

시험포장을 통한 재생아스팔트 포장의 적용성 평가

Evaluation of Hot-Mix Recycled Asphalt Pavements in Test Field

정규동* · 황성도** · 홍재청*** · 노성열****

Jeong Kyudong · Hwang Sung-Do · Hong Jae-Chung · Rho Sung-Yeol

1. 서 론

건설폐기물은 건축물의 철거, 포장의 절삭 등으로 인하여 대량으로 발생되고 있으며, 이중 폐콘크리트와 폐아스팔트 콘크리트가 전체의 85%에 달하고 있다. 따라서, 이를 효과적으로 재활용하는 것은 당면한 가장 큰 과제라고 할 수 있다. 따라서 이와 관련하여 정부에서는 「자원의절약과재활용촉진에관한법률」, 「건설폐기물배출사업자의재활용지침」, 「공공기관의폐기물재활용촉진을위한지침」 등에 이어 2003년 12월에는 「건설폐기물의재활용촉진에관한법률」을 제정하여 재활용을 위한 연구개발을 활성화하고, 재활용을 촉진하기 위한 계획을 5년 마다 수립하여 이행하도록 하였다. 그러나, 현재 대부분이 중간처리장에 모아져서 파쇄·분급 등의 과정을 거쳐 뒷채움재, 성토재 등의 저급한 매립용 재료로 사용하거나 보조기층용 재료로 사용하고 있는 실정이다.

현재 골재자원의 부족과 석산 개발의 어려움 등을 감안할 때 건설폐자재를 고부가가치의 용도로 재활용해야만 하는 필요성이 높아지고 있다. 특히 폐아스팔트 콘크리트는 원유에서 추출한 아스팔트를 함유하고 있으므로 요즘과 같은 고유가 시대에는 도로의 표층과 기층 등의 아스팔트 혼합물로 재활용하는 것이 환경보호 뿐만 아니라 경제성 측면에서 바람직하다.

본 연구는 2002년부터 기존 재생아스팔트 포장을 조사하고, 배합설계 방법의 정립과 요소기술의 개발을 통해 폐아스팔트 콘크리트를 아스팔트 혼합물로 재활용하기 위한 잠정지침을 개발하였으며, 올해 지침의 현장적용성을 검토하기 위하여 시험포장을 실시하고 재생 아스팔트 혼합물의 성능과 FWD를 이용한 포장의 성능을 검토하였다.

<표 1> 재생 아스팔트 혼합물 시험포장 방법

2. 시험포장 방법

시험포장 구간은 플랜트 재생가열아스팔트 혼합물 포장, 현장가열표층재생 포장 등을 시공하였으며, 비교평가를 위하여 신규아스팔트 혼합물을 일부구간에 포장하였다. 시험포장의 장소는 포장의 노후화가 기층 및 보조기층에서는 발생되지 않고, 표층 부분에서만 공용성 저하가 일어난 현장을 대상으로 선정하였다.

이 결과 경상북도의 김천 국도 59호선과 청도 국도 20호선의 유지보수 구간을 선정하였으며, <표 1>과 같이 폐아스팔트 콘크리트 재활용 비율을 다양하게 하여 플랜트 재생가열아스팔트 혼합물 포장과 현장가열

종류	구분	플랜트 재생 가열 아스팔트 혼합물	현장 가열 표층 재생 포장
시험포장 구간	위 치	성주~김천간 국도 59호선	청도 국도 20호선
	공사구분	덧씌우기 공사	절삭 후 덧씌우기
	재활용 비율 및 연장	0%(350m), 15%(270m), 30%(270m)	70%(400m), 80%((500m이상)
조사구간	위 치	칠곡 국도 67호선 (왜관시점~광암교)	칠곡 국도 67호선 (광암교)
	공사구분	덧씌우기 공사	절삭 후 덧씌우기
	재활용 비율 및 연장	30%(8.3km)	80%(1.1km)

* 정회원 · 한국건설기술연구원 도로연구부 연구원 · 031-910-0183(e-mail: kdjeong@kict.re.kr)
 ** 정회원 · 한국건설기술연구원 도로연구부 선임연구원 · 031-910-0180(e-mail: sdhwang@kict.re.kr)
 *** 정회원 · 한국건설기술연구원 도로연구부 선임연구원 · 031-910-0186(e-mail: jchong@kict.re.kr)
 **** 정회원 · 건설교통부 도로건설과 사무관 · 02-504-9073~4(e-mail: syroh@moct.go.kr)



표층재생포장으로 시공하였다. 또한, 시험포장과 별도로 칠곡의 국도 67호선에 품질 확보가 유리하고 경제성이 높은 재활용 비율 1종류를 이용하여 플랜트 재생 가열 아스팔트 혼합물과 현장 가열 표층 재생 포장을 함께 포장하여 재활용 방법에 따른 포장의 성능을 조사할 수 있도록 하였다.

2.1 플랜트 재생 가열 아스팔트 혼합물 포장

성주~김천간 국도 59호선의 유지보수구간을 재생아스팔트 혼합물로 덧씌우기 하였다. <그림 1>의 배합설계 방법에 준하여 사용 재료의 비율을 결정하였으며, 전체 혼합물에 대하여 15%, 30% 등의 2가지 비율의 페아스팔트 콘크리트를 이용하여 5cm 덧씌우기 포장을 하였다. 따라서, 아스콘 재생 골재는 재생아스콘 회사에서 보유한 재생골재를 이용하였다. 그리고, 비교를 위하여 신규 재료만을 사용한 19mm 밀립도 아스팔트 혼합물을 재생포장에 이어서 일정한 구간 포장하였다.

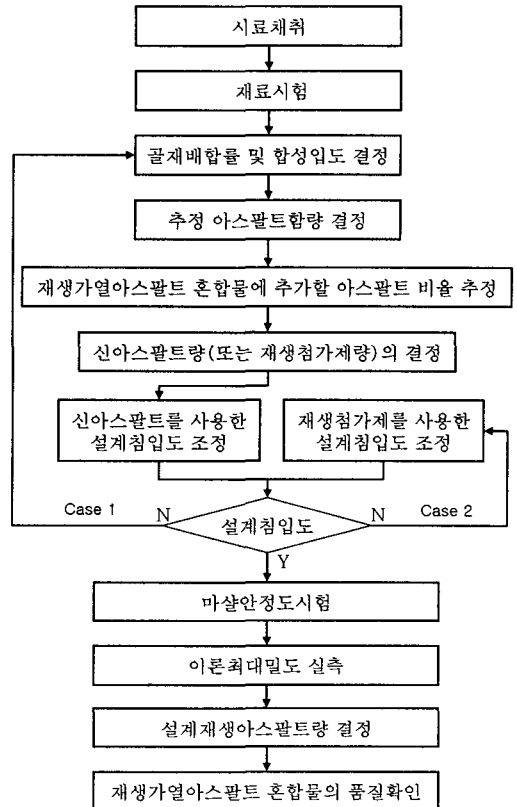
2.2 현장 가열 표층 재생 포장

청도 국도 20호선의 유지보수 구간에서 기존 포장을 사전에 코아채취하여 포장 표층의 입도, 아스팔트 함량 등을 시험하였으며, 이를 이용하여 <그림 1>의 흐름에 따라 배합설계를 수행하였다. 기존 포장의 재활용 비율은 70%, 80%를 사용하였다.

3. 시험포장

시험포장은 2004년 6월 말에 계획된 구간에 시공하였다. 플랜트 재생 가열 아스팔트 혼합물을 이용한 포장은 재생아스팔트 혼합물을 생산한 후 신규 아스팔트 포장과 동일한 방법으로 시공하였으며, 포설과 다짐에서도 신규 아스팔트 혼합물과 차이를 발견할 수 없었다.

현장 가열 표층 재생 포장은 <그림 2>와 같은 가열 및 절삭장비, 혼합 및 포설장비 등으로 연동하여 시공하였다. 현장에서 즉시 절삭하고 포설하므로, 아스콘 재생골재에 이물질의 혼입이나, 물성의 불균일 등에 의한 영향은 없으나, 대형 장비가 조합되어 움직이므로 주변 여건에 대한 고려와 신규아스팔트 혼합물의 수급 등에 주의해야 할 것으로 판단되었다. 시험포장 후에는 <그림 3>과 같이 아스팔트 혼합물의 종류별로 시점과 종점에 대하여 표시하여 향후 추적조사가 용이하도록 하였다.



<그림 2> 현장 가열 표층 재생 장비



<그림 3> 완성된 재생 아스팔트 포장



4. 시험포장 결과

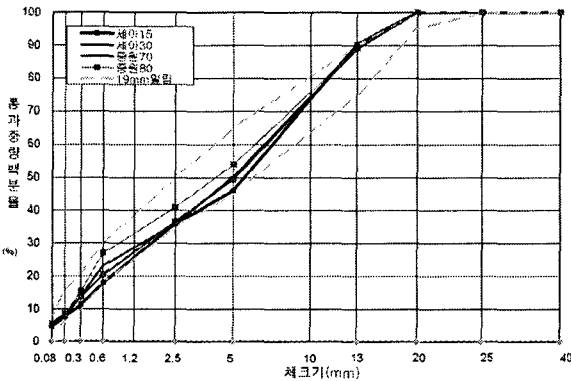
4.1 재생 아스팔트 혼합물의 물성

재생 가열 아스팔트 혼합물을 채취하여 아스팔트함량, 골재입도 등의 시험과 마찰안정도, 회복탄성계수 시험 등을 실시하였다.

체적특성은 <표 2>와 같이 공극율은 플랜트재생이 4.1~4.5%, 현장표층재생이 4.0~4.4% 이었다. 또한 골재입도는 <그림 4>와 같이 19mm 밀립도 기준을 만족하였다.

<표 2> 재생 아스팔트 혼합물의 체적 특성

종류	AC (%)	실측밀도 (g/cm ³)	이론밀도 (g/cm ³)	공극율 (%)	VFA (%)
기준	4.5~7			3~6	70~85
플랜트재생 (RAP15%)	5.18	2.346	2.465	4.1	71.1
플랜트재생 (RAP30%)	5.16	2.373	2.475	4.5	74.4
현장표층재생 (RAP70%)	5.54	2.346	2.456	4.4	73.9
현장표층재생 (RAP80%)	5.39	2.388	2.488	4.0	75.8



<그림 4> 재생아스팔트 혼합물의 골재입도

4.2 재생 아스팔트 혼합물의 역학적 특성

재생 아스팔트 혼합물의 안정도, 회복탄성계수, 간접인장강도 등을 측정한 결과 <표 3>과 같이 안정도와 흐름치가 기준을 만족하였으며, 25℃에서 측정한 회복탄성계수는 5.5~7.8GPa, 간접인장강도는 12~17kg/cm²으로 일반적으로 신규아스팔트 혼합물의 회복탄성계수가 1~2GPa, 간접인장강도가 6~10kg/cm²인 것과 비교할 때 역학적 성능이 상당히 높음을 알 수 있었다. 또한 아스콘 재생 골재(RAP)의 비율이 높을 수록 안정도와 간접인장 강도가 증가하는 경향이 있었다.

<표 3> 재생 아스팔트 혼합물의 역학적 특성

종류	안정도 (kg)	흐름값 (0.1mm)	MR (GPa)	IDTS (kg/cm ²)
기준	500이상	20~40		
플랜트재생(RAP15%)	1,087	37	6.9	12.3
플랜트재생(RAP30%)	1,318	40	5.5	17.1
현장표층재생(RAP70%)	1,344	39	6.7	15.8
현장표층재생(RAP80%)	1,427	38	7.8	15.7

4.3 재생 아스팔트 포장 성능

재생 아스팔트 혼합물의 품질과 현장의 공용성을 평가·검증하기 위해 시험포장 구간과 조사구간에 대하여 FWD 장비를 이용하여 포장의 처짐량을 구하였다. 처짐량 계산시에 도로의 등가 단축하중이 18kips(8.2ton)인 것을 고려하여 4.1ton으로 보정하였으며, 보정온도는 20℃로 하였다.

이 결과 신규 아스팔트 혼합물을 포설한 것과 비교할 경우 플랜트 재생과 현장재생 모두 포장의 지지력이 비슷함을 알 수 있었다.

<표 4> 재생 아스팔트 포장의 처짐량

종류	구분	처짐량(mm)
시험포장 구간	플랜트(신규)	0.051
	플랜트재생(RAP15%)	0.054
	플랜트재생(RAP30%)	0.055
	현장재생(RAP70%)	0.056
	현장재생(RAP80%)	0.052
조사구간	플랜트재생(RAP30%)	0.044
	현장재생(RAP80%)	0.039



5. 결 론

재생 아스팔트 혼합물을 이용하여 시험포장한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

- 1) 개발된 지침에 준하여 기존 노후된 포장을 재활용할 경우 신규 아스팔트 혼합물로 포장하는 것과 비교할 때 혼합물의 품질과 시공 후 포장 성능 차이가 없는 것으로 나타났다.
- 2) 특히, 일반적으로 폐아스팔트 콘크리트의 사용 비율이 높을수록 성능의 저하가 클 것으로 예상하지만, 사용 비율에 따른 성능의 차이가 크게 발생하지 않았다. 따라서, 재생 아스팔트 혼합물의 제조와 시공시에 품질관리가 적합할 경우 신규 아스팔트 혼합물과 동일한 품질을 얻을 수 있는 것으로 판단되었다.
- 3) 본 연구에서는 앞으로도 시공구간에 대하여 계속적으로 포장의 균열과 소성변형 등의 장기적인 포장의 공용성을 조사할 예정이다.
- 4) 대량으로 발생하는 폐아스팔트 콘크리트 등의 건설폐자재를 부가가치 높게 재활용하는 것은 환경보호와 더불어 골재 자원화에 따른 경제적 효과를 얻을 수 있으므로, 본 연구 성과 및 재활용 지침을 바탕으로 높은 성능의 재생 아스팔트 포장의 보급이 더욱 늘어나는 것을 기대한다.

참고문헌

1. “한국형 포장 설계법 개발과 포장성능 개선방안 연구(1단계 1차년도),” 건교부 보고서, 2002
2. “한국형 포장 설계법 개발과 포장성능 개선방안 연구(1단계 2차년도),” 건교부 최종보고서, 2003

감사의 글

본 논문은 건설교통부에서 지원한 “한국형 포장설계법 개발과 포장성능 개선방안 연구” 의 일부 연구결과입니다.