

내한성 혼화제를 이용한 시멘트 모르타르의 강도증진 특성

Properties of Strength Development on Cement Mortar Using Agent for Enduring Cold Climate

홍 상 희* 김 현 우** 심 보 길** 한 민 철* 한 천 구***
Hong, Sang Hee Kim, Hyun Woo Sim, Bo Kil Han, Min Cheol Han, Cheon Goo

ABSTRACT

When fresh concrete is exposed to low temperature, the concrete may suffer from the frost damage at early ages and the strength development may be delayed. To solve such problems of cold weather concreting, admixtures called agent for enduring cold climate are developed to prevent the fresh concrete from being frozen at early ages. In this study, the experiments are carried out on several kinds of agent for enduring cold climate to present their performance. According to experimental results, most kinds of agent for enduring cold climate show the strength development in the range -5°C of curing temperature, it tends to be delayed at long term maturity without agents for enduring cold climate. while it gains high strength maturity when agents for enduring cold climate is applied.

1. 서 론

최근 건축구조물은 고층화 및 대형화 하는등 건설공기의 중요성이 강조됨에 따라 동절기에도 시공할 수 있는 건설공사의 연중시공활동이 중요하게 부각되고 있다. 그런데, 콘크리트는 경화전에 빙점이하의 외기온에서 초기동해를 받게되면 강도 및 내구성 저하등 심각한 피해를 입게 된다. 한중콘크리트의 경우 초기동해를 방지하기 위한 방법으로는 압축강도 50kgf/cm^2 이상이 발휘될 때까지 보온 양생하는 방법과 내한성 혼화제(내한축진제, 방동제를 종합하여 지칭함)를 혼입하는 방법등이 있다.

그러나 상기의 방법 중 시공의 편이성 및 경제성을 고려할 때에는 내한성 혼화제의 사용이 무엇보다 유리하므로 이의 검토가 우선된다.

그러므로 본 연구에서는 국내외에서 유통되는 많은 내한성 혼화제 종류 중 대표적인 제품을 수집하여 시멘트 모르타르 상태에서 내한성 혼화제의 혼입을 변화에 따른 강도특성을 분석하므로써 내한성 혼화제를 이용한 한중콘크리트의 시공효율화에 한 참고자료로 제시하고자 한다.

* 정회원, 청주대 대학원 건축공학과 박사과정

** 정회원, 청주대 대학원 건축공학과 석사과정

*** 정회원, 청주대 건축공학과 교수, 공학박사

2. 실험계획 및 방법

표 2. 실험요인 및 수준

2.1 실험계획

본 연구의 실험계획은 표 1과 같다. 즉, 배합사향으로 시멘트와 잔골재의 배합비는 1:3으로 하고, 내한성 혼화제는 5종류(국내산, 일본산, 스위스산은 내한 촉진제와 중국산 2종류의 방동제)에 대하여 혼화제 회사에서 추천하는 적정혼입율의 1/2, 적정혼입율, 적정혼입율×2배로 혼입율을 변화시키는 3수준, 총 16배치로 실험계획 하였다. 단, 모르터의 W/C는 내한성혼화제를 혼입하지 않은 배합에서 시멘트 모르터의 목표 플로우치가 150±10mm가 되도록 배합설계하여 이를 전 배합에 동일하게 적용하는 것으로 하였다. 실험사향으로는 경화 모르터에서 압축강도를 각 적산온도별에 따라 측정하도록 하였다.

요 인		수 준	
배합사향	배합비	1	1 : 3
	W/C (%)	1	48%(내한성혼화제를 혼입하지 않은 배합에서 시멘트 모르터의 목표플로우치가 150±10mm가 되도록 배합설계하여 W/C를 결정함)
	내한성혼화제	5	■ 중국산(2), 국내산(1), 일본산(1), 스위스산(1)
	혼화제량(%)	4	■ 0, 1/2×적정혼입율, 적정혼입율, 적정혼입율×2
실험사향	경화상태	1	■ 압축강도

2.2 사용재료

본 실험의 사용재료로 시멘트는 국내산 보통 포틀랜드 시멘트를 사용하였는데, 그 물리적 성질은 표 2와 같고, 잔골재는 강모래를 사용하였는데 그 물리적 성질은 표 3과 같다. 단, 강모래의 입도분포는 표준입도곡선 범위에 만족하는 것을 사용하였다. 혼화재료로서 내한성 혼화제는 국내의 제품으로 기본성분과 특성은 표 4와 같다.

표 2. 시멘트의 물리적 성질

비중	분말도 (cm ² /g)	안정도 (%)	응결 시간(분)		압축강도(kgf/cm ²)		
			초결	종결	3일	7일	28일
3.15	3,432	0.07	222	391	246	314	409

표 3. 잔골재의 물리적 성질

골재종류	비중	조립율 (F.M)	흡수율 (%)	단위용적량 (kg/m ³)	입형판적용 (%)	0.08mm체 통과율 (%)
강모래	2.57	2.62	1.46	1598	61.0	2.06

표 4. 내한성 혼화제의 특성

종류	기호	주성분	첨가량 (C×%)	비중	pH	빙점(°C)	외관	비고
내한 촉진제	K	질산염계	6	1.27±0.02	8±1	-25	연노랑액체	계면활성
	J	합질소화합물	4	1.32~1.36	9±0.5	-30	연노랑액체	-
	S	질산염계	1.5	1.17±0.02	7~7.5	-13	연노랑액체	-
방동제	C ₁	-	8	1.16	-	-15	암갈색분말	감수율10%이상
	C ₂	-	3	1.16	-	-15	암갈색분말	감수율10%이상

2.3 실험방법

본 연구의 실험방법으로 모르터의 혼합은 KS L 5109에 의한 수경성 시멘트 반죽 및 모르터의 기계적 혼합방법에 의하여 실시하였다. 경화상태에서의 실험으로 공시체의 제작은 ASTM C 348의 규정에 의거 4×4×16cm의 몰드로 제작한 후, ASTM C 349의 규정에 의거 압축강도시험을 실시하였다.

3. 실험결과 및 분석

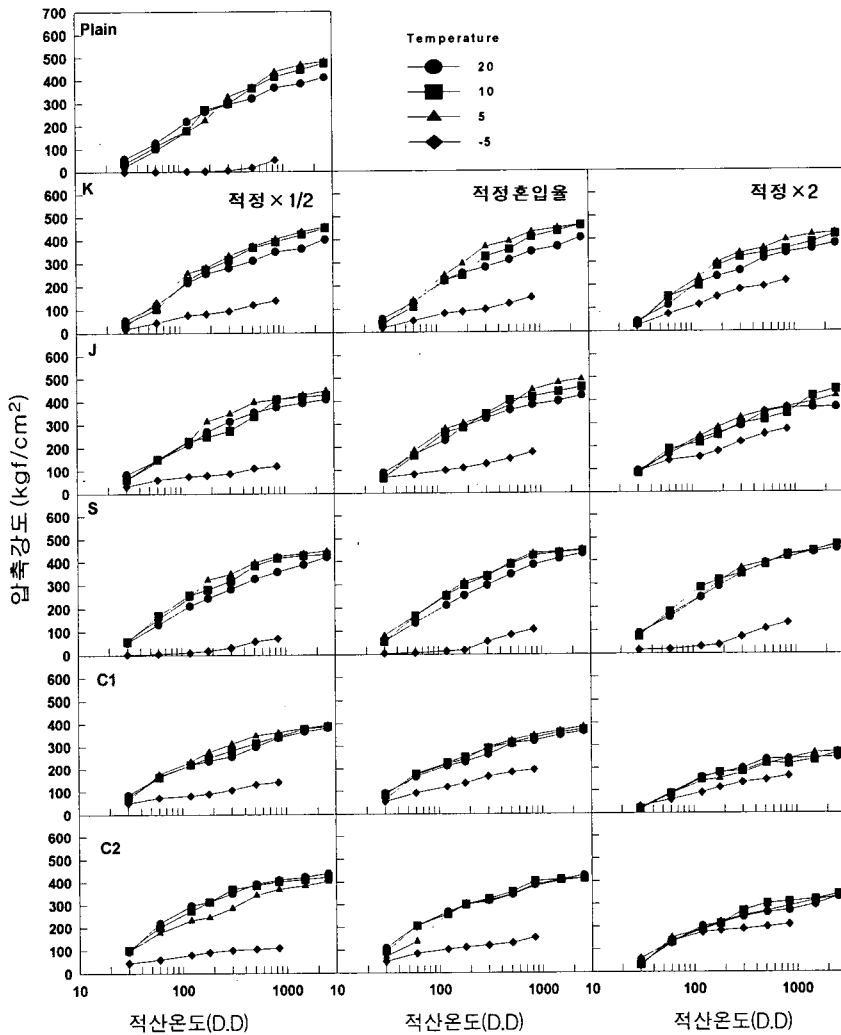


그림 1 내한성 혼화제의 종류 및 혼입을 변화에 따른 압축강도

루어지지 않은 것으로 사료된다. 그러나, 내한성 혼화제를 혼입한 경우는 제품의 종류 및 혼입율에 따라 각기 다른 양상으로 나타났다. 즉, 내한성 혼화제를 혼입한 경우는 양생온도가 높을수록 혼입하지 않은 경우와 큰 차이를 보이지 않으나, 저온인 경우에는 내한성 혼화제 혼입율이 증가할수록 강도발현은 양호하게 나타났다. 따라서, 내한성 혼화제의 품질효과는 저온에서 양호함을 확인할 수 있었다.

내한성 혼화제의 종류별로는 20°C양생의 경우보다 저온인 -5°C의 경우에서 큰 차이로 나타났는데 K, J, C1 및 C2제품에서의 강도발현은 플레인 보다 큰 것으로 나타났으나, S제품의 경우는 내한성능이 별로 발휘되지 못하는 것으로 나타나 내한성 혼화제의 제품간 품질차이는 큰 것으로 나타났다. 특히, 방동제인 C1 및 C2제품의 경우에는 초기적산온도 30DD부터 저온에서도 비교적 큰 강도증진을 보이고 있었다.

그림 1은 적산온도 증진에 따른 압축강도를 내한성 혼화제 종류, 혼입율 및 양생온도별로 나타낸 그래프이다.

먼저, 내한성 혼화제를 혼입하지 않은 플레인의 경우는 양생온도가 높을수록 초기 적산온도에서는 높은 강도증진을 보이고 있었으나, 적산온도 경과에 따라 오히려 저온 양생의 경우보다 강도증진이 둔화되는 것으로 나타났다. 특히, 양생온도 5°C의 경우 초기 적산온도에서는 강도증진이 미약하나 장기적산온도에서는 반대로 증가하는 강도의 역전현상이 발생하였다. 한편, -5°C의 경우에는 초기적산온도에서 거의 강도증진은 나타나지 않았으며 장기 적산온도에서도 강도증진은 미미한 것으로 나타났는데, 이는 초기동해 피해로 인하여 강도발현이 거의 이

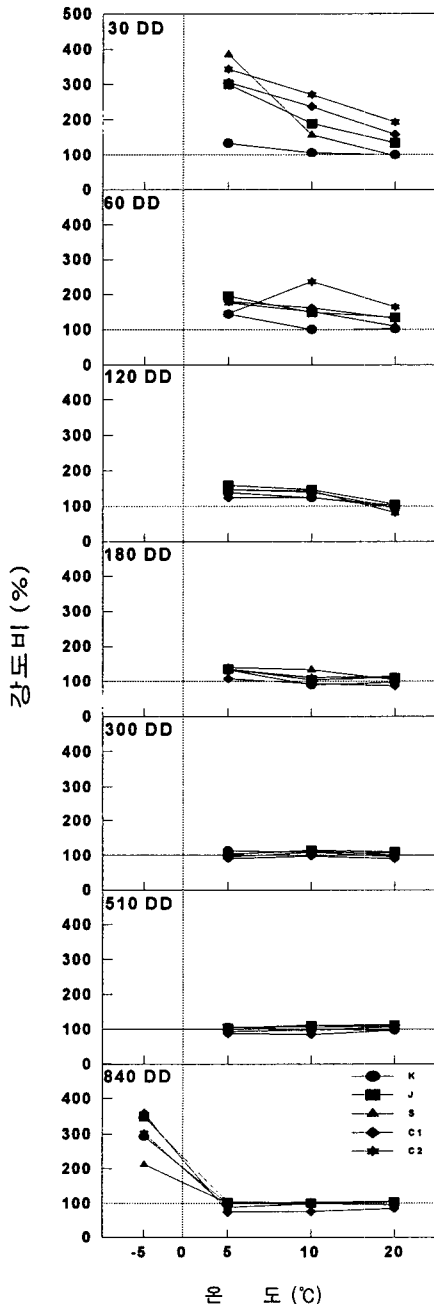


그림 2. 내한성 혼화제의 종류 및 혼입율 변화에 따른 강도비

이는 C1 및 C2제품의 경우 다량 포함된 임화물에 기인하여 동결점 강하작용 및 응결축진의 영향으로 분석된다. 그러나 적정량 $\times 2$ 배로 혼입한 경우는 다량의 공기량 증가로 인하여 오히려 강도가 저하되는 것으로 나타나 혼화제의 적정 사용량 준수 또한, 매우 중요함을 시사하고 있다.

내한성 혼화제의 종류중 저온에서 강도발휘가 양호한 제품은 C1, J, K, C2제품 순임을 알수 있었다.

그림 2는 동일 적산온도별로 내한성 혼화제를 사용하지 않은 모르타의 양생온도별 강도를 100%로하여 내한성 혼화제 종류별 강도를 비교한 그래프이다.

내한성 혼화제를 이용한 경우 내한성 혼화제를 이용하지 않은 경우와 비교하면 초기 강도증진은 양호하지만 적산온도 300DD 이상에서는 큰 차이를 보이지 않는 것으로 나타났다.

4. 결 론

내한성 혼화제를 이용한 시멘트 모르타의 강도증진 성상에 대하여 실험연구한 결과를 요약하면 다음과 같다.

1) 내한제를 혼입하지 않은 플레인의 경우는 -5°C 의 저온양생에서 초기동해로 낮은 강도를 발휘하고 있으므로 한중콘크리트 공사시 초기양생에 주의할 필요가 있다.

2) 저온환경인 -5°C 에서 내한제 J, C1 및 C2 제품인 경우는 초기강도발현은 매우 양호하였고, 적산온도 30DD이전에 초기동해를 방지할 수 있는 압축강도 $50\text{kgf}/\text{cm}^2$ 이상을 발휘하는 것으로 나타났다.

3) 내한제는 초기강도발현 및 저온양생강도는 우수하지만, 장기강도에는 큰 차이가 없는 것으로 나타났으며, 방동제일 경우는 장기강도에서 약간 저하하는 현상도 나타났다.

참 고 문 헌

(1)홍상희, 김현우, 김정진, 이백수, 한천구 ; 내한성 혼화제를 이용한 시멘트 모르타의 동결온도 및 응결특성, 콘크리트학회 학술발표논문집, Vol. 11, No. 1, 2000, pp. 199~204.

(2)日本建築學會 ; 寒中コンクリート施工指針・同解説, 1998.

(3)浜幸雄;耐寒促進剤による寒中コンクリート施工指針に関する研究北海道大學, 1998.