

포장가속시험을 통한 고무분말 혼입 아스콘의 장기 공용성 평가



서영찬 | 정회원 · 한양대학교 공과대학 교통공학과 교수
 최영훈 | 정회원 · 일우PPC 기술연구소장
 이정희 | 비회원 · 일우PPC 기술연구소 연구원

1. 서 언

국내에 포장가속시험이 도입 된지도 벌써 8년이 지났다. 그동안 다양한 포장 공법과 재료의 장기 공용성을 평가하였다. 실험 과정을 지켜보며 자주 경험한 것은 연구자들의 일반적인 예측과 지식이 실제와 크게 다를 수 있다는 것이었다. 연구자는 항상 겸손해야 하는 것을 느끼게 하는 대목이었다.

지난 8년간의 많은 실험 결과 일관성 있게 드러난 것이 몇 가지 있는데 그중 하나는 강우로 인해 야기될 수 있는 포장 파손의 심각성 이었다. 포장 설계나 시공에 있어서 물의 영향은 크게 간과되고 있는 부분이며 앞으로 이에 대한 체계적인 연구가 필요할 것으로 본다.

또 하나는 본 고에서 언급할 탈경화 고무 분말 혼입 아스콘(이하 고무 아스콘)의 장기 공용성이었으며 특히 균열 저항성이 높아 앞으로 노후 콘크리트 포장의 덧씌우기나 합성 단면 포장에 활용 가능성이 높을 것으로 기대한다.

사실 포장가속시험 자체도 시간과 비용이 많이 드

는 시험이므로 충분한 실험을 하는데 한계가 있으나 고무 아스콘의 경우 여러 연구를 통해 소성변형뿐 아니라 피로균열, 반사균열 시험까지도 수행할 기회가 있었다. 본 고에서는 고무 아스콘의 해외 적용 사례를 검토하고 포장가속시험을 통한 장기 공용성 실험 결과를 소개하기로 한다.

2. 고무 아스콘

고무 아스콘이 처음 시도된 곳은 미국 아리조나 주로서 처리 곤란이었던 페타이어를 재활용 한다는 측면에서 많은 관심의 대상이 되어 왔다(그림 1). 고무 아스콘은 그림 2와 같은 페타이어 분말을 아스팔트 바인더와 혼합하여 가열 숙성 시킨 후 골재와 혼합한 재료로서 균열 저항성, 소성변형 저항성, 소음감소 등의 효과가 있는 것으로 알려져 있다.

미국의 경우 그 동안 특허에 묶여 있어 다른 주에서는 사용 빈도가 그다지 높지 않았으나 최근 특허 기간이 만료되면서 다른 지역에서도 사용 빈도가 높



그림 1. 고무 아스콘에 사용되는 페타이어

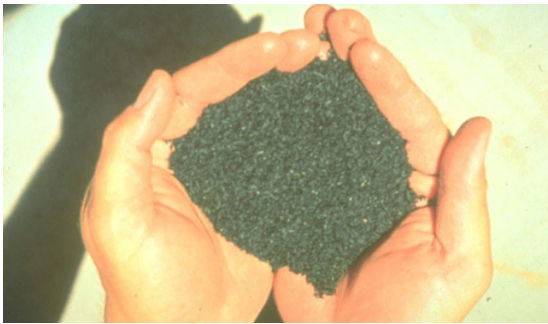


그림 2. 고무 아스콘에 사용되는 페타이어 분말

아지고 있다. 그림 3은 미국 Arizona주 Flagstaff (I-40)의 노후 콘크리트 포장 위에 시공된 덧씌우기의 9년 후 모습으로서 고무아스콘 구간이 일반 HMA구간에 비해 반사균열 저항성이 높았음을 보여 주고 있다.

그림 4는 미국 Texas주 I-35의 노후 연속철근콘크리트포장(CRCP) 위에 덧씌우기 된 고무 아스콘의 6년 후의 모습으로서 반사균열 등 결함을 전혀 발견할 수 없었다.



그림 4. 노후 CRCP에 덧씌우기 된 고무 아스콘의 6년 후 모습



(a) 일반 HMA 구간



(b) 고무 아스콘 구간

그림 3. 노후 무근콘크리트 덧씌우기의 시공 9년 후 반사균열 현황(Way, 2000)

3. 고무 아스콘의 포장가속시험

그 동안 한양대학교의 HAPT(Hanyang Accelerated Pavement Tester)를 통해 실시된 20건 전후의 Full-scale 포장가속시험 (그림 5)에서 고무 아스콘과 관련된 시험은 세 차례 있었으며 표 1에 요약하였다.



(a) 포장가속시험 시설의 전경

항목	제원	항목	제원
장비제원	길이:20m, 폭:2m, 높이:3.4m	타이어압	690 Kpa (variable)
시험구간 제원	가로:9.3m, 세로:12.5m, 길이:3m	속도	운영속도: 8~10Km/h
하중종류	복륜하중 (Dual Wheel)	Wandering	최대 1.0m
하중 부가	3톤-11톤	주행방향	일방향, 양방향 모두 가능
Wheel suspension	공기압(Airbag)	환경조건 모사	Heating System

(b) 포장가속시험 시설의 제원

그림 5. 포장가속시험 시설의 전경 및 제원

표 1. 고무 아스콘 관련 포장가속시험의 개요

시험의 종류	내 용	시험년도 (총 하중재하수)	관련과제의 연구 주안점
소성 변형	고무 아스콘과 일반 HMA의 소성변형 저 항성 비교	2003 (80,000회)	다양한 개질 아스 팔트의 소성변형 저항성 평가
피로 균열	고무 아스콘과 일반 HMA의 피로균열 저 항성 비교	2005 (80,000회)	포장가속시험으로 피로균열 발생 가능성확인
반사 균열	합성단면포장에서 고무 아스콘과 SMA의 반사균열 저항성 비교	2009 (644,900회)*	Smart Highway 포장형식 선정 (합성단면)

*콘크리트 균열유도를 위한 하중재하 332,000회 포함.

3.1 소성변형 저항성

고무 아스팔트 포장의 소성변형 저항성 시험은 2003년 국내 최초의 Full-scale 포장가속시험으로서 실시되었다(김준형 외, 2006). 이 때 고무 아스팔트를 포함한 3종의 국내 사용 중인 개질 아스팔트 포장의 소성변형 저항을 일반 HMA와 비교하였다. 실험 결과에 대한 개질 아스팔트 업체 간의 민감한 반응을 고려하여 개질 아스팔트 별로 실험온도를 다르게 설정하였다. 고무 아스팔트의 경우 50℃에서

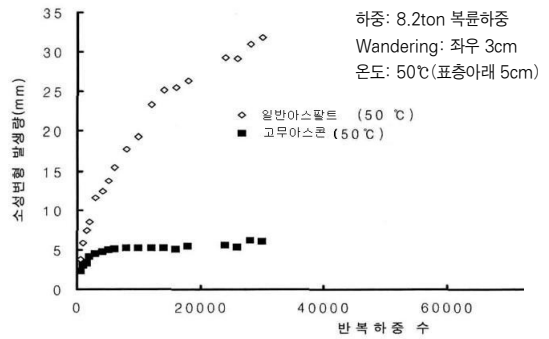
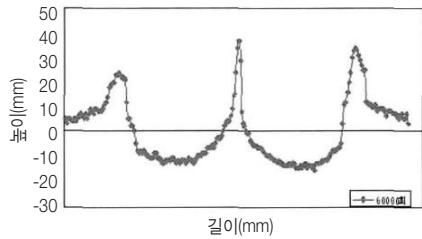
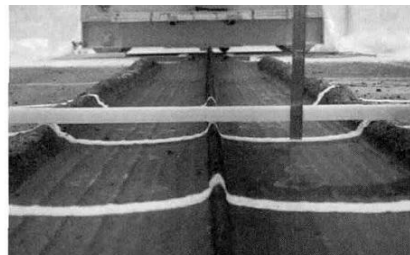
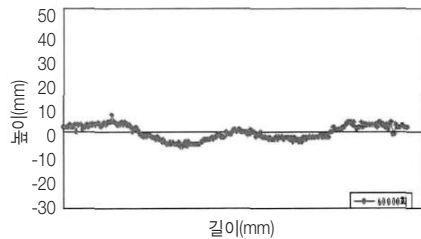


그림 6. 하중재하수에 따른 소성변형 발생 정도



(a) 일반 아스팔트 구간



(b) 고무 아스콘 구간

그림 7. 하중재하수에 따른 소성변형 발생 모습

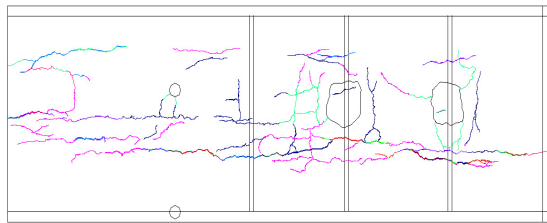
일반 HMA와 비교되었는데 결과는 그림 6, 7에서 보는 바와 같이 고무 아스팔트의 소성변형 저항성이 일반 HMA의 5배 정도 인 것으로 나타났다.

3.2 피로균열 저항성

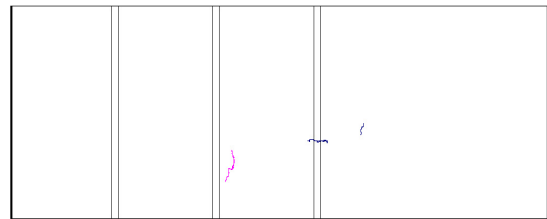
포장가속시험에서 피로균열은 상온에서 오랜 기간의 반복하중재하를 요구하기 때문에 쉽게 할 수 없는 시험이다. HAPT 실험에서도 약 4~5개월의 계속된 하중재하 후에도 균열을 볼 수 없어 과업기간 내 피로균열 모사시험을 완료할 수 없었던 사례도 있었다. 고무 아스콘의 경우 일반 HMA와 비교 하되, Black Base 기층을 없애고 표층도 4cm만 시공하여 피로균열을 모사할 수 있었다(서영찬 등, 2006).

최초 균열은 일반 HMA 구간에서 4.3톤 운하중 12,000회 통과 시 발견할 수 있었으며 고무 아스팔트 포장의 경우 66,000회 하중 적용 후 균열이 시작되었다.

그림 8은 일반 HMA와 고무 아스콘의 80,000회 하중 통과후의 균열 발생 현황을 보여주고 있다.



(a) 밀입도 구간



(b) 고무 아스콘 구간

그림 8. 일반 HMA와 고무아스콘의 80,000회 하중 통과 후의 피로 균열 발생모습

3.3 반사균열 저항성

고무 아스콘의 반사균열 저항성 시험은 'Smart Highway 포장형식 선정 연구'의 일부로 수행되었으며 탈경화 고무분말과 커플링제가 결합된 고무 아스콘

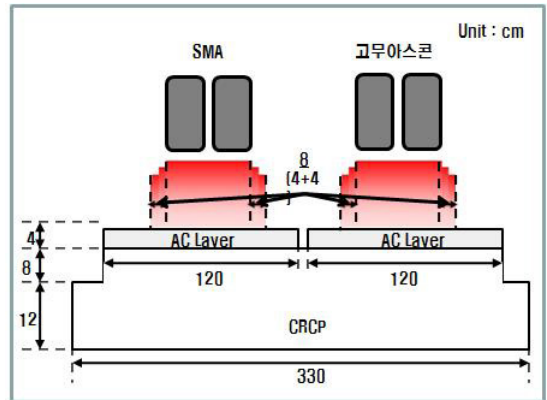


그림 9. 고무 아스콘과 SMA의 반사균열 저항성 비교시험



(a) SMA 구간



(b) 고무 아스콘 구간

그림 10. 150,000회 하중통과 이후의 포장면 (SMA구간에서 발생 된 반사균열 모습)

으로 연속철근콘크리트포장(CRCP) 위에 덧씌워지
된 형태로 시험이 이루어졌다. 비교대상은 같은
CRCP 위에 덧씌워지 된 SMA 혼합물이었다. 그림 9
는 시험체의 모습을 보여주고 있다. 시험에 사용된
CRCP는 20cm두께에 철근량 0.6%였으며 10톤 하
중 332,000회 하중재하 후 CRCP에 균열을 유도 할
수 있었다. CRCP에 발생된 균열이 미세하여 반사균
열 발생에 상당한 어려움을 겪었으나 아스팔트 덧씌우
기 후 10톤 하중 150,000회 통과 후 SMA 구간에 그
림 10과 같은 미세한 반사균열을 발견할 수 있었다.

이렇게 높은 반사균열 저항성은 앞으로 고무 아스
콘의 노후콘크리트 포장의 덧씌우기 재료로서의 이
용 가능성을 시사하는 부분이다.

4. 결론

본 고에서는 약 8년간에 걸친 다양한 포장가속시
험을 통해 발견된 고무 아스팔트 포장의 장기 공용성
시험결과를 소개하였다. 시험 결과 일반 아스콘에 비
해 소성변형은 약 5배, 피로균열은 약 5.5배의 공용

성을 보였으며 반사균열 저항성도 SMA보다 높은 것
으로 나타났다. 고무 아스팔트 포장은 균열 저항성이
특히 높아 균열이 있는 아스팔트 포장의 덧씌우기나
노후 콘크리트 포장의 덧씌우기 재료로 검토될 수 있
을 것으로 평가되었다.

참고 문헌

김준형, 서영찬, 권수안, 조용주(2006), “포장가속시험
을 통한 개질아스팔트 혼합물의 소성 변형저항성 평
가연구,” 대한토목학회 논문집 제 26권 제 2D호,
pp. 285~292

서영찬 등(2003), 특수아스팔트포장의 장기공용성 평가
및 개선 연구, '02 건설핵심기술 연구 개발 사업 제
1차년도 최종 보고서, 한국건설교통기술평가원

서영찬 등(2006), 포장가속시험을 활용한 아스팔트포장
신재료 적용방안연구, 건설기술 기반구축사업 제 2
차년도 최종보고서, 한국건설교통기술평가원.

Way, G.B.(2000), “Flagstaff I-40 Asphalt Rubber
Overlay Project : Nine Years of Success,” TRR
1723, Transportation research Board.

학회지 광고접수 안내

본 학회지에 게재할 광고를 모집합니다. 우리 학회지는 계간으로 매회 2,100부를
발간하여 회원과 건설관련 기관에 배포하고 있습니다. 회사 영업신장과 이미지 제고를
원하시는 업체는 우리 학회지를 이용하시기 바랍니다.

광고료 : 표2 · 표3 · 표4(300만원) · 간 지(200만원)

※ 상기금액은 연간(4회)광고료임.

사단법인 **한국도로학회**

전화 (02) 3272-1992 전송 (02) 3272-1994