

# 보수용 모르타르의 강도 및 투과특성에 관한 연구

백신원

한경대학교 안전공학과

## 1. 서론

콘크리트 구조물은 여러 가지 원인에 의해 손상을 입거나 시간이 지남에 따라 노후화가 진행된다. 이와 같이 손상을 입거나 노후화가 진행된 구조물은 그 내구성능이 저하되어 계속 사용하기 위해서는 보수를 하거나 보강해야만 한다. 구조물을 보수하거나 보강하는 것은 구조물의 수명을 크게 연장하는 일로 여러 가지의 경제적인 효과가 있기 때문에 이에 대한 연구와 공법 개발 등이 활발히 이루어지고 있다<sup>1)</sup>.

일반적으로 보수는 손상원인을 제거하거나 여러 가지 보수재료를 이용하여 구조물의 성능을 향상시킬 수 있도록 대상 구조물에 대한 추가적인 공사를 하는 것을 의미한다. 특히 여러 가지 원인에 의해 부식되거나 탈락된 콘크리트 표면의 보수에는 보수용 모르타르가 많이 사용되고 있다.

한편 콘크리트 구조물의 내구성에 가장 크게 영향을 미치는 인자 중 하나는 콘크리트 투수특성인데, 표면보수에 주로 사용되는 보수용 모르타르에 대한 연구는 접착성능과 압축강도를 중심으로 이루어지고 있다<sup>2,3)</sup>.

따라서 본 연구에서는 표면보수재로 주로 사용되는 5종류의 보수재에 대한 압축강도, 휨강도, 부착강도와 더불어 염소이온 투과 시험을 통해 투수특성을 알아내어 콘크리트 구조물의 종류와 용도 및 위치에 따라 보수하는데 있어 올바르게 사용될 수 있도록 하는데 그 목적이 있다.

## 2. 실험변수 및 배합

본 연구에서는 5 종류의 모르타르를 선택하여 실험을 수행하였는데, Table 1은 실험에 사용된 5 종류의 모르타르로서 ERH는 초속경폴리머모르타르, CA는 내중성화폴리머모르타르, CH는 내화학폴리머모르타르, CL은 내염화폴리머모르타르, SP는 뽀칠폴리머모르타르를 의미한다.

Table 2는 5종류의 보수용 모르타르의 배합표로서 모르타르 생산업체에서 추천하고 있는 배합을 사용하였다.

Table 1 Mortar types

Specimen name	Mortar Type
ERH	Extra rapid hardening polymer mortar
CA	Carbonation - resisting polymer mortar
CH	Chemical - resisting polymer mortar
CL	Chloride - resisting polymer mortar
SP	Spray polymer mortar

Table 2 Mix proportioning

Specimen	Cement ( $kgf/m^3$ )	Water ( $kgf/m^3$ )	Fine aggregate ( $kgf/m^3$ )	Mineral admixture ( $kgf/m^3$ )	Chemical admixture ( $kgf/m^3$ )
ERH	167	334	1,573	220	5.9
CA	639	334	1,199	124	3.9
CH	501	334	1,199	261	3.9
CL	560	334	1,199	202	3.9
SP	590	334	1,111	258	7.9

### 3. 실험 결과

#### 3.1 강도

초속경폴리머모르타르는 경화가 빨리 일어남으로 타설후 3시간, 6시간, 24시간의 압축강도, 휨강도, 부착강도를 측정하였는데, 이에 대한 평균값 결과는 Table 3a와 같으며, 내중성화폴리머모르타르, 내화학폴리머모르타르, 내염화폴리머모르타르, 뽀칠폴리머모르타르는 타설후 3일, 7일, 14일, 28일의 압축강도와 휨강도와 3일, 7일, 14일의 부착강도를 측정하였는데, 이에 대한 평균값 결과는 Table 3b와 같다.

Table 3b에서 보는 바와 같이 내염화폴리머모르타르가 가장 큰 압축강도와 휨강도 결과를 보였으며, 뽀칠폴리머모르타르가 가장 낮은 압축강도와 휨강도 결과를 보였다. 한편, 부착강도에서는 내염화폴리머모르타르가 가장 큰 결과를 보였고, 내중성화폴리머모르타르와 내화학폴리머모르타르가 가장 낮은 결과를 보였다.

Table 3(a) Strength results(1)

Specimen name	Compressive strength ( $kgf/cm^2$ )			Flexural strength ( $kgf/cm^2$ )			Bond strength ( $kgf/cm^2$ )		
	3hr	6hr	24hr	3hr	6hr	24hr	3hr	6hr	24hr
ERH	219	270	375	31.6	45.9	75.5	14.4	17.4	21.6

Table 3(b) Strength results(2)

Specimen name	Compressive strength ( kgf/cm <sup>2</sup> )				Flexural strength ( kgf/cm <sup>2</sup> )				Bond strength ( kgf/cm <sup>2</sup> )		
	3day	7day	14day	28day	3day	7day	14day	28day	3day	7day	14day
CA	256	392	434	542	72.4	84.7	99.0	115.3	17.1	24.3	30.5
CH	256	360	438	526	62.2	79.6	96.9	114.3	17.6	24.4	30.1
CL	269	293	394	568	79.6	96.9	116.3	127.6	20.1	25.9	35.9
SP	250	375	417	504	59.0	71.5	76.8	82.9	25.6	27.9	31.8

### 3.2 투수

염소이온 투과시험 결과는 Figure 1과 같으며, Figure 1에서 보는 바와 같이 초속경 폴리머모르타르, 내염화폴리머모르타르, 뿔칠폴리머모르타르, 내중성화폴리머모르타르, 내화학폴리머모르타르 순으로 염소이온 투과량이 큰 결과를 보여, 내중성화폴리머모르타르, 내화학폴리머모르타르 등은 수밀성이 요구되는 구조물의 보수에 사용하는 함에 있어 세밀한 주의를 기울여야 할 것으로 사료된다.

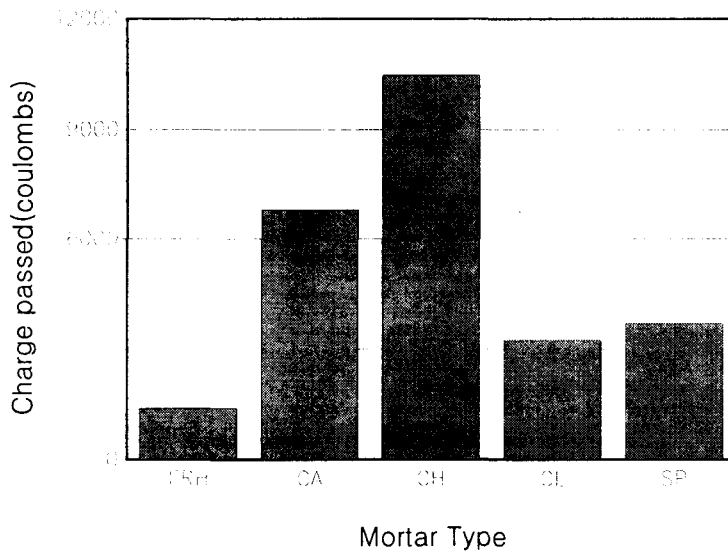


Figure 1 Charge passed according to mortar type

C. Andrade의 논문에 의하면 ASTM C1209-91의 염소이온 투과시험에 의해 측정된 이온투과량(Passed charge, Coulomb)과 색 변화 측정방법(Colourimetric method)의 색 변화 깊이(Colour changing depth)는 다음 식과 같은 선형관계식으로 표현할 수 있다.

$$Q = 3.56 + 2.54 X_d \quad [1]$$

여기서,  $Q$  : 단위면적당 통과한 전하량 (Coulombs/cm<sup>2</sup>)

$X_d$  : 색 변화 깊이( mm)

이 {3}식에 의해 구한 보수용 모르타르 종류별 색 변화 깊이는 Figure 2와 같다.

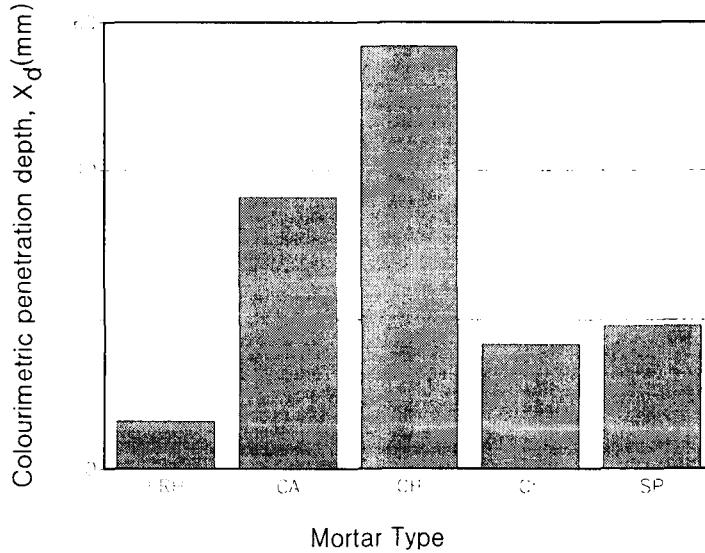


Figure 2 Colourimetric penetration depth according to mortar type

염소이온 확산계수 측정실험(CTH rapid method)에서 염소이온의 이동특성은 이온의 확산에 의해 지배되며, 이 것은 확산계수에 의해 표현될 수 있는데, 다음 [2]식으로 확산계수(Diffusion coefficient)를 구할 수 있다.

$$D_{nssm} = \frac{RTL}{zFU} \frac{x_d - \alpha\sqrt{x_d}}{t} \quad [2]$$

$$\alpha = 2\sqrt{\frac{RTL}{zFU}} \operatorname{erf}^{-1} \left( 1 - \frac{2c_d}{c_0} \right) \quad [3]$$

여기서,  $D_{nssm}$  : 확산계수(Diffusion coefficient,  $m^2/sec$ )

$z$  : 이온밸런스 절대값(Absolute value of ion valence,  $z=1$ )

$F$  : 패러디 상수(Faraday constant,  $F = 9.648 \times 10^4 J/(V \cdot mol)$ )

$U$  : 포텐셜차 절대값(Absolute value of potential difference,  $V$ )

$R$  : 가스상수(Gas constant,  $R = 8.314 J/(K \cdot mol)$ )

$T$  : 용액온도(solution temperature,  $K$ )

$L$  : 시편두께(thickness of the specimen,  $m$ )

$x_d$  : 침투깊이(penetration depth,  $m$ )

t : 시험시간(test duration, second,  $t=t_{CTH} \times 3600$ )

$erf^{-1}$  : 에러 역함수(inverse of error function)

$c_d$  : 색 변화 염소농도

(chloride concentration at which the colour changes,  $c_d \approx 0.07N$ )

$c_0$  : 셀 농도(chloride concentration in the upstream cell,  $c_0 \approx 2N$ )

이 [2]식에 의해 구한 보수용 모르타르 확산계수는 Figure 3과 같다.

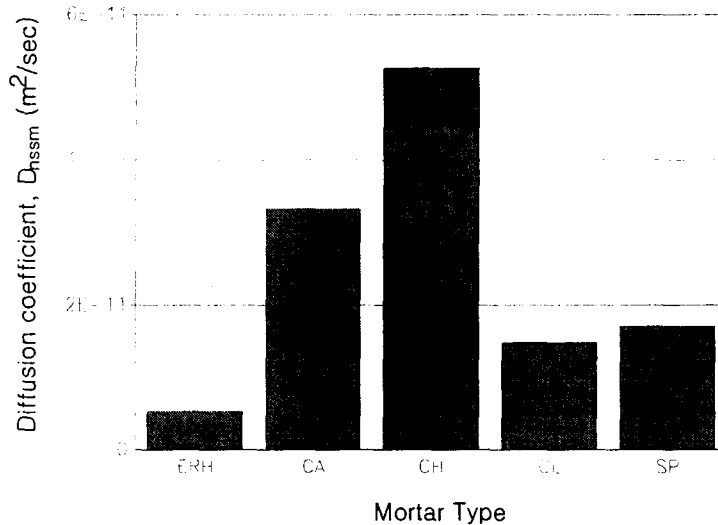


Figure 3 Diffusion coefficient according to mortar type

## 5. 결론

콘크리트 구조물은 사용성과 안전성을 확보하기 위해서는 구조물에 대한 보수와 보강과 같은 철저한 유지관리가 필요하며, 특히 여러 가지 원인에 의해 손상된 표면은 철근의 부식과 단면력을 확보하기 위해 보수용 모르타르를 이용하여 보수를 하게 된다.

따라서 본 연구에서는 보수용 모르타르에 대한 강도 및 투수특성을 알아보기 위해 표면보수재로 주로 사용되는 5종류의 보수용 모르타르를 선택하여 압축강도, 휨강도, 부착강도와 투수성을 측정하여 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

① 압축강도에서는 내중성화폴리머모르타르, 내화학폴리머모르타르, 내염화폴리머모르타르, 뽀칠폴리머모르타르 중 내염화폴리머모르타르가 가장 큰 결과를 보였으며, 뽀칠폴리머모르타르가 가장 낮은 결과를 보였다.

② 휨강도도 압축강도와 마찬가지로 내중성화폴리머모르타르, 내화학폴리머모르타르,

내염화폴리머모르타르, 뿔칠폴리머모르타르 중 내염화폴리머모르타르가 가장 큰 결과를 보였으며, 뿔칠폴리머모르타르가 가장 낮은 결과를 보였다.

③ 부착강도에서는 내중성화폴리머모르타르, 내화학폴리머모르타르, 내염화폴리머모르타르, 뿔칠폴리머모르타르 중 내염화폴리머모르타르가 가장 큰 결과를 보였으며, 내중성화폴리머모르타르와 내화학폴리머모르타르가 가장 낮은 결과를 보였다.

④ 염소이온 투과량 및 색변화 깊이, 확산계수는 초속경폴리머모르타르, 내염화폴리머모르타르, 뿔칠폴리머모르타르, 내중성화폴리머모르타르, 내화학폴리머모르타르 순으로 큰 결과를 보여, 내중성화폴리머모르타르, 내화학폴리머모르타르 등은 특히 수밀성이 요구되는 구조물의 보수에는 적합하지 않은 것으로 사료된다.

## 참고문헌

1. 강성후, '토목구조물의 안전진단과 사례,' 도서출판 구미서관, 2001
2. 오병환, 정원기, 차수원, 장봉석, "콘크리트 투수성 측정 및 초저투수성 콘크리트의 개발연구," 콘크리트학회논문집 제8권 5호, 1996, 10
3. 박승범, 김도겸, "콘크리트 중의 염소이온 확산 특성에 관한 실험적 연구," 콘크리트학회논문집, 제12권 1호, 2000. 2
4. Annual Book of ASTM Standard, C1202, "Electrical Indication of Concrete's Ability to Resist Chloride Ion Penetration," 1990
5. C. Andrade, M. Castellote, C. Alonso, C. Gonzalez, "Relation between colourimetric chloride penetration depth and charge passed in migration tests of the type of standard ASTM C1202-91," Cement and Concrete Research, 1999