

# 콘크리트 내에서 보강철근의 부식저항성에 미치는 라텍스의 효과

## Effect of Latex on Corrosion Resistance of Steel Rebar in Concrete

박 성 기\*      원 종 필\*\*      성 상 경\*\*\*      박 찬 기\*\*\*\*

Park, Sung Ki    Won, Jong Pil    Sung, Sang Kyung    Park, Chan Gi

---

### ABSTRACT

This study were evaluated the corrosion threshold reached at steel reinforcement in latex modified concrete(LMC). Accelerated testing was accomplished to the evaluate the diffusion coefficient of LMC mix, and the time dependent constants of diffusion. Also, average chloride diffusion coefficient was estimated. From the average chloride ion diffusion coefficient, the time which critical chloride contents at depth of reinforcement steel was estimated.

Test results indicated that the corrosion threshold reached at reinforcement in LMC are effected on the mix proportion factor including latex content, and water-cement ratio.

### 요 약

본 연구에서는 라텍스개질 콘크리트 내에서 보강철근의 부식개시시기를 평가하였다. 촉진시험은 LMC 배합의 확산계수와 시간의존적 확산계수를 결정하기 위하여 실시하였으며, 평균염화물확산계수를 평가하였다. 평균 염화물이온 확산계수로부터 보강철근의 깊이에서의 임계염화물량에 도달하는 시간을 계산하였다. 임계염화물량에 도달하는 시간을 통하여 부식개시시를 계산하였으며, 이를 통하여 보수시기를 계산하였다.

시험결과 LMC 내에서 염화물 이온확산, 보강철근의 부식개시시기는 라텍스첨가비 및 물-시멘트비에 의하여 영향을 받았다.

---

### 1. 서 론

교량에서 콘크리트 바닥판은 동결-융해, 마모, 알칼리-골재 반응, 과도한 균열 발생이나 보강재 철근의 부식으로 인한 스프링 등과 같은 원인에 의해 손상이 발생된다. 우리나라뿐만 아니라 외국 의 경우에도 교량의 손상에 있어서 가장 큰 문제로 우수 및 제설제 등의 침투에 따른 슬래브 보강

---

\* 정회원, (주) 승화이엔씨, 기술연구소, 공학박사

\*\* 정회원, 건국대학교, 사회환경시스템공학과, 교수

\*\*\* 정회원, (주) 승화이엔씨, 기술연구소, 공학석사

\*\*\*\* 정회원, 공주대학교, 지역건설공학전공, 조교수

철근의 부식으로 인한 콘크리트 열화로 규정하고 있다.<sup>1)</sup> NCHRP(National Cooperative Highway Research Program)의 보고서 “NCHRP Synthesis of Highway Practice 4 : Concrete Bridge Deck Durability(1970)”에 의하면 가장 빈번한 유지보수가 필요한 손상형태가 교량 바닥판에서의 균열, 스케일링 및 스폴링 등인 것으로 보고하고 있다.<sup>4)</sup> NCHRP 연구결과에 따라 1972년 FHWA(Federal Highway Association)에서는 교량의 손상을 최소화하기 위하여 정책적으로 모든 교량에 바닥판 보호공법을 적용하도록 하였다. 따라서 교면방수가 건설시장에서 새로운 상품으로 확대되는 계기가 되었으며, 이와 더불어 철근의 피복두께의 증가, 균열발생 억제, 콘크리트 내부의 공극을 저감하려는 노력들이 이루어졌다.<sup>2,3)</sup> 본 연구에서는 보강철근의 부식에 대한 LMC의 효과를 평가하였다.

## 2. 실험계획

### 2.1 사용재료

시멘트는 보통 포트랜드시멘트를 사용하였으며 굵은 골재는 최대치수 13mm의 부순골재를 사용하였고, 잔골재는 비중 2.53의 강모래를 사용하였다. 라텍스는 SB 라텍스로 Styrene 모노머와 Butadiene 모노머 및 소포제 등의 첨가제가 혼합된 것을 사용하였다.

### 2.2 배합설계

염화물 이온 확산특성에 따른 부식개시시기에 대한 LMC의 영향을 평가하기 위하여 5개 배합에 대하여 염화물 이온 확산 특성실험을 실시하였으며 배합비는 표 1과 같다.

표 1. LMC의 배합설계

Type of mix(W/C-LS/C-unit cement contents)	W/C (%)	LS/C (%)	S/a (%)	(kg/m <sup>3</sup> )				
				C	W	S	G	Latex
33-15-400	33	15	55	400	64	887	760	128
33-10-400		10			87	914	783	85
39-10-400	39	10			111	881	755	85
39-5-400		5			133	908	778	43
45-5-400	45	5			157	874	749	43

### 2.3 실험방법

LMC의 염화물 이온 확산특성을 평가하기 위하여 재령 7, 28, 56, 및 91일에서 급속 전기이동에 의한 확산 실험을 실시하였다. 급속 전기이동에 의한 염화물 이온의 확산 평가는 북유럽 실험기준인 NT Build 492에 준하여 실시하였다. 실험에 필요한 시편은 지름 100mm, 높이 200mm의 원형 공시체를 제작한 후 공시체의 높이 중앙에서 50mm를 잘라낸 부분을 사용하였으며, 각 실험재령에서 전처리를 실시한 후 실험을 실시하였다.

## 3. 결과 및 고찰

### 3.1 확산계수

비정상상태의 영동확산계수를 평가한 결과는 그림 1에 나타내었다. LMC의 확산계수는 라텍스의 첨가량, 물-시멘트비 및 재령에 영향을 받았다. 동일한 물-시멘트비에서 라텍스 첨가량 15%와

10%인 경우 확산계수는 라텍스 첨가비가 크고 재령이 증가함에 따라 확산계수 감소가 크게 나타났다. 물-시멘트비가 39%인 경우에도 동일한 경향을 나타내고 있는데, 이와 같은 결과는 라텍스 첨가량이 많을수록 콘크리트 내부의 형성되는 필름막이 두껍고 이러한 필름막은 장기적으로 지속적으로 형성되기 때문이다.

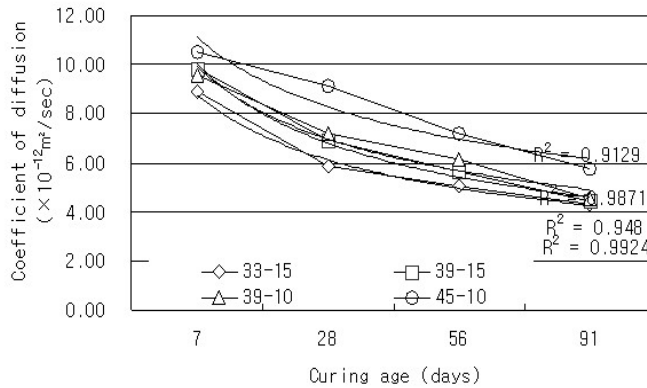


그림 1. 확산계수 시험 결과

### 3.2 시간의존적 상수 및 평균확산계수 산정

본 연구에서는 재령별 확산계수 산정결과로부터 시간의존성 경험상수 ( $m$ )을 산정하기 위해 재령에 따른 확산계수결과가 멱함수의 관계로 표시되는 점을 고려하여 로그함수로 나타내어 회귀분석을 실시하였다. 회귀분석을 통해 얻어진 재령과 확산계수의 관계분석결과를 나타낸 것은 표 2와 같다. 각 배합에 대한 시간의존상수는 0.26~0.50 사이로 나타났다. 각 배합에 대해 계산된 시간의존상수를 적용하여 각 염화물 이온함량이나 철근부식의 개시시기 예측 등에 적용하기 위한 평균 확산계수를 산정하였다. 평균 확산계수는 라텍스첨가비, 물-시멘트비에 따라 영향을 받아 0.13~0.74×cm<sup>2</sup>/year의 범위를 나타내었다.

표 2. 시간의존적 상수 및 평균확산계수 산정 결과

Type of mix (w/c-LS/c-cement content)	Function of regression analysis	R-square (R <sup>2</sup> )	Time-dependent constants ( $m$ )	Average diffusion coefficient, $\overline{D_a}$ (cm <sup>2</sup> /yr)
33-15-400	$y = 18.96 \times x^{-0.50}$	0.824	0.50	0.13
33-10-400	$y = 17.38 \times x^{-0.44}$	0.917	0.44	0.17
39-10-400	$y = 16.24 \times x^{-0.31}$	0.924	0.31	0.40
39-5-400	$y = 13.11 \times x^{-0.26}$	0.870	0.26	0.51
45-5-400	$y = 18.98 \times x^{-0.26}$	0.927	0.26	0.74

### 3.2 표면염화물 이온량에 따른 철근 부식개시시기

표면 염화물량에 따른 LMC 내부로의 확산을 통한 철근의 부식개시시기 평가 결과는 표 3과 같다. 평가결과 라텍스첨가비가 증가할수록, 물-시멘트비가 작을수록 모든 표면 염화물량에서 부식개시기는 늦어졌으며, 표면 염화물량이 증가할수록 급격히 부식개시시기는 빨라지는 것을 알 수 있다. 각 변수에 따른 부식개시시기는 표면염화물량이 적을 때는 큰 차이를 발생하지만, 표면염화물량이

증가하면 그 차이가 크게 감소한다는 것을 알 수 있다. 부식개시시기는 라텍스첨가비 15%에서 10%로 감소할 때 약 40% 감소하고, 물-시멘트비가 33%에서 39%로 변화할 때 약 51% 감소하는 결과를 나타내고 있다. 그러나 배합변수는 복합적으로 부식개시시기에 영향을 미치고 있다. 따라서 부식개시시기의 지연은 물-시멘트비가 작을수록 라텍스 첨가비가 클수록 우수한 효과를 발휘하는 것으로 나타났다.

표 3. 표면염화물량에 따른 부식개시시기 예측결과

Type of mix (w/c-LS/c-cement content)	Corrosion threshold reached at reinforcement (year)			
	Content of surface chloride ion (kg/m <sup>3</sup> )			
	1.8	3.5	5.3	7.4
33-15-400	129.7	58.6	42.4	34.4
33-10-400	99.0	44.8	32.4	26.3
39-10-400	42.1	19.0	13.8	11.2
39-5-400	33.0	14.9	10.8	8.8
45-5-400	22.8	10.3	7.5	6.1

#### 4. 결 론

본 연구에서는 라텍스첨가비 및 물-시멘트비를 변수로 확산특성 실험을 실시하여 철근의 부식개시시기 평가에 필요한 평균 염화물 이온 확산계수를 결정하였다. 또한 염화물 이온 침투로 인해 발생하는 철근부식개시기를 평가하여 LMC 내에서 라텍스 첨가비 등이 보강철근의 부식개시시기에 미치는 영향을 분석하였으며, 결과를 요약하면 다음과 같다.

- 1) LMC의 확산계수는 물-시멘트비 감소할수록, 라텍스첨가비가 증가할수록 작아지는 경향을 보였지만, 일정한 경향을 나타내지 않고 배합변수에 의해 복합적으로 영향을 받았다
- 2) LMC 배합에 따른 확산계수의 시간의존성 상수는 0.50~0.18이며 평균 확산계수는 0.13~0.74×c m<sup>2</sup>/year의 범위를 나타냈다.
- 3) LMC에서 표면염화물량에 따른 철근부식 개시시기는 표면염화물량이 증가할수록 단축되었으며 라텍스첨가비 및 물-시멘트비에 따라 복합적으로 영향을 받았다

#### 참고문헌

1. 이상우, 박성기, 김기현, 임홍범(2006), 특수콘크리트를 이용한 교면포장 공법, 콘크리트학회지, Vol. 18, No. 3, pp. 33~37.
2. ACI Committee 548(1991), State of the Art, Polymer Modified Concrete, ACI 548.3R-91.
3. NCHRP Synthesis of Highway Practice 57(1979), Durability of Concrete Bridge Decks, Transportation Research Board, National Research Council, Washington, D.C., pp. 61
4. NCHRP Synthesis of Highway Practice 4(1970), Concrete Bridge Deck Durability, Transportation Research Board, National Research Council, Washington, D.C., pp. 48.