

단면복구용 폴리머 모르타르의 염소이온 투과성 평가

Performance Evaluation of Chloride Ion Penetration of Polymer Mortar for Section Restoration

박성우*
Park Sung Woo

강동수**
Kang Dong Soo

한복규***
Han Bog Kyu

ABSTRACT

Recently, polymer mortar has been developed not only more improving the performance of modified mortar with polymer, but also protecting and repairing materials of structures, especially in marine environment because of their excellent performance to improve compressive strength, flexural strength, and adhesive strength. however, in fact, these rehabilitation techniques in marine environment, which consist of removing delaminated areas of concrete, cleaning affected steel and patching with polymer mortar, have proven to be ineffective for marine structures. Also, repairs are often repeated every several years. Therefore, it is necessary to research performance evaluation of chloride ion penetration of polymer mortar for section restoration.

Key Word: Polyber mortar, chlodide, Section restoration

1. 서론

최근 리모델링 시장이 확대됨에 따라 철근 콘크리트 구조물의 내구성에 대한 관심이 높아지면서, 이러한 문제의 해결을 위해 많은 공법과 보수재료가 개발되고 적용되어 지고 있다. 그 중 콘크리트의 열화부를 제거하고 손쉽고 용이하게 복구할 수 있는 방법 중 하나가 폴리머 시멘트를 이용한 단면복구 방법인데, 본 논문에서는 현재 현장에서 대표적으로 사용되어지고 있는 폴리머 시멘트계 단면복구재를 대상으로 염해에 대한 저항성을 시험하고 평가함으로써, 향후 해안가 구조물 등 염분에 의해 손상을 받을 수 있는 구조물의 보수 시 단면복구용 재료 선정에 있어 참고하였으면 한다.

2. 실험계획 및 방법

2.1 실험방법

단면복구재의 염해에 대한 저항성을 평가하기 위하여 현장에서 많이 적용되고 있는 폴리머모르타르 중 압축강도 및 접착강도 등의 기본물성시험을 만족한 6종을 선정하였고, KS F 4042 콘크리트 구조물 보수용 폴리머 시멘트 모르타르의 염화물 이온 침투 저항성 시험을 기준으로 실험 평가 하였다.

* 정회원, 삼성물산(주) 건설부문 기술연구소 수석연구원

** 정회원, 삼성물산(주) 건설부문 기술연구소 연구원

*** 정회원, (주)한국쇼본드건설 기술개발부 과장

2.2 배합

본 실험에서 사용한 폴리머 시멘트는 프리믹스형 제품을 사용하였고, 각 제조사에서 시방되어진 배합비에 따라 표.1과 같이 배합하였다.

표 1. 각 제품별 W/M비

시료 구분	W/M비 (%)	비 고
A	16.5	
B	17.2	
C	17.0	
D	18.0	
E	16.4	
F	16.0	

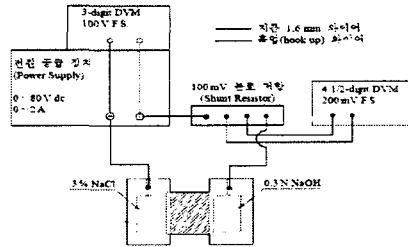


Fig.1 염화물이온 침투 저항성 시험

2.3 시험체 제작 및 시험방법

시험체는 종류별로 KS F 4042에서 요구하는 Ø100×50mm의 크기로 5개씩 제작하였고, 각각의 셀에는 3.0% NaCl 용액과 0.3N NaOH 용액을 넣어 60V 전압으로 30분 간격으로 전류값을 측정하여 6시간 후 종료하였으며 사용된 식은 식(1)과 같다. 침투깊이는 시험체를 할렬하여 0.1N AgNO₃ 용액을 분무한 후 변색된 부위까지의 5개소의 평균깊이를 버니어캘리퍼스를 사용하여 산정하였고, 염화물이온 확산계수는 Browne, Crank 및 Laylor가 제시한 식으로 결정하였고, 사용된 식은 식(2)와 같다.

또한, HITACHI S-3000 SEM(scanning electron microscope) 기기를 사용하여 염소이온의 침투부와 비침투부의 성분분석을 함으로써 성분변화에 따른 차이를 알아보았다.

$$Q = 900(I_0 + 2I_{30} + 2I_{60} + \dots + 2I_{300} + 2I_{330} + I_{360}) \quad \text{----- 식(1)}$$

여기서 Q = 통과전하량(Coulombs)

I₀ = 전압을 가한 직후의 전류 (amperes)

I_t = 전압을 가한 후 t분 경과 후의 전류 (amperes)

$$D_{cpd} = \frac{RTL}{zFU} \cdot \frac{x_d - a\sqrt{x_d}}{t} \quad \text{----- 식(2)}$$

여기서 $a = 2\sqrt{\frac{RTL}{zFU}} \cdot \text{erf}^{-1}\left[1 - \frac{2C_d}{C_o}\right]$ 이다.

3. 실험결과

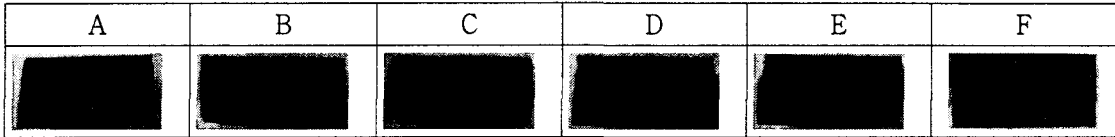
3.1 통과전하량 (Coulombs)

각 종류별 통과 전하량은 Fig.2와 같으며, KS에서 규정하고 있는 1000(Coulombs)에는 한 개의 시료를 제외한 나머지 시료가 기준치를 만족시키지 못하는 것으로 나타났고, 각각의 종류별로 그 차이가 크게 나타나는 것을 확인할 수 있었다.

3.2 염화물이온 침투깊이와 압축강도와의 비교

각 종류별 침투깊이는 Fig.3과 같으며, 시험결과 통과 전하량과는 대부분 비례한 침투깊이를 나타냈고, 압축강도와 비교하였을 때 역시 Fig.4와 같이 대부분 압축강도가 많이 나오는 시료에서 침투깊이가 낮게 나오는 것을 알 수 있었다.

표.2 각 시료별 침투깊이 확인



3.3 염화물이온 확산계수

각 종류별 염화물이온 확산계수는 Fig.5와 같다.

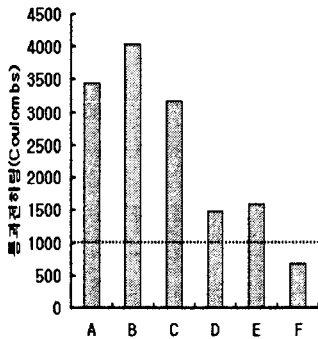


Fig.2 통과 전하량

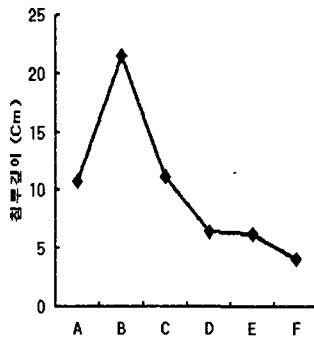


Fig.3 침투깊이 확인

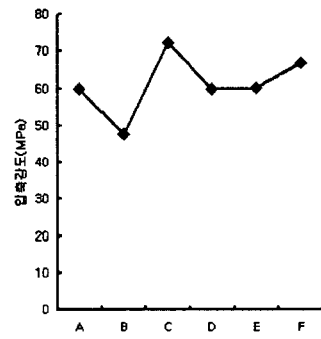


Fig.4 압축강도

3.4 성분분석을 통한 성분변화

각 종류별로 염소이온의 침투부와 침투하지 않은 부분의 시료를 만들어 측정된 결과, O, Ca, Si 등을 포함한 10가지의 성분이 검출되었고, 종류에 따라 각각 다른 성분 증감을 보였으나 Si와 C, Mg는 증가와 감소에 대해 동일한 패턴을 보였다.

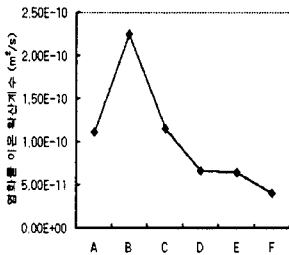


Fig.5 확산계수

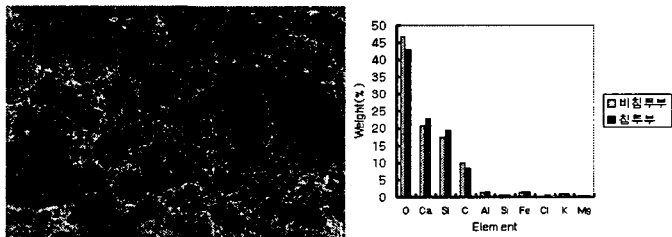


Fig.6 SEM 성분분석 예

4. 결론

폴리머 시멘트계 단면복구재의 염해에 대한 저항성을 평가하기 위하여 수행된 본 실험의 결과를 정리하면 다음과 같다.

- 1) 국내에서 사용되고 있는 단면복구재 중 대표적인 6개 제품을 선정하여 단면복구재의 염소이온 침투 저항성 평가를 해본 결과, 대부분의 단면복구재가 KS에서 규정하고 있는 기준치를 벗어나는 것으로 평가되었고, 제품별로 그 차이가 크게 나타나는 것을 확인할 수 있었다.
- 2) 염소이온의 통과전하량과 침투깊이, 확산계수 및 압축강도 사이에는 높은 상관성이 있다는 것을 알 수 있었다.
- 3) SEM으로 염소이온의 침투부와 비 침투부의 성분분석을 해본 결과, 10가지의 성분이 검출되었고, 그 중 3가지 성분의 증가와 감소 추세가 동일한 패턴으로 나타나는 것을 확인할 수 있었다. 이 부분에 대해서는 추후 추가적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.
- 4) 본 연구에서 시험 결과를 보면 현재 사용되고 있는 폴리머 모르타르가 좋은 보수·보강재료로 이미 사용되고 있지만, 사용장소(해안구조물)에 따라 보수재료로서의 특성을 발휘할 수 없는 것을 예측할 수 있다. 특히, 해안 구조물의 단면복구용 재료로서 중요한 염소이온 투과성능이 현저하게 떨어짐에 따라, 시공조건에 적합한 재료를 만들 수 있도록 지속적인 연구 개발과 검토가 필요하다.

참고문헌

1. Y. Ohama, "Handbook of Polymer-Modified Concrete and Mortars-Properties and Process Technology," Noyes Publications, 1994, pp.12~16.
2. ACI Committee 548, "Guide for the Use of Polymers in Concrete," American Concrete Institute, 1997.
3. "폴리머 시멘트 모르타르의 실용화 연구 I" 대한주택공사 1995. 12.
4. 김무한 외, "성능 저하된 철근콘크리트 구조물 폴리머 시멘트계 보수용 단면복구재의 내구성 평가에 관한 실험적 연구", 한국구조물진단학회 제10권 제1호, 2006. 1, pp 123~130