

Notitie

Aan
Cyrus Infra Engineering

Van
Ir. G.B. Derksen

Onderwerp
Relatie lab/praktijk bij FAP testen

Technical Sciences
Oude Waalsdorperweg 63
2597 AK Den Haag
Postbus 96864
2509 JG Den Haag

www.tno.nl

T +31 88 866 10 00
F +31 70 328 09 61

Datum
18 februari 2014

Onze referentie
TNO-060-DHW-2014-00358

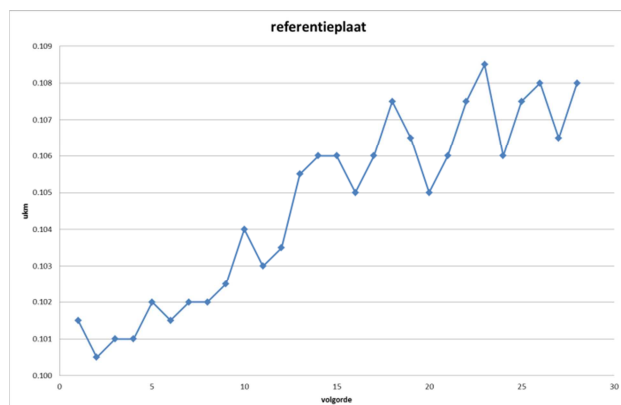
Doorkiesnummer
+31 88 866 63 49

Inleiding

Deze notitie bevat de resultaten van de analyse van de fase 'lab/praktijk' proeven van het Friction After Polishing (FAP) ringonderzoek van 2013, zie ook het verslag van het ringonderzoek, TNO-060-DHW-2013-02049 [1]. Ten behoeve van de lab/praktijk fase zijn er FAP testen gedaan op een 28-tal kernen. Van deze kernen zijn er 14 afkomstig van de weg en worden aangeduid middels de term BoorKern, bij 7 gaat het om de deklaag ZOAB 0/16 en bij 7 om ZOAB 4/8. De andere 14 zijn monsters die volgens de norm DIN EN 12697-33 [2] zijn geproduceerd, deze kernen worden aangeduid met de term WalzSektorVerdichter (afgekort tot WSV). Ook hiervan gaat het om 7 ZOAB 0/16 monsters en 7 ZOAB 4/8 monsters. Een overzicht van de gegevens staat in Bijlage 1.

Controleplaten

De monsters zijn in random volgorde geanalyseerd. Conform het voorschrift van de proef [3] zijn voor en na elke bepaling metingen verricht aan een controleplaat. Het gemiddelde van deze controleplaten μ_{km} wordt gebruikt om de FAP waarden te corrigeren. Indien μ_{km} uitgezet wordt tegen de volgorde waarin de metingen verricht zijn, blijkt er een duidelijk verband te bestaan tussen deze 2 grootheden (zie figuur 1). Deze relatie komt er op neer dat μ_{km} gemiddeld met 0.0003 toeneemt per test.



Figuur 1: Relatie tussen gemiddelde μ_{km} voor en na een test op controleplaat en volgorde van meten.

Uitbijters

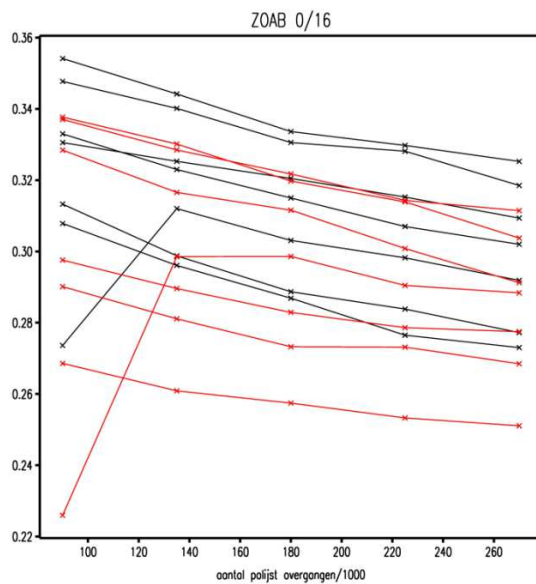
In figuren 2 en 3 staan per deklaag de met μ_{km} gecorrigeerde FAP waarden uitgezet tegen het aantal polijstovergangen. Duidelijk is te zien dat:

- Er een relatie bestaat met aantal polijstovergangen.
- Er vermoedelijk 2 uitbijters zijn bij ZOAB 0/16. Hoewel er geen verklaring is gevonden voor deze 2 afwijkende waarden zijn deze 2 metingen in het vervolg toch weg gelaten.

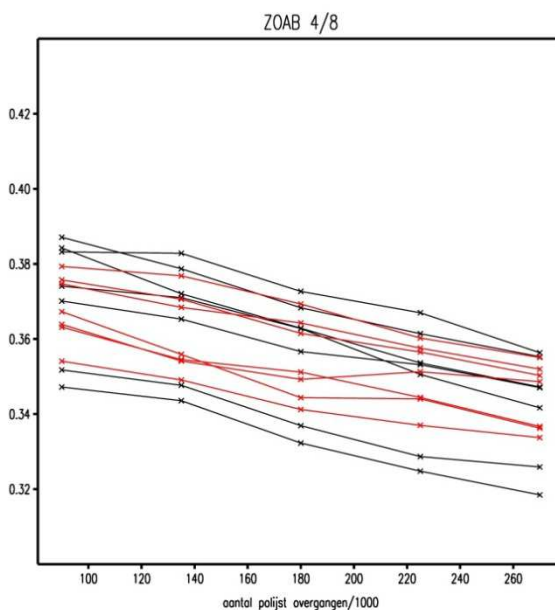
Datum
18 februari 2014

Onze referentie
TNO-060-DHW-2014-00358

Blad
2/7



Figuur 2: FAP waarden afhankelijk van aantal polijstovergangen bij ZOAB 0/16; zwart is praktijk, rood is WSV.



Figuur 3: FAP waarden afhankelijk van aantal polijstovergangen bij ZOAB 4/8; zwart is praktijk, rood is WSV.

Helling

Per kern is er een relatie gefit tussen de met μ_{km} gecorrigeerde FAP waarden en het aantal polijstovergangen volgens het model

$$FAP = a + b \cdot 10 \log(\text{aantal polijstovergangen})$$

Het gehanteerde model is analoog aan het model dat in de notitie 'Relatie aantal overgangen bij FAPtest en voertuigpassages' [4] beschreven staat.

Variantieanalyses op de hellingen voor de verschillende deklagen levert op (zie ook tabel 1) dat bij:

- deklaag ZOAB 0/16 de hellingen bij boorkernen net niet verschillend zijn van die bij de laboratoria:
- deklaag ZOAB 4/8 de hellingen bij de boorkernen net wel verschillend zijn van die bij de laboratoria

Deze waarden voor de hellingen wijken af van de waarde -0.0813 die in [4] gevonden is. Onduidelijk is wat de oorzaak is van het verschil in de helling bij deze twee onderzoeken. Mogelijke oorzaak kan zijn dat twee verschillende laboratoria de metingen verricht hebben.

Tabel 1: Gemiddelde van de geschatte hellingen afhankelijk van deklaag en herkomst van de kernen.

Type	Helling (=b)	
	ZOAB 0/16	ZOAB 4/8
BoorKern	-0.0636	-0.0629
WSV	-0.0518	-0.0491
Gemiddeld	-0.0577	-0.0560

Verskil tussen lab en praktijk

In tabel 2 staan de gemiddelde FAP waarde, ook hier is te zien dat het verschil in verloop bij ZOAB 4/8 bij BoorKernen sterker is dan bij WSV. Bij WSV is bij 90.000 overgangen het verschil 0.003 in het voordeel van BK maar bij 270.000 overgangen is het verschil ook 0.003 maar nu in het voordeel van WSV. Bij ZOAB 0/16 is het verloop gelijk, het verschil blijft 0.020

Tabel 2: Gemiddelde waarden van de kernen afhankelijk van deklaag, herkomst van de kernen en aantal polijstovergangen.

gemiddelde		FAP 90	FAP 135	FAP 180	FAP 225	FAP 270
deklaag	herkomst					
ZOAB 0/16	BK	0.331	0.321	0.313	0.307	0.301
	WSV	0.310	0.301	0.294	0.289	0.284
ZOAB 4/8	BK	0.371	0.366	0.356	0.348	0.342
	WSV	0.368	0.361	0.354	0.350	0.345

Datum

18 februari 2014

Onze referentie

TNO-060-DHW-2014-00358

Blad

3/7

Variatie-analyse op FAP90 levert op dat bij zowel ZOAB 0/16 als ZOAB 4/8 de verschillen tussen BK en WSV niet significant zijn.

In tabel 3 staan de varianties tussen de kernen voor de verschillende combinaties van deklaag en herkomst. Het blijkt dat deze varianties afhankelijk zijn van deze combinaties. Bij ZOAB 4/8 zijn deze lager dan bij ZOAB 0/16. Bovendien is voor WSV de variantie bij ZOAB 4/8 een stuk lager (factor 5 tot 8) dan bij ZOAB 0/16. In tabel 3 is tevens de overall standaardafwijking **s** gegeven.

Datum

18 februari 2014

Onze referentie

TNO-060-DHW-2014-00358

Blad

4/7

Tabel 3: Varianties tussen de kernen afhankelijk van deklaag, herkomst van de kernen en aantal polijstovergangen. De kolom **s bevat de gemiddelde standaardafwijking.**

deklaag	herkomst	varianties					s (pooled)
		FAP 90	FAP 135	FAP 180	FAP 225	FAP 270	
ZOAB 0/16	BK	0.0003	0.0004	0.0004	0.0005	0.0005	0.02
	WSV	0.0008	0.0008	0.0007	0.0006	0.0005	0.03
ZOAB 4/8	BK	0.0003	0.0002	0.0002	0.0003	0.0002	0.02
	WSV	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.01

De standaardafwijkingen **s** bevatten behalve de spreiding tussen kernen ook nog de spreiding als gevolg van de meetfout **sr** van een enkele meting bij desbetreffend laboratorium. Per combinatie van deklaag en herkomst kan de interactie tussen het monsternummer en het aantal polijstovergangen gebruikt worden als benadering van deze meetfout. Indien de **sr** op deze wijze geschat wordt blijkt dat voor de 4 combinaties van herkomst en deklaag **sr** ongeveer 0.003 is, met andere woorden de spreiding tussen de monster is de dominante factor in **s**. De verschillen in **s** kunnen verklaard worden door verschillen in spreiding tussen de monsters. De monsters met deklaag ZOAB 4/8 die afkomstig zijn uit het laboratorium lijken het meest op elkaar. Een ander gevolg van de gevonden **sr** is dat de schatting voor de herhaalbaarheid **r** van een enkele meting bij dit laboratorium gelijk is aan $8.5 \cdot 10^{-3}$.

Deze waarden zijn niet zonder meer vergelijkbaar met de in [1] gevonden reproduceerbaarheid van 0.070. Daar ging het om gemiddelde waarde van 2 kernen en spreiding tussen laboratoria.

Conclusie

De FAP[90] waarden bepaald op boorkernen uit de weg zijn niet significant verschillend van de in het laboratorium met behulp van de Walzsektorverdichter gemaakte proefstukken.

Aanbevelingen

- Het onderzoek geeft aan dat het mogelijk moet zijn om gebruik te kunnen maken van met de Walzsektoverdichter gemaakte proefstukken in plaats van boorkernen uit de weg. De proefstukken zijn gemaakt conform norm DIN EN 12697-33 [2].
- Dit onderzoek is uitgevoerd bij 1 laboratorium zodat de conclusies alleen geldig zijn voor dit laboratorium. Voordat de conclusies algemeen geldig verklaard kunnen worden, verdient het aanbeveling om een extra ringonderzoek uit te voeren. Dat onderzoek moet vooral gericht zijn op de mogelijke laboratorium afhankelijkheid van het verloop van de helling met aantal polijstovergangen.
- De gevonden relatie tussen FAP waarden en aantal polijstovergangen wijkt af van de eerder gevonden waarde. Het achterhalen wat de oorzaak hiervan is en wat de consequenties hiervan zijn ten aanzien van het voorspellen van de maximale belasting vereist nader onderzoek.

Datum

18 februari 2014

Onze referentie

TNO-060-DHW-2014-00358

Blad

5/7

Literatuur

- [1] G.B. Derksen, Ringonderzoek FAP 2013, TNO-060-DHW-2013-02049
- [2] DIN EN12697-33:2004-03, Bituminous mixtures- test methods for hot mix asphalt- Part 33 : Specimen prepared by roller compactor;
- [3] CEN/TC 227 (2011-3), prEN 12697-49:2011. Bituminous mixtures – Test methods for hot mix asphalt- Part49: Determination of Friction After Polishing
- [4] G.B. Derksen, Relatie aantal overgangen bij FAPtest en voertuigpassages, 22-01-2013 (TNO projectnr 054.02234)

Datum

18 februari 2014

Onze referentie

TNO-060-DHW-2014-00358

Blad

6/7

Datum
18 februari 2014

Onze referentie
TNO-060-DHW-2014-00358

Blad
7/7

Bijlage 1: overzicht van gegevens van lab/praktijkproef

Proefstuk	deklaag	herkomst	controleplaat					controleplaat na	
			voor	FAP[90]	FAP[135]	FAP[180]	FAP[225]		FAP[270]
102	ZOAB 4/8	WSV	0.101	0.477	0.472	0.463	0.458	0.452	0.102
104	ZOAB 4/8	WSV	0.100	0.480	0.477	0.470	0.461	0.456	0.101
143	ZOAB 4/8	BK	0.101	0.485	0.473	0.464	0.455	0.448	0.101
5	ZOAB 0/16	WSV	0.100	0.429	0.418	0.413	0.402	0.392	0.102
7	ZOAB 0/16	WSV	0.102	0.440	0.432	0.422	0.416	0.406	0.102
113	ZOAB 4/8	BK	0.102	0.476	0.472	0.464	0.452	0.443	0.101
3	ZOAB 0/16	WSV	0.101	0.439	0.430	0.424	0.416	0.413	0.103
144	ZOAB 4/8	BK	0.103	0.489	0.481	0.470	0.463	0.457	0.101
128	ZOAB 4/8	BK	0.100	0.486	0.485	0.475	0.469	0.459	0.105
58	ZOAB 0/16	BK	0.104	0.437	0.427	0.419	0.411	0.406	0.104
28	ZOAB 0/16	BK	0.104	0.411	0.399	0.390	0.379	0.376	0.102
105	ZOAB 4/8	WSV	0.101	0.478	0.472	0.468	0.461	0.455	0.106
14	ZOAB 0/16	BK	0.106	0.436	0.431	0.426	0.421	0.415	0.105
101	ZOAB 4/8	WSV	0.106	0.470	0.460	0.455	0.457	0.455	0.106
106	ZOAB 4/8	WSV	0.106	0.473	0.462	0.450	0.450	0.442	0.106
13	ZOAB 0/16	BK	0.107	0.418	0.404	0.394	0.389	0.382	0.103
107	ZOAB 4/8	WSV	0.104	0.469	0.460	0.457	0.450	0.443	0.108
43	ZOAB 0/16	BK	0.108	0.381	0.420	0.411	0.406	0.399	0.107
2	ZOAB 0/16	WSV	0.107	0.375	0.367	0.364	0.360	0.358	0.106
103	ZOAB 4/8	WSV	0.104	0.459	0.454	0.446	0.442	0.439	0.106
29	ZOAB 0/16	BK	0.105	0.454	0.446	0.437	0.434	0.425	0.107
158	ZOAB 4/8	BK	0.106	0.478	0.473	0.464	0.461	0.455	0.109
44	ZOAB 0/16	BK	0.109	0.463	0.453	0.442	0.438	0.434	0.108
129	ZOAB 4/8	BK	0.106	0.453	0.450	0.438	0.431	0.424	0.106
1	ZOAB 0/16	WSV	0.107	0.333	0.406	0.406	0.398	0.396	0.108
4	ZOAB 0/16	WSV	0.109	0.398	0.389	0.381	0.381	0.376	0.107
114	ZOAB 4/8	BK	0.106	0.458	0.454	0.443	0.435	0.432	0.107
6	ZOAB 0/16	WSV	0.109	0.406	0.398	0.391	0.387	0.385	0.107

De uitbijters zijn met een gele arcering gemarkeerd.