

배수성 개질 아스팔트 개발을 위한 혼합물의 배합설계 및 실내 공용성 평가

Mix design and Laboratory Performance Evaluation of Mixture to develop Modified Asphalt Binders for Porous Pavements

김병헌* · 김형석** · 이정훈*** · 이현종****

Kim, Byung Hun · Kim, Hyung Suk · Lee, Jung Hun, · Lee, Hyun Jong

1. 서 론

도로는 산업화 사회의 중요한 기간시설로서 우리나라의 경우 국내 수송물량의 90% 이상을 분담하는 국가 교통의 중심시설이지만, 일반 아스팔트 포장은 우천시 수막현상으로 인한 교통사고의 원인을 제공하고 있으며 소음 및 소성변형(rutting)이 많은 문제로 제기되어 왔다(일본도로협회, 1999). 도로 포장은 도로 이용자의 요구에 부합하며 발전하였고, 인류의 생활수준 및 양상이 달라짐에 따라서 이용의 목적과 방법 또한 현저히 변모해 왔다. 최근 교통사고의 문제와 환경의 중요성 대두 등은 도로 기술의 수동적 입장에서 능동적 입장으로의 전환을 요구하고 있다.

능동적 입장, 즉 도로 이용자에게 최선의 서비스 제공의 측면에서 볼 때 고급포장의 하나로 배수성 포장을 들 수 있으며, 이의 현장 적용으로 미끄럼 사고의 방지, 수막현상 및 물 튀김 현상 방지, 야간 시인성 향상, 소음의 감소 등을 기대할 수 있다. 현재 일본의 경우 수도권 고속도로를 중심으로 아스팔트 포장의 90% 이상 배수성 포장을 적용하여 소음 및 교통사고 저감을 위해 적극적인 대처를 하고 있다. 국내의 경우에도 일본에 비해서는 적용실적이 미미한 실정이라는 하나 최근 서울시를 비롯하여 적용의 범위가 커져 가고 있다.

배수성 포장의 가장 일반적인 파손 유형은 골재의 탈리, 균열 및 포트홀 등이다. 이는 기존 밀입도 아스팔트에 비해 강우 및 강설 등에 의한 수분이 배수성 포장을 자유롭게 이동할 수 있어 수분손상에 의한 균열 및 포트홀 등이 조기에 발생할 수 있는 환경에 노출되어 있기 때문이다. 배수성 포장이 가지고 있는 여러 기능적인 장점에도 불구하고 이러한 조기 파손 및 시공단가의 상승 등으로 인하여 도로관리 측면에서 아직도 국내에서는 그 사용이 확대되는데 걸림돌로 작용하고 있다.

본 연구에서는 배수성 포장의 소음저감의 효과적인 측면에서 유럽 등지에서는 많이 적용되고 있지만 우리나라의 경우 적용되고 있지 않은 2층 배수성포장을 적용하기 위하여, 우선적으로 상부층에 적용하기 위한 배수성 개질 아스팔트를 개발하는 연구를 수행하였다. K사에서 개발한 5종의 개질체에 대한 바인더의 성능시험을 실시하여 2종의 개질체를 선정하였고 선정된 2종의 개질체를 사용하여 최대입경 10mm의 배수성 혼합물을 제작하여 다양한 물리, 역학적 시험을 실시하였다.

* 정희원 · 세종대학교 토목환경공학과 석사과정(E-mail : luciferkss@naver.com)

** 정희원 · 세종대학교 토목환경공학과 석사(E-mail : redevyes82@nate.com)

*** 정희원 · 세종대학교 토목환경공학과 연구교수 · 공학박사(E-mail : jlee11@sejong.ac.kr)

**** 정희원 · 세종대학교 토목환경공학과 부교수 · 공학박사(E-mail : hlee@sejong.ac.kr)

2. 혼합물의 배합설계

2.1 혼합물의 품질기준 및 골재입도

2층 배수성 포장의 상부층에 사용하기위해서 최대 골재 크기가 10mm인 골재를 이용하여 배합 설계를 하려 하였으나 국내에 최대 골재 크기가 10mm인 경우에 대한 규정이 없는 관계로 독일의 지방 기준을 이용하였다. 본 연구에서는 기초 아스팔트로 PG 64-22에 해당하는 아스팔트 바인더를 사용하였고, 바인더에 개질제를 첨가하는 방법으로 K사에서 개발한 폴리머 개질제를 사용하였다. 폴리머 개질제의 첨가량은 아스팔트 중량대비 12%이고, 개질 아스팔트 바인더의 물리 역학적 특성을 비교 분석하기 위하여 고려된 개질 아스팔트는 다음 표 1과 같다.

표 1. 개질 아스팔트 바인더의 타입별 물리적 성질

시험항목		시험방법	시험결과				
			A	B	C	D	E
침입도(Penetration) 25℃,0.1mm		KS M 2252	51	49	46	56	51
박막가열후 침입도		KS M 2252	48	43	43	46	46
연화점(Softening Point) R&B ℃		KS M 2250	95	92	98	92	93
절대점도(Viscosity) 60℃, Poise		KS F 2392	2,228,901	1,728,546	3,319,078	1,858,147	661,738
점도(Viscosity) 135℃, cP		KS F 2392	3,950	3,550	2,625	3,025	1,800
점도(Viscosity) 160℃, cP		KS F 2392	1,317	1,258	1,225	883	790
침입도 잔류율 (Penetration Residue) %		KS M 2252	63	88	93	82	90
DSR(original), kPa	70℃	KS F 2393	7.89	7.05	13.48	7.48	6.06
	76℃		4.93	4.14	8.56	4.99	3.73
	82℃		3.43	2.71	5.53	3.64	2.36
DSR(RTFO), kPa	70℃	KS F 2393	8.03	9.33	14.80	9.34	9.11
	76℃		4.07	4.81	8.18	5.07	4.76
	82℃		2.08	2.58	4.63	2.84	2.54

시험 결과를 보면 60℃에서의 절대점도 값은 지방 기준인 200,000Poise에 비하여 모든 개질제가 우수한 성능을 보여주고 있다. 하지만 아스팔트 혼합물의 실내시험을 하기에 앞서 일반적인 배수성 아스팔트의 혼합은 도인 175℃에서 5가지 개질아스팔트에 대하여 혼합을 실시하였는데 D, E 타입을 제외한 개질제가 혼합하는 과정에서 잘 녹지 않았다. 이는 현장적용 시에 품질관리에 어려움을 수반하게 되므로 5가지의 개질제 타입 중에서는 D 와 E 타입이 적합하다 판단되었다.

또한, 본 연구에서의 골재는 먼저 골재를 체크기별로 세분화하여 체가름을 실시한 다음, 이를 합성하여 사용하였고 골재 입경의 최대치수가 10mm인 골재를 사용하여 배합설계를 실시하였다. 합성입도가 목표 입도에 얼마나 근접하는가를 확인하기 위하여 목표입도에 따라 합성된 골재의 체가름을 실시하고 No. 200체를 통과하는 세립분을 완전히 제거하기 위하여 각 체에 남아있는 골재를 물로 씻은 다음 건조로에서 완전히 건조하여 통과중량백분율을 구하여 목표입도와 비교하였다. 그림 1은 합성입도의 분포를 나타낸다.

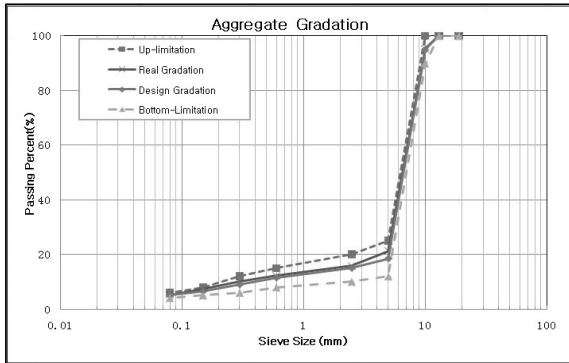


그림 1. 배수성 혼합물용 골재의 입도 분포 곡선

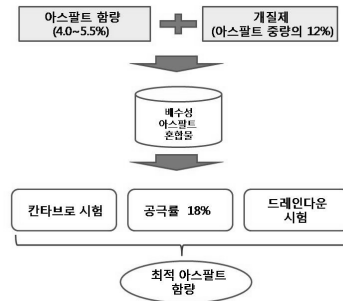


그림 2. 배수성 혼합물의 배합설계 절차

2.2 배합설계 절차 및 시험방법

2.2.1 배합설계 절차

배수성 아스팔트 혼합물의 배합설계 절차를 간략히 나타내면 그림 2와 같다. 그림에서처럼 아스팔트 바인더의 함량을 0.5%씩 달리하여 각 함량별로 마찰공시체를 제작한다. 양면 50회의 다짐을 실시하고 아스팔트에 첨가하는 폴리머 개질제는 아스팔트 중량의 12%를 유지한다.

2.2.2 시험방법

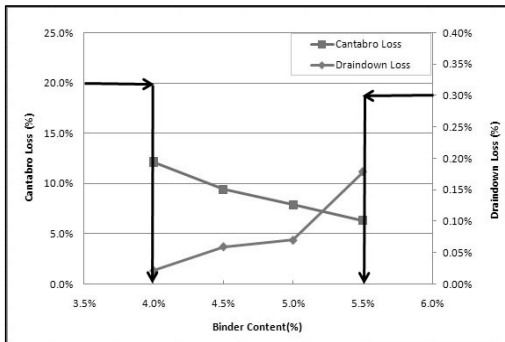
칸타브로 시험은 배수성 혼합물 골재의 비산 저항성을 평가하는 시험으로 50회 다짐한 마찰 공시체를 만들어서 쇠구슬을 빼낸 비어있는 로스엔젤레스 마모 감량 시험기에 넣고 드럼을 이용하여 대분 30~33회의 회전속도로 300회 회전시킨 공시체의 손실 질량비로 평가하는 시험이다. 본 시험에서는 개질제의 타입별로 각각 3개의 마찰 공시체를 제작하여 칸타브로 시험을 실시하였고, 드레인다운 시험은 배수성 혼합물에는 일반 밀입도 혼합물에 비해 많은 양의 아스팔트 바인더가 첨가되며 이로 인해 고온에서 아스팔트 바인더의 흐름이 발생할 수 있다. 이러한 바인더의 흐름량을 측정하기 위한 실험이 바로 Draindown 실험이다. 이 실험을 통해 혼합물을 현장으로 운반하거나 포설시에 아스팔트 바인더가 잠재적으로 흐를 수 있는가를 평가한다. 보통 다공성 혼합물에서의 Draindown 손실률은 일반 아스팔트의 경우 160℃, 개질 아스팔트의 경우 175℃에서 1시간 거취 후 손실률이 최대 0.3%가 넘지 않도록 규정하고 있다.

공극률 측정은 제작한 시편이 목표 공극률을 만족하는지 알아보기 위하여 시편의 공극률을 측정 하였다. 본 연구에서는 수중에서 다져지지 않은 아스팔트 혼합물을 넣고 진공을 가한 후 공기를 제거하는 방법을 사용하여 이론 최대밀도를 측정하였으며, 배수성 아스팔트 혼합물은 밀입도 아스팔트 혼합물과는 달리 다공성 혼합물로서 혼합물 내부에 공극 20%를 가지는 혼합물이기 때문에 표면건조 포화상태 조건을 만족 시킬 수 있는 코어락(Core-lok)장비를 이용하여 겉보기 밀도를 측정하였다.

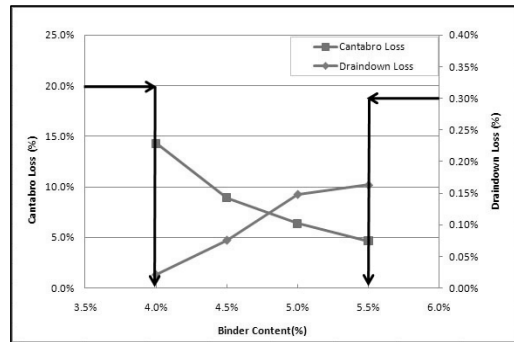
2.2.3 배합설계 결과

칸타브로 및 Draindown 손실률 데이터 및 공극률 데이터를 사용하여 그림 3에서처럼 아스팔트 함량 결정 범위에서 목표 공극률 18%를 만족하게 하여 가능한 아스팔트 함량이 최대가 될 수 있는 지점을 찾아 골재 입도에 대한 최적 바인더 함량을 결정하였다.

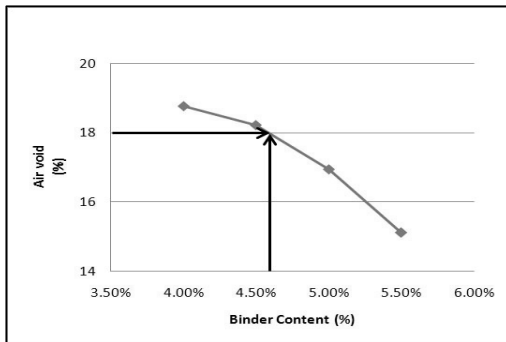
배수성 아스팔트 혼합물의 경우 최소 공극률 기준은 20%이다. 하지만 본 연구에서는 최대 골재의 크기가 시방서 기준에 있는 것 보다 작고, 실험의 결과로 공극률이 전체적으로 낮게 나오는 경향을 보여서 18%를 목표 공극률로 잡고 각 개질제의 최적 아스팔트함량을 결정한 결과, D 개질제의 경우 최적 아스팔트함량이 4.6%, E 개질제의 경우 4.1%로 결정되었다. 본 연구에서 수행된 모든 실내 공용성 시험은 앞서 결정된 최적 아스팔트함량으로 혼합물을 생산하여 시험을 실시하였다.



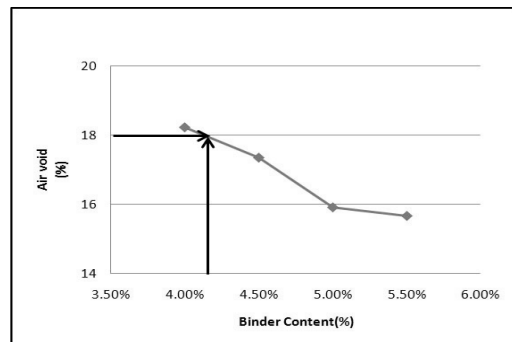
(a) 개질제 D 혼합물의 최소 및 최대 바인더 함량 결정



(b) 개질제 E 혼합물의 최소 및 최대 바인더 함량 결정



(c) 개질제 D 혼합물의 아스팔트 함량에 따른 공극률 변화



(d) 개질제 E 혼합물의 아스팔트 함량에 따른 공극률 변화

그림 3. 최적 아스팔트 함량의 결정

3. 실내공용성 평가

새로운 혼합물을 개발함에 있어 최종 목표는 실제 현장에 새로운 혼합물을 시공하였을 때 만족할 만한 공용성을 가지는 혼합물을 개발하는데 있다. 따라서 현장 시험시공은 새로운 혼합물의 공용성을 평가하는데 있어 필수적인 과정이라 할 수 있다. 그러나 현장 시험시공의 경우 외부 환경조건이나 교통조건 제약으로 시험시공을 실시하기가 어려우며, 공용성을 확인하기 위해서는 적어도 4년 내지 5년의 기간이 필요한 단점이 있다. 실내 시험을 통한 공용성 평가는 단기간에 가능하며, 시험조건을 동일하게 할 수 있는 장점이 있는 반면, 실제 현장의 교통 및 기후조건을 실내에서 완벽하게 모사할 수 없다는 문제점이 있다. 본 연구에서는 신규 혼합물의 공용 특성을 분석하기 위하여 다양한 실내시험을 수행하였다.

3.1 시편제작

본 연구의 실내 공용성 평가를 위한 공시체 제작에 사용되는 모든 아스팔트 혼합물은 아스팔트 믹서기를 사용한 기계식 비빔으로 혼합하였다. 공극률 및 투수계수, 칸타브로 시험, 수분손상시험 등에 사용된 시편은

모두 마살다짐기를 사용하여 직경 100mm, 높이 68mm의 원통형 시편을 제작하여 시험에 사용하였고, 피로 시험에 사용될 시편은 선회다짐기(Gyratory Compactor)를 사용하여 제작하였다. 혼합물의 다짐에는 슈퍼페이브(Asphalt Institute, 1995)에서 제안한 방식으로 다짐각은 1.25°, 압축응력은 600Pa, 다짐속도는 분당 30회를 적용하였고, 직경 150mm, 높이 70mm의 원통형 시편을 선회다짐기로 다진 후 시편의 온도가 실내온도로 낮아졌을 때 직경 100mm로 코어를 채취하여 상부와 하부를 10mm씩 절단하여 높이 50mm의 원통형 시편을 사용하였다. 휠 트래킹 시험과 미끄럼 저항 측정시에 사용한 시편은 크기 300×300×50mm인 슬래브형 시편으로써 휠트래킹 다짐기를 사용하여 공극률이 각 혼합물의 목표 공극률에 적합하도록 제작하였다.

3.2 시험방법 및 결과

본 연구에서는 모든 시험을 실내시험으로 국한하며, 앞서 설명한 2가지 타입의 개질체를 이용한 배수성 아스팔트 콘크리트 시편을 이용하여 실내 공용성 시험을 실시하였다. 시험계획은 표 2와 같다.

표 2. 실내 시험계획

시험명	시험 시편	시험 변수
투수계수 시험	3	시험 온도 : 23.3 °C
수분손상 시험	6	시험온도 : 대기온도 하중재하속도 : 50.8mm/분
미끄럼 저항 시험	3	접지길이 : 124~127mm
휠 트래킹 시험	3	시험온도 : 60 °C 윤하중 : 686N
피로 시험	6	시험 온도 : 20 °C 하중 크기 : 1500N, 1700N, 2000N, 2200N, 2500N, 3000N
소음측정	4	시험온도 : 20 °C 측정범위 : 100~1600Hz

(1) 실내 투수 시험 방법(KS F 2494)

각 타입별로 제작한 마살 시편을 사용하여 투수계수를 측정하였고 그 결과를 비교 하면 표 3과 같다. 타입별로 투수 성능은 크게 차이가 없음을 알 수 있다. 하지만 2가지 타입 모두 일반적 배수성 포장의 투수계수 기준인 0.01cm/sec을 훨씬 상회 하는 것을 확인하였다.

표 3. 투수시험 결과 값 (15°C)

시편유형	투수계수(cm/sec)	평균투수계수(cm/sec)
Type D	0.145	0.157
	0.159	
	0.168	
Type E	0.157	0.157
	0.166	
	0.148	

(2) 수분손상 시험(KS F 2398)

혼합물의 수분손상은 아스팔트 포장의 가장 흔한 손상유형 중의 하나이다. 이러한 수분손상의 가장 큰 원인은 아스팔트와 골재의 피막박리에 기인하는 것으로서 이러한 피막박리는 아스팔트 층의 하부에서 먼저 발생되어 상부로 진전된다. 피막박리 현상이 심하게 발생하면 포장이 지지력을 상실하여 과다한 소성변형이 발생되기도 하고 포트홀을 유발시키기도 한다. 따라서 본 연구에서는 시편을 평균 공극률이 비슷하게 3개씩 2개조로 나눈 후 1개조는 수분처리를 하지 않고 건조간접인장강도를 측정하고 나머지 1개조는 먼저 부분진공

상태에서 포화도가 55~80% 이내가 되도록 포화시킨 후 60℃의 물속에 24시간 넣어둔 다음 다시 25℃의 물속에 1시간 방치하고 수침간접인장강도(wet strength)를 측정하였다. 표 4는 간접 인장 강도비를 측정한 결과이다. 표 4에서 보는 바와 같이 모든 타입의 시편들의 간접인장강도비가 시방기준인 80%를 상회하였다.

표 4. 수분손상시험에 의한 간접인장강도비

ID		강도(N/mm ²)	평균 강도(N/mm ²)	TSR(%)	
Type D	건조	1	0.590	89.6	
		2	0.569		
		3	0.676		
	수침	1	0.546		0.548
		2	0.538		
		3	0.560		
Type E	건조	1	0.807	87.2	
		2	0.650		
		3	0.681		
	수침	1	0.568		0.622
		2	0.703		
		3	0.593		

(3) 미끄럼 저항성 시험(KS F 2375)

미끄럼 저항성 측정 시험 방법은 현재 ASTM E 303과 같은 정치식과 ASTM E 274에 의한 이동식 측정 방법이 있으나, 정치식인 영국식 미끄럼 저항 측정기는 수동식으로 측정 대상 위치에 측정 대상 위치에 거치시키고 노면에 물을 뿌린 다음 1.5kg의 추를 낙하시켜 젖은 노면을 미끄러지도록 함으로써 노면의 미끄럼 저항성을 측정하는 방법이다. 본 연구에서는 비교적 간단하고 필요한 장소에서 쉽게 측정할 수 있는 그림 4의 영국식 장비인 BPT(British Pendulum Tester)를 이용하여 각각의 타입의 배수성 아스팔트 혼합물의 시험을 실시하였다. 미끄럼 저항 테스트를 하여 평균 미끄럼저항의 값을 구한 결과가 표 5와 같다. BPT 값에 대한 명확한 기준은 아직 제시된 것이 없기에 상대적으로 비교를 해보면, 미끄럼 저항성의 측면에서는 E 타입의 개질제가 상대적으로 약간이나마 우수한 것을 알 수 있었다. 이는 아스팔트 바인더 함량에 차이에 따른 피복 두께의 차이로 인한 것으로 판단된다.

표 5. 미끄럼 저항 시험결과

시편종류		BPT	BPT
Type D	1	55	50
	2	46	
	3	50	
Type E	1	60	61
	2	64	
	3	60	



그림 4. 미끄럼 측정기

(4) 휠 트래킹 시험

이 시험 방법은 내유동성이 요구되는 도로의 역청 포장 혼합물의 배합설계 및 품질 관리시 내유동성이 우수한 혼합물을 선정하기 위한 시험으로 적용된다. 즉 아스팔트 콘크리트 포장 후 더운 여름에 도로 위로 자동차가 이동할 때 소성 변형이 주로 발생하므로, 이러한 현상을 바탕으로 역청 포장용 혼합물의 공시체에 반복 차륜 하중을 가하여 소성변형에 대한 저항성을 동적 안정도 및 변형률로 평가함으로써, 기존의 경험에 의한 마찰 시험 방법과는 다른 현장 모사 시험 방법으로 휠트래킹 시험 방법을 규정된 것이다. 본 연구에서는 2종의 배수성 개질 혼합물을 이용하여 휠 트래킹 시험을 실시하여 비교한 결과, 그림 5와 같이 D 혼합물이

소성변형 저항이 우수한 것으로 확인되었다. 접지압이 $628 \pm 15 \text{kPa}$ 이 되도록 유지하고 총 시험 차륜 하중을 686N으로 고정하여 실험하였다. 휠 트래킹 시험결과를 동적안정도로 산정하여 비교를 하면 표 6과 같이 두 혼합물 모두 동적안정도가 표층의 기준치인 3000(회/mm)을 상회하여 소성변형에 대한 저항성이 매우 우수한 것으로 나타났으며, D 혼합물이 E 혼합물에 비해 동적안정도가 약 61% 큰 것으로 나타났다.

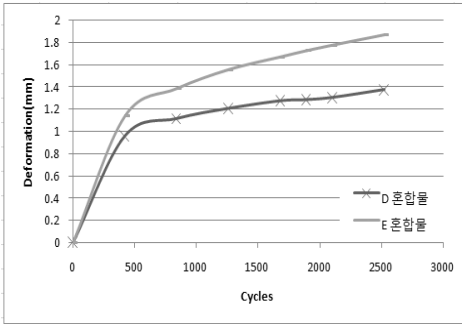


그림 5. 휠 트래킹 시험 측정 결과 비교

표 6. 유효하중 686N에서의 동적안정도 비교

	Type D		Type E	
	동적안정도 (회/mm)	평균 (회/mm)	동적안정도 (회/mm)	평균 (회/mm)
1	6070	7127	4534	4414
2	8185		4294	

(5) 피로시험

시험에 사용되는 장비는 Servo-Hydraulic Closed Loop 시스템의 장비로서 MTS사의 모델 810(10Ton)이다. 시험은 간접인장방식에 의해 수행되고, 시편의 상부 및 하부에 하중을 재하 할 수 있는 재하 장치는 LTPP(2001)에서 제안한 방식을 적용하였다. 피로시험은 20℃에서 실시하고, 시험을 실시하는 동안 정밀한 온도조절을 위하여 온도조절 챔버를 사용한다. 하중은 10Hz의 주기를 갖는 Haversine 하중을 일정하게 시편에 가하고, 하중단계(load lever)를 달리 하며 피로시험을 실시한다. 본 연구에서는 개질 아스팔트 혼합물의 상대적인 피로수명을 단기간에 규명하기 위하여 휴지기를 적용하지 않고 0.1초의 하중을 연속재하여 아스팔트 바인더가 혼합물의 피로수명에 미치는 영향을 파악하기 위하여 2종의 배수성 개질 아스팔트 혼합물에 대하여 간접인장 피로시험을 실시하였다.

아스팔트 혼합물의 피로수명을 평가하는 가장 일반적인 방법은 혼합물에 대해 피로시험을 수행하여 얻어진 데이터로부터 강성(stiffness)을 계산하고 이를 통해 시편의 강성이 초기강성의 50% 도달했을 때까지 시편에 가해진 하중재하회수를 피로수명으로 결정하는 방식, 그리고 하중재하회수에 따른 변형률 진폭의 변화를 그래프로 그린 다음 최소 곡률반경이 되는 지점의 하중재하회수를 피로수명으로 결정하는 방식이 있다. 하지만 변형률 진폭에 의한 방법은 최소 곡률반경 지점을 명확히 파악하기가 어렵기 때문에 본 연구에서는 시편의 강성이 초기강성의 50%에 도달할 때까지 적용된 하중회수를 피로수명으로 결정하였다.

피로시험 결과 그림 6에서 보는 바와 같이 D 혼합물의 피로수명이 E 혼합물 보다 큰 것으로 나타났다. 두 혼합물 모두 동일한 골재 입도를 사용하였으나 D 혼합물의 경우 설계아스팔트 함량이 4.6%로 E 혼합물에 비해 0.5% 많다. 따라서 이러한 아스팔트 함량의 증가가 피로수명의 증가에 영향을 미친 것으로 판단된다.

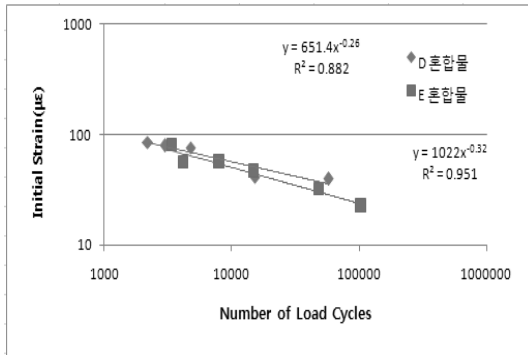


그림 6. 배수성 개질 아스팔트 혼합물의 피로수명 비교

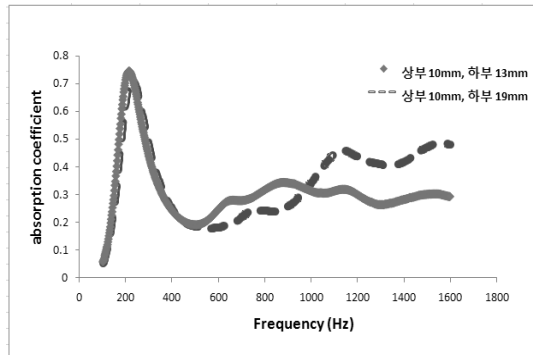


그림 7. 2층 배수성 시편의 흡음계수 측정결과

(6) 소음측정

배수성 개질아스팔트 바인더의 소음특성을 평가하기 위하여 소음측정시험을 실시하였다. 이 실험은 추후에 2층 배수성 아스팔트의 현장 공용성 평가에 앞서 하부층의 최대 골재입도의 차이에 따른 2층 배수성 아스팔트 시편의 소음 저감 특성을 분석 하기위하여 실시하였다. 시험에 사용된 시편은 최대골재의 크기가 각각 10mm, 13mm, 19mm인 배수성 마샬공시체를 제작하여 최대골재의 크기가 10mm인 시편을 상부 층으로 하고, 13mm와 19mm인 시편을 각각 하부층으로 하여 접착하였다. 본 연구에서는 임피던스관(Impedance tube)을 이용하여 2층 배수성 아스팔트 시편의 흡음계수를 측정하였다. 측정에 사용된 장비로는 B&K 사의 Type 4206이 사용되었고, 임피던스관을 이용한 측정방법중에서 전달함수법(transfer function method)을 이용하였다. 그림 7에서는 시편의 종류에 따라 평균흡음계수 값을 나타내었다. 그래프에서 알 수 있듯이 주파수 대역 별로 소음 저감 효과에 유리한 시편의 종류가 차이를 보이는데 단순히 본 시험의 결과를 가지고 소음저감에 유리한 입도를 결정하는 것은 무리가 있는 것으로 판단된다. 추후에 각각의 입도에 대한 2층 배수성 포장의 현장 적용을 실시하여 현장 소음 특성에 대한 분석을 통하여 소음저감에 유리한 입도를 결정하는 것이 타당한 것으로 보인다.

4. 결 론

본 연구에서는 2층 배수성포장을 적용하기 위하여, 우선적으로 상부층에 적용하기 위한 배수성 개질 아스팔트를 개발하는 연구를 수행하였다. 본 연구에서 개발한 5종의 개질제에 대한 바인더의 성능시험을 실시하여 2종의 개질제를 선정하였고 선정된 2종의 개질제를 사용하여 최대입경 10mm의 배수성 혼합물을 제작하여 다양한 물리, 역학적 시험을 실시하였다.

두 혼합물에 대한 배합설계 결과 골재의 비산저항성은 E 타입의 개질제가 D 타입의 개질제에 비해 다소 우수하나 Draindown 손실량은 D 타입 보다 다소 큰 것으로 나타났다. 두 혼합물 모두 시상서 기준보다는 우수한 성능을 보여주기 때문에 문제될 것이 없을 것으로 판단된다. 또한 동일한 공극률을 기준으로 할때는 D 타입의 개질제가 E 타입에 비해 조금 더 많은 양의 아스팔트 바인더를 첨가할 수 있는 것으로 나타났다. 최종적으로 두 종류의 개질제의 실내 공용성 시험 결과 미끄럼저항을 제외한 모든 시험에서 D 타입의 개질제가 성능이 우수한 것으로 확인되었다.

본 연구에서 수행한 실내 시험결과 최대 골재 10mm를 적용한 배수성 혼합물의 성능이 시방기준에 비해 상당히 우수한 것으로 나타났다. 그러나 본 연구의 결과는 실내 물성 및 공용성 시험결과에 국한된 것으로 본 연구에서 개발된 배수성 개질 아스팔트의 장기 공용성을 평가하기 위해서는 포장가속시험 및 현장 시험이 추가로 수행되어야 할 것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 스마트 하이웨이 사업단의 지원으로 수행되었으며 이에 감사드립니다.

참고 문헌

1. 건설교통부 (2007) “한국형 포장 설계법 개발과 포장성능 개선방안 연구”, 프로그램부분 2단계 3차년도 보고서
2. 한국도로학회, STE-620을 적용한 배수성 아스팔트 혼합물의 성능검증 및 현장 적용성 평가 연구
3. 건설 교통부 (1997), 아스팔트포장 설계·시공 요령, 한국도로교통협회, pp 210~217
4. 김주원, 박태순 (2000), “배수성포장 (외국의 사례를 중심으로)”, 한국도로포장공학회, pp 92~101
5. 박태순 (2002), 개질 및 특수 아스팔트 혼합물의 역학적 특성 연구, 서울산업대학교 건설기술연구소, pp 40~41
6. 권준범 (2008), 배수성 아스팔트 포장의 공극률과 투수계수와 상관계수에 관한 연구, 경희대학교 대학원 석사학위 논문
7. 일본도로협회 (1999), 배수성 포장 기술 지침 (안), 한국건설기술연구원, pp 1~7, 23~31
8. 이와이 시게오, 미우라 유우지 (2002), “투수성 포장으로 amenity 향상 (투수성 포장에 의한 타이어 소음의 감소특성과 흡음률의 추정)”. 전국 건설 연수 센터, pp 24~32
9. 최고일, 김재형, 김극한 (1992)포장의 미끄럼 저항 특성 연구(III), 한국도로공사 도로연구소, pp3~22,29
10. 이경하(1995), “ 배수성 포장 연구”, 한국도로공사 도로연구서, pp 3~13
11. 차정필(2007), “임피던스 관을 이용한 음향공의 흡음계수 측정”, 한국 항공우주학회, pp 1013~1016
12. ASTM E 303 (1983), “Standard Test Method for Measuring Surface Friction Properties Using the British Pendulum Tester”
13. ASTM(1988), “Standard Test Method for Effect of Moisture on Asphalt Concrete Paving Mixtures”, ASTM Designation : D4867-88
14. Prithvi S. Kandhal, P.E. (1999), “Design of New-Generation Open-Graded Friction Courses”
15. Maccarrone, C., A. V. ky, and G.p. Gnanaseelan (1997). “Permanent deformation and fatigue properties of polymer modified asphalt mixes.” proc. of the 8th International Conference on Asphalt Pavements, ISAP, VOL. 2, pp. 1545-1554
16. Corte, J.F., Y. Brosseaud and J.P. Kerzreho (1998)/ “Study of rutting of wearing courses on the L.C.P.C test track.” Proc. of the 8th International Conference on Asphalt Pavements, ISAP, VOL. 2, pp.1555-1568