

절삭방법에 따른 VES-LMC의 부착강도 특성

Properties of VES-LMC Adhesive Strength for Surface Removal Methods

김기현* 정원경** 이진범*** 이봉학**** 윤경구*****
Kim, Ki Heun Jeong, Won Kyong Lee, Jin Beom Lee, Bong Hak Yun, Kyong Koo

ABSTRACT

The development and maintenance of a sound bond are an essential requirements of concrete repair and replacement. The bond property of a bonded overlay to its substrate concrete during the lifetime is one of the most important performance requirements which should be quantified

This study was performed to investigate the characteristics of adhesive strength for overlay concrete. Three different removal methods of deteriorated concrete such as chip-patch, mill-patch and water-jet were varied in this study. According to the adhesive strength of pull-off test, case III using water-jet was measured 2~3 times higher than that of chip-patch or mill-patch.

1. 서론

콘크리트 보수 및 보강에 사용되는 재료는 구조물의 잔존 수명동안 구조물 본래의 기능을 유지할 수 있도록 기존 구조물과 일체가 되어야 한다. 보수재료와 기존 구조물은 하나의 조합체로서 외부의 물리적, 화학적 침식에 견딜 수 있어야 하며 그러기 위해서는 무엇보다도 두 재료 사이의 강력한 부착력이 요구된다. 최근, 신소재의 개발과 더불어, 기존의 콘크리트 구조물에 특수 콘크리트를 이용한 보수가 일반화 되고 있는 추세이다. 신소재를 사용한 보수공법의 발달은 구조물의 공용수명을 연장시킴으로서, 구조물의 경제적 가치와 이용 효율을 극대화 시킬 수 있게 되었다. 그러나 이러한 보수공법의 적용은 신뢰할만한 신·구 콘크리트의 부착을 전제로 하여야 한다.

본 논문에서는 콘크리트 포장 구조물의 보수·보강 공사에 있어 공용성 증대에 중대한 역할을 하는 부착강도를 향상시키기 위한 열화부 절삭방법에 대해서 현장에서 직접 부착강도를 측정·평가하였다. 이를 위하여 인력파쇄, 밀링장비에 의한 파쇄 및 워터젯트에 의한 파쇄 등을 이용하여 열화부를 절삭한 후 긴급보수재료로 그 사용성이 확대되고 있는 초속경라텍스개질 콘크리트(Very-Early Strength Latex-Modified Concrete;이하 VES-LMC)를 이용한 단면 보수 후 코어 인발부착시험법(Pull-off Test)을 사용하여 부착강도를 측정하여 절삭방법에 따른 부착강도의 차이를 확인하고자 하였다.

*정회원, 강원대학교 토목공학과 박사과정

**정회원, 강원대학교 토목공학과 공학박사

***정회원, 강원대학교 토목공학과 석사과정

****정회원, 강원대학교 토목공학과 교수

*****정회원, 강원대학교 토목공학과 교수

2. 절삭방법에 따른 부착강도 특성

2.1 열화부 절삭방법

콘크리트포장 부분단면보수에서 장기공용성을 유지하기 위해서는 부착력확보와 일체화 거동이 가장 중요하다. 아러한 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. 중장비 및 인력에 의한 파쇄방법은 열화부 제거 시 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 있다. 본 현장적용성 평가에서는 인력파쇄, 로드커터 및 워터젯트에 의한 열화부 제거 후 5cm로 VES-LMC를 포설한 후 현장에서 부착강도를 측정하여 절삭방법에 따른 부착강도 특성을 분석하고자 하였다.

2.2 직접인발 부착강도 시험

본 연구에서는 직접인발 부착강도 시험기를 사용하여 VES-LMC의 부착강도 측정하였다. 코어 직접인발 부착시험법(Core Pull-off Test)은 덧씌우기 한 보수층과 기존의 콘크리트 층 사이를 부분적인 코어로 절삭·분리하여, 그림 1과 같이 코어의 축방향으로 인발함으로써, 신·구 콘크리트 사이의 인장부착강도를 측정할 수 있는 시험방법이다.

Robins 등(1995)은 표면의 거칠기 정도, 안정성, 그리고 습도조건을 변화시켜 코어 인발부착시험을 수행하였다. 그 결과, 코어 인발부착 시험법은 표면의 거칠기 정도에 민감한 반응을 보였으며, 인발용력은 표면이 거칠수록 증가함을 알 수 있었다. 또한 표면 안정성에 있어서도 표면에 먼지 등 불순물로 인한 불완전 부착 상태에선 완전 부착상태에 비하여 낮은 부착강도를 나타낸다고 하였다.

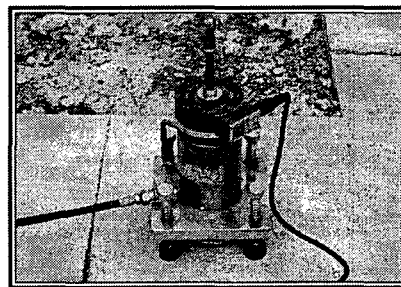
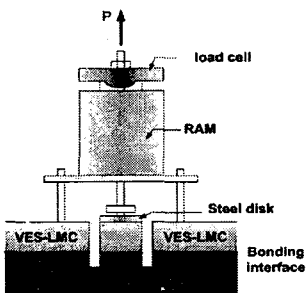


그림 1. 직접인발 부착강도 시험기

2.3 부착강도 현장시험

부착강도는 교량 바닥판 및 포장도로의 보수·재포장에 적용되는 재료의 성능유지 및 공용성 확보를 위한 주요한 성능 중에 하나이다. 이에 따라 기존 콘크리트의 절삭에 적용되는 공법이 VES-LMC의 부착성능에 미치는 영향을 고려하고자 다음과 같은 현장 시험을 실시하였다.

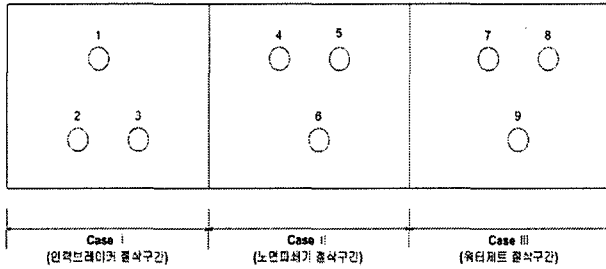
(1) 부착강도 시험 일자

■ 2005. 4. 26 : 기존 콘크리트 절삭 및 VES-LMC 포설

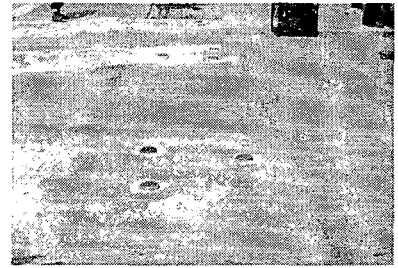
■ 2005. 4. 27 : 부착강도 시험을 위한 스틸 디스크 설치

■ 2005. 4. 28 : VES-LMC의 부착강도 시험 실시

(2) 시험 장소 : (구)동수원 Toll Gate 폐광장, 각 Case 구간별 부착강도 측정을 세 번씩 측정(그림 2 참조)



(a) 구간별 절삭방법



(b) 부착강도 측정 구간

그림 2. 부착강도 현장시험

3. 절삭공법에 따른 부착강도 특성

손상 및 열화된 콘크리트를 제거하는 절삭장비로는 인력브레이커, 노면파쇄기, 워터제트 등이 있으며, 효율과 작업성에 따라서 병행하여 사용하는 경우도 있다. 본 시험에서는 아래의 세 가지 경우에 대하여 부착강도 시험을 실시하였다.

표 2. 절삭방식에 따른 현장 부착강도 특성

	Case I				Case II				Case III			
절삭장비	인력브레이커				노면파쇄기				노면파쇄기 + 워터제트			
사 진												
사 진												
Core	1	2	3	평균	1	2	3	평균	1	2	3	평균
부착강도 (kgf/cm ²)	3.6	8.9	5.5	6.0	8.6	7.0	5.6	7.1	15.1	21.4	19.1	18.5
파괴면	기존 콘크리트				신·구 콘크리트 접합부				스틸 디스크 부착면 (에폭시 접착부)			

현장에서 측정된 부착강도 결과를 살펴보면, 인력파쇄에 의해 열화부를 5cm 두께로 제거한 후 포설된 구간에서는 6.0kgf/cm²의 매우 낮은 부착강도를 나타내었으며 특히 파단면이 기존 콘크리트에서 파쇄되어 인력브레이커에 의한 기존 콘크리트면이 손상되었을 가능성을 나타내었다. 로드커터 장비에 의한 파쇄 또한 7.1kgf/cm²의 부착강도와 경계면에서의 파단을 나타내어 접합부의 부착성능이 열악한 상태를 알 수 있었다. 그러나 로드커터에 의한 3~4cm 절삭 후 워터젯트에 의한 2차 절삭 1~2cm를 실시한 구간에서는 18.5kgf/cm²의 높은 부착강도와 더불어 디스크에서 탈리되는 결과를 나타내었다. 즉, 신규부착면의 강도는 최소 18kgf/cm² 이상임을 알 수 있었다. 이러한 결과는 로드커터에 의한 충격 절삭시 손상을 입은 기존 콘크리트면을 일정수압의 워터젯트로 2차 절삭함으로써 기존면의 전전부와 보수재료와의 부착이 크게 향상된 것으로 판단되었다.

4. 결론

절삭공법에 따른 VES-LMC의 부착강도 특성을 살펴본 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

- 1) 절삭공법에 따른 부착강도는 워터젯트를 사용하여 기존 콘크리트를 절삭하였을 경우의 부착강도가 인력브레이커를 사용한 경우보다 308%, 노면파쇄기를 사용한 경우보다 263% 높게 나타났다.
- 2) 인력브레이커를 사용한 Case I 은 부착강도가 낮고 기존 콘크리트에서 파괴가 발생하였다. 이는 절삭과정에서 인력브레이커에 의한 충격으로 인한 균열의 영향으로 사료되었다.
- 3) 노면파쇄기를 사용한 Case II는 부착강도가 낮고 절삭경계면에서 파괴가 발생하였다. 이는 노면파쇄기를 이용한 절삭시에도 절삭방법이 충격식 절삭이므로 절삭 표면에 미세한 손상이 발생되어 부착강도에 영향을 미친 것으로 판단되었다.
- 4) 노면파쇄기와 워터젯트를 사용한 Case III는 부착강도가 매우 높았으며 파괴는 스틸 디스크의 경계부에서 주로 발생하였다. 이러한 이유는 워터젯트를 사용함에 따라 노면파쇄기의 절삭과정에서 발생된 손상부위를 완전하게 제거한 것에 대한 영향으로 판단되었다.

따라서 신·구 콘크리트의 부착력을 안전하게 확보하기 위해서는 인력브레이커 또는 노면파쇄기에 의한 절삭 후 워터젯트를 이용하여 손상된 표면을 안전하게 제거하는 것이 매우 중요한 것으로 평가되었다.

참고문헌

1. 장홍균(2002), 現場適用을 위한 콘크리트 引拔附着強度 試驗法 提案 및 評價, 강원대학교 박사학위 논문
2. 이남주 (2001), 라텍스 개질 콘크리트의 부착강도 특성, 강원대학교 대학원 석사학위 논문
3. 최상룡 (2002), 초속경 SB 라텍스개질 콘크리트의 개발, 강원대학교 대학원 박사학위 논문
4. Ohama, Y.(1987), "Principle of Latex Modification and Some typical Properties of LMC," ACI Materials Journal, Vol. 84, No. 6, pp.511-518.
5. Louis A. Kuhlmann(1990), "Test Method for Measuring the Bond Stength. of Latex-Modified Concrete and Mortar", ACI Materials Journal, V. 87, No. 4. pp.387~394
6. Emmons, Peter H.(1994), "Concrete Repair and Maintenance illustrated," R. S. MEANS COMPANY, INC. pp. 155-164.