



02

레미콘 LMC공법을 적용한 삼성전자 주차장 옥상 포장 공사

Roof Concrete Pavement of Parking lot in Samsung Electronics using LMC Paving Method Produced in RMC Plant

이병재 Byung-Jae Lee
(주)제이엔티아이엔씨
기술연구소 선임연구원

허형식 Hyung-Seok Heo
(주)제이엔티아이엔씨
간설시공본부 본부장

정우정 Woo-Jung Chung
(주)태영건설 기술연구팀
부장

최상릉 Sang-Leung Choi
(주)하이아이엠씨
대표이사

1. 머리말

토목공사에 적용되는 라텍스개질콘크리트(LMC) 포장공법은 1990년대 미국에서 개발된 교면포장공법으로 투수성이 매우 낮고, 부착강도와 휨강도 및 화학저항성이 우수하여 20~25년 이상의 공용수명을 갖는 포장공법으로 국내에 2000년대 이후 도입되어 15년 이상 적용되어온 기술이다.

한편, 최근 도심지 고층 건물 및 대형구조물의 급증으로 인해 교통량이 증가되어 주차시설의 요구가 증대되어 지하주차장으로 해결되지 못하는 경우 주차 건물 및 건축물의 옥상 주차장 건설이 확대되고 있는 실정이다.

기존 주차장의 바닥재 시공은 에폭시수지계 및 우레탄계, 시멘트혼합 수지 모르타르계, 합성고분자 수지재료 등의 재료를 사용하여 주로 시공되고 있으나 내부주차장과 달리 옥상주차장은 차량 운하중에 따른 마모 외에도 외부 환경조건에 노출되어 있어 바닥재의 열화가 심각하여 관리자는 매년 이를 보수하기 위하여 많은 비용을 지출하고 있어 경제손실을 가중시키는 실정이다. 따라서 본고에서는 주차장 옥상의 콘크리트 열화 방지 및 내구성능 확보를 위해 교면포장공법에 주로 이용되는 레미콘 배치플랜트에서 생산된 라텍스개질콘크리트 시공 예를 간단히 소개하고자 한다.

2. 레미콘 LMC공법

2.1 LMC 공법

라텍스 개질콘크리트(LMC)란 라텍스를 보통 콘크리트에 일정량 혼합하여 제조한 콘크리트로 배합 시에는 유동성을 증가시켜 작업성을 증진시키고, 콘크리트 경화 후에는 라텍스 고형분이 콘크리트 내부의 미세공극을 채워 충전재의 역할과 동시에 필름막을 형성하여 콘크리트의 성능을 개선시킨 콘크리트를 말한다. 콘크리트에 라텍스를 혼합할 경우 시멘트 페이스트를 골재에 부착시키는 점착력이 증대되고 미세균열의 충전 효과가 향상되어 균열의 확산을 억제한다. 또한, 이러한 충전 효과에 의해 침투성이 감소되어 아스콘에 비해 우수한 방수효과를 나타낸다.

LMC의 발현 메커니즘은 시멘트 수화작용으로 골재와 골재를 연결하는 결합체가 형성되고 라텍스는 수화된 시멘트 입자와 강하게 연결되어 그물구조를 가진 폴리머 시멘트 코매트릭스를 형성한다(그림 1~3).

한편, LMC포장공법은 고가의 라텍스를 사용함으로써 물리적 성능은 향상되나 공사금액이 다른 포장기술에 비해 고가라는 것과 현장 이동식 믹서트럭을 적용해야만 시공할 수 있다는 시공성의 한계를 가지고 있어 현재 적용범위가 감소

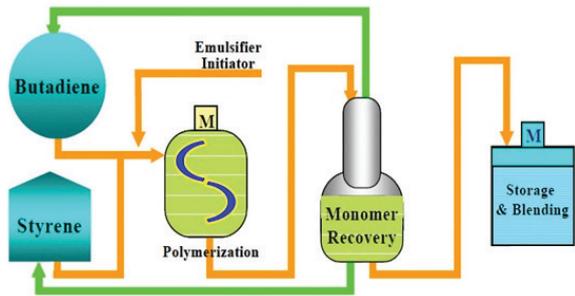


그림 1. 라텍스의 제조



그림 2. LMC 제조

| LMC 시공순서 | 레미콘 LMC 시공순서 |
|-------------|--------------|
| 야적장 선정 & 관리 | 레미콘 생산 |
| 재료준비 | |
| 모바일믹서카 | |
| 잔골재 적재 | |
| 굵은골재 적재 | |
| 시멘트 적재 | |
| 물 적재 | |
| 라텍스 적재 | |
| 믹싱 후 포설 | 포설 |
| 면 마무리 | 면마무리 |
| 양생제 살포 | 양생제 살포 |

그림 4. LMC와 레미콘 LMC의 시공절차 비교

되고 있는 실정이다. 이에 대한 대안으로 레미콘에서 생산하는 LMC포장기술이 개발되었다.

2.2 레미콘 LMC공법

2.2.1 레미콘 LMC 기술개요

레미콘 LMC포장기술은 고가의 라텍스 사용량을 현저하게 줄이고 분말형 팽창성혼합재를 적용함으로써 물리적 성능은 동등이상을 실현하고 LMC 제조원가를 현저히 줄일 수 있으며, 콘크리트의 생산을 KS인증된 레미콘 공장에서 수행함으로써 현장의 이동식 믹서트럭을 사용하지 않아 콘크리트의 품질과 시공능력을 향상(그림 4)할 수 있는 공법이다.

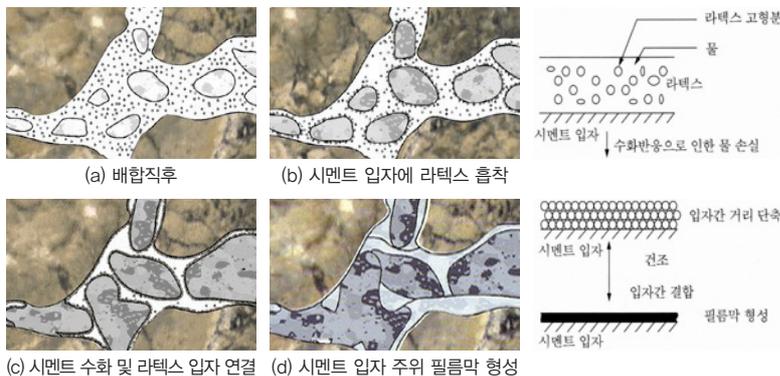


그림 3. 시멘트의 수화반응과 라텍스의 폴리머화 과정

2.2.2 복합계면활성제를 첨가한 라텍스 제조기술

일반 라텍스와 시멘트를 혼합할 경우 시멘트의 수화에 의한 $Ca(OH)_2$ 의 발생과 라텍스 표면의 보호 콜로이드 파괴에 의한 라텍스 입자가 응집하게 되며, 라텍스를 사용하는 콘크리트는 급격한 슬럼프 저하를 발생시키게 되어 LMC시공은 현장에서 제조되는 이동식 믹서트럭에 의해서만 시공될 수 있었다. 하지만 레미콘 LMC기술은 분자 길이가 다른 다종의 계면활성제와 폴리머계 유동화제를 복합적으로 라텍스 입자에 흡착시켜 라텍스의 보호콜로이드 효과를 지속시키고 입자와 Ca^{2+} 이온을 격리(그림 5)시켜 레미콘공장에서의 제조, 운반 및 시공에 소요되는 장기간의 작업시간을 확보할 수 있다.

2.2.3 팽창성혼합재를 적용한 콘크리트 제조기술

콘크리트에서 라텍스 사용량의 변화는 휨강도, 부착강도, 염화물에 대한 저항성, 길이변화 및 균열저항성 등에 큰 영향을 주며, 이러한 물리적 성능은 광물계 팽창재와 실리카 폼 등의 사용으로 대체가 가능하다. 광물계 팽창재는 시멘트의 수화과정에서 알칼리 성분과 반응하여 에트린자이트라는 침상의 결정체를 생성해 콘크리트의 수축을 방지

표 1. 레미콘 LMC기술의 물리적 특성

| 항목 | 시험방법 | 단위 | 기준 | R-LMC 특성 | |
|------------|----------------|-----------------|----------------|-----------|----------------|
| 압축 강도 | 교통 개방시 28일 | KS F 2405 | MPa | 21 이상 | 26.8~29.0 (7일) |
| | | | | 27 이상 | 38.5~45.2 |
| 휨강도 | 교통개방시 | KS F 2408 | MPa | 4.5 이상 | 5.8~7.9 |
| 슬럼프 | | KS F 2402 | mm | 190 ± 30 | 210(조절가능) |
| 공기량 | | KS F 2421 | % | 6.0 ± 1.5 | 6%(조절가능) |
| 부착강도 | | ASTM C 1583-04 | MPa | 1.4 이상 | 2.0~2.5 |
| 동결융해저항성 | | KS F 2465 | % | 내구지수 | 90% 이상 |
| 표면박리저항성 | ASTM C 672-03 | 육안평가 (50 cycle) | 0~5 낮을수록 우수 | 1 이하 | |
| | | | | | |
| 염소이온침투 저항성 | KS F 2711 | Couloms | 낮을수록 우수 | 매우 낮음 | |
| | | 학산계수 | 낮을수록 우수 | 매우 낮음 | |
| 건조수축 | KS F 2595 | mm | - | LMC 유사 | |
| 링테스트 | ASTM C 1581-04 | days | 높을수록 우수 | LMC 유사 | |
| 황산염저항성 | ASTM C 1202-04 | MPa | - | LMC 유사 | |

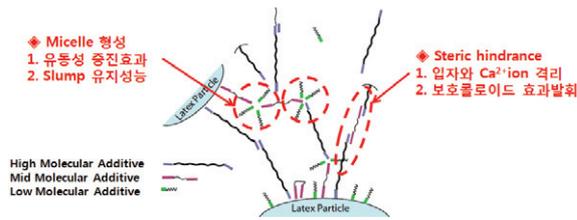


그림 5. 복합계면활성제의 작용기구

하고 내구성을 향상시킬 수 있으며, 실리카 폼은 포졸란 물질로 콘크리트 모세공극을 충전하고 내구성 증진 및 고강도를 발현시킨다. <표 1>은 레미콘 LMC의 물리시험 결과를 나타낸다.

3. 삼성전자 주차장 옥상 포장공사

3.1 공사개요

본 기술을 적용한 시공사례로 삼성전자 화성캠퍼스 반도체공장(H1)의 주차장 옥상 보수공사를 소개하고자 한다. 공사개요 및 현장전경은 <표 2> 및 <사진 1>과 같다.

표 2. 레미콘 LMC포장기술 적용현장 개요

| 항목 | 내용 |
|------|-----------------------------------|
| 공사명 | 삼성전자 반도체공장 주차장옥상 보수공사 |
| 발주처 | 삼성전자 / 삼성물산 건설부문 |
| 포장면적 | 13,400 m ² (t = 50 mm) |
| 현장위치 | 경기도 화성시 효행로 981 |
| 투입장비 | 레미콘 운반차량, 레이 및 거치대, 데크피니셔 외 |

3.2 공사내용

상기현장의 시공은 열화된 콘크리트를 제거, 인근 레미콘공장의 배치플랜트에서 LMC를 생산하여 레미콘트럭을 이용해 현장으로 이송하고, 펌프카 및 테크피니셔로 포장을 시공하였다. 시공절차는 <사진 2>와 같다.

3.2.1 열화부위 평삭 및 데크피니셔 설치

콘크리트 열화부분에 대하여 두께 50mm로 표면 평삭을 실시하고, 폐콘크리트 및 이물질 청소를 진행하였다. 콘크리트 포장 설비인 데크피니셔를 설치하였다.

3.2.2 레미콘 LMC 생산 및 품질확인

레미콘 공장에서 개질된 라텍스와 팽창성혼합재를 투



사진 1. 삼성전자 현장 전경



(a) 콘크리트 열화현장 전경 (b) 열화부위 표면평삭 및 청소



(c) 실측 및 데크피니셔 설치 (d) 레미콘 LMC생산 및 품질확인



(e) 콘크리트 타설 (f) 양생제 도포 및 줄눈커팅

사진 2. 레미콘 LMC의 시공절차

입하여 레미콘 LMC를 생산한다. 1배치 생산량은 2m² 또는 3m²으로 하며, 배치당 혼합시간은 60초 이상으로 하였다. 생산된 레미콘의 검사항목은 슬럼프와 공기량을 측정하였으며, 생산시 슬럼프 값은 220 mm ~ 240 mm, 공기량은 4% ~ 6%로 관리하였고, 측정결과 슬럼프는 230 mm, 공기량은 5.7%로 측정되었다. 레미콘 공장에서 현장까지는 30분 소요되었으며, 현장의 시공여건에 따라 30 ~ 60분 정도의 대기시간이 소요되었다. 시공 전 레미콘 LMC의 품질 확인은 슬럼프와 공기량으로 하였으며, 측정결과 슬럼프는 220 mm이고 공기량은 5.5%로 측정되었다.

3.2.3 콘크리트 타설 및 양생

품질시험을 마친 레미콘 LMC는 레미콘믹서트럭에서 펌프카를 이용하여 옥상(5층)으로 이송하여 타설하였으며, 데크피니셔를 사용하여 포설하고 피니셔의 표면 마무리가 되지 않는 양끝단은 수작업으로 표면을 마무리하였다. 표면 마무리가 된 후 즉시 양생제를 살포하여 소성건조수축을 방지하였다.

3.2.4 줄눈컷팅 및 부대시설 설치

포장체의 균열방지를 위하여 3m 간격으로 줄눈컷팅을 실시하고, 주차선도색 및 주차블럭을 설치하여 공사를 완료하였다.

4. 맺음말

레미콘 LMC포장공법(사진 3)은 기존의 LMC교면포장공법을 개선한 시공기술로 LMC의 우수한 콘크리트 특성에 경제성과 시공성을 확보할 수 있는 교면포장기술이지만 건축물에 대한 적용은 이제 도입 초기 단계이다. 삼성전자 주차장 옥상에 레미콘 LMC를 적용하고, 18개월간 모



사진 3. 레미콘 LMC시공 완료 전경

니터링 결과 균열발생 등의 표면열화현상이 관찰되지 않아 내구성이 확보된 것으로 확인하여 기존의 수지계 보수공법의 대안이 될 수 있는 것으로 판단된다. 또한, 레미콘 LMC포장공법은 물류센터, 공장 및 중차량이 통행하는 시설물의 포장공사 등 건축구조물에 대한 포장공사에 대한 경제성 있는 대안 공법이 될 수 있을 것으로 기대된다. [4]

담당 편집위원 : 정우정(주)태영건설 wchung99@hanmail.net



이병재 선임연구원은 충남대학교 토목공학과에서 복합슬래그를 활용한 연안해역 복원용 친환경콘크리트의 특성에 관한 연구로 2011년 박사학위와 토목품질시험기술사를 취득하였다. (주)제이엔티아이엔씨 기술연구소에 재직하고 있으며, 관심분야는 건설재료에 있어서 산업부산물의 활용기술, 친환경 콘크리트 및 포장 기술 분야이다. 현재 우리 학회 학회지편집위원회 위원으로 활동 중이다.
lbjae80@hanmail.net



허형식 본부장은 단국대학교 토목공학과에서 가소성그라우트의 특성에 관한 연구로 석사를 취득한 후 (주)제이엔티아이엔씨 기술연구소를 거쳐 현재는 건설시공재료팀 본부장으로 재직하고 있다. 주요관심분야는 친환경건설재료, 지반보강, 포장 등이다.
vocuum@lycos.co.kr



정우정 부장은 연세대학교 토목공학과를 졸업하고 KAIST에서 석사 및 박사학위를 취득하였다. 학위 취득 후 교량 등 구조물설계 분야에 종사하였으며, 토목구조기술사이다. 현재 (주)태영건설 기술연구팀에 재직 중에 있으며, 관심분야는 구조해석 및 설계, 내진성능, 콘크리트의 내구성, 고성능콘크리트 분야이다. 현재 우리 학회 학회지편집위원회 위원으로 활동 중이다.
wchung99@hanmail.net



최상롱 대표이사는 초속경 SB라텍스 개질콘크리트 개발로 2002년 강원대학교에서 박사학위를 받았으며, 1977년 국토교통부에 입사하여 1994년까지 재직하였다. 현재 레미콘 LMC 공법 적용을 국토교통부신기술 741호를 취득하여 국내 토목분야에서 건축분야까지 적용하고 있다.
sangrc@daum.net