한국도로학회 논문집
第8券3號 2006年 9月
pp. 105 ~ 114

두꺼운 콘크리트포장의 원위치파쇄 기층화공법

Rubblization of Thick Concrete Pavement

이 승 우* 한 승 환** 고 석 범** 김 지 원**
Lee, Seung Woo Han, Seung Hwan Ko, Suck Bum Kim, Ji Won

Abstract

A popular alternative to extend the life of aged pavement is asphalt overlay. However, it has a very serious and inherent shortcoming in deterring a reflection crack. Although joint-rehabilitation and stress-relief techniques have been applied to deter such reflection cracks in aged pavement, the techniques had a limited success only in slowing down the progress of a reflection crack. Rubblization technique rubblizes the concrete pavement slab in situ and uses the rubblized slab as the base material. Then, pavement overlay is applied to finish off the rehabilitation of aged pavement. This rubblization technique has the advantage of solving the problem of reflection cracking completely. When rubblization technique is applied, the upper layer of aged concrete pavement is rubblized between 40mm~70mm in depth. However, the lower layer is typically rubblized more than 100mm in depth. Nevertheless, it is difficult to turn the entire concrete pavement of more than 30cm in depth into rubblized aggregate of appropriate size. Thus, a simulation experiment was carried out to find the appropriate rubblized depth, which avoids the reflection cracking and still maintains the function of subbase, by varying the depth of rubblized depth in 10cm increments of 0cm, 10cm, and 20cm. The result indicated the optimum rubblized depth was 10cm (Lee, 2006). Additionally, a small rubblizinge equipment was developed in order to derive the rubblization technique appropriate for thick concrete pavement. This equipment was tested out on an experimental pavement, which was constructed with the same standard and specification for the road in actual use, by varying its rubblizing head shape and energy as well as the effective area of rubblization. This experiment led to a prototype equipment for rubblization of thick concrete pavement. The prototype was put into use on a highway, undergoing a test construction and monitoring afterwards. This entire process was necessary for the validation of the proposed rubblization technique.

Keywords : reflection crack, rubblization, overlay

요 지

노후 콘크리트포장 수명을 연장하기 위한 방안으로 아스팔트 덧씌우기가 일반적이나 반사균열을 억제하기 어렵다는 단점이 있다. 이러한 반사균열을 억제하기 위하여 줄눈부 보수, 응력완화층 설치가 적용되기는 하지만 반사균열의 진전 속도를 늦추는 제한적인 성공을 보여 왔다. 콘크리트포장 슬래브를 원위치에서 파쇄하여 기층재료로 활용하고 그 위에 덧씌우기 포장을 건설하는 원위치파쇄기층화 공법은 기존 덧씌우기 보강공법이 갖고 있는 반사균열 문제를 완벽하게 해결할 수 있는 장점을 가지고 있다. 본 공법을 적용할 경우 파쇄된 노후 콘크리트 포장의 상부층은 40mm-70mm로 파쇄되나 하부층은 100mm 이상 되는 경우가 일반적이다. 그러나 콘크리트 두께가 30cm 이상 되는 경우에는 전체두께를 적정 Size로 파쇄골재

* 정회원 · 강릉대학교 토목공학과 조교수 · 공학박사
** 정회원 · 한국도로공사 교통기술원 수석연구원 · 공학박사
*** 정회원 · 대림산업(주) 기술연구소 선임연구원 · 공학박사
**** 정회원 · 토탈페이브시스템 대표이사 · 공학박사

화하는 것이 어렵다. 따라서 파쇄된 노후 콘크리트 포장층이 반사균열을 유발시키지 않고 도로기층으로서의 역할을 확보할 수 있는 적정 파쇄 깊이를 파악하기 위하여 파쇄골재깊이를 0cm, 10cm, 20cm로 변화시켜가며 simulation test를 수행한 결과, 적정 파쇄 깊이 10cm를 도출하였다(Lee, 2006). 또한 소형파쇄장비를 제작하여 실제 도로와 동일한 기준으로 시험포장을 건설하여 파쇄헤드 형상, 파쇄에너지, 유효파쇄 면적 등을 달리하여 두꺼운 콘크리트포장형식에 적합한 파쇄방법을 개발하였으며 Prototype의 파쇄장비를 개발하여 실제 공용중인 고속도로에서 시험시공 및 모니터링을 실시하여 제안된 파쇄방법의 적정성을 검토하였다.

핵심용어 : 반사균열, 원위치파쇄 기층화 공법, 덧씌우기

1. 서 론

노후콘크리트 포장의 포장수명을 연장하기 위한 방안으로 노후 콘크리트 포장면 위에 아스팔트 덧씌우기를 할 경우, 노후 포장면 위에 덧씌우기층의 설치는 하부 콘크리트 포장면의 균열부로부터 덧씌우기층으로 전파되는 반사균열을 억제하기 어렵다는 문제점이 있다.

원위치파쇄기층화 공법은 노후화된 콘크리트포장 슬래브를 원위치에서 파쇄하여 기층재료로 활용하고 그 위에 덧씌우기 포장을 건설하는 공법으로 기존 덧씌우기 보강 공법의 문제점인 반사균열 발생을 해결할 수 있으며, 폐콘크리트를 원위치에서 별도의 가공없이 건설재료로 사용할 수 있어 폐기물 저감 측면에서 친환경적이며, 신속한 공사수행 및 차선별 분리공사로 공사중인 도로의 부분사용을 허용할 수 있다는 장점이 있다. 현재 미국에서 원위치파쇄기층화 공법을 사용하고 있는 주는 21개 주 정도이며, 이중 콘크리트포장의 노후화가 심한 펜실바니아주, 뉴욕주, 미시간 주에서는 다수의 시공사례가 있다. 본 연구에서는 첫째, 파쇄된 노후 콘크리트 포장층이 기층으로써 반사균열을 억제할 수 있는 적정 깊이를 파악하기 위하여 미국 DOT에서 일반적으로 사용하는 파쇄골재 규격 40mm~70mm에 대하여 파쇄 깊이를 0cm, 10cm, 20cm로 변화시켜가며 실내모사실험을 통한 반사균열 저항 특성을 분석하여, 적정파쇄 깊이를 도출하였다(Lee, 2006). 둘째, 소형파쇄장비를 개발하여 30cm 이상 두께의 콘크리트포장에서 적정 파쇄 깊이와 파쇄골재 크기로 파쇄시키는데 적합한 파쇄헤드 형상, 파쇄에너지, 다짐방법 등 파쇄방법을 개발하였다. 셋째, Proto-type의 파쇄장비를 개발하여 실제 공용중인 고속도로에 시험시공을 실시하여 시공성 분석 및 1년간의 모니터링을 통해 그 효과를 검토하였다.

2. 실내 반사균열 모사시험

Lee(2006)는 휨응력과 전단응력에 대한 반사균열 모사실험으로 파쇄골재가 존재할 경우 반사균열 억제 효과를 검토하기 위하여 AC층 하부에 파쇄골재가 10cm, 20cm 있는 경우와 AC층 하부에 콘크리트 균열이 직접 부착되어 있는 경우에 대하여 Mode I(휨 모드), Mode II(전단모드) 반사균열 촉진 실험을 통해 파쇄골재 깊이별 반사균열의 발생 및 진전을 반복하중 횟수에 따라서 측정하여 반사균열을 억제할 수 있는 적절한 파쇄 깊이를 검토하였다. 실험 결

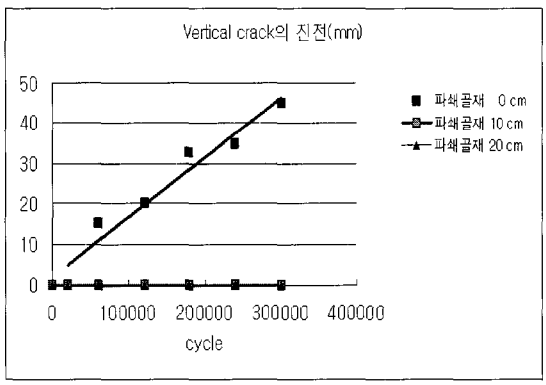


그림 1. Mode I 실험결과

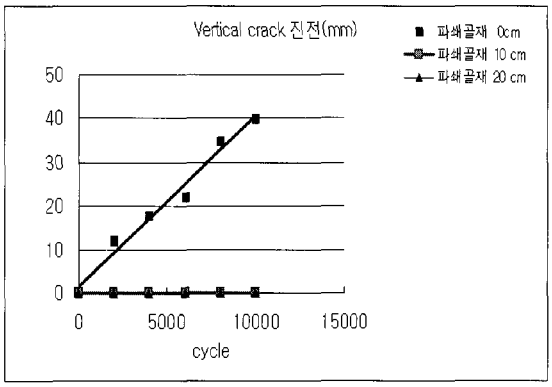


그림 2. Mode Ⅱ 실험결과

과, 콘크리트 균열이 직접 부착되어 있는 경우 Mode I 은 16,000회, Mode II는 2,000회에서 반사균열이 생기기 시작하였다. 단면 파쇄골재층이 존재할 경우 10cm, 20cm 두 가지 경우 모두 반사균열은 일어나지 않음을 볼 수 있었다. 따라서 원위치파쇄기층화공법 적용에 있어 두꺼운 콘크리트 포장의 특성을 고려하였을 때 적정 파쇄 깊이는 10cm 이상임을 도출하였다.

3. 파쇄장비개발

두꺼운 콘크리트포장을 파쇄하여 보조기층으로 사용하기 위해서는 10cm의 깊이로 파쇄가 이루어져야 한다. 파쇄골재 규격은 40~70mm로 골재 입도는 SB-2 허용범위 안에 포함되어야 하며, 최대 골재사이즈가 200mm를 초과해서는 안된다. 또한 보조기층으로서 적정 지지력이 확보되어야 한다. 위 조건을 만족시키는 파쇄헤드, 파쇄에너지, 파쇄위치에 따른 파쇄규격의 연구를 위해 제작된 소형 파쇄장비는 그림 3과 같이 폭 3.22m, 길이 2.93m, 높이 2m로 자유낙하 시키는 방식으로 구성되어 있다.

두꺼운 콘크리트포장 특성에 적합한 파쇄방법을 찾기 위해 파쇄에너지와 파쇄헤드 형상을 달리 하여 쇄석 보조기층과 린콘크리트 보조기층에 대해 실험을 실시하였다.

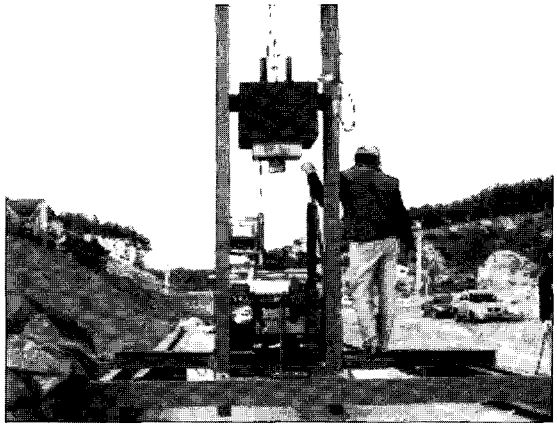


그림 3. 소형 파쇄장비

표 1. 파쇄헤드 형상

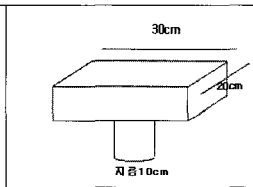
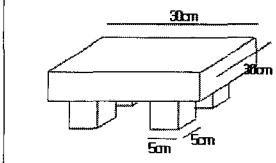
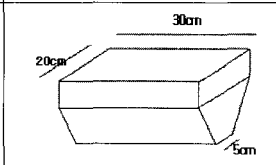
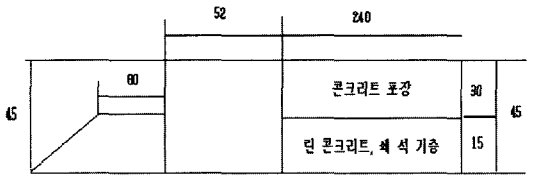
파쇄헤드형상	
Type Ⅰ	
Type Ⅱ	
Type Ⅲ	

표 2. 파쇄 조건

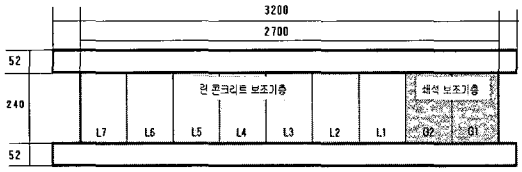
시험도로현장 파쇄실험 Case				
		Weight(kg)	Drop Hight(m)	Load(ton)
case 1	Hammer	680	0.9	6
	Wing Hammer		15.2	10
case 2	Hammer	680	0.72	4.8
	Wing Hammer		1.2	8
case 3	Hammer	680	1.1	7.2
	Wing Hammer		1.8	12

파쇄실험에 있어 적절한 파쇄규격을 도출하기 위해서는 파쇄헤드 형상과 타격에너지, 콘크리트 슬래브의 타격위치의 적절한 조합을 이루어야 한다. 본 실험에서는 문헌연구를 통해 어느 정도 검증된 항목을 바탕으로 경우의 수를 줄이고 최적의 파쇄규격을 도출할 수 있도록 하였다.

파쇄실험을 위한 시험포장은 총 길이 32m로 2개의 쇄석보조기층과 6개의 린콘크리트 보조기층을 콘크리트도로시방서를 기준으로 시공하였다(그림 4).



a. 측면도



b. 평면도

그림 4. 파쇄 시험도로 단면형상

각각의 파쇄헤드를 낙하높이를 0.9~1.8m까지 적용하여 파쇄하중을 6~12ton까지 변화시켜 최적의 파쇄하중을 판단하였으며 파쇄헤드의 간격을 조정하여 적정 입도로 콘크리트 포장면을 파쇄하는 파쇄응력을 검토하였다. 안치방법으로서 슬래브 다짐은 양족식 롤러와 일반 진동롤러를 사용하여 비교하였다. 그 결과 양족식 롤러로 다짐시 파쇄층을 과도하게 파쇄하는 경향을 보이는 반면, 진동롤러는 일정 규격을 유지하였다. 2회 다짐 후 평판재하시험을 실시한 결과 양족식 롤러로 다짐한 Section과 파쇄헤드 형상 Type Ⅱ에 대한 Section이 각각 K_{30}=36kg/cm^{3}과 K_{30}=48kg/cm^{3}으로 기준인 K_{30}=30kg/cm^{3}을 초과하였다. 하지만 양족식 롤러로 다짐한 Section은 기층재료로 사용하기엔 미립분 성분이 많다고 판단하였다.

파쇄된 콘크리트층의 파쇄깊이 측정을 위해 다짐이 끝난 파쇄층에 대해 깊이 측정과 입도실험을 위한 시료채취를 병행하였다. 그 결과, 평균입경은 59mm 정도였으며 최대 입경은 20cm정도로 시방기준을 만족하였다. 파쇄깊이 측정결과 Rubblization PCC(RC)가 평균 9cm 정도로, 실내 실험을 통하여 얻은 노면반사균열 억제를 위한 최소깊이 10cm와 비교하였을 때 큰 차이를 보이지 않았다. 시험도로에 대한 여러 실험값의 분석은 표만으로 분석이 어렵다고 판단되어 통계분석을 실시하였으며 본 실험의 목적인 포장면의 파쇄시 파쇄장비 헤드 형상과 파쇄간격을 정하기 위한 조건을 다음과 같이 선정하였다.

-조건 1 : 파쇄깊이는 10cm 접근.

-조건 2 : Variation은 적을수록 좋다.

-조건 3 : 파쇄골재 규격은 Cu=4,

1<Cc<3 의 범위를 갖는다.

조건 3은 한국도로공사에서 제시한 보조기층의 파쇄골재 규격으로 Cu(Coefficient of Curvature)는 D_{60}/D_{10}으로 나타내며, Cc(Coefficient of Uniformity)는 $D_{30}^2/(D_{60}* D_{10})$ 으로 나타낸다.

데이터 분석을 위하여 통계기법은 One- Way-ANOVA(파쇄깊이)와 Main Effects Plot(파쇄골재 규격)을 적용하였고 통계 Soft ware는 Minitab을 사용하였다. 주어진 조건에 대한 최적의 Section을 선정한 후 선정된 Section에 대한 타당성을 위한 가설검증을 실시하였다. 그 결과, 조건 1,2,3 모두를 만족시키는 Section은 L2-A이다. 즉, 8개의 모든 Section 중 주어진 입력 조건에 가장 효율적인 파쇄결과를 나타내는 Section은 L2-A 임을 알 수 있다(별첨 1).

즉, Rubblization 적용을 위한 가장 적합한 파쇄방법은 원형모양의 헤드를 10ton의 하중, 127kg/cm^{2}의 응력으로 52.3%의 파쇄헤드 접지면적으로 결정하였다.

파쇄장비에 대한 기본 성능은 실내 반사균열 촉진실험(Lee, 2006) 및 파쇄방법별 파쇄골재 특성연구를 토대로 파쇄깊이 10cm와 SB-2 허용범위의 파쇄

골재 규격으로 파쇄가 가능하도록 다음과 같은 기준을 마련하였다.

① 파쇄 헤드 : 직경 10㎝의 원형모양 헤드로 헤드의 무게는 680kg으로 한다(그림 5).

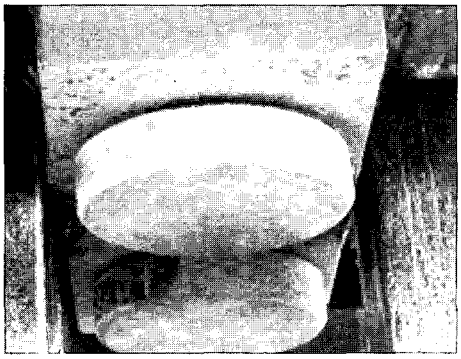


그림 5. 파쇄헤드 형상

② 헤드의 상승 및 하강 작용 : 상승은 유압 실린더로서 1.8m 높이까지 제어가 가능해야 하며 각각 두께 및 하부조건이 다른 포장에 적절한 수준의 파쇄를 하기 위해 헤드의 상승높이 조절이 가능해야 한다. 하강은 자유낙하 형식으로 이루어져야 하며 헤드의 정확한 타격을 위해 가이드프레임이 설치되어야 한다. 그리고 이 가이드프레임에서는 자유낙하시 헤드와의 마찰로 인한 에너지 손실이 최소화되어야 한다.

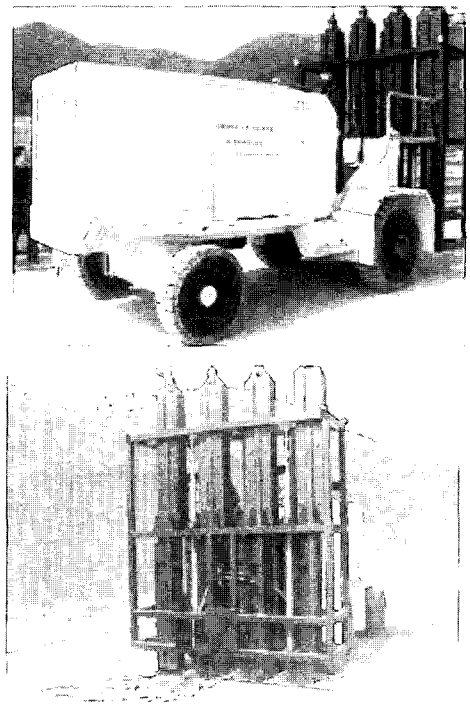


그림 6. 개발된 Prototype 파쇄장비

③ 파쇄 조정(Control) : 타격 모양은 각 헤드의 타격 위치가 인접해야 하며, 유효파쇄면적이 52.3%(파쇄면적/전체면적)이 되도록 하고 파쇄작업시 장비는 연속적으로 구동이 이루어져야 한다(그림 6).

4. 시험시공

시험시공은 연간 교통량이 4백만EASL인 서해안 고속도로에서 실시하였다. 150m 구간에서 편도 3차로 중 갓길측 1차로에 대해 현장 적용성 검증, 시험시공을 통한 공법의 문제점 파악을 목적으로 실시하였으며, 공용중인 고속도로임을 감안하여 도로의 혼잡을 피하기 위해 평일 야간시간에 실시하였다.

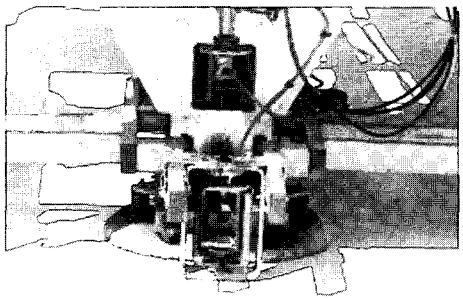
시험시공 구간의 아스팔트 덧씌우기를 위한 두께는 AREA법을 이용하여 동적 지지력을 산정하고, 4년 동안에 조사된 교통량을 기준으로 각 경우의 수를 조합하여 하부층 SN을 산정하여 이 범위를 NAPA (National Asphalt Pavement Association)에서 제시한 덧씌우기 가이드를 이용하여 덧씌우기 두께를 산정하였다. 그 결과 덧씌우기 두께는 BB층 5㎝, 표층 5㎝로써 결정하였다.

시공은 1일차에 슬래브 종방향 컷팅, 2일차에 본 시공으로 나누어 2일간에 걸쳐 실시하였다. 노면을 컷팅하는 목적은 본 시험시공 구간이 편도 3차로인 구간으로 2차로+1차로로 분할 포설된 구간이다. 분할 포설된 구간의 경우 시공줄눈에서 콘크리트 슬래브는 타이바로 이어져 있고, 경우에 따라서는 양생과정에서 시공줄눈을 따라 완전 부착이 이루어진 곳도 있어, 노면 파쇄시 인접 차선의 콘크리트 슬래브에 발생할 파손을 최소화하기 위함이었다.

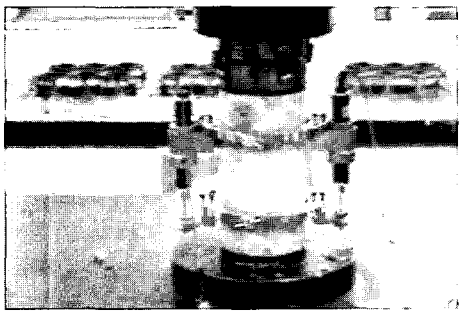
또한 슬래브 하부의 린콘크리트층은 3차선 폭원이 연속으로 포설되어 있기 때문에, 인접 차선 하부의 린콘크리트층의 파손을 최소화할 목적도 동시에 가

지고 있다. 종방향 컷팅의 깊이는 35㎝로 슬래브 두께 30㎝와 린콘크리트층 상부 5㎝를 절단했다. 150m의 시험시공 구간 중 이 중 108m는 파쇄하여 덧씌우기를 실시하였으며, 나머지 42m 구간은 비교구간으로서 선정하여 시험구간을 시공하였다. 파쇄시험 전 FWD 시험과 코어를 채취하여 만능 시험기를 통해 탄성계수 및 압축강도를 측정하였다. 그 결과 압축강도는 평균 461.1kgf/㎠으로 교통개방시 압축강도 210kgf/㎠이상의 값으로 나타났으며, 탄성계수는 23671.2MPa로 콘크리트포장의 범위인 20684.2MPa~41368.5 Mpa의 값을 보였다.

a. 코어채취



b. FWD TEST



c. 압축강도 및 탄성계수 측정

그림 7. 포장단면 물성평가

시험시공 구간을 파쇄한 결과, 장비의 실제 파쇄속도는 평균 70m/hr로 측정되었다. 파쇄깊이는 최대 12.9㎝에서 최소 8.9㎝의 분포를 보이며, 평균깊이 10.9cm으로 실내 반사균열 촉진실험을 통해 도출한 적정 파쇄 깊이 10㎝와 거의 일치하였다. 파쇄 후 12톤의 철제진동 드럼 롤러로 2회 다짐을 실시하고 파쇄기층의 물성평가를 실시하였다. 파쇄된 골재층의 골재를 채취하여 입도분석을 한 결과 도로공사 쇄석기층 시방 기준인 SB-2에 약 90% 이상 기준안에 분포되었다. 평판재하시험 결과 지지력은 K30=32.4 kg/㎤로 아스팔트 포장 시 기준인 K30=30.0kg/㎤을 상회하였다. FWD 시험 결과 탄성계수가 약 1000Mpa로 외국의 207~586Mpa보다 약간 높은 값을 나타내었다. 물성평가에 대한 정리는 표 3, 표 4와 같다.

표 3. 시험 시공구간 물성평가

분석항목	기준치	측정값
압축강도	-	평균 461.1kg/cm
입도분석	SB-2범위	90% 이상 포함
소음측정	일반건설소음 75~105dB	79.41dB
지지력평가	K_{30}=30kg/cm^3	K_{30}=32.4kg/cm^3

표 4. FWD 분석결과

구분	탄성계수 범위	평균(MPa)
절삭 전	6000~22000	14000
파쇄 전	1000~22000	15000
파쇄 후	500~3500	산만한 분포
덧씌우기 후	500~1800	1000

파쇄작업시 발생하는 소음의 수준을 확인하기 위해 장비에서 5m, 7.5m, 10m, 15m 이격된 거리에서 소음측정을 하였다. 주거지역 소음은 7.5m거리에서 70dB 이하가 제한이나 최대 81.5dB에서 최소 78.9dB 으로 소음이 크지만 10m거리에서

77.2~77.5dB로 일반적인 건설공사의 소음이 10m 거리에서 75~105dB과 비교하였을 때 소음은 낮은 수준이었다. 파쇄작업시 진동을 측정한 결과 1m 거리에서 0.26mm, 2m 거리에서 0.066mm, 3m 거리에서 0.060mm의 아주 적은 변위로서 현행 건설현장의 충격성 소음진동기준이 제정되어 있지 않으나 노동부 발파작업 표준안전 지침인 철근콘크리트 빌딩 및 공장의 진동 규준 1.0~4.0cm/sec과 비교시 Multi-Head 방식으로 파쇄를 하였을 때 문제가 될 것이라 예상되었던 진동에 대해서도 안전한 결과 값을 알 수 있다.

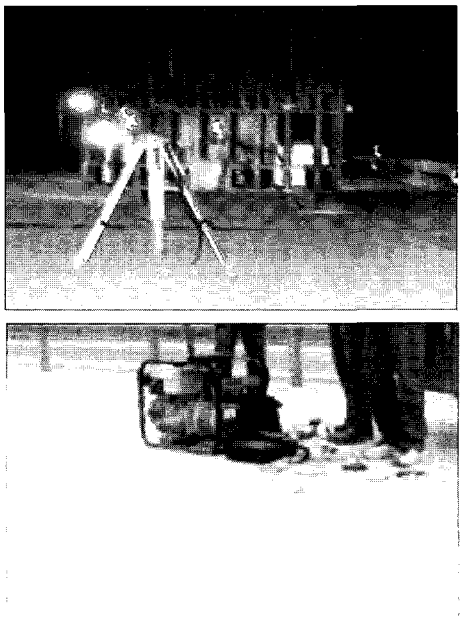


그림 8. 소음 및 진동 측정

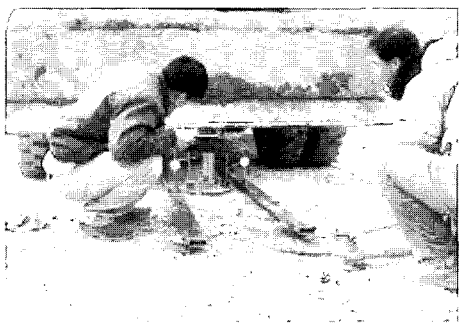
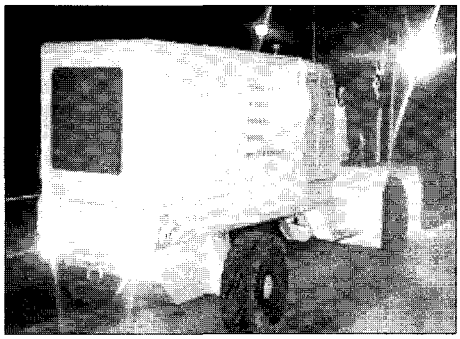
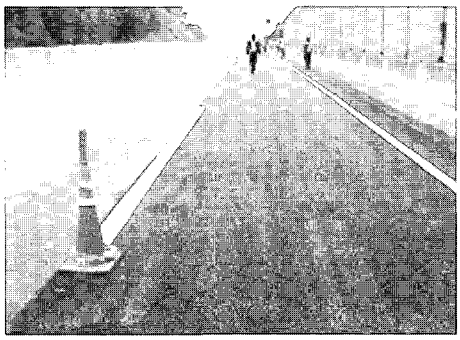


그림 9. 평판재하시험



a. 파쇄작업

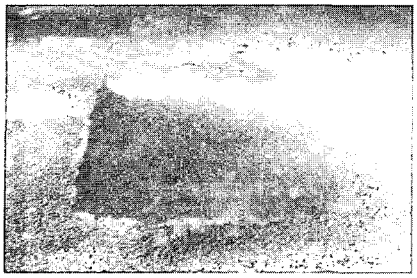


b. 시공완료

그림 10. 시험시공

5. 시험 시공 구간 Monitoring 및 보강

시험시공 시 배수에 따른 문제점이 없을 것이라는 예상과 달리 시공 후 3개월 후 파손이 발생하였다. 현장 파손조사결과 집중 강우로 인해 파쇄층 사이에 침투한 우수가 배수가 되지 않아 그림 11과 같이 소성변형과 2개의 포트홀, 석회 미립분의 분출, 펌핑등의 현상이 발생하였다. 이에 대한 보수방법으로 표층 아스팔트를 제거하고 기존 콘크리트 포장 갓길측에 대해 유공파이프를 설치하였으며 시공구간에 스프링 drainage를 설치하고 기층에 안티스트리핑제를 첨가하여 살포하는 등 침투 예방 및 배수시설을 설치하였다. 이후 그림 12와 같이 원활한 배수를 관측할 수 있었다. 파손 보수 후 우수에 대한 배수불량과 겨울과 해빙기를 지나면서 시험구간에 대한 관측결과 12개월 동안 나타나지 않았다.



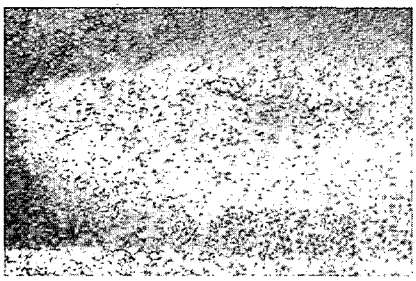
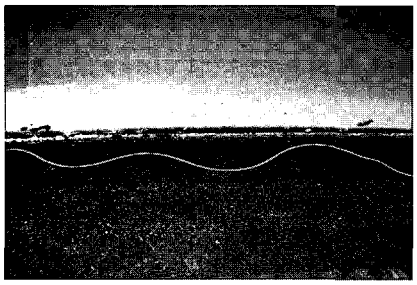
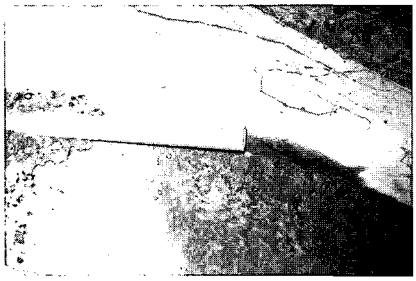


그림 11. 파손형태(시공 3개월 후)

a. 유공파이프 설치



b. 스프링 배수관 설치



c. 배수되는 모습

그림 12. 배수시설 설치

6. 결론 및 향후연구

원위치파쇄기층화 공법의 두꺼운 콘크리트포장 형식의 적용을 위해 실내 반사균열 촉진 실험을 실시하여 적정 파쇄깊이 10㎝를 도출하였으며, 시험포장 및 소형 파쇄장비를 제작하여 파쇄깊이 10㎝와 파쇄골재 규격이 40~70mm이고 SB-2 허용 입도의 파쇄가 이루어 질 수 있는 파쇄에너지, 파쇄헤드 형상, 타격면적 등의 적정 파쇄방법을 방법을 개발하였다. 또한 위 결과를 만족하는 성능의 Prototype의 장비를 개발하여 연간 교통량이 4백만EASL의 공용중인 고속도로에 시험시공을 실시하였다. 시험시공 결과 파쇄된 두꺼운 콘크리트 포장의 지지력은 K_{30}=32.4kg/cm^{3}로 보조기층의 기준인 K_{30}=30.0 kg/cm^{3}을 상회하였으며, 파쇄골재 입도분석 결과 SB-2 기준에 포함되었다. 현장 적용시 문제점으로 예상되었던 소음 및 진동 발생에 대해 기준치 이하의 안정한 값을 나타내었다. 시험시공 3개월 후 집중호우로 인한 배수불량으로 소성변형, 포트홀, 펌핑 등의 파손이 발생하여 배수시설을 추가 설치하여 보강을 하였으며 이후 12개월동안 시험시공 구간의 파손은 나타나지 않았으며 두꺼운 콘크리트 포장에 본 공법 적용시 기층에Anti-stripping agent를 사용하고 기존 콘크리트 포장의 배수시설을 설치하는 등 배수시설에 대한 지침을 매뉴얼화하였다.

참고문헌

1.건설교통부, 도로공사표준시방서(2003)

2. Caltabiano, M. A. and Brunton, J.M., (1991) "ReflectioCracking in Asphalt Overlays," *Proceedings of the Association of Asphalt* Paving *Technologists, Vol. 60.*

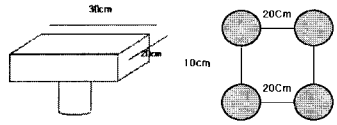
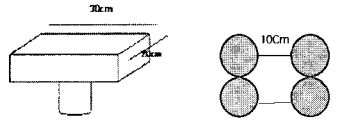
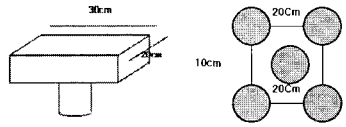
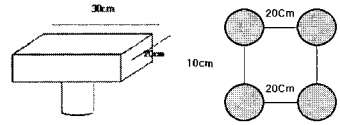
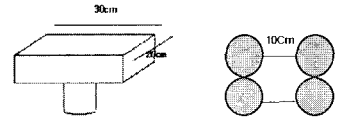
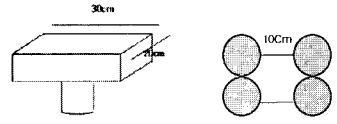
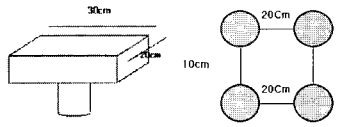
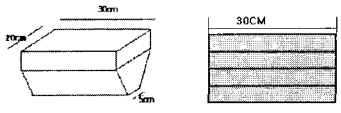
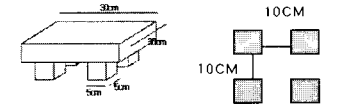
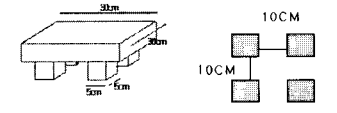
3. Eom, J. Y., Yang, S. C., Kim, S. H., Lee, S.Kim, G. W., Lee, G. M., and Park, T. S.,(2000) *"Investigation of Methods for Deterring Pavement Crack and ReflectionCrack on the Road Surface,"*

Research Institute of Korea Highway00-21.

4. National Asphalt Pavement Association, (1999). "Guidelines for Use of HMA Overlays to Rehabilitate PCC Pavement", *NAPA Information Series 117.*
5. Huffman, J. E., (1978) "Reflection Crackingand Control Methods," *Proceedings of the Canadian Technical Asphalt Association, Vol. 23.*
6. Ksaibati, Khaled, Miley, William and Armaghani, Jamshid, (1999) *"Rubblization of Concrete Pavements,"* Transportation Research Record 1684, Transportation Research.
7. Niederquell, Michael G., Baladi, Gilbert Y. and Chatti, Karim, (2000) "Rubblization of Concrete Pavements Field Investigation," *Transportation Research Record 1730.*
8. Seung Woo Lee, Jae Min Bae, Seung Hwan Han, Ji Won Kim,(2006) "Evaluation of Optimum Rubblized Depth to Prevent Reflection Cracks." *Transportation Research Board 85th annual meeting.*

접 수 일 : 2006. 5. 26
심 사 일 : 2006. 6. 14
심사완료일 : 2006. 9. 1

별첨 1. 파쇄실험 결과표

SECTION	파쇄 HEAD-SHAPE 및 간격	파쇄하중(ton)/ 파쇄응력 (kg/cm²)	파쇄깊이(Cm)	파쇄 골재 규격	헤드접촉면적 /총단면적%
G1-A (진동롤러)		10 / 127	×	×	13.1
G1-B (진동롤러)		10 / 127	×	Cc: 1.424 Cu: 8.015	52.3
G1-C (진동롤러)		10 / 127	6.4 10 4 4.7 7.7 12 5.8 7.8 8.0 5.2 6.4 3.7	Cc: 2.326 Cu:14.363	20.1
G2 (진동롤러)		12 / 153	16.3 4.0 7.3 11.2 9.9 14 7.1 7.6 5.7	Cc: 1.161 Cu:10.031	13.1
L1 (진동롤러)		12 / 153	8.6 7.4 7.5 11 7.5 8.8 7.6 8.7 8.7 7.2 9.1	Cc: 3.751 Cu:30.186	52.3
L2-A (진동롤러)		10 / 127	12 7.6 9.4 8.0 8.5 9.9 6.7	Cc: 1.313 Cu:28.049	52.3
L2-B 양족식롤러		10 / 127	9 7.1 8 9.7 9.3 8.0 8.3 7.7	Cc: 0.186 Cu: 29.185	13.1
L3 (진동롤러)		12 /80	5.5 7.2 6.7 8.1 7.5 5.9 8.9 6.6	Cc: 0.2 Cu:20.640	187.5
L4 (진동롤러)		10 / 100	×	Cc: 2.288 Cu:29.767	8.9
L5 (진동롤러)		12 / 120	5.3 6.0 6.1 4.0 3.8 6.1 6.7 5.7 5.7 4.8 2.4 3.0 4.6 2.9 4.3 6.0	Cc: 1.370 Cu: 29.186	17.7