

# 폐유리를 혼입한 개질아스팔트 혼합물의 물리·역학적 특성

박승범, 표구영, 김정환, 이 준, 김범규  
충남대학교 토목공학과

## Physical and Mechanical Properties of Modified Asphalt Mixture Using Waste Glass

Seung-Bum Park, Koo-Young Pyo, Jeong-Hwan Kim, Jun Lee, Bum-Kyou Kim  
Dept. of Civil Engineering Chungnam National University, Daejeon, Korea

### 1. 서론

아스팔트 혼합물의 성능개선에 사용되고 있는 개질재는 다양한 종류가 있으며 종류에 따른 특성도 다양하다. 개질아스팔트란 일반 아스팔트 포장의 성능을 개선하기 위하여 각종 혼화제(Modifier)를 첨가한 포장의 통칭으로 개질아스팔트의 사용은 취약부위의 유지보수 주기를 감소시키고, 작업이 곤란한 지역에서는 유지보수 작업에 대한 보다 긴 주기를 제공할 수 있는 한 방법이다. 즉 개질아스팔트는 포장용 석유아스팔트 성질을 포장의 내구성 향상을 목적으로 사용된다. 개질아스팔트의 비용-효과를 최대화하기 위해서 투수성 머캐덤이나, 특별히 피로나 소성변형에 대한 저항이 요구되는 지역에서는 양질의 골재를 사용하고, 요구되는 재료의 개질 정도와 비용은 처리 구간의 현장 여건에 따라 다르며, 변형 저항에 대한 재료 개량은 페타이어 고무를 사용하여 얻을 수도 있다.

본 장에서는 폐유리골재 및 페아스콘 재생골재를 사용한 아스팔트 혼합물의 성능개선을 위하여 개질재인 SBR과 EVA를 혼입한 가열식 아스팔트 혼합물에 관한 성능향상 연구를 행하였다.

### 2. 사용재료

#### 가. 폐유리

폐유리 골재는 13~0mm 이하의 입도범위의 것으로 화학적 조성 및 물리적 특성은 다음의 Table 1, 2와 같다.

Table 1. The Chemical Composition of Waste Glass Aggregates

화학적 조성						
SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Na <sub>2</sub> O+K <sub>2</sub> O	CaO+MgO	SO <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
72.1	1.74	14.11	11.52	0.13	0.31	0.01

Table 2. The Physical Properties of Waste Glass Aggregates

물리적 특성					
입 도	조립률	비 중	흡수율(%)	실적률 (%)	단위용적중량 (kgf/m <sup>3</sup> )
13~2.5	5.81	2.50	0.06	61.78	1,544
2.5~0	3.52	2.50	0.09	85.97	1,612

나. 페아스콘 재생골재

페아스콘 재생골재는 아스팔트 함량 5.2%인 재생골재로 그 물리적 특성 및 입도분포는 Table 3 과 같다.

Table 3. The Physical Properties and Gradation of Waste Pavement Recycled Aggregate

구 분	마모감량		흡수율(%)			실적률 (%)			단위용적중량 (kgf/m <sup>3</sup> )	
20mm	21.7		1.48			51.3			1621	
13mm	-		1.36			58.9			1650	
5mm	-		2.11			72.3			1652	
각 골재입도(mm)	19	13.2	4.75	2.36	0.6	0.3	0.15	0.075	0.0	
통과중량백분율(%)	99.1	88.6	70.6	44.8	31.1	14.6	9.8	5.2	0.1	

다. 신재골재

신규 잔골재 및 굵은골재는 국내 S사에서 생산되는 것으로 20mm, 13mm, 쇄석과 석분을 사용하였으며, 물리적 특성은 Table 4 와 같다.

Table 4. The Physical Properties of New Aggregate

항목 골재	비중	F.M	흡수율 (%)	마모감량 (%)	안정성 (%)
20mm	2.71	6.52	0.70	20.7	3.3
13mm	2.71	6.28	0.72	22.1	3.1
석분	2.69	-	2.39	-	-
채움재	2.72	-	0.74	-	-

라. 구재아스팔트

페아스콘에서 추출된 페아스팔트의 물리적 성질은 Table 5 와 같다.

Table 5. The Physical Properties of Recycled Asphalt

아스팔트 함량(%)	침입도 (0.1mm)	연화점(℃)	신도(cm)	인화점(℃)	연소점(℃)
5.2	34	48.2	56	307	323

### 3. 시험결과 및 검토

#### 가. 마샬특성치

Table 6. Test Results of Marshall Using Normal Asphalt at OAC

페유리골재 혼입률	페아스콘 재생골재 혼입률	OAC (%)	공극률 (%)	실측밀도 (g/cm <sup>3</sup> )	마샬안정도 (kg)	흐름값 (0.1mm)
0%	0%	6.1	4.2	2.308	1,252	32
	30%	6.15	4.8	2.211	1,207	29
	50%	6.2	5.2	2.152	1,162	34
10%	0%	6.15	4.6	2.282	1,244	32
	30%	6.2	4.7	2.217	1,198	30
	50%	6.15	5.4	2.137	1,153	31
20%	0%	6.2	4.7	2.276	1,218	33
	30%	6.2	4.8	2.171	1,167	31
	50%	6.2	5.1	2.118	1,127	34

Table 7. Test Results of Marshall Using SBR Modified Asphalt at OAC

페유리골재 혼입률	페아스콘 재생골재 혼입률	OAC (%)	공극률 (%)	실측밀도 (g/cm <sup>3</sup> )	마샬안정도 (kg)	흐름값 (0.1mm)
0%	0%	6.1	3.9	2.342	1,516	24
	30%	6.15	5.3	2.269	1,453	27
	50%	6.2	5.6	2.184	1,438	29
10%	0%	6.15	4.2	2.323	1,452	24
	30%	6.2	5.0	2.243	1,387	28
	50%	6.15	6.0	2.181	1,375	32
20%	0%	6.2	4.0	2.323	1,452	25
	30%	6.2	5.1	2.243	1,387	29
	50%	6.2	5.9	2.181	1,375	32

Table 8. Test Results of Marshall Using EVA Modified Asphalt at OAC

페유리골재 혼입률	페아스콘 재생골재 혼입률	OAC (%)	공극률 (%)	실측밀도 (g/cm <sup>3</sup> )	마샬안정도 (kg)	흐름값 (0.1mm)
0%	0%	6.1	4.8	2.328	1,512	25
	30%	6.15	5.4	2.238	1,483	27
	50%	6.2	5.6	2.194	1,428	30
10%	0%	6.15	5.0	2.338	1,453	26
	30%	6.2	5.1	2.231	1,407	27
	50%	6.15	5.8	2.172	1,372	29
20%	0%	6.2	5.1	2.332	1,362	27
	30%	6.2	4.9	2.229	1,367	29
	50%	6.2	5.5	2.191	1,315	31

나. 압축강도

Table 9. Compressive Strength of Modified Hot Asphalt Mixture Using Waste Glass and Waste Pavement Recycled Aggregate

폐유리골재 혼입률	개질제의 종류	압축강도 (kgf/cm <sup>2</sup> )		
		페아스콘 재생골재 혼입률		
		0%	30%	50%
0%	-	75.1	72.4	69.7
10%		74.6	71.8	69.1
20%		73.0	70.0	67.6
0%	SBR	89.5	84.8	81.4
10%		86.3	81	79.8
20%		87.4	82	76.6
0%	EVA	90.7	86.5	85.1
10%		89.3	83.2	81.2
20%		86.8	81.8	78.4

다. 간접인장강도

Table 10. Indirect Tensile Strength of Modified Hot Asphalt Mixture Using Waste Glass and Waste Pavement Recycled Aggregate

폐유리골재 혼입률	개질제의 종류	간접인장강도 (kgf/cm <sup>2</sup> )		
		페아스콘 재생골재 혼입률		
		0%	30%	50%
0%	-	12.84	9.36	8.33
10%		12.33	8.99	8.17
20%		11.98	8.72	7.74
0%	SBR	14.9	13.9	12.5
10%		13.9	12.5	11.7
20%		12.7	11	10.4
0%	EVA	15.6	14.2	12.8
10%		14.8	13.9	11.7
20%		13.5	11.6	10.9

4. 결론

가. 유해폐기물을 재활용한 아스팔트 혼합물의 성능개선을 위해 SBR을 혼입한 개질아스팔트와 EVA를 혼입한 개질아스팔트를 사용하는 경우, 마찰안정도는 일반아스팔트를 사용하는 경우에 비하여 크게 개선되었으며, 공극률은 일반아스팔트를 사용했을 때에 비하여 SBR을 혼입한 개질아스팔트 혼합물의 경우에는 14~26%, EVA를 혼입한 개질아스팔트 혼합물의 경우에는 2~5%정도 감소되는 것으로 나타났고, 흐름값은 일반아스팔트 혼합물에 비하여 SBR을 혼입한 개질아스팔트 혼합물의 경우에는 7~25%, EVA를 혼입한 개질아스팔트를 사용한 경우에 있어서 6~22% 정도 감소되는 것으로 나타나

페유리와 재생골재를 사용한 아스팔트 혼합물 제조시 개질아스팔트 혼합물로 제조하는 것이 일반아스팔트 혼합물로 제조하는 것보다 고온에서의 변형이 작고, 안정성이 뛰어나며 밀실한 혼합물의 제조가 가능한 것으로 나타났다.

- 나. SBR을 혼입한 개질아스팔트와 EVA를 혼입한 개질아스팔트를 사용하는 경우, 압축강도는 일반아스팔트를 사용하는 경우에 비하여 각각 15~20%, 13~22%정도 크게 나타났으며, 간접인장강도는 일반아스팔트를 사용했을 때에 비하여 SBR을 혼입한 개질아스팔트 혼합물의 경우에는 14~26%정도 증가되었으며, EVA를 혼입한 개질아스팔트 혼합물의 경우에는 15~32%정도 증가되는 것으로 나타났다.

## 5. 참고문헌

- Meyers, F., G. R. Tessier, R. Haas, and T. W. Kennedy, "Study of Hot Mix Recycling of Asphalt Pavements," Roads and Transportation Association of Canada, Report P 2964 E, Ottawa, Ontario, 1983
- Burgin, E. W. "Asphalt Pavement Recycling and Rejuvenation," Proc., 32nd Annual Conference of Canadian Technical Asphalt Association, Vol. 32, pp.2~13, Nov. 1987
- Johnson, J. K., "Results of Hot In-Place Recycling at Thompson Field," Interagency Memorandum/Report, Aviation Office, Florida Department of Transportation, 1991
- 片倉弘美, 高木信幸 "再生加熱アスファルト混合物の供用性評價", 第18回 日本道路會議論文集, pp.720~721, 1991
- 환경부, "전국 폐기물 발생 및 처리현황(2000)", pp. 5~10, 911~919, 2001