

도로 및 공항 포장의 유지보수 공법

김 주 원*

1. 포장의 유지보수 개념

포장의 공용성은 도로의 관리청에서 시행하는 유지관리의 형태, 시기, 예산 등에 따라 달라진다. 적절한 시기의 예방적 유지관리(preventive maintenance)를 실시함으로써 교통에 의한 포장의 파손을 늦출 수 있으나 지연된 유지관리는 파손의 정도를 심화시켜 보수비용의 증가를 초래한다. 유지보수가 계속적으로 지연될 때 덧씌우기와 재포장의 시행시기를 앞당기며 이로 인해 전체수명비용(life cycle cost)은 현저하게 증가된다.

예로서 그림 1은 지연된 유지관리의 역효과를 보여준다. 포장수명의 처음 75%는 포장등급으로는 우수(very good)에서 보통(fair)에 해당된다. 이후 포장의 질(質)은 급격히 떨어져 40%의 질 저하가 17%의 수명기간 동안 이루어진다. 그러므로 포장의 질이 40% 이내에 유지되도록 유지보수를 실시함으로써 2~3년 후에 \$4~5의 소요비용을 \$1로 절약할 수 있다. 여기서 분명한 것은 포장의 수명기간 동안 가장 중요한 시기는 PSI값이 2~3에 해당하는 보통(fair)상태로 들어가는 시기이다. 이 시기에 유지관리를 실시하는 것이 효과적이다. 특히 교통량이 많아 포장의 파손이 심한 도로에서는 더 하다.

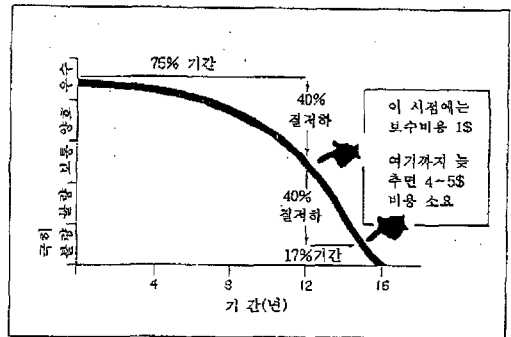


그림 1. 포장상태와 유지보수와의 관계

일반적으로 유지관리는 예방적 유지관리(preventive maintenance)와 근본적 유지관리(corrective maintenance)로 나눈다. 예방적 유지관리는 포장의 보존과 포장의 질 저하를 감소시키는 목적으로 실시하는 것이며, 근본적 유지관리는 포장의 보존과 포장의 파손이나 파손지역을 치유하기 위한 목적으로 실시하는 것을 말한다. 어떤 유지관리방법은 두 가지에 모두 해당하는 경우도 있다.

* 정희원 · 성원건설기술사사무소 소장

2. 아스팔트 포장의 유지보수

2.1 예방적 유지관리

예방적 유지관리에는 표면처리(surface treatment)와 균열 실링(sealing)이 있는데 표면처리는 일반적으로 두께 2.5cm(1인치) 이하로 적절한 재료로 섞우는 것을 말한다. 이와 같은 표면처리는 주로 다음과 효과를 얻기 위해 시행한다.

- ① 포장표면의 아스팔트 산화를 지연시키거나 재생시키기 위해,
- ② 표면의 미끄럼 저항의 회복,
- ③ 표면의 미세 균열 봉합,
- ④ 표면수 침투 방지,
- ⑤ 표면으로부터 골재의 탈리 방지.

일반적으로 시행되는 표면처리에는 다음과 같은 공법이 있다.

- ① 포그실(fog seal)
- ② 실코트(seal coat, chip seal)
- ③ 슬러리실(slurry seal)

이하에 각 공법에 대하여 간단히 기술한다.

2.1.1 포그실

포그실은 완속경화형 유화 아스팔트를 얇게 살포하여 미세균열과 표면의 공극을 채워 노면을 소생시키는 공법이다. 통상 노화된 노면은 밝은 회색을 띠고 있으며 대부분의 경우 라벨링을 동반하고 있다. 교통량이 적은 도로나 광장에 포그실을 실시하면 효과가 있다. 유화 아스팔트를 같은 양의 물로 희석하여 0.3~0.6 l/m² 살포하며, 표면조직이 거칠고 건조할수록 살포량을 증가시킨다. 이 공법의 장점은 저렴하면서 포장의 보수를 1~2년 늦출 수 있다는 것이다.

2.1.2 실코트

이것은 아스팔트와 골재를 노화된 노면이나 또는 기층 위에 1회 혹은 여러 번 살포하는 공법이다. 이 공법은 저렴하고 교통량이 적은 지방도로 혹은 주택가 도로에 적합하다. 다중(多重) 실코트를 아마코트(armor coat)라고도 부르는데 실코트를 2회 또는 3회 반복하는 것이다.

80년대 초에 당시 내무부에서 군도(郡道)의 신설 포장에 2중역청표면처리(double bituminous surface treatment, DBST)를 채택한 바 있었으나 입도조정(부순돌)기층 위에 표층으로 실시하여 좋은 성과는 거두지 못 하였다.

2.1.3 슬러리실

슬러리실은 유화 아스팔트, 물, 잔골재, 채움재(시멘트)의 균질한 혼합물(이를 슬러리라 함)을 특수 트럭에 상차되어 있는 연속혼합기에서 혼합하여 스프레더 박스(spreeder box)에 공급하고 이 슬러리를 얇은 층으로 노면에 도포한다. 스프레더 박스 뒤쪽에는 고무 스퀴지(squeegee)가 장치되어 있는데 이 스퀴지가 슬러리실 포설두께를 조절한다. 포설두께는 사용하는 최대골재크기에 따라 5mm에서 10mm 정도이다.

2.1.4 균열 실링

균열 실링은 일상적인 유지관리 활동으로써 균열을 깨끗이 청소하고 충전재(充填材, sealant)를 주입하여 포장내로 물이나 이물질이 들어가는 것을 방지할 목적으로 시행하는 것이다. 균열 실링이 필요한 균열로는 종방향 균열, 횡방향 균열, 반사균열, 블록균열 등이다. 거북등균열(피로균열)은 개별적으로 실링하기 보다는 균열이 발생한 구역 전체를 보수하는 방법을 주로 택한다. 거북등균열은 치환, 덧섞우기, 또는 균열이 심하지 않은 경우의 실코트 방법이 좋다.

균열폭 6~13mm 이상의 균열이 실링 대상이 된다.

2.2 근본적 유지관리

근본적인 유지관리 공법에는 팻칭, 실코트, 박층 덧씌우기가 있다. 실코트에 대해서는 앞에서 기술하였으므로 팻칭과 박층 덧씌우기에 대하여 간단히 기술한다.

2.2.1 팻칭 (patching)

팻칭은 거북등 균열이나 종, 횡방향 균열과 같은 극부적으로 발생한 심한 균열부위를 보수하는 방법 중 가장 일반적인 방법이다.

팻칭은 전체두께 또는 부분두께에 걸쳐 시행할 수 있다. 부분두께보수는 일반적으로 표층을 제거하고 아스팔트 혼합물로 새로 포설하는 것이다. 전체두께보수는 기층 또는 보조기층까지를 제거하고 새로 포설하는 것을 말한다. 아스팔트 혼합물을 사용한 팻칭은 영구적인 보수로 간주되어야 하며 여러 해 동안 공용되어야 한다. 그러므로 거북등 균열, 포트홀(pothole)의 보수에는 일반적으로 전체두께 팻칭을 적용하여야 한다. 포트홀의 응급보수에 상온 혼합물이 가혹한 환경조건에서 자주 사용되나 이것은 일시적으로 영구적인 보수가 시행되기까지 차량을 통행시키기 위한 임시적인 방법이다.

영구적인 팻칭방법은 그림 2와 같다.

2.2.2 박층 덧씌우기

아스팔트 포장의 파손 방지, 평탄성 증진, 미끄럼 저항성 회복, 구조적 보강방법으로 아스팔트 혼합물 덧씌우기가 전통적으로 시행되어 왔다. 박층 덧씌우기는 일반적인 포장의 손상방지, 미끄럼 저항성 증진을 위해 두께 2.5cm의 덧씌우기를 시행하는 방법이다. 박층 덧씌우기는 요철을 줄이

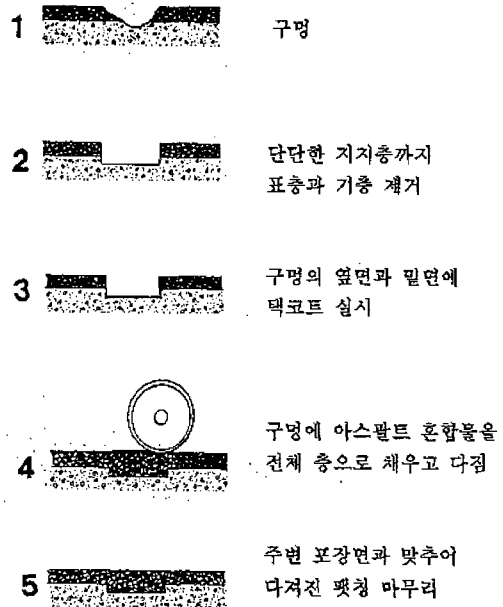


그림 2. 영구적인 팻칭 순서

고, 승차감을 증진시킬 목적으로 사용하며 때로는 만족스러운 결과를 얻는다. 그러나 구조적인 보강이 필요한 곳에서는 박층 덧씌우기는 경제적인 공법이 되지 못한다. 박층 덧씌우기를 적용하려고 한다면, ㉠ 덧씌우기 두께에 적절한 최대골재치수의 혼합물, ㉡ 적절한 텍코트 살포, ㉢ 소요 다짐도를 얻을 수 있는 따뜻한 기후에서의 시공, ㉣ 양호한 시공관리 유지와 같은 조건이 보장되어야만 한다.

2.3 보수공법

아스팔트 포장의 보수공법에는 덧씌우기, 재포장 등이 있으나 어느 것이나 유지공법에 비하여 고가이다. 포장이 전면적인 파손에 이르는 원인은 포장두께의 부족, 혼합물의 품질 불량, 노상 및 보조기층의 부실, 지하수, 교통량의 증대 등을 고려할 수 있으나 보수공법을 채택할 경우에는 시

험 및 측정결과를 검토하고 과거의 경험 등을 살려 신중하게 결정하여야 한다.

여기에서는 아스팔트 포장의 보수공법으로서 다음 공법에 대하여 간단히 기술한다.

- ① 덧씌우기(overlay)
- ② 절삭(切削)덧씌우기
- ③ 재포장(再鋪裝)
- ④ 노상표층재생포장(路上表層再生鋪裝)
- ⑤ 플랜트재생 가열 아스팔트 혼합물공법

2.3.1 덧씌우기

덧씌우기는 기존포장의 강도부족을 보충하는 것 외에 노면의 평탄성 개량, 미끄럼 저항성 증진, 균열로 빗물의 침투를 방지하는 목적도 겸하고 있다. 덧씌우기 공법은 공사비도 많이 들고 두께의 선정이 어렵다. 또한 시가지에서는 노면 높이의 상승과 배수 등의 문제로 덧씌우기 공법을 채택할 수 없는 경우가 있으므로 도로상황을 고려하여 공법을 검토하여야 하며, 이의 채택이 어려울 때는 절삭 덧씌우기, 재포장, 재생공법 등을 검토할 필요가 있다.

덧씌우기의 두께설계는 처짐(deflection)분석, 성분(component)분석, 역학적분석의 세 가지 방법에 의하여 기존포장의 구조적 능력을 평가하여 실시한다. 처짐분석은 포장의 처짐을 측정하여 교통에 대한 하중부담능력을 평가하여 필요한 사항을 추정하는 것이다. 성분분석은 AASHO도로서험과 같은 과거경험이나 측정자료를 기초로 하여 기존 아스팔트층의 잔존강도를 현재상태에서 산정하여 노상의 강도, 포장 구조체, 교통하중 사이의 상관관계를 이용하여 필요한 전체두께를 설계하는 것이다. 역학적 분석은 포장체의 현장 탄성 및 점탄성 특성의 평가, 소성변형이나 균열과 같은 포장 파손에 대한 파손기준을 포함하는 분석이다.

2.3.2 절삭 덧씌우기

포장의 파손이 진행되어 표면처리와 같은 유지공법으로서는 노면을 유지할 수 없다고 판단될 경우, ㉠ 전면적인 재포장을 실시하기까지는 이르지 않았으며, ㉡ 인접지, 보도, 배수시설 등의 높이문제로 덧씌우기가 적합하지 않다고 판단될 때 절삭 덧씌우기가 채택된다.

이 공법은 주로 균열, 소성변형 등이 심하게 발생한 경우에 실시된다.

절삭 덧씌우기를 시행할 절삭두께에 대한 분명한 기준은 없으며, 일반적으로 경제적 여건, 현지 상황을 감안하여 다음 방법 중 한 가지를 택한다.

- ① 평균 소성변형 두께의 절삭
- ② 표층 전체두께의 절삭
- ③ 표층+중간층(기층)의 일부 또는 전부의 절삭

또한 절삭 덧씌우기에 있어 새로운 포장두께의 선정에 있어서는 다음과 같은 방법이 있다.

- ① 절삭한 두께를 포장두께로 한다.
- ② 시공성을 고려한 포장두께로 한다.
- ③ 절삭한 두께에 포장강도 부족 두께를 합하여 포장두께로 한다.

2.3.3 재포장

아스팔트 포장의 파손이 심하게 되어 다른 유지보수공법으로서는 양호한 노면을 유지하기가 어렵게 되었을 때 채택하는 공법이다. 따라서 포장의 상태와 파손원인 등을 충분히 조사하는 한편 경제적인 면, 기술적인 면 등을 종합적으로 판단하여 이 공법의 채택여부를 결정한다. 또한 파손의 원인이 동상이나 배수불량에 기인하는 경우에는 동상대책공법 또는 배수공을 고려하여야 한다.

재포장의 구조설계는 덧씌우기 구조설계에 따르면 된다.

구포장의 제거방법에는 다음과 같은 방법이 있다.

- ① 인력에 의한 방법
- ② 콘크리트 브레이커에 의한 방법
- ③ 토공기계에 의한 방법
- ④ 드롭햄머에 의한 방법
- ⑤ 포장굴착기에 의한 방법

2.3.4 노상표층재생포장

1) 공법 개요

노상표층재생포장(surface recycling)은 기존 아스팔트 포장의 표층을 예열기로 가열한 후 주기체인 리믹서(remixer)나 리페이버(repaver)로 긁어 일으켜, 필요에 따라 재생첨가제와 함께 신재 혼합물을 상부에 포설하거나 또는 신재와 혼합하여 재생하는 공법이다.

유럽에서는 70년대에 골재원의 고갈, 포장폐재의 폐기비용의 고가, 포장폐재의 무단 폐기금지 등으로 이 공법이 개발되었으며, 일본에서는 80년대 초부터 본격 도입되어 40여기의 기계가 활용되고 있다. 일본의 경우 초기에는 리페이브 방식이 주류를 이루었으나 최근에는 50 : 50으로 리믹스 방식이 증가하였다.

이 공법의 특징으로는 다음과 같은 사항을 들 수 있다.

- ① 절취한 포장폐재를 현장에서 전부 재활용하므로 폐재의 반출이나 폐기장 확보가 필요치 않다.
- ② 사용연료의 완전연소로 환경영향이 없다.
- ③ 질삭, 재생 및 포설이 조합장비 1회 통과로 시공이 완료되므로 공사기간이 단축되고, 교통 체증 문제가 적다.
- ④ 기존 포장의 문제점을 파악하여 추가재료의 조정으로 기존 포장의 품질을 개량할 수 있다.

- ⑤ 시내 포장에서 높이 조절문제를 해결한다.
- ⑥ 대형 기계화 시공이므로 연속된 장소가 아니면 적합치 않다.
- ⑦ 표층 대상 공법이므로 기층 이하의 파손 장소에는 적합치 않다.

2) 공법의 분류

① 리페이브(repave)

기존 포장을 가열한 후 긁어 일으켜서 정형한 후 그 위에 신재 아스팔트 혼합물을 얇은 층(2cm 정도)으로 포설한 후 동시에 다져 마무리 한다. 이 공법의 작업 흐름은 다음과 같다.

가열 ⇒ 열침투 ⇒ 긁어 일으킴 ⇒ 발갈이(windrow) ⇒ 정형 ⇒ 신재 혼합물 보충 ⇒ 포설 ⇒ 전압

② 리믹스 (remix)

기존 포장을 가열하고 긁어 일으킨 구 아스팔트 혼합물에 신재의 혼합물을 가하고, 혼합하여 포설한다.

가열 ⇒ 열침투 ⇒ 긁어 일으킴 ⇒ 발갈이 ⇒ 신재 혼합물 보충 ⇒ 혼합 ⇒ 포설 ⇒ 전압

우리나라의 경우 1980년에 서울특별시에서 리페이브 방식의 기계를 도입하여 활용한 예가 있으며, 최근 국내에 광주의 J사가 리믹스 방식의 대형 재생장비를 도입하여 활용되고 있다. (자세한 사항은 본 학회지 제2권 4호, 2000. 12. “국내 아스팔트 포장의 재활용 사례” 참조)

2.3.5 플랜트재생 가열 아스팔트 혼합물 공법

1) 공법 개요

아스팔트 혼합물 폐재를 기계 파쇄하거나 또는 가열 파쇄하여 재생골재를 생산하고, 소요의 품질

이 얻어지도록 신규 골재, 신재 아스팔트와 필요에 따라 재생첨가제를 가하여 드럼믹서 아스팔트 플랜트로 혼합물을 제조하는 공법이다.

70년대 말 오일쇼크에 따라 재생공법이 개발되어 그림 3과 같은 연속식 드럼 믹서가 출현하였다. 드라이어의 중간부에서 재생골재를 투입하여 버너로부터의 고온을 피하면서 드라이어 내부에서 신규 골재 및 아스팔트와 혼합된다. 미국을 비롯한 구미에서는 여러 가지 형태로 개발된 재생 플랜트가 시판되고 있어 대부분의 포장 폐재를 재생하고 있다. 이러한 플랜트는 신규 재료만의 혼합물도 생산할 수 있고, 재생용으로도 활용할 수 있는 겸용의 것으로 되어 있다.

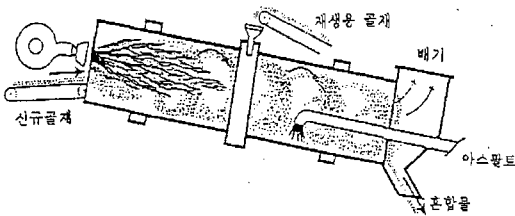


그림 3. 재생용 드럼 믹서 플랜트

일본의 예를 보면 1976년에 건설성의 연구사업으로 재생 플랜트가 시험 제작되어 아스팔트 플랜트에서 포장 폐재의 재생 이용이 시작되었으며, 80년대에 들어와 재생 아스팔트 혼합물의 사용이 본격화되었다. 재생 아스팔트 혼합물의 생산량이나 아스팔트 혼합물에서 차지하는 비율도 매년 증가하여 1998년에 전국적으로 1,609기의 아스팔트 플랜트 중 1,179기가 재생용 플랜트이며, 1998년도에 생산된 아스팔트 혼합물 7,000만톤 중 재생 아스팔트 혼합물이 3,459만톤으로 전체 아스팔트 혼합물의 50.3%를 차지하고 있다.

우리나라의 경우 1982년에 한국도로공사에서 재생용 연속식 플랜트를 도입하여 고속도로 덧씌

우기 공사에 활용한 일이 있으며, 1998년에 경북의 S사가 재생 플랜트를 설치하고 건설교통부로부터 신기술지정을 획득하여 이 기술이 정식 활용되는 단계에 들어갔다. 또한 부산 건설안전시험사업소에서는 국산 재생아스콘 플랜트를 설치하여 폐재를 혼합재생한 기층혼합물을 생산하여 활용하고 있다. (자세한 사항은 본 학회지 제2권 4호, 2000. 12. “국내 아스팔트 포장의 재활용 사례” 참조)

2) 기술적인 문제

① 입도

기존 포장에서 회수된 아스팔트 포장재(reclaimed asphalt pavement, RAP)를 파쇄하여 얻은 재생골재의 입도를 고려하고 신규 골재를 조정하여 두 골재를 합성하였을 때 소요되는 골재입도범위에 들도록 하는 것은 체가름시험으로 실시한다. 다행히도 그간 우리나라에서 주로 사용해온 기존 아스팔트 혼합물의 종류는 밀입도 혼합물 한 가지여서 이의 합성에는 큰 어려움은 없다.

② 노화된 아스팔트의 회생(回生)

포장용 아스팔트는 아스팔트 플랜트에서 135~165°C의 높은 온도에서 골재와 혼합된 후 현장에 포설되어 극심한 기후조건에 노출됨으로써 시간과 함께 노화(老化, aging)되고 경화된다. 아스팔트의 기본성질을 나타내는 지표로 침입도(針入度, penetration, pen이라 함)나 점도(粘度)가 있다. 침입도 시험은 25°C에서 100g의 하중으로 5초 동안 표준침이 수직으로 들어간 깊이를 0.1mm로 나타낸다. 우리나라에서 사용하는 포장용 아스팔트의 침입도는 추풍령 이북에서는 85~100(AP-3)의 것이며, 추풍령 이남에서는 60~70(AP-5)의 것을 사용하고 있다. 아스팔트의 경화현상이 아스팔트 포장에서 발생하는 영향을 조사한 다음과 같은 연구결과는 매우 주목할 만하다(그림 4).

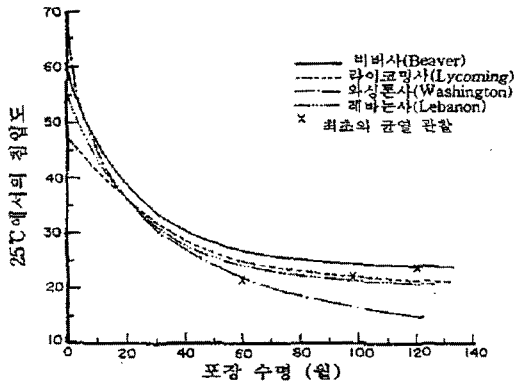


그림 4. 시간 경과에 따른 침입도의 변화

아스팔트 혼합물 중의 아스팔트는 플랜트에서의 혼합 중에 열에 의한 열화(劣化)를 받아 혼합 직후 침입도(pen.)는 약 30% 저하한다(pen. 90 → 60). 그 후 서서히 열화가 진행되어 포설 1년 후에 원 침입도의 50~60%(pen. 40~50)로 감소된다. 침입도가 20~30로 되면 약간의 균열이 발생할 수 있으며, 침입도가 20이하로 떨어지면 매우 심한 균열이 발생할 수 있다.

그러므로 혼합물의 재생공법에서는 골재의 입도 및 아스팔트량의 조정 뿐 아니라, 구 포장에 들어있는 아스팔트의 침입도(또는 점도)를 회생시키는 과정이 필요한 것이다. 재생 혼합물에서는 신규 혼합물에는 실시하지 않는 회수(回收) 아스팔트에 대한 시험을 실시하여 품질을 확인하여야 한다.

재생된 혼합물은 신규 혼합물과 똑 같은 특성을 가진 아스팔트 혼합물이 제조되도록 설계하여야 한다. 위와 같은 이유에서 신규 혼합물에는 한 가지 아스팔트가 사용되지만 재생된 혼합물에는 두 가지나 세 가지가 사용될 수 있다(신규 아스팔트, 구재 아스팔트 및 재생첨가제).

- ③ 재생골재(RAP)의 혼합 비율
공급자의 입장에서 RAP의 비율을 높이면 혼

합물의 가격을 낮출 수 있으나 RAP의 비율을 높게 하면 제조과정에서 공해를 일으키기도 하고, 혼합물의 품질이 떨어질 수도 있다. 그래서 혼합물에 사용되는 RAP의 양에 대한 상한선이 지방서에 정해진다.

미국의 경우 RAP은 가열하지 않고 신규골재의 온도를 높게하여 그 열로 덥히는 방식을 채용하고 있어 신규골재를 가열할 수 있는 실제적인 한계가 있으므로 RAP의 최대비율은 전체 혼합물에 대하여 약 50%로 하고 있다.

일본의 경우 RAP을 110°C 정도로 가열하는 방식을 채용하므로 RAP의 혼합비율을 높이고 있다. 이렇게 RAP의 비율을 높게 할 때는 아스팔트의 침입도(점도)를 개선하기 위해 재생첨가제가 필요하다.

우리나라에서는 재생 아스팔트 혼합물의 제조에 RAP의 혼합비율을 30~40%로 하고 있다.

3. 시멘트 콘크리트 포장의 보수

우리나라에서 본격적인 시멘트 콘크리트 포장의 첫 번째 시공 예는 대구-광주간의 88고속도로이다. 이 도로는 1981년 9월에 착공하여 1984년 6월에 준공된 175.3km의 2차선 고속도로로 개통 17년을 맞게 된다. 콘크리트 포장의 두께는 30cm로 무근으로 되어 있고, 기층에는 입도조정기층 20cm를 두었다. 많은 곳에 파손이 발생하여 보수하였으며, 계속 파손은 발생할 것으로 추정된다.

두번째는 서울특별시 강동구 하일동에서 충북 청원군 남이면 경부고속도로 연결부까지 잇는 123.6km의 중부고속도로이다. 1985. 4월에 착공, 1987. 12월에 개통하여 13년이 지났다. 이 고속도로는 설계속도도 100~120km/hr로 상향시키고, 기층에 빈배합 콘크리트 포장공법(RCCP, 두께 15cm)을 채택하고 표층에는 두께 30cm로 연속철근콘크리트 포장(CRCP, 연장 64.2km)과 무근콘

크리트 포장(JCP, 연장 40.4km)을 시공하였다. 현재로서는 국내 고속도로 중 최고급 수준으로 평가되고 있는 도로이다.

그밖에 10년이 넘은 구간으로는 경부고속도로의 대전~부산간의 일부를 들 수 있다. 이 구간은 1984년에 착수하여 1992년까지 연차적으로 콘크리트 포장으로 교체하였다.

3.1 콘크리트 포장의 유지공법

콘크리트 포장의 유지관리공법에는 다음과 같은 공법이 있으며 이들에 대하여 간단히 기술한다.

- ① 실링
- ② 팻칭
- ③ 부분재포장
- ④ 주입공법
- ⑤ 그루빙

3.1.1 실링(sealing)

실링은 줄눈에 채운 주입줄눈재가 탈락, 노화, 균열, 박리(剝離) 등을 일으켰거나 콘크리트 슬래브에 균열이 발생한 경우 줄눈이나 균열로 빗물이 침투하는 것을 방지할 목적으로 실링재를 주입하는 공법이며, 정기적으로 실시하면 콘크리트 포장의 파손 예방과 진행을 억제하는 데에 효과가 크다.

1) 줄눈의 실링

줄눈의 주입에는 먼저 오래된 줄눈재, 먼지, 진흙 그 밖의 이물질을 제거한다. 오래된 줄눈재의 제거방법에는 정이나 끌 등을 이용하는 인력작업 방법과 조인트 크리나(joint cleaner)나 콘크리트 카타 등을 이용하는 기계작업방법이 있다.

줄눈재를 제거한 후 콤프렉서로 청소하고 줄눈재를 주입한다. 또한 줄눈재가 노면보다 위로 솟아있는 경우에는 차량에 의해 떨어져나갈 염려가

있으므로 끌 등을 써서 솟아오른 줄눈재를 깎아 내어 평편하게 마무리한다.

2) 균열의 실링

균열에는 보통 균열의 폭이 좁은 비진행성의 것과 진행성의 것이 있으며 실링방법은 다음과 같이 다르다.

① 비진행성 균열의 실링

비진행성의 균열에는 수지계 재료를 주입하는 공법이 많이 채용된다. 수지계 재료로 주로 쓰이는 것으로는 에폭시계의 것이 있으나, 폴리에스테르계, 폴리우레탄계, 고무 아스팔트계 등도 사용된다.

주입에는 저압저속(低壓低速)에 의한 주입법이 주로 쓰이나, 균열 폭이 1mm정도 이상의 경우에는 저점도의 주입재료를 써서 자연유하에 의한 흘러넣는 주입법으로도 주입이 가능하다.

수지주입시 주의점으로는 ㉠ 균열부가 충분히 건조한 상태에서 주입할 것, ㉡ 균열 폭에 맞는 점도의 수지를 선정할 것, ㉢ 시공시의 온도와 경화시간의 관계를 조사하여 둘 것(특히 에폭시 수지는 5°C 이하에서는 경화가 늦어지는 경향이 있다) 등이다.

② 진행성 균열의 실링

진행성 균열에는 수지주입 만으로는 균열 폭의 신축에 주입재료가 추종할 수 없으므로 균열에 따라 U자형이나 V자형으로 홈을 내고(U자형이 좋다), 콤프렉서로 홈의 내부를 청소한 후 주입줄눈재 또는 가요성(可撓性)의 수지주입재를 주입한다.

3.1.2 팻칭

팻칭은 단차, 종방향 요철, 라벨링, 스케일링, 줄눈 단부나 균열부의 모서리 떨어짐, 구멍, 동상에 의한 슬래브의 솟아오름 등을 작은 면적에 걸쳐 메우거나 채워 노면의 평탄성을 유지하는 공

법이다. 팻칭재료에는 시멘트계, 아스팔트계, 수지계의 세 종류가 있으며, 팻칭 두께에 따라 각각 모르터 또는 콘크리트로 사용한다.

3.1.3 부분재포장

슬래브 저면에 도달한 균열이 모서리(우각부)나 슬래브의 종횡단방향으로 발생하여 균열부만으로 하중전달을 기대할 수 없는 경우, 슬래브에 블로우업(blow up)이 발생한 경우 등에 슬래브 또는 기층을 포함하여 부분적으로 재포장하는 방법이다. 부분재포장하는 한 곳의 면적으로는 15m² 정도 이하의 면적이 대상으로 된다.

부분재포장은 응급조치방법으로는 가열 아스팔트 혼합물을 사용하나 작은 면적이 되기 때문에 다짐이 불충분하게 되기 쉽고, 교통개방 후 압밀에 의해 침하하여 콘크리트 슬래브와의 조인트부가 단차가 되기 쉬우므로 정기적으로 팻칭을 실시할 필요가 있다.

다음에 기술하는 콘크리트에 의한 부분재포장은 공용실적도 양호하며 내구성도 좋다.

1) 줄눈 부근의 부분재포장

슬래브의 모서리나 줄눈에서 3m 이내에 발생한 종횡단방향 균열의 부분재포장은 그 균열부가 일체가 되도록 그림 5와 같이 실시한다.

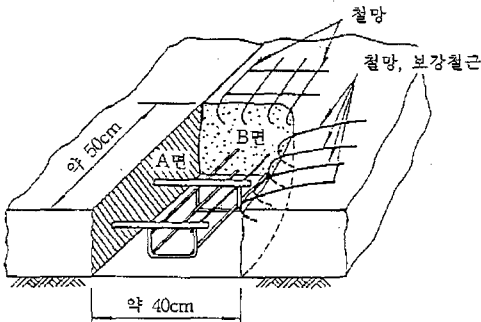


그림 5. 모서리의 부분재포장의 예

2) 슬래브 중앙부근의 부분재포장

철망이 있는 슬래브의 중앙부근에서 줄눈으로부터 3m 이상 떨어져 발생한 종횡단방향 균열의 부분재포장은 그 균열부를 수축줄눈으로 치환하도록 하여 그림 6과 같이 시행한다.

또한 철망이 없는 슬래브는 부분재포장을 시행하여도 보수한 부분의 주변에서 다시 파손되기 쉬우므로 이러한 경우는 슬래브 한 장을 전체적으로 재포장하거나 부득이 부분재포장을 시행하는 경우는 위와 같이 수축줄눈을 두어 하중전달이 되도록 하는 것이 좋다.

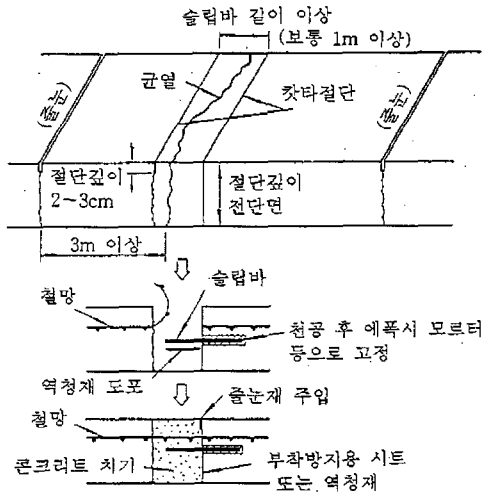


그림 6. 슬래브 중앙부근의 부분재포장 예

3.1.4 주입공법

주입공법은 콘크리트 슬래브와 기층과의 사이에 생긴 공극을 채우거나 침하된 슬래브를 주입압력으로 원래의 위치로 되돌리는 공법이며, 언더실링(under sealing) 또는 서브실링(subsealing)이라고도 한다.

주입재료는 아스팔트계와 시멘트계가 있다. 아스팔트계는 블로운 아스팔트(침입도 10~40)가

쓰이고, 시멘트계는 시멘트와 물을 주체로 한 밀크에 알루미늄 분말(발포제), 플라이애쉬, 세립토, 규조토, 석고 등을 첨가한 것이 쓰인다.

3.1.5 그루빙 (grooving)

그루빙은 다이어몬드날이나 텅스텐카바이드 텀이 부착된 그루빙기계로 그림 7과 같은 모양으로 홈을 내어 우천시 수막(hydroplaning) 현상을 억제하거나 노면과 타이어의 마찰저항을 개선하기 위해 시행하는 미끄럼 개량공법이다.

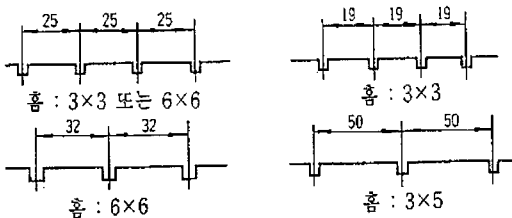


그림 7. 그루빙의 모양 예 (단위: mm)

3.2 콘크리트 포장의 보수공법

콘크리트 포장의 보수공법은 덧씌우기 공법과 재포장공법으로 크게 나눌 수 있다. 어느 공법에나 포장재료로써 아스팔트 혼합물 또는 시멘트 콘크리트를 주로 사용하나 미국에서는 폴리머 콘크리트(레진 콘크리트)도 시도되고 있다. 또한 노후된 콘크리트 포장을 완전히 현장에서 파쇄하여 기층이나 보조기층으로 사용하고, 그 위에 아스팔트 포장으로 재포장하는 방법도 쓰이고 있다.

3.2.1 아스팔트 혼합물에 의한 덧씌우기

콘크리트 포장의 덧씌우기에 아스팔트 혼합물을 사용하는 경우가 많다. 장점으로는 시공 용이, 양생 불필요, 콘크리트 포장과의 부착에 큰 어려

움이 없다는 점을 들 수 있으나, 반사균열의 발생과 유동에 의한 소성변형 발생과 같은 문제점도 있다.

아스팔트 혼합물로 덧씌우기할 경우 혼합물의 종류나 시공방법은 통상적인 아스팔트 포장과 같으나 포장 완성면에서 발생하는 반사균열(reflection crack)의 발생 방지가 대단히 어려운 일이다. 반사균열 방지에 비교적 효과적인 방법으로는 다음과 같은 것이 있다.

1) 덧씌우기 두께를 증가시키는 방법

일본도로협회 발행 “도로유지수선요강”에서는 덧씌우기 두께를 8cm 이상으로 하는 것을 건의하고 있으며, 미국 아스팔트협회 발행 MS-17에서는 10cm 이상이 필요하다고 건의하고 있다.

2) 개립도 아스팔트 혼합물을 사용하는 방법

아스팔트층 두께를 10cm 이상으로 할 경우 콘크리트 슬래브 바로 위에 개립도 아스팔트 혼합물 중간층을 5cm 정도 포설하면 반사균열의 발생 억제에 효과가 있다.

3) 시트를 사용하는 방법

기존 콘크리트 포장의 준눈이나 균열의 움직임을 흡수하여 덧씌우기층으로의 전파를 억제할 목적으로 콘크리트 포장 위에 시트를 포설하는 방법이다. 시트에는 폴리프로필렌이나 폴리에스테르의 부직포 및 스테인레스의 메쉬의 양면에 아스팔트를 도포한 제품이 있다. 줄눈이나 균열부에 30~50cm의 폭으로 붙이고 타이어롤러로 노면에 밀착시킨다.

4) 카타로 절단하여 균열을 유도하는 방법

덧씌우기 포장에 미리 카타로 줄눈을 내어 반사균열을 한 곳으로 유도하고 복잡한 균열의 발

생을 방지하는 것이다. 절단 폭은 줄눈재를 주입하지 않을 경우는 3mm 정도, 줄눈재를 주입하는 경우는 8mm 정도로 하며, 깊이는 덧씌우기 두께의 1/2 정도면 되나 전체 두께를 절단하는 수도 있다.

3.2.2 시멘트 콘크리트에 의한 덧씌우기

콘크리트에 의한 덧씌우기 공법에는 기존 콘크리트 슬래브와 덧씌우기층과의 경계상태에 따라 분리 덧씌우기 공법, 직접 덧씌우기 공법, 부착 덧씌우기 공법의 세 가지가 있으나, 전자의 두 가지 공법은 공항 등의 콘크리트 포장에, 부착 공법은 도로의 콘크리트 포장에 주로 시공되고 있다.

1) 분리 및 직접 덧씌우기 공법

분리 덧씌우기 공법은 기존 콘크리트 슬래브 위에 두께 3cm 이상의 분리층(아스팔트 혼합물 또는 입상재료)을 두어 완전히 분리시키는 공법으로 기존 포장층의 줄눈이나 파손의 영향을 그다지 받지 않는 비교적 확실한 공법이다. 보통 15cm의 두께가 사용된다.

직접 덧씌우기 공법은 기존 포장의 표면을 청소한 후 직접 그 위에 덧씌우기를 시공하는 공법이다. 이 공법은 상, 하 포장 사이에 어느 정도의 부착을 기대할 수 있어 분리 덧씌우기 공법보다는 두께를 약간 줄일 수 있으나(보통 13cm), 기존 포장의 영향은 받기 쉽다. 두 공법 모두 부착 덧씌우기 공법보다 두께도 두껍고 시공기간도 길게 된다.

2) 부착 덧씌우기 공법

기존 콘크리트 슬래브와 덧씌우기 콘크리트가 일체로 되도록 기존 포장의 표면을 부착처리한 후 덧씌우기 콘크리트를 5~10cm 두께로 이어 치는 공법으로 주로 도로의 콘크리트 포장이나 교

량 슬래브의 보강, 공항의 콘크리트 포장에 최근 외국에서 채용하고 있다.

덧씌우기에 사용하는 콘크리트에는 강섬유보강 콘크리트(SFRC) 및 플라스틱 섬유보강 콘크리트(RFRC)가 있다.

이 공법은 두께가 얇기 때문에 원칙으로 구조적인 파손이 발생하지 않은 콘크리트 포장이 대상이 되며, 마모에 의한 바퀴자국이 생긴 노면의 보수와 교량 슬래브의 보강에 쓰인다.

3.2.3 깨어 가라앉치기(breaking and seating) 공법

기존 콘크리트 포장에 균열을 내거나 깨어 가라앉치기한 후 이 층을 기층이나 보조기층으로 간주하여 아스팔트층으로 재포장하는 공법이다. 기존 콘크리트 포장의 파쇄에는 드롭햄머, 파쇄추가 달린 크레인, 항타식 햄머 등이 사용된다. 균열 낸 슬래브를 가라앉치기하는 데는 35톤 또는 50톤 롤러를 통과시켜 다진다.

이렇게 처리한 층 위에 아스팔트 혼합물로 재포장하는 공법을 미국에서 많이 채택하고 있다.

4. 맺음말

이 글에서는 일반적인 유지보수공법 중 국내에서 시행할 수 있는 공법을 위주로 기술하였다. 최근에는 고속도로를 비롯하여 국도, 지방도 및 그 밖의 도로에서도 신설 못지 않게 유지보수에 대한 관심도 점차 높아지고 있음을 볼 수 있다. 그러나 지방자치단체에 따라서는 포장의 유지보수에 대한 예산이나 기술적인 문제에 있어 더 많은 관심과 추가적인 노력을 필요로 한다. 서두에서 기술한 바와 같이 포장의 유지보수는 파손 초기에 적절한 대책을 세워 대응함으로써 보수비용도 줄일 수 있고, 좋은 공용성도 유지할 수 있다.

또한 유지보수를 담당하는 기술자로서는 현장 마다의 최적의 보수공법을 채택하는 데 더 많은

지식의 습득과 이의 적용이 중요하다고 본다. 우리 몸이 병들었을 때 정확한 진단과 최적의 치유 방법을 택하여야 하는 것처럼, 가장 알맞는 보수 공법의 채택이야말로 대단히 중요한 것이 아니겠는가?

참고문헌

- 1) 건설교통부 (1997), "아스팔트포장 설계·시공요령", pp.249~291.
- 2) 건설부 (1991), "도로포장설계·시공지침", pp.533~550.
- 3) 김주원 (1997), "플랜트재생 아스팔트혼합물 연구", 세아건설(주), pp.20~27.
- 4) 김주원 (1995), "노상표층재생포장에 관한 연구", (주)중원개발, pp.2~4, pp.82~84.
- 5) 김주원 (1985), "최신 아스팔트포장", pp.426~472.
- 6) Freddy L. Roberts 외 4인 (1996), "Hot Mix Materials, Mixture Design and Construction", NAPA Education Foundation, pp.477~510, pp.529~573.
- 7) The Asphalt Institute (1983), "Asphalt Overlays for Highway and Street Rehabilitation", (MS-17), p.87.
- 8) 川原忠司 (1995), "路上表層再生工法", アスファルト, No.184, pp.9~14.
- 9) 小坂寛巳 (1992), "舗装の維持修繕", 建設圖書, pp.123~137.
- 10) 山之内 浩 외(1991), "アスファルト舗装の設計・施工上の問題點と對策", 山海堂, pp.113~115.
- 11) 藤井治芳 외 (1984), "道路舗装の維持修繕", 山海堂, pp.113~126.
- 12) 日本道路協會 (1978), "道路維持修繕要綱", pp.109~110.
- 13) 藤原 武 (1970), "道路舗装の維持修繕", 山海堂, pp.145~154.

학술발표회 개최안내

우리 학회는 2001년도 가을 학술발표회를 아래와 같이 개최하오니 많은 참석을 바랍니다.

아 래

개최일시 : 2001년 10월 12일 (금) 13:00~18:00

개최장소 : 한국과학기술회관

참가비 : 정회원 2만원 / 비회원 3만원 / 학생회원 1만원

한국도로포장공학회 사무국

☎ 137-862 서울시 서초구 서초동 1355-3

서초월드오피스텔 1512호

전화: 02-525-7147 / 전송: 02-525-7149