

유화아스팔트 바인더와 골재 특성이 칩씰 포장의 공용성에 미치는 영향 연구

Effect of Physical Characteristics of Emulsion Asphalt and Aggregate on Performance of Chip Seal Pavements

홍기윤 Hong, Ki Yun
김태우 Kim, Tae Woo
이현종 Lee, Hyun Jong
박희문 Park, Hee Mun
함상민 Ham, Sang Min

세종대학교 건설환경공학과 석사 (E-mail: pirezz@nate.com)
한국건설기술연구원 연구원 (E-mail: twkim@kict.re.kr)
정회원 · 세종대학교 건설환경공학과 교수 (E-mail: hlee@sejong.ac.kr)
정회원 · 한국건설기술연구원 연구위원 · 교신저자 (E-mail: hpark@kict.re.kr)
정회원 · 한국건설기술연구원 연구원 (E-mail: genie83@kict.re.kr)

ABSTRACT

PURPOSES : The objective of this study is to evaluate the effect of physical characteristics of emulsion asphalt and aggregate on performance of chip seal pavements.

METHODS : In order to evaluate the performance of chip seal materials, the sweep tests and Vialit Plate Shock tests were conducted on the mixtures with five emulsion asphalt binders and three aggregate types. The sweep tests was intended to investigate the change of bonding properties between emulsion asphalt and aggregate with curing time. The Vialit Plate Shock test was used to evaluate the bonding properties of chip seal materials at low temperatures.

RESULTS : Results from sweep tests showed that polymer modified emulsion asphalt can reduce the curing time by 1.5 hour comparing with typical emulsion asphalt. It is also found that the Flakiness Index of aggregates and absorption rate of binder are the major factors affecting the bonding properties of chip seal materials. The Vialit Plate Shock test results showed that the average aggregate loss of CRS-2 is ten times higher than CRS-2P No.2 indicating that the use of polymer additives in emulsion asphalt can improve the performance of chip seal materials in low temperature region.

CONCLUSIONS : The use of polymer in emulsion asphalt can decrease the curing time of chip seal materials and increase the bonding properties between aggregates and asphalt binder. It is also concluded that the lower Flakiness Index and absorption rate of aggregates can improve the performance of chip seal pavement.

Keywords

chip seal, emulsion, modified emulsion, sweep test, vialit plate shock test

Corresponding Author : Park, Hee Mun, Research Fellow
Korea Institute of Construction Technology, 283, Goyangdae-Ro,
Ilsanseo-Gu, Goyang-Si, Gyeonggi-Do, 411-712, Korea
Tel : +82.31.910.0323 Fax : +82.31.910.0161
E-mail : hpark@kict.re.kr

International Journal of Highway Engineering
http://www.ijhe.or.kr/
ISSN 1738-7159 (Print)
ISSN 2287-3678 (Online)

1. 서론

최근 집중호우, 교통량 및 중차량 증가로 인하여 도로의 파손이 증가하고 있고, 이에 따라 기존 도로포장의

유지보수에 막대한 비용이 소요되고 있는 실정이다. 이러한 도로 유지보수 비용을 절감하고 도로 공용수명을 증대시키기 위하여 다양한 유지보수 공법이 개발 및 적

용되고 있다. 특히 유화아스팔트 바인더와 골재만을 적용하여 시공성과 경제적인 측면을 향상시킨 칩씰(Chip Seal)공법은 미국과 유럽 지역에서 널리 사용되고 있다 (Lee, 2011). 칩씰공법은 일반적으로 Fig. 1과 같이 노후 또는 파손된 기존 포장 상부에 적용되며 아스팔트 살포, 골재 살포, 다짐의 순서로 시공절차가 간단하다는 장점이 있다. 칩씰공법에 사용되는 아스팔트 바인더는 포장에 발생한 균열을 충전하여 보수하는 기능이 있으며, 또한 미끄럼 저항성을 향상시키기 위한 치핑 골재를 고정시켜주는 역할을 한다. 일반적으로 칩씰용 아스팔트 바인더로는 주로 유화아스팔트 바인더와 개질 유화아스팔트 바인더가 널리 사용되고 있다. 칩씰포장은 교통량에 상관없이 시공이 가능한 유지관리 공법으로 발전하고 있으며, 주로 사용되는 칩씰공법으로는 싱글칩씰(Single Chip Seal), 더블칩씰(Double Chips Seal), 락인 씰(Racked-in Seal), 케이프 씰(Cape Seal) 등이 있다(Gransberg, 2005).

현재 미국에서는 칩씰공법에 관련하여 유화아스팔트 바인더를 제외한 골재 및 배합설계에 관해서는 국가 표준시방서가 제정되어 있지 않아 각 주마다 다른 기준을 적용하고 있는 실정이다. 국내의 칩씰 포장공법에 대한 연구는 칩씰용 개질 유화아스팔트 바인더에 대한 연구 외에는 골재의 함량 및 입형에 따른 적용성 평가 연구가 미미한 실정이다(김주희, 2007). 칩씰 포장공법이 국내에서 보다 폭넓게 활용되기 위해서는 본 공법에 대한 물성 및 공용성 평가와 국내 적용이 가능한 골재, 아스팔트 및 배합설계 등에 관련된 시방기준을 제정하여 과학적이고 체계적으로 관리해야 할 것으로 판단된다.

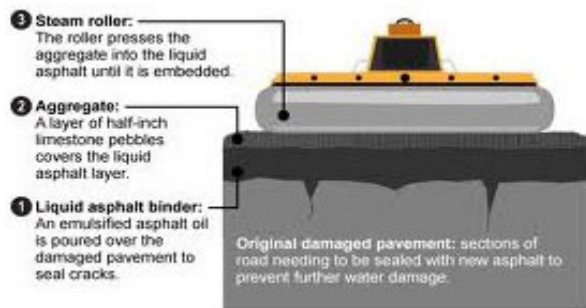


Fig. 1 Chip Seal Construction Practices(Spurlock, 2010)

2. 아스팔트 바인더 및 골재 선정

2.1. 아스팔트 바인더 선정

본 연구에서는 칩씰공법에 주로 사용되고 있는 유화아스팔트 바인더와 개질 유화아스팔트 바인더를

Shuler(2011)가 제시한 2종에 대하여 기본적으로 평가하였다. CRS-2 바인더는 유화아스팔트만을 사용하였으며, CRS-2P 바인더는 유화아스팔트에 폴리머 개질재를 첨가하였다. CRS-2P 바인더는 폴리머 개질재의 함량을 변화시켜 총 4종류로 구분하여 사용하였다. 개

Table 1. Characteristics of CRS-2 Binder Properties

Test Items	Criteria	Test Result
Viscosity : Viscosity Saybolt Furol at 50°C(122°F) SFS	100-400	135
Storage stability test, 24-h, %	≤ 1	0.1
Demulsibility, 35mL, 0.8% dioctyl sodium sulfosuccinate, %	≥ 40	62
Sieve-Test, %	≤ 0.1	0
Particle charge test	(+)	(+)
Distillation : Oil distillate, by volume of emulsion, %	≤ 3	0.6
Residue, %	≥ 65	66.3
Penetration, 25°C(77°F), 100g, 5s	100-250	132
Ductility, 25°C(77°F), 5cm/min, cm	≥ 40	98
Solubility in trichloroethylene, %	≥ 97.5	99.5

Table 2. Characteristics of CRS-2P Binder Properties

Test Items	Criteria	Test Result			
		No.1	No.2	No.3	No.4
Viscosity : Viscosity Saybolt Furol at 50°C(122°F) SFS	100-400	135	132	135	130
Storage stability test, 24-h, %	≤ 1	0.1	0.1	0.1	0.1
Demulsibility, 35mL, 0.8% dioctyl sodium sulfosuccinate, %	≥ 40	62	62	68	65
Sieve-Test, %	≤ 0.1	0	0	0	0
Particle charge test	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)
Residue, %	≥ 65	66.5	66.7	66.9	66.5
Elastic Recovery	≥ 50	65	68	71	67
Penetration, 25°C(77°F), 100g, 5s	100-175	132	125	120	105
Polymer solids content(%)	≥ 2.5	2.6	3.2	4.2	5.2
Ductility, 4°C(39°F), 5cm/min, cm	≥ 30	68	68	68	68
Ductility, 25°C(77°F), 5cm/min, cm	≥ 125	135	135	135	135
Solubility in trichloroethylene, %	≥ 97.5	99.5	99.5	99.5	99.5

질재의 함량은 Shuler(2011)가 제시한 개질재 최소함량 2.6%와 다양한 바인더 시험에 의해 가장 우수한 시험값을 나타낸 개질재 함량 3.2%(No.2)에 대하여 비교 평가하였다. 또한 교통개방시간을 단축하기 위하여 No.2 바인더에 촉매제 역할을 하는 글리세롤을 1% 첨가한 No.3와 침입도를 낮추어 결합력을 증가시키기 위한 목적으로 No.3에 석유수지 1%를 첨가하여 No.4를 제조하여 개질 유화아스팔트 바인더에 대하여 물리적 특성을 비교하여 Table 1과 Table 2에 ASTM 시험규정에 따른 시험결과를 정리하였다.

2.2. 골재 선정

칩셀공법에 사용될 골재를 선정하기 위하여 국내에 석산을 보유한 지역에서 총 5종의 골재를 채취하였고, 인공골재인 제강슬래그 1종을 확보하였다. 골재의 편장석은 칩셀포장의 공용성에 중요한 영향을 미치는 요소 중 하나로(김주희, 2007), 지역 골재별 편장석률을 KS F 2575에 따라 평가하였다. 편장석률에 대한 조사결과, 총 5종의 골재 중에 편장석률 기준인 25% 이상인 골재를 제외하여 최종적으로 Table 3의 골재를 선정하였다.

Table 3. Type of Aggregate for Chip-Seal

	Location	Aggregate
A	Chungcheongnam-do	Granite
B	Gyeongsang-do	Granite
C		Steel Slag

선정된 골재의 칩셀공법에 적합성을 평가하기 위해서 ‘Manual for Emulsion-Based Chip Seals for Pavement Preservation(Shuler, 2011)’에서 제시한 시험법과 기준을 적용하여 골재 시험을 실시하였다. 칩셀용 골재의 크기로 제시된 입도 중 5~8mm를 본 연구의 최종 골재 입도로 하였다. Table 4는 골재의 물성평가를 위한 시험결과와 기준을 나타내고 있다. 입도, 입형, 청결, 터프니스, 편장석률을 측정한 결과, 모든 골재가 기준치를 통과하였고, 특히 A 골재가 칩셀용 골재로서 가장 우수한 것으로 판단된다.

Table 4. Characteristics of Aggregate Properties

Test Items	Criteria	Test Results		
		A	B	C
LA Abrasion Loss(%)	≤ 30	23	29	15
Flakiness Index(%)	≤ 25	3.2	13.2	2.9
Fractured Face(%)	≥ 90	100	100	100
Passing #200(%)	≤ 1	0	0	0.2

3. 실내 시험

선정된 유화아스팔트 5종과 골재 3종류에 대하여 현재 국외에서 칩셀용 시험으로 유화아스팔트 바인더의 양생특성을 평가하는 Sweep 시험과 골재의 부착정도를 평가하는 Vialit shock plate 시험을 수행하였으며 시험방법을 간략하게 정리하면 다음과 같다.

3.1. 시험방법

3.1.1. Sweep 시험(ASTM D7000)

Sweep 시험은 양생특성 파악을 위한 실험으로 양생 시간 경과에 따른 골재와 유화 아스팔트 바인더간의 부착력을 평가하는 실험이다. 본 시험은 칩셀포장 상부에 허용교통하중이 가해지기 전에 유화 아스팔트가 충분히 경화되는지 확인하기 위해, 바인더와 골재 간의 결합의 잠재적 경화 특성을 평가하는데 주목적이 있다(Wasiuddin, 2013). 이 시험은 유화 아스팔트 바인더 층의 양생 특성을 파악하는데 효율적이며, 솔(빗자루의 쓸어내는 형상을 묘사)을 표면처리를 위해 사용되는 골재 위에 힘을 가한다. 유화 아스팔트 바인더를 원형 아스팔트 펠트에 부은 후, 골재를 뿌리고 유화 아스팔트 바인더에 함침시킨다. 샘플은 시험 전에 정해진 온도에서 일정한 시간동안 양생시킨다. 양생 후에 Fig. 2와 같은 장비를 사용하여 나일론 솔을 통해 샘플의 표면에 마찰력을 가한다. 1분 동안 마모 후, 시험을 정지하고, 느슨해진 골재들을 제거하고 질량 손실률을 계산한다.



Fig. 2 Sweep Test

3.1.2. Vialit Plate Shock 시험(En 12272-3)

칩셀 혼합물의 저온에서의 부착성능을 평가하기 위한 시험으로 유럽의 기준인 EN 12272-3에 따라 실시하였다. 본 시험은 유화 아스팔트에 골재 살포 후 양생하여, 저온에서 방냉시킨 후 Fig. 3과 같이 쇠구슬을 낙하시켜 충격하중을 가한 다음 손실된 골재의 개수를 측정하여 골

재손실율을 구한다(Jordan III and Howard, 2011).



Fig. 3 Vialit Plate Shock Test

3.2. 시험결과 및 분석

3.2.1. Sweep 시험결과

유화아스팔트 바인더를 선정하기 위하여 칩씰용 골재 선정에서 가장 우수한 시험결과를 도출한 A골재를 사용하여 5종의 유화아스팔트의 양생시간에 따른 평가를 비교하였다. Table 5는 A골재에 대한 양생시간과 유화아스팔트 종류에 따른 Sweep 시험 골재손실율 결과를 정리한 것이다. 일반적인 양생시간 1시간 시험결과 경화시간을 단축하기 위하여 글리세롤 1%를 첨가한 CRS-2P No.3의 골재손실율이 17.9%로 가장 작은 손실률이 계산되었다. 반면 다른 개질 유화아스팔트 바인더는 불충분한 양생시간으로 인해 떨어져나갔던 골재의 유화아스팔트 바인더가 슬과 결합하여 바인더의 점성으로 인하여 기존보다 끈끈하게 되어 마찰력의 증가로 인하여 더 많은 골재를 손실하게 되고, 불규칙한 골재 손실율을 산출하게 된다. 이러한 현상을 방지하기 위고 충분한 양생시간을 평가하기 위하여 양생시간을 10시간까지 고려하여 Sweep 시험을 진행하였다. 시험결과 1.5시간 양생 시 CRS-2P No.2, No.3은 CRS-2와 대비하여 골재손실율이 각각 약 20%, 18% 낮았으며, 3시간 양생시 각각 약 8%, 6% 낮은 골재손실율을 보였다. 반면 폴리머가 첨가되지 않은 CRS-2는 5시간 양생 이후 완전한 양생에 도달됨을 알 수 있다. 이를 통해 폴리머를 첨가한 유화 아스팔트 바인더는 일반 유화아스팔트 바인더에 비해 양생시간을 절반 이상 단축시키는 것으로 나타났다. 또한 1시간 양생보다는 최소 1.5시간 양생 후 교

통개방을 하면 골재손실율을 상당히 저감시킬 수 있는 것으로 판단된다. 반면 양생시간이 5시간 이상 충분히 확보되는 경우 폴리머 개질 및 일반 유화아스팔트 바인더간의 골재 손실율은 거의 유사하였다.

Table 5. Average Aggregate Loss for Different Binder Type and Curing Time (Sweep Test, Aggregate A)

Curing Time(hr)	Emulsion Type	Average Aggregate Loss(%)
1	CRS-2	38.1
	CRS-2P No.1	34.5
	CRS-2P No.2	29.1
	CRS-2P No.3	17.9
	CRS-2P No.4	34.0
1.5	CRS-2	26.8
	CRS-2P No.1	11.9
	CRS-2P No.2	7.1
	CRS-2P No.3	9.0
	CRS-2P No.4	25.3
3	CRS-2	10.6
	CRS-2P No.1	1.9
	CRS-2P No.2	2.32
	CRS-2P No.3	4.6
	CRS-2P No.4	3.2
5	CRS-2	2.6
	CRS-2P No.1	2.8
	CRS-2P No.2	2.5
	CRS-2P No.3	3.6
	CRS-2P No.4	5.3

칩씰의 장점은 빠른 시공성과 조기 교통개방이다. 이러한 이유로 1.5시간 이후 교통개방이 가능한 CRS-2P의 No.2와 No.3에 대하여 골재종류에 따른 부착력 변화를 평가하였다. 유화아스팔트 바인더의 양생은 선행 시험과 동일하게 1, 1.5, 3시간의 조건에서 시험을 수행하여 골재에 따른 결과를 Table 6에 정리하였다. 그 결과 A 골재의 손실률이 B, C 골재와 비교하여 가장 낮은 것으로 나타났다. 반면 B 골재는 양생시간 1시간 및 1.5시간에서 A 및 C 골재에 비해 골재손실률이 상당히 높은 것으로 나타났다. 이러한 원인은 골재의 편장석 함유율이 Sweep 시험 결과에 가장 큰 영향을 미치는 주요 인자로(2007, 김주희), Table 4에서 보듯 B골재의 편장석률이 A와 C 골재에 비하여 약 10% 높기 때문에 발생한 결과인 것으로 판단된다. 반면 C 골재의 높은 골재손실율의 또 다른 원인으로 골재의 바인더 흡수율을 찾을 수 있었다. A 골재와 C 골재의 바인더 흡수율을 비교한 결과 각각 0.7%, 1.4%로 C 골재의 높은 흡수율 또한 시험 결과에 영향을 미쳤다는 것을 알 수 있었다.

Table 6. Average Aggregate Loss for Different Aggregate and Binder Type and Curing Time (Sweep Test, CRS-2P No. 2&3)

Aggregate Type	Curing Time(hr)	Emulsion Type	Average Aggregate Loss(%)	Flakiness Index(%)
A	1	CRS-2P No.2	29.1	3.19
		CRS-2P No.3	17.9	
	1.5	CRS-2P No.2	7.1	
		CRS-2P No.3	9	
	3	CRS-2P No.2	2.3	
		CRS-2P No.3	4.6	
B	1	CRS-2P No.2	46.2	13.2
		CRS-2P No.3	36.8	
	1.5	CRS-2P No.2	39.6	
		CRS-2P No.3	25.5	
	3	CRS-2P No.2	6.3	
		CRS-2P No.3	12.0	
C	1	CRS-2P No.2	18.9	2.9
		CRS-2P No.3	22.2	
	1.5	CRS-2P No.2	12.1	
		CRS-2P No.3	14.1	
	3	CRS-2P No.2	9.7	
		CRS-2P No.3	14.4	

3.2.2. Vialit Shock Plate 시험결과

저온에서 유화아스팔트 바인더와 치핑골재의 부착성을 평가하기 위하여 Vialit Shock Plate 시험을 수행하였다. 시험은 Sweep 시험과 동일한 조건으로 A 골재에 5종의 유화아스팔트 바인더를 사용하였다. 시험결과 CRS-2P No.2는 CRS-2보다 10배 가량의 낮은 3.7%의 결과를 보여, Sweep 시험결과와 동일하게 CRS-2P No.2가 저온에서의 부착성능도 가장 우수한 것으로 나타났다(Fig. 4). 반면에 Sweep 시험에서 2번

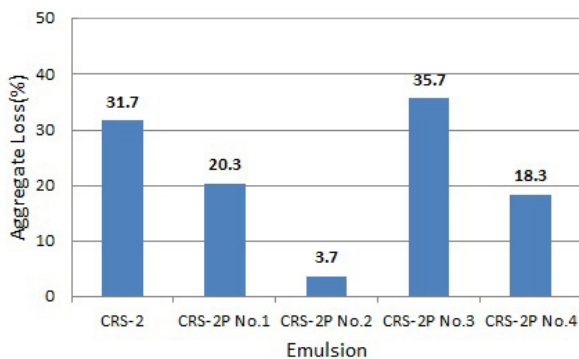


Fig. 4 Average Aggregate Loss for Different Binder Type (Vialit Shock Plate Test, Aggregate A)

째로 우수한 성능을 보인 CRS-2P No.3은 CRS-2보다 골재손실율이 4%로 높은 결과를 보여 저온에서의 부착성능은 떨어지는 결과를 도출하였다. 이는 경화속도를 빠르게 하기 위하여 글리세롤을 첨가한 유화아스팔트 바인더에서 좀 더 크게 발생하였다.

골재 종류에 따른 부착력 변화를 평가하기 위하여 Sweep 시험과 동일하게 A, B, C 골재와 CRS-2P No.2, No.3 2종에 대하여 Vialit Shock Plate 시험을 수행하였다. Fig. 5와 같이 A 골재와 CRS-2P No.2를 사용했을 때 골재손실율이 3.7%로 가장 우수하였으며, CRS-2P No.2와 C 골재의 경우, 골재손실율이 57.3%로 A, B 골재와 대비하여 30~50%의 큰 차이를 보였다. C 골재는 A, B 골재와 달리 천연 쇄석골재가 아닌 제강슬래그 골재로 저온에서의 유화아스팔트 바인더와 부착력이 상당히 낮음을 알 수 있다.

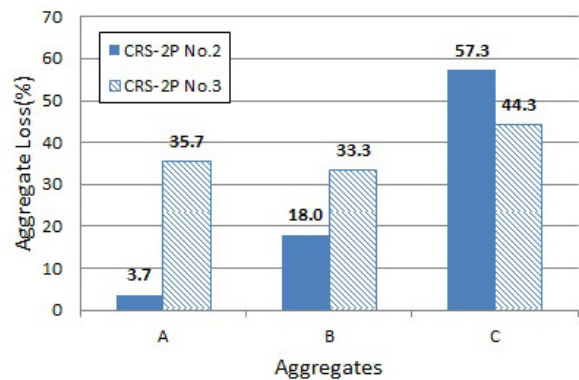


Fig. 5 Average Aggregate Loss for Different Aggregate Type (Vialit Shock Plate Test)

4. 유화아스팔트 및 골재 살포비율 산정

실내 시험결과를 바탕으로 하여 칩셀 시공 시 필요한 유화아스팔트 바인더와 골재의 살포비율을 산정하였다. 실내 시험을 통해 우수한 부착력을 보인 A 골재와 유화아스팔트 CRS-2P No.2를 대상으로 하여, 미국의 미네소타 주의 'Minnesota Seal Coat Handbook 2006'에 나온 McLeod 설계법에 근거하여 비율을 산출하였다. McLeod 설계법은 크게 다음 두 가지 주요 원리에 의해 이루어진다.

- 살포되는 골재의 적용 비율은 단일 골재 두께를 가진 칩셀이 되게 하기 위해 반드시 정해져야 한다. 골재의 양은 바인더의 종류나 포장상태에 상관없이 일정하게 산정되어 진다.

- 중간 정도의 교통량 조건에서 포장의 공용성 확보를 위해 골재층의 공극률 중 70%는 아스팔트로 채워질 필요가 있다.

4.1. 골재비율 산정

본 연구에서 선정한 A 골재에 대하여 주요 요소를 정리하면 Table 7과 같다. 여기서 일일 교통량의 보정계수(T)는 일일 교통량이 1,000~2,000회일 때 0.65를 사용하였으며, 포장의 표면상태는 부드럽고 배수가 안 되는 상태로 보정계수 0을 가정하여 사용하였다.

Table 7. Design Variables for Determining the Application Rate of Aggregate and Emulsion Asphalt

Design Variable	Typical Value
Middle Aggregate Size	6.5mm
Flakiness Index, FI	3.2%
Average Least Dimension, ALD	5.53mm
Loose Unit weight of Aggregate, W	1518.3kg/m ³
Loose Air-void of Aggregate, V	0.44
Traffic Volume	1000~2000(T=0.65) 10% whip-off (E=1.1)
Surface Condition	Smooth, non-porous(0.0)
Bulk Specific Gravity	2.71
Absorption Rate	0.7
Residual Asphalt Rate	0.667

골재 비율은 다음 식과 Table 7에서 제시한 입력변수를 적용한 결과 칩셀공법 적용 시 필요한 골재의 살포 비율은 13.6kg/m²로 산출되었다.

$$C = (1-0.4V) \times H \times G \times E$$

여기서,

C = 살포 골재 비율(kg/m²)

V = 느슨한 골재의 공극률

H = 평균 최소 치수(mm)

G = 골재의 비중

E = Whip-off 계수

4.2. 유화 아스팔트바인더 비율 산정

McLeod 설계법에서는 제설장비에 의한 피해를 고려

한 추가적인 계산도 있다. 평균 최소 치수값 (Average Least Dimension, ALD)을 사용하여 아스팔트 비율을 산출한 뒤, ALD값 대신 중간 입자 크기(M)를 사용하여 다시 계산한다. 이 식은 골재가 평평하게 누워있지 않은 부분을 고려한 것이다. 두 값의 평균을 현장 시험시공 시 살포 시작지점의 아스팔트 살포양으로 사용한다(Wood, 2006). 평균값을 사용하지 않는다면, 교통하중이 가해지지 않는 구역은 불충분한 바인더로 인해 재설정비 사용 시 골재를 깎아낼 것이다. 유화아스팔트 바인더의 살포 비율은 다음 식과 Table 7을 이용하여 산정한다.

$$B = \frac{0.40HTV + S + A}{R}$$

여기서,

B = 유화아스팔트 비율(L/m²)

H = 골재의 평균 최소 치수(mm)

T = 교통량 보정 계수

S = 표면 보정 계수

A = 골재 흡수율 계수(L/m²)

R = 바인더의 잔여 아스팔트비

ALD값을 사용한 휠패스 위치에 대한 아스팔트 비율은 다음과 같이 0.95L/m²이 나오고, 휠패스 위치가 아닌 부분에 대한 아스팔트 비율은 1.11L/m²이 나온다. 그리하여 최종 현장시험 시공 시 유화아스팔트 바인더의 비율은 1.03L/m²를 적용한다.

5. 결론

본 연구에서는 유화아스팔트 바인더와 골재 특성이 칩셀포장의 공용성에 미치는 영향을 평가하기 위하여 다양한 시험을 수행하였으며 그 결과를 정리하면 다음과 같다.

1. 양생시간에 따른 유화아스팔트와의 접착력을 평가하기 위해 Sweep 시험을 실시한 결과, CRS-2P 4종의 유화아스팔트 바인더는 양생 3시간 이후부터 완전히 양생되어, 본 연구에서 사용된 유화아스팔트에 대하여 3시간 이상의 양생시간이 필요한 것으로 사료되었고, 폴리머 개질재를 첨가한 유화아스팔트 바인더는 일반 유화아스팔트에 비해 양생시간을 1.5시간 단축시키는 효과가 있는 것으로 나타났다.

2. 골재의 특성에 따른 유화아스팔트와의 접착력을 평가한 결과, 골재의 편장석율과 흡수율이 칩씰포장에서 골재손실율에 영향을 미치는 주요한 인자로 판단된다.
3. 저온에서 유화아스팔트의 부착성능을 평가한 결과, CRS-2P No.2는 CRS-2보다 10배가량 낮은 골재손실율을 보여, CRS-2P No.2는 저온과 상온에서 모두 성능이 양호한 것으로 나타났다.
4. 골재의 특성에 따른 저온에서의 유화아스팔트의 부착성능을 평가한 결과, CRS-2P No.2는 A 골재가 골재손실율 3.7%로 가장 우수한 결과를 보였고, CRS-2P No.3은 B골재가 33.3%의 결과를 나타냈다. 이를 통해 CRS-2P No.3은 상온에서는 양호한 성능으로 사용할 수 있지만, 저온에서는 사용을 제한해야 한다는 점을 알 수 있었다.

감사의 글

본 연구는 국가 R&D 과제인 “탄소중립형 도로 기술개발” 연구지원으로 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

References

김주희, 차순만, 김우성, 조태현, 2007, “Chip Seal용 개질유화 아스팔트 특성에 관한 연구”, 2007 학술발표논문집, 한국도로학회

Chris Spurlock, 2010, “www.columbiamissourian.com”

Gransberg, D. D. and James, David M. B, 2005, “Chip Seal Best Practices.”, Washington, D.C., Transportation Research Board, *NCHRP Synthesis 342*.

Lee et al, 2011, “Performance Evaluation of Seal Coat Materials and Designs”, *Final Report, Indiana Department of Transportation*

McLeod, N.W., (1969) “A General Method of Design for Seal Coats and Surface Treatments,” *Proceedings of the Association of Asphalt Paving Technologists*, Vol. 38, St. Paul, Minn., 128pp.

Scott Shuler, Anthony Lord, Amy Epps-Martin, Denise Hoyt, 2011, “Manual for Emulsion-Based Chip Seals for Pavement Preservation.”, Washington, D.C., Transportation Research Board, *NCHRP Report 680*.

Wood, Thomas J., Janisch, David W. and Gaillard, Frank S. *Minnesota Seal Coat Handbook 2006*. St. Paul : Minnesota Department of Transportation, 2006.

Wasiuddin, N. M., Marshall, A., Saltibus, N. E., Saber, A. and Abadie, C. “Use of Sweep Test for Emulsion and Hot Asphalt Chip Seals: Laboratory and Field Evaluation”, *Journal of Testing and Evaluation*, 41(2), 2013.

Jordan III, W. S. and I. L. Howard, “Applicability of Modified Vialit Adhesion Test for Seal Treatment Specifications”, *Journal of Civil Engineering and Architecture*, 5(3), 2011.

(접수일 : 2013. 2. 1 / 심사일 : 2013. 2. 1 / 심사완료일 : 2013. 3. 18)