

# 모르타르의 압축강도에 미치는 시멘트 강도의 영향에 관한 실험적 연구

## An Experimental Study on the Influence of Cement Strength on the Compressive Strength of Mortar

최 세 진<sup>\*</sup> 정 용<sup>\*\*</sup> 박 창 수<sup>\*\*\*</sup> 오 복 진<sup>\*\*\*\*</sup> 여 병 철<sup>\*\*\*\*\*</sup> 김 무 한<sup>\*\*\*\*\*</sup>  
Choi, Se Jin Jeong, Yong Park, Chang Soo Oh, Bok Jin Yeu, Byung Chul Kim, Moo Han

### ABSTRACT

It is fact that the cement is the most important material to harden the mortar and concrete, and Potland cement is used widely. Also, the chemical and physical properties of cement are different according to the kinds of cement

This is an experimental study to compare and analyze the influence of cement strength on the compressive strength of mortar to improve the quality of mortar and concrete. According to test results, it was found that correlation between cement strength and mortar strength was very high in all mixture.

### 1. 서론

콘크리트에서 시멘트의 역할은 여러 가지가 있으나 크게 나누어보면, 우선 콘크리트의 비빔시 균일한 점성을 부여하여 재료분리를 일으키지 않는 혼합성능을 주는 것, 또한 시멘트의 가장 중요한 역할로서 결합재로서의 기능이 있다. 시멘트는 물과 혼합될 때 시간이 경과함에 따라 응결·경화가 진행되어 강도와 내구성을 발휘한다. 즉, 시멘트와 물이 화학반응을 일으켜 수화생성물이라 불리는 새로운 화합물을 만들어 콘크리트가 경화하고 강도가 발현하게 되며, 이 외에 시멘트 경화체가 알칼리성을 띄어 콘크리트내 철근의 발청을 방지하는 중요한 역할도 하게 된다.

이중 포틀랜드시멘트는 현재 가장 많이 사용되고 있는 시멘트로서 표 1은 일본 JIS 및 국내 KS에서 규정하고 있는 포틀랜드시멘트의 종류 및 규격을 나타낸 것이다. 표에서 알 수 있듯이 대체적으로 유사한 규격을 나타내고 있으나, 일본의 경우 초소강시멘트가 규격내 포함되어 있는 점, 저열시멘트의 91일 강도가 규정되어 있고, 시멘트 K강도의 JIS 규격치가 KS에 비해 상대적으로 높은 것이 구분되고 있다.

본 연구는 시멘트강도가 상이한 시료를 선정하여 결합재량에 따른 모르타르의 특성을 비교·분석하여 시멘트강도가 모르타르의 압축강도특성에 미치는 영향을 검토함으로써 모르타르 및 콘크리트의 품

- \* 정회원, 삼표산업(주) 기술연구소 주임연구원, 공박
- \*\* 정회원, 삼표산업(주) 기술연구소 연구팀장
- \*\*\* 정회원, 삼표산업(주) R/C사업본부, 이사
- \*\*\*\* 정회원, 삼표산업(주) 기술연구소 소장, 공박
- \*\*\*\*\* 정회원, 삼표산업(주) R/C사업본부장, 공박
- \*\*\*\*\* 정회원, 충남대학교 건축공학과, 교수·공박

표 1. 한국·일본 포틀랜드시멘트 규격비교

국 가	시멘트 종 류	분말도 (cm <sup>2</sup> /g)	응결시간		압축강도*				
			초결(분)	종결(시간)	1일	3일	7일	28일	91일
한국	보 통(1종)	2,800이상	60이상	10이하	-	130이상	200이상	290이상	-
	중용열(2종)	2,800이상	60이상	10이하	-	110이상	180이상	285이상	-
	조 강(3종)	3,300이상	60이상	10이하	130이상	250이상	280이상	310이상	-
	저 열(4종)	2,800이상	60이상	10이하	-	-	75이상	180이상	-
	내황산염(5종)	2,800이상	60이상	10이하	-	90이상	160이상	210이상	-
일본	보 통	2,500이상	60이상	10이하	-	12.5이상	22.5이상	42.5이상	-
	조 강	3,300이상	45이상	10이하	10이상	20이상	32.5이상	47.5이상	-
	초조강	4,000이상	45이상	10이하	20이상	30이상	40이상	50이상	-
	중용열	2,500이상	60이상	10이하	-	7.5이상	15.0이상	32.5이상	-
	저 열	2,500이상	60이상	10이하	-	-	7.5이상	22.5이상	42.5이상
	내유산염	2,500이상	60이상	10이하	-	10이상	20이상	40이상	-

\* 단위 : 한국 kgf/cm<sup>2</sup>, 일본 N/mm<sup>2</sup>

질향상을 위한 기초자료를 제시하고자 한다.

## 2. 실험계획 및 방법

### 2.1 실험계획 및 배합

본 연구의 실험계획 및 배합은 시멘트강도가 상이한 시멘트 A, B, C에 대하여, 표 2에서 보는 바와 같이 국내 레미콘현장에서 사용되는 배합 및 수차레의 예비실험을 참고로 하여 설정된 콘크리트의 배합을 기준으로, 이 중 굵은골재를 제외한 모르타르의 배합을 실험배합으로 설정하였다.

즉 단위수량을 170kg/m<sup>3</sup>으로 고정하고 단위결합재량을 300, 310, 320, 330, 340kg/m<sup>3</sup>의 5수준으로 설정하여, 모르타르의 플로우 및 각 재령별 압축강도를 측정하였다. 또한, 플라이애시 대체율은 모든 배합에 대하여 15%로 고정하였다.

### 2.2 사용재료 및 비빔, 시험방법

본 연구에 사용된 A, B 및 C 시멘트의 물리적 특성은 표 3과 같으며, 플라이애시는 분말도 4,006cm<sup>2</sup>/g, 강열감량 3.2%의 당진산을 사용하였고, 잔골재는 조립율 2.7의 복인천 세척사를 사용하였다.

그림 1은 각 재령별 시멘트강도의 변화를 나타낸 것으로 시멘트종류별로 재령에 따른 압축강도 발현경향이 다소 다르게 나타나고 있다.

또한, 모르타르의 비빔은 모르타르용 믹서기를 사용하여 시멘트, 모래와 플라이애시를 1분간 건비빔한 후, 단위수량을 첨가하여 1분간 비빔을 실시하였으며 비빔을 완료한 모르타르는 플로우콘에 두 번에 나누어 다지고, 플로우콘을 들어올린 후 모르타르의 플로우를 측정하였다.

모르타르의 압축강도 시험은 50×50×50mm의 공시체를 제작하여 온도 20±2℃의 수증양생을 행한 후

표 2. 실험계획 및 배합

시멘트종류	W/B (%)	단위 결합재량 (kg/m <sup>3</sup> )	단위수량 (kg/m <sup>3</sup> )	FA 대체율 (%)	s/a* (%)	감수제 (%)	측정항목
A	변동	300	170	15	49	0.5	· 플로우(mm) · 압축강도(MPa) -3, 7, 28일
B		310					
C		320					
		330					
		340					

\* 콘크리트 배합기준

표 3. 시멘트의 물리적 특성

시멘트종류	비 중	분말도 (cm <sup>2</sup> /g)	용결시간(h:m)		압축강도*(kgf/cm <sup>2</sup> )		
			초결	종결	3일	7일	28일
A	3.15	3649	5:15	8:00	199(19.5)	272(26.7)	342(33.5)
B	3.15	3828	5:30	8:30	212(20.8)	304(29.8)	371(36.4)
C	3.15	3626	5:00	8:15	188(18.4)	295(28.9)	385(37.7)

\* ( )은 MPa 단위

재령 3, 7, 28일에 KS규준에 준하여 압축강도시험을 실시하였다.

### 3. 실험결과

표 4는 모르타르의 시험결과를 나타낸 것이다.

#### 3.1 플로우값의 변화

그림 2는 시멘트 종류별 결합재량에 따른 플로우값의 변화를 나타낸 것으로, 그림에서 알 수 있듯이 시멘트 B가 A 및 C에 비해 플로우값이 적게 나타났으며, 시멘트 C가 상대적으로 유동성이 높은 것으로 나타났다.

#### 3.2 압축강도의 변화

그림 3은 시멘트 종류별 결합재량에 따른 압축강도의 변화를 각 재령별로 나타낸 것이다.

그림에서 알 수 있듯이 결합재량이 증가할수록 모르타르의 압축강도가 증가하고 있으며, 시멘트종류에 관계없이 결합재량과 압축강도 사이에 높은 상관성을 보이고 있음을 알 수 있다.

특히, 시멘트강도가 높을수록 모르타르의 압축강도가 높은 경향을 보이고 있는데, 재령 3일의 경우 시멘트 B→A→C, 재령 7일은 B→C→A, 재령 28일은 C→B→A의 순

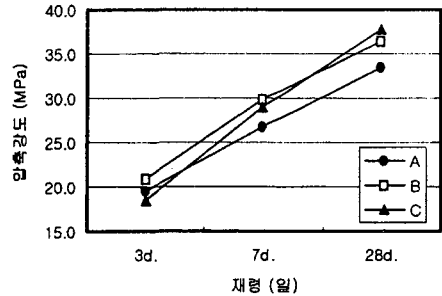


그림 1 각 재령별 시멘트강도의 변화

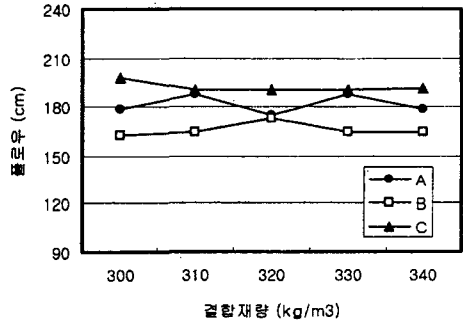


그림 2 시멘트종류별 플로우의 변화

표 4. 모르타르 시험결과

시멘트종류	결합재량 (kg/m <sup>3</sup> )	플로우 (mm)	압축강도 (MPa)		
			3일	7일	28일
A	300	178	7.5	13.2	22.2
	310	188	8.9	14.0	22.3
	320	175	9.0	15.2	23.5
	330	188	10.2	16.9	25.3
	340	178	11.5	18.2	26.8
B	300	163	7.8	16.3	26.0
	310	165	8.4	17.3	28.4
	320	173	9.2	18.2	29.6
	330	165	10.1	21.0	30.1
	340	165	12.5	23.4	33.6
C	300	198	6.1	13.3	26.4
	310	190	6.7	15.2	27.2
	320	190	8.3	17.2	30.1
	330	190	7.9	17.8	31.3
	340	191	9.6	21.1	33.4

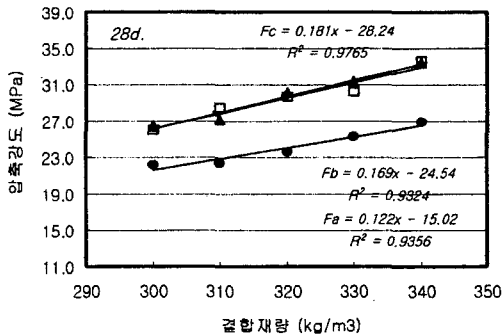
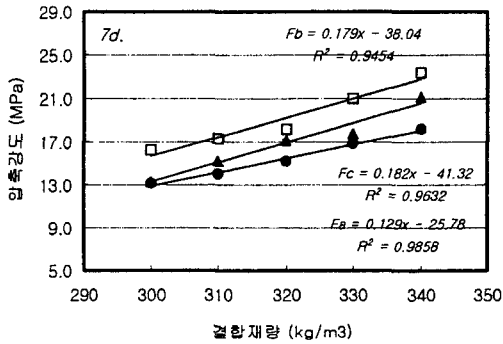
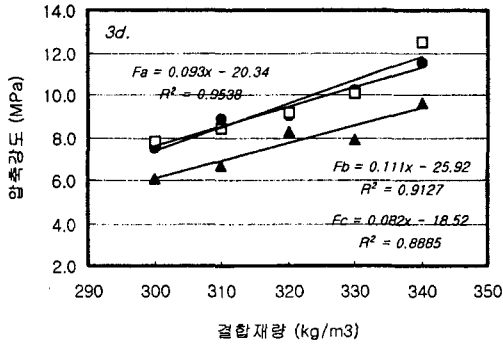


그림 3 시멘트종류별 압축강도의 변화

#### 4. 결론

모르타르의 압축강도에 미치는 시멘트 강도의 영향에 관한 실험적 연구를 행한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 시멘트종류별로 플로우값 및 재령에 따른 압축강도 발현경향이 다소 다르게 나타났다.
- 2) 결합재량이 증가할수록 모르타르의 압축강도가 증가하였으며, 시멘트종류에 관계없이 결합재량과 모르타르 압축강도 사이에 높은 상관성을 가지는 것으로 나타났다.
- 3) 결합재량에 관계없이 시멘트강도와 모르타르 압축강도의 상관성이 모두 0.96이상으로 높게 나타나 시멘트 강도를 이용해 모르타르의 압축강도를 추정할 수 있을 것으로 판단된다.

참고문헌

1. 日本コンクリート工学協会, 콘크리트技術の要点'03,
2. 長瀬重義, 友澤史紀, 生コン工場品質管理ガイドブック, 全国生コンクリート工業組合連合회

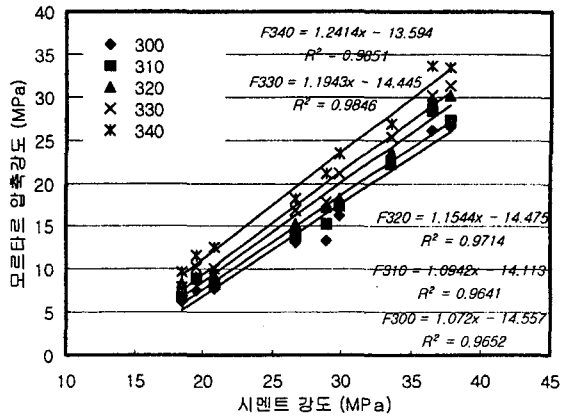


그림 4 시멘트강도와 모르타르 압축강도의 관계

으로 시멘트강도가 클수록 높은 압축강도를 발현하는 것으로 나타났다.

재령 28일의 경우 본 연구에서 얻어진 결합재량과 압축강도의 상관식을 보면,

시멘트 A :  $F_a = 0.122x - 15.02$  ( $R=0.967$ )

시멘트 B :  $F_b = 0.169x - 24.54$  ( $R=0.965$ )

시멘트 C :  $F_c = 0.181x - 28.24$  ( $R=0.988$ )

로서, 압축강도 27MPa를 얻기 위한 결합재량이 시멘트 A의 경우 344kg/m<sup>3</sup>, B 및 C의 경우 305kg/m<sup>3</sup>수준으로 나타나, 시멘트강도가 높은 시멘트를 사용함으로써 동일한 모르타르의 압축강도를 발현하는 데 결합재량을 상대적으로 절감할 수 있을 것으로 사료된다.

그림 4는 시멘트강도와 모르타르의 압축강도의 관계를 나타낸 것으로 결합재량에 관계없이 시멘트강도와 모르타르 압축강도의 상관성이 모두 0.96( $R^2$ )이상으로 높게 나타나 시멘트 강도를 이용해 모르타르의 압축강도를 추정할 수 있을 것으로 판단된다.