

개질아스팔트 배수성 혼합물의 최적 아스팔트 함량 결정

Determination of Optimum Asphalt Content of Drainage Mixture using Modified Asphalt

임동섭* · 박태원** · 도영수*** · 김광우****

Lim, dong Sup · Park, Tae Wun · Doh, Young Soo · Kim, Kwang Woo

1. 서론

배수성 포장은 1950년대 영국에서 활주로 수막방지 공법으로 개발되어 미국, 유럽 그리고 가까운 일본에서도 사용되고 있는 포장공법이다. 특히 일본에서는 고속도를 포장에 적용하고 있고 배수성 포장에 대한 성능개발 연구를 진행하고 있다. 이러한 배수성 포장은 공극률이 높고 다공질의 아스팔트 혼합물을 표층 또는 기층에 사용하여 강우시 시인성과 미끄럼저항성 개선에 따른 통행차량의 안전을 확보하고 교통소음을 저감시켜 주거지 도로에서도 환경친화적인 포장이다. 우리나라는 1996년 경부고속도로에 시험시공을 시점으로 일반 국도까지 사용되고 있다. 그러나 배수성포장의 문제점으로 골재 탈락 현상으로 인한 포장 손상이 대두되고 있다. 이러한 골재 탈락은 골재를 현 상태로 유지시켜주는 바인더 특성에 있다. 즉 바인더의 고점도화가 필요하다. 따라서 본 연구는 국내에서 널리 사용되는 AP-5(Pen.60-80)의 기본 바인더에 개질제인 RLDPE, RHDPE, Rubber를 첨가하여 바인더를 고점도화 하여 배수성 혼합물에 대한 배합설계를 수행하여 최적 아스팔트함량(OAC)을 결정하였다. 본 논문에서는 최적 아스팔트 함량을 결정하는 것에 귀착한다.

2. 재료

2.1 사용재료

2.1.1 아스팔트 바인더 및 개질제

본 연구에 사용된 아스팔트는 국내에서 가장 널리 이용되는 일반 아스팔트인 AP-5 (침입도 60~80)를 기본 바인더로 사용하였다. 개질 첨가제로는 국내에서 흔히 구할수 있는 RLDPE(Recycle Low-density polyethylene)와 RHDPE(Recycle High-density polyethylene), 페타이어 분말(Rubber)를 사용하였다.

2.1.2 골재

골재의 품질이나 입도는 아스팔트 혼합물에 큰 영향을 끼친다. 따라서 지역별로 골재의 그 조건이 다르기 때문에 골재를 사용하기 전에 지방서 규정의 적합 유무를 확인해서 사용해야 한다. 본 연구에 사용된 골재는 전국적으로 가장 많이 분포되어 있고, 국내에서 흔히 사용되고 있는 편마암 최대치수 13mm와 잔골재를 사용하였고, 채움재(Mineral filler)는 석회석분을 사용하였다. 그림 1은 본 연구에 사용된 배수성 혼합물의 합성입도를 나타낸다.

* 정회원 · 강원대학교 지역기반공학과 석사과정 · 공학사 · 033-250-7284 (E-mail : 09267903@hanmail.net)

** 정회원 · 강원대학교 지역기반공학과 석사과정 · 공학사 · 033-250-7284 (E-mail :qkfoqkd@hanmail.net)

*** 정회원 · 강원대학교 석재복합신소재연구센터 연구원 · 공학박사 · 033-250-7284(E-mail :youngsdoh@hanmail.net)

**** 정회원 · 강원대학교 지역기반공학과 교수 공학박사 · 033-250-6467(E-mail : asphalttech @hanmail.net)

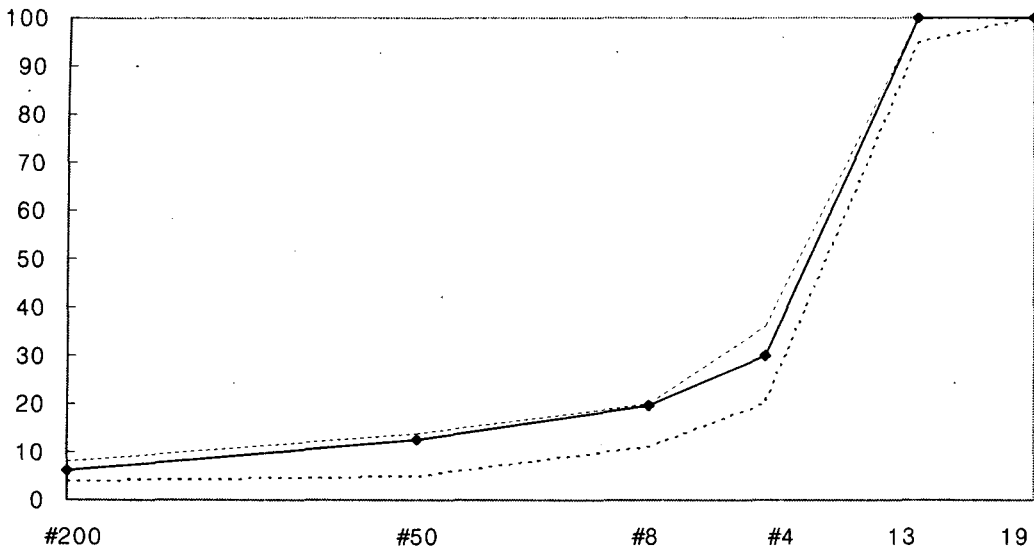


그림 1. 배수성 혼합물의 입도 분포

3. 배합설계

본 연구에서 적용된 배수성 혼합물의 배합설계는 AC 4%-6% 까지 0.5%씩 증가시켜 드레인다운 시험과 칸타브로 시험을 통해 최적 아스팔트 함량(Optimum Asphalt Content : OAC)을 결정, 칸타브로시험은 최소 아스팔트 함량을 결정하고 드레인다운 시험으로는 최대 아스팔트량을 결정한다. OAC는 드레인다운 손실률의 품질기준인 0.3% 이하와 칸타브로 손실률의 품질기준인 20%이하의 사이에서 OAC를 결정하였다.

3.1 드레인다운 시험 (Draindown Test)

가로 60Cm×세로 25Cm 인 팬에 종이 무게를 잰후 혼합물을 한층으로 얇게 펴서 고온(175℃)에서 1시간 방치 후 혼합물에서 흘러 종이에 묻은 바인더의 유출량을 잰 후 드레인다운 손실률을 구했다. 드레인다운 손실률의 품질기준은 0.3% 이하이다.

$$\text{드레인다운 손실률 (\%)} = \frac{A-B}{A} \times 100$$

여기서, A : 시험전 혼합물의 중량(g) , B : 시험후 혼합물의 중량(g)

3.2 칸타브로 시험 (Method of Cantabro Test)

칸타브로 시험은 아스팔트 혼합물의 비산 저항성을 평가해 표층용 재료로서의 타당성을 검증할 것을 목적으로 두고 있다. 양면 50회 다짐한 마샬 공시체를 20℃로 안정화된 항온수조에 넣고, 20시간 동안 수침을 시킨다. 수침시킨 공시체를 로스엔젤레스 마모시험기에 강구를 넣지 않고 매분 30-33회 회전수로 300회 회전을 시켜 가장 큰 덩어리의 질량을 잰 후 칸타브로 시험전 공시체와의 질량 손실률을 구한다. 칸타브로 손실률의 품질기준은 20% 이하이다.

$$\text{칸타브로 손실률 (\%)} = \frac{A-B}{A} \times 100$$

여기서, A : 시험전 공시체의 중량(g) , B : 시험후 공시체의 중량(g)



4. 결과 및 고찰

4.1 개질 아스팔트의 물성

본 연구에서 사용된 개질 바인더의 동점도를 측정된 결과는 표 1 과 같다. 본 연구에서 사용된 개질제를 첨가한 개질 아스팔트는 기본 바인더에 비하여 상당히 고점도화가 됨을 알 수 있다. 따라서 이 개질 아스팔트의 사용은 배수성 혼합물에서 문제점으로 대두되는 골재 탈락으로 인한 포장 파손을 예방할 수 있다고 판단된다.

표 1. 개질 아스팔트의 동점도

개질 아스팔트	동점도(cP)	비고
무개질 AP-5	425	1
L2H4R5	6225	14.65
L3H4R5	6275	14.76
RHDPE8	3265	7.68
L2H5R5	5400	12.71
L3H5R5	7642	17.98
RHDPE7	3208	7.55
H6R5	3683	8.67

4.2 배합설계

본 연구는 한 종류의 골재입도에 7가지의 개질 바인더를 첨가한 배수성 혼합물의 배합설계로 최적 아스팔트 함량(Optimum Asphalt Content : OAC)을 결정하였다. 본 연구에서 사용된 배수성 혼합물의 명칭은 표 2 와 같다.

표 2 .혼합물의 명칭

Control	무개질 배수성 혼합물
L2H4R5	RLDPE 2% +RHDPE 4% +RUBBER 5% Modified
L3H4R5	RLDPE 3% +RHDPE 4% +RUBBER 5% Modified
RHDPE8	RHDPE 8% Modified
L2H5R5	RLDPE 2% +RHDPE 5% +RUBBER 5% Modified
L3H5R5	RLDPE 3% +RHDPE 5% +RUBBER 5% Modified
RHDPE7	RHDPE 7% Modified
H6R5	RHDPE 6% +RUBBER 5% Modified

개질을 하지 않은 무개질 아스팔트의 배수성 혼합물의 OAC는 그림 2에서 보여주는 바와 같이 드레인다운 손실량이 크게 나타나 배수성 혼합물의 품질기준에 만족되지 않아 최적아스팔트 함량을 결정할 수 없었다. 그림 3은 개질아스팔트의 배수성 혼합물에 대한 배합설계를 통한 OAC의 결정을 나타낸다. 그림에서 나타난 바와 같이 최적아스팔트 함량은 드레인다운 시험과 칸타브로 시험을 통한 품질기준치 내에서 결정하였다. 각 혼합물의 OAC에서의 드레인다운 시험과 칸타브로 시험 결과는 표 3 과 같다.

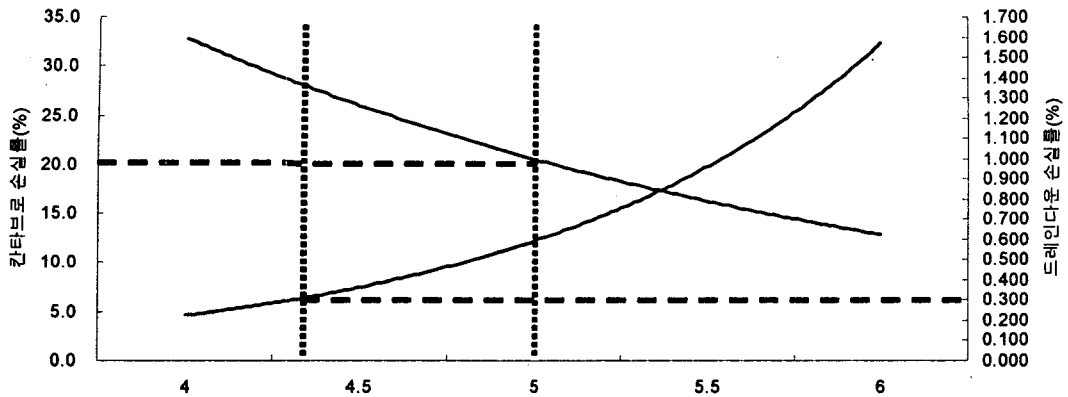


그림 2. 무개질 배수성 혼합물의 OAC

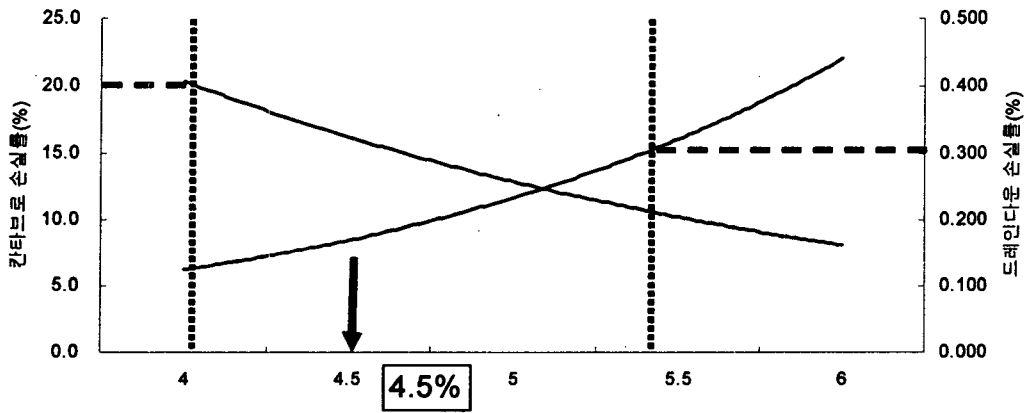


그림 3. 배수성 혼합물의 OAC 결정의 예

표 3. OAC에서 드레인다운 시험 및 칸타브로 시험

혼합물	OAC(%)	드레인다운 손실률(%)	칸타브로 손실률(%)
L2H4R5	4.7	0.186	12.3
L3H4R5	4.5	0.151	14.5
RHDPE8	4.8	0.248	8.3
L2H5R5	4.7	0.237	11.9
L3H5R5	4.5	0.252	17.0
RHDPE7	4.6	0.259	7.7
H6R5	4.6	0.183	8.1



5. 결론

본 연구는 배수성 혼합물에서 문제가 되는 골재 탈락 현상을 예방하고자 바인더 개질에 따른 아스팔트의 고점도화에 초점을 맞춰 배수성 혼합물 배합설계를 통해 최적아스팔트 함량을 결정하는데 있다. 현재까지의 실험 결과를 분석한 결과 본 연구에서 사용된 개질아스팔트는 상당히 고점도화가 이루어져 배수성 혼합물의 골재 탈락 현상을 예방할 수 있을 것으로 판단된다. 배합설계에 있어서, 무개질 아스팔트 배수성 혼합물은 드레인다운 손실률과 칸타브로 손실률에 대한 배수성 혼합물의 품질기준치를 만족되지 않아 최적아스팔트 함량을 결정할 수 없었다. 이는 무개질 아스팔트의 점도가 현저하게 낮아 드레인다운 손실률과 칸타브로 손실률도 높기 때문이다. 따라서 이러한 점도가 낮은 바인더의 사용은 혼합물이 골재를 유지시키는 점착력이 낮아 골재 탈락을 야기되어 배수성 혼합물 포장의 전반적 손상으로 발전된다. 사용된 개질 아스팔트의 배수성 혼합물은 배합설계를 통하여 드레인다운 손실률 및 칸타브로 손실률의 품질기준치를 만족하는 것으로 나타나 최적아스팔트 함량을 결정할 수 있었다.

참고문헌

1. 고속도로공사 전문시방서 (토목편), 한국도로공사, 2004, 12
2. 아스팔트 포장 설계 · 시공 요령, 건설교통부, 1997
3. 박희영, 김명재, 이현중, 전성현, (2005), "장대교량 교면포장 수명연장을 위한 배수층 적용연구." 한국도로포장공학회 학술발표회 논문집, pp. 27-34.
4. 남영국, 도로포장공학, 구미서관, 2004
5. Morris, G.R. and Scott, N.R, Arizona's Experience with Asphalt Concrete Friction Courses, 59th Annual Meeting AASHTO, Los Angeles, California, November 1973.