

고강도 콘크리트의 하절기 적용을 위한 실물모형시험

The Mock-up Test for the Hot Weathered High Strength Concrete

손 명 수*

Shon, Myung Soo

김 태 준*

Kim, Tae Jun

ABSTRACT

The mock-up test was carried out to solve several problems of the hot weathered high strength concrete.

The workability of concrete could be guaranteed by using high range water reducer containing polycarboxylic acid. The compressive strength calculation by rebound value of Schmidt hammer underestimated the actual strength of concrete structure. The temperature of concrete should be lowered by control of raw material temperature and transportation.

1. 서론

건축물이 고층화 및 대형화됨에 따라 장스팬 설계 및 기둥부재의 단면 축소를 위해 고강도콘크리트가 개발되어 최근 많은 주상복합현장에서 실용화되고 있다. 고강도 콘크리트는 일반 콘크리트에 비하여 철저한 품질관리가 요구되기 때문에 현장적용 이전에 면밀한 사전준비가 반드시 필요하다.

현장 실물모형시험(Mock-up test)은 이러한 문제를 해결하기 위한 한가지 방법으로서, 실제로 사용할 콘크리트를 레미콘 B/P에서 생산하여 실 구조물과 동일한 크기의 부재로 제작한 후 수화열 및 코아의 압축강도를 측정하여 그 결과를 분석하는 시험이다. 즉, 실제 구조물에서의 시공성 및 콘크리트 강도발현 및 수화발열 특성을 정확히 예측하여 거푸집 탈형시기 결정, 조기강도확보 등 현장의 원활한 품질관리에 일조하기 위한 것이다. 본 연구에서는 하절기에 발생할 수 있는 고강도콘크리트의 문제점들을 현장실물모형시험을 통해 분석하고 그 결과를 나타내었다.

2. 실험

2.1. 사용재료

시멘트는 H사의 보통 포틀랜드 시멘트를 사용하였으며, 잔골재는 최대치수 5 mm의 세척사를, 굵은 골재는 최대치수 25 mm의 쇄석을 사용하였다. 혼화제는 유동성 확보를 위해 폴리카본산계 고성능 AE감수제를 사용하였다. 수화열 저감을 위해 보령산 플라이애시를 시멘트량의 15 % 내할치환하였다.

* 정희원, LG건설(주) 연구개발팀

2.2. 시험계획 및 방법

시험에 사용된 고강도 콘크리트의 시방배합은 레미콘 시험 생산에서 결정된 배합으로 표 1과 같다. 설계기준강도는 50 MPa, 배합강도는 60 MPa 이고, 현장도착 기준 슬럼프 플로우는 55±10 cm, 기준 공기량은 3±1 % 이다.

벽체 및 기둥 부재의 수화열 이력을 측정하기 위해 열전대를 매립하였고, 구조체 콘크리트의 강도를 측정하기 위하여 벽체와 기둥 모두 코어를 채취하는 동시에 슈미트해머로 반발경도를 측정하였다. 철근은 최소배근으로 온도보강근(HD13@250)만 사용하였다. 구체적인 실험항목 및 내용을 표 2에 나타내었다. 시험체의 규격, 수화열 측정 포인트 및 코어채취 위치는 그림 1에 나타내었다.

표 1 목업시험용 고강도 콘크리트의 배합표

배합 규격	W/B (%)	S/A (%)	단위량 (kg/m ³)					혼화제 B×%
			물	시멘트	플라이애시	잔골재	굵은골재	
25-50-55	30.5	42.0	174	485	85	666	927	1.6

표 2 실험항목 및 방법

실험 종류	구체적인 실험 내용	비고
압축강도시험	표준양생	1, 3, 7, 14, 28, 56일 3개씩
	코어	1일 상, 중, 하 각각2개소(18 EA) 3, 7, 28일 상, 중, 하 각각3개소(54 EA) 56일 상, 중, 하 각각1개소(6 EA)
비파괴시험	슈미트해머	재령1, 3, 7, 28, 56일 부재 상, 중, 하부
수화열시험	열전대	벽체 상, 중, 하 3개소 기둥 상, 중, 하, 측 4개소 외기온도

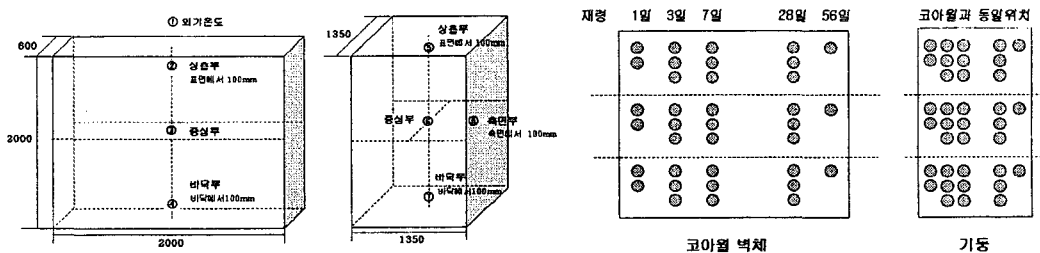


그림 1 대상 부재의 규격, 수화열 측정 포인트 및 코어채취 위치

3. 결과 및 분석

레미콘 공장에서 현장 타설 완료시까지의 운반시간은 약 50분이 소요되었으며, 표 3에 나타낸 바와 같이 배합 후 1시간 이상 시간이 경과하여도 양호한 유동성을 나타내므로, 폴리카본산계 고성능 AE감수제를 사용할 경우 하절기에 필요한 워커빌리티 확보 및 유지가 충분히 가능할 것으로 판단되었다.

표 4 및 그림 2는 경화 콘크리트의 압축강도 시험결과를 나타낸 것이다. 재령 3일까지 표준양생 공시체 보다 코아 공시체의 압축강도가 높게 나타난 것은 높은 수화열에 의한 압축강도의 조기발현으로 판단할 수 있다. 그러나 재령 7일 이후에는 코아의 경우가 표준양생의 경우보다 강도증진율이 낮아 재령 28일에서 표준양생 시험체의 압축강도는 74.6 MPa, 코아 시험체의 압축강도는 59.4 MPa로 나타나 실제 구조물에서는 코아 시험체와 같은 압축강도를 발현할 것으로 판단된다. 즉, 하절기에 고강도 콘크리트를 타설할 경우에는 표준양생과 실구조체의 압축강도 차이에 대한 검토가 필요할 것으로 판단된다.

비파괴 시험의 경우에는 그림 3에 나타낸 것과 같이 보통 콘크리트에 대한 슈미트해머의 반발경도에 따른 압축강도 산정식으로 산정한 압축강도가 코아 시험체의 강도보다 낮게 나타나 구조체의 압축강도를 과소평가함을 알 수 있다. 따라서 비파괴시험결과로 실구조물의 정확한 압축강도 예측하기 위해서는 콘크리트 배합별로 본 시험에서 회귀분석한 것과 같은 방법으로 강도를 판정하여야 할 것이다.

표 3 목업시험용 굳지않은 콘크리트의 물성 시험

슬럼프 플로우(cm)		공기량(%)		타설온도 (℃)
공장	현장	0분	60분	
60/59	55/54	4.7	3.1	35.0

표 4 표준공시체 및 코아공시체의 재령별 압축강도

구 분		재령별 압축강도(MPa)				
		1일	3일	7일	28일	56일
코아	벽체	40.7	50.1	54.9	58.9	66.5
	기둥	43.5	56.5	55.4	60.0	69.6
표준 양생		26.7	46.2	57.5	74.6	-

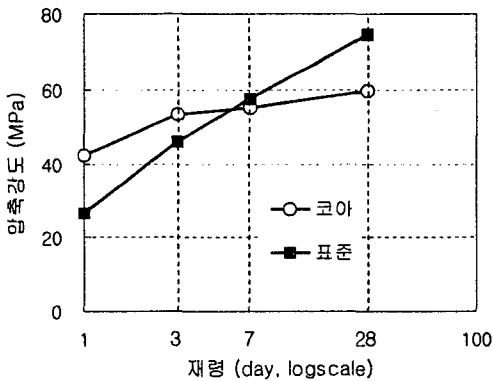


그림 2 표준양생 및 코아 시험체의 압축강도

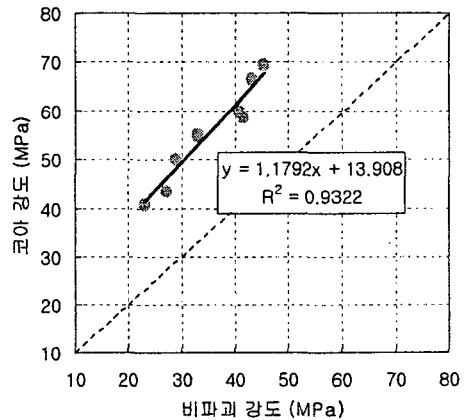


그림 3 비파괴 강도와 코아 강도의 상관관계

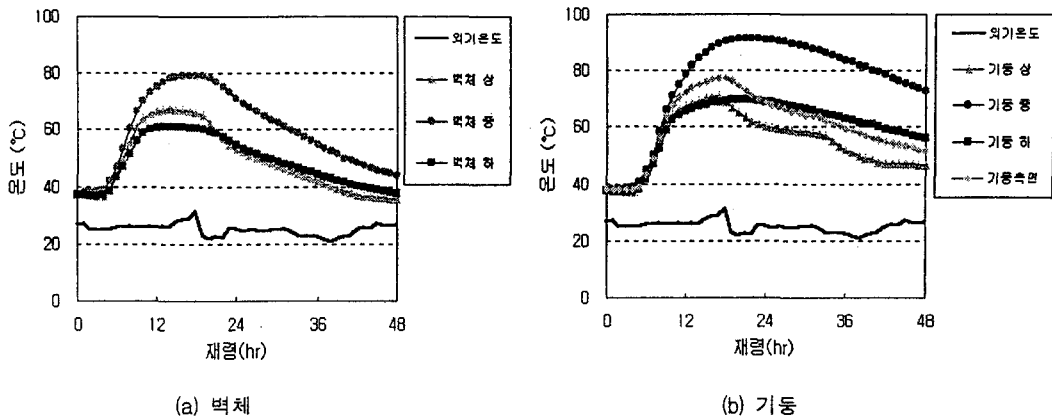


그림 4 목업시험체의 수화열 측정 결과

수화열의 경우에는 그림 4와 같이 벽체의 경우에는 중심부와 표면부의 온도차가 최대 20℃ 이하로 나타났다. 부재크기가 큰 기둥 부재의 경우에는 폴리아에시를 15% 치환했음에도 불구하고 최대 30℃ 정도로 매우 높게 나타나 균열발생이 염려되었으나 강도의 조기발현으로 균열은 발생되지 않았다. 그러나 하절기에는 외기온도가 매우 높아 원재료의 온도상승으로 인한 콘크리트 타설온도의 상승이 발생하는 만큼, 고강도 콘크리트의 경우에도 품질확보를 위해서는 원재료의 온도관리 및 콘크리트의 운반에 대한 적절한 대책이 필요할 것으로 판단된다.

4. 결론

본 연구는 고강도 콘크리트를 하절기에 적용할 경우 발생할 수 있는 문제점들을 파악하고 원활한 품질관리를 위해 실시한 현장 실물모형시험의 결과를 분석한 것으로 얻어진 결론은 다음과 같다.

- (1) 폴리카본산계 고성능 AE감수제를 사용할 경우 콘크리트 배합후 1시간 이상이 경과하여도 하절기에 필요한 워커빌리티 확보 및 유지가 충분히 가능한 것으로 나타났다.
- (2) 슈미트해머의 반발강도로 산정한 압축강도 추정식은 구조물의 압축강도를 실제보다 과소평가하는 것으로 나타났다.
- (3) 하절기에는 고강도 콘크리트의 경우에도 원재료의 온도관리 및 운반에 대한 적절한 대책을 세워 콘크리트 타설온도를 최대한 낮추어 크기가 큰 부재에서의 수화열을 제어해야 한다.

참고문헌

1. 조일호 외 3인, "서중 고강도 레미콘 제조 및 품질관리", 1994년도 가을 학술발표회 논문집, pp.423-428
2. 이승훈 외 2인, "초고층 건물에 대한 고강도 콘크리트의 현장적용 및 품질관리", 콘크리트학회지, Vol.8, No.1, pp.68-75, 1996. 2.
3. 권영웅, "건축 토목구조물의 비파괴검사방법-콘크리트의 표면경도 시험법", 콘크리트학회지, Vol.10, No.2, pp.20-26, 1998. 4.