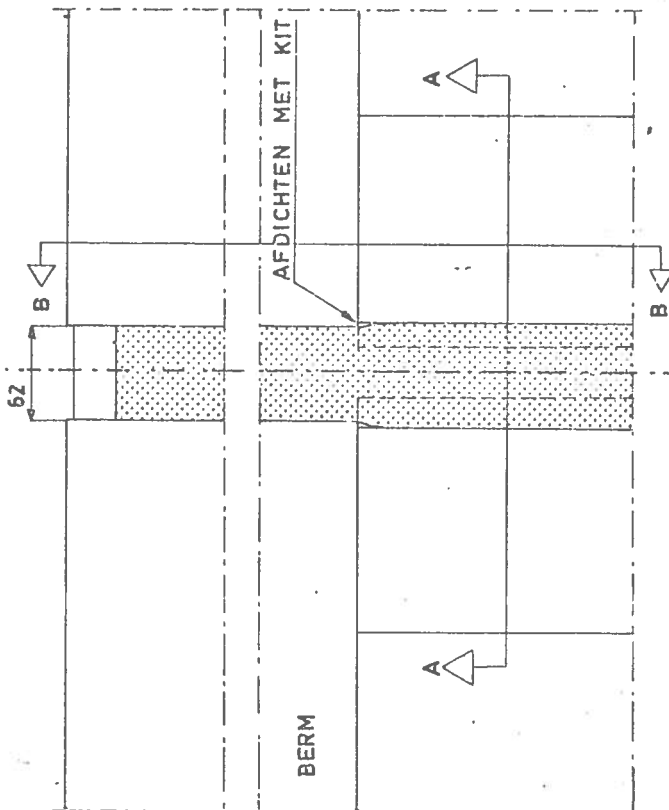
Het profileren in de fabriek is omslachtig en duur.

Bovendien moet voor beide manieren een sponning gemaakt worden in de bermen en schampkanten. Tot op heden is nog geen van beide methode's toegepast.

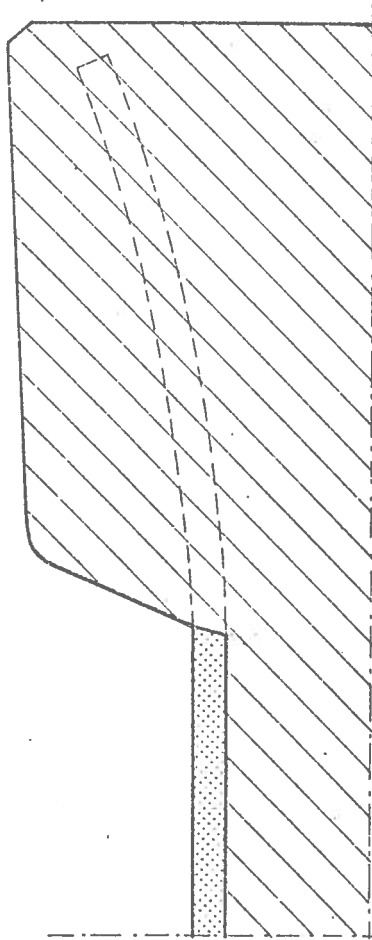
Een andere mogelijkheid is de bermen en schampkanten ter plaatse van de overgang haaks op het dek te beëindigen. Het rubberprofiel dat in de kunststofdorpel wordt aangebracht kan dan doorlopen in de voeg tussen de bermkoppen en klemt hiertussen vast. Zie tekening op blad 12.

Toepassing Vredestein VA-30 rubberprofiel
in kunststofdorpel doorlopend in de voeg
tussen de bermeinden.

BOVENAANZICHT

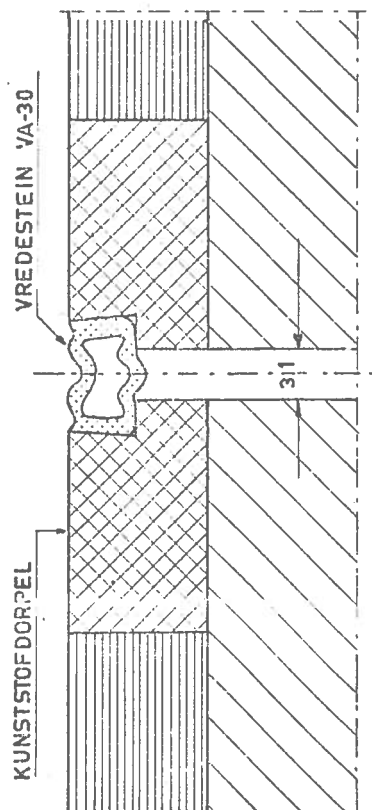


DOORSNEDE B - B



SCHAAL 1:10

DOORSNEDE A - A



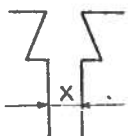
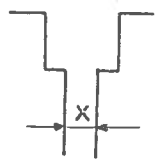
SCHAAL 1:5

MATEN IN mm

De minimale voorspanning van het rubberprofiel is 5 mm (Vredestein); ter plaatse van de bermen kan men eventueel dat iets verhogen, rekening houdend met de afmeting van het profiel, met maximaal 5 mm.

De einden van het rubberprofiel kunnen afgedicht worden door er een dun plaatje rubber op te lijmen. Aan de onderkant van het rubberprofiel ter plaatse van de laagste punten kunnen enkele gaten geboord worden voor afwatering en ontluchting bij afgesloten profielen.

Kiertjes, die kunnen ontstaan bij de overgang van het afdichtingsprofiel van de sponning in de kunstharsdorpel naar de berm, kunnen afgedicht worden met een elastische kit, zoals de reeds eerder genoemde Polyurethaankit.

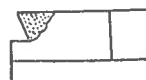
Profiel	Wijdte van de voeg in de middenstand (10 °C)	
	t.p.v. rijovergang in mm	t.p.v. bermen in mm
Vredestein VA 10 VA 30 VA 45 VA 60 	x = 15 31 44 55	33- 35 62- 65 89- 93 112-117
Spanstaal Acme 20 35 45 60 	x = 25 30 35 40	43- 45 67- 70 91- 95 110-115

Inspectie:

In september 1975 zijn alle gemaakte kunststofrijovergangen geïnspecteerd. Slechts bij één overgang was sprake van een vrij grote beschadiging. Van één van de Dywidag dorpels waren twee hoeken afgebroken over ongeveer 10 cm lengte.

Deze beschadiging kan echter niet ontstaan zijn door normaal verkeer. Bovendien zijn deze twee beschadigingen zeer eenvoudig te repareren door de losse stukken te verwijderen en na schoonmaken weer aan te gieten met een gietmortel. De reparatie van de rijovergang in de brug bij de Haagsche Schouw bleek nog geheel in orde.

Dit mag toch wel als een bewijs worden gezien van de bijzondere mogelijkheden met kunstharsmortels. De bezochte overgangsconstructies zijn opgenomen in een tabel met enkele andere gegevens en de bevindingen.



Plaats	Gemaakt dd.		Opmerkingen
Koog a/d Zaan	november 1968	Wap. inge- boord	Viertal dwarsscheu- ren.
Tunnel Blauw Kapel	voorjaar 1971	Ingestorte beugels	Geen beschadigingen waarneembaar, door oppervlaktebehan- deling niet meer te zien.
Markkanaal RW 16	oktober 1972	Wap. inge- boord	Eén dwarsscheurtje waargenomen, ver- der geen bijzon- derheden.
Haagsche Schouw	januari 1972	Geen veran- kering.	Geen bijzonderhe- den
Schiewegplein Rotterdam	oktober 1972	Ingeboorde staafjes . VA 45	Twee beschadigin- gen. Zie tekst.
Roermond	Tweede helft 1973	Ingeboorde beugels. VA 30	Geen bijzonderhe- den.

CONCLUSIE:

Gezien de gunstige resultaten met de sinds een aantal jaren gemaakte kunststofdorpels lijkt het alleszins verantwoord deze rijovergangen ook voor nieuw werk toe te passen.

Gesteld kan worden dat het materiaal uitstekend aan de te stellen eisen voldoet.

Afschilferen van hoeken wordt slechts bij hoge uitzondering waargenomen. Ook de hechting aan de ondergrond voldoet goed, vooropgesteld dat wapening wordt toegepast verankerd in het onderliggende beton.

Praktijkervaringen elders hebben duidelijk aangetoond dat bij het ontbreken van wapening de dorpels op den duur loskomen. Meestal zal dan de breuk optreden in het beton direct onder het hechtingsvlak. Een enkele keer wordt een haarscheurtje dwars op de lengterichting waargenomen.

Voor toepassingen met de kleine afdichtingsprofielen liggen de totale kosten inclusief die van voorbereiding zeker niet hoger dan die uitgevoerd in staal:

Bij de grotere profielen is de kunststofconstructie goedkoper.

oktober 1975

RIJKSWATERSTAAT
DIRECTIE BRUGGEN

Besteksbepalingen voor de
vervaardiging van kunststof-
rijovergangen.

noot: De hieronder volgende besteksbepalingen zijn sinds kort
opgenomen in de "Eisen door de R.W.S. gesteld aan
bouwstoffen voor de wegenbouw"-1978.

Zie de bijlage op de laatste blz.

Artikel: Kunststofvoegovergangsconstructies

1. Het maken van kunststofvoegovergangsconstructies.
- 1.1. De kunststofvoegovergang(en) maken volgens tekening van in het werk te storten kunststofbalken en een afdichtingsprofiel.
- 1.2. De balken aan de ondergrond verankeren door middel van stekken c.q. beugels en voorzien van een sponning voor het afdichtingsprofiel.
- 1.3. De overgangsconstructie maken na het aanbrengen van de asfaltslijtlaag. Hiertoe ter plaatse van de te maken voegconstructie de aanhechting van de asfaltslijtlaag voorkomen.
- 1.4. De asfaltslijtlaag, zonder onderbreking over de voeg aanbrengen; daarna het asfalt inzagen en verwijderen als op tekening is aangegeven.
- 1.5. Indien nodig in het onderliggende beton gaten \varnothing 16 mm boren, diep 100 mm, ten behoeve van in te lijmen wapening.
De wapening in de geboorde gaten lijmen met een kunstharsgietmortel. Na doorharding van de lijm de langstaven aanbrengen.
- 1.6. De ondergrond en de wapening d.m.v. gritstralen reinigen van roest, bitumenresten, cementshuid, losse delen enz. Zonodig verontreinigingen weghakken. Het geheel schoonblazen met lucht welke niet verontreinigd mag zijn met water of olie.
- 1.7. Na reiniging de wapening behandelen met een primer, tenzij de kunstharsmortel direct wordt aangebracht.

- 1.8. De componenten van het bindmiddel van de mortel intensief mengen alvorens de vulstoffen toe te voegen.
- 1.9. Voor het aanbrengen van de kunstharsmortel een hechtlaag, bestaande uit het bindmiddel van de mortel, op beton, asfalt en wapening aanbrengen.
- 1.10. De mortel steeds "nat in nat" verwerken in lagen van max. 60 mm dik.
- 1.11. Tijdens de uitvoering per overgangsconstructie een proeftegel 300 x 200 x 80 mm maken van de verwerkte mortel en ter beschikking stellen van de directie.
- 1.12. Na het zuiver op hoogte afwerken van de kunststofbalken, deze instrooien met gecalcineerd bauxiet (korrelgrootte 2/6 mm).
- 1.13. Na voldoende doorharding van de kunstharsmortel, de bekisting verwijderen, scherpe randen en bramen wegslijpen en vervolgens het afdichtingsprofiel aanbrengen.
- 1.14. De afdichtingsprofielen in de sponningen lijmen met het bindmiddel van de toegepaste mortel.
2. Vervaardiging, verwerking en eisen.
 - 2.1. De samenstelling van de te verwerken mortel behoeft de goedkeuring van de directie.
 - 2.2. De in 1.7. genoemde primer moet zijn een roestwerende epoxyprimer.
 - 2.3. Het bindmiddel van de kunststofmortel moet zijn een oplosmiddelvrije epoxyhars.
 - 2.4. Het percentage bindmiddel van de kunststofmortel moet liggen tussen 10 en 20 massaprocenten op 100 massaprocenten mineraal aggregaat.

Uittreksel uit "Eisen door de R.W.S. gesteld aan bouwstoffen voor de wegenbouw" 1978.

6.5. *Epoxyharsslurry voor slijtlagen en isolatielagen*

6.5.1. Epoxyharsslurry moet zijn een mengsel van epoxyharsbindmiddel en mineraal aggregaat met een gehalte aan bindmiddel van ten minste 30 %.

6.5.2. De treksterkte bij de hechtproef (86) moet ten minste 1,5 MN/m² bedragen, tenzij breuk in de ondergrond plaatsvindt.

Toelichting bij 6.5

Wanneer bij de bepaling van de hechting aan een betonnen ondergrond bij breuk in het beton een lagere treksterkte dan 1,5 MN/m² wordt gevonden is deze ondergrond voor de toepassing van epoxyharsslurry ongeschikt.

6.6. *Epoxyharsmortel voor voegovergangen*

6.6.1. Epoxyharsmortel moet zijn een mengsel van epoxyharsbindmiddel en mineraal aggregaat, met een gehalte aan bindmiddel van ten minste 10 en ten hoogste 20 %.

6.6.2. De druksterkte, buigtreksterkte en afschuifsterkte van de mortel (88) moeten ten minste respectievelijk 75 MN/m², 20 MN/m² en 15 MN/m² bedragen.

6.6.3. De lineaire verhardingskrimp (89) mag niet meer dan $0,5 \times 10^{-3}$ bedragen.

6.6.4. De treksterkte bij de hechtproef (86) moet ten minste 1,5 MN/m² bedragen.