



Ooms *Civiel bv*

Postbus 1
1633 ZG Avenhorn

Tel 0229 547700
Fax 0229 547701
www.ooms.nl/rd

Research & Development publicatie

E. Molenberg
ir. J.G.F. Schrader

AGRAC DOOR EEN DEFLECTIEBRIL BEKEKEN, NIEUWE INZICHTEN

CROW Infradagen 2016

22 – 23 juni 2016

Papendal

AGRAC door een deflectiebril bekeken, nieuwe inzichten.

Erik Molenberg
Rasenberg Wegenbouw B.V.

Jeroen Schrader
Ooms Civiel B.V.

Samenvatting

AGRAC vindt zijn weg als funderingsmateriaal al sinds de jaren '80 van de vorige eeuw. De toepassing van oud asfalt als wegfundering door het te binden met cement, is als eerste grootschalig in regelgeving vastgelegd via de RAW standaard van 1980. In de loop van de jaren is de regelgeving voor gebonden asfaltgranulaat aangepast aan ervaring die ermee is opgedaan. Dit heeft geleid tot de huidige, aangepaste eisen.

In de huidige regelgeving is men veel meer gaan kijken naar de functionele stijfheid die uiteindelijk van belang is voor de dimensionering van een verharding met AGRAC. Daarin ontstaat een verschil tussen de RAW standaard en de functionele benadering zoals in de SOA staat omschreven. De RAW systematiek bevat diverse omschrijvingen over de materiaalbehandeling en beproeving die leiden tot een (te) sterke stijfheidsontwikkeling. Deze ontwikkeling wordt door de SOA juist ontraden, omdat dit leidt tot een veel grotere kans op scheurdoorgroei in het uiteindelijke ontwerp. De stijfheidsontwikkeling van de AGRAC is gedurende langere periode gemeten met behulp van valgewichtdeflectiemetingen. Deze meting heeft de meeste zeggingskracht als het gaat om dimensioneren en draagkrachtvoorspellingen. Om zo min mogelijk kans op scheurdoorgroei te krijgen, wordt nu aangestuurd op een laag niveau van 1200 MPa, of passende maatregelen ter ontspanning van het materiaal. Door gebruik te maken van de eisen van druksterkte met ontwerp en realisatie zal de dynamische stijfheid van de AGRAC hoger uitkomen, wat haaks staat op de wens om de dynamische stijfheid juist op een laag niveau te houden. Uit ervaring is bovendien gebleken dat AGRAC-vakken, die zijn aangelegd bij lagere temperaturen en/of moeilijke omgevingsfactoren (vocht, kou), waarbij na vier weken de binding (stijfheid uit druksterkte) nog niet (voldoende) tot stand was gekomen, uiteindelijk toch de gewenste stijfheid hebben behaald. De eisen die gehanteerd worden in de Standaard RAW conflicteren dus met de functionele werking die wordt nagestreefd.

Steekwoorden: AGRAC, Functioneel ontwerp, Draagkracht, Cementgebonden

1. WERKING EN ACHTERGROND

AGRAC vindt zijn weg als funderingsmateriaal al sinds de jaren '80 van de vorige eeuw. De toepassing van oud asfalt als wegfundering door het te binden met cement, is als eerste grootschalig in regelgeving vastgelegd via de RAW standaard van 1980.

De toepassing is min of meer gekopieerd van het gebruik van zandcementfunderingen, die al eerder voor zware toepassingsgebieden werden toegepast. In principe is de eerste regelgeving voor het toepassen van AGRAC een mix van eisen uit de zandcementhoek en eisen voor loskorrelige funderingen. In de loop van de jaren is de regelgeving voor gebonden asfaltgranulaat aangepast aan ervaring die ermee is opgedaan. Dit heeft geleid tot de huidige, aangepaste eisen.

Als gevolg van leertrajecten met de toepassing van AGRAC en ontwerp parameters (OIA) is men veel meer gaan kijken naar de functionele stijfheid die uiteindelijk van belang is voor de dimensionering van een verharding. Daarin ontstaat een verschil tussen de RAW standaard en de functionele benadering zoals in de SOA staat omschreven. De RAW systematiek bevat diverse omschrijvingen over de materiaalbehandeling en beproeving die leiden tot een zekere (te) sterke stijfheidsontwikkeling. Deze ontwikkeling wordt door de SOA juist ontraden, omdat dit leidt tot een veel grotere kans op scheurdoorgroei in het uiteindelijke ontwerp. In mei 2014 is de CROW-publicatie 341 "Handboek funderingsmaterialen in de wegenbouw" verschenen. Hierin staan de nieuwe zienswijzen beschreven, die worden aangehouden om het functionele gedrag richting het wenselijke inzicht te krijgen.

2. FUNCTIONELE EIGENSCHAPPEN

AGRAC ontleent zijn stijfheid aan 2 verschillende bindingsmechanismen. De toepassing van cement zorgt er uiteraard voor dat het materiaal gebonden wordt. Echter, ook het aanwezige oude bitumen is in staat om, onder druk, een bepaalde binding (coldflow) met elkaar aan te gaan. De cementpercentages kunnen daardoor beperkt blijven en het cement dient voornamelijk om de vervorming van het materiaal tegen te gaan. Asfalt bevat van zichzelf geen thermische krimpwerking, zodat dit gedrag volledig toe te wijzen valt aan de hydraulische werking van het cement. Dit betekent heel eenvoudig dat de toevoeging van meer cement leidt tot een stijver materiaal met meer krimpgedrag. Dit kan leiden tot het ontstaan van scheuren in de AGRAC, die vervolgens kunnen doorscheuren tot aan asfaltoppervlak. De stijfheid van het funderingsmateriaal kan uitgedrukt worden in een dynamische stijfheid, die gebruikt wordt in de dimensioneringsmodellen. De stijfheid kan ook worden uitgedrukt in druksterkte, zoals die in de RAW standaard wordt gebruikt. Om verwarring te voorkomen is van belang aan te geven of stijfheid dynamisch wordt bedoeld of statisch (druksterkte).

In de praktijk bevindt zich de dynamische stijfheid van een fundering van gebonden AGRAC zich ergens tussen 2000 en 10000 MPa. AGRAC heeft, afhankelijk van het type cement en de weersinvloeden, ongeveer een half jaar nodig om tot deze eindwaarden te komen. De dynamische stijfheid wordt gemeten met behulp van valgewichtdeflectiemetingen. Deze meting heeft de meeste zeggingskracht als het

gaat om dimensioneren en draagkrachtvoorspellingen. In het beginstadium (de eerste weken na aanleg) heeft het materiaal een dynamische aanvangsstijfheid van ca. 400 tot 1000 MPa. Afhankelijk van seizoen, temperatuur en vochtclimate zal de verstijving van het materiaal relatief snel of traag oplopen. Om zo min mogelijk kans op scheurdoorgroei te krijgen, wordt aangestuurd op een dynamische stijfheid van 1200 tot 2500 MPa na een half jaar.

Wanneer asfalteren?

Na verdichting van de fundering kan de baan in principe worden bereiden. Indien men te maken heeft met een RAW bestek en men ervoor kiest om binnen 24 uur te overlagen met asfalt, moet minimaal de eerste asfaltlaag worden aangebracht. De asfaltverharding direct in zijn geheel afbouwen is ook een optie.

Indien men niet binnen 24 uur start met asfalteren, dient men te wachten tot de druksterkte van uit de baan geboorde cilinders minimaal 1,5 MPa bedraagt. Het oppervlak dient schoongemaakt te worden en van emulsie te worden voorzien. De asfaltlagen dienen een gezamenlijke dikte van minimaal 14 cm te hebben (bij gebruik van standaard asfaltmengsels). De druksterkte van 1,5 MPa dient binnen 4 weken na het aanbrengen van de AGRAC behaald te worden.

Deze laatste eis is niet altijd de beste keus aangezien de verstijving na 4 weken nog niet in zijn geheel is opgetreden. De AGRAC zal in de daarop volgende periode dus nog (veel) stijver worden. Bij AGRAC-funderingen met een gewenste dynamische stijfheid kleiner dan 2500 MPa, is gebleken dat het eerder berijden en asfalteren, bijvoorbeeld al na twee weken, geen (negatieve) invloed heeft op de uiteindelijke binding van de AGRAC. Na verloop van tijd ziet men keurig gebonden cilinders als resultaat. De eis om de AGRAC niet te betreden totdat een druksterkte van 1,5 MPa wordt gemeten is dus eigenlijk irreal. In de praktijk leidt dit tot het verhogen cementpercentage om eerder aan de gewenste waarde te komen. Dit laatste is niet wenselijk, omdat verhoging van het cementpercentage leidt tot verhoging van het scheurdoorgroeirisico in het asfalt.

3. DIMENSIONERING

De manier waarop een vooronderzoek moet worden uitgevoerd, staat beschreven in de RAW standaard. De bepaling van het gehalte cement wordt hierbij afgeleid van de druksterkte van in het laboratorium vervaardigde cilinders. Hierbij wordt ook gekeken naar de gradering en classificatie van het te binden AGRAC. Op zich is deze methode prima te gebruiken om het te hanteren cementpercentage te bepalen. In de praktijk lijkt men echter vaak geneigd tot de onverstandige keuze om het uiteindelijke cementpercentage in het werk te verhogen en zodoende reserves mee te nemen.

Het in het laboratorium bepaalde cementgehalte dat leidt tot 2,0 MPa druksterkte na vier weken in het vooronderzoek, leidt namelijk al tot een dynamische druksterkte van 2500 MPa en hoger na volledige uitharding in het werk. Uit oogpunt van scheurdoorgroei de dynamische stijfheid laag dient te blijven (streefwaarde 1200 – 2500 MPa). De minimale druksterkte uit het vooronderzoek leidt dus (bijna) altijd al een maximale dynamische stijfheid op basis van scheurdoorgroei.

Het minimaal toe te passen cementpercentage voor AGRAC is vastgesteld op 2,0% (m/m). In veel gevallen is dit voldoende om de gewenste 2,0 MPa te behalen die benodigd is in het vooronderzoek.

Rekenen met OIA en CARE 2.20

In OIA moet een stijfheidsniveau aan de AGRAC worden meegegeven. Restrictie die hierbij een rol speelt, is dat een overlaging met asfalt van minimaal 14 cm vereist is bij verhardingsconstructies in opdracht van Rijkswaterstaat¹. Ook dient de ondergrondstijfheid minimaal 75 MPa te bedragen. Beide randvoorwaarden komen voort uit de SOA. In de praktijk blijken deze waarden met een onderliggend zandpakket van minimaal een halve meter goed verdicht zand op een kleipakket haalbaar. Wel is de drooglegging van dit pakket essentieel (denk om de grondwaterstand).

Een verhardingsconstructie bestaande uit AGRAC met een streefwaarde voor de dynamische stijfheid van 1200 tot 2500 MPa en daarop minimaal 14 cm asfalt, kan behoorlijk hoge verkeersintensiteiten aan. Uit de praktijk is gebleken dat de laagdikte van AGRAC minimaal 20 cm bedraagt. De maximale laagdikte die in de OIA berekeningen wordt toegestaan bedraagt 30 cm. Bij een vaste minimum laagdikte van 14 cm asfalt wordt de bandbreedte van de toe te passen verkeersbelasting bepaald door de AGRAC laagdikte.

Bij grote industriële verkeersbelasting kan een grotere stijfheid van de AGRAC natuurlijk wel een rol spelen. Daar kan dimensioneren met hogere stijfheidswaarden van de AGRAC noodzakelijk zijn voor het niet bezwijken van de gehele verhardingsconstructie.

In CARE 2.20 werd 250 mm AGRAC tijdens de berekening beschouwd als een 100 mm dikke onderlaag asfalt.

Er kan ook gerekend worden met softwareprogramma's zoals VEROAD en APSDS. Deze softwareprogramma's worden echter niet beschreven in en voldoen dus niet aan de SOA.

¹ Voor private doeleinden en/of gemeentes en hoogheemraadschappen is de SOA niet van toepassing. Voor deze opdrachtgevers kan een verhardingsvariant ontwikkeld worden met een dunnere asfaltlaag. Hierbij is de toepassing van polymeergemodificeerd asfalt noodzakelijk. Het effect van de beweging door temperatuurwisselingen van het AGRAC in deze verhardingsconstructies dient minimaal doorgerekend te worden met ARCDISO. Afhankelijk van de te verwachten verkeersbelasting kan het uitvoeren van eindige elementenanalyses ook noodzakelijk zijn.

ONTSPANNING VAN AGRAC

In de SOA wordt het ontspannen van de AGRAC verplicht gesteld als maatregel om het risico op reflectiescheurvorming te voorkomen, tenzij een SAMI-laag van minimaal 3,0 kg/m² aangebracht wordt. De SAMI dient dan bij voorkeur direct op de AGRAC te worden toegepast. Als SAMI wordt toegepast kunnen verdere ontspanningstechnieken achterwege blijven.

De nieuwe richtlijnen over het ontspannen van een AGRAC beschrijven ook het toelaten van bouwverkeer om een te hoge stijfheid te voorkomen (trilmethode, zie ook hieronder). Tevens wordt gemeld dat het bepalen van de stijfheid met behulp van valgewichtdeflectiemetingen waardevolle informatie oplevert.

Ontspannen van de AGRAC kan op meerdere manieren plaatsvinden. De meest bekende manieren van het beperken van de krimpspanning zijn kerven en beuken of trillen.

Kerven

Bij kerven brengt men op gezette afstanden een kerf aan die, zeker tot een scheur leidt. Door de afstanden klein te houden blijft de opening (beweging) van de kerf beperkt en kan de krimpspanning niet ver oplopen. Door de geringe bewegingen blijft de draagkracht van de AGRAC intact door interlocking van het materiaal. Er is geen sprake van een rechte scheur, maar van een soort visbekconstructie die de bovenliggende belasting verdeelt.

Het bitumineuze karakter van AGRAC dempt daarbij de krimpspanning beter af dan bijvoorbeeld zandcement of ongewapend beton. Bij deze laatste 2 zullen meer rechte, verticale spleten ontstaan, die de onderlinge bewegingen (mootwerking) vergroten. Normaliter zijn kerfafstanden in de breedte circa 3 tot 5 meter van elkaar en wordt een lengtekerf aangebracht in het midden van het wegvak, met een afstand tot de zijkant verharding van 7 tot 10 meter.

Het kerven vindt plaats direct na het mengen en profileren en gebeurt vaak met een bedienbaar snijwiel aan een wals. In het algemeen volstaat een kerfdiepte van 1/3 van de dikte van het AGRAC, om het gewenste doorscheuren van de kerf naar de onderzijde van de AGRAC te realiseren. De kerfafstand kan berekend worden met het programma ARCDISO[®] en is onder andere afhankelijk van de te behalen stijfheid van de AGRAC. Hoe hoger de stijfheid (en dus het krimpgedrag) van het materiaal, hoe korter de kerfafstanden dienen te zijn.

Beuken

De tweede optie om AGRAC te ontspannen is via beuken of trillen. Dit kan op een grove manier en op een fijne manier. De grove manier betekent dat er met een zware ongelijke rol klappen op de AGRAC worden gegeven, waardoor de door het cement ontstane binding zal doorbreken. Hetzelfde effect treedt op, als er gebeukt wordt met behulp van een guillotinebreker. Beide beukmethoden zijn erg grof en leveren een inhomogene stijfheid van de AGRAC op. Het proces is redelijk grofmazig en daardoor slecht beheersbaar. De beukmethode kan pas plaatsvinden nadat er enige binding is ontstaan in de AGRAC.

Trillen

Een methode die erg in de belangstelling staat en omschreven wordt in de nieuwe publicatie van het CROW is microscheuren aanbrengen in de AGRAC door een (beïnstroomde) trilwals over een gebonden AGRAC te laten rijden. Ook kunnen de microscheuren aangebracht worden door bouwverkeer versprend over de AGRAC-baan te laten rijden. Belangrijk is dat dit in de periode gebeurt dat het materiaal aan het opstijven is. Te lang wachten levert een te grote stijfheid op waardoor het effect van breken niet meer op zal treden. Te kort wachten vernielt de plaatwerking. Met deze methode is nog weinig ervaring opgedaan en er is ook weinig bekend over de homogeniteit van de stijfheid die naderhand overblijft. Ook is het effect van de opstijving die op langere termijn ontstaat, niet genoeg bekend. Hierdoor zou in een later stadium alsnog een homogene plaat kunnen ontstaan (of een ongebonden laag).

Als de methode met beuken en trillen in de toekomst verder doorontwikkeld wordt, is gebruik van moderne walstechnieken zoals de Bomag-wals onontbeerlijk. De in-situ stijfheid van de onderbouw kan hierbij tijdens het trillen worden gemeten.

Gegeven deze onzekerheden, blijft voor Rijkswaterstaatprojecten het aanbrengen van een SAMI voorlopig de enige risicoloze oplossing ter ontspanning van een verhardingsconstructie met een AGRAC-fundering. Als de nieuw omschreven methodes een hogere spreiding geven in stijfheid is het toepassen van kerven en een SAMI nog altijd de meest risicoloze oplossing.

Deflectiemetingen tot 6 maanden na aanleg bij Agrac met 2% cement (gem. 3MPa na 28 dagen druksterkte met invloed van asfalteren)

