

# 증기양생방법에 따른 모르타르의 동결융해 특성에 관한 실험적 연구

## An Experimental Study on Freezing and Thawing Characteristics of Mortar Influenced by Steam Curing Methods

장 문 기\*   박 광 수\*\*   김 관 호\*\*\*   이 준 구\*\*\*  
Jang, Moon Ki   Park, Kwang Su   Kim, Kwan Ho   Lee, Jun Gu

---

### ABSTRACT

In this study, the characteristics of freezing and thawing resistance, the compressive strength, and the change in height of cement mortar according to steam curing methods has been studied. To this end, the major test variables include the period of the early curing, curing temperature and the later curing. The strength test as well as volume variousness have been conducted to explore the characteristics of thawing and thawing resistance on the curing methods.

The experimental results in the present study can be efficiently used to improve the characteristics of freezing and thawing resistance for concrete products carrying steam curing.

---

### 1. 서      론

농업수리구조물로 많이 이용되고 있는 콘크리트제품은 수분과 접하여 콘크리트 함유정도가 높고, 지속적인 반복 동결융해를 받아 균열, 박리 등의 열화가 진행되어 성능저하로 인한 구조물로 내구성 확보와 연장방안의 필요성이 절실하며 현재 이에 대한 많은 연구들이 활발히 진행되고 있다. 이러한 많은 연구들은 각 연구에서 사용하고 있는 배합비, 다짐방법, 전양생기간과 증기양방법 등에 따라 서로 상이한 결과를 나타내는 경우가 많으며, 따라서 실제 현장에서 사용하는 배합비, 양생방법들에 대한 각종

---

\* 정희원, 농업기반공사 농어촌연구원 위촉연구원

\*\* 정희원, 농업기반공사 농어촌연구원 부장

\*\*\* 정희원, 농업기반공사 농어촌연구원 계장

실험연구가 필요하다.

본 연구에서는 현재 국내 콘크리트제품 중 수리구조물인 벤치플럼, 플룸관을 생산하고 있는 회사의 수집된 자료를 분석한 후, 전양생 기간과 증기양생온도, 후양생 기간을 변수로 하여 시멘트모르타르의 동결융해저항성, 압축강도, 높이변화를 비교·분석 연구하여 동결융해저항성이 높은 양생방법을 제시하고자 한다.

## 2. 실험변수 및 실험방법

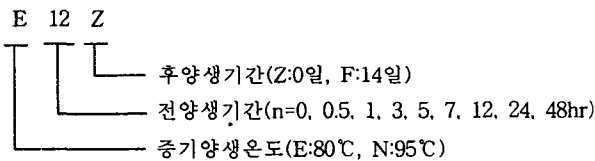
### 2.1 실험변수

현장에 설치된 콘크리트제품의 수리구조물은 생산 환경이나 시기뿐만 아니라 불리한 설치환경으로 인하여 성능저하가 발생하고 있는데, 실제환경과 동일한 조건으로 실내 실험하기는 곤란하다.

본 연구에서는 콘크리트제품 생산업체의 수집된 자료조사를 기초로 그룹된 W/C비(42%)와 전체 증기양생기간(5hr)을 고정한 후 전양생 기간(0.0, 0.5, 1.0, 3.0, 5.0, 12.0, 24.0, 48.0hr)과 증기양생온도(80, 95℃), 후양생 기간 유무에 따라 압축강도와 높이변화, 동결융해에 대한 저항성 비교 실험을 수행하였다. 실험변수는 Table 1과 같다.

Table 1 Mixing ratio, experimental parameters

Type	Mixing ratio (g)				Experimental parameters			
	W/C(%)	W	C	S	Temperature of steam curing (°C)	Periods of early curing (hr)	Periods of later curing (days)	
EnZ	42	430	1020	2500	80	0	0	
EnF						0.5		
NnZ						1		14
NnF						3		
						5		
	12							
	24							
	48							



## 2.2 실험방법

### 2.2.1 공시체 제작

증기양생방법에 따른 압축강도와 높이변화, 동결융해에 대한 저항성을 알아보기 위하여 KS L 5105 (시멘트모르타르의 압축강도 시험방법)에 따라 50.8mm의 입방체 공시체를 192개 제작하였다. 전양생은 프로그램에 따라 대기양생을 실시하고, 증기양생은 최고온도에 따라 전체 5시간으로 하였으며, 후양생은 증기양생직후 14일 동안 대기 양생하였다.

### 2.2.2 압축강도 및 부피변화 측정

압축강도는 증기양생온도와 전양생 기간, 후양생 기간에 따라 각 조마다 3개씩 제작된 입방체 공시체를 KS L 5105(시멘트 모르타르의 압축강도 시험방법)에 따라 압축강도를 시험하였고, 부피변화는 압축강도를 측정하기 전에 변화된 높이를 버니어캘리퍼스로 측정하였다.

### 2.2.3 동결융해저항성실험

증기양생온도와 전양생 기간, 후양생 기간에 따라 동결융해저항성을 구하기 위하여 제작된 개의 공시체를 ASTM C 666에 따라 기중동결수증용해방식으로 동결융해실험을 수행하였다. 초기증량에 대한 상대 증량비를 구하기 위해 전체 300사이클에 대해서 초기 습윤증량을 재고 30사이클 간격으로 증량변화를 측정하여 동결융해에 대한 저항성을 구하였다.

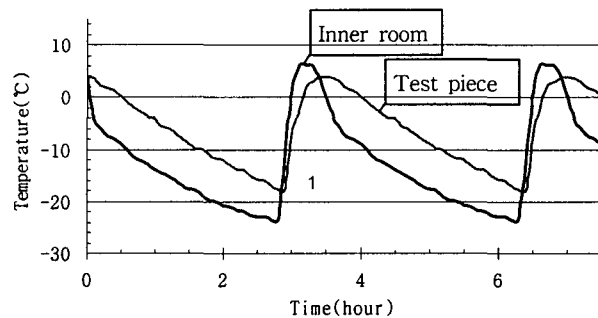


Fig.1 Cycles of freezing and thawing

### 3. 실험 및 해석결과

#### 3.1 압축강도

양생패턴에 따른 모르타르의 압축강도는 결과는 다음 Table 2와 같으며, 높이변화, 동결융해에 대한 저항성 결과는 각각 Table 3, 4와 같다.

Table 2 Compressive strength of mortar on the patterns of curing

(Unit : kgf/cm<sup>2</sup>)

Temperature of steam curing (°C)	Periods of early curing (hr)								Periods of later curing (days)
	0	0.5	1	3	5	12	24	48	
80	59.7	77.3	98.7	153.1	209.1	317.3	282.9	306.4	0
	197.9	203.7	257.3	281.3	274.1	287.6	320.5	300.3	14
95	102.1	120.0	132.8	132.3	176.0	176.5	178.9	205.3	0
	232.8	243.5	216.3	237.9	261.9	270.9	266.1	332.8	14

#### 3.2 높이변화

Table 3 Height change of mortar on early curing

(Unit : mm)

Temperature of steam curing (°C)	Periods of early curing (hr)							
	0	0.5	1	3	5	12	24	48
80	53.38	53.63	53.68	52.97	52.23	50.70	51.20	51.30
95	57.60	57.93	56.57	53.03	52.70	50.97	51.00	50.43

### 3.3 모르타르의 동결융해저항성

Table 4 Characteristics of freezing and thawing of mortar on curing patterns

(Unit : %)

Temperature of steam curing (°C)	Periods of early curing (hr)								Periods of later curing (days)
	0	0.5	1	3	5	12	24	48	
80	92.2	91.1	89.7	92.2	95.9	100.0	100.0	100.0	0
	94.4	90.7	90.0	92.3	97.4	100.0	100.0	100.0	14
95	79.2(120)	66.4(90)	64.1(90)	68.3(90)	69.0(180)	94.5	84.1	74.5	0
	64.5(180)	73.0(90)	61.5(240)	59.6	93.4	100	100	100	14

( ) 안 숫자는 모르타르의 파괴 사이클 수

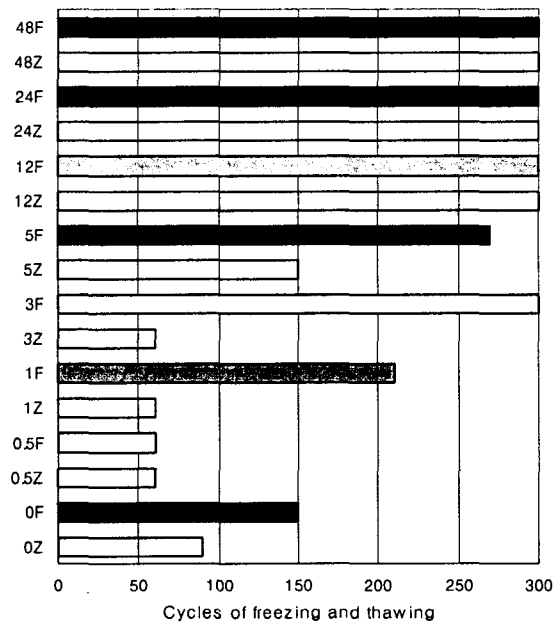


Fig.5 Comparison of characteristic of freezing and thawing on period of early and later curing(steam curing in 95°C)

#### 4. 결 론

1. 압축강도는 각각의 증기양생최고온도에서 전양생 기간이 길어질수록 증가함을 볼 수 있었다. 압축강도는 전양생기간 12시간 이하에서 강도 증가율이 크게 나타났고, 증기양생최고온도 95℃에서는 80℃ 증기양생보다 압축강도 낮게 발현되었다. 이는 고온 촉진양생으로 시멘트입자의 표면에 급격히 조밀한 수화물이 생성되고, 이후 시멘트 입자 내부의 수화반응이 지연된 것으로 설명된다.

2. 시멘트모르타르의 높이 변화는 전양생 기간이 짧을수록, 최고온도는 높을수록 크게 나타났다. 이는 촉진양생과정에서 시멘트모르타르의 온도가 상승하여 시멘트모르타르 내부의 공기와 물이 팽창되어 높이 변화가 크게 나타난 것으로 판단된다.

3. 동결융해저항성은 전양생이 길수록, 증기양생 최고온도가 낮을수록, 후양생을 실시할 때 크게 나타났다. 특히 증기양생 최고온도가 95℃에서는 80℃일때보다 동결융해저항성이 낮게 나타났는데, 이는 고온에서의 촉진양생으로 인하여 조기에 시멘트모르타르내부에 열응력에 의한 내부파괴, 인장응력에 의한 미세한 표면균열이 발생한 후, 반복 동결융해 과정에서 시멘트 겔과 시멘트 페이스트 내부의 수분이 빙결에 의한 수압 작용으로 저항성이 낮게 나타난 것으로 사료된다.

#### 참고문헌

1. A.M. Neville, Properties of Concrete, 1996
2. ASTM Committee C-9, "Test Method for Resistance of Concrete to Rapid Freezing and Thawing", Annual Book of Astm standards, Vol. 04. 02., C 666-90.
3. ASTM Committee C-9, "Standard Specification for Flow Table for Use in Test Specimens in the Laboratory", Annual Book of Astm standards, Vol. 04. 02., C 230-90.