

VES-LMC 덧씌우기를 이용한 콘크리트 포장 보수

Rehabilitation of Concrete Pavement with VES-LMC overlay

정 원 경* 김 용 곤** 김 기 현** 윤 경 구***
Jeong, Won-Kyong Kim, Yong-Gon Kim Ki-Hyun Yun, Kyong-Ku

Abstract

Since in 1970, the length of concrete pavements(JCP, JRCP and CRCP) are growing rapidly at both of main highways and local roads. Many of them are deteriorated and old enough to be repaired or replaced. The pavement is more important than the other infrastructures and it is very difficult to go around or block the traffic during the rehabilitation. The very-early strength latex-modified concrete(VES-LMC) may offer the advantages of high-early-strength, higher flexural strength, higher bond strength, and improved durability. The VES-LMC could be used at a kind of fast track ofr early opening to the traffic after 3 hours of concrete placement.

The installation of VES-LMC overlay at Jung-Boo highway was successfully done from April 28 to 29, 2005. The traffic was closed at 07:00 PM and opened to traffic at 08:30 AM. The compressive and flexural strength of VES-MC were more than 28MPa, 6.2MPa after 4 hours, respectively.

키워드 : VES-LMC, 콘크리트 포장, 내구성

Keywords : VES-LMC, concrete pavement, durability

1. 서 론

콘크리트포장은 국내 풍부한 자원을 바탕으로 중차량에 대한 뛰어난 적용성과 장기간의 공용성을 확보할 수 있어 국내 전체 도로포장 중 약 16%를 차지하고 있다. 2003년 현재 고속도로의 연장은 2,660km이며, 이중 콘크리트포장 구간은 약 2,660km로 약 63%에 해당한다¹⁾. 콘크리트포장이 더욱 확대 적용되지 못하는 이유 중의 하나는 유지보수의 어려움에 있다. 현재의 콘크리트포장 보수방식도 과거 20여년전의 시공공법을 답습하고 있는 실정이다. 더욱이 2004년 기준 고속도로 포장

유지보수 비용은 350억 원에 이르며 이중 많은 부분이 콘크리트포장 유지보수에 사용되고 있다²⁾. 콘크리트포장의 주요 손상형태는 줄눈부 파손과 우각부 균열이며, 기존 유지보수재료의 짧은 공용성으로 인하여 보수한 곳을 재 보수해야 하는 실정이다. 그러나 보수된 콘크리트포장이 장기공용성을 확보하기 위해서 보수재료는 기존의 콘크리트와 동일한 역학적 거동을 하여야 하며, 줄눈재는 시공의 간편성과 공용성을 확보해야 한다. 이때 시공은 fast-track 개념의 조기교통개방이 가능해야 한다³⁾. 국내에서는 교면포장의 문제점을 해결하기 위해 2001년부터 연구·노력한 결과 시멘트계 보수재료로써 초속경라텍스계질 콘크리트(이하 VES-LMC)를 개발·적용하여 뛰어난 부착성과 내구성능을 입증 받아 현재 활발히 사용하고 있으나, 적용이 교면포장 덧씌우기에 한정되어 있다⁶⁾.

* 강원대학교 토목공학과 대학원 공학박사

** 강원대학교 토목공학과 대학원, 박사과정

*** 강원대학교 토목공학과 부교수, 공학박사

본 연구에서는 VES-LMC 및 성형줄눈재를 이용한 콘크리트포장의 부분단면 보수공법을 소개하고 현장적용 실례를 통해 콘크리트포장 줄눈부 보수에 대한 새로운 기술보급을 도모하고자 한다.

2. 콘크리트 포장 줄눈부 파손

콘크리트 포장 줄눈재의 역할은 강우, 강설 등에 따른 외부 수분이 콘크리트 포장 줄눈부를 타고 내부로 침투하는 것과 단단한 이 물질이 줄눈부에 침투하여 줄눈의 거동을 방해하는 것을 최소화하는 것이다. 그 외에도 주변 온도변화에 따른 콘크리트 슬래브의 수축과 팽창에 대하여 줄눈이 잠김(Freezing)현상 또는 과도한 열림(Excessive Opening)현상이 발생하지 않도록 적절한 공간을 항구적으로 확보하는 역할과 제설용빙제와 같은 화학물질이 다웰바를 부식시켜 줄눈부의 원활한 하중전달 시스템을 손상시키는 것로부터 보호하는 역할도 줄눈재의 주요한 기능이라고 할 수 있다³⁾.

2.1 줄눈부 파손현황

콘크리트 포장의 공용성 확보를 위한 유지보수를 재료적 측면에서 구분하게 되면 크게 포장재 보수재와 포장 거동 확보를 위한 줄눈재로 구분할 수 있으나, 공용성 증대 효과가 검증된 전문적인 포장재 보수재료가 미미하며 또한 줄눈재의 경우 줄눈재의 재료적 특성을 고려한 세부 품질규정이 분류되어 있지 않아 많은 부분을 줄눈재 생산회사에서 제공하는 시험자료 또는 현장 시공기술자의 경험에 의존한 상태에서 제품을 선정하여 시공하고 있다. 콘크리트 포장 파손의 주된 원인 중에 하나인 줄눈부 파손과 직접적으로 관련되어 있다. 줄눈부로 유입된 이물질이 온도 및 습도에 따라 수축팽창을 하는 콘크리트 포장의 활동을 방해하고 과도한 응력을 국부적으로 유발시켜 줄눈부 탈락(Spalling)과 균열을 일으키며, 이러한 파손이 발생하고 난 후에는 잦은 보수를 시행함에도 불구하고 여전히 취약구간으로 남아 전체적인 콘크리트 포장의 공용성을 현저히 저하시킨다³⁾. 현재의 줄눈부 보수방식은 과거 30여년간의 시공공법에서 큰 차이를 보이지 않고 있으며 보수에 대한 효과도 적어 반복적인 경제적 손실의 주요 원인이 되고 있다.

2.1.1 수분침투에 의한 포장체의 파손

줄눈을 통하여 침투된 수분이 콘크리트 슬래브 밑에서 저류하게 되면 동결기 및 해빙기 동안에 다음과 같은 다양한 줄눈부 포장파손이 발생할 수 있다.
· 수분의 동결융해에 따른 콘크리트 슬래브 및 린콘크리트의 내구성 상실이 가속화되어 슬래브의 D-균

열, 린콘크리트의 지지력상실과 같은 포장파손이 발생할 가능성이 높아지고

- 침투된 수분이 제설용빙제와 같은 화학물질을 포함하고 있을 때는 다웰바의 부식으로 인하여 다웰바가 슬래브에 부착되어 하중전달 기능을 상실하게 되는 경우가 발생하게 되며
- 혼한 경우는 아니지만 침투된 수분이 노상에까지 이르게 되고 동결에 따른 아이스렌즈가 생성되면 노상의 지지력 상실로도 연결될 수 있다.

2.1.2 이물질 침투에 의한 포장체의 파손

동결기 기온하강에 따라 줄눈 폭이 늘어나고 줄눈재가 파손된 공간사이로 딱딱한 이물질들이 쌓이게 되면 줄눈부는 슬래브의 수축과 팽창에 따른 적정 여유공간 제공 기능을 상실하게 된다. 이 때 기온의 상승에 따른 슬래브의 팽창과 줄눈 폭의 감소가 발생하면 줄눈재는 수축할 공간이 없기 때문에 표층 면위로 돌출하게 되고 채워진 이물질이 줄눈부에 과잉응력을 발생시켜 스폐링 파손이 일어나게 된다. 특히 이물질이 수분을 다량 함유하게 되면 동결기 동안 팽창에 따른 파손 가능성이 훨씬 높아지면서 심할 경우에는 Blow-up 파손이 발생할 수도 있다³⁾.

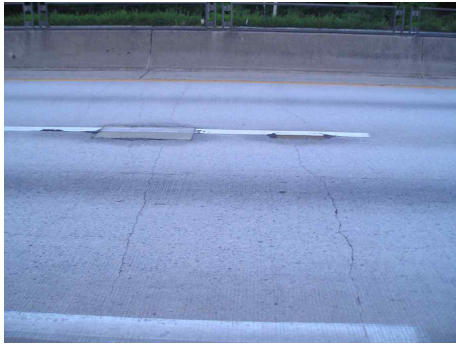
2.2 줄눈부 보수 공법

공용중인 콘크리트포장의 부분단면보수공법은 인력 Breaker에 의한 열화부 제거가 가장 보편적으로 사용되고 있으나, 특히 Breaker에 의해 발생된 균열에 의해 보수효과를 떨어뜨리고 있다. 이로 인한 반복적인 콘크리트포장 유지보수는 경제성 손실 및 이용자의 불편을 가속시키고 있다. 줄눈부 실링법은 기존 줄눈 절삭 및 제거, 줄눈부 청소, 샌드블라스팅, 줄눈부 정리, 프라이머 도포, 백업재 설치, 실링재 주입, 양생의 과정으로 이루어져 공법 특성상 근본적으로 조기 교통 개방에 한계가 있다.

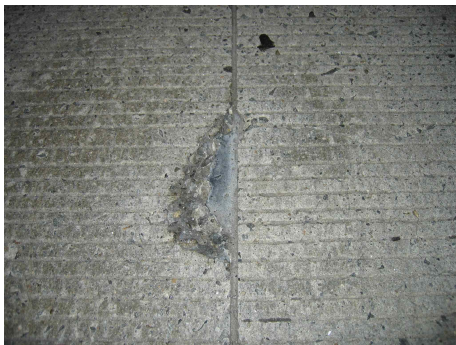
3 현장적용성 평가

3.1 적용대상 개요

열화된 콘크리트 포장 줄눈부 조기보수를 위한 현장적용은 중부고속도로 일죽-호법간 하행선 314.2K~315.2K 중 400M 구간에서 2005년 6월에 시행되었다. 본 구간은 CRCP(Continuously Reinforced Concrete Pavement) 공법으로 시공된 곳으로 그림 1과 같이 세로방향의 균열발생과 더불어 줄눈부 파손에 따른 임시 보수구간이 매우 많은 곳으로 조사되었다.



(a) 세로균열



(b) 줄눈부 파손



(c) 줄눈부 임시보수

그림 1. 적용대상 파손 현황

3.2 재료 및 시공 특성

3.2.1 초속경 라텍스개질콘크리트(VES-LMC)

콘크리트포장 부분보수를 위한 보수재료는 시멘트계열 및 폴리머계열이 대표적이나 장기공용성을 고려하여 시멘트계열로 보수하는 경향을 보이고 있다. 본 현장적용성 평가에서는 조기강도발현, 부착성 우수, 내구성 확보 등이 검증된^{5,6)} 초속경라텍스개질콘크리트(VES-LMC)를 사용하여 교통통제의 최소화 및 보수 후 공용성 증진을 도모하고

자 하였다.

3.2.2 성형줄눈재

주입형 줄눈재와는 틀리게 성형 줄눈재는 미리 주어진 줄눈부 크기에 맞도록 제작되어 있으며 일반적인 줄눈재 시공에서와는 달리 백업재를 사용하지 않는다. 성형줄눈재는 주로 폴리클로로프렌 재질을 활용하여 제작되며 층상 구조 또는 미로형 구조를 사용하여 줄눈부의 팽창 및 수축에 따라 발생하는 인장 및 압축응력에 대한 저항성을 높게 된다. 성형줄눈재가 줄눈부에서 발생하는 응력에 대하여 적절히 저항하기 위해서는 반드시 줄눈재가 압축상태에 있어야만 한다. 즉, 포장 슬래브의 수축으로 인하여 줄눈부 폭이 가장 벌어지게 될 때에도 줄눈재는 압축상태에 있어야 한다는 것이다. 성형 줄눈재 설치과정에서 줄눈부 측면에는 프라이머를 바르지 않는데 이는 줄눈부의 수축과 팽창시 줄눈재에 작용하는 수직응력에 대하여 줄눈부 측면이 잘 움직일 수 있도록 하기 위함이다. 미국에서는 성형 줄눈재의 사용비율이 점점 높아지고 있으며 전체 도로관리당국의 21% 정도가 사용하고 있다. 미국 미시간주 교통부에서는 다양한 주입줄눈재와 성형줄눈재에 대한 시험시공 및 4년여의 추적조사를 거쳐 신설 콘크리트 포장 줄눈에서는 반드시 성형줄눈재를 적용할 것을 권고하고 있다⁹⁾.

3.2.3 열화부 절삭방법

콘크리트포장 부분단면보수에서 장기공용성을 유지하기 위해서는 부착력확보와 일체화 거동이 가장 중요하다. 이러한 콘크리트포장 열화부 파쇄방법은 로드커터, 브레커, 워터젯트에 의한 방법으로 구분할 수 있으며, 현재 대단위 보수공사에서는 로드커터에 의한 파쇄방법이, 소파보수공사에서는 브레커에 의한 방법이 적용되고 있으며 최근 워터젯트가 일부 적용된 사례가 있다. 이들 각 절삭방법에 대한 보다 자세한 장단점은 표 1과 같다.

중장비 및 인력에 의한 파쇄방법은 열화부 제거시 충격에 의한 새로운 균열발생을 유발하며, 이를 제거하기 위하여 샌드블라스트 및 에어블라스트의 추가공정을 필요로 하며 특히, 브레커에 의한 파쇄는 심한 균열을 발생시키며 워터젯트에 의한 파쇄는 일정수압에 의해 열화부만을 제거하여 콘크리트에 균열을 남기지 않는 것으로 연구보고 되고 있다⁷⁾. 따라서 본 현장적용성 평가에서는 공용성 증진을 위하여 로드커터에 의한 1차 파쇄(3~4cm) 후 워터젯트를 사용하여 열화부 완전제거 및 부착력 향상을 도모하였다.

표 1. 열화부 콘크리트 포장 파쇄 방법 및 특성

공정	장점	단점
saw-patch	<ul style="list-style-type: none"> - 모서리부 수직면 처리 가능 - 해머 사용시 절단에 따른 영향으로 포장재 충격 완화 - 절삭 후 작업이 이루어지므로 비교적 작업속도가 빠름. - 가장 보편적임. 	<ul style="list-style-type: none"> - 현장실무자들은 선호하지 않음. - 절삭시 과도한 물공급으로 보수부위 포화시 작업 연장 - 과도한 절삭은 보수부위를 약화시키므로 주의가 필요 - 절삭에 의한 수직면은 대체적으로 부착력이 낮음.
chip-patch	<ul style="list-style-type: none"> - 불규칙한 수직면은 우수한 부착강도를 나타냄. - 과도한 절삭의 우려가 없음 - saw-patch 공정보다 단순하고 시행속도가 빠름. 	<ul style="list-style-type: none"> - 중량해머에 따른 충격에너지로 건전부 콘크리트의 새로운 손상이 우려 - 잭해머는 팻칭 모서리에 손상을 줄 수 있음 - 수직의 경계면을 얻을 수 없음.
mill-patch	<ul style="list-style-type: none"> - 대단위공사에서는 효율적, 경제적임. - 절삭부의 요철은 부착력을 향상시킴. 	<ul style="list-style-type: none"> - 최소밀링작업은 0.09 m²이상임 - 밀링작업은 포장 인접경계부의 박리를 유발할 수 있음 - 장비특성상 장비 경계부에 원호가 발생되며 차량진행방향과 수직을 이룰 경우 반드시 수직절삭을 해야함.
water blast-patch	<ul style="list-style-type: none"> - 작업인원 최소화 - 숙련공의 경우 열화부 콘크리트만을 제거 - 팻칭면을 수직, 요철, 원호 등의 상태로 만들 수 있음 - 공정이 길지 않음. 	<ul style="list-style-type: none"> - 마무리면의 포화로 타설시 이를 해결하고 타설하여야 함. - 작업 후 미세 슬러리 레이턴스가 잔류할 수 있음 - 교통흐름이 있을 경우 보수부위의 보호막 설치 요구. - 제거폭에 대한 조절이 곤란. - 고비용

3.3 시공절차 및 평가방법

본 현장적용성 평가에 사용된 VES-LMC는 재료 및 장비의 특수성으로 인하여 기존 보수공비과는 차별되는 전문성을 요하게 된다. 따라서 보수 후 성능의 최적화를 위해서는 철저한 현장 품질관리 및 시공 관리가 선행되어야 하며 중부고속도로상에 시행된 시공절차는 그림 2와 같다. 각 공정은 조기교통개방을 위하여 Fast-track 개념으로 적용되며 오후 7시에 착공되어 익일 오전 9시에 교통을 개방하였다.



(a) 교통차단(PM 8:00~)



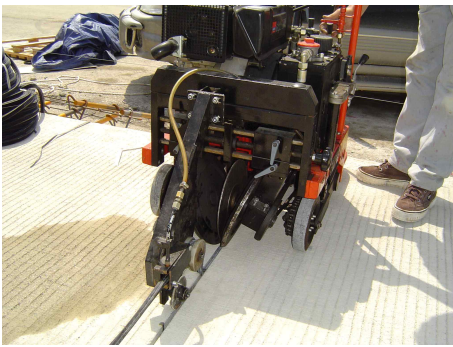
(b) 1차 파쇄(PM 9:00~12:00)



(c) 2차 파쇄(PM11:00~AM 4:00)



(d) VESLMC타설(AM 3:00~6:00)



(e) 줄눈삽입(AM 7:00~9:00)



(f) 교통개방(AM 9:00~)

그림 2. 콘크리트 포장 줄눈부 조기보수 공법 시공절차

4. 시공성 평가

본 시험시공에서는 콘크리트 포장의 새로운 보수 공법을 적용·평가함에 있어 초기재령에서 압축강도 및 휨강도를 측정하였으며 또한 콘크리트 포장의 열화 원인을 분석하기 위하여 현장에서 균열발생된 포장체를 코어채취하여 시편 내부의 공극을 분석하였다.

4.1 강도특성

표 2는 본 현장적용성 평가 시 제작된 공시체를 이용한 강도발현 특성을 나타낸 것이다. 이를 살펴보면, 재령 4시간에 압축강도 28MPa 이상, 휨강도 6MPa 이상의 만족할 만한 강도발현 특성을 나타내고 있다. 공기량 측정에서도 4% 이상의 공기량을 나타내었으며 초기배출 슬럼프의 평균값은 약 19cm로 측정되었다.

시공공정에 있어 투입 장비이상으로 인하여 약 3시간 정도의 공사시간이 추가로 소요되어 예정된 교통개방시간보다 약 2시간이 더 지연되는 결과를 가져왔다. 그러나 철저한 사전준비가 이루어질 경우 야간 작업에 따른 출퇴근 시간대 교통개방은 충분히 가능한 것으로 평가되었다.

표 2. 강도발현 특성(MPa)

	재령 4시간		재령 1일		재령 7일		재령 28일	
	압축 강도	휨 강도	압축 강도	휨 강도	압축 강도	휨 강도	압축 강도	휨 강도
1	28.9	6.4	33.1	6.7	37.6	7.6	45.2	9.0
2	28.5	5.9	31.5	7.1	38.6	7.8	46.0	9.0
3	28.0	6.4	31.8	6.5	39.8	7.6	46.3	9.4
평균	28.5	6.2	32.1	6.7	38.6	7.6	45.9	9.1

4.2 공극구조를 통한 내구성지수 예측

4.2.1 분석방법

콘크리트 포장의 내구성 저하는 반복적인 동결융해에 의한 열화가 대표적이며 이를 평가하는 방법은 현재 실내실험에 의한 내구성지수 평가가 유일하다. 그러나 내구성지수 측정은 실내실험을 수행한 후 그 결과를 정리한 것으로 실험을 수행하지 않은 콘크리트에 대한 지수평가는 불가능하였으나 본 연구에서는 기존 논문의 평면간격계수를 이용하여 열화된 콘크리트의 내구성을 평가하였다. 평면간격계수는 측정된 공기량과 공극수를 이용하여 단위면적당 동일공극크기로 재배열한 후 각각 배열된 공극의 행렬에서 각 공극의 외주에서 서로 인접한 최단거리의 반으로 나누어 평가하며, 이를 평면간격계수라 한다⁴⁾.

$$P.S.F = \frac{[(1 - 0.113\sqrt{A})(1 + \frac{1}{\sqrt{n}})]}{2(\sqrt{n} + 2)} \text{ cm} = \frac{[(1 - 0.113\sqrt{A} - D)]}{(0.226\sqrt{A}/D + 4)} \text{ cm} \dots\dots(1)$$

공기량와 단위공극수(n)를 갖는 평면간격계수는

다음과 같이 계산되어지며 이는 직경(D)과 공기량(A)에 의해 다음과 같이도 계산되어진다. 또한, 공기량, 단위면적당 공극수 및 평면간격계수를 조합하여 다음과 같은 내구성지수의 예측이 가능한 것으로 알려졌다⁴⁾.

$$P.D.F = 124 - 0.28x - 0.03y - 0.08z \quad \dots(2)$$

따라서 본 연구에서는 열화된 콘크리트 포장에서 시편을 채취한 후 화상분석법에 의해 내부 공극을 분석하고 이를 식(1)과 (2)를 통해 현재 콘크리트 시편의 내구성지수를 예측, 평가하고자 하였다.

4.2.2 시편특성 및 채취

본 연구에서 분석된 시편은 현재 공용 중인 중부고속도로 상에서 채취한 것이다. 조사 현장에서 코어 채취기를 포장체에 고정시키고, 콘크리트 슬래브 전 깊이를 한번에 채취하는 방법으로 수행하였다. 이러한 코어채취는 ASTM C 42/C 42M-99 "Standard Test Method for Obtaining and Testing Drilled Cores and Sawed Beams of Concrete"의 방법에 의해 준하여 수행하였으며, 가능한 한 시료 채취시 교란을 받지 않도록 주의를 하였다.

4.2.3 화상분석 실험방법

본 연구에 사용된 화상분석 기기는 국내사의 OSM-1 모델을 사용하였으며, 디지털 카메라는 Nikon 사의 Coolpix 5000을 사용하였다. 분석장치로 사용된 Software는 TDI Scope eye라는 프로그램을 사용하여 분석하였다. 본 연구의 실험과정을 보다 자세히 살펴보면 다음과 같다.

(1) 시편 절단(Specimen Cutting) : 공시체 절단기는 원형톱날 방식(diamond-saw)을 사용하였으며, 이때 시편 표면에 절단 속도로 인한 단차 및 표면 경사가 발생되지 않도록 하였다.

(2) 표면 연마(Polishing)와 표면 처리(Surface Treatment) : 절단 직후 콘크리트 표면 연마 재료 SiC 파우더는 최초 60번 연마제에서 시작하여 100번, 200번, 320번, 420번의 연마제를 거쳐 최종 600번 연마제 순서로 연마를 실시하였다(ASTM C 457, 1982). 위의 과정을 거친 시편 표면을 흑색 수성 잉크로 도색, 건조시킨 이후에 백색 분말을 압입하여 충전시키는 방법을 사용하였다.

(3) 화상 입력과 화상 처리 : 전처리 과정이 끝난 시편은 내부 공극 구조 분석을 위하여 컴퓨터에 화상을 입력 시켜야 한다. 그림 3은 프로그램 상에서 화상을 처리하는 과정을 나타낸 것이다.



(a) 화상 처리 전



(b) 화상 처리 후

그림 3. 화상처리 전·후의 비교

4.3 내구성 지수 평가 결과

그림 4는 CC-1,2에 대한 시편특성을 나타낸 것으로 콘크리트 포장 표면에 나타난 균열 폭과 공극을 분석한 것이다. CC 구간은 CRCP 구간으로 콘크리트 포장에 발생하는 균열을 허용하는 CRCP 구간으로 종방향 및 횡방향으로 균열이 발생한 시편을 채취하여 분석하였다. 표 3은 화상분석을 실시한 내부 공극 분석결과를 나타낸 것으로 이를 살펴보면 분석된 열화구간의 시편 모두 경화 후 공기량은 매우 낮은 것으로 평가되었다. 특히 CRCP 구간의 경우 2% 미만의 공기량을 나타내었다. 이는 콘크리트 포장에 사용되는 콘크리트의 경우 슬럼프 4cm 미만의 매우 뒤틀림으로 이를 포설하기 위한 페이퍼의 과도한 진동으로 내부의 미세 공기가 이탈된 결과로 판단된다. 또한 화상분석에 따른 공극수와 평면간격계수를 이용한 내구성지수 예측결과 모든 시편이 내구성지수 70%이하로 나타나 잠재적인 내구성이 크게 상실된 것으로 나타났다.

이를 자세히 분석하기 위하여 내부 미세공극 특성

VES-LMC 덧씌우기를 이용한 콘크리트 포장 보수

을 그림 5와 6과 같이 공극직경별로 구분하여 나타내었으며 적정량의 공기량이 함유된 AE 콘크리트 시편을 분석하여 비교하였다. 공극의 구분은 직경 1000 μm 를 기준으로 연행공기와 갇힌공기로 구분하였으며 일반적으로 연행공기는 내동결성 향상에 크게 기여하며 갇힌공기는 콘크리트 강도 및 내구성 저하에 한 원인이 되는 것으로 알려져 있다. 분석결과, 그림 3에서와 같이 AE제를 통해 연행된 미세공극은 200~600 μm 의 직경을 갖는 공극이 다량분포하고 있으며 1000 μm 이하의 연행공극이 1000 μm 이상의 갇힌공극보다 그 함유량이 높음을 알 수 있다. 그러나 열화된 콘크리트 포장 시편에서는 1000 μm 이하의 연행공극량이 미소하였으며 이러한 이유로 인하여 잠재적인 내구성 평가가 낮게 평가되었다. 따라서 본 연구에서 분석된 열화된 콘크리트 포장은 공기량의 적정량 함유 미달과 더불어 내부 공극 구조의 취약성으로 인하여 내구성이 저하된 것으로 판단되며 향후 콘크리트 재료 자체의 내구성 촉진 저하가 예상된다.



(a) 분석시편



(b) 균열폭

그림 4. 화상처리에 의한 균열폭 측정

표 3. 화상분석 결과 정리

시편명	CC-1	CC-2
분석결과		
경화 후 공기량	0.7%	1.8%
단위면적당 공극수(#/cm ²)	19	19
평면간격계수	697 μm	635 μm
내구성 예측지수	64%	69%
비고	중방향 균열 시편관통	횡방향 균열 상부로부터 5~8cm

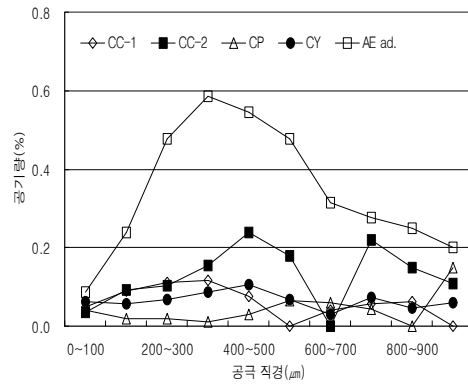


그림 5. 직경별 공극분포

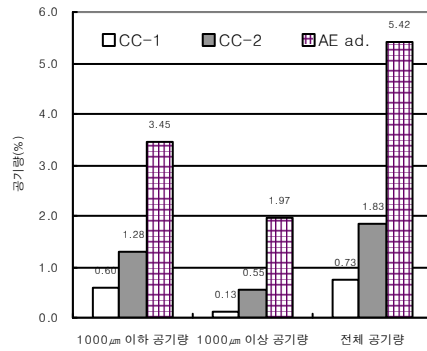


그림 6. 공극크기에 따른 분류

5. 결론

본 연구는 열화된 콘크리트 포장체를 보수하기 위한 새로운 공법의 현장적용성 평가로 시행되었

으며 적용 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 콘크리트 2차 절삭 장비인 워터젯은 열화의 정도가 심각한 교량에 적용한 경우보다 작업효율이 우수한 것으로 나타났으며 폭 1m에 대한 작업효율이 시간당 100m로 계산되어 로드커터에 의한 표면절삭 후 버력제거 및 건진부 보존 효과가 우수한 것으로 평가되었다.

2. 진공흡입트럭에 의한 절삭이물질을 진공흡입함으로 부착에 유해한 이물질과 표면수를 완전하게 제거할 수 있어 부착력 증진이 기대되나 작업효율이 시간당 60m 미만으로 나타나 일일공정의 증대를 위해서는 작업차량 개량 또는 투입장비의 증가 등의 대책을 강구하여야 할 것으로 판단되었다.

3. VES-LMC의 조기강도 발현 특성에 의해 포설·마무리 후 3-4시간 만에 교통개방이 가능하였으며 신규콘크리트 경계부에 별도의 줄눈설치가 필요치 않아 공기를 획기적으로 단축할 수 있었다.

4. 미세공극의 분포를 분석한 결과, 적정량의 공기량이 함유된 콘크리트는 직경 100~600 μ m 크기의 공극이 다량 분포하였으나 열화된 포장 시편에서는 미세공극의 함유량이 1.0% 미만으로 극히 저조한 것으로 나타났다.

5. 열화된 콘크리트 포장 시편의 내부 공극은 1000 μ m이하의 연행공극보다는 1000 μ m이상의 갇힌 공기가 지배적이었으며 이로 인해 내동결성과 관련된 내구성 지수는 70%이하로 평가되었다. 이를 통해 콘크리트 포장의 열화진행에 미치는 공극 구조를 개선해야 될 것으로 분석되었다.

본 공법의 절삭 및 이물질 제거 방법과 VES-LMC의 부착특성에 의해 기존바닥판콘크리트와 일체적으로 부착되어 구조적 보강효과가 있으며 전면 보수 및 재 포장으로 구조기능과 포장의 주행성이 회복되며, 내구수명이 연장될 것으로 기대되었다.

참 고 문 헌

- [1] 건설교통부, <http://www.moct.go.kr/Statistic/>
- [2] 한국도로공사, 고속도로 포장상태 조사 및 분석 보고서 pp. 1~278, 2004.
- [3] 한국도로공사, 콘크리트 포장의 수명연장을 위한 줄눈재의 품질기준 정립 성능개선 관한 연구, 도로교통기술원 연구보고서 도교기 PA-04-12, pp. 1~133, 2004.
- [4] 정원경, “콘크리트 동결융해 내구성 평가를 위한 평면간격계수 제안”, 강원대학교 박사학위논문, 2005.
- [5] Sprinkel, M.M., “Very early strength latex

modified concrete overlays”, *Report of Virginia Transportation Research Council*, No. VTRC99-TAR3, 1999.

- [6] YUN, K.K., Kim, D.H., Choi, S.Y. “Durability of Rapid-Setting Latex Modified Concrete Against Freeze-Thaw and Chemicals”, *Journal of TRB*, TRR 1869, pp1-10, 2004.
- [7] Wilson, T.P. Smith, K.L and Romine, A.R (1999) *Materials and Procedures for Rapid Repair of Partial-Depth Spalls in Concrete Pavements--Manual of Practice*, FHWA-RD-99-152, pp. 1~135.