

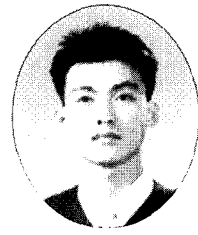
LMC(Latex Modified Concrete)

교면포장공법의 특성 및 시공방법

- Properties and Construction of Latex Modified Concrete for Concrete Bridge Deck Overlay -



장성호*
Chang, Sung Ho



박성기**
Park, Sung Ki

1. 서 론

국내의 도로포장의 개념은 경부고속도로 시공 시부터 도입되었다고 볼 수 있다. 경부고속도로 시공 이전의 포장개념은 특히 미비하여 교량에서도 슬래브 콘크리트 자체로 마무리하는 경우가 대부분이었다. 경부고속도로 시공 시에는 교량에서의 포장을 일반 토공부와 동일하게 아스팔트 콘크리트 포장으로 마무리하였다. 하지만, 교량의 경우, 차량에 의한 반복하중, 진동, 충격, 전단 등의 역학적작용, 온도변화 등의 기상작용, 상판의 수축팽창 등이 발생하여 일반 토공부와는 달리 취약한 환경에 놓이게 된다. 또한 강우 시 우수의 침투로 인한 바닥판 콘크리트 슬래브의 열화 및 보강재 철근의 부식을 촉진시켜 교량의 내구성 저하를 가져오므로 궁극적으로 교량구조물의 공용수명을 단축시키는 문제점을 가지고 있다. 이러한 이유로 교량의 포장에서는 토공부에서와는 다른 포장개념이 도입되게 되었고, 최근에는 교면포장에 대

한 특수성을 고려한 교면포장 공법들에 대한 연구가 많이 진행되고 있다.

교면포장의 기능은 먼저 교량 위를 주행하는 자동차운전자에게 주행쾌적성을 만족시켜주어야 하고 교량상판을 보호해야 하며 다음으로는 수명이 오랫동안 유지되어야 할 것이다. 그러나 기존의 교면포장은 초기단계에서는 주행쾌적성을 만족시킬 수 있지만 시간이 경과할수록 교면포장에 변형이 발생하여 주행쾌적성이 떨어지고 균열이 발생하여, 결국은 재포장을 해야할 상황에 놓이게 되는 것이다. 이렇게 재포장 단계까지 얼마만한 시간이 걸릴 것인가 하는 것이 우리의 관심사가 된다. 즉, 초기단계의 포장 공용성을 수명이 다 할 때까지 오랜 동안 그 기능을 간직할 수 있을 것인가 하는 것이다. 이러한 필요충분조건을 만족하기 위해서는 다음과 같은 조건들이 만족되어야 할 것이다.

대하여 바닥판 슬래브를 보호할 수 있을 것

- 교량 바닥판과의 충분한 접착강도를 만족시킬 것
- 충분한 내마모성이 있을 것

위에 언급된 교면포장의 구비조건을 만족하는 공법으로 미국의 경우 1950년대부터 LMC(Latex Modified Concrete)를 이용한 교면포장공법을 연구 개발하여 시공하고 있다. LMC 교면포장공법의 유래는 1952년 Dow Chemical Co.에서 LMC에 관련된 연구를 시작하여 1957년 Michigan, Cheboygan의 US 23 교량 교면을 대상으로 LMM을 이용한 교면덧씌우기 공법이 최초로 적용되었다. 그 이후 1960년 말까지 LMC는 교량의 보수·보강공사에 제한적으로 사용되어 왔으나, 1970년 초 교량 슬래브 조사 및 연구실험 결과 Dow S/B LMC로 덧씌우기한 교면이 보통 콘크리트 교면보다 염화물 침투성이 현격히 줄어들었고, FHWA의 보고서에서 교량 부식에 대한 해결방안으로 LMC를 제시하였다. 그 이후 미국에서는 시방규정(AASHTO Section 8&28,

- 평탄성 확보가 용이할 것
- 방수성이 있을 것
- 휨 인장강도가 충분히 커 균열에 대한 저항성이 있을 것
- 충격 및 전단 등의 역학적 작용에

* (주)승화이엔씨 LMC 사업본부 회장

** 정회원, (주)승화이엔씨 LMC 사업본부 대리

ACI 548.4-93)이 마련되어 교량에 확대·적용하게 되었으며, 오늘날 미국각주에서는 주요 교량의 80% 이상, 연간 1,000개 이상의 교량에 LMC 교면포장공법이 적용되고 있는 실정이다.

국내의 경우 1999년 말부터 LMC 적용을 위한 자료수집 및 세부 추진계획을 수립하기 시작하여 2000년 5월 시험시공을 시작으로 활발한 시공을 위한 바탕을 마련하여 2001년에는 LMC에 대한 건설신기술 및 특허가 출원되었다. 시험시공을 통해 현장적용성 및 성능에 대하여 평가를 실시한 결과 기존의 교면포장공법을 대체할 수 있는 공법으로서의 가능성이 확인되었고, 2001년 12월 중부고속도로 확장공사에서부터 본격적인 시공이 이루어지고 있다. 하지만 LMC 교면포장의 경우에는 일반콘크리트 포장과는 달리 포설두께가 5cm 정도로 얇게 시공되고 LMC의 특성상 초기에 라텍스 필름막 형성으로 시공이 지연되었을 경우 작업성 및 요구되는 성능을 만족시킬 수 없고, 라텍스 자체가 기온에 민감하게 반응하여 일반 콘크리트보다 타설시 대기온도에 대한 영향이 커 시공에 있어 어려움을 가지고 있다.

따라서 본고에서는 LMC 교면포장공법의 시공방법 및 시공 시 주의해야 할 사항들에 대해 소개하고 이와 함께 LMC 본래 성능을 만족시킬 수 있는 품질관리 방안에 대하여 소개하고자 한다.

2. LMC 개요

2.1 LMC 정의

LMC란 라텍스(latex)를 보통 콘크리트에 일정량 혼합하여 만든 콘크리트로서 그 구성은 (그림 1)과 같다. 일반 콘크리트

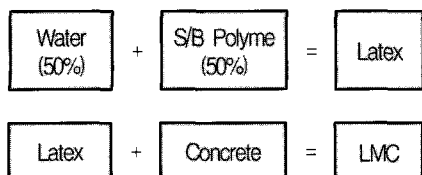


그림 1. LMC(Latex Modified Concrete)의 구성

트에 라텍스를 첨가할 경우 굳지않은 상태에서는 유동성이 크게 증가되고 재료분리 저항성이 우수하며, 경화 후에는 라텍스 고형분이 콘크리트 내부의 미세공극을 채워 충전재 역할을 함과 동시에 필름막을 형성하여 방수 역할을 하며, 휨·인장강도 및 부착강도가 매우 크고, 균열저항성이 우수한 것 등 콘크리트의 여러 성능을 개선시킨 콘크리트이다.

2.2 LMC의 강도 발현

라텍스혼합개질 콘크리트에서는 시멘트 수화작용으로 골재와 골재를 연결하는 결합재가 형성되고, 라텍스는 수화된 시멘트 입자와 강하게 연결되어 그물구조를 가진 폴리머 시멘트 코매트릭스(polymer cement co-matrix)를 형성한다. (그림 2)는 LMC의 강도발현 메커니즘 및 코매트릭스의 형성과정을 보여주고 있다.

제1단계(LMC 믹싱 직후)에서는 LMC의 굵은골재, 잔골재, 시멘트, 물 등 혼합재료는 독립적으로 활동하게 되고, 라텍스 입자들은 시멘트 페이스트 사이에 균일하게 분포한다. 제2단계(초기응결 단계)에서는 골재 입자 또는 시멘트 겔에 부분적으로 라

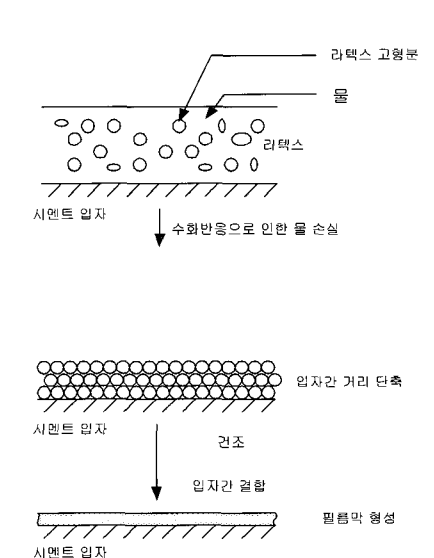


(a) Co-matrix 형성 과정 모식도

텍스입자가 흡착하는 단계로 시멘트의 수화반응이 진행됨에 따라 더 많은 입자가 흡착하게 된다. 제3단계(수화응결 단계)에서는 시멘트 겔 주변에 라텍스 입자막을 형성하는 단계로 시멘트 수화반응이 진전됨에 따라 물은 증발하고, 라텍스 입자는 연속적인 필름막이 형성하기 위하여 응집하고, 동시에 혼합물과 골재 위의 실리케이트층에 부착하게 된다. 제4단계(경화 단계)는 콘크리트내 미세공극에 라텍스 고형분이 충전되고 시멘트 수화물과 골재를 연결하는 라텍스 입자는 연속적인 필름막을 형성하게 된다. 이때 시멘트 수화물 사이에 충전된 라텍스 고형분과 필름막은 콘크리트를 매우 조밀한 단일구조를 형성하게 하고 보통 콘크리트의 취약한 제 성질을 개선한다.

2.3 LMC의 특징

교면포장용 소재인 LMC는 바닥판 콘크리트와는 동질 재료 및 동일한 결합재 사용에 따른 유사한 역학적 거동, 교면포장재가 요구하는 구비조건인 균열억제 및 평탄성 확보, 내마모성, 방수효과에 의한 염해 및 동해 억제효과 등으로 교량의 공용수명을 연장시키는 특징을 갖는다.



(b) 필름막 형성과정 모식도

그림 2. LMC의 강도발현 메커니즘 및 코매트릭스 형성과정

표 1. LMC 공법의 특징

| 구분 | 공법의 특징 | |
|---------------------|---|--|
| 재료적인 특성 | 부착성 | · 부착강도 16 ~ 23 kgf/cm ² 으로 바닥판 콘크리트와 완전 부착 |
| | 투수성 | · 라텍스필름막 형성 및 라텍스고형분 충전에 의해 투수성이 낮음 |
| | 마모저항성 | · OPC에 비해 19 ~ 32 % 정도 마모저항성 우수 |
| | 균열저항성 | · 휨강도(60 ~ 100 kgf/cm ²)가 OPC보다 월등하고, 탄성계수는 OPC의 0.83배 정도로 균열저항성이 큼. |
| | 동결융해 저항성 | · 상대동탄성계수 95 % 이상으로 동결융해저항성 우수 |
| 바닥판 콘크리트의 내구성 | 작용하중 | · 유효하중에 대해 기존 콘크리트 바닥판과 합성으로 외력에 저항 |
| | 염해 | · 우수한 방수기능 및 부착성능에 따른 염해방지 |
| | 동해 | · 동결융해저항성 및 방수성 우수에 따른 동해 방지 |
| | 공용수명 | · 바닥판 콘크리트와 일체화되고, 동해·염해, 중성화 등의 영향을 적게 받음으로써, 바닥판 콘크리트 내구성 증진에 따른 공용수명 연장 |
| 유지관리성 | · 콘크리트 바닥판의 공용수명 연장 - 초기평탄성 지속적인 유지 - 유지보수비율 대폭 감소 - 유지관리비용 대폭 절감 - 교통이용자 편의 제공 · 우수한 재료적인 성질 - 균열발생 억제 - 동해·염해, 중성화 등 예방 | |

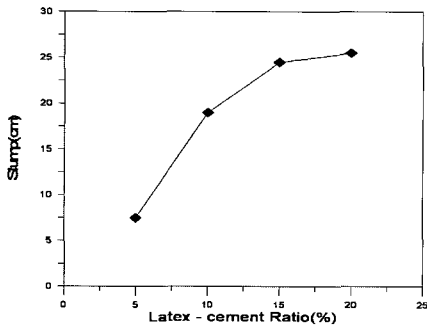


그림 3. Latex 혼입률에 따른 슬럼프변화

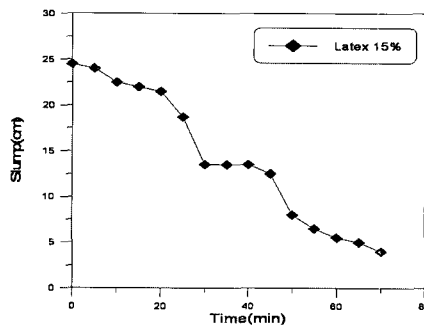


그림 4. 시간에 따른 Slump Loss

3. LMC의 역학적특성

3.1. 유동성

라텍스 혼입률에 따른 슬럼프의 변화 관계를 알아보기 위한 연구 결과를 다음 <그림 3>에 나타내었다. 그림에서 나타난 것과 같이 라텍스 혼입률이 증가할수록 슬럼프가 증가함을 알 수 있었다. 이는 라텍스의 계면활성작용에 의한 시멘트의 분산효과에 따른 것으로 별도의 혼화제를 사용하

지 않아도 유동성이 증가함을 알 수 있다.

<그림 4>는 라텍스 혼입률 15%일 때 슬럼프 로스 타임 테스트 결과이며, 본 시험결과 믹싱 후 약 30분 경과 후의 슬럼프 값은 초기에 비해 절반으로 감소함을 알 수 있었다. 이는 콘크리트의 표면수 증발에 의한 라텍스 필름 막이 형성되기 때문인데 콘크리트가 대기 중에 노출되어 있을 경우 보통 콘크리트 보다 빠르게 슬럼프가 저하됨을 알 수 있으며, 시공 시 표면마무리작업이 초기에 완료되어야 함을 알 수 있다.

표 2. LMC 압축강도 시험 결과(kgf/cm²)

| 재령 | 3일 | 7일 | 14일 | 28일 | 56일 |
|-----------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 라텍스혼입률 5% | 218.96 | 292.08 | 332.93 | 369.92 | 374.84 |
| 10% | 219.85 | 274.17 | 322.55 | 363.44 | 382.57 |
| 15% | 203.46 | 237.16 | 300.14 | 353.10 | 372.32 |
| 20% | 178.24 | 213.14 | 259.28 | 281.64 | 296.46 |

표 3. LMC 휨 강도 시험 결과(kgf/cm²)

| 재령 | 7일 | 14일 | 28일 | 56일 |
|-----------|-------|-------|-------|-------|
| 라텍스혼입률 5% | 43.80 | 45.93 | 48.19 | 55.71 |
| 10% | 47.56 | 52.11 | 56.41 | 59.01 |
| 15% | 55.41 | 57.51 | 61.91 | 77.21 |
| 20% | 54.81 | 58.51 | 65.71 | 73.81 |

3.2 재료분리 저항성 및 작업성

라텍스의 점성적인 특성에 의해 LMC의 점착력이 매우 우수하여 재료분리 저항성이 크고, 블리딩이 발생하지 않으며 굽은 골재 최대치수가 작아 작업성이 좋다.

3.3 압축강도

<표 2>에서 보는바와 같이 라텍스 혼입률의 증가에 따른 압축강도 시험결과 라텍스 혼입률이 증가할수록 LMC의 압축강도는 감소하는 것을 알 수 있었으며, 라텍스 혼입률 20%일 경우 현격하게 감소함을 알 수 있었다. 이는 탄성적 성질을 지닌 라텍스 고형분의 필름 막 형성에 의한 시멘트 수화물의 결합률이 낮아진 원인으로 분석된다. 그러나 라텍스 혼입률 15%까지는 강도의 저하율이 낮으며, 특히 기건양생일 경우 표면의 라텍스 필름막이 초기에 형성되어 단위수량 증발이 억제되어 장기적으로는 시멘트 수화도가 높아지므로 현장조건에서 보통 콘크리트 보다 재령 기간에 따른 압축강도 증가율이 높은 것으로 조사되었다.

3.4 휨 강도

<표 3>의 결과는 라텍스 혼입률의 증가에 따른 휨강도 시험결과이며, 본 실험 결과에서와 같이 라텍스 혼입률이 증가할수록 휨강도가 증가한다. 이는 콘크리트 내부에 충전되어 있는 라텍스의 탄성과 부착강도의 증가로 미세균열의 전파를 억제하고, 인장성능을 증가시키기 때문인 것으로 분석된다.

3.5 부착강도

〈표 4〉와 〈그림 5〉는 라텍스 혼입률의 증가에 따른 부착강도 및 파괴형상을 알아 보기 위한 실험결과로서 라텍스 혼입률이 증가할수록 부착강도는 크게 증가하였다. 특히 라텍스의 혼입률이 15%의 경우 혼입률 5%일 때 보다 약 3배 증가하였음을 알 수 있었다. 또한, 기존 콘크리트에 덧씌우기한 LMC의 파괴형상을 알아보기 위한 시험결과 파괴형상은 크게 세 가지 형태로 보여주고 있는데, a) LMC 내에서 파괴, b) 부착경계면에서의 파괴, c) 기존 콘크리트 내에서의 파괴로 대별된다.

라텍스 혼입률의 증가에 따른 파괴 형상은 표에서 보여주듯이, 라텍스 혼입률이 5%에서는 LMC와 보통 콘크리트의 부착경계면 또는 LMC에서 파단이 이루어졌으나 라텍스의 함유량이 증가할수록 기존 콘크리트에서 파괴가 주로 발생함을 알 수 있었다. 이러한 부착력의 증가로 LMC가 교량 바닥 콘크리트와 일체화 거동을 할 수 있음을 알 수 있다.

표 4. 파괴인장강도 및 파괴형상

| L/C 혼입률 | 부착강도 (kgf/cm ²) | 파괴형상(%) | | |
|---------|-----------------------------|---------|------------|------------|
| | | LMC | Inter face | Base Con'c |
| 5% | 9.69 | 67 | 30 | 3 |
| 10% | 18.63 | 82 | 10 | 8 |
| 15% | 28.25 | 18 | 0 | 82 |
| 20% | 29.74 | 17 | 3 | 80 |

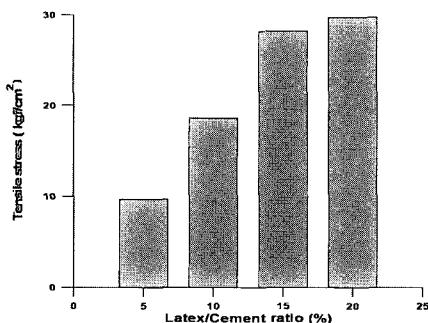


그림 5. Latex 혼입률에 따른 부착강도 변화

3.6 염화물 이온 투과시험

LMC의 투수특성을 알아보기 위해 라텍스 혼입률 증가에 따른 염화물 이온 투

과시험 결과를 〈그림 6〉에 나타내었다. 그림에서 보여 주듯이 라텍스 혼입률이 증가할수록 염화물 이온 투과량이 낮아졌으며, 라텍스 혼입률 15%일 때 투과량이 현격히 저하됨을 알 수 있었다. 이는 라텍스 고형분이 콘크리트 내부의 미세공극에 충전되어 라텍스 필름 막을 형성하고 있으므로 수밀성이 증가하기 때문이며, 충전 효과는 라텍스 혼입률 15%일 때가 적절함을 알 수 있다.

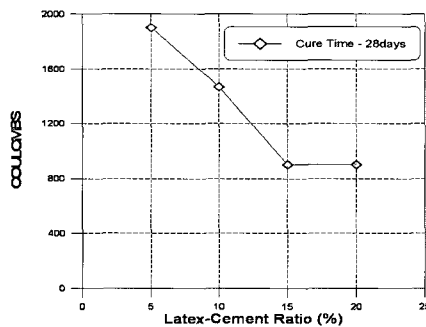


그림 6. Latex 혼입률에 따른 염화물 이온 투과량 변화도

4. 생애주기비용(LCC) 비교

LMC 교면포장공사를 수행하는데 있어 설계, 시공뿐만 아니라, 유지 보수 및 교체, 폐기에 이르기까지 소요되는 생애주기비용을 산정해 아스팔트 교면포장공법과 비교·분석을 통해 경제성 평가를 실시한 결과를 〈표 5〉와 〈그림 7, 8〉에 각각 나타내었다.

표 5. 생애주기비용(LCC) 비교

| 구분 | LMC 교면포장공사(원/m ² , 23년) | 아스팔트 교면포장공사(원/m ² , 7년) |
|---------------|--|------------------------------------|
| 초기비용 | 62,580 | 44,963 |
| 유지관리 비용 | 관리자비용 - 사용자비용 374,429 | 73059 1,463,470 |
| 생애주기 비용 (LCC) | 관리자비용 62,580 사용자비용 437,009 (포함) | 118,020 1,581,491 |

5. LMC 교면포장공법의 시공

5.1 LMC 공법 개요

LMC공법은 콘크리트 바닥판 상면을 3

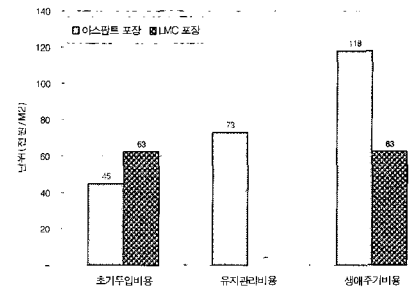


그림 7. 관리자 비용을 고려한 생애주기비용분석(23년 기준)

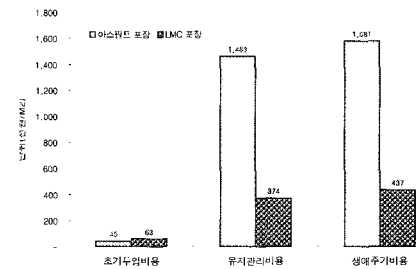


그림 8. 관리자 및 사용자 비용을 고려한 생애주기비용분석(23년 기준)

mm 내·외 표면 절삭하여 레이턴스 및 표면의 강도가 약한층을 제거한 다음, 그 위에 포설두께 5cm 내·외로 LMC를 포설·마무리하는 교면포장공법이다.

5.2 LMC 시공방법

5.2.1 교면준비공

① 교면절삭 작업

· 목적 : LMC 교면포장층과 교면 바닥 콘크리트와의 신·구 접착을 증진시켜 주기 위한 작업 공정.

· 시공방법 : 교면 바닥콘크리트의 레이턴스, 들뜬 돌, 약한 강도층 등을 3mm 내·외로 절삭·연마한 다음 교압살수로 교면을 깨끗하게 청소를 한다.



사진 1. 교면절삭 작업

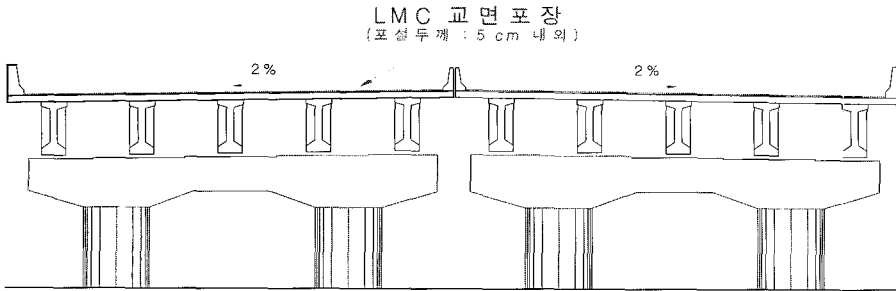


그림 9. LMC 공법 개요도

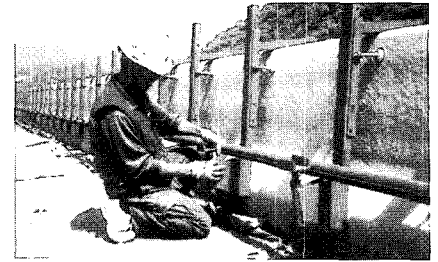


사진 3. 레일받침대 및 레일설치

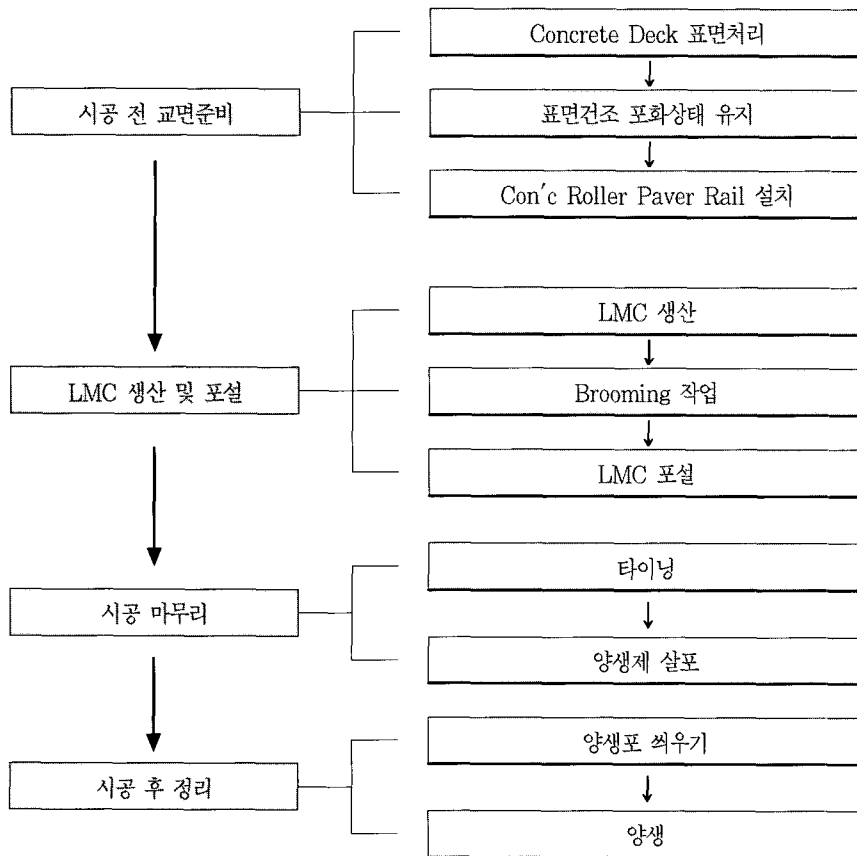


그림 10. LMC 시공 절차 개요도

② 습윤상태유지

· 목적 : 기건상태로 있는 콘크리트 바닥콘크리트가 24시간 이상 습윤상태로 유지될 수 있도록 한다.

· 시공방법 : 교면절삭 작업 공정이 완



사진 2. 습윤상태 유지

료된 다음 너마를 덮고 살수하여 교면 바닥콘크리트가 24시간 이상 습윤상태로 유지될 수 있도록 한다.

③ 레일받침대 및 레일설치

· 목적 : 콘크리트 롤러페이퍼, 타이닝기, 양생제 살포기, 작업대 등의 장비 이동 통로를 확보하기 위한 작업공정.

· 시공방법 : 교량 난간대 및 중앙분리대가 설치된 구간은 거치식 받침대, 교량 난간대 및 중앙분리대가 설치되어 있지 않는 구간에는 지지식 받침대를 설치한다.

5.2.2 LMC 생산 및 포설

① LMC 생산

· 목적 : 양질의 LMC를 생산하기 위하여 원재료의 보관 및 공급 방법, 모빌믹서 검교정 방법, 모빌믹서를 이용한 LMC 생산방법 등의 작업 공정.

· 시공방법 : 모빌믹서에 원재료를 각각 분리적재한 다음 포설 부위로 운반하여, 모빌믹서 생산 운전원에 의해 LMC를 생산한다.

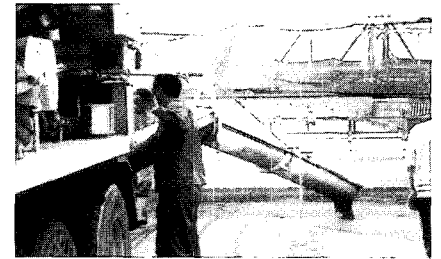


사진 4. LMC 생산

② 블루밍 작업

· 목적 : LMC 몰탈이 교량 바닥 콘크리트면에 고르게 도포되어 신·구 접착을 좋게하기 위한 공정.

· 시공방법 : 포설에 앞서 모빌믹서로부터 생산된 LMC를 특수 제작된 브러쉬 (brush)로 LMC를 밀어내면서 굵은 골재는 밖으로 흘러나가게 하고 교면에 LMC

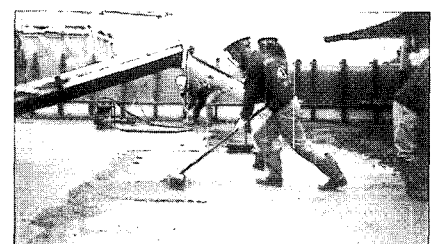


사진 5. 블루밍 작업

물탈이 고르게 도포 되도록 작업한다.

③ LMC 포설 및 마무리

· 목적 : 모빌믹서로 생산된 LMC를 포장 계획고에 맞게 교면포장이 되도록 포설 및 마무리하는 작업과정.

· 시공방법 : LMC를 콘크리트 롤러 페이퍼 전방에 포장 계획고 보다 2~3cm 높게 포설·다짐을 하고 콘크리트 롤러 페이퍼로 마무리 작업을 한다. 양측 노건부는 인력으로 마무리한다.

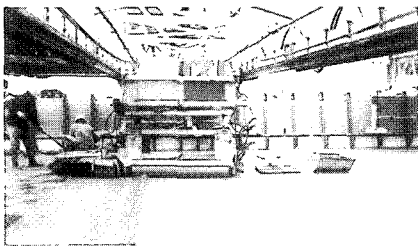


사진 6. LMC 포설 및 마무리

5.2.3 시공 마무리

① 타이닝 작업

· 목적 : 교면의 마찰저항력을 크게 하여 차량의 제동거리를 단축시키고, 배수역할을 하여 우천 시 수막현상을 방지하기 위한 작업과정.

· 시공방법 : 경사식 타이닝 장비를 이용 평탄마무리 작업 후에 홈의 간격 4cm, 홈의 깊이 5mm 내외가 되도록 거친면 마무리 작업을 한다.

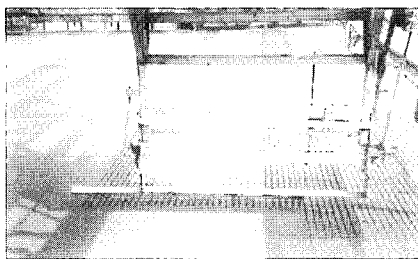


사진 7. 타이닝 작업

② 피막 양생

· 목적 : 균열발생을 억제하고 안정적으로 강도를 발현시키기 위한 공정.

· 시공방법 : 분사식 양생제 살포기를 이용하여 타이닝 작업 직후 포장 전단면에 고

르게 양생제를 살포하여, 피막양생을 한다.

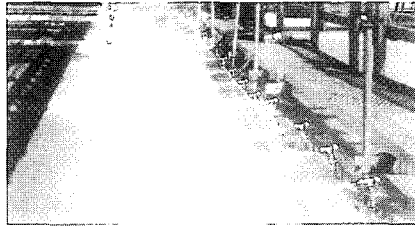


사진 8. 피막 양생

③ 양생

· 목적 : 균열발생을 억제하고 안정적으로 강도를 발현시키기 위한 공정.

· 시공방법 : 물로 축인 양생포를 덮은 다음, 수분증발을 억제하기 위하여 비닐을 덮고 48~72시간 동안 습윤양생을 실시한 다음, 48~72시간 동안 기건상태 조건으로 양생을 실시한다.



사진 9. 양생

6. LMC 품질관리

6.1 LMC 품질관리 목적

LMC가 교면포장용으로 시공이 이루어지고 교면포장에서 요구되는 성능인 평탄 정확도, 바닥판 슬래브와의 부착성능, 우수 및 염소이온 등의 침투에 대한 저항성, 진동 및 충격에 대한 바닥판 슬래브 보호, 그리고 충분한 휨인장성능으로 균열에 대한 충분한 저항성 등의 특성을 발휘하기 위해서는 적절한 품질관리가 요구되며, 일반 콘크리트 포장에서와는 다른 개념의 품질관리가 이루어져야 할 것으로 판단된다.

6.2 교면포장 요구사항별 품질관리 방안

6.2.1 평탄성

LMC의 경우 시공이 레일 위에 설치된 Deck finisher가 Mobile Mixer로부터 배출된 콘크리트를 일정한 두께로 포설하여 평탄성을 유지하도록 하고있다. 따라서 정확한 평탄성확보를 위해서는 Deck finisher가 진행하는 방향에 대하여 항상 일정한 높이 및 간격을 유지하도록 하는 것이 중요하며, Deck finisher의 뒤에 장착된 미장판이 일정한 하중을 갖도록 하는 것이 평탄성을 유지하는 관리방안이라 판단된다. 또한 램프교나 I.C교와 같이 경사가 심한 구간에 대한 시공 시 높은 경사로 인해 슬럼프가 높게 관리되는 LMC의 경우 흐름현상이 발생하여 정확한 경사의 구

표 6. LMC 관리기준 비교

| 구분 | 항 목 | 단 위 | 국 외 | | 국내 관리기준 |
|-----------|--------|---------------------|---------------------------------|-----------|---|
| | | | ACI | N. J. | |
| 역학적 특성 | 압축강도 | kgf/cm ² | 차량통행 210 이상 | 280 이상 | 270 이상 |
| | 휨강도 | kgf/cm ² | - | - | 45 이상 |
| | 인발강도 | kgf/cm ² | - | - | 14 이상 |
| 배합 기준 | 단위시멘트량 | kgf/m ³ | 390 이상 | 391.1 | 400 |
| | LC/C | kgf/m ³ | 15(121 이상) | 15(120.9) | 15 |
| | W/C | % | 40 이하 | 30 ~ 40 | 33 |
| | 잔골재율 | % | 55 ~ 70 | 55 ~ 70 | 58 |
| | 단위수량 | kgf/m ³ | 93.6 이하 | 93.4 이하 | 64 |
| | Gmax | mm | 13(No.8) | - | 13 |
| | Slump | cm | 7.5 ~ 20 | 7.5 ~ 15 | 16 ~ 22 |
| | 공기량 | % | 6.5 이하 | 6.5 이하 | 4.5 ± 1.5 % |
| 기타 | 포장두께 | cm | 2.5 이상 | - | 3.0 이상 |
| | 평탄성 기준 | cm/km | - | - | 24이하 |
| | 타설온도 | °C | 동절기 양생 시 72시간동안 7°C 이상 유지 | 7 ~ 29°C | 21 ± 11°C(양생 시 대기 온도가 최소 8시간 이상 7°C 이상 유지 시 타설가능) |

현 및 평탄성이 요구되는 수준에 만족하지 못하는 경우가 발생할 수 있기 때문에 경사가 심한 구간에 대한 시공에 있어서는 슬럼프 관리기준을 별도로 정하여 관리하도록 해야 할 것이다.

6.2.2 타이닝

교면포장에서서는 미끄럼 마찰저항을 높이고 강우 시 신속한 노면배수를 위해 타이닝을 실시하게 된다. 하지만 LMC의 경우 일반 콘크리트 포장과 달리 타설두께가 5 cm 정도로 얇기 때문에 타이닝 간격을 좁게 했을 경우 상부에 있는 골재가 튀어올라와 타이닝면이 거칠게 되는 경향이 있다. 따라서 이러한 문제점을 해결하기 위해 일반 콘크리트 포장에서와는 다르게 타이닝 간격을 3.4 ~ 4 cm로 하였으며, 타이닝 장비도 일반 콘크리트 포장에서와는 다르게 경사형의 타이닝기를 개발하여 사용하고 있다. 경사형 타이닝기를 사용함으로써 골재가 튀는 현상을 어느 정도 방지할 수 있지만 타이닝살이 일렬로 배열되지 않았을 경우 부분적으로 타이닝 깊이가 요구되는 깊이를 만족하지 못하는 경우가 발생할 수 있다. 따라서 LMC 교면포장 시공에 있어서는 라텍스 필름막 형성시기에 대한 정확한 판단으로 적절한 타이닝 시기를 결정해야 하며 타설 중간 중간 타이닝살의 간격 및 정렬상태를 확인하여 일정한 타이닝이 이루어지도록 관리해야 한다.

6.2.3 압축강도 및 휨강도

LMC의 경우 일반 콘크리트에서와는 달리 경화가 진행되면서 표면에 라텍스 필름막이 형성된다. 필름막이 형성되는 시간은 믹서에서 배출된 후 약 30분경이 되는데, 이 시점부터는 급격한 슬럼프의 감소 및 다짐불량이 발생하게 된다. 따라서 요구되는 압축강도 및 휨강도를 만족하기 위해서는 타설에 소요되는 시간이 최소가 되도록 해야하며 필름막 형성 이전에 다짐 및 포설이 이루어지도록 관리해야하며, 현장관리를 위해 현장에서 공시체를 제작할 때 신속한 제작 및 다짐이 이루어지도록 각별히 주의해야 한다.

6.2.4 블리딩

LMC에 소요되는 수량 이상의 물이 투입될 경우 물이 상면으로 떠오르며 라텍스도 함께 표면으로 떠오르게 된다. 이러한 라텍스의 블리딩이 발생할 경우 양생지연, 타이닝 합물, 양생포 씌우기 시간지연 등으로 인해 표면의 균열발생을 야기할 수 있고, 양생포를 덮었을 경우 양생포가 LMC 표면에 부착되어 지지부한 얼룩을 만들게 된다. 따라서 사용골재에 대한 수분관리가 요구되며, 현장배합 보정 후 믹서로부터 배출되는 콘크리트의 슬럼프를 검토하여 슬럼프치가 높을 경우 물의 양을 조절하여 일정한 슬럼프가 되도록 관리해야 한다.

7. 맺음말

기존 교면포장공법의 문제점을 획기적으로 개선한 LMC 교면포장공법은 교면포장의 구비조건에 적합한 LMC의 재료적인 특성을 이용한 공법으로써 바닥판 콘크리트의 내구성을 크게 증진시켜 교량의 내구수명을 연장시키고, 공용중 주행성의 저하나 유지보수가 거의 불필요하므로 유지관리비용 및 도로 이용자의 편의를 제공할 수 있으며, 경제성 분석 결과 기존 교면포장공법에 비해 생애주기비용이 3.6배 절감되는 등 우수한 특징들로 기술적·경제적인 파급효과가 상당히 클 것으로 예상된다. 더불어, LMC 교면포장의 경우 LMC의 재료적인 특성의 엄격한 품질관리가 이루어지고 시공기술의 축적을 바탕으로 한 현장 시공이 이루어질 경우 교면포장에서 요구되는 성능이 충분히 발휘될 수 있을 것을 판단된다.

LMC공법은 현재 고속도로 및 국도상의 있는 다수의 교량에 적용되고 있는 실정이며 점차 시공면적이 증대할 것으로 판단되며, 국외의 경우 충분한 성능으로 그 활용가치가 입증되고 있다. 이러한 LMC 공법은 확실한 품질관리 및 지속적인 연구개발을 통해 새로운 분야에 대한 적용 확대도 충분히 고려해 볼 수 있을 것으로 판

단되며, 꾸준한 연구개발이 이루어진다면 그 동안 일반 콘크리트가 가지고 있었던 단점을 해결할 수 있는 재료로도 충분한 가치가 있다고 판단된다. □

참고문헌

1. Bishara, A. G., "Latex Modified Concrete Bridge Deck Overlays Field Performance Analysis", Ohio Department of Transportation, Report No. FHWA/OH/79/004, 1979, pp.96.
2. Clear, K. C. and Chollar, B. H., "Styrene-Butadiene Latex Modifiers for Bridge Deck Overlay Concrete", Department of Transportation, Federal Highway Administration, Office of Research and Development, April, 1978.
3. Kuhlmann, L. A., "Experiments to Evaluate Factors Effecting the Permeability of Portland Cement Mortar and Concrete Modified with Styrene-Butadiene Latex," Presented at the Research Session, ACI Annual Meeting, Toronto, Canada, 1990.
4. Khulman, L. A., & Foor, N., "Chloride Permeability versus Air Content of Latex Modified Concrete," Cement, Concrete and Aggregates, Summer, ASTM, 1984.
5. Kuhlmann, L. A., "Performance History of Latex-Modified Concrete Overlays," ACI Publication SP-69: Application of Polymer Concrete, 1981, pp.205~218.
6. 윤경구, 이주형, 김기현, 김대호, "현장적용을 위한 라텍스 개질 콘크리트의 역학적 특성", 대한토목학회 가을학술발표회 논문집, 2000, pp.395~398.
7. 김기현, 홍창우, 박상일, 양희용, "LMC를 이용한 교면포장의 현장 적용성 평가", 대한토목학회 가을학술발표회 논문집, 2000, pp.99~102.
8. 홍창우, 윤경구, 최상릉, 김태경, "라텍스 개질 콘크리트의 투수특성과 부착강도 특성", 한국도로포장공학회 학술발표회 논문집, 2000, pp.191~197.