

국내 라텍스개질 콘크리트에 시공되고 있는 선진화 공법

Advanced Application Technigues of Latex-Modified Concrete in Korea

김기현* · 최성용** · 이주형*** · 김성환**** · 윤경구*****

Kim, Ki Heun · Choi, Sung Yong · Lee, Joo Hyong · Kim, Sung Hwan · Yun, Kyong Ku

1. 서론

라텍스개질 콘크리트(Latex-Modified Concrete; 이하 LMC)는 라텍스 고형분의 점성적 성질에 의한 부착 성능 우수하고 라텍스 입자간의 결합에 의해 필름막이 형성되어 방수성이 우수하며, 휨 인장강도가 크고 균열에 대한 저항성이 우수하여 공용수명을 증진효과가 있어 교면포장재료로 주로 사용되고 있다. 미국에서는 LMC를 이용한 교면포장공법에 대한 연구가 1950년대 후반기부터 시작되었고, 1970년대 초부터 제빙제를 사용하는 지역에 광범위하게 적용하고 있다. 국내에는 1999년에 신설교량의 교면포장용 LMC가 처음 선을 보였으며 LMC를 사용한 교면포장공법에 대한 국내적용성 및 연구가 활발히 수행되었다. 최근에는 염화물 침투억제, 방수효과, 휨강도 증진 등 여러 장점을 내포하고 있는 LMC를 사용한 교면포장공법이 고속도로 신설 교량에 적용사례가 증가하고 있다.⁽¹⁾⁽²⁾⁽⁶⁾

또한 현재 기 시공된 교면포장은 상당한 경우 수명을 다하기 전에 중차량 통행에 따른 소성변형과 충격에 따른 파손 해당 지역의 심한 기후변화 동결의 영향 교량의 형식에 따른 교량의 경간장 방수처리기능의 부적합 접착층의 기능발휘 부적합 반복적인 재포장으로 인한 방수층 파손등의 원인에 의하여 교면포장이 파손되며 이로 인한 교량바닥판콘크리트도 손상이 발생되고 이에 교량의 노후가 촉진되고 있다. 이에 따라 교면포장의 보수가 필요하게 되는데 기존의 보수재료 및 공법은 많은 문제점을 내포하고 있다. 초속경라텍스개질콘크리트(Very-Early-Strength Latex-Modified Concrete, 이하 VESLMC)는 LMC의 재료적 장점과 함께 조기강도발현이 가능하여 교통통제 시간을 단축가능하고 기존의 재료 및 공법의 단점을 보완할 수 있는 보수재료로서 국내에서는 2001년에 처음 선을 보였으며, 지속적인 재료의 특성 연구에 의해 역학적 특성 및 내구특성이 우수함을 입증하였다. 또한 2003년도 부터는 실제 모의시공 및 현장에 적용성 검토를 위한 시험 시공 함으로 기존 보수공법의 문제점을 보완할 수 있는 보수 및 재포장 공법에 대한 연구가 수행되었다.⁽³⁾⁽⁴⁾⁽⁵⁾⁽⁷⁾

이와 같은 LMC와 VESLMC 등과 같은 라텍스개질 콘크리트를 국내에 적용하면서 국내 실정에 맞고 더욱 양질의 재료생성과 우수한 시공성을 갖는 장비의 개발과 개선이 이루어졌다. 본 논문에서는 라텍스개질 콘크리트를 국내에 적용할 때 국외와 달리 더욱 개발 개선된 시공기술인 선진화 공법을 소개하고 현장 시공에 적용함으로써 얻을 수 있는 장점을 논하고자 한다.

2. 현장적용을 위한 시공절차

2.1 LMC

부착성능 및 방수성 균열저항성이 큰 LMC는 1999년에 국내에서 신설교량의 교면포장용LMC에 대한 국내

* 정회원 · 강원대학교 토목공학과 · 박사수료 033-250-6240 (E-mail : kiheun@hotmail.com)
** 정회원 · 강원대학교 토목공학과 · 박사과정 033-250-6240 (E-mail : choisy2@empal.com)
*** 정회원 · (재) 한국철도기술공사 · 공학박사 02-2186-1982(E-mail : jhlee2@cc.kangwon.ac.kr)
**** 정회원 · 강원대학교 토목공학과 · 박사수료 033-250-6240 (E-mail : ksh308@hotmail.com)
***** 정회원 · 강원대학교 토목공학과 부교수 · 공학박사 033-250-6236 (E-mail : kkyun@cc.kangwon.ac.kr)



적용성 및 연구가 활발히 수행되었다. 그림 1(가)는 LMC를 국내 적용할 때 시공절차를 나타낸 것으로 시공 순서에 따른 시공방법은 시공전 교면준비 → LMC 포설 → 시공마무리 → 시공후 정리와 같이 크게 네 가지 공정으로 세분하여 설명할 수 있다.

시공전 교면준비는 다시 네 가지 공정으로 나누어지는데, LMC의 부착성능 향상을 하기 위해 교면절삭 건조된 기존교면에 의한 LMC 배합수 흡수를 방지하기 위하여 습윤상태유지 LMC 포장장비인 콘크리트 Roller Paver Rail 설치 기존 기존교면 표면건조 포화 상태 유지 순서로 시공전 교면준비 작업을 수행한다.

LMC 생산 및 포설은 세가지공정으로 LMC 생산 브루밍 작업 LMC 포설 및 마무리 순으로 시공된다. 먼저 LMC생산은 모빌믹서에 의해 생산되고, 교면절삭에 의해 생긴 기존교면 요철부의 충진을 위하여 브루밍 (Blooming)을 실시한다. LMC 포설 및 마무리는 콘크리트 Roller Paver로 LMC를 포설하고 마무리되지 않은 부위는 인력으로 마무리한다.

시공마무리 작업은 교면 포장면의 미끄럼을 방지하기 위하여 타이닝 피막양생제를 살포 과도한 수분증발에 의한 초기균열을 억제하기 위하여 양생포 씌우기 양생은 24시간 습윤양생 후에 72시간 공기건조 양생 순으로 실시한다.

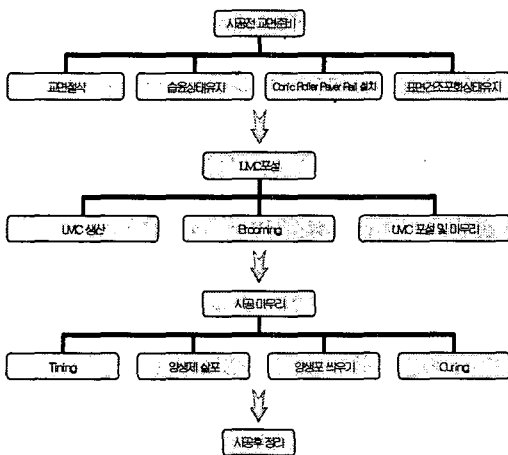
마지막으로 시공 후 정리로 장비는 사용 후 즉각 청소하며 라텍스는 공기 중에 드러나면 15분 안에 굳기 시작하므로 표면처리를 매끈하게 하여야 한다.

2.2 VESLMC

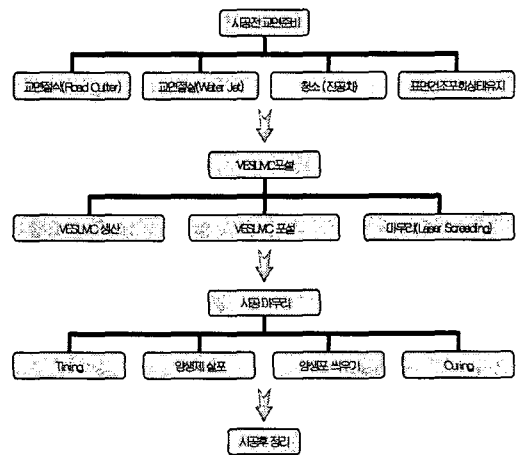
조기강도발현 및 부착력 수밀성 균열저항성 내구성 등이 우수한 VESLMC는 교량바닥판콘크리트가 매우 열화하여 제 기능을 다 못할 경우 보수 및 재포장 재료로 매우 적합하다. 이에 국내에서도 보수 및 재포장용 VESLMC 적용성 및 연구가 수행되었다. 그림 1(나)는 VESLMC를 국내 적용할 때 시공절차를 나타낸 것으로 시공순서에 따른 시공방법은 시공대상부위 준비 VESLMC 생산 및 포설 양생 시공후 정리와 같이 크게 네 가지 공정으로 세분하여 설명할 수 있다. 재료를 실제 현장에 적용하려면 체계적인 시공절차가 필요하다.

시공대상부위 준비는 시공대상부위의 열화된 교면포장을 Cold milling에 의해 교면절삭 Cold milling에 의해 절삭되지 않은 열화 부위를 Water Jet으로 제 2의 절삭 절삭부의 이물질과 폐수등을 진공차를 이용해 청소 시공대상부위 절삭면 표면건조 포화 상태 유지 순서로 작업을 수행한다.

VESLMC 생산 및 포설은 세가지공정으로 VESLMC 생산 VESLMC 포설 마무리 순으로 시공된다. 이 공정은 VESLMC의 초기강도발현의 특성상 생산, 포설, 마무리가 동시에 수행되어야 한다. VESLMC생산은 최 적적합표에 의거 모빌믹서에 의해 생산되고, 포설과 함께 Laser screeding로 마무리 작업을 수행한다.



(가) LMC



(나) VESLMC

그림 1. 시공순서도



시공마무리 작업은 교면 포장면의 미끄럼을 방지하기 위하여 타이닝 피막양생제를 살포 과도한 수분증발에 의한 초기균열을 억제하기 위하여 양생포 씌우기 습윤양생 순으로 실시한다.

마지막으로 시공 후 정리로 장비는 사용 후 즉각 청소하며 타설 후 3~4시간 뒤에 교통개방을 위해 정리를 신속히 하여야 한다.

3. 국내의 적용기술 개선

이 절에서는 미국에서 지금 시공 중에 있는 LMC, VESLMC를 이용한 교면포장과 보수 및 재포장 공법이 국내의 실정에 맞게 소화 개량하고 시공기술을 국산화 하여 국내에 정착시킴에 있어 국외와 다른 적용기술을 소개하고자 한다.

3.1 LMC

3.1.1 인력마무리(Man Power Surfacing)

포장의 결함이 발생된 곳이나 포장 측면과 같이 인력마무리 구간은 항상 발생된다. 그림 2 및 그림과 같이 국외의 경우는 측면 또는 포설 콘크리트를 밟으며 인력마무리 작업을 수행하고 있다. 그러므로 인력마무리 구간의 작업자의 발자국 마무리로 인한 마무리 작업시간이 지연되고, 포장의 결함발생 가능성이 있다. 이에 국내에서는 포설 콘크리트를 밟지 않고 작업할 수 있는 발판을 개발하였다.

그림 2 아래 그림처럼 이 장치는 포장 두께보다 길은 철펀 받침의 발판을 제작 신발에 묶어 작업하므로 포설콘크리트를 밟지 않는다. 이 장치를 사용하여 인력마무리 구간에 사용할 경우 작업시간 단축 포장결함요인 제거의 장점을 가지고 있다.

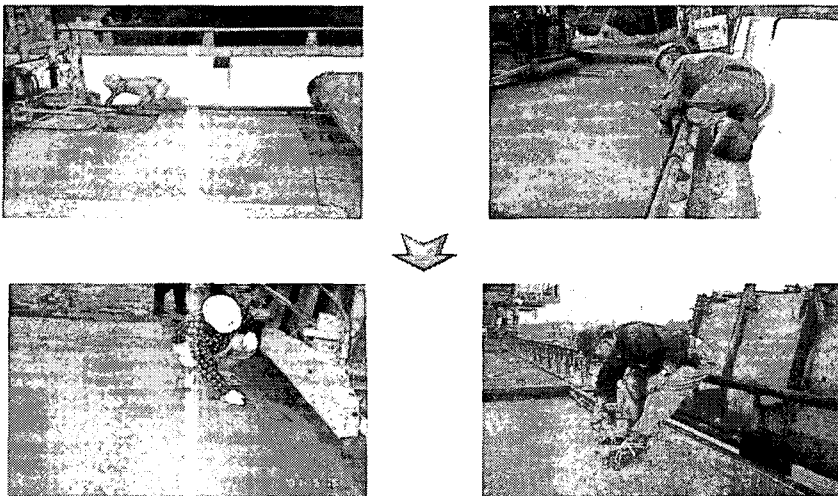


그림 2. Man Power Surfacing

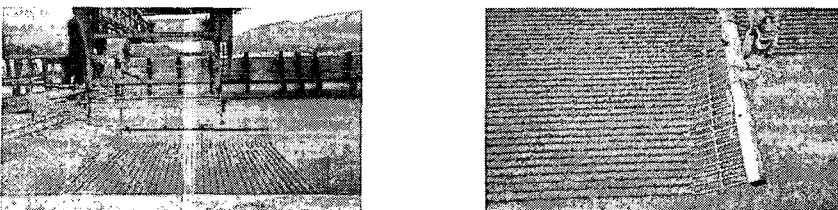


그림 3. 타이닝



3.1.2 타이닝(Tining)

국외의 경우는 대부분이 인력 타이닝을 하거나, 타이닝 작업을 하지 않고 양생 후 그루빙(Grooving)을 실시한다. 그러나 국내에서는 자동차의 미끄럼 방지와 우천시 배수 역할을 하여 수막현상을 방지 등의 목적으로 타이닝 작업을 수행한다. 그러나 타이닝으로 인한 굽은골재의 노출과 라텍스 필름막 파손의 우려가 있다. 이러한 것은 타이닝 속도, 깊이, 타이닝 강선의 경사 등에 의해 영향을 받으므로 국내에서는 최초 작업 시 이를 조정이 가능한 장치가 개발하였다.

그림 3과 같이 이 장치는 경사식 타이닝 장비로 타이닝 간격 조정, 타이닝 강선의 경사각 조정 및 설치 위치 변경 등이 가능하다. 또한 레일 탑재형이므로 LMC포설과 마무리 후 일정하게 타이닝 작업을 수행할 수 있다. 이 장비를 사용함으로써 기존의 수직타이닝 기기 보다 LMCFilm막이 찢어지는 량이 크게 감소하여 교면포장의 품질이 향상, 굽은 골재의 노출이 크게 감소하여 주행성이 향상, 평탄마무리 후 즉시 타이닝을 할 수 있어 기후조건의 영향을 적게 받아 시공성 향상 등의 이점을 얻을 수 있다.

3.1.3 양생(Curing)

양생작업에서 국외와 국내의 가장 차이점은 양생제 살포 유무에 있다. 국외의 경우는 대부분은 양생제를 살포하지 않는다. 그로 인해 포장 표면에 균열이 발생하게 된다. 그러나 국내는 양생제를 살포하여 표면 균열을 방지하는데 특히LMC의 경우 블리딩수가 없고, 라텍스 필름막 형성에 따른 장력이 발생하여 보통콘크리트 보다 표면 균열 발생 가능성이 높으므로 양생제를 포장 전면에서 고르게 살포하여야 한다. 따라서 국내에서는 분사식 양생제 살포 장비를 개발하였다.

그림 4와 같이 이 장치는 분사직경을 크게하여 인접 분사기와 중첩되게 하였고, 진행 방향 분사 및 저면 사방향 분사 방식으로 개선하였다. 이 장비를 사용함으로써 전면적에 고르게 양생제 살포로 균열발생 억제, 진행방향으로 살포하여 기후조건에 따라 살포시기조절이 가능, 저면 사방향으로 분사하므로 바람의 영향을 적게 받아 양생제 사용량을 절감 등의 장점을 갖는다.

3.2 VESLMC

3.2.1 절삭(Surface Treatment) : Cold Milling + Water Jet

열화된 교량의 교면포장과 바닥판 콘크리트는 다양한 환경적 물리적 요인에 의해 열화를 받게 되므로 보수를 요하게 된다. 기존의 보수는 열화된 부분만을 인력으로 절삭하여 보수하였는데 이는 열화된 부분을 완전히 제거하지 못하여 충분한 보수효과를 얻을 수 없다. 이에 열화부분을 완전히 제거하여 보수효과를 높이

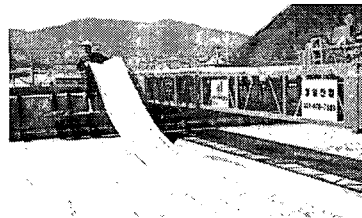
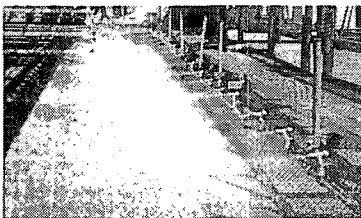


그림 4. 양 생

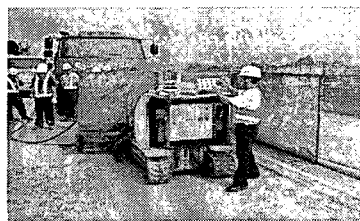


그림 5. 절삭작업 (Cold Milling + Water Jet)



기 위한 절삭방법이 요하게 된다. 국내에서 교량의 교면포장과 바닥판 콘크리트 보수에 VESLMC를 사용할 경우 열화된 부분을 Cold Milling 와 Water Jet을 이용하여 열화부분을 절삭하였다.

그림 5은 Cold Milling 와 Water Jet장치에 대한 사진으로 열화부분의 교면포장을 Cold Milling 로1차 절삭 후Cold Milling 로 절삭되지 않은 열화부분을 Water Jet를 이용 절삭하였다. 이와 같은 작업을 수행함으로 자동화로 인한 작업 인력감소, 공기단축, 콘크리트 건전도에 따라 선별하여 절삭할 수 있는 정밀절삭이 가능, 철근 아래 절삭 가능 및 이물질을 완전히 제거하고 깨끗한 절삭면과 큰 비표면적을 제공하여 부착력을 증가 등의 개선사항을 갖는다.

3.2.2 표면처리(Screeing) : Laser Screeing

VESLMC 초기에 일찍 굳어버리는 재료적 특성상 신속히 마무리작업을 할 수 있는 장비가 필요하게 된다. 또한 인력으로 마무리 작업을 할 경우는 시간 지체와 평탄성 확보에 어려움을 가지고 있고, 레이장치를 이용하여 마무리 작업을 할 경우도 시간 지체가 우려된다. 따라서 국내에서는 Laser Screeing를 이용하여 VESLMC 마무리작업을 수행하였다.

그림 6은 Laser Screeing 장치와 시공장면이다. 기존의 인력마무리 에서 레이저스크리드를 사용함으로 작업인력감소 및 마무리작업 간편, 공기단축, 평탄성확보 등의 개선점을 얻을 수 있다.

3.2.3 타이닝과 양생

앞서 LMC와 마찬가지로 VESLMC도타이닝 작업을 한다. 이는 자동차의 미끄럼 방지와 우천시 배수 역할을 하여 수막현상을 방지 등의 이점을 가지고 있다. 그러나 국외의 경우 교량바닥판과 교면포장 보수시 타이닝작업을 대부분 수행하지 않는다. 그림 7의 좌측 사진은 타이닝작업을 나타내는 사진으로 보수 구간이 짧으므로 인력에 의해 실시한다. 타이닝으로 인한 굵은골재의 노출과 라텍스 필름막 파손의 우려를 최소화 하기 위해 숙련된 작업자가 이 작업을 수행하여야 한다.

VESLMC의 양생작업에서 국외와 국내의 가장 차이점은 양생제 살포 유무에 있다. 국외의 경우는 대부분은 양생제를 살포하지 않는다. 그로 인해 포장 표면에 균열이 발생하게 된다. 그러나 국내는 양생제를 살포하여 표면 균열을 방지하는데 특히 LMC의 경우 블리딩수가 없고, 라텍스 필름막 형성에 따른 장력이 발생하여 보통콘크리트 보다 표면 균열 발생 가능성이 높으므로 양생제를 포장 전면에 고르게 살포하여야 한다. 양생제 살포 뒤 양생포를 덮어 수분증발과 직사광선 노출등을 막아 초기 균열이 발생하지 않도록 양생을 실시한다. 그림 7의 우측 사진은 양생작업을 나타내는 사진이다.

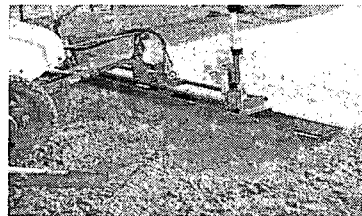
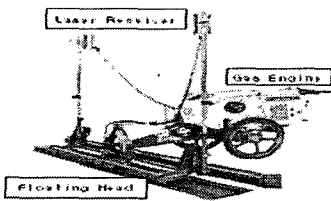


그림 6. Laser Screeing

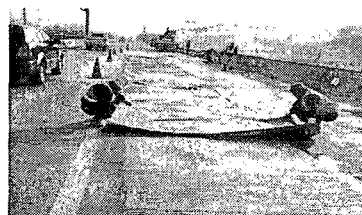
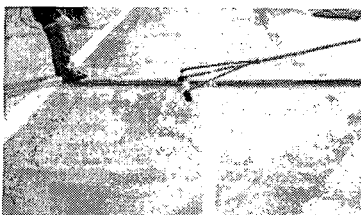


그림 7. 타이닝과 양생



4. 결론

본 논문에서는 라텍스개질 콘크리트를 국내에 적용할 때 국외와 달리 더욱 개발 개선된 장비를 소개하고 현장 시공에 적용함으로써 얻을 수 있는 장점을 서술한 것으로 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. LMC를 사용한 교면포장공법을 국내에 적용함으로써 철재 받침 신발, LMC 재료에 적절한 타이닝 장치와 양생 장치를 개발 및 개선함으로써 시공성능 향상과 품질향상을 이루었다.
2. VESLMC는 보수재료 특성상 보수효과를 높이기 위해 국내 실정에 맞는 장치를 개발 및 개선함으로써 열화된 콘크리트 완전제거와 복구효과향상 교통차단 시간 최소화를 이루었다.
3. 국내에 LMC, VESLMC 등과 같이 라텍스개질 콘크리트가 적용됨과 함께 국내 실정에 맞는 시공조건에 적절한 시공기술을 개선을 이루어 국내용 라텍스개질 콘크리트를 정립시켰다.

참고문헌

1. 윤경구, 이주형, 김기현, 김대호(2000), “현장적용성을 위한 라텍스개질 콘크리트의 역학적 특성”, 대한토목학회 학술발표회 논문집, pp.395-398
2. 홍창우, 윤경구, 최상룡, 김태경(2000), “라텍스개질 콘크리트의 투수특성과 부착강도 특성”, 한국도로포장공학회 학술발표회 논문집, pp.191-197
3. 윤경구, 홍창우, 이주형, 최상룡(2002), “초속경시멘트를 이용한 라텍스개질 콘크리트의 강도 및 투수특성”, 한국콘크리트학회, Vol.14 No.3, pp.299-306
4. 윤경구, 정원경, 최상룡, 김동호, 이봉학(2002), “초속경시멘트를 이용한 라텍스개질 콘크리트의 내구특성”, 도로포장공학회, Vol.4 No.2, pp.1-8
5. 최상룡(2002), “초속경 SB 라텍스개질 콘크리트의 개발”, 강원대학교 토목공학과 박사학위논문
6. Kuhlmann, L.A. (1988) Using styrene-butadiene latex in concrete overlays, Transportation Research Record 1204, pp. 52-58.
7. Sprinkel, M.M. (1999) Very early strength latex modified concrete overlays, Report of Virginia Transportation Research council, No. VTRC99-TAR3.