

국내 개량 조합장비를 이용한 LMC 현장시공평가

Evaluation for LMC Field Applicability Using an Equipments Modified & Developed in Korea

김기헌* · 윤경구** · 정원경*** · 김태경**** · 박상일*****

Kim, Ki Heon · Yun, Kyong Ku · Jung, Won Kyung · Kim, Tae Kyung · Park, Sang Il

1. 서 론

기존의 교량교면포장공법은 크게 아스팔트콘크리트 교면포장과 콘크리트마모층 교면포장으로 나눈다. 아스팔트콘크리트 교면포장공법의 경우 소성변형에 의한 균열발생 및 높은 투수성으로 인하여 콘크리트의 열화, 철근의 부식을 초래하여 구조물의 내구성 저하를 가져오고, 콘크리트마모층 교면포장공법의 경우 방수성 및 균열저항성이 낮아 우수 및 염화물이온의 침투로 바닥콘크리트의 조기 열화에 따른 구조물의 내구성 감소를 초래하게 된다. 따라서, 기존의 교면포장공법의 단점을 보완할 대안으로 연구·개발된 라텍스혼합 개질콘크리트 교면포장공법은 신·구 콘크리트의 부착력 및 방수효과, 균열발생억제 등 우수한 특징들을 가지고 있다. 이러한 우수한 효과로 인해 미국에서는 현재 신설교량의 80%정도가 라텍스혼합 개질콘크리트 교면포장으로 시공되고 있는 실정이다. 국내의 경우 본 연구팀에서 자체 연구개발을 통해 얻은 결과를 바탕으로 시험포장을 수행하여 성공적인 성과를 얻은 바 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 시공장비를 개발을 통해 현장 적용성을 검증하는데 그 목적이 있다.

2. 국내 개량 조합장비를 이용한 라텍스 혼합 개질 콘크리트의 현장적용

라텍스혼합 개질콘크리트 교면포장공법은 경화된 콘크리트를 대상으로 한 덧씌우기 공법으로 신·구 콘크리트의 충분한 부착력 및 평탄성 확보, 균열의 발생억제 등을 주요 목적으로 작업성 및 시공성을 고려하여 시공 장비를 개량 및 개발하였다. 라텍스혼합 개질콘크리트의 재료적인 특성을 고려하

* 정회원 · 승하이엔씨 상무 · 02-2277-7213 (E-mail: khkim@seunghwa.co.kr)

** 정회원 · 강원대학교 토목공학과 조교수 · 033-250-6236 (E-mail: kkyun@kangwon.ac.kr)

*** 정회원 · 강원대학교 토목공학과 박사과정 · 033-250-6240 (E-mail: wonkyong@hanmail.net)

**** 정회원 · 승하이엔씨 기술연구소 소장 · 02-2277-7213 (E-mail: tkkim@seunghwa.co.kr)

***** 정회원 · 한국도로공사 설계기준부 부장 · 02-2230-4344



여 현장에서 생산 및 포설이 가능한 모빌믹서의 구비 및 적재방법의 개선을 통해 작업시간의 확보 및 효율성을 높였으며, 작업성 및 시공성을 고려하여 자체 개발된 시공장비로는 평탄성 확보를 위해 거치식, 지주식레일받침대 설치, 조면마무리를 위한 경사형타이닝기, 균열발생억제를 위해 균일분사식 양생제살포기 등이 있다. 이와같이 국내 개량된 조합장비를 이용한 라텍스혼합개질콘크리트의 현장 교면포장공사에 적용함으로써 소정의 작업성 및 시공성, 그리고 콘크리트 품질관리등 안정적으로 확보할 수 있다.

3. 현장 적용

3.1 공사 개요

본시공은 한국도로공사에서 발주한 중부고속도로(하남~호법간) 확장공사 제2공구 상변천3교로 선정하여 (주)승화 E&C의 주관으로 시행되었다. 상변천3교는 상부구조형식은 PC Box Girder 교이며, 본시공에 사용된 수량 및 자세한 공사개요는 표 1과 그림 1에 나타내었다.

표 1. 시험시공 수량

교량명	방향	시공연장(m)			교폭(m)	사공면적(m ²)	포장두께(cm)	LMC 수량(m ³)	비고
		교량	App.&완충	계					
상변천3교	서울	430.8	29.5	460.3	11.385	5,220.176	5	261.009	
	대전	430.8	29.0	459.8	11.385	5,205.093		260.255	
계		861.6		920.1		10,425.269		521.263	

본시공의 시공절차는 표2와 같으며, 사용된 재료로 시멘트는 국내 S사 제품인 보통포틀랜드 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 최적배합설계를 시방배합으로 입도 및 표면수 보정을 통한 시공을 실시하였으며, 시방배합표는 표 3과 같다.

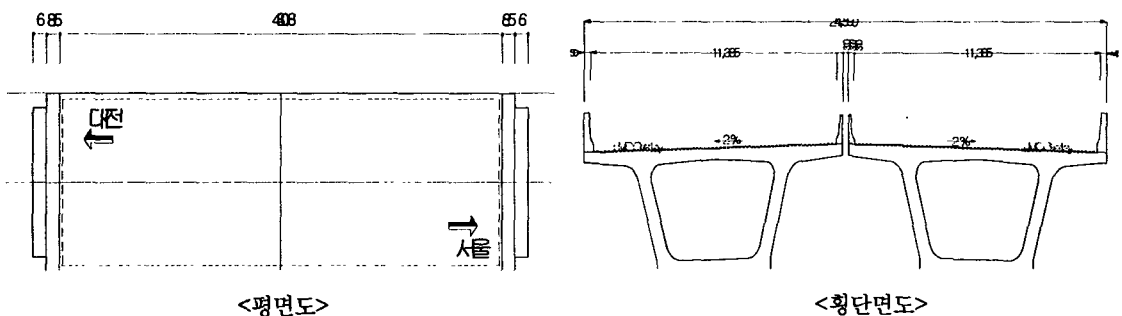


그림 1. 시공단면도(unit : mm)



표 2. 시험시공 절차

시공전 표면준비	LMC 포설	시공 마무리	시공 후 정리	항목	Gmax (mm)	W/C (%)	S/A (%)	L/C (%)	단위량(kg/m ³)				
									W	C	S	G	Latex
교면질삭→ 습윤상태유지→ Con'c Roller Paver 레일 설치→ 표면건조 포화상태 유지	LMC생산→ Blooming 작업→ LMC 포설 및 마무리	타이닝→ 양생제살포→ 양생포 띄우기	양 생	시험	13	33	58	15	66	400	958	713	126
				현장	13	33	58	15	31	400	968	756	126

표 3. 시험시공 현장 배합표

3.2 LMC 시공관련 장비

본 시공에서는 재료적인 특성 및 작업성을 고려하여 국내 작업 여건에 맞는 시공장비 및 시공기술을 자체 개발하였으며, 대표적인 시공장비는 표 4, 그림 2에 각각 나타내었다.

표 4. LMC시공 관련 장비의 특성

시공장비명	시공장비특성
(a) 포빌믹서	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
(b) RAIL	Deck Finisher와 Working Plate의 원활한 작업을 위한 지지 및 유도장치 Rail의 정확한 수평설치는 평탄성 확보 및 작업시간을 크게 줄일 수 있다.
(c) Deck Finisher	Mobil Mixer를 통해 나온 LMC를 Rolling, Vibrating, Mixing을 동시에 수행할 수 있는 장비기기작동자 1명이 소요된다.
(d) TIBING - MACHINES	콘크리트 도로의 마찰저항을 증대하기 위해 기존 DECK의 타이닝 표면처리를 할 수 있는 장비이다
(e) WORKING PLATE	Deck Finisher 뒤에서 양생제살포 및 양생포 커버작업을 할 수 있는 작업대를 통해 LMC 포설부터 시공마무리까지 최단시간에 이루어지게 된다.

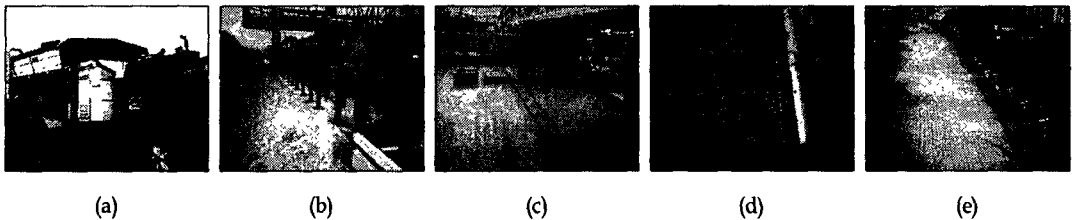


그림 2. LMC 시공관련장비

4. 결과 및 고찰

4.1 굳지 않은 라텍스 개질 콘크리트의 작업성 평가

라텍스 혼합 개질 콘크리트는 라텍스의 첨가로 인해 낮은 물/시멘트비임에 불구하고 매우 높은 유



동성과 마무리성을 가지고 있는 것이 기존의 발표 논문 등을 통해 입증되었다^{1,2,3)}. 표 5는 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 $19 \pm 3\text{cm}$ 로 하고 있으며, 목표치를 안정적으로 확보하고 있음을 알 수 있었다.

표 5. 모빌믹서의 작업성 비교평가

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

표 6. 시험시공 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 수치화하여 나타낸 것으로, 라텍스혼합 개질콘크리트의 교면포장 공사 수행후 전 시공구간을 대상으로 3m 프로파일미터를 사용하여 평탄성 조사를 실시하였다. 평탄성 측정 결과를 표 6에 나타내었다. 본시공의 평탄성 PrI 측정결과 상·하행선이 6~8.5cm/km의 분포를 보이고 있으며, 이는 교면포장 기준값 24cm/km 이하로 나타나 매우 우수한 평탄성을 보였다.

4.3 압축 및 휨강도 특성

모빌믹서로 생산·포설된 라텍스혼합개질콘크리트의 강도를 측정하기 위하여 현장에서 시료를 직접 채취하여 공시체를 제작·실험하였다. 양생은 현장 양생조건과 동일한 조건으로 수행하였으며, 제작·양생된 공시체를 대상으로 재령 7일, 28일에 압축·휨강도 실험을 실시한 결과를 표 7에 나타내었다. 표에서 보면 알 수 있듯이, 재령 28일을 기준으로 압축강도는 $323 \sim 328 \text{ kg/cm}^2$, 휨강도는 $87 \sim 93 \text{ kg/cm}^2$ 의 분포를 보이고 있는데, 이는 교면포장에 있어 재령 28일에서의 압축강도 및 휨강도의 기준값인 270 kg/cm^2 , 45 kg/cm^2 이상을 각각 상회하는 결과로 안정적으로 품질관리가 이루어지고 있음을 보여주고 있다.

표 7. 라텍스 개질 콘크리트의 현장적용 강도실험 결과 및 부착강도와 파괴형상

	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
파괴하중(kg)	-	1813	-	-	-	1792	-	-
부착강도(kgf/cm ²)	-	23.1	-	-	-	22.8	-	-



4.4 부착강도 특성

부착강도 실험은 재령 28일을 기준으로 실시하였으며, 실험결과는 표 7에 나타내었다. 재령 28일을 기준으로한 부착강도는 22.8 ~23.1 kg/cm²의 분포를 보여주고 있는데, 이는 기준값인 14kgf/cm²을 훨씬 초과하는 결과로 교면절삭 방법의 개선 및 적절한 블루밍 실시에 따른 신·구 콘크리트에서 완벽한 부착이 이루어지고 있음을 보여주고 있다.

5. 결론

본 연구에서는 국내 개량 조합장비를 이용한 LMC의 현장시공 평가를 실시한 결과 다음과 같은 결론을 도출할 수 있었다.

- 1) 국내 개량된 조합장비를 이용하여 LMC 현장시공을 수행한 결과 작업성 및 시공성을 향상을 가져왔을 뿐만 아니라, 작업시간의 단축 및 콘크리트 품질관리등의 효과도 얻을 수 있었다.
- 2) 교면 덧씌우기 공법의 경우 주요 사항인 신·구콘크리트의 부착력 및 평탄성 확보 등에 있어 시공기술 및 시공장비의 개발을 통한 현장 적용에 있어 소정의 목표치를 안정적으로 확보할 수 있었다.
- 3) 모빌릭서를 이용한 LMC 생산에 있어 엄격한 품질관리를 통해 소정의 압축강도 및 휨강도를 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. Ohama, Y.,(1989), Principle of Latex Modification and Some typical Properties of LMC, ACI Material Journal, Vol.84, NO.6. Nov-Dec. pp.511-518.
3. 윤경구, 이주형, 김기현, 김대호.,(2000), "현장적용을 위한 라텍스 개질 콘크리트의 역학적 특성", 대한토목학회 가을학술발표회 논문집, pp.395-398.