

콘크리트 보수 mortar에 관한 연구

정민철* · 김경덕 · 민승의

〈한일시멘트 중앙연구소〉

1. 서 론

일반적인 콘크리트 구조물은 노후화 및 환경적인 요인들로 인해 기능적으로 열화되면 구조적 안정도에 지대한 영향을 미치게 된다. 이와 같은 원인으로 열화된 콘크리트 구조물의 손상부위를 제거하고 단면복구재 또는 마감재를 이용하여 콘크리트의 본래 성능을 회복시켜 주는 공법이 일반적인 보수재료를 이용한 방법이다.

종래 보수재료는 주로 2액형(분체+액상폴리머) 혼합방법으로 시공자의 보수기술 능력 여하에 따라 품질변동이 심하며 보관 및 운반상의 불편함이 그 단점으로 지적되고 있다.

본 연구에서는 이러한 단점을 보완하기 위해 콘크리트 구조물 보수재료(폴리머 시멘트 모르타)로 시멘트, 무기질 혼합재 및 고분자 분말 폴리머를 일체화 하는 dry mortar에 목적을 두었으며, 특

히 수평부위(천정)의 시공특성을 향상시키기 위해 경량화 재료를 선정하여 시험하였다. 본 연구는 보수재료에 대한 시장현황과 기초적 특성 파악에 초점을 두어 시중품 재료의 특성 확인과 자체 개발재료에 대한 기초시험을 진행하였다.

〈Fig. 1〉은 국내에서 사용되고 있는 보수공정 개요에 대한 일반적인 flow chart이다. 〈Fig. 1〉에서 보는 바와 같이 바탕처리, 철근 방청처리, 단면복구 및 표면처리 등의 순으로 행해지고 있다. 사용재료 측면에서는 주입재료로 에폭시 수지 및 시멘트 슬러리가 주로 사용되고 있고, 바탕처리재로는 신구접착제, 알카리회복재, 구체강화제 및 도포형 방청제 등이 사용되고 있다. 또한 철근 방청처리재로서 에폭시 수지, 광명단 및 폴리머 시멘트 등이 사용되고 있으며, 단면복구재로서는 에폭시 모르타와 폴리머 시멘트 모르타(본 연구 과제에서 시험한 부분)가 사용되고 있다.

공정	바탕처리	철근 방청처리	단면복구	표면처리
방법	(전처리)	(바탕처리재)	콘크리트 타설공법 (유입, 압입)	없음
	균열주입 계령 녹을 제거후 세정	없음 있음	뿔칠 공법 (건식 또는 습식 슛크리트)	도장(도료, 마감도장재) 혹은 라이닝(수지, 모르타, CFRC 등)
		전기방식	미장 공법 (모르타)	방식거푸집 강판접착, FRP접착

〈Fig. 1〉 국내에서 사용되고 있는 보수공정의 개요

〈Table 1〉 Chemical composition and physical properties of light material

구 분	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO
화학 조성	50 ~ 60	36 ~ 40	0.4 ~ 0.5	1.4 ~ 1.6	< 0.05	< 0.1
구 분	Bulk density (g/cc)	Relative density (g/cc)	Moisture content (%)	입 도 (μm)		
물 리 특 성	0.39 ~ 0.42	0.70 ~ 0.80	< 0.1	106 ~ 300		

〈Table 2〉 Mix proportion of repair mortar

구 분	W/C (%)	Unit weight (kg/m ³)							
		W	C	S	혼합재 1	혼합재 2	혼합재 3	혼합재 4	혼화제 5
배 합 표	51.0	290	560	710	30	110	130	30	3.5

2. 실험

2.1 실험 재료

본 실험에 사용된 시멘트는 비중 3.15인 보통 포틀랜드 시멘트를 사용하였고, 잔골재는 비중이 2.60인 하천사를 사용하였다. 초기 속경성 부여를 위해 L사의 알루미나 시멘트를 사용하였고, 경량화를 위해 E사의 경량 과립형 분체를 사용하였으며, 균열억제를 위해 섬유보강제 및 무수석고를 사용하였다. 콘크리트면과의 부착특성 및 내구성 향상을 위해 분말형 폴리머(vinyl acetate and vinyl versatate polymer)를 사용하였다.

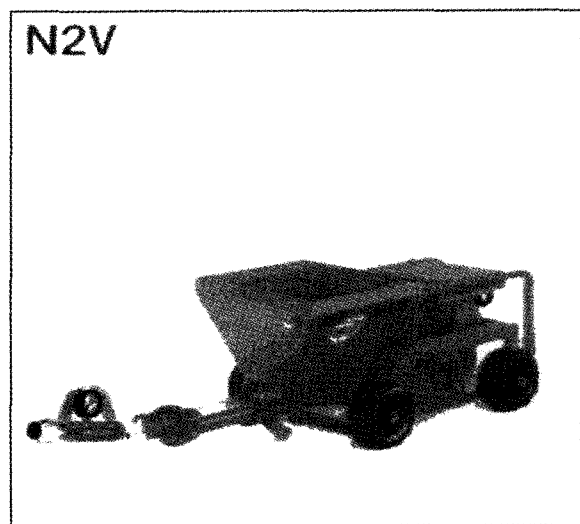
본 실험은 기계작업(spray)을 원활히 하기 위해 가사시간 확보를 기본으로 재료구성을 하였다. 본 실험에 사용한 경량화 재료에 대한 화학적·물리적 특성은 〈Table 1〉과 같다.

본 실험에서는 3가지 시료를 이용하여 비교 시험하였다. 시료 1은 본 연구목적에 위해 개발한 시료이고, 시료 2, 3은 현재 국내에서 다량 시공되고 있는 비교적 특성이 우수한 시중제품을 선정하였다. 본 실험에서는 1차 실험결과로 보수재료의 기초물성 파악에 초점을 맞추어 실험하였다.

본 연구에서 개발된 보수재료(시료 1)를 이용한 배합은 〈Table 2〉와 같다.



〈Mixer〉



〈Pump〉

〈Photo 1〉 Spray machine

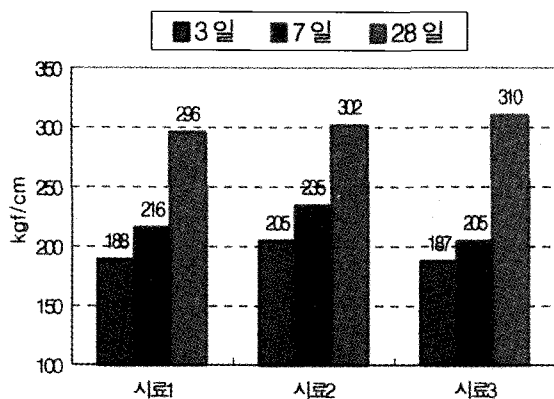
2.2 Spray 장비

본 실험 배합을 통한 타설시험용 spray 장비타입은 batch mixer와 연속식 pump가 접속되어 타설되는 장비이다. 장비에 대한 개략도를 <photo 1>에 제시하였다. 본 장비 사양으로 연속 pump 최대 토출량 60ℓ/min인 P사의 N2V를 사용하였다.

3. 실험 방법

본 실험에서 각종 시험항목별 시험기준은 압축강도 KS L 2477 “폴리머 시멘트 모르타르의 강도시험 방법”에 의하여 압축강도를 측정하였다. 부착강도는 KS F 4716 “시멘트계 바탕바름재”에 의거하여 설계강도 240kgf/cm 콘크리트면을 사전 chipping한 후 안쪽치수 75×75×5mm의 합성수지제 형틀을 놓고 제작하여 실험하였으며, 응결시간은 KS F 2436 “관입저항침에 의한 콘크리트 응결시간 시험방법”을 이용하여 응결시간을 측정하였다.

길이변화율은 KS F 2424 “모르타르 및 콘크리트의 길이변화 시험방법”을 기준으로 4×4×16 cm JIS mold를 사용하여 길이변화율을 측정하였다. 양생방법은 KS F 4916 ‘시멘트 혼화용 폴리머 분산제’에 의거 공시체 성형후 온도 20±2℃, 습도 80% 이상에서 48시간 경과후 탈형, 수중(20±2℃)에서 5일 동안 양생시키고, 다시 21일 동안 온도 20±2℃, 습도 60±10%에서 양생시킨다.



<Fig. 2> Compressive strength of repair mortar

<Table 3> 폴리머시멘트모르타의 품질기준 (일본건축학회)

항 목		기 준 치
휨 강 도 (kgf/cm)		60 이상
압 축 강 도 (kgf/cm)		200 이상
부착 강도 (kgf/cm)	표 준 시	10 이상
	온냉 반복후	10 이상
투 수 량 (g)		20 이하
흡 수 량 (ml/g)		0.5 이하
길 이 변 화 (%)		0.15 이하

4. 결과 및 고찰

본 연구에서 기본배합시험은 flow : 55±10% (15회 낙하)를 기준으로 시험하였다.

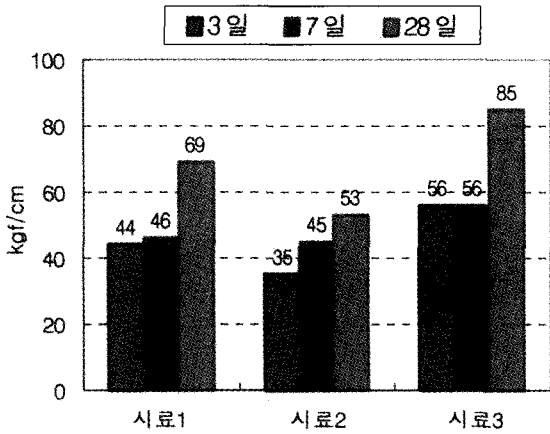
4.1 압축강도

압축강도는 <Fig. 2>와 같다. 참고로 국내 산업 규격이 제정되어 있지 않아 일본건축학회 ‘폴리머시멘트모르타’의 품질기준(<Table 3>)을 기본으로 하였다.

<Fig. 2>에서 알 수 있듯이 압축강도 특성은 시료 1, 2, 3 모두 유사한 경향을 나타내었고, 재령 3일, 7일 초기재령에 비해 28일 강도의 증가율이 큰폭으로 나타났다. 이는 양생과정과 관계가 있는 것으로 보이며, 7일까지는 수중양생에 의하여 첨가된 폴리머의 결속력이 수분에 의해 약하게 나타났으며, 그 이후는 습기실 양생과정에서 공시체 내부의 수분이 증발되면서 폴리머 특성 중 하나인 가교결합력이 증가된 것으로 보인다. 압축강도는 <Table 3> 일본건축학회 품질기준인 200kgf/cm을 모두 상회하는 안정된 결과를 나타내었다.

4.2 휨강도

<Fig. 3>은 휨강도 시험결과이다. 결과에서도 알 수 있듯이 시료 1, 3은 일본건축학회 품질기준을 만족하는 결과를 보여주었으나, 시료 2는 품질기준을 만족하지 못하는 결과를 나타내었다. 시료 1, 3은 압축강도와 마찬가지로 재령 3, 7일에 비해 28일 강도의 증가율이 우수한 반면, 시료 2의 경우는 28일 강도증가율이 적게 나타났



<Fig. 3> Flexural strength of repair mortar

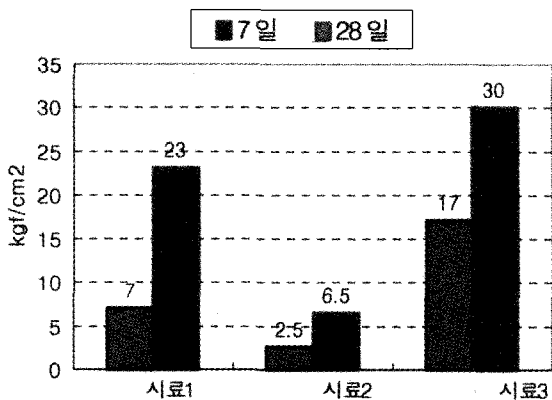
다. 이는 폴리머의 적정 첨가율을 선정하지 못한 결과로 사료된다.

4.3 부착강도

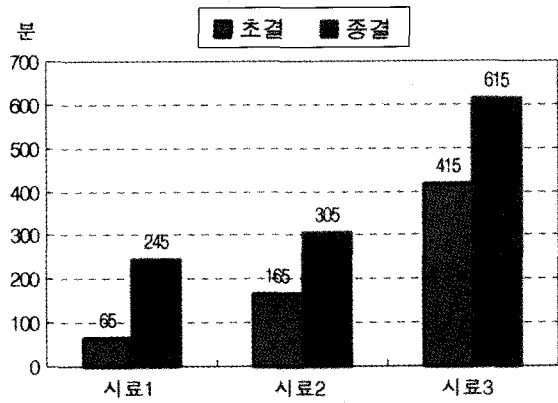
부착강도 시험을 위한 모체 콘크리트는 설계강도 240kgf/cm을 기준으로 제작하였다. <Fig. 4>는 부착강도 시험결과이다.

부착강도 시험결과에서 시료 1, 3은 <Table 3> 일본건축학회 품질기준인 10kgf/cm을 만족하는 시험결과를 보여주었으나, 시료 2는 품질기준을 만족하지 못하는 결과를 나타내었다.

부착강도는 폴리머의 종류 및 혼합시 분산성에 따라 차이를 나타내고 있으며 특히 시료 3의 경우 부착강도가 높게 나타난 것은 액상의 폴리머를 사용하여 같은 시간 혼합시 분산성에 있어 유리하게 나타난 것으로 보인다.



<Fig. 4> Bond strength of repair mortar



<Fig. 5> Setting time of repair mortar

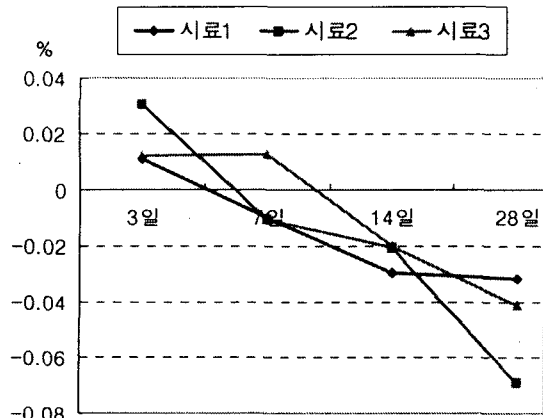
따라서 분말형 폴리머를 사용하는 경우 혼합시간을 충분히 할 필요가 있을 것으로 판단된다.

4.4 응결시험

<Fig. 5>에서 표기된 응결시험 결과에서 알 수 있듯이 응결시간은 사용용도(일반공사, 긴급공사), 시공방법(손미장, 기계뿔칠시공)을 충분히 고려하여 결정되어야 하며 실험결과 시료 1, 2, 3의 응결시간은 달리 나타나고 있다. 따라서 사용용도 및 시공방법에 따라 다양하게 적용되리라 생각된다.

4.5 길이변화 특성

<Fig. 6>은 재령경과에 따른 재료의 수축, 팽창 안정성을 간접적으로 확인할 수 있는 방법인 길이변화 특성이다.



<Fig. 6> Length change of repair mortar

〈Fig. 6〉에서 시료 1은 재령 14일 이후부터 안정된 길이변화 특성을 보여준 반면 시료 2, 3은 재령 경과에 따라 수축이 지속되는 특성을 보여주고 있다. 이는 장기적 내구성 측면에서 본다면 불안정 요인으로 작용될 것으로 추정된다.

5. 결 론

본 연구에서는 현재 시장에서 판매되고 있는 보수용 mortar에 대한 물성확인 및 자체 개발연구한 보수용 재료에 대한 기초 특성 파악을 통하여 향후 보수용 재료의 활용 가능성을 사전 확인하기 위한 목적에서 시험하였다. 본 연구에 대한 결과를 요약하면 다음과 같다.

- (1) 종래 보수재료는 주로 2액형(분체+액상 폴리머) 혼합방법으로 시공자의 보수기술 능력여하에 따라 품질변동이 심하며 보관 및 운반상의 불편함이 그 단점으로 지적되고 있다. 본 연구에서는 이러한 단점을 보완하기 위해 콘크리트 구조물 보수재료로 고분자 분말 폴리머를 일체화 하는 dry mortar에 목적을 두었으며, 특히 수평부위(천정)의 시공특성을 향상시키기 위해 경량화 재료를 첨가하여 시공의 편의성 및 작업자에 의한 품질 불균등성 해소 등 기초자료로 활용될 수 있다.
- (2) 비교적 보수부위가 넓은 경우 사용되는 기계화(spray) 시공 및 부분 보수에 사용되는 손미장이 모두 가능한 시공성이 우수한 보수용 mortar이다.
- (3) 개발된 보수용 mortar(시료 1)의 기초 물성

인 압축강도, 휨강도, 부착강도, 응결시간 및 길이변화 특성 등이 일본건축학회 품질기준에 모두 만족하는 안정된 결과를 나타내었으며, 현재 시장에서 판매 시공되고 있는 재료와 비교 유사하거나, 약간 우수한 특성을 보여주었다.

〈참 고 문 헌〉

1. 황의환, 황택성, H. Ohama, "폴리머 시멘트 모르타르의 강도화 내구성", 한국공업화학회지, Vol. 5, No. 5, 1994, pp. 786~794.
2. 황의환, 황택성, E. Kamada, "폴리머 시멘트 모르타르의 미세구조와 동결융해 저항성의 관계", 한국공업화학회지, Vol. 31, No. 9, 1994, pp. 949~956.
3. Y. Ohama, "Development of Concrete-Polymer Materials in Japan", Polymer in Concrete, Vol. 2, 1978, pp. 121~137.
4. Y. Ohama, "Mix Design System for Polymer-Modified Mortar", Proceedings of the Second Australian Conference on Engineering Materials, The University of New South, Sydney, pp. 163~172.
5. Byoung-Ky Lee, Eui-Hwan Hwang, and Jae-Seong Rho, "A Study on the Recycling FRP Wastes in Polymer-Cement Mortar", Proceedings of the 8th Annual Conference of the Japan Society of Waste Management Experts, Vol. 3, 1997, 10, pp. 42~46.