

공시체 직경이 흐름값에 미치는 요인에 대한 연구

A Variation of Flow Values Due to Different Mold Sizes

최병철* · 이석홍** · 노성환***

Choi, Byoung Cheol · Suckhong Lee · No, Seong Hwan

1. 서 론

최근 들어 마샬시험에서의 흐름값이 KS F 2349의 “가열혼합·가열포설 역청 포장용 혼합물”에서 규정한 기준치를 초과하는 경향이 나타나며, 흐름값의 초과에 따른 품질시험의 불합격율이 타 항목에 비해 월등히 높아 이에 따른 해결방안을 찾고자 여러 가지 여건을 감안한 분석을 실시해 보았다. 특히 KS F 2337의 “마샬시험기를 사용한 역청 혼합물의 소성흐름에 대한 저항력 시험방법”에서 공시체 몰드의 지름은 101.6mm로 규정되어 있지만 일부 공인기관 및 아스팔트 플랜트 시험실에서는 100mm 지름의 몰드를 사용하고 있는 것으로 나타났으며, 100mm 몰드를 사용하고 있으면서도 101.6mm를 사용하고 있는 것으로 오인하고 있는 업체도 상당수 있는 것으로 확인되었다. 따라서 100mm 몰드와 101.6mm 몰드를 사용했을 때 각각 마샬안정도와 흐름값의 차이를 알아보고 잘못 적용에 따른 문제점 및 올바른 시험분석의 제시에 그 목적을 두고 분석한 내용과 결과는 다음과 같다. 특히 최근에 기술표준원에서 KS기준으로 100mm 몰드의 사용을 검토한 내용에 관하여, 본 시험의 결과는 많은 의미를 내포하고 있다.

2. 사용재료의 입도 및 품질

2.1 골재

사용골재는 경상남도 김해시 생림면에 위치한 Y사에서 생산한 13~8mm 골재와 잔골재로서는 자연모래 대신에 8mm이하의 골재를 사용하였다. 사용골재의 품질 및 입도분포는 각각 표1, 표2와 같다. 아래 표의 결과값은 경남 김해시에 위치한 G사 시험실에서 시험분석한 값이며, 안정성값은 한국건설자재시험연구원에서 시험분석한 값이다.

표 1 13~8mm골재와 8mm이하 골재의 품질

구 분	비중	흡수율(%)	단위중량(kg/m ³)	마모율(%)	안정성(Na ₂ SO ₄)
13~8mm	2.659	0.95	1.603	15.4	4.2
8mm이하	2.615	1.47	-	-	3.9

표 2 13~8mm골재와 8mm이하 골재의 입도분포

구 분	체 크기 통과 중량 백분율(%)							
	20mm	13mm	5mm	2.5mm	0.6mm	0.3mm	0.15mm	0.08mm
13~8mm	100	100	8.7	2.6	1.4	1.2	1.0	0.3
8mm이하	100	100	80.5	49.2	19.2	12.5	7.4	4.0

* (주) 거진실업 시험실장 · 055-321-4100 · (powerstart@hanafos.com)

** 정희원 · 현대건설기술연구소 책임연구위/팀장 · 031-280-7451 · (shlee@hdec.co.kr)

*** 정희원 · 한국아스콘공업협동조합연합회 과장 · 031-793-5243 · (nsh@ascon.or.kr)



2.2 채움재

채움재는 석회석분 대신 경남 창원시에 소재한 H철강에서 생성된 전기로 제강더스트를 채움재로 사용하였으며, 그 품질 및 입도분포는 표3과 같다.

표 3 전기로 제강더스트의 품질 및 입도분포

비 중	소성지수 (%)	수분함량 (%)	박리 저항성	침수팽창 (%)	흐름시험 (%)	체크기 통과중량 백분율(%)			
						0.6mm	0.3mm	0.15mm	0.18mm
3.66	1.11	0.4	1/4이하	1	34	100	100	97	86

2.3 아스팔트

아스팔트는 경남 울산시에 소재한 S사에서 가공된 도로포장용 아스팔트로서 침입도 60~80을 사용하였으며, 15℃일때의 밀도는 1.034g/cm³ 이며, 최적다짐온도와 최적혼합온도는 각각 138~143℃와 149~156℃로 파악되었다.

3. 배합설계

3.1 최적 혼합입도 결정

최적 혼합입도의 결정은 KS에서 규정하는 시방범위를 만족시키는 범위내에서 체크기 2.5mm와 0.3mm사이의 통과율 중앙값 이하에서 결정하였다.

표 4 최종 합성입도(포층용 밀립도2-13) 및 재료배합

각골재 부분	사용 백분율	각 골재 사용 백분율에 따른 혼합입도 계산								
		20mm	13mm	5mm	2.5mm	0.6mm	0.3mm	0.15mm	0.08mm	
13~8mm	20%	20.0	20.0	1.7	0.5	0.3	0.2	0.2	0.1	
8mm이하	76%	76.0	76.0	61.2	37.4	14.6	9.5	5.6	3.0	
채움재	4.0%	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	3.9	3.4	
계	100%	100.0	100.0	66.9	41.9	18.9	13.7	9.7	6.5	
시방		100	95-100	55-70	35-50	18-30	10-21	6-16	4-8	

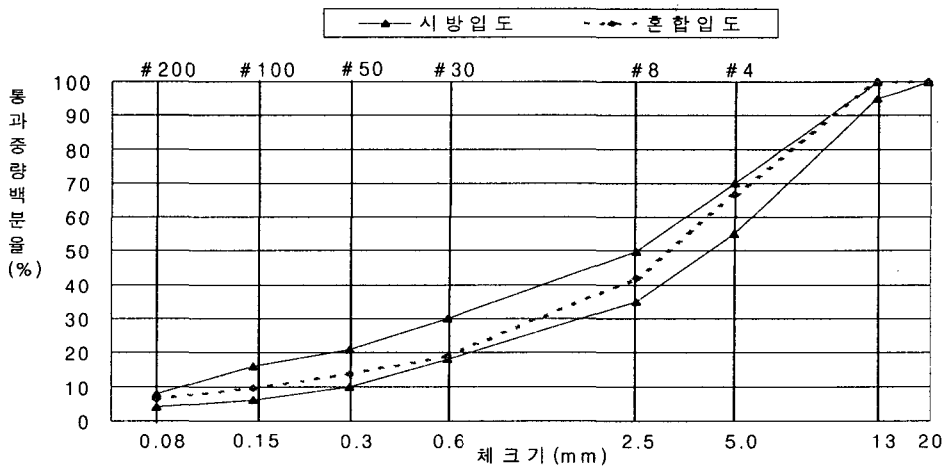


그림 6 최종 합성입도에 따른 혼합입도 그래프



3.2 마찰시험 방법 및 공시체 제작

KS F 2337 “마찰시험기를 사용한 역청 혼합물의 소성흐름에 대한 저항력 시험방법”에 따라 시험했으며, 공시체의 두께에 따라 안정도값 및 흐름값이 달라짐에 따라 직경 101.6mm 공시체와 100mm공시체의 두께를 동일하게 5.6cm를 목표로 하여 101.6mm의 공시체에 투입되는 혼합물의 양을 1,030g으로 정하였고, 100mm공시체에 투입되는 혼합물의 양을 1,000g으로 하여 101.6mm 공시체 2조(6개), 100mm 공시체 2조를 각각 제작하여 다음날 탈형하여 분석을 실시하였다.

특히 재하헤드의 곡률반지름에 따른 문제점을 고려하여 101.6mm 몰드와 100mm 몰드에 대하여 각각 동일한 곡률반지름의 재하헤드를 사용하였으며, 100mm 몰드에 대하여는 곡률반지름 50.8mm의 재하헤드를 사용하기도하였다.

4. 마찰시험결과

직경 101.6mm 공시체와 100mm 공시체의 마찰시험 결과는 표 5와 같다.

표 5 직경 101.6mm 공시체와 100mm 공시체의 마찰시험 결과

공시체 직경	재하헤드 곡률반지름	두께(cm)	밀도(g/cm ³)	안정도 (kgf)	흐름값 (1/100cm)	S/F(%)
101.6mm	50.8mm	5.62	2.320	895.0	33.4	26.8
		5.68	2.311	780.6	32.0	24.4
		5.59	2.322	1010.6	34.7	29.1
		5.66	2.308	756.2	30.1	25.1
		5.61	2.319	912.5	31.6	28.9
		5.62	2.328	880.6	30.8	28.6
	평균값	5.63	2.318	872.6	32.1	27.2
100mm	50.8mm	5.59	2.319	873.8	43.2	20.2
		5.59	2.322	923.8	41.9	22.0
		5.67	2.312	805.6	42.6	18.9
	평균값	5.62	2.318	867.7	42.6	20.4
	50mm	5.59	2.326	1411.3	65.9	21.4
		5.61	2.318	1324.4	58.4	22.7
		5.68	2.307	1011.5	45.1	22.4
평균값	5.63	2.317	1249.1	56.5	22.1	

위와 같이 직경 101.6mm 공시체 몰드가 100mm 공시체 몰드에 비해 흐름값에서 10(1/100cm)이상 작게 나타났다는 것을 알 수 있다. 특히 100mm 공시체를 재하헤드 곡률반지름 50mm를 사용했을 때 보다는 20(1/100cm) 이상의 큰 차이를 보였다. 그리고 101.6cm 공시체를 50.8mm의 재하헤드를 사용해서 시험한 안정도 값과 100mm 공시체를 50.8mm의 재하헤드를 사용해 시험한 안정도 값은 비슷하게 나왔으나, 100mm 공시체를 50mm의 재하헤드를 사용해서 시험한 안정도 값과는 큰 차이를 보였다. 이는 재하헤드와 공시체간의 닿는 접지면이 클수록 안정도값이 크게 나타난다는 것을 알 수 있는 대목이며, 두께가 동일한 조건에서 공시체 직경이 클수록 안정도 값과 흐름값이 작아진다는 것을 의미한다고 본다.



5. 결론

1. 본 연구의 시험결과에서 볼 수 있듯이 106.1mm 몰드로 제작된 공시체 와 100mm 몰드로 제작된 마샬공시체의 안정도와 흐름치는 상당한 차이를 보이며, 재하헤드의 곡률반경에 의하여도 많은 차이를 보였다. 특히 국내에서 KS규정에 의하여 생산되고 있는 13mm(일명 #78) 또는 19mm(일명 #67) 아스팔트 혼합물의 흐름치가 규정을 넘는 경우가 빈번하게 발생하는 현상을 고려한다면, 아스팔트 플랜트 시험실 또는 공인시험기관의 시험실에서 각별한 주의가 요망된다.
2. 기술표준원에서는 KS규정의 모든 수치를 가능한 한 SI 단위로 사용하려고하며, 이 과정에서 작은숫자의 변화는 일반적으로 반올림하거나, 끊어 버리려는 경우가 있어 주의가 요망된다. 특히 마샬몰드의 규격을 100mm로 수정하려는 움직임에 대하여는 좀 더 신중한 연구가 뒷받침 되어야 한다고 생각한다.
3. 최근에 건설교통부 도로국에서 한국건설기술연구원과 한국도로포장공학회의 협조를 얻어 실시한 전국의 대표적인 아스팔트 플랜트 시험실 점검에서 대부분이 101.6mm에 가까운 몰드를 사용하고 있었으나, 21개 대상 아스팔트 플랜트에서 4곳이 100mm에 가까운 몰드를 사용하고 있었으며, 한곳에서는 103mm 몰드를 사용하는 곳도 있어, 이에 대한 대책이 시급한 실정이다. 문제는 이 모든 아스팔트플랜트는 표준협회로부터 KS업체로 인증 받은 업체들이었다.
4. 마샬시험은 아스팔트 혼합물의 배합설계방법으로 세계적으로 통용되는 방법이다. 그러나 이 방법은 또한 역학적인 근거에 의하여 만들어진 체계적인 시험방법이라기 보다는 경험적인 시험방법이다. 그러나 우리나라의 KS기준으로 정해져있으며, 아스팔트 플랜트의 KS인증시험방법으로 사용되고 있다. 그러므로 모든 국민의 세금으로 건설되는 도로포장의 현장품질관리를 위해서는 마샬시험의 규정이 국가적으로 정확하게 적용되어야 하며, 그 결과가 우수한 도로포장의 초석이라고 생각한다.

참고문헌

1. 한국표준협회(2000), "KS 핸드북", KSA.
2. ASTM(1989), "Standard Test Method for Resistance to Plastic Flow of Bituminous Mixtures Using Marshall Apparatus", ASTM D 1559-89