

모빌믹서와 개량조합장비를 이용한 LMC 현장적용

LMC Field Application Using a Mobile Mixer and Equipments Developed in Korea

김 태 경* 이 승 재** 박 상 일*** 이 주 형**** 윤 경 구*****
Kim, Tae Kyong Lee, Seung Jae Park, Sang Il Lee, Joo Hyung Yun, Kyong Ku

1. 서론

라텍스 개질 콘크리트는 라텍스의 첨가로 인해 낮은 물/시멘트비임에도 불구하고 매우 높은 유동성과 마무리성을 가지고 있는 것이 실내 실험을 통해 검증되었고, LMC의 이러한 우수한 성질을 현장에서도 확보하여야 한다. 그러나, 현장에서 예상되는 여러 가지 문제점이 있다. 첫째, 라텍스의 경우 현장운반까지의 거리가 길어지면, 운반도중 라텍스 필름막 형성으로 작업성은 감소하게 된다. 둘째, 라텍스 개질 콘크리트의 경우 계면활성제의 역할과 더불어 배합 시 과도한 연행공기를 형성시키므로 배합시간이 길어지면 공기량이 높아져 강도 및 내구성을 저하시킬 수 있다. 셋째, 모빌믹서차량을 이용한 배합은 그 특성상 배합시간이 매우 짧기 때문에 충분한 재료간의 혼합 및 경화가 이루어지지 않을 수 있다. 이러한 불충분한 혼합 및 경화는 재령에 따른 강도발현에 있어 악영향을 미치게 된다. 덧붙여기 용 교면포장의 현장시공은 국내 경우 본 연구팀에서 자체 연구개발을 통해 얻은 결과를 바탕으로 시험포장을 수행하여 성공적인 성과를 얻은바 있으며, 2001. 4. 이후 다수의 고속도로상의 교량에 대상으로 본시공이 진행되고 있는 실정이다. 따라서, 외국도입기술인 라텍스혼합 개질콘크리트 교면포장공법을 국내 여건에 맞도록 제조 방법 및 시공방법의 평가를 통해 소화·개량한 포장공법을 자체 개발하였으며, 현장의 작업성 및 시공성을 고려한 조건 및 시공장비 개발을 통해 현장 적용성을 검증하는데 그 목적이 있다.

2. 모빌믹서 및 검·교정

2.1 모빌믹서

모빌믹서차량은 각각의 재료를 분리하여 수송, 교반하지 않은 상태에서 현장까지 운반하여 수요자가 원하는 위치에서 혼합·교반하여 곧바로 생산·배출하는 방식이다. 따라서, 교반된 상태의 굳지 않은 콘크리트를 운반하는 과정이 없으며, 이로 인해 시간에 따른 콘크리트의 성질변화를 없앨 수 있다. 모빌믹서의 혼합은 차량내의 적재함에서 재료가 분리·배출되어 배합된다. 따라서, 이에 대한 계산을 철저하게 하여야 하며, 이 과정이 모빌믹서차량을 이용한 타설에서 가장 중요하다.

* 정회원·승화이엔씨 기술연구소장, 공학박사
** 정회원·승화이엔씨 대표이사, 공학박사
*** 정회원·한국도로공사 설계처, 기술사
**** 정회원·강원대학교 석재복합신소재제품연구센터 연구원
***** 정회원·강원대학교 토목공학과 조교수, 공학박사

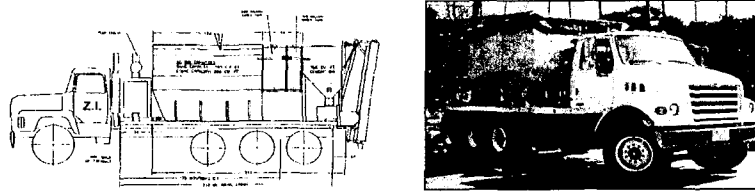


그림 1. 모빌믹서

2.2 검 · 교정

모빌믹서의 계량 및 생산기준은 ASTM C 685 「Standard Specification for Concrete Made By Volumetric Batching and Continuous Mixing」에 준한다. 모빌믹서의 검정은 소정의 시멘트 배출량을 기준으로 시간 및 Counter를 측정하고, 시멘트량에 준한 각 재료량을 결정한 상태에서 잔골재 및 굵은골재는 시멘트 배출 Counter를 기준으로 Gate를 조정하여 검정을 실시하고, 라텍스 및 물은 시멘트 배출시간을 기준으로 압력계를 조정하여 검정을 실시하였다. 생산된 LMC를 대상으로 슬럼프실험을 통해 워커빌리티 상태를 체크하였으며 모빌믹서 검 · 교정 및 LMC 생산 장면을 그림 2에 나타내었다.



그림 2. 모빌믹서 검 · 교정 및 LMC 생산

3. 현장적용

본시공은 한국도로공사에서 발주한 중부고속도로(하남~호법간) 확장공사 제2공구 상변천3교로 선정하여 (주)승화 E&C의 주관으로 시행되었다. 상변천3교는 상부구조형식은 PC Box Girder 교이며, 본시공의 시공절차는 표 1에 나타내었다.

표 1. 시험시공 절차

시공전 표면준비	LMC 포설	시공 마무리	시공 후 정리
교면 절삭→ 습윤 상태 유지→ Con'c Roller Paver 레일 설치→ 표면건조 포화상태 유지	LMC 생산→ Blooming 작업→ LMC 포설 및 마무리	타이닝→ 양생제 살포→ 양생포 쇄우기	양생

표 2. 시험시공 현장 배합표

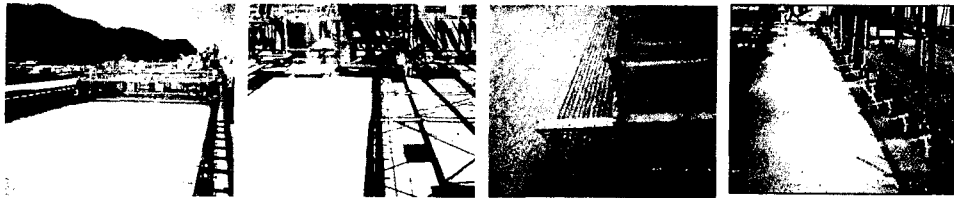
항목	G _{max} (mm)	W/C (%)	S/A (%)	L/C (%)	단위량(kg/m ³)				
					W	C	S	G	Latex
시방	13	33	58	15	66	400	958	713	126
현장	13	33	58	15	31	400	968	756	126

사용된 재료로 시멘트는 국내 S사 제품인 일반 시멘트, 라텍스는 미국 D사 제품인 스틸렌-부타디엔계열의 콘크리트용 라텍스, 그리고 잔골재 및 굵은 골재는 현장에서 사용중인 골재를 사용하였다. 본시공에 사용된 배합설계는 실내실험 및 모빌믹서를 이용한 현장적용성 평가를 통해 도출된 결과를 시방배합으로 입도 및 표면수 보정을 통한 시공을 실시하였다. 시방배합표는 표 2와 같으며, 시공장비

는 그림3 및 표 3과 같다.

표 3. LMC시공 관련 장비의 특성

시공장비	시공장비특성
모빌믹서	Latex, 시멘트, 자갈, 모래, 물 등을 적재한 후 배합계획에 의해 Mixing한 후 타설하는 장비 시간당 6~45m ³ 을 연속적으로 타설할 수 있으며 트럭기사 1명, 기기작동자 1명이 소요된다
RAIL	Deck Finisher와 Working Plate의 원활한 작업을 위한 지지 및 유도장치 Rail의 정확한 수평설치는 평탄성 확보 및 작업시간을 크게 줄일 수 있다.
Deck Finisher	모빌믹서를 통해 나온 LMC를 Rolling, Vibrating, Mixing을 동시에 수행할 수 있는 장비
TIEING - MACHINES	콘크리트 도로의 마찰저항을 증대하기 위해 기존 DECK의 타이닝 표면을처리할 수 있는 장비
WORKING PLATE	Deck Finisher 뒤에서 양생제살포 및 양생포 커버작업을 할 수 있는 작업대 이를 통해 LMC 포설부터 시공마무리까지 최단시간에 이루어지게 된다.



(a) (b) (c) (d)

그림 3. LMC 시공관련장비

4. 현장적용결과

4.1 굳지 않은 라텍스 개질 콘크리트의 작업성 평가

라텍스 혼합 개질 콘크리트는 라텍스의 첨가로 인해 낮은 물/시멘트비임에 불구하고 매우 높은 유동성과 마무리성을 가지고 있는 것이 기존의 발표 논문 등을 통해 입증되었다. 표 4는 모빌믹서를 이용한 실내실험 및 실제 현장적용에 있어 모빌믹서로부터 배출된 슬럼프로 작업성을 비교 평가한 자료이다. 현재 라텍스혼합 개질콘크리트 교면포장공법의 현장 적용에 있어서 작업성 및 시공성을 고려하여 슬럼프의 기준은 19±3cm로 하고 있으며, 목표치를 안정적으로 확보하고 있음을 알 수 있었다.

표 4. 모빌믹서의 작업성 비교평가

	현장적용	모빌믹서를 이용한 실내실험		
물/시멘트비(%)	33	31	33	35
배출슬럼프 (cm)	18	16	22	25

표 5. 평탄성 결과

구분	상행선		하행선	
	1차로	2차로	1차로	2차로
PrI (cm/km)	6.5	8.3	6.1	8.5

4.2 평탄성(PrI) 실험

평탄성 측정은 도로 공용성의 주요 평가기준인 주행시 승차감을 지수화하여 나타낸 것으로, 라텍스 혼합 개질콘크리트의 교면포장 공사 수행후 전 시공구간을 대상으로 3m 프로파일미터를 사용하여 평탄성 조사를 실시하였다. 평탄성 측정 결과를 표 5에 나타내었다. 본시공의 평탄성 PrI 측정결과 상·하행선이 6~8.5 cm/km의 분포를 보이고 있으며, 이는 교면포장 기준값 24 cm/km이하로 나타나 매우 우수한 평탄성을 보였다.

4.3 압축 및 휨강도 특성

모빌믹서로 생산·포설된 공시체를 제작·실험하였으며 양생은 현장 양생조건과 동일한 조건으로 수행하였다. 표 6에서와 같이, 재령 28일을 기준으로 압축강도는 323 ~ 328 kgf/cm², 휨강도는 87 ~ 93kgf/cm²의 분포를 보이고 있는데, 이는 교면포장에 있어 재령 28일에서의 압축강도 및 휨강도의 기준치 이상을 각각 상회하는 결과로 안정적으로 품질관리가 이루어지고 있음을 보여주고 있다.

4.4 부착강도 특성

부착강도 실험은 재령 28일을 기준으로 실시하였으며, 기준치 14kgf/cm²를 초과하는 결과로 교면질삭 방법의 개선 및 적절한 블루밍 실시에 따른 신·구 콘크리트에서 완벽한 부착이 이루어지고 있음을 보여주고 있다.

표 6. 라텍스 개질 콘크리트의 현장적용 강도실험 결과

	상행선				하행선			
	1차선		2차선		1차선		2차선	
	7일	28일	7일	28일	7일	28일	7일	28일
압축강도(kgf/cm ²)	244.7	326.0	246.7	327.7	245.3	323.0	245.7	326.3
휨강도(kgf/cm ²)	75.7	91.3	74.0	92.0	75.3	87.7	74.7	93.0
부착강도(kgf/cm ²)	-	23.1	-	-	-	22.8	-	-

5. 결론

모빌믹서와 국내 개량 조합장비를 이용한 LMC의 현장시공평가를 실시한 결과 다음과 같은 결론을 도출할 수 있었다.

- 1) 새로운 국내 개량 조합 장비를 이용하여 현장적용을 하였으며 그 결과, 현장에서의 보다 원활한 작업흐름으로 공사시간의 절약 및 우수한 성질의 교면포장체의 건설이 가능하였다.
- 2) 부착력과 평탄성 확보에 있어 시공기술 및 시공장비의 개발을 통한 현장적용에 있어 소정의 목표치를 안정적으로 확보할 수 있었다.
- 3) 현장 타설 LMC의 강도실험결과에서는 기존의 연구와 유사한 결과를 나타내었다. 또한, 초기 작업성 평가에서도 동일한 결과를 나타내었다. 따라서, 모빌믹서차량을 이용한 LMC의 현장적용은 재료성질의 큰 변이성 없이 적용 가능함을 알 수 있었다.
- 4) 국내 개량된 조합장비를 이용하여 LMC 현장시공을 수행한 결과 작업성 및 시공성의 향상을 가져왔을 뿐만 아니라, 작업시간의 단축 및 콘크리트 품질관리의 효과 또한 확보할 수 있었다.

감사의 글

본 연구는 강원대학교 부설 석재복합 신소재 제품 연구센터와 승화E&C의 연구지원비에 의해 연구되었으며 이에 감사를 표합니다.

참고문헌

1. American Concrete Institute(1992), Standard Specification for Latex-Modified Concrete Overlays, ACI 548.4-93.
2. 윤경구, 김기현, 이주형외,(2000) “라텍스 개질 콘크리트를 이용한 고속도로 교면포장의 현장적용,” 도로포장공학회 학술발표회논문집, pp.117-123.
3. 윤경구, 이주형, 김기현, 김대호.(2000), “현장적용을 위한 라텍스 개질 콘크리트의 역학적 특성”, 대한토목학회 가을학술발표회 논문집, pp.395-398.