



LTPP 구간의 아스팔트 덧씌우기 보수공사후의 아스팔트 포장의 공용성 평가

배 성 호*, 이 관 호**

본 기술기사는 미연방도로국에서 발간하는 TechBrief를 번역하여 소개하는 내용이다. 원본의 제목은 "Performance Trends of Rehabilitated AC Pavements"이고, 발간번호는 "FHWA-RD-00-165"이다. 본 기술기사와 관련하여 6월호 포장학회지에는 "포장 파손별 덧씌우기 보수공사의 방법 및 방향"에 대한 내용을 소개하고자 한다.

1. 배경

LTPP의 주요 목표는 기존포장의 보수를 위한 개선된 설계방법을 개발하는 것이다. 그러한 목적으로 이용된 시험중의 하나가 GPS-6 이다. "AC 포장에 AC 덧씌우기"인 GPS-6 시험은 기존 AC 포장에 AC를 덧씌운 단면에 대한 테스트를 포함하고 있다. 이 시험은 GPS-6A와 GPS-6B 두 가지 부분으로 나누어져 있다. GPS-6A 부분은 덧씌우기에 앞서서 포장할 표면의 구체적인 상태에 대한 단면시험이 수행되지 않은 구간이고, 반대로, GPS-6B 부분은 덧씌우기 이전에 기존 포장의 파손형태에 대한 체계적인 평가가 수행된 구간이다. LTPP 프로그램 안에는 60개소의 GPS-6A 시험구간과 65개소의 GPS-6B 시험구간이 있다.

GPS-6 시험에 대한 결과를 요약한 이 TechBrief는 1997년 2월까지 측정된 데이터를 이용한 125 개소의 GPS-6 시험구간의 공용성에 대한 내용을 제공한다. 이 시험구간은 AC포장의 다양한 조건을 포함하고 있다. 보수된 포장의 평균 사용년한이 약 7.3년이고, 최저 0.1년부터 최고 26.4년까지의 범위를 보여준다. 또한 교통량 조건의 경우 연간 10,000ESAL에서 1,900,000 ESAL이고, 평균적으로 약 300,000ESAL을 보여준다.

2. 파손의 형태

LTPP GPS-6 구간의 특성평가 또는 공용성변화를 보기 위해 6개의 파손의 유형이 이용되었다. 즉, IRI(International Roughness Index)의 척도인 거칠기와 소성변형, 가로방향의 균열, 차바퀴 주행위치상의 균열, 차바퀴 주행위치가 아닌 구간에서의 균열, 그리고 피로균열 등을 포함했다. 이러한 포장파손들은 상대적인 비교를 위해 각각 다른 카테고리로 나누었다. 이 연구에 사용된 파손들의 다른 레벨들은 표 1에 나타내었다. 표 2 역시 GPS-6 구간에서 평균적인 파손의 정도보다 큰 파손을 보여주는 구간의 정도를 보여준다. 표 2에서 보는 것처럼, GPS-6 구간에서 반 이상이

* 경성대학교 건설환경공학부

** 정회원 · 경성대학교 건설환경공학부



표 1. 파손의 종류에 따른 파손정도

파손의 종류	작음(%)	보통(%)	과다(%)
피로균열(m')	1 ~ 10	11 ~ 60	> 60
차량주행 위치상의 종방향 균열(m)	1 ~ 50	51 ~ 160	> 160
차량주행 위치 이외구간의 종방향 균열(m)	1 ~ 50	51 ~ 160	> 160
횡방향 균열 (m)	1 ~ 10	11 ~ 50	> 50
소성변형 (mm)	< 7	7 ~ 20	> 20
평탄성 (IRI), (m/km)	< 1.6	1.6 ~ 2.4	> 2.4

표 2. GPS-6 구간의 파손의 형태 및 크기

파손의 형태	파손의 정도			
	무발생(%)	미미(%)	보통이상(%)	
			보통(%)	과다(%)
피로균열	76	9	8	7
차량주행 위치상의 종방향 균열	61	30	10	0
횡방향 균열	40	25	27	8
차량주행 위치 이외구간의 종방향 균열	52	27	17	4
소성변형	-	67	33	0
평탄성	-	79	17	4

피로균열과 차량의 주행위치상의 균열, 또는 주행 위치 이외의 구간에서의 길이방향 균열은 나타나지 않았다.

특히, 차량의 주행위치상의 종방향 균열은 결국 전파되거나, 지속적인 차량하중에 의한 피로균열로 나타나게 된다.

3. 피로균열과 차량의 주행위치상의 종방향 균열

GPS 시험구간의 약 15%만이 미세한 피로균열을 보였고, 차량주행 위치상의 종방향 균열은 약 10%정도만이 문제가 되었다. GPS 시험구간의 대부분은 지난 10년간 거의 피로균열이 발생하지 않았다. 피로균열과 주행위치상의 종방향 균열의 발생에 관한 시험내용을 정리하면 다음과 같다.

- ① GPS-6A 자료에서 볼 때, 덧씌우기 설계에 정확한 예상교통량이 반영된다면, 향후 10년 이상의 공용성이 기대되는 덧씌우기 설계가 가능하다는 것을 보여준다.
- ② 이 연구는 피로균열과 차량의 주행 위치상의 종방향 균열이 관계가 있음을 보여준다.

4. 횡방향 균열

GPS-6 시험구간의 35%정도에서 비교적 심각한 횡방향 균열이 발생하였다. 비록 횡방향 균열이 시간이 지남에 따라 증가하지만, 약간의 덧씌우기는 오랜 시간동안 횡방향 균열의 발생을 억제하였다. 횡방향 균열에 대한 계속결과는 다음과 같다.

- ① 덧씌우기 두께를 증가시키면 횡방향 균열의 발생률은 감소한다.
- ② 횡방향 균열이 발생한 곳의 데이터는 균열의 양이 덧씌우기한 것보다 먼저 원래 포장의 상태에 의존한다는 것을 보여준다. 좋은 상태로 분류된 포장에 놓여지는 덧씌우기는 같은 레벨에 나쁜 상태로 분류된 포



장 위에 놓이는 덧씌우기보다 약 50% 증가한다는 것을 나타낸다.

- ③ AC 덧씌우기의 수명은 얇은(60mm 이하) 덧씌우기에서 횡방향 균열의 발생정도에 따라 영향을 받는다는 것을 알았다. 그러나, 두꺼운 덧씌우기 층에서는 이러한 효과가 계측되지 않았다. AC 층의 두께가 증가함에 따라 바인더와 혼합물의 특성은 더욱 중요시되고, 혼합물의 수명은 덜 중요한 요소인 것 같다. 비록 LTPP의 자료들이 이러한 사실을 충분히 나타내지는 못하지만, 이런 것들을 부정할 수는 없다.
- ④ 횡방향 균열은 저온균열에 의한 것으로 보고되고 있으나, 캐나다의 경우 저온균열과 횡방향 균열이 동시에 발생한 것으로 나타났다. 교통량이 AC 덧씌우기에서 횡방향 균열에 그다지 중요하지 않다는 것을 보여 준다.

5. 차량 바퀴에 의하지 않은 종방향 균열

GPS-6 구간의 약 21%정도가 차량 주행 위치 이외의 구간에서 종방향 균열정도가 심하게 나타났다. 아래에 일반적인 관측결과를 나타내었다.

- ① 두꺼운 덧씌우기는 균열의 발생량을 줄였고, 차량 주행위치 이외의 구간에서의 종방향 균열에 대해서도 적은 값을 나타내었다.
- ② 덧씌우기의 수명과 덧씌우기에 앞선 포장의 상태는 차량주행 위치 이외의 구간의 종방향 균열에 거의 영향을 주지 않은 것으로 나타났다. 그러나, 덧씌우기가 수행되기 전의 초 장에서 발생한 종방향 균열이 있는 포장의 덧씌우기시 약 45% 정도의 구간에서 공용성 초기에 발생하는 반사균열

을 효과적으로 억제한 것으로 나타났다.

6. 소성변형

GPS-6 시험구간의 33%정도가 보통수준 이상의 소성변형을 보였다. 아래의 것은 소성변형에 대한 일반적인 관찰상태를 나타내었다.

- ① 두꺼운 덧씌우기는 소성변형의 저항력이 있어서 얇은 덧씌우기보다 우수하지 않다.
- ② 교통량은 소성변형의 예측에 중요하다. 그러나 다른 계수 즉, 재료의 물성치, 시공기술, 품질관리 등도 중요한 요소로 판단된다.
- ③ 비록 소성변형이 국가차원의 문제이지만, LTPP 시험구간에서는 그렇게 의미 있는 문제는 아니다. 실제로 소성변형에 의한 포장파손은 확실하지만, 포장을 대표하는 LTPP 수행구간에서는 소성변형이 비교적 미미하였다.
- ④ LTPP 프로그램상의 대부분의 AC덧씌우기 구간의 경우, 소성변형은 연간 10,000~1,877,000 ESAL 범위의 교통량에서 문제가 발생하는 것으로 나타났다. 사실, 1997년에 LTPP 수행구간의 일부에서만 과도한 소성변형이 측정되었었다.

7. 평탄성

GPS-6 시험구간의 약 21%가 평균 거칠기(IRI) 이상을 나타내었다.

- ① AC덧씌우기 보수공사 구간에서의 평탄성 값의 감소효과가 매우 크게 나타났다.
- ② 보수공사 구간의 평탄성은 두께에 상관없이 덧씌우기 구간에서 평탄성 증가는 덧씌우기 가 시행된 후에 수년 후에도 상당히 작고, 특히 기존의 평탄성 상태가 좋은 포



장 위에 덧씌우기시에도 같은 결과를 나타내었다.

- ③ LTPP구간의 기존 포장의 상태가 덧씌우기층의 평탄성에 거의 영향을 주지 않는다.
- ④ 덧씌우기층의 교통량은 IRI 값과 또는 평탄성의 증가에 매우 큰 영향을 준다. 그러나 중차량을 위한 AC덧씌우기의 건설시 15년 이상동안 주행시 편안함을 주는 포장의 시공이 가능하다.

8. 요약 및 결론

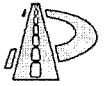
LTPP 시험구간의 자료는 하중 또는 환경요인에 의한 파손으로 인해 보수가 필요한 15년 이상된 포장단면이 충분히 제공되었다. 더욱이 중요한

것은 많은 시험구간이 20년 이상 공용기간을 가지면서도 파손의 정도가 매우 작다는 것이다. 또한 이러한 현장계측은 매우 중요한 자료, 즉 재료, 교통 및 기후자료를 보여주고 있다. 다른 연구에 의하면 소성변형과 평탄성이 각각의 균열보다 다루기가 더 쉽다는 것을 알 수 있다. 이 데이터는 시공과정이 평탄성과 소성변형의 장기 조절에 매우 중요함을 보여준다. 만약 AC 혼합물이 소성변형 저항성을 가지고, 적절한 밀도에서 포설이 된다면, 조기영구변형은 매우 작을 것이고, 또한 향후 소성변형의 비율이 아주 적게 될 것이다. 만약 덧씌우기 재료가 과도한 소성변형이 발생하지 않고, 충분한 평탄성을 갖게 포설이 된다면 (IRI가 약 0.8cm/km), 아마도 공용기간이 넘어서도 충분한 평탄성을 유지할 것이다.

안내

한국도로공사 제18회 도로기술 연구성과 발표회

- 일 시 : 2001. 3. 15. (목)
13:00 ~ 18:30
- 장 소 : 한국 교 통 회 관
- 주 최 : 한국 도로 공사
- 후 원 : 건 설 교 통 부



질의 10 균열이 발생하여 있는 아스팔트포장에 5cm 두께로 덧씌우기(오버레이)를 시행하여 보수가 있었습니다. 1년 정도 지나 리프렉션 크랙이 발생하였습니다. 이와 같은 리프렉션 크랙을 방지할 수 있는 공법과 재료에는 어떠한 것이 있는지요? (수원 P)

이 질문의 리프렉션 크랙의 방지공법과 재료의 소개에 앞서 리프렉션 크랙(reflection crack)의 발생 메카니즘을 설명하면 다음과 같다.

덧씌우기 시공후 아스팔트 혼합물층에 발생하는 리프렉션 크랙의 발생원인에 대하여는 현재로서 정설은 없으나, 아스팔트 포장의 리프렉션 크랙은 교통하중에 의해 휨과 전단이 동시에 반복 작용하여 생긴다고 생각할 수 있다.

이 리프렉션 크랙의 발생과정을 그림으로 모식적으로 나타낸 기존 아스팔트 포장층과 덧씌우기 아스팔트층의 거동에서 다음과 같이 설명된다.

자동차가 포장 위에 실리게 되면 포장층에는 휨(bending)이 작용한다. 자동차의 진행방향이 그림의 오른쪽에서 왼쪽으로 진행할 때 기존포장이 균열부분에서 불연속이 되므로 균열의 오른쪽에 자동차가 있을 때에는 기존포장의 오른쪽 부분만 침하한다[그림의 (1)]. 이 때문에 연속구조로 되어있는 덧씌우기층의 균열 바로 위에는 전단(shear)이 발생한다. 균열의 바로 위를 자동차가 통과할 때에는 덧씌우기층에 발생하여 있던 전단력은 없어지고 휨만 작용한다[그림의 (2)]. 그 후 자동차가 균열의 왼쪽으로 갔을 때에는 기존포장의 왼쪽부분만 침하하고, 역방향의 전단력이 발생한다[그림의 (3)]. 결국 아스팔트 포장의 리프렉션 크랙은 휨이 작용하면서 전단이 작용하는 것이 반복하므로서 생기는 것으로 가정할 수 있다.

위 질의의 덧씌우기 보수후의 조기 리프렉션 크랙의 방지대책에 대하여 설명한다.

일반적으로 덧씌우기층의 조기 리프렉션 크랙

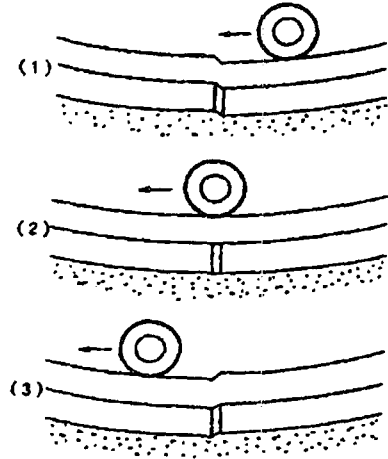


그림. 덧씌우기층의 거동

방지에는 다음과 같은 방법이 쓰이고 있다.

- (1) 덧씌우기층의 두께를 두껍게 한다.
- (2) 전단저항이 큰 재료로 덧씌우기층을 보강한다.
- (3) 덧씌우기층에 발생하는 응력을 완화시키는 응력완화층을 둔다.
- (4) 균열이 발생하여 있는 기존포장층을 팻칭과 같은 방법으로 보수한 후 덧씌우기 보수를 실시한다.

(1)은 콘크리트포장 위에 실시하는 아스팔트층의 덧씌우기 경우와 같이 가장 효과적인 방법이 나 보수비용이 높아지는 문제가 있다.

덧씌우기층의 두께와 리프렉션 크랙의 관계에 대하여는 포장체의 파손상태나 교통하중의 조건, 덧씌우기에 쓰이는 아스팔트 혼합물의 종류 등, 여러 가지 요인이 영향을 주므로 확립적으로 말할 수는 없으나 문헌에 의하면 고속도로에서 덧씌우기 두께에 관한 다음과 같은 보고가 있다.



① 덧씌우기 두께 4cm에서는 기존 아스팔트 포장의 균열 깊이에 관계 없이 리프렉션 크랙을 방지할 수는 없다. 이른 것은 1년 후에 균열이 나타난다.

② 덧씌우기 두께 7cm에서는 기존의 표층과 그 이하까지 발생하여 있는 균열에 대하여 4cm를 절삭한 후 7cm 덧씌우기에서 시공후 2년 경과한 시점까지 리프렉션 크랙을 방지할 수 있었다.

(2)의 덧씌우기층의 보강에는 섬유 망이나 그리드(grid) 또는 특수 하니콤 메탈(honeycomb metal) 등이 사용된다. 덧씌우기층에 작용하는 전단력이 리프렉션 크랙의 발생에 가장 크게 영향을 주는 것을 고려하면 이 방법이 가장 효과적인 방지공법이라고 할 수 있으나 시공에 상당한 노력이 필요하다.

(3)의 응력완화를 목적으로 하는 공법으로서는 시트공법, 살포식 표면처리공법, 폼드 매스틱(foamed mastic)공법, 또는 특수한 개립도 아스팔트 혼합물을 두는 방법 등이 있다. 이 중에 시트공법은 손쉽게 시공할 수 있어 현재까지 시공에도 많으나 기존 포장과의 접착력이 큰 재료를 선택하는 것이 가장 중요하다고 할 수 있다.

(4)의 팻칭후 덧씌우기는 과거 우리나라의 고속도로 덧씌우기공사에 많이 채택했던 방법이다. 이 경우는 사전에 팻칭을 실시하여 교통에 의해 어느 정도 다져진 후 덧씌우기를 실시하는 것이 좋은 결과를 얻는다.

결론적으로 5cm 두께정도의 덧씌우기의 경우 리프렉션 크랙을 완전히 방지하기는 어려운 일이며, 그의 발생을 억제시키는 데에 유효한 대책이라고 생각하는 쪽이 좋을 것이다. 따라서 덧씌우기의 보수에 있어 어떠한 리프렉션 크랙 억제공법이나 재료를 선택할 것인가는 기존 포장의 파손상태나 교통량, 덧씌우기 두께나 그 아스팔트 혼합물의 종류, 경제성 또는 노면의 상승허용여부

등을 종합적으로 검토하여 결정할 필요가 있다.

질의 11 빈배합 콘크리트 기층 포장(RCCP)의 시공에 있어 아스팔트 피니셔로 포설할 때 더돋기량은 어느 정도 두는 것이 좋은지요? (이천 L)

빈배합 콘크리트 포장(RCCP)은 된비빔의 시멘트 콘크리트를 아스팔트 피니셔로 부설하고 롤러로 다져 포설하는 공법이다. 이 때문에 아스팔트 포장과 같이 부설시 더돋기량이 적절치 않으면 다짐 후 소정의 다짐밀도가 얻어진다고 하더라도 층 두께가 부족하게 되는 수가 있다. 따라서 RCCP를 소정의 규격 및 품질로 마무리하기 위해서는 적절한 더돋기량으로 부설하는 것이 중요하게 된다.

그러나 적절한 더돋기량은 사용하는 아스팔트 피니셔의 여러 가지 조건(스크리드의 종류, 스크리드 조건의 설정, 시공속도 등)이나 시공두께, 사용재료, 배합 등에 따라 다르므로 획일적으로 말할 수가 없다. 따라서 더돋기량이 분명하지 않을 때는 사용하는 피니셔와 사용하는 RCCP용 콘크리트를 사용하여 시험시공을 거쳐 더돋기량을 결정하는 것이 바람직하다.

더돋기량의 대략적인 수치로는, 「마무리 두께 1층 25cm 및 20cm 모두 더돋기량 20%를 본다」, 「피니셔의 스크리드 전압이 있는 것을 사용하여도 다짐도의 평균은 약 85% 정도로 예상하여 마무리 두께의 15% 정도를 고려할 수 있다」고 문헌에 보고되고 있다.

문헌에 따라서는 통상적인 탬퍼와 바이브레이터 병용방식의 스크리드를 사용한 경우 15~20%, 프렛셔바 방식의 고성능 다짐 스크리드를 사용한 경우 8~12%로 되어 있다.

(김 주 원)