

Notitie

Aan
Cyrus Infra Engineering

Van
Ir. G.B. Derksen

Onderwerp
Ringonderzoek FAP 2013

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 88 866 65 75

Datum
14 augustus 2013

Onze referentie
TNO-060-DHW-2013-02049

E-mail
giljam.derksen@tno.nl

Doorkiesnummer
+31 88 866 63 49

Inleiding

Deze notitie bevat de evaluatie van de Friction After Polishing (FAP) ringonderzoek van 2013. In dit onderzoek hebben een 9-tal laboratoria een 6-tal asfalt kernen ontvangen om de wrijvingscoëfficiënt te bepalen. Deze coëfficiënten zijn na 90,135,180,225 en 270 duizend polijstovergangen bepaald. Drie van de kernen waren afkomstig van deklaag type ZOAB_0/16, de andere 3 van ZOAB_4/8. Hoe deze FAP test uitgevoerd wordt en hoe de metingen vertaald worden naar een FAP waarde staat beschreven in [1]. Voor deze evaluatie is hoofdstuk 8 'Calculation and expression of the results' van [1] van belang. Samengevat komt de berekeningswijze op het volgende neer:

The mean value of the friction coefficient of the fitted graphs at 60 km/h shall be taken as the measuring result μ_m

The measuring results obtained from the control plate before and after the friction measurement shall be averaged μ_{km}

The laboratory skid resistance μ_{PWS} for the sample, corresponding to a control surface with a grip value of μ_{ref} , results in the following

$$\mu_{PWS} = \mu_m - \mu_{km} + \mu_{ref}$$

The test result PWS is the average calculated from at least two individual measurements. If the difference between two individual results is greater than 0.03 the test is invalid and an additional sample shall be tested. This additional result shall be averaged with the closer initial result. The result PWS is given to an accuracy of two digits after the comma.

De input van de evaluatie van het ringonderzoek zijn de μ_m (FAP[...]) waarden en de metingen aan de controleplaten (μ_{km}), zie bijlage 1¹⁾.

In deze evaluatie wordt ingegaan op het berekenen van de testwaarden en het bepalen van de reproduceerbaarheid van de methode afhankelijk van wegdektype en aantal polijstovergangen. Tevens wordt aangegeven hoe de controleplaten ook gebruikt kunnen worden als kwaliteitsparameter.

¹⁾ Het aantal decimalen dat door de verschillende laboratoria gebruikt wordt om de gegevens te rapporteren varieert, meestal 3 maar 4 komt ook voor

Controleplaat (μ_{km})

Onderdeel van de procedure is het gebruik van een controleplaat die 2*gemeten wordt. Een keer voor en een keer na de verschillende FAP bepalingen aan een kern. Het doel is om te kunnen corrigeren voor tijdelijke verstoringen.

In figuur 1 is, per kern, het gemiddelde van de FAP waarden uitgezet tegen het gemiddelde van de bepalingen aan de referentie plaat. Er van uitgaande dat het materiaal 'identiek' is moet er een relatie bestaan tussen deze grootheden.

Een hoge/lage gevonden FAP waarde kan verklaard worden door een hoge/lage controle meting. Op deze wijze wordt voor systematische verschillen gecorrigeerd. Dit figuur toont aan dat er geen duidelijke relatie bestaat tussen de FAP waarden en de controleplaat.

Datum

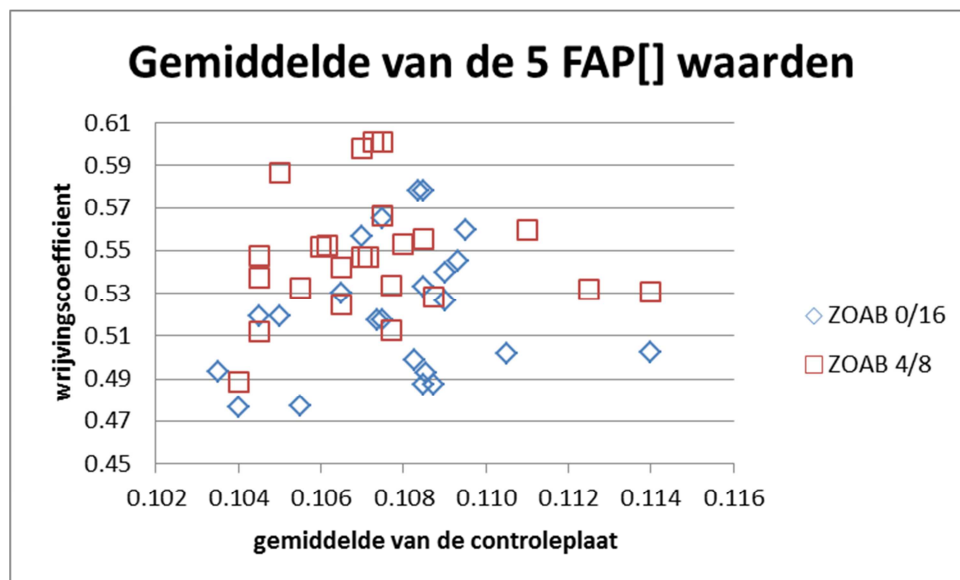
14 augustus 2013

Onze referentie

TNO-060-DHW-2013-02049

Blad

2/6



Figuur 1: Gemiddelde van de FAP[] waarden en de controleplaten per kern voor de deklaagtypen ZOAB 0/16 en ZOAB 4/8.

Vervolgens zijn, per laboratorium, de gemiddelden van de FAP waarden, de referentie waarden en de gecorrigeerde FAP waarden uitgerekend. De resultaten staan in tabel 1, in deze tabel staan de laboratoria gesorteerd op volgorde van de desbetreffende meting. Uit deze tabellen volgt dat de verschillen tussen de labs met betrekking tot de referentieplaat gering is ten opzichte van de verschillen in FAP waarden, met andere woorden, de controleplaat heeft een minimaal corrigerend effect.

Datum
14 augustus 2013

Onze referentie
TNO-060-DHW-2013-02049

Blad
3/6

Tabel 1: Gemiddelde FAP waarden aan boorkernen, controle platen en gecorrigeerde waarden in relatie tot het laboratorium nummer.

lab	gem alle fapwaarden	lab	gem van de platen	lab	gecorrigeerd
7	0.4973	7	0.1047	7	0.3926
4	0.5165	2	0.1048	4	0.4038
3	0.5186	8	0.1069	3	0.4102
2	0.5234	9	0.1075	2	0.4187
1	0.5452	6	0.1075	1	0.4359
6	0.5472	5	0.1076	6	0.4397
9	0.5472	3	0.1084	9	0.4397
8	0.5488	1	0.1094	8	0.4419
5	0.5658	4	0.1128	5	0.4582

Conclusie

Het effect van de controleplaat is verwaarloosbaar.

Aandachtspunt

Wellicht is het gebruik van controleplaten contraproductief als gevolg van extra metingen die gedaan worden terwijl er geen relatie bestaat tussen de platen en de FAP waarden. Door deze extra metingen wordt extra ruis geïntroduceerd.

Gebruik van de controleplaat als kwaliteitsparameter

In de norm wordt de controleplaat alleen gebruikt als correctie term.

De controleplaat kan echter ook gebruikt worden om na te gaan of

- 1) er tijdens het beproeven van een kern iets misgaat
- 2) voor de laboratoria die aan de ringonderzoek mee hebben gedaan de omstandigheden veranderd zijn ten opzichte van de situatie ten tijde van de ringonderzoek. Hierbij kan nog onderscheid gemaakt worden of dit plaats vindt aan de hand van
 - a. één controlemeting en wel die gedaan wordt voordat de FAP waarden bepaald worden
 - b. twee controlemetingen, het gemiddelde van de controle meting voor en na het bepalen van de FAP waarden

De procedures voor deze 3 tests zijn gebaseerd op de nauwkeurigheid van een individuele meting aan de controleplaat.

Per laboratorium zijn er 8 à 12 metingen aan de controleplaten. Hierdoor is het mogelijk om met behulp van een variantie analyse een nauwkeurigheid van de metingen aan de controleplaten te bepalen. Deze analyse levert een restvariantie van 0.000023 (85 graden van vrijheid). Dit betekent dat de sigmawaarde van een enkele meting aan een controleplaat gelijk is aan 0.0015 wat resulteert in een herhaalbaarheid r van 0.0042. De procedures voor de 3 testen zijn nu als volgt:

- 1) Problemen tijdens uitvoeren van de test.
Bereken verschil tussen de metingen aan de controle platen voor en na de FAP test. Indien de absolute waarde van dit verschil groter is dan de

- herhaalbaarheid van 0.004 dan is met 95% betrouwbaarheid aangetoond dat het verschil niet 0 is. Voor 99% betrouwbaarheid geldt een waarde van 0.006
- 2) Veranderingen ten opzichte van de situatie ten tijde van het ringonderzoek.
- a. bereken verschil tussen de meting aan de controleplaat voor de FAP test en het gemiddelde van desbetreffende lab ten tijde van het ringonderzoek (zie tabel 1). Indien de absolute waarde van dit verschil groter is dan 0.003 dan is met 95% betrouwbaarheid aangetoond dat het verschil niet 0 is. Voor 99% betrouwbaarheid geldt een waarde van 0.005
 - b. bereken verschil van het gemiddelde van de metingen aan de controleplaat voor en na FAP test met het gemiddelde van desbetreffende lab ten tijde van het ringonderzoek (zie tabel 1). Indien de absolute waarde van dit verschil groter is dan 0.002 dan is met 95% betrouwbaarheid aangetoond dat het verschil niet 0 is. Voor 99% betrouwbaarheid geldt een waarde van 0.003.

Datum

14 augustus 2013

Onze referentie

TNO-060-DHW-2013-02049

Blad

4/6

Gebruik van referentie waarde (μ_{ref})

Volgens de procedure moet na de correctie voor de referentie platen een 2^o correctie plaats vinden (voor ieder lab gelijk) middels een referentie waarde μ_{ref} . Aangezien deze waarde voor elk laboratorium gelijk is, is deze in het kader van een ringonderzoek theoretisch gezien niet van belang. Bij een ringonderzoek is men immers geïnteresseerd in verschillen tussen laboratoria.

Aandachtspunten

In de praktijk kan het gebruik van de referentiewaarde μ_{ref} wel een effect hebben op de reproduceerbaarheid als gevolg van de voorgeschreven afrondingsprocedure.

Wil men een absolute FAP waarde gebruiken dan is deze μ_{ref} in ieder geval van belang. De vraag is dan wel wat deze referentie waarde moet zijn.

Het lijkt aannemelijk dat μ_{ref} in de orde van grootte van de controleplaten moet liggen zodat de gecorrigeerde waarde niet al te veel afwijkt van de metingen.

Bepaling van de reproduceerbaarheid [2].

Het uiteindelijke resultaat van een FAP meting is het gemiddelde van metingen aan 2 kernen.

In het ringonderzoek is door elk laboratorium 2 of 3²⁾ kernen onderzocht voor zowel ZOAB 0/16 als ZOAB 4/8. Volgens de definitie van een FAP resultaat levert elk laboratorium per type ZOAB slechts 1 meting. De spreiding tussen labs is dan de spreiding tussen labs inclusief de meetonnauwkeurigheid.

²⁾ Het lijkt er op dat enkele laboratoria standaard 3 kernen beproeven, onafhankelijk of volstaan kan worden met het beproeven van slechts 2 kernen

Het is, als gevolg van de opzet van het onderzoek, niet mogelijk om een schatting te krijgen van de pure meetfout. Dit zou wel mogelijk geweest zijn indien elk laboratorium van elk type ZOAB een 6-tal kernen had gekregen. Dit zou echter neerkomen op een verdubbeling van het aantal benodigde kernen en meet-effort. De variantie S2 tussen de labgemiddelden is de basis voor de schatting van de reproduceerbaarheid R. De resultaten voor de 2 asfaltmengsels staan in tabel 2. Deze grootheden zijn berekend met en zonder rekening te houden met de referentieplaten. Bij deze berekeningen

- Is afgezien van een correctie middels een μ_{ref} omdat
 - o een wel-gedefinieerde referentiewaarde μ_{ref} ontbreekt
 - o μ_{ref} niet echt nodig is voor het berekenen van de reproduceerbaarheid
- Zijn alle geleverde meetwaarden eerst afgerond op 2 decimalen

Conclusie

Indien niet gecorrigeerd wordt voor de controleplaten zijn de reproduceerbaarheden lager (maar niet significant) dan wanneer wel gecorrigeerd wordt voor de referentieplaten. De verschillen tussen de 2 deklaagsoorten zijn niet significant en de verschillen tussen de verschillende FAP niveaus zijn evenmin significant.

Tabel 2 Varianties (S2) tussen laboratoria en reproduceerbaarheden (R) voor de Friction After Polishing test afhankelijk van deklaag type, aantal polijstovergangen en het gebruik van controleplaten.

	inclusief platen				zonder platen			
	ZOAB 0/16		ZOAB 4/8		ZOAB 0/16		ZOAB 4/8	
	S2	R	S2	R	S2	R	S2	R
FAP[90]	0.00080	0.080	0.00053	0.065	0.000486	0.062	0.00064	0.072
FAP[135]	0.00064	0.071	0.00071	0.075	0.000603	0.069	0.00035	0.053
FAP[180]	0.00088	0.084	0.00074	0.077	0.000703	0.075	0.00060	0.069
FAP[225]	0.00065	0.072	0.00055	0.067	0.000561	0.067	0.00064	0.071
FAP[270]	0.00070	0.075	0.00049	0.062	0.000619	0.070	0.00048	0.062
gem	0.00073	0.077	0.00060	0.069	0.00059	0.069	0.00054	0.066

Literatuur

- [1] CEN/TC 227 (2011-3), prEN 12697-49:2011. Bituminous mixtures – Test methods for hot mix asphalt- Part49: Determination of Friction After Polishing
- [2] ISO 3534-1; 1993. Statistics -Vocabulary and symbols- Part 1: Probability and general terms.

Datum

14 augustus 2013

Onze referentie

TNO-060-DHW-2013-02049

Blad

5/6

Bijlage 1: gegevens ringonderzoek 2013

Datum

14 augustus 2013

Onze referentie

TNO-060-DHW-2013-02049

Blad

6/6

lab nr	deklaag	kern	KALvoor	FAP[90]	FAP[135]	FAP[180]	FAP[225]	FAP[270]	KALna
1	ZOAB 0/16	1	0.1090	0.5630	0.5410	0.5390	0.5290	0.5260	0.1090
1	ZOAB 0/16	2	0.1100	0.5410	0.5350	0.5230	0.5190	0.5150	0.1080
1	ZOAB 4/8	1	0.1090	0.5650	0.5600	0.5570	0.5500	0.5450	0.1080
1	ZOAB 4/8	2	0.1100	0.5670	0.5660	0.5600	0.5560	0.5480	0.1120
2	ZOAB 0/16	1	0.1040	0.5400	0.5270	0.5180	0.5060	0.5040	0.1060
2	ZOAB 0/16	2	0.1050	0.5220	0.5260	0.4980	0.5290	0.5200	0.1040
2	ZOAB 0/16	3	0.1030	0.4950	0.4940	0.4980	0.4890	0.4920	0.1040
2	ZOAB 4/8	1	0.1030	0.5400	0.5410	0.5390	0.5350	0.5310	0.1060
2	ZOAB 4/8	2	0.1040	0.5490	0.5580	0.5480	0.5420	0.5400	0.1050
2	ZOAB 4/8	3	0.1060	0.5370	0.5190	0.5270	0.5200	0.5190	0.1070
3	ZOAB 0/16	1	0.1105	0.5725	0.5496	0.5413	0.5357	0.5277	0.1082
3	ZOAB 0/16	2	0.1096	0.5102	0.4998	0.4917	0.4843	0.4775	0.1074
3	ZOAB 0/16	3	0.1100	0.5105	0.5075	0.4982	0.4915	0.4850	0.1065
3	ZOAB 4/8	1	0.1067	0.5446	0.5419	0.5347	0.5277	0.5202	0.1088
3	ZOAB 4/8	2	0.1096	0.5413	0.5351	0.5279	0.5219	0.5153	0.1079
3	ZOAB 4/8	3	0.1089	0.5275	0.5189	0.5107	0.5065	0.5007	0.1065
4	ZOAB 0/16	1	0.1150	0.5020	0.5160	0.4980	0.4970	0.4980	0.1130
4	ZOAB 0/16	2	0.1090	0.5050	0.5190	0.4940	0.4980	0.4930	0.1120
4	ZOAB 4/8	1	0.1120	0.5380	0.5360	0.5340	0.5220	0.5290	0.1130
4	ZOAB 4/8	2	0.1130	0.5380	0.5360	0.5310	0.5220	0.5250	0.1150
5	ZOAB 0/16	1	0.1070	0.5520	0.5370	0.5290	0.5270	0.5210	0.1100
5	ZOAB 0/16	2	0.1080	0.5840	0.5760	0.5670	0.5530	0.5440	0.1070
5	ZOAB 0/16	3	0.1100	0.5850	0.5720	0.5550	0.5490	0.5360	0.1090
5	ZOAB 4/8	1	0.1100	0.5920	0.5530	0.5430	0.5410	0.5350	0.1060
5	ZOAB 4/8	2	0.1050	0.6170	0.5990	0.5970	0.5930	0.5840	0.1090
5	ZOAB 4/8	3	0.1040	0.6160	0.6030	0.5800	0.5720	0.5610	0.1060
6	ZOAB 0/16	1	0.1079	0.5937	0.5857	0.5726	0.5740	0.5651	0.1088
6	ZOAB 0/16	2	0.1104	0.5244	0.4979	0.4782	0.4694	0.4672	0.1071
6	ZOAB 0/16	3	0.1067	0.5313	0.5234	0.5157	0.5114	0.5067	0.1080
6	ZOAB 4/8	1	0.1084	0.5480	0.5546	0.5519	0.5429	0.5370	0.1059
6	ZOAB 4/8	2	0.1063	0.5789	0.5623	0.5545	0.5382	0.5267	0.1060
6	ZOAB 4/8	3	0.1055	0.5956	0.6083	0.6065	0.6025	0.5922	0.1090
7	ZOAB 0/16	1	0.1040	0.4990	0.4910	0.4690	0.4660	0.4580	0.1040
7	ZOAB 0/16	2	0.1060	0.4970	0.4890	0.4770	0.4750	0.4480	0.1050
7	ZOAB 4/8	1	0.1070	0.5600	0.5410	0.5350	0.5150	0.5110	0.1040
7	ZOAB 4/8	2	0.1060	0.5010	0.5010	0.4860	0.4810	0.4740	0.1020
7	ZOAB 4/8	3	0.1060	0.5330	0.5270	0.4960	0.5030	0.5000	0.1030
8	ZOAB 0/16	1	0.1070	0.5470	0.5400	0.5300	0.5200	0.5130	0.1060
8	ZOAB 0/16	2	0.1070	0.5780	0.5680	0.5570	0.5450	0.5350	0.1070
8	ZOAB 4/8	1	0.1060	0.5600	0.5470	0.5380	0.5360	0.5290	0.1070
8	ZOAB 4/8	2	0.1090	0.5800	0.5790	0.5710	0.5560	0.5460	0.1060
9	ZOAB 0/16	1	0.1080	0.5940	0.5860	0.5730	0.5740	0.5650	0.1090
9	ZOAB 0/16	2	0.1100	0.5240	0.4980	0.4780	0.4690	0.4670	0.1070
9	ZOAB 0/16	3	0.1070	0.5310	0.5230	0.5160	0.5110	0.5070	0.1080
9	ZOAB 4/8	1	0.1080	0.5480	0.5550	0.5520	0.5430	0.5370	0.1060
9	ZOAB 4/8	2	0.1060	0.5790	0.5620	0.5540	0.5380	0.5270	0.1060
9	ZOAB 4/8	3	0.1060	0.5960	0.6080	0.6070	0.6030	0.5920	0.1090