

Tack Coat 使用條件에 따른 再活用 아스팔트 혼합물의 附着剪斷 性能評價

*金 洛 錫

京畿大學校 土木環境工學部

Evaluation of Slant Shear Strength of Recycled Asphalt Mixture with Different Tack Coat Applications

*Nak-Seok Kim

Division of Civil & Environmental Engineering, Kyonggi University

요 약

택 코트 사용조건에 따른 재활용 아스팔트 혼합물의 부착전단 강도를 평가하였다. 시공온도에 따른 부착전단강도를 평가하여 보면 신재와 구재에 상관없이 시공온도 30°C에서의 값이 10°C에 비하여 약 10~20% 증가함을 알 수 있었다. 또한 재생아스팔트 혼합물의 경우 택 코트를 사용하지 않았을 때 부착전단강도가 특히 낮아서 현장에서 종종 발생하는 접착면 종방향 균열의 직접적인 원인이 될 수 있음을 나타내었다. 택 코트의 양생시간에 대한 부착전단강도의 영향은 시공온도의 영향보다 대체로 적었다.

주제어: 택 코트, 재활용 아스팔트 혼합물, 부착전단강도

ABSTRACT

Bond shear strengths of recycled asphalt concrete were evaluated under different tack coat applications. Regardless of the new and old mixtures, the bond shear strengths at 30°C were increased by 10~20% than those at 10°C. The bond shear strengths of recycled asphalt concrete without tack coat showed very low ones. These are the main reasons for the frequent longitudinal interface crack in the field. The effect of tack coat curing time on bond shear strengths was inferior to the tack coat construction temperature.

Key words: Tack coat, Recycled asphalt concrete, Bond shear strength.

1. 서 론

1.1. 개요

산업화와 더불어 경제규모가 확대됨에 따라 물동량이 급속히 증가하면서 수송수단으로서의 도로의 기능이 크게 부각되고 있다. 고속도로, 국도, 지방도로 구분되는 우리 나라 도로는 지속적인 투자로 확·포장이 계속되어 '97년 도로 총 연장이 85,000 km에 달하고 있고, 이중 약 74%인 62,900 km가 포장되어 있으며, 포장도로의 약 90%가 아스팔트 포장으로 이루어져 있다¹⁾.

국내에서는 매년 약 2,000만톤 이상의 건설폐기물이 발생하며, 2000년대에는 현재보다 2배 이상으로 증가할 것으로 예상된다²⁾. 그러므로 불법투기와 매립지의 부족으로 인한 환경피해 예방 및 골재자원의 유효한 이용을 위해 폐자재의 자원화 노력이 절실하다. 특히, 건설폐재 중 페아스팔트 혼합물은 적절한 품질관리와 시공관리를 통해 천연재료를 사용한 아스팔트 혼합물과 거의 동등한 품질확보가 가능하다. 미국, 일본 등 선진국에서는 이미 1970년대부터 페아스팔트 혼합물의 재활용에 대한 관심을 기울인 결과 약 50%정도의 페아스팔트 혼합물을 재활용하고 있다. 인구밀도가 높고 건설재료가 점차 고갈되고 있는 국내의 실정을 감안한다면 페아스팔

* 2000년 8월 9일 접수, 2000년 11월 16일 수리

* E-mail: necrkim1@hanmail.net

트 혼합물의 다양한 재활용 기술 개발은 매우 중요하다. 그러나 '96년 자료^{3,4)}에 의하면 연간 국내에서 발생하는 전체 페아스팔트량 중 약 26%만이 재활용되고 있다. 용도별로 살펴보면 성토복구용 96%, 도로기층용 4%로 페아스팔트의 직접적 자원 재활용 실적은 극히 소극적이며 적은 실정이다.

페아스팔트 혼합물의 적극적인 자원재활용을 위한 노력의 일환으로 국내에서는 일부 현장에서 '현장가열 표층재생공법(hot in-place surface recycling)'을 시행하고 있다. 이 공법은 절취한 포장 폐재를 현장에서 전부 재활용함으로써 폐재의 반출과 폐기장 확보 등이 필요치 않아 공사비를 절감할 수 있다. 또한 포장공정의 절삭, 재생 및 포설이 장비 1회 통과로 가능하여 공사기간이 단축되고 공사에 따른 교통 체증 문제가 해결되는 장점이 있어 선호되고 있다.⁵⁾ 그러나, 본 공법시행중 재활용된 아스팔트 혼합물 포장면 사이의 접합면에서 부착성 부족으로 인하여 접촉면을 따라 종방향 균열이 종종 발생한다. 일단, 이러한 균열이 발생하면, 균열을 따라 하부층내로 물이 침투하게 되어 종방향 균열로부터 방사형 피로균열을 촉진시킨다.⁶⁾

따라서, 본 연구에서는 포장면의 부착성능을 정량적으로 평가하기 위해 RSC-4와 AP-3를 택 코트용 재료로 사용하여 각각 신재 아스팔트 혼합물과 재생 아스팔트 혼합물을 사용할 경우에 대한 시공온도와 양생(경과) 시간의 조건변화에 따른 상대적인 부착전단 강도를 평가하고자 한다. 또한, 평가 결과를 이용하여 현장가열 표층재생공법 시행 시 발생할 수 있는 접합면의 종방향 균열 제어를 위한 개선안도 제안하고자 한다.

1.2. 연구방법

본 연구에서는 택 코트 사용조건(온도, 종류, 시간)에 따른 재활용 아스팔트 혼합물의 부착전단 성능을 평가하기 위하여 ASTM C 1042-91⁷⁾에 의해 모형을 제작한 후 시공온도(10°C, 30°C), 택 코트의 종류(AP-3, RSC-4) 및 택 코트 포설 후 경과2(양생)시간(1 hr, 3 hr)에 따른 신재 아스팔트 혼합물과 재생 아스팔트 혼합물의 부착성능을 비교·평가하고자 한다. 신재 아스팔트 혼합물은 표층용 19 mm 밀입도 아스팔트 혼합물이고, 재생아스팔트 혼합물은 75% 구제아스팔트 혼합물에 추가적으로 25% 신재 아스팔트 혼합물을 사용하여 각각 시험용 공시체를 제작하였다. 본 연구에서는 우선 공시체의 밀부분을 제작한 후 나머지 윗부분과의 접합면에 RSC-4와 AP-3로 택 코트를 실시하고 각 사용조건에

따라 원통형 공시체를 제작한 후 시험온도 20°C에서 24시간 경과시켜 공시체가 일정한 온도에 도달하게 한 후 압축시험기를 사용하여 시료의 접합면에 대한 부착전단강도를 측정하였다.

2. 사용재료 및 시험방법

2.1. 사용재료

2.1.1. 택 코트용 아스팔트 바인더

본 연구에 사용된 택 코트용 아스팔트는 H사의 RSC-4 유화 아스팔트 바인더와 L사의 AP-3 아스팔트 바인더를 사용하여 시험하였다. RSC-4는 유화 아스팔트로 상온에서도 아스팔트를 가열하지 않고 사용할 수 있는 장점이 있지만, 물과 섞여있기 때문에 정해진 경화시간(curing time)이 필요하다. 그러나, 현장에서 가열하지 않고 포설할 수 있다는 것 이외에 취급이 비교적 간편한 장점을 가지고 있어서 현장에서 택 코트용으로 흔히 사용되고 있다. 반면에 AP-3는 특별한 경화시간이 필요없이 바로 포설할 수 있으나, 가열하여야 하는 단점이 있다.

택 코트는 기온이 5°C 이하에서는 시공하여서는 안 된다. 또한 우천시에도 시공하여서는 안되며, 작업도중 비가 내리면 즉시 작업을 중지하여야 한다. RSC-4의 경화시간은 시방서 기준으로 3~4시간이다. Table 1은 본 연구에서 사용된 두 가지 택 코트인 RSC-4와 AP-3의 시방기준과 물리적 성질의 시험결과이다.^{6,8)}

2.1.2. 공시체 제작용 아스팔트 혼합물

아스팔트 바인더의 주성분은 탄화수소이고 이외에 황, 질소, 산소 그리고 미량의 금속원소 화합물로서 화학적으로는 극히 복잡한 구조를 갖고 있으며, 이러한 화학 성분은 재료산지 및 제조과정에 따라 다르다. 우선 공시체를 제작하기 위하여 사용된 신재 아스팔트 혼합물은 L사의 AP-5를 사용하여 적절한 배합설계 후 아스팔트 혼합물 공시체를 만들었다. 또한 구제 아스팔트 혼합물을 사용한 공시체를 제작하기 위하여 회수 아스팔트 포장재료를 상온 아스팔트 혼합물로 재활용하기 위하여 충칭남도 천안시 도로공사 현장에서 회수한 아스팔트 혼합물을 사용하였으며, 구제 아스팔트 혼합물에 사용된 재생첨가제는 J사에서 제공한 일제 재생첨가제(플레쉬 졸 200)를 사용하였다. 본 연구에서 사용된 AP-5와 재생첨가제의 시방기준 및 물리적 성질^{6,8)}은 Table 2와 같다.

2.1.3. 골재

아스팔트 혼합물의 구성 성분 중 90% 이상을 차지하고 있는 골재의 물성은 아스팔트 혼합물의 공용성에

Table 1. Specifications and physical properties of RSC-4 and AP-3^{1, 10)}

(a) RSC-4

Item	Viscosity, 25°C, SFS	Electric Charge	Residue from Distillation, %	Penetration, 25°C, 100 g, 5 sec	Ductility, 15°C, cm	Solubility in Trichlorethylene, %
Specification	1~6	Cationic (+)	min. 50	60 150	min. 40	min. 98
Test Result	2.2	Cationic (+)	51.6	122	60	99.8
Test Method	KS M 2203	KS M 2203	KS M 2203	KS M 2203	KS M 2203	KS M 2203

(b) AP-3

Item	Penetration, 25°C, 100 g, 5 sec	Ductility, 25°C, cm	Flash Point, °C	Pen. Ratio after TFOT, %	Ductility after TFOT, cm	Solubility in Trichlorethylene, %	Specific Gravity, 25°C
Specification	85~100	min. 100	min. 230	min. 47	min. 75	min. 99.0	min. 1.01
Test Result	92	142	322	62.3	130.5	99.7	1.025
Test Method	KS M 2252	KS M 2254	KS M 2010	KS M 2252	KS M 2254	KS M 2256	KS M 2202

Table 2. Specifications and physical properties of AP-5 and rejuvenating agent^{6,8)}

(a) AP-5

Item	Penetration, 25°C, 100 g, 5 sec	Ductility, 25°C, cm	Flash Point, °C	Pen. Ratio after TFOT, %	Ductility after TFOT, cm	Solubility in Trichlorethylene, %	Specific Gravity, 25°C
Specification	60~70	min. 100	min. 230	min. 52	min. 50	min. 99.0	min. 1.01
Test Result	68	150	347	68	145	99.7	1.030
Test Method	KS M 2252	KS M 2254	KS M 2010	KS M 2252	KS M 2254	KS M 2256	KS M 2202

(b) Rejuvenating agent

Item	Specification	Properties
Viscosity, mm ² /s, 60°C	80~1,000	665
Flash Point, °C	min. 230	327
Viscosity after Thin-Film Oven Test, 60°C	max. 2	1.1
RTFO Weight Change, %	-3.00~+3.00	-0.02
Density, 15°C, g/cm ³	-	0.973
Compositions (%)	Asphaltenes	0
	Saturates	45.5
	Naphthene Aromatics	46.4
	Resins	8

많은 영향을 미친다. 또한 골재는 생산지 별로 그 특성이 각기 다르기 때문에 사용 전에 시방규정에 적합한지를 반드시 검토하여야 한다⁹⁾. 본 연구에서 사용된 굵은 골재는 골재의 최대치수가 19 mm와 13 mm인 I사의 부순 모래를 사용하였고, 잔골재는 골재의 최대치수가 6 mm이하인 I사의 부순 모래와 Y사의 자연사를 사용하였으며, 채움재는 굵은골재 최대치수가 0.6 mm인 K사의 채움재를 사용하였다. 골재의 체가름시험(KS F

2502), 골재의 비중 및 흡수량시험(KS F 2503, KS F 2504), 골재의 단위중량시험(KS F 2505), 굵은골재의 마모시험(KS F 2508), 골재의 Na₂SO₄에 의한 안정성 시험(KS F 2007)으로 얻어진 각 골재의 물리적 성질에 대한 시험결과는 Table 3 과 같다.^{8,10)}

2.2. 공시체 제작 및 시험방법

2.2.1. 공시체 제작

Table 3. Physical properties of aggregates^{8,10)}

Aggregate Type	Item	Specific Gravity	Absorption (%)	Unit Weight (kg/m ³)	Abrasion Loss (%)	Stability Na ₂ SO ₄ (%)
Coarse Aggregate	Specification	min. 2.54	max. 3.0	min. 1250	max. 35	max. 12
	19 mm	2.654	0.64	1501	21.9	3.27
	13 mm	2.625	0.74	1371	31.4	3.06
Fine Aggregate	Item	Specific Gravity	Absorption (%)	Unit Weight (kg/m ³)	Stability Na ₂ SO ₄ (%)	
	Specification	min. 2.45	max. 3.0	min. 1250	max. 10	
	6 mm	2.604	0.93	1697	2.93	
	Natural Sand	2.576	1.08	1292	2.94	
Filler	Item	Specification	Moisture Content (%)			
	Specification	min. 2.60	max. 1.0			
	Result	2.708	0.4			

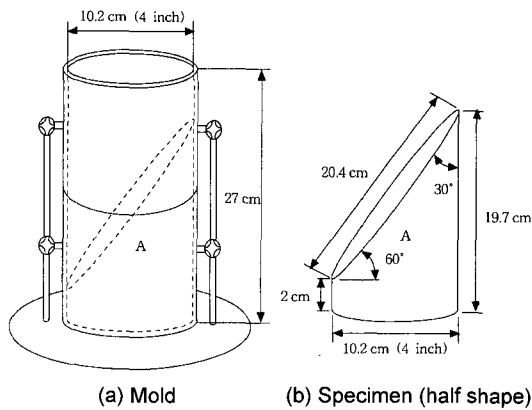


Fig. 1. Schematics and dimensions of experimental mold and specimen shape.

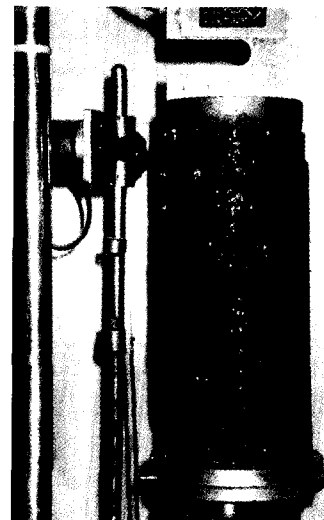


Fig 2. Experimental view of slant shear test.

본 연구에서 사용하는 몰드는 ASTM C 1042⁷⁾에 의하여 Fig. 2 와 같은 몰드를 제작한 후 A 모양의 반 (half)공시체를 제작하여 24시간 경과후, 경사면에 택 코트를 포설한 다음 아스팔트 혼합물(표층용 19 mm 밀입도, 아스팔트 함량 5.5%) 및 재활용 아스팔트 혼합물을 넣어 다져서 1개의 원통형 시험 공시체(직경 10.2 cm, 길이 21.7 cm)가 완성된다. 아스팔트 혼합물을 마살 다짐봉으로 양면 50회 다짐하여 공시체를 제작하였다. 또한, 공시체에 혼합된 골재의 온도와 아스팔트 가열온도는 150°C로 관리하였고, 다짐온도는 140~147°C를 유지하였다.^{11,12)}

2.2.2. 시험방법

본 연구에서는 ASTM C 1042-91⁷⁾에 제시된 일정한

공시체를 만든 후에 RSC-4, AP-3를 덧씌울 면에 일정한 양을 살포한 후에 각각의 시공온도(10°C, 30°C)와 경과(양생)시간(1 hr, 3 hr) 및 덧씌우기 재료(신재 아스팔트 혼합물, 구재 아스팔트 혼합물)를 변화시켜 각각의 경우에 대한 부착성능을 평가하였다.

본 연구에서 사용된 공시체는 RSC-4를 사용한 택 코트는 여름철 시공온도인 30°C와 겨울철 시공온도인 10°C로 구분하고, 또한 덧씌우기 재료(신재 아스팔트 혼합물, 구재 아스팔트 혼합물)와 경과시간(1 hr, 3 hr)에 따라 각각의 경우에 3개씩, 총 24개의 공시체를 제작하였다¹⁰⁾. 또한 AP-3로 택 코트 포설시에는 포설과 동시

Table 4. Experimental design (dense-graded 20 and recycled asphalt concrete)

Tack coat Type	Temperature, °C		10		30	
	Elapsed Time, Hr		1	3	1	3
No. of Specimens with RSC-4	6	6	6	6	6	6
No. of Specimens with AP-3	3					
No. of Specimens without Tack Coat	6					
Total No. of Specimens	RSC-4 (64) + AP-3 (3) + without Tack Coat (6) = 33					

에 덧씌우기를 하기 때문에 경과 시간과 시공온도 및 덧씌우기 재료의 차이를 두지 않고 총 3개의 공시체를 제작하였다. 택 코트를 사용하지 않을 경우에는 신·구재 혼합물에 대하여 사용조건에 관계없이 각각 3개씩 6개의 공시체를 제작하였다. Table 4는 공시체의 시험계획이며, 본 연구를 위하여 제작된 총 시료는 33개이다.

택 코트에 사용되는 RSC-4의 양은 시방규정에 0.2~0.6 l/m²으로 규정되어 있다. 따라서 본 연구에서는 약 0.4 l/m²의 양을 사용하였으며, AP-3의 경우에는 0.3~1.0 l/m²으로 규정되어 있어서 약 0.6 l/m²의 양을 택 코트에 사용하여 공시체를 제작하였다. RSC-4의 경우는 Fig. 1에서 A의 단면적이 0.017 m²이므로 약 6.8 ml의 양을 포설하였고, AP-3의 경우는 약 10.2 ml의 양을 반공시체에 고루 살포하여 공시체를 제작하였다.

각각 시공온도(10°C, 30°C)하에서 24시간동안 양생시킨 후 다시 정해진 시험온도 20±1°C에서 24시간이 경과한 후 압축시험기를 사용하여 매분 5.1 cm의 속도로 일정하게 하중을 작용시켜 부착전단강도시험을 하였다. 측정된 시험치(최종하중)를 다시 경사 단면적으로 나눠서 부착전단강도를 구하였다. Fig. 2는 원통형 공시체의 부착전단강도시험을 위하여 설치해 놓은 시료와 시험장치를 나타내고 있는 그림이다.

3. 부착 전단 시험 결과 및 분석

본 연구는 택 코트 사용조건에 따른 재활용 아스팔트 혼합물의 부착성능을 평가하기 위해 수행되었다. 우선 ASTM C 1042-91⁷⁾에 의해 반공시체를 제작하고, 각 조건에 따라 공시체를 제작하여 시험을 수행하였다. 본 연구에서 사용된 신재 아스팔트 혼합물은 아스팔트 함량이 5.5%이고 19 mm 밀입도 아스팔트 혼합물을 사용하였다. 구재 아스팔트 혼합물은 천안시에서 회수한 아

스팔트 혼합물을 가지고 구재 아스팔트 바인더 함량 기준 재생 첨가제 13%에 신재 아스팔트 혼합물을 25% 첨가하여 혼합물을 만들어 시험을 수행하였다. 공시체는 양면을 수동으로 50회 다졌으며, 시공온도 30°C를 맞추기 위해 오븐(oven)을 사용하였고 상온이 10°C였기 때문에 시공온도 10°C는 상온에서 실시하였다. 본 시험의 결과는 Table 5에 나타내었다.

3.1. 시공온도 및 덧씌우기 재료의 영향

RSC-4을 사용하여 10°C와 30°C에 대하여 부착전단강도시험 결과는 Table 5로부터 경화시간을 기준으로 1시간 경화 시험 결과는 Fig. 3에 3시간 경화 시험 결과는 Fig. 4에 각각 나타내었다. Fig. 4에 나타낸 바와 같이 시공온도에 따른 RSC-4의 부착전단 강도는 1시간 경화 시간의 경우 10°C에서의 택 코트에 따른 부착전단강도의 결과가 30°C의 신재 아스팔트 혼합물과 재생 아스팔트 혼합물의 부착전단강도에 대하여 각각 84%, 90%를 나타내었다. Fig. 4에 나타낸 3시간 경화시간의 경우 10°C에서의 택 코트에 따른 부착전단 강도의 결과가 30°C의 신재 아스팔트 혼합물과 재생 아스팔트 혼합물의 부착전단강도에 대하여 각각 79%, 82%를 나타내었다. 이러한 결과를 기준으로 온도에 따른 택 코트의 부착전단강도를 평가해 보면 신재와 구재에 상관없이 30°C에서의 값이 10°C의 값에 비하여 부착강도가 약 10%~20% 증가함을 알 수 있다. 특히 주목할 사항으로는 재생 아스팔트 혼합물을 사용하여 비교적 짧은 양생기간에(1 hr)에 시공할 경우 시공 온도가 증가한다 하더라도 부착전단강도는 약 10%의 증가에 불과하며, 저온(10°C)에서는 낮은 부착전단강도에 주의하여야 한다.

온도에 따른 덧씌우기 재료의 부착전단강도의 영향을 알아보기 위하여 경화시간에 따라서 1시간 경화의 경우는 Fig. 5에 그리고 3시간 경화의 경우는 Fig. 6에 나타내었다. Fig. 5에 나타낸 1시간 경화시간의 경우 신재 아스팔트 혼합물의 부착전단강도에 대한 재생 아스팔트 혼합물의 부착전단강도가 10°C, 30°C에 대하여 각각 79%, 73%를 나타냄을 알 수 있다. 그리고, Fig. 6에 나타낸 3시간 경화시간의 경우 신재 아스팔트 혼합물의 부착전단강도에 대한 재생 아스팔트 혼합물의 부착전단강도가 10°C, 30°C에 대하여 각각 81%, 78%를 나타냄을 알 수 있다. 이러한 결과는 덧씌우기 재료에 따른 부착전단강도는 시공 온도가 높아질수록 덧씌우기 재료에 상관없이 약 80% 정도의 신뢰도를 가진 부착전단강도를 얻을 수 있을 것으로 판단된다.

Table 5. Test result of bond shear strength tests (Test Temperature 20°C)

Tack coat type	Item	Temperature		10°C		30°C		
		Mixture type		New	Old	New	Old	
RSC-4	Elapsed time, hr	Specimen No.						
		1		1	2	3	4	
	1	1		3,700.0	2,906.0	4,534.0	3,265.0	
		2		3,787.0	3,077.5	4,881.5	3,490.5	
		3		4,229.0	3,267.5	4,623.0	3,475.0	
		Average (kgf)		3,905.3	3,083.7	4,679.5	3,410.2	
		Average of bond shear strength (kgf/cm ²)		23.9	18.9	28.6	20.9	
	3	1		4,326.0	3,068.0	5,516.5	3,909.5	
		2		3,626.5	3,216.5	5,014.0	4,058.5	
		3		4,402.0	3,758.5	5,210.0	4,278.5	
		Average (kgf)		4,118.2	3,347.7	5,246.8	4,082.2	
		Average of bond shear strength (kgf/cm ²)		25.2	20.5	32.1	25.0	
	AP-3	0	1		3,956.0			
			2		3,345.5			
3			3,770.0					
Average (kgf)			3,690.5					
Average of bond shear strength (kgf/cm ²)			22.6					
None	0	Mixture type		New		Old		
		Specimen No.		1		2		
		1		2,406.5		1,546.0		
		2		2,150.0		1,720.5		
		3		2,262.0		1,669.5		
		Average (kgf)		2,272.8		1,645.3		
Average of bond shear strength (kgf/cm ²)		13.9		10.1				

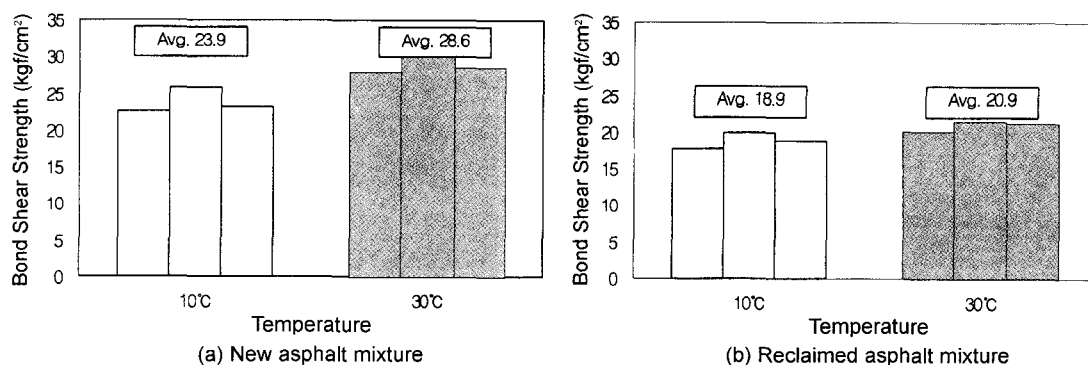


Fig. 3. RSC-4 tack coat test result at 1 hr. of curing time.

3.2 Tack Coat 종류의 영향

택 코트 종류에 따른 부착전단강도를 비교하기 위하여 30°C에서 신제 아스팔트 혼합물과 재생 아스팔트

혼합물을 이용하여 수행되어진 부착전단강도시험의 결과를 각각 RSC-4 1시간 경화, 3시간 경화, AP-3, 택 코트 하지 않은 시료의 결과를 Fig. 8 에 나타내었다.

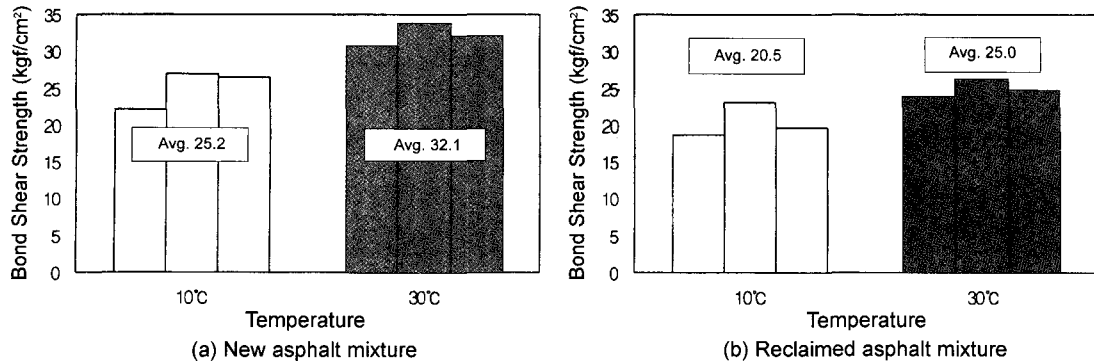


Fig. 4. RSC-4 tack coat test result at 3 hr. of curing time.

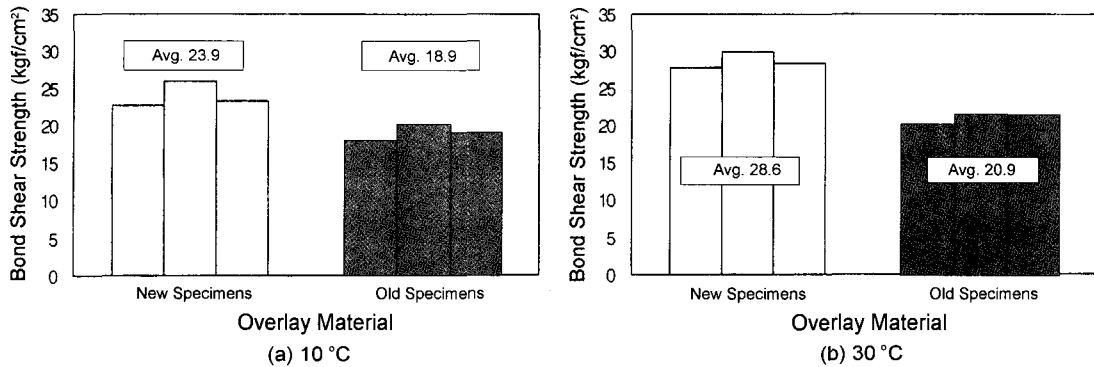


Fig. 5. Effect of overlay materials on shear strength at 1 hr. of curing time.

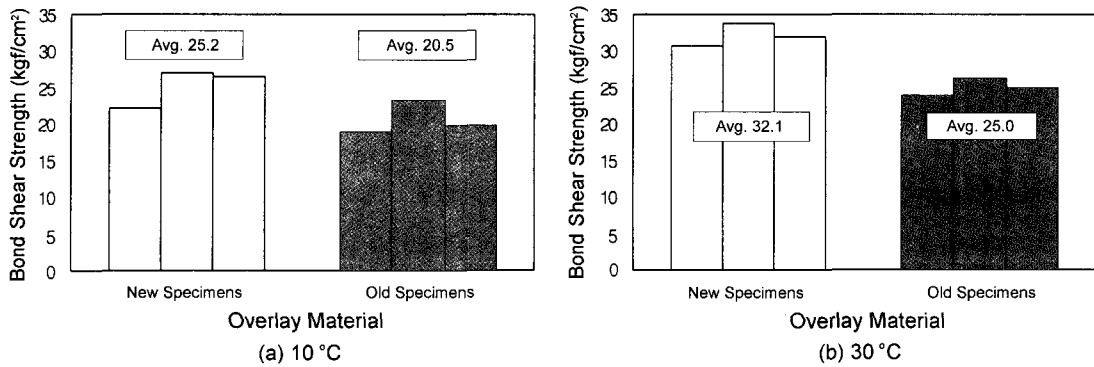


Fig. 6. Effect of overlay materials on shear strength at 3 hr. of curing time.

Fig. 8 에서 (a) 신재 아스팔트 혼합물의 시험 결과에 나타난 바와 같이 신재 아스팔트의 경우 RSC-4 3시간 경화시료의 부착전단강도 값이 32.1 kgf/cm²를 나타내었고, RSC-4 1시간 경화시료와 AP-3 그리고 텍 코트 하지 않은 시료의 경우 각각 28.6 kgf/cm², 22.6 kgf/cm², 13.9수치를 보여주고 있다. (b) 재생 아스팔트 혼

합물의 시험 결과에 나타내어진 값을 보면 kgf/cm² 나타내어 RSC-4 3시간 경화시료의 부착강도에 대하여 각각 89%, 70%, 43%의 RSC-4 3시간 경화시료의 부착전단강도 값이 25.0 kgf/cm²를 나타내었고, RSC-4 1시간 경화시료와 AP-3 그리고 텍 코트 하지 않은 시료의 경우 각각 20.9 kgf/cm², 22.6 kgf/cm², 10.1 kgf/cm²

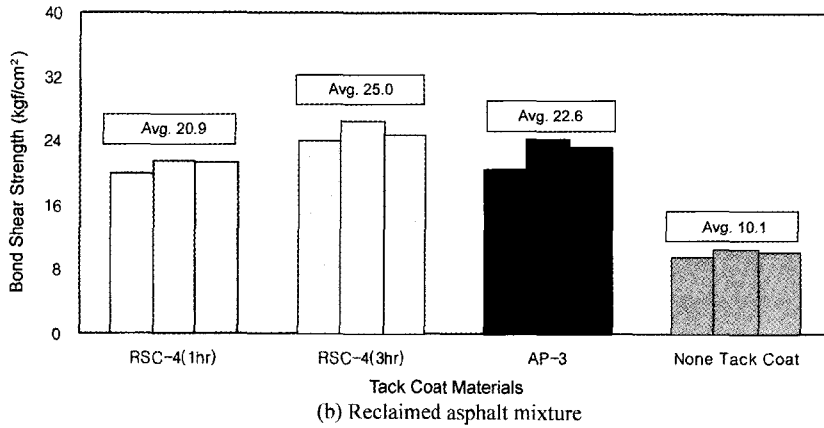
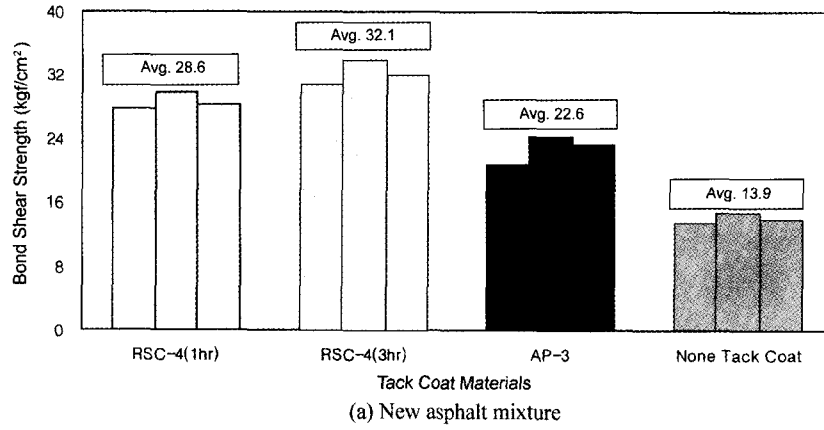


Fig. 7. Comparison of bond shear strength with different tack coat.

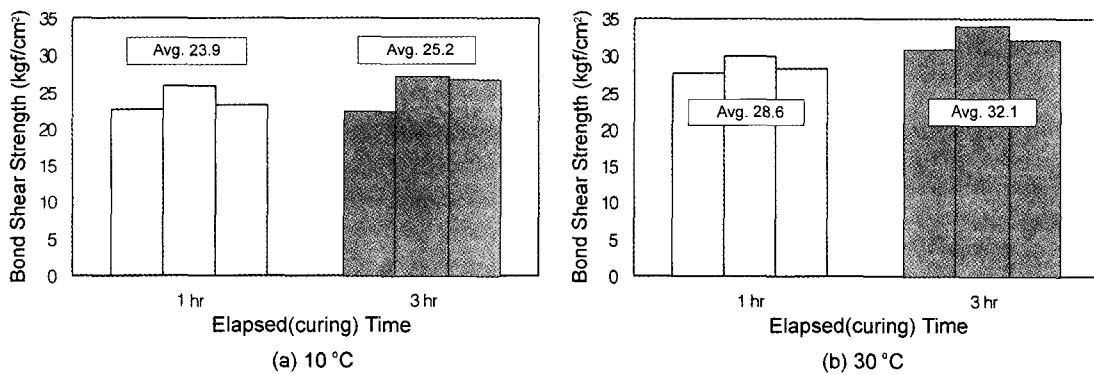


Fig. 8. Effect of curing time on shear strength with new asphalt mixture.

나타내어 RSC-4 3시간 경화시료의 부착강도에 대하여 각각 84%, 90%, 40%의 수치를 보여주고 있다. Fig. 7에 나타낸 바와 같이 재생 아스팔트의 경우 택 코트를 사용하지 않았을 때 부착전단강도가 특히 낮아서 현

장에서 종종 발생하는 접착면 종방향 균열의 직접적인 원인이 될 수 있음을 보여주고 있다. 특히 택 코트를 사용하지 않을 경우 신제 아스팔트의 부착전단강도는 구제 아스팔트의 1.4배에 달하여 이로 인하여 종방향

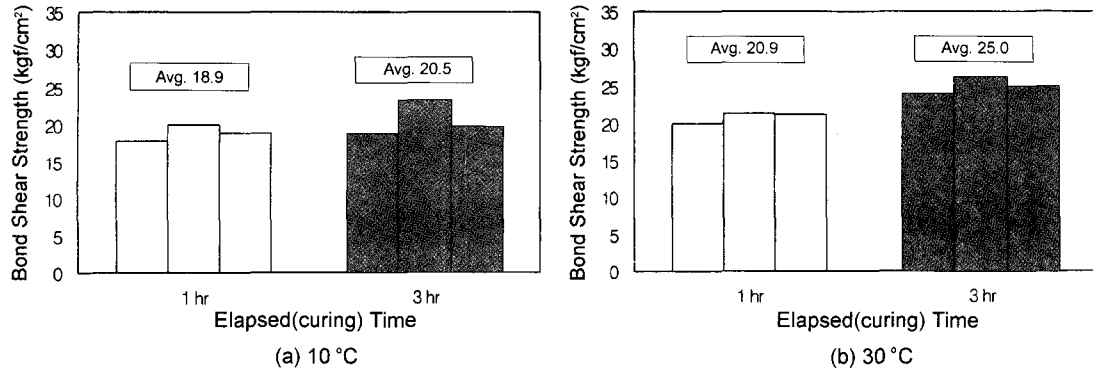


Fig. 9. Effect of curing time on shear strength with old asphalt mixture

균열의 빈도가 줄어들 수는 있으나 도로의 공용성을 고려할 경우 도로의 용도와 기능에 따라 적절한 택 코트가 사용되어야 한다.

3.3. Tack Coat 경과 (양생) 시간의 영향

RSC-4를 택 코트 재료로 사용할 경우 경과시간에 따른 부착전단강도를 비교하기 위하여 Table 5를 바탕으로 덧씌우기 재료로 신재 아스팔트 혼합물을 사용할 경우는 Fig. 8에 재생 아스팔트 혼합물을 사용할 경우에는 Fig. 9에 각각 나타내었다. Fig. 8에 나타내어진 바와 같이 신재 아스팔트 혼합물의 경우 10°C에서의 부착전단강도는 1시간 경화시간의 경우 23.9 kgf/cm²를 나타내었으며, 3시간 경화시간의 경우 25.2 kgf/cm²를 나타내었다. 30°C에서의 부착전단강도는 1시간 경화의 경우 28.6 kgf/cm²를 나타내었으며, 3시간 경화의 경우 32.1 kgf/cm²를 나타내었다. 또한 Fig. 9에 나타내어진 바와 같이 재생 아스팔트 혼합물의 경우 10°C에서의 부착전단강도는 1시간 경화시간의 경우 18.9 kgf/cm²를 나타내었으며, 3시간 경화시간의 경우 20.5 kgf/cm²를 나타내었다. 30°C에서의 부착전단강도는 1시간 경화의 경우 20.9 kgf/cm²를 나타내었으며, 3시간 경화의 경우 25.0 kgf/cm²를 나타내었다.

즉, 1시간 경화의 경우, 3시간 경화의 경우에 대하여 신재 아스팔트 혼합물과 구재 아스팔트 혼합물에 있어서 10°C에서는 각각 95%, 92%를 그리고 30°C에서는 89%, 84%의 부착전단강도를 나타낼 수 있다. 이는 덧씌우기 시공시 택 코트 포설 후 1시간 경화시간보다 3시간의 경화시간을 갖는 것이 부착전단강도를 보다 크게 하여 중방향 균열에 보다 효과적으로 대응할 수 있음을 나타내었다. 따라서, 택 코트의 경과시간에

대한 부착 전단 강도의 영향은 앞에서 논한 시공온도의 영향 보다 대체로 적었다. 그러나, 사용된 덧씌우기 재료에 상관없이 시공온도가 높아짐에 따라 부착전단 강도에 대한 경과시간의 영향은 점차 증가함을 알 수 있다.

4. 결 론

본 연구는 택 코트 사용조건에 따른 재활용 아스팔트 혼합물의 부착전단성능을 평가하기 위하여 ASTM C 1042-91¹¹⁾에 의해 모형을 제작하여 시공온도(10°C, 30°C), 택 코트의 종류 (AP-3, RSC-4) 및 택 코트 포설 후 경과시간 (1 hr, 3 hr)을 구분하여 각각 3개의 공시체를 제작한 후 압축시험기를 이용하여 시험온도 20°C에서 신재 아스팔트 혼합물과 재생 아스팔트 혼합물의 부착전단강도를 측정하여 평가하였다. 본 연구에서 수행한 시험의 결과는 다음과 같다.

1. 시공온도에 따른 부착전단강도를 평가해 보면 신재와 구재에 상관없이 30°C에서의 값이 10°C의 값에 비하여 부착강도가 약 10%~20% 증가함을 알 수 있다. 특히 주목할 사항으로는 재생 아스팔트 혼합물을 사용하여 비교적 짧은 양생기간에 (1 hr)에 시공할 경우 시공 온도가 증가한다 하더라도 부착전단강도는 약 10%의 증가에 불과하며, 저온(10°C)에서는 낮은 부착전단강도에 주의하여야 한다. 또한 덧씌우기 재료에 따른 부착전단강도는 시공 온도가 높아질수록 덧씌우기 재료에 상관없이 약 80% 정도의 신뢰도를 가진 부착전단강도를 얻을 수 있을 것으로 판단된다.
2. 재생 아스팔트의 경우 택 코트를 사용하지 않았을 때 부착전단강도가 특히 낮아서 현장에서 종종 발

생하는 접촉면 중방향 균열의 직접적인 원인이 될 수 있음을 보여주고 있다. 특히 택 코트를 사용하지 않을 경우 신재 아스팔트의 부착전단강도는 구재 아스팔트의 1.4배에 달하여 이로 인하여 중방향 균열의 빈도가 줄어들 수는 있으나 도로의 공용성을 고려할 경우 도로의 용도와 기능에 따라 적절한 택 코트가 사용되어야 한다.

- 1시간 경화의 경우 3시간 경화의 경우에 대하여 신재 아스팔트 혼합물과 구재 아스팔트 혼합물에 있어서 10°C에서는 각각 92%, 92%를 그리고 30°C에서는 89%, 84%의 부착전단강도를 나타내었다. 이는 덧씌우기 시공시 택 코트 포설 후 1시간 경과시간 보다 3시간의 경과시간을 갖는 것이 부착전단강도를 보다 크게 하여 중방향 균열에 보다 효과적으로 대응할 수 있음을 나타내었다. 따라서, 택 코트의 경과시간에 대한 부착 전단 강도의 영향은 앞에서 논한 시공온도의 영향 보다 대체로 적었다. 그러나, 사용된 덧씌우기 재료에 상관없이 시공온도가 높아짐에 따라 부착전단 강도에 대한 경과시간의 영향은 점차 증가함을 알 수 있다.

감사의 글

본 연구는 '99학년도 경기대학교 학술연구비(일반연구과제) 지원에 의하여 수행되었으며, 이에 감사 드립니다.

참고문헌

1. 건설교통부, “'98도로시험 포장 보고서”, 국립 건설시험

소 (1998).

2. 이진용, “폐콘크리트의 재활용 기술”, 대한토목학회지, 제 46권, 제12호 (1998).
3. 건설교통부, “건설폐기물 처리 및 재활용 요령” (1997).
4. 박승범, “폐아스콘의 재활용”, 대한토목학회지, 제 46권, 제 12호 (1998).
5. 건설교통부, “현장가열 표층재생 아스팔트 포장공법 시험 시공 보고서” (1998).
6. Robert, Kandhal, Lee and Kennedy, “Hot Mix Asphalt Materials, Mixture Design and Construction”, NAPA Education Foundation (1996).
7. “Standard Test Method for Bond Strength of Latex Systems Used with Concrete by Slant Shear”, ASTM C 1042-91 (1991).
8. 건설부, 콘크리트 표준 시방서 (1996).
9. (주)중원개발, 성원건설 기술사사무소, “노상 표층 재생 포장에 관한 연구” (1995).
10. 문환영, “건설 재료학”, 동명사 (1984).
11. 아스팔트 포장 연구회, “가열 아스팔트 혼합물의 배합설 계지침” (1998).
12. “SUPERPAVE Level 1 Mix Design”, Asphalt Institute, SP-2 (1995).



金 洛 錫

- 고려대학교 토목환경공학과 학사
- North Carolina State Univ. 석사
- North Carolina State Univ. 박사
- 현재 경기대학교 토목환경공학부 교수