

플랜트 믹스형 배수성 아스팔트 개질제의 특성연구

A Study on Characteristics of Plant-Mixed Porous Asphalt Modifier

박태순* · 정필구** · 안용주*** · 김용주**** · 진정훈*****

Park, Tae Soon · Chung, Pil Gu · Ahn, Yong Ju · Kim, Yong Joo · Jin, Jung Hoon

1. 서 론

최근 해외에서는 다(多)기능적이고 친환경적인 배수성 아스팔트 콘크리트 포장에 대한 연구를 수행하여 시대로 뿐만 아니라 고속도로에 시공하여 우수한 공용성을 보여주고 있다. 국내에서는 1990년대 중반에 배수성 아스팔트 콘크리트 포장이 처음으로 도입되었으며 다양한 특수 개질제와 시공방법이 개발되어 시공되었으나 저가의 저급 재료사용과 현장에서 시공 기술부족으로 인하여 골재탈리, 박리, 공극 막힘 등과 같은 조기파손에 대한 문제점을 나타내고 있다. 특히, 배수성 아스팔트 콘크리트 포장에 사용하는 배수성 아스팔트 개질제는 플랜트에서 적용방식에 따라 플랜트믹스 방식과 프리믹스 방식으로 나누어 사용되고 있으나 국내에는 아직까지 배수성 아스팔트 개질제에 대한 표준화된 품질기준이 마련되어 있지 않아 무분별하게 배수성 아스팔트 개질제를 현장에 적용하고 있다. 특히, 플랜트믹스 방식의 경우 배수성 아스팔트 개질제의 품질평가는 업체에서 제출한 시료에 대해서만 시험을 실시하여 성적서를 발급함에 따라 현재 절차로는 첨가된 배수성 아스팔트 개질제의 종류나 현장 시공시 나타나는 고점도 개질 성능효과를 정확하게 평가하기 힘든 상황이다.

따라서 본 연구에서는 AP-5 아스팔트에 배수성 아스팔트 개질제를 실내에서 직접 용융하여 물리적, 유변학적 특성에 대한 시험을 실시하였다. 국내에서 생산된 4 종류의 배수성 아스팔트 개질제와 스트레이트 아스팔트를 교반조건과 함께 생산업체로부터 제공받아 시료를 제작하였으며 이에 대한 성능평가 결과와 주요 발견 사항을 정리하였다.

2. 배수성 고점도 개질 아스팔트 준비

2.1 재료 선정

본 연구에서 사용된 배수성 아스팔트 개질제는 국내에서 생산된 제품으로 각기 다른 4개 업체에서 생산된 개질제를 선정하여 AP-5 아스팔트와 함께 교반하여 4 종류의 배수성 고점도 개질 아스팔트를 준비하였다.

2.2 시료제작

배수성 고점도 개질 아스팔트의 품질평가를 위하여 실내에서 AP-5 아스팔트에 개질제를 혼합하여 고점도 개질 아스팔트를 준비하였다. 표 1에 정리한 것처럼, 배수성 고점도 개질 아스팔트를 준비하는데 필요한 개질제 투입량, 교반속도, 교반시간에 대한 시방규정이 정립되어 있지 않아 개질제를 생산하는 업체에서 제안하는 방법에 따라 교반작업을 수행하였다.

* 서울과학기술대학교 토목공학과 교수 · 공학박사 · 02-970-6506(E-mail:tpark@snut.ac.kr)
** 서울과학기술대학교 토목공학과 · 석사과정 · 02-970-6946(E-mail:pilgidogu@empal.com)
*** 서울과학기술대학교 토목공학과석사과 · 02-970-6946(E-mail:conan84@empal.com)
**** 한국건설기술연구원 · 수석연구원 · 공학박사 · 031-9100-248(E-mail:yongjook@kict.re.kr)
***** (주)도화종합기술공사 · 수석연구원 · 공학박사 · 02-6323-3351(E-mail:jinrino@paran.com)

표 1. 배수성 고분자 개질 아스팔트의 교반조건

	배수성 아스팔트 개질제 종류			
	A 개질제	B 개질제	C 개질제	D 개질제
형태				
원 아스팔트	AP-5	AP-5	AP-5	AP-5
교반온도(℃)	180	180	180	180
교반시간(분)	60 (업체제시 : 25)	60 (업체제시 : 자료없음)	60 (업체제시 : 45)	30 (업체제시 : 30)
교반속도(RPM)	3,000	300	5,000	300
아스팔트 100g당 개질제량(g)	12	1	9	12

2.3 시료교반 후 육안관찰 결과

교반작업은 배수성 아스팔트 개질제를 투입할 때 개질제가 아스팔트 내에서 멍치는 현상을 최소화하기 위하여 먼저 300 RPM의 속도로 180℃로 가열된 AP-5 아스팔트를 10초 동안 공회전한 후 개질제를 투입하여 A 개질제는 3,000 RPM, B 개질제는 300 RPM, C 개질제는 5,000 RPM, D 개질제는 300 RPM의 회전속도를 적용하여 교반작업을 수행하였다. 표 2에서 볼 수 있듯이, A, B, C 개질제는 업체에서 제시한 방법에 따라 교반작업을 수행하였으나 아스팔트 내에 개질제가 완전하게 용융되지 않는 현상이 육안으로 관찰되었고 교반시간을 60분까지 증가시켜도 개질제는 아스팔트 내에서 완전하게 용융되지 않았다.

표 2. 배수성 고분자 개질 아스팔트의 교반 후 육안관찰 결과

	배수성 아스팔트 개질제 종류			
	A 개질제	B 개질제	C 개질제	D 개질제
교반 후 용융상태				
교반 후 육안관찰	용융되지 않음	일부 용융됨	용융되지 않음	완전 용융됨

3. 배수성 고점도 개질 아스팔트 성능시험 및 결과

4 종류의 플랜트믹스 방식의 배수성 고점도 개질 아스팔트에 대한 물리적 및 유변학적 시험을 실시하여 품질 및 성능을 비교·평가하였다.

3.1 시험방법

배수성 고점도 개질 아스팔트의 물리적 특성을 평가하기 위하여 침입도, 연화점, 절대점도 시험을 실시하였으며 유변학적 특성을 평가하기 위하여 수퍼패이브 1 단계 바인더 시험을 실시하였다. 모든 시험은 KS에 규정하고 있는 절차에 따라 수행하였다.

3.2 물리적 시험 결과

표 3은 배수성 고점도 개질 아스팔트의 물리적 특성시험에 대한 결과를 정리한 것이다. A, B, C 개질제는 아스팔트 내에서 완전하게 용융되지 않는 현상을 나타내었다. 특히 C 개질제의 경우 아스팔트 내에 남아있는 고형분에 의하여 침입도 및 점도값에서 매우 큰 오차가 발생하여 정확한 개질 특성을 평가할 수 없었다. A와 B 개질제의 경우에는 개질제에 일부만이 아스팔트 내에 용융되어 고점도 개질 특성을 기준만큼 발휘하지 못하는 것으로 나타났다. D 개질제의 경우에는 아스팔트 내에서 완전 용융 되었지만 연화점과 점도시험 결과에서 품질기준을 만족하지 못하는 것으로 나타났다. 물리적 시험결과 연화점과 점도시험 항목에서 4 종류 개질제 모두 품질기준을 만족하지 못하는 것으로 나타났으며 점도의 경우 개질제의 용융 분산 정도에 따라 결과 값에 변동이 매우 심하였다.

표 3. 배수성 고점도 개질 아스팔트의 물리적 특성시험 결과

시 험 항 목	단 위	기 준*	A 개질제	B 개질제	C 개질제	D 개질제
침입도(25℃)	0.1mm	40 이상	47	60	시험불가	47
연화점	℃	70 이상	57	53	69	57
신도(15℃)	cm	50 이상	98	100	24	100
박막가열 후 질량 변화율	%	0.6 이하	0.34	0.06	0.02	0.32
박막가열 후 침입도 비	%	65 이상	78.7	61.7	시험불가	74.5
점도(60℃)	poise	200,000 이상	160,704	12,376	시험불가	85,400

* 서울시 저소음 배수성 포장용 개질 아스팔트 품질기준(2009)

3.4 유변학적 시험 결과

표 4는 배수성 고점도 개질 아스팔트의 유변학적 시험 결과를 정리한 것이다. 표 4에서 알 수 있듯이, C 개질제의 경우 아스팔트 내의 용융되지 않은 고형분으로 인하여 PG 시험이 불가하였으며, A와 B 개질제의 경우에는 품질기준이 PG 82-22를 만족하지 못하였다. D 개질제만이 배수성 고점도 개질 아스팔트의 PG등급에 대한 품질기준을 만족하였다. 하지만 물리적 특성의 점도시험 결과와는 상의한 결과를 보여 플랜트 믹스형 배수성 아스팔트 개질제의 시험항목에 대한 검토가 필요할 것으로 판단된다.

표 4. 배수성 고분자 개질 아스팔트의 유변학적 시험 결과

개 질 제	PG 등급	original(DSR)	RTFO후(DSR)	PAV후(DSR)	BBR	
		($G^*/\sin\delta \geq 1.000\text{kPa}$)	($G^*/\sin\delta \geq 2.2\text{kPa}$)	($G^* \times \sin\delta \leq 5000\text{MPa}$)	(S ≤ 300MPa, m ≥ 0.30)	
		$G^*/\sin\delta$	$G^*/\sin\delta$	$G^*/\sin\delta$	m	s
A	76-22	1.147	2.424	3,738	0.308	172.19
B	76-16	1.545	6.472	2,243	0.329	72.50
C	시험불가	-	-	-	-	-
D	82-22	2.554	3.032	1,663	0.373	64.57

4. 결론 및 제언사항

- 1) 플랜트믹스 방식으로 생산된 배수성 아스팔트 개질제는 아스팔트 내에서 완전하게 용융되지 않아 개질 효과를 균일하게 보이지 않았으며, 일부 시험 항목에 대해서는 아스팔트 내에 고형분이 남아있어 시험에 오차가 심하게 발생하거나 시험 자체를 수행 할 수 없었다.
- 2) 플랜트믹스 방식을 위한 배수성 고점도 개질 아스팔트에 대한 교반작업과 관련된 시방기준(교반시간, 속도, 온도, 용융상태)의 정립이 필요하다.
- 3) 다(多)기능적이고 친환경적인 배수성 아스팔트 콘크리트 포장을 국내에 안정적으로 보급하기 위하여 사용재료에 대한 엄격한 품질규정과 배수성 아스팔트 콘크리트 포장에 대한 시공 시방규정의 제정이 시급한 것으로 판단된다.

참고 문헌

1. 국토해양부, “한국형 포장설계법 개발과 포장성능 개선방안 연구”, 3단계 2차년도, 2010
2. 김주원, 박태순, “배수성포장(외국의 사례를 중심으로)”, 한국도로포장공학회지 제2권3호, 2009
3. 박태순, 김찬우, 이수희, “하중주기시험을 이용한 원아스팔트 바인더의 유변학적 특성연구”, 한국도로학회 학술대회논문집, 2004
4. 서울특별시, “저소음·배수성 아스팔트 포장 시방서”, 2009
5. Hot Mix Asphalt Materials, Mixture Design, and Construction, (second edition) by F.L. Roberts, P.S. Kandhal, E.R. Brown, D.Y. Lee, and T.W. Kennedy; NAPA Research and Education Foundation, 1996