

# 저발열시멘트 콘크리트의 기초적 성질에 대한 연구

## A Study on the Properties of Low-Heat Cement Concrete

문 한 영\*  
Moon, Han-Young

김 성 수\*\*  
Kim, Seong-Soo

신 화 철\*\*\*  
Shin, Hwa-Cheol

강 석 화\*\*\*\*  
Kang, Suck-Hwa

---

### ABSTRACT

The properties of Low-heat cement are especially in lower heat of hydration than that of other types of cement. In other respect, Low-heat concrete is more advantageous than OPC concrete in chemical resistance, long term age compressive strength, slump loss and resistance to seawater.

This paper deals with 28days age compressive strength and slump loss by elapsed time of mortar and concrete that made with Low-heat cement and 3 types of other cement.

---

### 1. 서 론

최근 콘크리트구조물은 규모가 크고 고강도 콘크리트를 사용하는 경향이 많아 수화열에 의한 열응력으로 인해 균열이 발생됨으로서 구조물의 성능이 떨어지는 문제점이 지적되고 있다. 또한 공장폐수, 산성토양에 접하는 장소에 건설되거나 염분의 영향을 받는 해양콘크리트 구조물의 경우 콘크리트의 열화, 철근의 부식 등으로 인해 콘크리트구조물의 내구성이 크게 떨어지는 경우가 종종 발생한다고 한다. 그래서 콘크리트의 수화열이 큰 점, 내구성 저하 등의 문제점을 개선하기 위한 방안으로 저발열시멘트 콘크리트에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다.

저발열시멘트는 보통포틀랜드시멘트의 조성광물중  $C_3A$ 의 양을 2%정도로 줄이고, 미분말의 포졸란을 혼합한 혼합시멘트의 일종으로써, 특히 매시브한 콘크리트구조물에 적용하므로써 수화열을 크게 줄일수 있을뿐만 아니라 유동성과 내구성 등을 향상 시킬수 있는 장점을 가진 반면 조기강도발현이 다소 지연되는 단점을 가지고 있다.

본 연구에서는 저발열시멘트 콘크리트의 기초적 성질을 알아보기 위하여 4종류 시멘트로서 각각 제조한 모르타 및 콘크리트의 물성 및 강도에 대한 비교실험을 실시한 결과에 대하여 고찰하였다.

---

\* 정희원 한양대학교 공과대학 토목공학과 교수

\*\* 정희원 대전대학교 공과대학 토목공학과 교수

\*\*\* 정희원 한양대학교 대학원 토목공학과 석사과정

\*\*\*\* 정희원 동양시멘트(주) 중앙연구소 건설재료연구실 실장

## 2. 실험개요

### 2.1 사용 재료

#### (1) 시멘트

시멘트는 보통포틀랜드시멘트(이하 OPC로 약함), 내황산염시멘트(이하 Type 5로 약함), 고로슬래그 시멘트(이하 SG로 약함) 및 저발열시멘트(이하 LH로 약함)를 사용하였으며 화학성분 및 물리적 성질은 표 1과 같다.

표 1. 시멘트의 화학성분 및 물리적 성질

	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	SO <sub>3</sub>	비중	강열감량(%)
OPC	20.68	5.16	3.02	62.42	4.71	2.42	3.15	1.36
Type 5	22.81	3.49	4.79	63.04	2.63	1.88	3.16	1.17
SG	25.22	8.33	2.01	54.15	5.08	3.15	3.07	0.75
LH	35.67	12.38	3.31	39.77	4.42	2.41	2.77	1.10

#### (2) 화학혼화제

리그닌 술폰산 고축합물이 주성분인, 비중 1.245±0.005인 AE감수제를 사용하였다.

#### (3) 골재

잔골재는 비중 2.61, 조립율 2.66인 해사를 세척하여 사용하였으며, 굵은골재는 최대치수 20mm로서 비중 2.63, 조립율 6.80인 부순돌을 사용하였다.

## 2.2 실험방법

#### (1) 모르타 및 콘크리트의 제조 및 배합

모르타공시체는 KS L 5105에 의해 제조하였으며, 콘크리트는 시멘트 및 잔골재를 먼저 투입하여 30초간 믹싱한 후 혼합수와 혼화제 사용량의 1/2을 섞어 투입하고 30초간 믹싱한 후 굵은골재와 나머지 혼화제를 투입하여 1분 30초동안 믹싱하여 제조하였다. 이때 콘크리트의 배합은 표 2와 같다.

표 2. 콘크리트의 배합

종류	Gmax (mm)	Slump (cm)	Air (%)	W/C (%)	S/a (%)	단위중량 (kg/m <sup>3</sup> )			
						W	C	S	G
OPC	20	15±3	4.5±1.5	45	43	155	345	772	1035
Type 5							345	773	1036
SG							345	769	1031
LH	1	20	15±3	4.5±1.5	43	155	410	729	977
	2						390	737	988
	3						370	745	998
	4						345	755	1012

#### (2) 강도시험

모르타의 압축강도는 KS L 5105에 의해 측정하였으며, 콘크리트는  $\phi 10 \times 20$ cm 원주형 공시체를 제조하여 KS F 2405에 의하여 재령 3, 7 및 28일의 압축강도를 측정하였다.

(3) 슬럼프 손실 시험

굳지않은 콘크리트의 슬럼프 손실률을 알아보기 위하여 KS F 2402에 의해 경과시간 120분까지의 슬럼프 값을 경과시간 1시간까지는 15분단위, 그 이후부터는 30분단위로 측정하였다.

3. 실험 결과 및 고찰

3.1 저발열시멘트 모르터의 강도특성

4종류의 시멘트를 사용하여 제조한 모르터의 재령별 압축강도를 측정하여 표 3이며, OPC 모르터의 각 재령별 압축강도 100에 대한 상대적인 압축강도비로 정리한 것이 그림 1이다. 표 3에서 LH 모르터의 3, 7 및 28일 압축강도가 각각 81, 176 및 315kg/cm<sup>2</sup>으로서 OPC 모르터와 비교해서 조기강도가 크게 지연됨을 알 수 있다. 그래서 그림 1에서는 4종류 시멘트로 제조한 모르터의 압축강도비를 재령별로 비교해본 결과 재령 28일에서 LH 모르터의 압축강도비가 크게 증가되어 보통모르터의 약 85% 정도이며, 다른 두종류 시멘트 모르터와는 큰 차이가 없는 비교적 좋은 압축강도비를 나타내었다.

표 3. 각종 모르터의 재령별 압축강도(kg/cm<sup>2</sup>)

	3일	7일	28일
OPC	187	320	371
Type 5	183	274	332
SG	152	299	355
LH	81	176	315

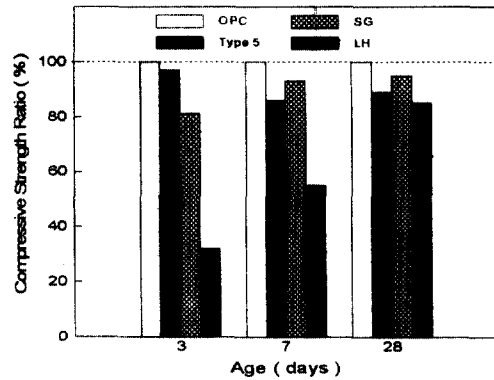


그림 1 시멘트 종류별 모르터의 압축강도비

3.2 저발열시멘트 콘크리트의 슬럼프 손실률

단위시멘트량 345kg/m<sup>3</sup>, 물-시멘트비 45%인 4종류의 굳지않은 콘크리트의 슬럼프 값을 경과시간별로 측정하여 믹싱직후의 슬럼프 값 100에 대한 경과시간별 슬럼프 값을 나타낸 것을 정리한 것이 그림 2이다. 이 그림에서 LH콘크리트의 경과시간 120분까지의 슬럼프 손실률이 4종류의 콘크리트중 가장 적은 좋은 결과를 나타내었으며, 손실률은 OPC콘크리트와 비교해볼 때 약 20%정도 작은 값을 나타내어, 서중콘크리트 시공이나 공사가 지연 또는 중단되어 큰 슬럼프 손실이 예상되는 공사현장 등의 시공면에서 유효할 것으로 생각된다.

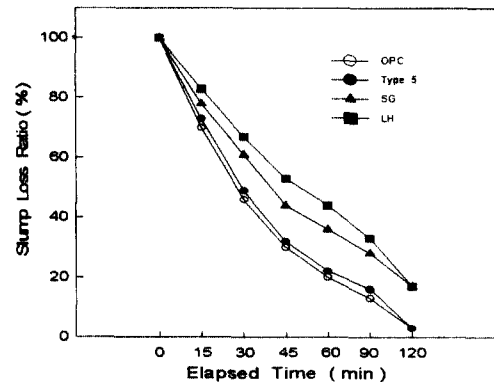


그림 2. 굳지않은 콘크리트의 슬럼프 손실률

### 3.3 저발열시멘트 콘크리트의 강도특성

물-시멘트비와 단위시멘트량을 각각 고정시킨 4종류 콘크리트의 재령 3, 7 및 28일 압축강도를 비교한 것이 그림 3이다. 이 그림에서 저발열시멘트 콘크리트의 압축강도는 모르터와 마찬가지로 초기재령에서는 가장 작았으나 재령 28일에서는 보통포틀랜드시멘트 콘크리트에 약 86%로 근접하는 큰 증가현상을 나타내어 재령이 증가할수록 강도증진을 기대할수 있겠다. 저발열시멘트 콘크리트를 단위시멘트량 345kg/m<sup>3</sup>, 물-시멘트비를 4단계로 변화시켜 압축강도를 측정하여 재령별로 정리한 것이 그림 4이다. 이번 그림에서 알 수 있듯이 저발열시멘트 콘크리트의 경우에도 물-시멘트비가 작을수록, 재령이 클수록 압축강도가 거의 비례적으로 증가함을 알 수 있다.

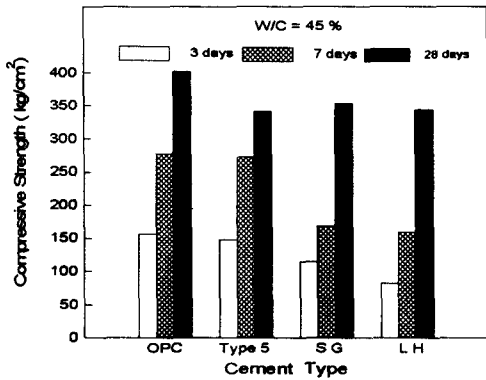


그림 3. 콘크리트 종류별 재령에 따른 압축강도

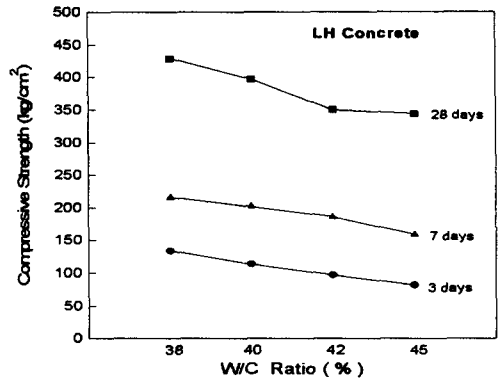


그림 4. 물-시멘트비별 재령에 따른 압축강도

## 4. 결론

- 1) 저발열시멘트를 사용한 모르터 및 콘크리트는 조기강도발현이 지연되는 문제점이 있으나 재령 28일 압축강도비는 보통모르터나 콘크리트의 약 85%정도 증가되므로써, 증가추세를 고려해 볼 때 장기재령에서의 강도증진이 예상된다.
- 2) 저발열시멘트 콘크리트의 경과시간에 따른 슬럼프 손실률은 4종류의 콘크리트중에서 가장 작았으며, 경과시간 120분에서 보통콘크리트보다 약 20%정도 작은 슬럼프 손실률을 나타내어 현장적용시에 유의할것으로 사료된다.

이상의 결과를 종합해볼 때 저발열시멘트 콘크리트는 시공성 향상 및 장기재령에서의 강도증진이 유추되므로 활용범위가 점차 확대될것으로 기대된다.