

# 아스팔트 포장 종방향 조기 파손부 보수공법 개발을 위한 실내시험

## Development of Repairing Method of Incipient Longitudinal damage in Asphalt Concrete Pavement

김지선\* · 진정훈\*\* · 이윤한\*\*\*

Gim, Ji-seon · Jin, Jung-hoon · Lee, Yoon-han

### 1. 서론

국내 아스팔트 포장의 상태는 포장도로의 노후화와 교통환경조건(교통량과 중차량 증가)변화로 소성변형과 피로균열 등에 의한 아스팔트 포장도로의 조기파손이 증가 추이에 있으며, 근래에는 다양한 원인들에 의한 도로의 조기파손이 많이 발생하고 있다. 이로 인하여 유지보수에 필요한 비용 또한 점차 증가하게 되었으며, 합리적이고 경제적인 유지보수공법이 필요하게 되었다. 기존에 사용하고 있는 절삭 후 덧씌우기 공법은 포장파손이 차로폭 전체가 아닌 차륜 통과부에서 주로 일어나지만 전체폭을 보수하는 공법으로 예산이 낭비되고 있다. 본 연구에서는 아스팔트 포장에 종방향으로 발생되고 있는 소성변형 및 균열을 최소단면 폭으로 보수할 수 있는 공법의 개발을 위하여 실제 공용중인 도로에 시험시공을 실시한 후 시공 전과 후를 구분하여, 채취된 코아에 대하여 실내 시험(밀도, 마찰안정도 및 흐름값, 간접인장강도, 수분민감도)을 실시하였다.

### 2. 최소단면 보수공법

#### 2.1 공법 개요

최소단면 보수공법은 일반적으로 전단면 보수에 따른 교통 통제 면적을 최소화하기 위하여 아스팔트 포장 도로의 표층부 조기파손 부분만을 대상단면으로 설정하였다. 최소단면의 정의는 포장의 1개 차선 내에서 포장 파손이 국부적으로 발생한 부분과 소성변형의 경우는 절삭(milling) 작업 후 잔류 소성변형 부분을 부분단면 이라고 정의하였다. 균열의 경우는 피로균열 등 1개 차선 또는 차선 전체 면적에 발생하기 전의 종방향으로 발생한 균열의 발생 부분을 유효면적이라 정의하였으며, 아스팔트 도로포장 파손부위의 효과적인 절삭 및 덧 씌우기를 통하여 공용성을 회복시키는 예방적 유지보수 공법으로 최소단면만을 절삭 후 덧씌우기 하기 때문에 신재 사용량이나 페이스트의 발생량이 감소할 수 있는 공법이다(그림 1).

공법개발 목적에 적합하게 본 공법의 현장적용을 쉽게 하기 위하여 그림 2와 같이 기존장비를 개조하여 개발한 모듈(절삭기 및 피니셔)을 제작하였으며 시험시공을 통하여 본 공법을 개발하였다.

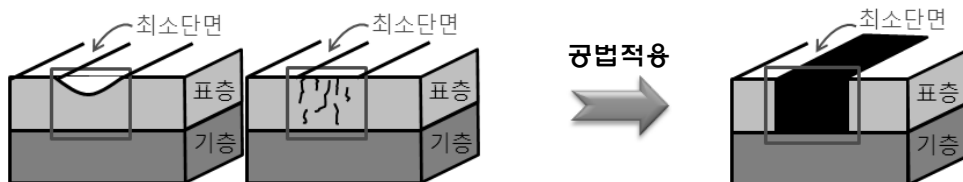


그림 1. 최소단면 보수공법 개념도

\* 정희원 · (주)도화종합기술공사 기술개발연구원 연구원 · 공학석사 · 02-6323-3354(E-mail:white6816@empas.com)

\*\* 정희원 · (주)도화종합기술공사 기술개발연구원 수석연구원 · 공학박사 · 02-6323-3351(E-mail:jnirino@paran.com)

\*\*\* 정희원 · (주)도화종합기술공사 대표이사 · 공학석사 · 02-2050-6004(E-mail:yhlee@dohwa.co.kr)



그림 2. 최소단면 보수공법용 장비(소형절삭기 및 피니셔)

### 2.2 최소단면 보수공법의 적용

최소단면 보수공법은 예방적 유지보수공법으로서 소성변형 및 균열의 발생이 미비한 아스팔트 포장도로의 파손에 대한 보수를 목적으로 하고 있다. Dawley 등(1990)이 구분한 소성변형 발생원인 중 마모에 의한 경우와 재료의 불안정성에 의해 소성변형이 발생한 경우 아스팔트 포장층 하부에 대한 보수가 필요하지 않기 때문에 소성변형의 중간 단계까지 최소단면 보수공법을 적용하며, 도로포장관리시스템(국토해양부, 2008)의 예방적 유지보수 적용 대상인 소성변형 10mm 이하 구간의 균열이 10% 미만인 구간에 대하여 최소단면 보수공법을 적용하고자 한다. 이때 적용 대상은 아스팔트 포장 표층으로 제한할 수 있다. 마모에 의한 부분은 절삭 작업이 필요 없지만 재료의 불안정성에 의해서 발생한 소성변형은 절삭작업이 필요하며, 본 연구에서는 1회 절삭 작업 깊이를 최대 50mm로 하며, 필요에 의하면 추가적인 절삭작업을 수행하였다.

본 연구에서 제시하고자 하는 최소단면 보수공법은 아스팔트 포장 층의 표면을 2.5cm~5.0cm 정도 절삭하고 절삭 부분에 대하여 재포설 하는 형태의 보수공법이다. 피로균열에 대하여 최소단면 보수공법을 적용하기 위해서는 균열이 하부에서 상부로 전이되는 경우는 적용하기 힘들다. 포장 파손에 대한 조사에서 피로균열을 확인한 경우는 이미 아스팔트 포장 층 전체에 대하여 피로 균열이 발생한 경우이기 때문이다.

## 3. 시험시공

### 3.1 시험시공 구간 선정

최소단면 보수공법의 현장 적용성을 검토하기 위하여 소성변형이 발생한 경기도 파주시 광탄면 방축삼거리-방축사거리 구간(지방도 360호선)에 최소단면 보수공법을 적용하였다(그림 3). 현장 적용 구간은 편도 1차로 도로이며, 1개 차로의 폭은 3.0m이다.



(a) 방축삼거리 방향

(b) 방축사거리 방향

그림 3. 최소단면 보수공법 현장 적용 구간 전경

### 3.2 코어 공시체 준비

시험시공 전 포장의 경우 차륜통과부와 차로중앙부로 구분하여 코어를 채취하였으며 시험시공 후 포장에서는 최소단면 보수공법이 적용된 포장 및 포장의 신·구 경계부에서 코어를 채취하였다(그림 4).

현장에서 채취한 코어공시체는 역학시험을 수행할 수 있는 시편으로 절삭하고 밀도시험, 마찰안정도 및 흐

름값 시험, 간접인장강도시험(ITS, Indirect Tensile Strength) 및 수분민감도(TSR, Tensile Strength Ratio) 측정을 위하여 상태별로 구분하였다. 그림 5는 현장에서 채취한 코어를 분류한 것이다.

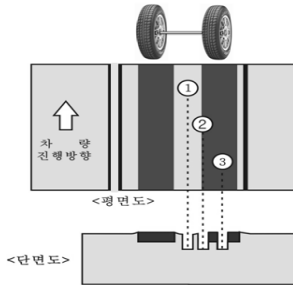


그림 4. 코어공시체 채취 위치

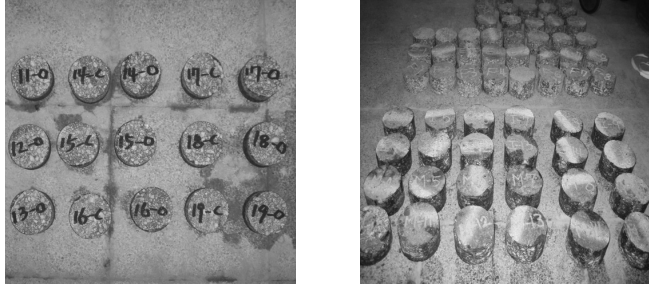


그림 5. 코어공시체 전경

#### 4. 실내실험

##### 4.1 실내시험 항목 및 방법

본 연구에서 수행한 실내시험 항목, 시험방법 및 목적을 요약하면 표 1과 같다.

표 1. 실내시험 방법 및 수행목적

시험항목	시험 방법	시험 목적
밀도	<ul style="list-style-type: none"> <li>• KS F 2446 : 2000</li> <li>• 무게(수침 및 표면건조포화상태) 측정</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 혼합물의 밀도 측정</li> <li>• 포장의 다짐상태 분석</li> </ul>
마찰안정도 및 흐름값	<ul style="list-style-type: none"> <li>• KS F 2337 : 2002</li> <li>• 60℃ 50.8mm/min의 속도로 하중제하</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 마찰배합설계 안정도 측정</li> </ul>
간접인장강도	<ul style="list-style-type: none"> <li>• KS F 2376 : 2001</li> <li>• 25℃ 50.0mm/min의 속도로 하중제하</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 포장의 균열저항성 분석</li> <li>• 포장공용성 예측</li> </ul>
수분민감도	<ul style="list-style-type: none"> <li>• AASHTO T 283 : 2003</li> <li>• 간접인장강도비(wet/dry)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 포장의 수분민감도 측정</li> </ul>

##### 4.2 실내시험 결과

본 연구의 시험시공 구간에서 시험시공 전(차륜통과부 및 차로중앙부)·후(차륜통과부 및 경계부)에 채취한 코어에 대한 역학시험 결과를 종합하면 표 2와 같다.

표 2. 실내시험 결과

구분	시험항목	밀도(g/cm <sup>3</sup> )	마찰안정도(N)	흐름값(1/100cm)	간접인장강도(kg/cm <sup>2</sup> )	수분민감도(%)
	시공 전	차로중앙부	2.194	8,815	31	5.89
차륜통과부		2.248	9,499	29	8.18	78
시공 후	차륜통과부	2.228	10,613	39	8.99	80
	경계부	2.219	8,024	34	7.25	76
품질기준		-	7,350 이상*	20~40*	-	70 이상**

\* 가열 아스팔트 혼합물 배합설계 지침(국토해양부, 2009)

\*\* 간접인장강도비(동결융해/건조상태)로 일반적으로 70 이상으로 규정

##### 4.2.1 밀도

밀도시험 결과 소성변형이 발생한 차륜통과부의 밀도가 소성변형이 발생하지 않은 차로중앙부에 비해 높은 값을 나타내었고, 시험시공 전의 밀도가 시험시공후의 밀도보다 높게 나타났다. 이는 소성변형 발생구간



은 일반적으로 차량하중에 의한 추가다짐으로 밀도가 높은 경향을 보이기 때문인 것으로 사료된다.

#### 4.2.2 마찰안정도 및 흐름값

시험시공 구간에 대한 소성변형 유무에 따른 시험시공 전·후 혼합물의 안정성을 평가하기 위하여 실시한 마찰시험 결과 시험시공 후 차륜통과부 포장의 안정성이 시험시공 전 대비 약 10% 정도 향상되었다. 흐름값은 소성변형부에서 높게 나오는 것이 일반적이지만 시험시공 전의 코어의 경우 상대적으로 낮게 나온 것은 변형에 의해서 아스팔트 바인더가 외곽으로 밀려나서 발생한 것으로 사료된다.

#### 4.2.3 간접인장강도

간접인장강도 시험은 아스팔트 혼합물의 균열발생 가능성 예측과 균열에 대한 저항성 측정을 하기 위한 시험으로써 본 연구에서는 25℃의 온도에서 50.0mm/min의 하중속도를 적용하여 실시하였다. 시험결과 시험시공 후(최소단면 보수공법 적용) 균열에 대한 저항성이 향상된 것으로 판단된다.

#### 4.2.4 수분민감도

수분민감도 품질기준은 70 이상으로 기준을 만족하고 있으나, 수분민감도 평가는 코어샘플의 특성상 아스팔트 미피복면이 발생하므로 정확한 결과분석을 도출하기에는 무리가 있었다. 기존 포장의 중앙부에서 수분민감도 시험 결과가 낮은 것은 오랜 공용기간으로 아스팔트가 산화되어서 발생한 것으로 추정되며 기존 포장의 차륜통과부의 경우 지속적인 차량하중에 의해서 다짐이 되어서 공극이 작아져 수분민감도가 기준에 만족하는 것으로 추정된다.

### 5. 결 론

아스팔트포장 종방향 파손이 발생한 곳에 최소단면 보수공법을 적용한 후 실내시험 결과를 비교, 분석한 결과는 다음과 같다.

1. 시험시공 구간에 대한 소성변형 유무에 따른 시험시공 전후의 혼합물의 안정성을 평가하기 위하여 마찰 시험 결과 시험시공 후 혼합물의 안정성은 시험시공 전 대비 약 10% 정도 향상되었다.
2. 간접인장강도 시험결과 시험시공 후(최소단면 보수공법 적용) 균열에 대한 저항성이 향상된 것으로 판단된다.
3. 기존 포장의 중앙부에서 수분민감도 시험결과가 낮은 것은 오랜 공용기간으로 아스팔트가 산화되어서 발생한 것으로 추정되며 기존 포장의 차륜통과부의 경우 지속적인 차량하중에 의해서 다짐으로 공극이 작아져 수분민감도가 기준에 만족하는 것으로 추정된다.
4. 최소단면 보수공법의 적용으로 기존의 성능이 저하된 도로의 공용성이 회복되었으며 최소단면 보수공법이 종방향 파손에 효과적인 보수공법인 것으로 판단된다.

#### 참고 문헌

1. Dawley, C.B., Hogewiede, B.L., and Anderson K.O.(1990), "Mitigation of Instability Rutting of Asphalt Concrete Pavements in Lethbrige, Alberta, Canada", Journal of the Association of Asphalt Paving Technologists, Vol. 59, Association of Asphalt Paving Technologists, St. Paul, Minnesota.
2. 국토해양부(2009), "아스팔트포장 종방향 파손의 최소단면 보수공법 개발", 최종보고서
3. 국토해양부(2008), "도로포장관리시스템"
4. 국토해양부, (2009), "도로공사표준시방서"