

# VES-LMC로 보수·보강된 구조물의부착강도에 미치는 Hydrodemolition의 영향

## Effect of Hydrodemolition on Bonding Strength of Structures Repaired or Rehabilitated with VES-LMC

김 성 권\*      심 도 식\*\*      이 봉 학\*\*\*      윤 경 구\*\*\*\*  
Kim, Seong Kwon   Shim, Do Sick   Lee, Bong Hak   Yun Kyung Ku

---

### ABSTRACT

Most of the civil structures in Korea and abroad have many kinds of damages when they are facing over-loaded traffics, long-term serviceability, and severe environmental conditions. Repair, rehabilitation, and retrofit are important for maintaining the serviceability of structures. In recent year, VES-LMC has been widely used as repair material for bridge deck repair and rehabilitation, because the VES-LMC has a various benefits such as traffic opening after 3 hours of curing, higher durability and bond strength. In case of any structure repaired or rehabilitated with VES-LMC, those were influenced capacity of bond between the base layer of slab and VES-LMC as well as physical properties of each other materials. The capacity of bond depended on purity of interface, micro cracks, curing of VES-LMC and so like.

A kind of popular concrete repair technique, High pressure water jetting equipment is extremely efficient at removing damaged concrete. Removing damaged or poor quality concrete from sensitive structures such as bridge, tunnels, multi-story car parking decks and runways, using the high pressure water jetting could remove damaged or poor quality concrete remaining healthy and sound concrete.

Accordingly, the purpose of this study is that it was to evaluate effect of hydrodemolition on the bond strength of VES-LMC overlay compared with effects of other method such as breaker, untreated. Also, it was evaluated the effect of surface moisture

---

### 1. 서론

국내·외 다수의 토목구조물은 공용기간 증가로 인한 노후화 및 교통량, 교통하중의 증가로 인하여 구조물의 손상이 증가되고 있으며, 이에 따른 보수·보강 공법의 필요성이 대두되고 있는 실정이다. 특히 교량 구조물의 경우 교면포장의 파손이 빈번하게 발생되어 경제적인 손실이 크게 발생되고 있는 상황이다.

---

\* 정회원, 강원대학교 박사과정

\*\* 정회원, 강원도립대학 교수

\*\*\* 정회원, 강원대학교 교수

\*\*\*\* 정회원, 강원대학교 부교수

최근 들어 교면 포장용 보수재료로서 초속경 라텍스 개질 콘크리트(VES-LMC)가 개발되어 상용화되고 있다. VES-LMC는 보수 후 3시간 만에 교통개방이 가능하고 라텍스 혼입으로 일반 콘크리트보다 투수 및 동결융해 저항성 등 장기 내구성이 우수하며, 라텍스 혼입시 생성되는 필름막이 균열 진전을 억제하는 것으로 알려져 있다. 그러나 다양한 장점을 지닌 VES-LMC를 이용하여 보수·보강된 구조물은 신·구 콘크리트로 구성된 복합체로서 교면 포장의 경우 보수용 재료로 사용되는 VES-LMC의 물성과 더불어 서로 다른 성질의 콘크리트로 구성된 신·구 콘크리트 계면에서의 부착강도가 구조물의 성능을 좌우하게 된다. 부착강도에 영향을 미치는 인자는 부착면의 청결 유무, 부착면의 미세균열 존재 유무, 레이턴스 존재 유무, 신 콘크리트의 양생 등을 들 수 있다.

따라서, 본 연구에서는 공용중인 VES-LMC의 타설 현장에서 열화 된 콘크리트를 제거하기 위하여 사용되는 Hydrodemolition이 신·구 콘크리트 계면에서의 부착강도에 어떠한 영향을 주는지 평가하기 위하여 실내실험으로 모사할 수 있는 Nipple Pipe를 이용한 직접인장실험을 수행하여 계면상태에 따른 부착강도를 파악하고자 하였다.

## 2. 실험계획 및 방법

본 연구에서는 VES-LMC로 덧씌워진 교면포장에서의 부착강도를 측정하고자 하였으며, 시공현장에서 열화된 콘크리트를 제거하기 위하여 현재 공용중인 Hydrodemolition 장비에 의한 영향을 평가하고자 표면처리상태와 표면함수상태를 변수로 두어 실험을 수행하였다. 또한 직접인장 부착강도 측정 방법을 이용하여 파괴형상을 파악하고자 하였다.

### 2.1 콘크리트 배합설계

본 연구에서 사용된 콘크리트 배합은 두 종류로 구체 콘크리트와 덧씌우기로서 사용된 VES-LMC의 배합으로 구분할 수 있다. 구체 콘크리트의 경우 현장에서의 콘크리트 교량 슬래브와 같은 환경을 조성하고 실험을 진행하고자 하였으며, 사용 콘크리트는 압축강도 40MPa로 배합·생산된 S사의 레미콘을 주문하여 사용하였고, 굵은골재 최대치수 25mm의 쇄석골재를 사용하였다. VES-LMC의 배합은 기 개발되어 현장에 적용되는 제품으로 소포제와 지연제의 혼입량을 각각 1.0%와 0.3%로 고정하였다. <표 1>은 각각의 배합을 나타낸 것이다.

Table 1. Mix Proportions of Concretes

	W/C(%)	S/a(%)	C(kg)	W(kg)	L(kg)	S(kg)	G(kg)	Retarder	Antifoamer
OPC	49	58	390	191	-	950	731	-	-
VES-LMC	38	58	390	83	122	923	721	0.3%	1.0%

### 2.2 실험체 제작

제한된 공간을 최대한 활용하기 위하여 현장에서의 콘크리트 교량 슬래브와 같은 환경을 조성하고 실험을 진행하기 위하여 구체 콘크리트 슬래브를 제작하였다. VES-LMC로 덧씌우기된 구조물에 미치는 HYDRODEMOLITION의 영향을 평가하기 위하여 구체 콘크리트 표면을 Spin Jet 장비와 인력 브레이커를 이용하여 처리하였으며, 처리하지 않은 시편 또한 준비하였다. <그림 1>, <그림 2>는 각각의 과정을 나타내는 사진이며, 처리가 완료된 후 지름 100mm 코어링 장비를 이용하여 시편을 준비하였다.

직접인장 부착강도 실험을 위한 신·구 콘크리트 시험체 제작은 Nipple Pipe를 이용하였으며, 지름 100mm와 높이 100mm의 원통형 콘크리트 위에 지름 100mm와 높이 50mm인 VES-LMC로 덧씌우기를 적용하여 제작하였다. 실험변수 한 개의 부착강도 특성치를 구하여 위하여 동일한 형상의 시험체를 3개씩 제작하여 실험결과상의 오차를 줄이고자 하였다.

### 2.3 부착강도 측정

일축인장시험은 표면보수와 덧씌우기 재료의 파괴인장강도를 측정하는 방법이다. 일축인장에 의한 시험에서 부착경계 부분의 부착강도는 시험체의 인장강도에 의하여 실제적으로 측정된다.

본 연구에서 Kuhlmann(1990)이 제안한 직접인장 실험방법을 개선하여 실험을 수행하고자 하였다. 직접인장 부착강도 측정은 용량 10tonf의 Instron을 사용하였다. 하중은 충격을 주지 않도록 계속적으로 가하였고 하중재하는 변위제어방법으로 행하였으며, 매 분 약 1.3mm의 속도로 재하하였다. 일축인장에 의한 콘크리트의 부착강도 실험에서 무엇보다 중요한 것은 편심의 영향을 최소화하는 것이다. 따라서 시험체와 측정기인 Instron의 연결장치가 360° 회전이 가능하도록 제작하여 시험체의 편심에 따른 영향을 최소화하였다. <그림 3>은 직접인장부착시험 장비이다.

## 3. 실험결과

### 3.1 표면처리상태에 따른 부착강도 특성

구 콘크리트의 표면처리상태에 따른 VES-LMC의 부착강도 특성을 파악하기 위하여 미처리된 표면의 부착강도를 기준으로 표면처리상태에 따른 부착강도를 상대적으로 비교하였다. <그림 4>은 부착강도 결과를 나타낸 것으로 Spin jet 처리시 1.72MPa, Breaker 처리시 1.12MPa, 미처리시 1.34MPa로 각각의 인장강도를 보인다. 미처리시를 기준으로 Spin jet 처리시 약 28%의 증가율을 보이거나 Breaker 처리시는 16%정도 감소하는 경향을 보인다.

### 3.2 표면함수상태에 따른 부착강도 특성

구 콘크리트의 표면함수상태에 따른 VES-LMC의 부착강도에 미치는 영향을 파악하고자 구 콘크리트를 공기중 건조상태(ASD)와 표면건조 포화상태(SSD)상태로 나누어 분석하였다. <그림 5>은 표면함수상태에 따른 VES-LMC의 부착강도 결과를 나타낸 것으로 표면건조 포화상태에서는 1.56MPa, 공기중 건조상태에서는 1.27MPa로 측정되었으며 표면건조 포화상태가 약 1.2배 높게 측정되었다.

### 3.3 파괴형상에 따른 부착강도 특성

직접인장 부착강도 실험의 특징은 시험체 파단면의 시각적인 관찰을 통하여 파괴형상을 파악할 수 있다는 것이다. 직접인장 부착강도 실험에 의한 파괴형상은 평가는 횡단면의 비율 즉, VES-LMC의 비율, 부착계면의 비율, 구 콘크리트의 비율로 환산하여 파괴 단면의 표면 타입에 의하여 결정하였다. <그림 6>은 파괴형상을 보여주는 것으로 파괴형상을 다음과 같이 다섯 가지로 구분하였다.



그림 1. Spin Jet 장비를 이용한 표면처리



그림 2. 인력 브레이커에 의한 표면처리

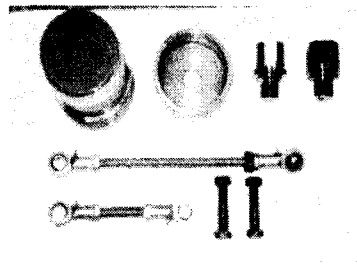


그림 3. 직접인장부착시험 장비

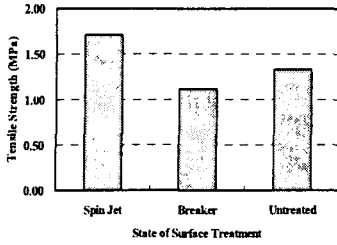


그림 4. 표면처리상태에 따른 부착강도 특성

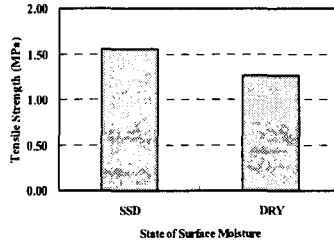


그림 5. 표면함수상태에 따른 부착강도 특성

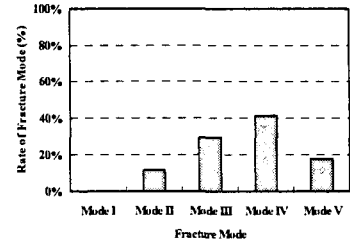


그림 6. 파괴형상에 따른 부착강도 특성

- (1) 신 콘크리트 내에서의 파괴(Mode I)
- (2) 신 콘크리트와 부착계면에서의 동시 파괴(Mode II)
- (3) 부착계면에서의 파괴(Mode III)
- (4) 부착계면과 구 콘크리트에서의 동시 파괴(Mode IV)
- (5) 구 콘크리트 내에서의 파괴(Mode V)

부착계면과 구 콘크리트에서의 동시 파괴(Mode IV)의 경우가 약 40% 이상으로 주된 파괴형상으로 나타났으며, 부착계면에서의 파괴(mode III)의 경우가 약 30%로 나타났다. 또한 신 콘크리트 내에서의 파괴(Mode I)은 발생하지 않았다.

#### 4. 결론

교면 포장용 보수재료인 VES-LMC를 이용하여 덧씌우기된 경우 직접인장 부착강도 시험을 통하여 Hydrodemolition 장비에 의한 표면처리상태와 표면함수상태에 따른 부착강도 측정결과, 파괴형상 분석 결과는 다음과 같다.

- (가) 구 콘크리트의 표면을 Spin Jet으로 처리한 결과 약 1.56MPa의 가장 큰 인장응력을 보여 Hydrodemolition에 의한 영향을 평가할 수 있었으며, 인력 브레이커 장비 처리시는 표면의 열화부분 제거시 충격으로 인하여 시편 표면에 미세균열 발생, 발생된 미세균열의 영향으로 인장 응력이 미처리 시편보다 작게 나타나는 것으로 판단된다.
- (나) 공기중 건조상태 시편보다 표면건조 포화상태에서 약 1.2배 높은 인장응력을 보이고 있으므로 Hydrodemolition에 의한 영향을 평가할 수 있다.
- (다) 파괴형상에 따른 부착강도 특성 결과 계면에서의 파괴형상(Mode III)보다 계면과 구 콘크리트에서 동시에 발생하는 파괴형상(Mode IV)이 40% 이상으로 가장 많이 발생하였으며, 신 콘크리트에서의 파괴형상(Mode I)은 발생하지 않았다.

#### 참고문헌

- (1) 이남주, 2001, “라텍스 개질 콘크리트의 부착강도 특성”, 강원대학교 석사학위 논문
- (2) 장홍균, 2002, “현장 적용을 위한 인발부착강도 시험식 제안 및 평가” 강원대학교 박사학위 논문
- (3) 최승식, 2006, “VES-LMC를 이용하여 보수·보강된 철근 콘크리트 보의 비선형 휨 해석”, 강원대학교