

노후화된 콘크리트구조물 보수재료의 기초물성에 대한 연구

A Study on the Properties of the Repair Materials of Concrete Structure

이 창 수*
Lee, Chang-Soo

김 성 수**
Kim, Seong-Soo

곽 도 연***
Kwak, Do-Yeon

이 규 동***
Lee, Kyu-Dong

ABSTRACT

The reinforced concrete structures have been deteriorated for various causes since it serviced for the long time. If we have to service concrete structure long time, we must repair it using appropriate methods and materials. But the data which evaluate the repair materials has not been sufficient. So, the aim of this research is to estimate properties of repair materials and to acquire the data which apply to the concrete structures in field. To accomplish this objective, we have made experiment on compressive strength, bond strength, the coefficient of thermal expansion and setting time. Generally, compressive strength and bond strength are favorable but some products are unfavorable under wet curing. Setting time was faster than ordinary portland cement mortar except one material.

1. 서 론

최근 콘크리트구조물의 공용년수가 증가함에 따라 콘크리트의 열화 및 철근의 부식으로 인한 구조물의 내구성이 저하되면서 구조물의 사용성 및 안정성을 증진시키기 위하여 보수가 시급히 요구되는 콘크리트구조물이 날로 증가하고 있다. 반영구적 구조물이라고 여겨졌던 콘크리트구조물이 설계하중이상의 중차량의 통과와 콘크리트에 유해한 환경 등의 영향으로 열화가 더욱 촉진되고 있으며, 특히 콘크리트 중의 철근이 부식하여 균열이 발생되거나 덮개 콘크리트가 탈락하여 구조물의 안정성에 문제가 발생할 때 적절한 보수대책을 실시하지 못하므로써 비교적 적은 비용의 보수로도 계속 사용할 수 있는 구조물의 수명을 단축시키는 경우가 많이 발생하고 있다. 그러나 국내에서는 콘크리트구조물의 보수재료에 대하여 그 중요성에 비해 연구가 미미하기 때문에 콘크리트구조물을 효과적으로 보수하기 위한 보수재료의 선정과 성능을 평가할 수 있는 자료가 거의 없는 실정이다.

본 연구에서는 국내에서 사용되고 있는 단면수복용 보수모르터에 대한 기초물성을 평가하기 위하여 7 종류의 보수모르터의 응결시간, 압축강도, 접착강도 및 열팽창계수 시험을 실시하여 보통시멘트 모르터와 비교 고찰하였다.

* 정회원, 서울시립대학교 토목공학과 교수, 공학박사

** 정회원, 대진대학교 토목공학과 교수, 공학박사

*** 서울시립대학교 대학원 토목공학과 석사과정

2. 실험개요

2.1 사용재료

- (1) 시멘트 및 보수모르터 : 비중이 3.18, 비표면적이 3,265인 보통포틀랜드시멘트를 사용하였으며, 보수용 모르터는 현재 국내에서 시판되고 있는 폴리머 시멘트계 6종류와 용제형 수지계 1종류를 선정하여 사용하였다.
- (2) 골재 : 모르터용 골재는 비중이 2.59, 조립률이 2.5인 표준사를 사용하였다.

2.2 실험방법

- (1) 응결시간 : KS L 5102 방법을 이용하여 응결시간을 측정하였다.
- (2) 압축강도 : 5cm 입방체 공시체를 제작 1일 후 탈형하여 공기중 및 수중양생한 후 재령별로 KS L 5105에 의하여 압축강도를 측정하였다.
- (3) 접착강도 : 압축강도가 약 500kg/cm²인 콘크리트로 60×60×10cm인 바탕콘크리트 시험체를 제작한 후 보수모르터를 5mm두께로 도포하여 재령 28일간 공기 중에 양생하였다. 바탕콘크리트의 표면을 와이어 브러쉬로 레이턴스를 제거한 후 4×4cm크기의 강제 어태치먼트를 에폭시로 접착하여 KS F 4715(얇은 마무리용 벽바름재), JIS A 6909(박층마감도재), JIS A 6910(복층마감도재)의 접착력시험방법에 준해 접착강도를 측정하였다.
- (4) 열팽창계수 : 단면 2.54cm×2.54cm, 길이 28cm 크기의 시험편을 제작하여 ASTM D 696과 KS F 2424 길이변화시험을 기준으로 하여 시험하였다.

3. 실험결과 및 고찰

3.1 보수모르터의 응결특성

보수모르터의 가사시간을 결정하기 위하여 응결시간을 측정한 결과를 나타낸 것이 표 1이다. 표 1에서 알 수 있듯이 본 실험조건에서 시멘트모르터(control)의 경우 초결은 80분, 종결은 360분으로 나타났으나 실험에 사용된 보수모르터의 응결시간은 제품에 따라 큰 차이가 있음을 알 수 있다. 특히 용제형 수지계 모르터의 경우에는 초결시간이 20분으로 가사시간이 매우 짧음을 알 수 있으며, 폴리머 시멘트계인 A모르터와 D모르터의 경우 초결시간은 시멘트모르터 보다 늦었지만 종결시간의 경우는 빠르게 나타남을 알 수 있었다.

표 1 보수모르터의 응결시간 측정결과

제 품	응 결 시 험 (분)		제 품	응 결 시 험 (분)	
	초 결	종 결		초 결	종 결
control	80	360	D	105	165
A	90	120	E	30	90
B	20	26	G	270	450
C	60	90			

3.2 보수모르터의 강도특성

보수재료의 강도발현 정도가 보수재료의 다른 물성에 미치는 영향이 크기 때문에 강도발현 특성을 고찰하는 것이 중요하다고 하겠다. 그림 1은 시멘트모르터(control)와 7종류의 보수모르터의 재령에 따른 압축강도를 나타낸 것으로서 재령 28일의 시멘트모르터의 강도와 비교하면 4종류의 보수모르터의 강도가 시멘트모르터보다 낮은 값을 보였고 3종류의 경우 크게 나타남을 알 수 있었으나 재령 28일 강도의 경우 모든 종류가 250kg/cm^2 을 넘게 나타났다.

그림 2는 양생방법에 따른 압축강도를 나타낸 것으로서 보수모르터의 종류에 따라 매우 다른 양상을 보이고 있음을 알 수 있다. 특히 A모르터의 경우 재령 28일의 수중양생을 한 강도가 422kg/cm^2 정도였으나 기중양생시에는 293kg/cm^2 정도로 측정되어 수중양생시의 강도가 약 44%의 정도 크게 발현됨을 알 수 있었으나 반대로 E모르터는 기중양생시 352kg/cm^2 의 강도를 보였으나 수중양생시는 194kg/cm^2 로 약 45%의 강도가 작게 나타났다. 이러한 결과는 보수할 구조물이 수중에 있는지 육상에 있는지에 따라 보수재료를 적절히 선택해야 할 필요성이 있음을 나타내는 결과로 사료된다.

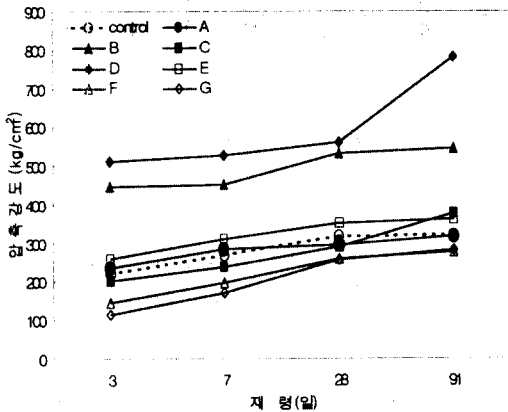


그림 1 보수모르터의 압축강도 (기중양생)

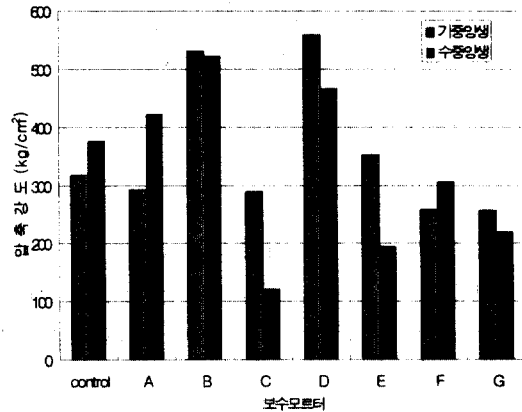


그림 2 보수용 모르터의 양생방법에 따른 압축강도

3.3 보수재료의 접착강도

콘크리트 단면수복용 보수재료의 경우 기존의 콘크리트와의 접착이 잘되고 오래도록 접착을 유지하는 것이 무엇보다도 중요하다. 따라서 보수재료의 접착강도를 알아보기 위하여 압축강도가 약 500kg/cm^2 , 접착강도가 약 47kg/cm^2 정도의 바탕콘크리트 시험체를 공기 중 건조상태와 습윤상태로 유지하여 보수모르터로 두께 5cm로 바른 후 재령 28일에 접착강도를 측정하여 결과를 그림 3에 나타내었다. 건조상태의 경우 압축강도가 가장 크게 나타났던 D모르터의 접착강도는 42kg/cm^2 로 가장 크게 나타났으며, 압축강도가 작았던 G모르터가 12kg/cm^2 로 가장 작게 나타났다. 또한 바탕콘크리트의 함수상태와 보수모르터의 종류에 따라 접착강도가 큰 차이를 보이고 있는데 용제형 수지계 모르터의 경우 바탕콘크리트가 건조상태일 때에는 접착강도가 크게 나타난 반면 습윤상태일 경우에는 거의 접착이 되지 않을 정도의 강도를 나타냄을 알 수 있다. 그러나 수용성플리머 시멘트계 모르터의 경우에는 바탕콘크리트가 건조상태보다 습윤상태일 때의 접착강도가 크게 나타남을 알 수 있다.

3.4 보수재료의 열팽창계수

그림 4는 보수모르터의 열팽창계수 시험결과를 정리한 것으로서 시멘트모르터의 열팽창계수는 약 10×10^{-6} 정도를 나타내었으며, 폴리머 시멘트계 모르터인 경우에는 약 $2 \sim 18 \times 10^{-6}$ 정도로 시멘트모르터와 큰 차이는 없었으나 용제형 수지계인 B모르터는 74×10^{-6} 의 값을 보여 시멘트모르터에 비해 약 7배 큰 것으로 나타났다.

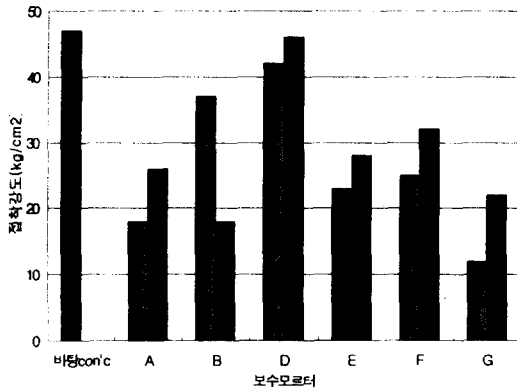


그림 3 보수모르터의 접착강도

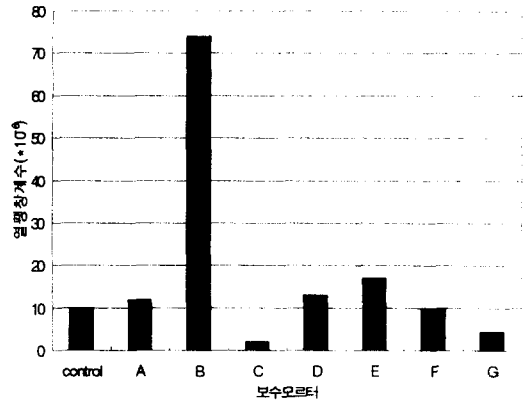


그림 4 보수모르터의 열팽창계수

4. 결 론

- (1) 보수모르터의 응결시간을 측정한 결과 보수모르터의 종류에 따라 큰 차이가 있음을 알 수 있으며, 용제형 수지계 모르터의 경우에는 초결시간이 20분으로 가사시간이 매우 짧음을 알 수 있으나 폴리머 시멘트계 모르터의 경우에는 초결시간은 시멘트모르터 보다 늦었지만 종결시간의 경우는 빠르게 나타남을 알 수 있었다.
- (2) 보수모르터의 압축강도는 재령 28일의 시멘트모르터의 강도와 비교하면 4종류의 보수모르터의 강도가 시멘트모르터보다 낮은 값을 보였고 3종류의 경우 크게 나타남을 알 수 있었으나 재령 28일 강도의 경우 모든 종류가 250 kg/cm^2 을 넘게 나타났다. 또한 양생방법에 따라서도 보수모르터의 종류에 따라 매우 다른 양상을 보이고 있음을 알 수 있었다.
- (3) 보수재료의 접착강도는 바탕콘크리트가 건조상태의 경우 접착강도는 47 kg/cm^2 로 가장 크게 나타났으며, 압축강도가 작았던 보수모르터가 12 kg/cm^2 로 가장 작게 나타났다. 또한 용제형 수지계 모르터의 경우 바탕콘크리트가 습윤상태일 경우에는 접착강도가 적었으나, 폴리머 시멘트계 모르터의 경우에는 바탕콘크리트가 건조상태보다 습윤상태일 때의 접착강도가 크게 나타남을 알 수 있다.
- (4) 보수모르터의 열팽창계수는 폴리머 시멘트계 모르터인 경우에는 약 $2 \sim 18 \times 10^{-6}$ 정도로 시멘트모르터와 큰 차이는 없었으나 용제형 수지계인 B모르터는 74×10^{-6} 의 값을 보여 시멘트모르터에 비해 약 7배 큰 것으로 나타났다.

참 고 문 헌

1. 콘크리트構造物의補修ハンドブック, 技報堂, 1994
2. 日本塗裝工業會, 콘크리트土木構造物의補修マニュアル, 技報堂, 1995
3. 日本コンクリート工學協會 炭酸化研究委員會, 콘크리트의炭酸化に關する研究の現狀, 1993.3