

# 조적조 건축물의 석회 모르타르 특성에 관한 실험적 연구

## An Experimental Study on the Physical Property of Lime Mortar in the Building' Masonry

권 기 혁\*

Kwon, Ki-Hyuk

유 혜 란\*\*

Yu, Hye-Ran

### Abstract

50 year-old masonry buildings which had been constructed using lime mortar have caused lots of problems because of using different material, cement mortar, when they repair them. Also, there is little information on structural capacities and details of masonry buildings built using lime mortar. In addition, it is difficult to evaluate the structural capacities of the buildings which were often constructed by untrained labors. To preserve the original masonry construction, the study on their construction materials and methodologies has to be carried out. This paper provides basic information for establishing standard details of masonry works using lime mortar in order to overcome these problems when cultural properties are repaired or retrofitted. To do this, compression tests of lime mortar were preformed with the parameters of mixing ratios, mixing material, curing time and curing conditions etc. Based on the test results, the differences between lime mortar and cement mortar were specified and the structural characteristics of lime mortar were also presented in this paper.

### 요 지

50년 이상 경과된 조적조 건축물은 석회모르타르로 시공되었으나 보수공사 시 시멘트모르타르를 사용하여 기존 재료와의 상이함으로 인한 문제가 다수 발생하였다. 또한, 조적조 건축물의 보수공사 시 참고할 수 있는 석회모르타르에 대한 객관화된 자료의 부족과 상세기준이 없으며, 미숙련 조적공의 시공으로 인하여 건축물의 객관적인 구조성능을 평가하기가 어렵다. 조적조 건축물의 원형을 보존하기 위해서는 해당 건물의 재료와 기법에 대한 기술사적 연구가 중요하다. 그러므로 본 연구는 석회모르타르의 배합비, 배합재료, 양생기간 및 조건 등에 따른 압축강도 실험을 행하고, 이를 토대로 시멘트모르타르와 석회모르타르를 비교분석하여 석회모르타르의 구조적 특성을 정리한다.

**Keywords** : cultural properties, masonry, lime mortar, cement mortar, compressive strength

**핵심 용어** : 문화재, 조적, 석회모르타르, 시멘트모르타르, 압축강도

\* 정회원, 서울시립대학교 건축학부 건축공학과, 교수

\*\* 정회원, 서울시립대학교 건축학부 건축공학과, 박사과정

E-mail : coldegg@uos.ac.kr 02-2210-2753

• 본 논문에 대한 토의를 2009년 10월 31일까지 학회로 보내주시면 2010년 1월호에 토론결과를 게재하겠습니다.

## 1. 서론

50년 이상 경과된 조적조 건축물은 존치기간이 길어 재료의 내구성 저하, 화재, 보수, 개조 및 환경적인 문제로 파손되어 보수를 하거나 구조적 보강이 필요하다. 근대 이전의 조적조 건축물은 석회와 마사를 배합한 석회모르타르로 시공되었으나, 보수 시 시멘트모르타르를 사용하였다. 보수 후, 기존 재료와의 상이함으로 인한 하중전달의 흐름이 달라져 균열이 발생하거나 백화현상이 나타나는 등 문제가 다수 발생하였다. 문화재 수리는 원형보존을 위하여 동일한 재료를 사용하여 기존 양식과 기법에 따르도록 문화재 시방서에 규정하고 있으며, 부득이한 경우를 제외하고는 기존 재료를 사용하여야 한다. 하지만 석회모르타르에 대한 객관화된 자료의 부족과 상세기준이 없어 문화재를 보수하는 경우 조적공들의 경험에 의해 이루어짐으로 이에 따른 시공방법, 재료 등의 변화로 객관화된 구조적 성능평가가 어렵다. 또한, 석회를 사용해 본 기능공들이 점차 줄어들어 미숙련 조적공 또는 경험이 없는 조적공의 편익에 의한 시공이 이루어지고 있는 실정이다. 원형을 보존하기 위해서는 양식보다는 해당 건물의 '구법과 재료'에 대한 기술사적 연구가 중요하며 우선 시 되어야 할 것이다.

그러므로 본 연구는 석회모르타르와 시멘트모르타르의 구조적 특성을 비교·분석하기 위해 배합비, 배합재료, 양생기간 및 조건 등에 따른 모르타르 압축강도 실험을 행하고, 이를 토대로 석회모르타르의 구조적 특성을 정리한다.

## 2. 국내외 연구현황

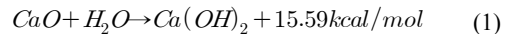
### 2.1 석회의 특징

시멘트와 생석회는 석회석을 주요 성분으로 갖으나, 제조공정에서의 차이를 보인다. 시멘트는 소성온도 1,400~1,500℃의 고열로 구워 굳힌 클링커라는 덩어리에 중량 3% 이하의 석고를 가하여 미세분

로 분쇄한 것을 말하는 반면, 생석회는 자연산의 석회석을 하소(물질을 고온으로 가열하여 그 물질 속에 들어 있는 수분이나 황, 비소 따위의 휘발성분을 없애는 것)하여 만든 것을 말한다.

석회석의 대부분은 calcite(방해석)의 결정상태로 이루어져 있으며, 이를 가열하면 고온에서 보다 안정된 상태로 전이되어 부정형백색결정의 생석회가 된다. 생석회는 소석회의 원료, 건축재료 등으로 사용한다.

석회를 사용할 때는 좀 더 안정상태인 소석회로 변화시킨다. 소석회(이하 석회)는 생석회에 물을 가하여 소하시켜 만든 것으로 수화(발열)반응이라 하고, 현장에서는 '석회를 피운다'고 한다. 생석회가 순수한 것일수록 반응이 급격히 일어나며, 발열온도는 80℃까지 올라간다.(문화재청, 1999)



석회의 사용에 있어 균열이 발생하지 않도록 하기 위해서 양질의 생석회를 충분히 피워 사용하거나 三和灰(삼화회, 석회와 모래, 기와가루 세 가지를 배합한 것) 등과 같이 용도에 따라 적합한 재료를 혼합하여 사용한다. 또한 반죽 시 동백기름, 어유, 해초류를 끓인 물 등을 사용하여 성형성을 조정한다.

### 2.2 국내의 기준비교

구조설계기준 2005(이하 KBC)의 조적식 구조에 제시된 모르타르는 시멘트 성분의 재료로서 석회, 포틀랜드시멘트 중에서 한 가지 또는 그 이상의 재료로 이루어진 것으로 사용용도에 따라 줄눈, 붙임, 깔, 안채움 그리고 치장줄눈용으로 구분한다. 시방서 등 모르타르 배합에 대해 특별히 제시되지 않은 경우에는 Table 1 또는 Table 2에 따라 배합한다. Table 1의 경우, 결합재는 주로 시멘트를 사용하며 보수성(保水性) 향상을 위해 석회를 약간 혼합하여 사용할 수 있다.

모르타르 압축강도는 한국산업규격(KS L 5220)에서 기건양생 28일 압축강도를 11MPa 이상으로

Table 1 모르타르의 용적배합비

모르타르의 종류		용적배합비(진골재/결합제)
줄눈	벽체용	2.5~3.0
	바닥용	3.0~3.5
붙임	벽체용	1.5~2.5
	바닥용	0.5~1.5
깔	바탕	2.5~3.0
	바닥용	3.0~6.0
안채움		2.5~3.0
치장줄눈용		0.5~1.5

Table 2 모르타르 및 그라우트 배합비

종류		배합비			
		시멘트	석회	모래	자갈
모르타르	줄눈용	1	1	3	-
	사춤용	1	-	3	-
	치장용	1	-	1	-
그라우트	사춤용	1	-	2	3

규정하고 있다.

반면 IBC 2000에서 모르타르의 종류로는 Cement-Lime, Mortar Cement 그리고 Masonry Cement 가 있다. 모르타르의 결합재로 사용되는 Cement는 보통포틀랜드시멘트를, Lime은 Hydrated Lime을, Masonry Cement는 Hydraulic Cement를 말한다. 조적용인 Hydrated Lime은 N형으로 Normal Hydrated Lime이며, S형은 Special Hydrated Lime으로 공기연행제(AE, Air-Entraining)를 첨가한 것이다.

모르타르 종류에 따라 용도별로 M, S, N 그리고 O형으로 구분한다. M형은 큰 하중, 지진, 폭풍우와 같은 조건에, S형은 높은 연성과 압축력을 받는 구조물에, N형은 일반적으로 인테리어, 내벽 등에, 그리고 O형은 비내력벽에 사용되며, 기건양생 28일의 압축강도는 Table 3과 같이 제시한다. Mortar Cement와 Masonry Cement는 시멘트만을 결합재로 사용하며, Cement-Lime은 석회를 시멘트 중량의 0.25에서 최대 2.5배까지 배합하여 사용한다. Cement-Lime모르타르의 용도별 배합비는 Table 4와 같다.

Table 3 국외 모르타르의 구분(IBC 2000)

Mortar	Type	압축강도 (MPa)	W/C (Min. %)	공기함유량 (Max. %)
Cement-Lime, Mortar Cement	M	17.2	75	12
	S	12.4		12
	N	5.2		14
	O	2.4		14
Masonry Cement	M	17.2	75	18
	S	12.4		18
	N	5.2		18
	O	2.4		18

Table 4 Cement-Lime 모르타르 배합비

종류	배합비		
	시멘트	석회	모래
M	1	0.25	3.5
S	1	0.25 ~ 0.5	4.5
N	1	0.5 ~ 1.25	6
O	1	1.25 ~ 2.5	9

### 2.3 국내 기존 연구

1986년부터 2006년도까지 근대 건축물 70건에 대한 수리횟수 126회를 분석하여 구조적 결함요인(김태영 등, 2008)을 정리하였다. 건축물 중 조적조 건축물이 34건으로 63회의 수리를 하였으며, 수리보고서에 기록된 결함부위를 살펴보면 Fig. 1과 같다. 벽체결함은 균열에 의한 누수, 벽체의 훼손 및 탈락, 줄눈의 균열 그리고 미장·도장의 변색 등이 있다. 또한 조적조 건축물을 유지함에 있어 줄눈이 중요함을 기술하고 있다.

국내 조적조 연구 중 시멘트모르타르 압축강도에

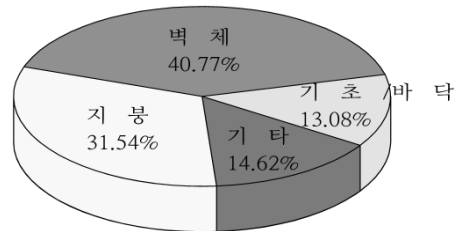


Fig. 1 조적조 건축물의 결함부위

Table 5 국내 시멘트모르타르 압축강도 추정식

연구자	모르타르 압축강도 추정식	비고
이원호 등	배합비 1:1~1:2	
	$f'_{mortar} = 1012.6 - 521.9M_c$	습윤양생
	$f'_{mortar} = 511.5 - 128.7M_c$	기건양생
	배합비 1:2.5~1:5	
	$f'_{mortar} = 223.4 - 28.6M_c$	습윤양생
김희철 등	$f'_{mortar} = 196.1 - 31.3M_c$	기건양생
	$f'_{mortar} = 214.1 - 27.8M_c$	일반
	$f'_{mortar} = \frac{2030.77}{M_c^2} + 27.22M_c - 152.59$	혼화제

$f'_{mortar}$  : 모르타르 압축강도,  $M_c$  : 모르타르 배합비

대해 배합비(1:1~1:5)와 양생조건(이원호 등, 2004)에 따라, 혼화제 첨가여부(김희철 등, 2001)에 따라 압축강도 추정식을 제안하였으며, 추정식은 Table 5와 같다.

근대기에 지어진 조적조 건축물의 모르타르 성분에 대한 연구(김택남 등, 2005)도 행해졌으나, 시멘트모르타르와는 달리 석회모르타르에 대해서는 극히 소수의 연구가 진행되고 있다.

### 3. 실험계획

조적조는 조적개체와 이를 연결시켜주는 줄눈으로 구성된다. 본 연구에서는 조적조 건축물에 사용된 석회모르타르와 시멘트모르타르를 비교분석하기 위해 Table 6과 같은 요인과 수준으로 모르타르에 대한 플로우테스트, 압축강도실험을 행한다.

결합재로는 시멘트, 석회, 강회를 사용하며, 잔골재로는 모래와 마사를 사용한다. 결합재 중 시멘트는 보통포틀랜드시멘트로 분말도 3367cm<sup>3</sup>/g, 비중 3.15이며, 석회는 생석회를 피워 만든 소석회로 분말도 9000cm<sup>3</sup>/g 이상(600 $\mu$ m의 체를 전부 통과함)이며, 비중 2.24이다. 강회는 시멘트와 석회를 22:78의 비율로 배합한 것이다.

마사는 암석(화강암)이 풍화된 흙으로 점성이 없으며, 주위에서 흔히 볼 수 있는 것이다. 본 실험에서 잔골재로는 근대기에 지어진 조적조 건축물의 모

Table 6 실험 계획

실험체명	결합재	잔골재	중량배합비 (kg/m <sup>3</sup> -6개 시험체 1배치, g)
CS-1	시멘트	모래	1:1 ( 782: 782-880: 880)
CS-2			1:2 ( 637:1274-586:1172)
CS-3			1:3 ( 493:1479-440:1320)
CS-4			1:4 ( 403:1612-352:1408)
CS-5			1:5 ( 313:1565-293:1465)
LS-1	석회	모래	1:1 ( 980: 980-626: 626)
LS-2			1:2 ( 732:1464-417: 834)
LS-3			1:3 ( 495:1485-313: 939)
LM I -1	석회	마사 I	1:1 (1127:1127-626: 626)
LM I -2			1:2 ( 805:1610-417: 834)
LM I -3			1:3 ( 544:1632-313: 939)
LM II -1	석회	마사 II	1:1 (1127:1127-626: 626)
LM II -2			1:2 ( 925:1850-417: 834)
LM II -3			1:3 ( 569:1707-313: 939)
SS-1	강회	모래	1:1 ( 782: 782-681: 681)
SS-2			1:2 ( 637:1274-454: 908)
SS-3			1:3 ( 493:1479-341:1023)
SM I -1	강회	마사 I	1:1 (1127:1127-681: 681)
SM I -2			1:2 ( 805:1610-454: 908)
SM I -3			1:3 ( 544:1632-341:1023)
SM II -1	강회	마사 II	1:1 ( 782: 782-681: 681)
SM II -2			1:2 ( 637:1274-454: 908)
SM II -3			1:3 ( 493:1479-341:1023)

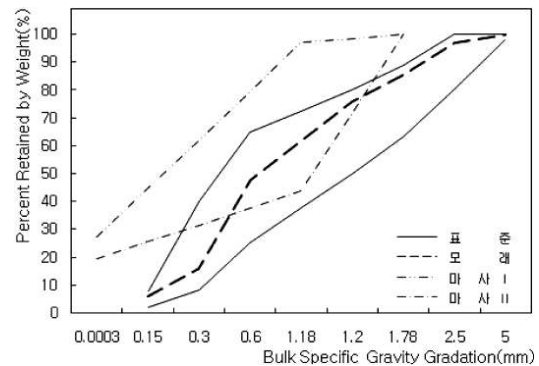


Fig. 2 잔골재의 입도곡선

르타르 성분에 대한 연구를 근거로 하여 주변에 있는 마사를 사용하며, 용산신학교의 조립률을 마사 I

로, 명동성당의 조립물을 마사II로 구분한다. 잔골재에 대한 입도곡선은 Fig. 2와 같다(권기혁 등, 2005).

KS L 5105에 따른 플로우값은 수경성모르타르는  $110 \pm 5$  mm로, 건조모르타르는  $100 \pm 5$  mm 범위에서 물의 양을 조절하도록 되어 있으나, 본 연구에서는 현장에서 주로 사용되는 플로우값  $200 \pm 10$  mm을 기준으로 행한다(서울시립대학교, 2001). 양생방법은 현장의 양생방식에 따라 기건양생으로 행한다. 배합재료, 배합비에 따라 시멘트모르타르 실험체는 28일까지의 강도를 측정하고, 석회모르타르 실험체는 재료특성상 경화시간이 길어 시간경과에 따른 압축강도를 분석하기 위해 7일 간격으로 49일까지 측정한다. 실험체는 배합비, 양생기간 및 조건 등의 실험요인으로 총 423개를 제작하여 측정한다.

#### 4. 실험결과 및 분석

##### 4.1 플로우테스트(KS L 5105)

시공연도를 추정하기 위한 플로우테스트는 물시멘트비(W/C)에 의해 결정되며, 일반적으로 W/C는 콘크리트 비빔에서의 시멘트에 대한 물의 양을 말한다.

모르타르의 경우, 물의 양은 사용 시멘트 무게의 48.5%로 하지만, 플로우테스트에 의한 플로우값에 의해 조절할 수 있도록 KBC에 제시되어 있다. 배합비와 배합재료에 따른 허용오차를 만족하는 플로우값에 대한 W/C를 정리하면 Table 7과 같다.

Table 7 배합비에 따른 플로우값

실험체명	1:1		1:2		1:3	
	W/C (%)	플로우값 (cm)	W/C (%)	플로우값 (cm)	W/C (%)	플로우값 (cm)
CS	39	21.0	49	19.9	66	20.7
LS	65	19.0	75	19.0	95	20.2
LM I	72	19.0	83	20.7	90	20.3
LM II	70	19.3	80	21.0	85	20.3
SS	69	21.0	75	20.9	85	20.9
SM I	80	19.0	87	19.0	93	19.9
SM II	78	19.9	85	19.5	92	20.7



(a) 시멘트모르타르 (b) 석회모르타르

Fig. 3 플로우테스트 후 형상

플로우값이 유사한 경우, 석회모르타르는 시멘트 모르타르에 비해 W/C가 약 27% 증가되었고, 강회 모르타르는 약 25% 증가되었다. 석회 및 강회 모르타르의 W/C가 시멘트모르타르에 비해 크게 나타난 것은 시멘트에 비해 석회의 입자가 작을 뿐 아니라 비중이 작아 중량배합을 하였을 경우 시멘트에 비해 석회의 부피가 많아 물에 접하는 면적이 넓기 때문이라 판단된다. 석회모르타르와 강회모르타르의 W/C는 잔골재 입도가 작을수록 증가하지만, 세골재 입도의 영향보다는 결합재에 의한 영향이 크게 나타난다.

플로우형상은 충격플로우테스트(Fig. 3 아래)에서는 명확히 구분되지 않으나 콘플로우테스트(Fig. 3 위)에서는 시멘트모르타르는 흘러내려 퍼지는 반면 시멘트모르타르에 비해 점성이 높은 석회모르타르는 콘형을 유지하면서 그대로 주저앉은 형태로 재료의 특성을 명확히 보여준다. 시멘트모르타르는 석회 모르타르에 비해 상대적으로 물의 양은 적으나, 물의 흡수량이 석회에 비해 적어 빈배합과 같이 묽은 반죽형태가 된다.

##### 4.2 모르타르 압축강도(KS L 5105)

모르타르 실험체는 몰드성형제작 후 24시간이 경과한 후 탈형을 행하고 양생을 실시한다.

Fig. 4는 석회모르타르 실험체를 제작하여 24시

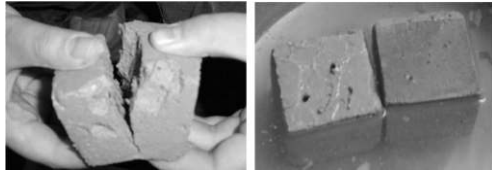


Fig. 4 석회모르타르 탈형 후 양상

Table 8 배합비에 따른 압축강도(MPa)

실험체명	배합비				
	1:1	1:2	1:3	1:4	1:5
CS	37.7	24.9	13.9	8.9	4.9
LS	1.3	1.4	1.0	-	-
LMI	1.3	1.3	0.7		
LMII	1.4	1.4	1.0		
SS	1.7	1.9	1.4		
SMI	1.3	1.3	0.7		
SMII	1.4	1.4	1.2		

간이 경과하였을 때이며, 뽀족한 물체로 찌르거나 힘을 가하였을 경우 쉽게 쪼개지거나 부서진다. 시멘트모르타르는 약 10시간 이내에 경화되어 강도를 발현하지만, 석회는 시멘트보다 수화반응속도가 느려 초기강도를 발현하기 위해서는 많은 시간이 필요하다.

배합비와 배합재료에 따른 기건양생 28일 압축강도의 실험결과를 Table 8과 같다.

시멘트모르타르는 배합비 1:1~1:3만이 국내기준 강도(11 MPa)를 만족하며, 배합비 1:5는 기준강도의 1/2정도로 작은 값이다. 석회 및 강회 모르타르는 배합비 1:5 시멘트모르타르 압축강도의 1/5정도로 극히 작은 값이다. 결합재로 순수 석회와 시멘트를 혼합한 강회를 비교하면, 잔골재가 모래일 때는 석회모르타르보다 강회모르타르가 1.3배 정도 크게 나타나 마사의 경우는 유사한 강도를 보인다.

모르타르 압축강도는 Fig. 5와 같다. KS 기준에 제시된 시멘트모르타르의 압축강도는 실선으로, IBC 기준에 제시된 모르타르 중 내벽 등에 사용되는 N형에 대한 기준강도는 점선으로, 높은 연성과 압축강도를 받는 구조물에 사용되는 S형은 일점쇄선으로 표시한다.

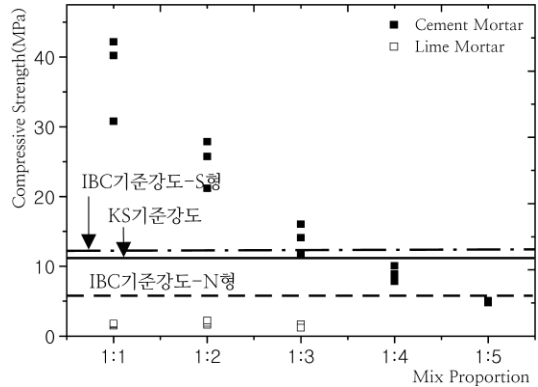


Fig. 5 모르타르 압축강도 비교분석

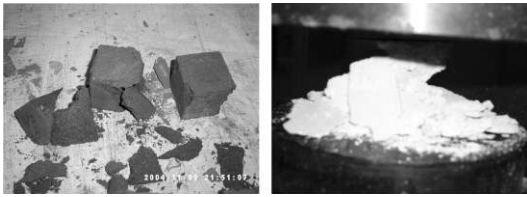
N형 석회모르타르는 수화반응속도가 빠른 시멘트가 배합됨으로써 국내의 순수 석회만을 사용한 석회 모르타르에 비해 압축강도가 3배 정도 커 국외 기준을 국내에 적용하는 데는 어려움이 있다.

시멘트모르타르는 배합비가 증가할수록 압축강도가 감소하는 경향을 나타내므로 이에 대한 회귀성 경향을 분석하여 추정식을 제안할 수 있다. 하지만, 석회모르타르는 경향성이 없어 회귀분석 추정식을 제안하기 어렵다. 석회모르타르의 배합비에 따른 경향성은 잔골재의 입도와 조립률, 양생기간, 석회의 산지 등의 영향을 받을 것으로 생각되나 본 연구에서 행해진 실험만으로는 경향성이 없는 이유를 설명하기 어렵다. 또한 석회모르타르에 대한 국내 참고 자료가 미비하며, 국외의 석회모르타르를 사용한 사례와는 달라 문헌적 연구로도 이유를 판단하기 어렵다. 경향성이 없는 이유에 대해서는 좀 더 많은 연구가 필요하다. 석회모르타르의 강도추정을 위해서는 많은 실험을 통해 얻은 자료를 DB화하여야 할 필요하다.

모르타르의 파괴형상은 Fig. 6과 같이 시멘트모르타르는 중간 부분이 오목하게 들어간 콘형의 덩어리로 나누어 부서지지만, 석회모르타르는 가루상태가 된다.

석회는 응결 및 경화의 속도가 시멘트에 비해 늦어 양생기간 28일 이후의 강도변화를 Table 9에 나타낸다.

기존 시멘트모르타르의 양생기간에 따른 강도발현



(a) 시멘트모르타르 (b) 석회모르타르

Fig. 6 파괴형상

Table 9 양생기간에 따른 석회모르타르 압축강도(MPa)

배합재료	배합비	양 생 기 간			
		28일	35일	42일	49일
LS	1:1	1.3	1.3	1.4	1.7
	1:2	1.4	1.5	1.6	1.8
	1:3	1.0	1.1	1.2	1.3
LMI	1:1	1.3	1.3	1.4	1.5
	1:2	1.3	1.5	1.6	1.7
	1:3	0.7	1.1	1.2	1.3
LMII	1:1	1.4	1.5	1.6	1.7
	1:2	1.4	1.6	1.7	1.8
	1:3	1.0	1.1	1.3	1.3

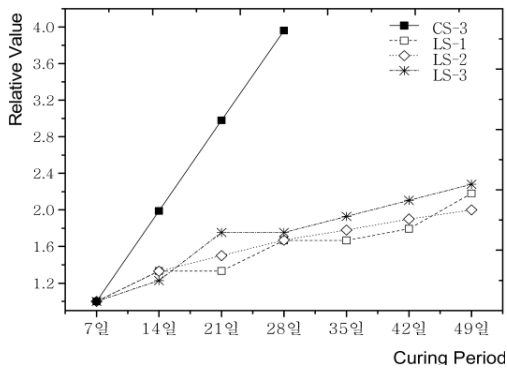
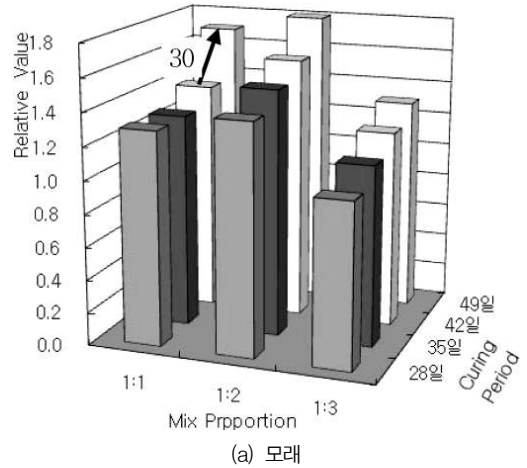


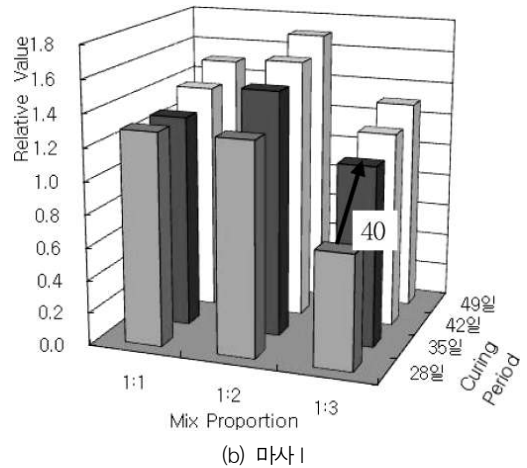
Fig. 7 양생기간에 따른 모르타르 압축강도

에 대한 연구를 보면 양생 7일에서의 28일 강도의 60%에 달하며, 28일 이후에는 거의 변화가 없다. 하지만, 석회모르타르는 28일 이후에도 시간이 경과함에 따라 압축강도가 지속적으로 증가하며 평균 증가율을 보면 1.3배 정도 큰 압축강도를 보인다.

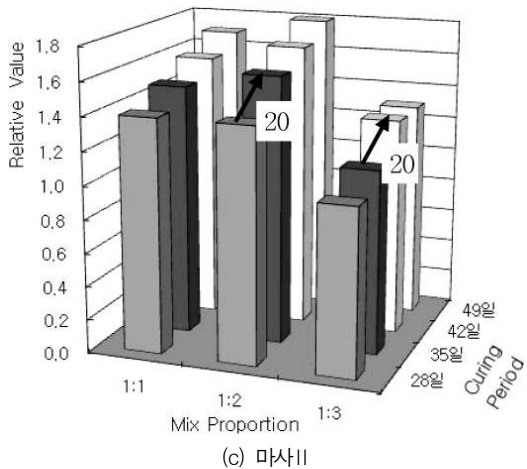
잔골재로 모래를 사용한 모르타르의 양생기간에 따른 압축강도의 발현율은 Fig. 7과 같으며, 각 모



(a) 모래



(b) 마사 I



(c) 마사 II

Fig. 8 입도분포에 따른 석회모르타르 압축강도의 발현

르타르의 양생기간 7일의 압축강도를 기준하여 상대적인 비를 y축으로 표시한다.

시멘트모르타르는 양생기간 7일의 압축강도에 비해 28일 강도가 4배 정도의 압축강도를 발현시키며, 7일 간격으로 99%의 일정한 증가율을 보인다. 하지만, 석회모르타르는 28일의 강도가 7일 강도에 비해 평균 1.70배 큰 압축강도를 갖으며, 28일 이후의 평균 16 % 증가율을 갖는다. 배합비에 따른 압축강도 증가율을 보면 1:3배합이 20%로 가장 크고, 그 다음으로는 1:1, 1:2순으로 압축강도와 강도 발현증가율은 반비례 관계를 나타낸다. 석회모르타르의 강도발현은 49일까지 꾸준히 지속적으로 증가하는 것으로 보아 49일 이후에도 강도발현이 진행될 것이다.

Fig. 8에 나타냈듯이 석회모르타르의 양생기간 28일 이후의 강도발현에 있어 잔골재 조립률의 영향을 분석하고자 한다. 양생기간 28일 이후의 평균압축강도 발현증가율은 모래는 12%, 마사 I 은 13% 그리고 마사 II는 11%로 조립률이 작은 마사 I의 경우가 가장 큰 증가율을 보이지만 큰 차이는 없다. 석회모르타르 중 마사 II가 압축강도가 가장 크며, 강도발현도 유사한 증가율을 나타낸다. 모래를 사용한 경우는 비교적 유사한 증가율을 보이지만, 1:1배합에서의 49일에 급격한 강도변화를 보인다. 조립률이 작은 마사 I 은 비교적 낮은 압축강도이며, 28일 이후 7일간 급격한 변화를 보인 후에는 유사한 증가율을 갖는다. 양생기간 28일 이후의 배합비에 따른 영향은 1:2배합은 평균 13%, 1:3의 배합은 10%, 1:1배합에서는 9%의 증가율을 나타낸다.

## 5. 결 론

본 연구는 석회모르타르의 물리적 특성을 분석하기 위한 실험으로 배합비와 배합재료, 양생기간 및 조건에 따른 실험요인을 두었다. 본 연구를 통해 얻은 결론을 각 항목별로 기술하면 다음과 같다.

1) 유사한 플로우값을 갖기 위해 보수성이 높은 석회모르타르는 시멘트모르타르에 비해 물시멘트비가 25% 정도 크게 나타난다.

2) 석회모르타르는 시멘트모르타르에 비해 수화반응속도가 느려 경화하는데 시간이 걸리며, 배합비에 따른 압축강도는 회귀성이 없다. 배합비에 따른 영향을 보면 1:1과 1:2배합은 유사한 강도를 나타내지만, 1:3은 약 0.7배 정도 작게 나타난다.

3) 석회모르타르의 압축강도는 잔골재의 조립률에 따른 영향은 크지 않다.

4) 양생기간 28일에서 49일까지의 강도발현 증가율은 조립률에 따른 영향은 적으며, 배합비 1:2인 경우가 전반적으로 안정된 증가율을 나타낸다.

향후 연구를 통해 외국과는 달리 석회만을 사용하는 국내 현실에 맞는 석회모르타르 기준이 마련되어야 하며, 그러기 위해서는 장기재령과 강도발현, 다양한 배합재료, 양생조건, 혼화제에 대한 추가적 실험들이 행해져야 할 것이다. 이 연구들의 결과가 DB화되면 문화재 보수 시 적용될 수 있는 석회모르타르 시방서가 작성될 수 있으리라 본다.

## 감사의 글

이 연구는 2008년도 서울시립대학교 교내연구비 지원으로 수행되었습니다. 연구지원에 감사드립니다.

## 참고문헌

1. 권기혁 외, “소석회 몰탈의 강도적 특성에 관한 실험 연구”, 대한건축학회 학술발표대회, 2005. 10.
2. 김태영 외, “근대 조적 건축물의 결합특성에 관한 연구”, 대한건축학회논문집 제 24권 제5호, 2008. 5. 117~124pp
3. 김희철 외, “지진하중을 고려한 비보강 조적조의 재료특성 평가에 관한 실험연구”, 한국지진공학회 제 5 권 제 2호, 2001. 4. 93~101pp
4. 서울시립대학교, “조적조 건축물에 대한 내진보강방안”, 2001. 6
5. 이원호 외, “조적개체 재료특성에 관한 실험적 연구”, 대한건축학회 제 20권 제12호 2004. 12. 45~52pp
6. 김택남, “명동성당 몰탈 1차 연구보고서”, 2002. / “용산신학교와 원효로성당의 몰탈과 벽돌분석”, 2004.
7. 문화재청, “문화재 수리용 강회 혼합제 조사연구”, 1999.



---

(접수일자 : 2009년 5월 18일)  
(1차수정일자 : 2009년 7월 00일)  
(심사완료일자 : 2009년 8월 14일)