

# 철근이 부식된 콘크리트구조물용 보수재료의 내구성능 평가

## Evaluation of Durability on the Repair Materials of Concrete Structures

문한영<sup>\*</sup> 이창수<sup>\*\*</sup> 김성수<sup>\*\*\*</sup> 김홍삼<sup>\*\*\*\*</sup> 곽도연<sup>\*\*\*\*\*</sup>

Moon, Han-Young Lee, Chang-Soo Kim, Seong-Soo Kim, Hong-Sam Kwak, Do-Yeon

### ABSTRACT

Reinforced concrete structure is deteriorated, as time goes on. So many repair materials are developed for the repair. But repair materials have not been adequately applied so far. Because the datum which evaluated the repair materials are not sufficient. The object of this study is estimation of repair material that is in general use and establish method of application.

To acquire the result, we have made experiments on chemical attack, carbonation and chloride permeability test. The carbonation and chloride permeability are very different. Some repair materials are poorer than portland cement mortar.

### 1. 서론

철근콘크리트 구조물은 유지관리가 비교적 용이하고 반영구적인 구조물로 여겨져 왔으나 설계, 시공의 부적절, 유지관리의 소홀 및 공용기간이 긴 경우 콘크리트의 열화 또는 철근의 부식 등으로 인한 내구성의 저하는 주지의 사실이다. 그러므로 열화 내지는 노후화된 콘크리트 구조물의 종류, 구조적 특성, 구조물이 위치한 주변환경 등을 고려하여 보수공법 및 보수재료의 선정은 필요 불가결하다고 생각된다.

그러나 국내에서는 열화 또는 노후화된 콘크리트 구조물의 보수, 보강을 위한 공법 및 재료의 선정에 관한 규격이나 보수, 보강 관련 설계 및 시공지침 등에 관한 규정이 거의 없는 실정이다.

본 연구에서는 우리 나라에서 현재 주로 사용되고 있는 콘크리트 구조물용 보수재료의 성능을 평가하기 위한 연구의 일환으로 보수재료 7종류를 사용한 모르타르의 중성화, 화학약품 및 염소이온침투저항성에 대한 실험결과를 비교, 고찰하여 구조물의 종류, 열화상태 등에 따른 적절한 보수재료의 선정을 위한 기초자료를 제공하고자 한다.

\* 경희원, 한양대학교 토목공학과 교수, 공학박사

\*\* 경희원, 서울시립대학교 토목공학과 교수, 공학박사

\*\*\* 경희원, 대전대학교 토목공학과 교수, 공학박사

\*\*\*\* 경희원, 한양대학교 대학원 토목공학과 박사과정

\*\*\*\*\* 서울시립대학교 대학원 토목공학과 석사과정

## 2. 실험개요

### 2.1 사용재료

- (1) 시멘트 : 비중이 3.18, 비표면적이  $3,265\text{cm}^2/\text{g}$ 인 보통포틀랜드시멘트를 사용하였다.
- (2) 골재 : 잔골재는 비중이 2.59이며, 조립률이 2.50인 표준사를 사용하였다.
- (3) 시험용 시약 : 화학약품에 대한 저항성 평가에 사용된 시험용 시약은 5%  $\text{H}_2\text{SO}_4$  및 10%  $\text{CaCl}_2$  2종류를 사용하였다.
- (4) 보수용 모르터 : 현재 국내에서 시판되고 있는 폴리머 시멘트계 모르터 6종류와 용제형 수지계 모르터 1종류, 합계 7종류의 모르터를 사용하였다.

### 2.2 시험방법

- (1) 화학약품에 대한 저항성 시험 : 7종류의 보수용 모르터와 보통포틀랜드 시멘트를 사용한 모르터로서  $5 \times 5 \times 5\text{cm}$  입방체 공시체를 제조하여 7일간 수중에 양생한 후, 각각 2종류의 시험용 시약에 침지하여 재령 28, 56 및 91일의 압축강도를 KS L 5105에 의하여 측정하였다. 한편 중량변화를 알아보기 위하여 7일 양생 후 중량을 측정한 다음 약품용액에 침지하여 재령별로 침지 후의 중량변화를 측정하였다.
- (2) 중성화 촉진시험 :  $5 \times 5 \times 5\text{cm}$  모르터 입방체 공시체를 제조하여 재령 14일까지 수중양생 후 온도  $40^\circ\text{C}$ , 상대습도 50% 및  $\text{CO}_2$ 농도 15%의 조건에서 모르터의 중성화를 촉진시켰으며, 중성화깊이는 공시체를 할렬시킨 후 1%페놀프탈레인을 사용하여 변색되지 않는 부분을 측정하였다.
- (3) 염소이온 침투저항성 시험 :  $\phi 10 \times 20\text{cm}$  원주형 몰드로 제조한 공시체를 재령 28일에 5cm두께로 절단한 시험편으로 확산셀을 구성한 후, 60V의 직류전원을 6시간동안 통전시켜 매 30분마다 전류를 측정하였다.

## 3. 실험결과 및 고찰

### 3.1 화학약품에 대한 저항성

보통포틀랜드시멘트를 사용한 모르터(이하 보통모르터 또는 control로 약함)와 보수용 모르터 7종류를 5%황산용액에 91일까지 침지시켜 재령별 압축강도와 중량변화를 측정하여 정리한 것이 그림 1 및 그림 2이다.

보수용 모르터 6종류는 침지재령 28일부터 열화가 심하여 보통모르터와 마찬가지로 강도가 크게 저하되었으나 용제형 수지계 모르터(이하 B모르터로 약함)만 침지전의 강도를 유지하였다.

특히 폴리머 시멘트계 C 모르터(이하 C모르터로 약함)의 경우, 곧바로 팽창붕괴되는 현상을 나타내었으며, 폴리머 시멘트계 G 모르터(이하 G모르터로 약함)의 경우 침지재령 28일에 강도가 50%이하로 떨어졌다. 그림 2에서 알 수 있듯이 B모르터의 침지후의 중량은 압축강도와 마찬가지로 큰 변화가 없었다. 한편 염화물용액에 대한 저항성을 알아보기 위하여 10% 염화칼슘용액에 재령 91일까지 침지시켜 재령별로 측정된 압축강도 및 중량변화를 나타낸 것이 그림 3 및 그림 4이다.

그림 3에서 보수용 모르터의 압축강도는 B 및 C모르터를 제외하고는 침지재령 28일까지 증가하는 경향을 나타내었으나, B모르터는 황산용액에서와 마찬가지로 강도의 변화가 거의 없었으며, C모르터는 침지재령 18일에서 이미 강도를 측정할 수 정도로 팽창 붕괴되었다. 한편 중량변화의 경우, 7종류의 보수용 모르터 전부가 약간의 중량 증가경향을 나타내었으나, 외관상 거의 변화가 없었다.

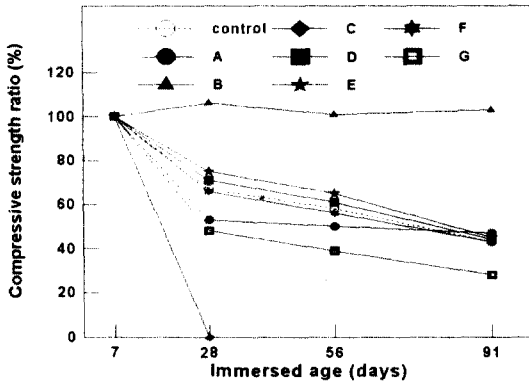


그림 1 5% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>용액에 침지한 보수용 모르터의 압축강도비

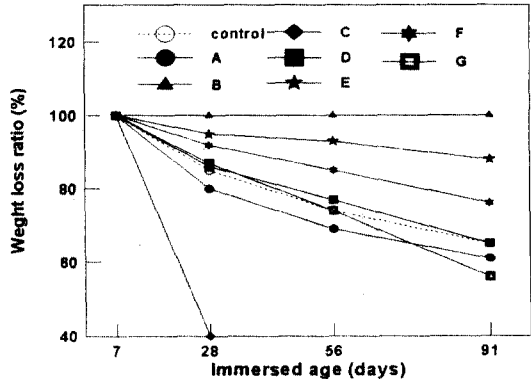


그림 2 5% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>용액에 침지한 보수용 모르터의 중량감소비

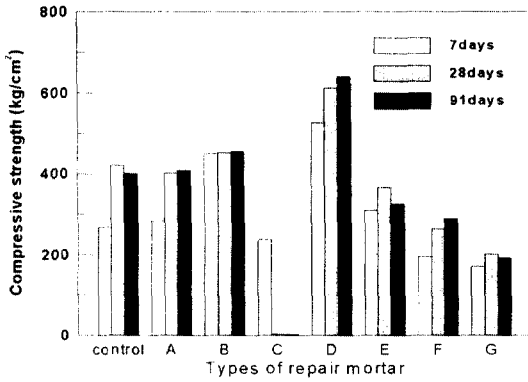


그림 3 10% CaCl<sub>2</sub> 침지한 보수용 모르터의 압축강도

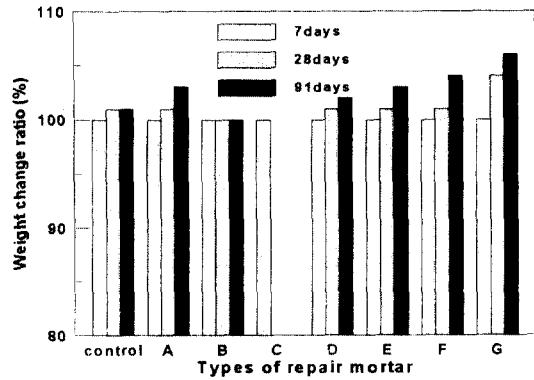


그림 4 10% CaCl<sub>2</sub> 침지한 보수용 모르터의 중량변화율

이상의 결과를 종합해 볼때 보수용 모르터의 화학약품에 대한 저항성은 제조회사에 따라 크게 상이 하였으며, 용 세형 수지계 B모르터가 가장 우수하였으며, C모르터를 제외한 나머지 5종류의 폴리머 시멘트계 모르터는 보통모르터와 거의 비슷한 경향을 나타내었다. 특히 C모르터는 화학약품에 대해 불안정하므로, 화학약품에 영향을 받는 콘크리트 구조물의 보수재료로서는 부적합하다고 생각된다.

### 3.2 중성화에 대한 저항성

보수용 모르터 7종류로서 중성화 촉진시험을 실시한 후 중성화 깊이를 측정된 결과를 정리한 것이 그림 5이다. 촉진재령 28일의 보통모르터의 중성화깊이는 약 7mm 정도였으며, 촉진재령 56일에는 25mm 이상이 진행됨을 알 수 있었다. 보수용 모르터 6종류 중 5종류는 보통모르터 보다 중성화가 적게 진행되었으나, F모르터는 촉진재령 28일에서 약 10mm 정도로 보통모르터 보다도 오히려 중성화가 빠르게 진행됨을 알 수 있다. 특히 D모르터의 중성화깊이는 보통모르터의 약 1/3정도인 2mm로서 중성화에 대한 저항성이 매우 양호함을 알 수 있었다. 그림 6은 보수용 모르터의 중성화촉진에 따른 압축강도의 변화를 나타낸 것으로서 모르터의 압축강도는 중성화깊이와 관계없이 재령이 증가하는데 따라 증진되는 경향을 나타내었다.

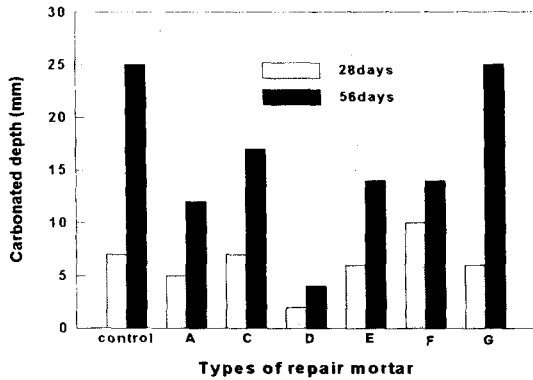


그림 5 보수용 모르터의 중성화깊이

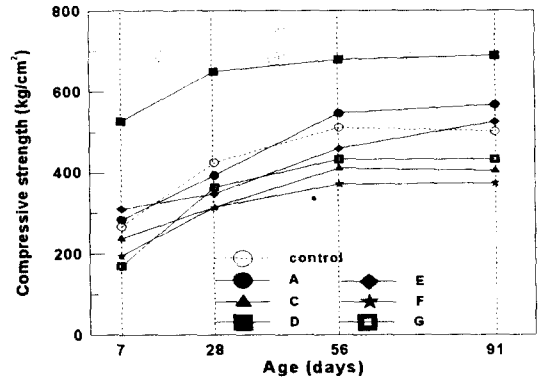


그림 6 촉진 중성화에 따른 보수용 모르터의 압축강도

### 3.3 염소이온의 침투 저항성

7종류의 보수용 모르터공시체를 재령 28일동안 수중양생한 후, ASTM C 1202의 규정에 따라 통과전하량에 의한 염소이온의 침투저항성을 평가한 것이 그림 7이다.

이 그림에서 알 수 있듯이, B모르터의 통과전하량이 거의 0으로 염소이온의 투과성이 매우 낮은 영역으로 침투저항성이 우수하였다. C 및 F모르터의 염소이온의 투과성은 낮은 영역에 해당되었다.

반면 A, E 및 G모르터의 통과전하량이 8,000 Coulombs 이상으로 보통모르터의 통과전하량 3400 Coulombs보다 훨씬 크게 나타났으며, 염소이온의 투과성은 높은 영역으로 평가 되어 염소이온의 침투저항성이 보통모르터보다 오히려 떨어짐을 알 수 있었다.

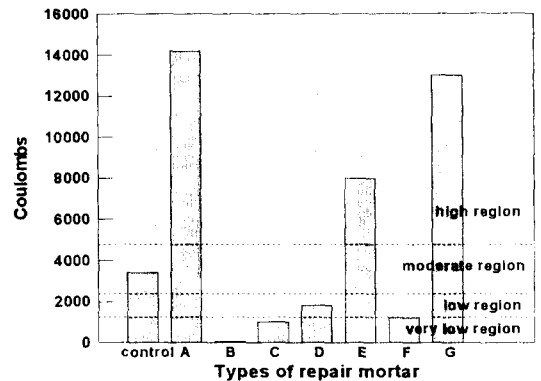


그림 7 보수용 모르터의 통과전하량

## 4. 결론

- (1) 보수용 모르터의 화학약품에 대한 저항성은 종류에 따라 크게 상이하였으며, 용제형 수지계 모르터는 약품에 대한 저항성이 우수하였으나, 폴리머 시멘트계 모르터는 보통모르터와 거의 비슷한 저항성을 나타내었다.
- (2) 보수용 모르터의 중성화 촉진시험 결과, 폴리머 시멘트계 보수용모르터 총 6종류 중 1종류는 중성화 진행속도가 보통모르터의 약 1/3정도 수준으로 저항성이 우수하였으나, 4종류는 보통모르터보다 중성화가 늦게 진행되었으며, 1종류는 오히려 중성화가 빠르게 진행되었다.
- (3) 보수용 모르터의 염소이온 침투저항성을 평가한 결과 용제형 수지계 모르터는 침투가 되지 않았으나, 폴리머 시멘트계 3종류는 염소이온의 침투성이 낮은 영역이었으며, 3종류는 통과전하량 8,000Coulombs 이상으로 염소이온의 침투정도가 큼을 알 수 있었다.