

# 공동주택 공기단축을 위해 개발된 조강 콘크리트의 강도 발현 특성에 관한 연구

## An Experimental Study on Strength Properties of Early Strength Concrete for Reduction of Working Period in Apartment

정 양 희\*                      이 재 현\*                      금 경 훈\*\*                      이 원 암\*\*                      김 선 만\*\*\*  
Jung, Yang-Hee              Lee, Jae-Hyun              Keum, Kyoung-Hun              Lee, Won-AM              Kim, Sun-Man

### Abstract

The decision of the Form removal time which leads the early assuring strength of the concrete from Apartment construction is the fact which is important from Reducing the period of works and the economical efficiency side. Especially, with Complex building of recent times the same Tall building and Multiple Apartment Site which only follows in upgrade of interior construction of apartment site and shortening the frame construction period becomes very, importantly is the actual condition where the effort which is various for this is attempted, But is caused by with limit and economical efficiency problem of case concrete early strength revelation of most and is not put to practical use is the actual condition, Develops concrete mixture which is a utility from the research which sees hereupon and the effect which is economic leads construction duration shortening under maximizing boil.

키 워 드 : 공동주택, 골조공사, 조강 결합재, 공기단축

Keywords : apartment, concrete structural frame work, early strength binder, reduction of working period

## 1. 서 론

### 1.1 연구의 목적

최근 공동주택 공사에서 전체 공사기간을 최소화하기 위한 방법으로서 선 조립 철근 도입 및 시스템 거푸집 활용을 통해 골조 공기를 단축하고자하는 노력이 일반화되고 있는 추세이며, 이와 더불어 조강 콘크리트 개발을 통해 거푸집 탈형 시기의 단축을 꾀하고 있는 실정이다.

그러나 최근까지 적용된 콘크리트의 조기강도 발현 기술은 배합적인 측면에서 물결합재비를 낮추거나, 재료적 측면에서 조강 시멘트 및 고성능 혼화제를 사용하는 방법이 주를 이루었는데 이는 요구되는 조강성능의 발휘에는 다소 한계가 있고 비용이 높아 경제성이 떨어지는 등의 문제점을 가지고 있다.

또한 국내 춘추절기 및 동절기 동안의 대기 온도가 표준양생온도인 20℃ 수준을 유지할 수 없으므로 계절별 양생온도에 따른 조강 콘크리트의 배합을 구분하여 검토하여야 하며, 이는 춘추절기 및 동절기에도 동일한 골조 공정 사이클을 유지하기 위해서 필수

적일 것으로 판단된다.

따라서 본 연구에서는 기존의 3종 조강시멘트보다 경제성있는 새로운 조강형 시멘트를 개발하여 물결합재비에 따른 굳지 않은 콘크리트의 특성과 양생 시간대별 압축강도를 측정하여 그 조강 성능을 평가하였다. 또한 양생 온도를 10, 15, 20℃로 구분하여 계절별로 적합한 배합을 제시하여 현장의 상황에 맞는 배합을 선정할 수 있도록 하고자 한다.

## 2. 실험계획 및 방법

### 2.1 실험계획

본 연구의 조강콘크리트 품질성능 목표는 표 1과 같으며, 이는 공동주택의 골조 공정으로서 5일/cycle을 확보하기 위한 조강콘크리트의 품질관리 항목이다.

실험계획은 표 2와 같으며, 실험인자는 표 2와 같이 결합재, 물결합재비 및 양생온도를 각각 3 수준으로 설정하였으며, 배합설계는 표 3과 같다.

\* 대림산업 기술연구소  
\*\* 쌍용양회공업(주)  
\*\*\* 이코비스 기술연구소

표 1. 콘크리트 품질성능 목표

품질성능 항목		상세내용
굳지않은 콘크리트 물성	슬럼프(mm)	210±25
	공기량(%)	4.5±1.5
압축강도	수직부재	5MPa/15hr
	수평부재	14MPa/42hr
골조공정		5day/cycle

표 2. 실험계획

실험인자		측정항목	
결합재	OPC(1종) HESPC(3종) EC(조기강도용)	슬럼프	0, 60분
물결합재비 (%)	40, 45, 50	공기량	0, 60분
양생온도별 (°C)	10, 15, 20	압축강도	15hr, 18hr, 24hr, 36hr, 43hr

표 3. 배합설계

구분	S/A (%)	단위중량(kg/m³)						
		W	B	S1	S2	G	AD	
OPC	40%	47.5	170	425	566	241	898	B*1.2
	45%	48.5		378	592	252	901	B*1.2
	50%	49.5		340	615	261	899	B*1.1
HESPC C EC	40%	47.5	165	413	573	244	908	B*1.6
	45%	48.5		367	598	254	911	B*1.5
	50%	49.5		330	621	264	909	B*1.4

각 실험별 측정항목은 굳지 않은 콘크리트 특성으로서 슬럼프와 공기량을 비빔직 후 및 60분 경과 후 각각 KS F 2402, KS F 2421 규정에 의거하여 측정하였다.

경화 콘크리트의 실험으로서 압축강도는 Ø100×200mm의 공시체를 KS F 2403 규정에 따라 제작한 후 KS F 2405에 의거하여 실시하였으며, 양생시간 12, 18, 24, 36, 43hr 별로 3개씩 압축강도 시험을 하였는데 재령 12, 18, 24hr 시험체의 경우 석고로 캐핑을 하였고 그 후에는 시멘트 페이스트로 캐핑한 후 U.T.M으로 측정하였다.

## 2.2 사용재료

본 실험에서는 국내산 S사의 보통포틀랜드 시멘트(OPC), 3종 조강 포틀랜드 시멘트(HESPC)와 조기강도용으로 개발된 시멘트(EC)를 사용하여 개발품의 조강 성능을 비교 검토하였다.

골재는 시중 레미콘 공장에 납품되고 있는 제품을 사용하였으

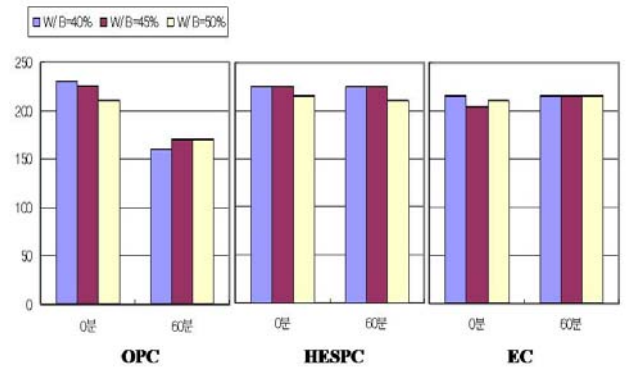
며, 잔골재는 세척사 70%에 부순모래 30%를 혼합하여 혼합조립률이 2.9 수준을 유지하도록 하였으며 굵은골재는 25mm 부순골재를 사용하였다.

## 3. 실험결과 및 분석

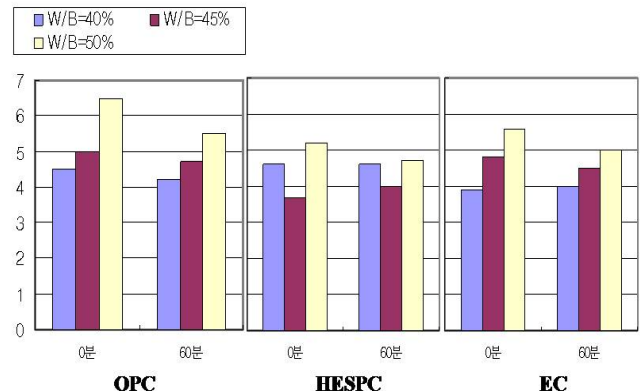
### 3.1 굳지 않은 콘크리트의 물성

굳지않은 콘크리트의 물성은 그림 1과 같이 3가지 결합재 모두 품질관리 기준에 만족하는 실험값을 보였으며, OPC 및 HESPC의 슬럼프 및 공기량 특성과 비교해볼 때 조기강도용으로 개발된 시멘트의 경우 콘크리트의 작업성 및 공기량에 큰 영향을 미치지 않는 것으로 판단된다.

또한 비빔 후 60분이 경과한 후에도 슬럼프 로스나 공기량 저하 등이 급격하게 발생하지 않음을 확인할 수 있었다.



(a) 슬럼프



(b) 공기량

그림 1. 굳지 않은 콘크리트 물리적 특성

### 3.2 경화 콘크리트의 성질

그림 2는 세가지 결합재 종류별로 물결합재비가 각각 40, 45, 50% 인 경우 재령 12hr, 42hr의 콘크리트 압축강도를 나타낸 것이며, 양생조건은 표준양생온도 20°C를 유지하였다.

일반 OPC를 사용할 경우 물결합비가 50% 인 경우 재령 15hr에 목표강도 5MPa를 확보할 수 없었으며 3종 HESPC의 경우 15hr에 각 물결합재별로 모두 기준 이상을 확보함을 확인할 수 있었다. 또한 조기강도용으로 개발된 결합재 EC의 경우에도 3종 시멘트에 준하는 조기강도 발현값을 보여 조강 발현 성능이 우수함을 확인할 수 있었다.

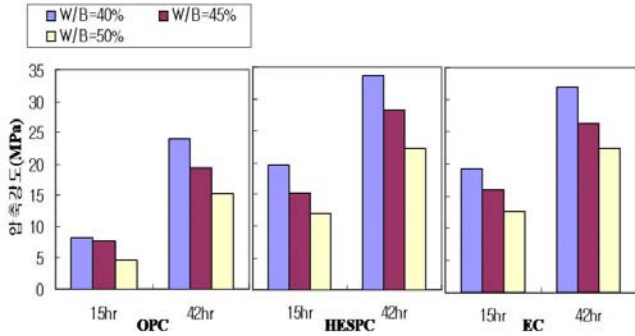


그림 2. 결합재별, 물결합재비별 조기강도

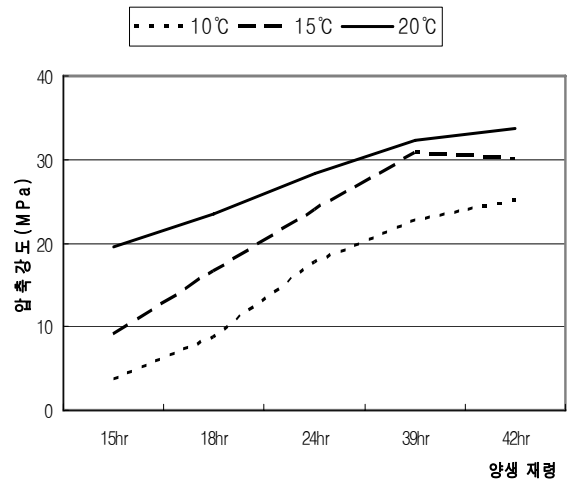
재령 42hr 기준에서 볼 때 OPC를 사용한 경우 물결합재비에 상관없이 모두 강도목표인 14MPa를 상회하였으므로 거푸집 해체 전 조기강도 발현에 있어 벽체 거푸집 해체기준이 더 중요한 조강 관리 요소가 될 것이라 사료된다.

그림 3은 조기강도용 결합재인 EC를 사용한 물결합재비별 시험체를 외기온도를 10, 15, 20℃로 달리하여 양생시킨 후 재령시간별 압축강도를 측정된 결과이다.

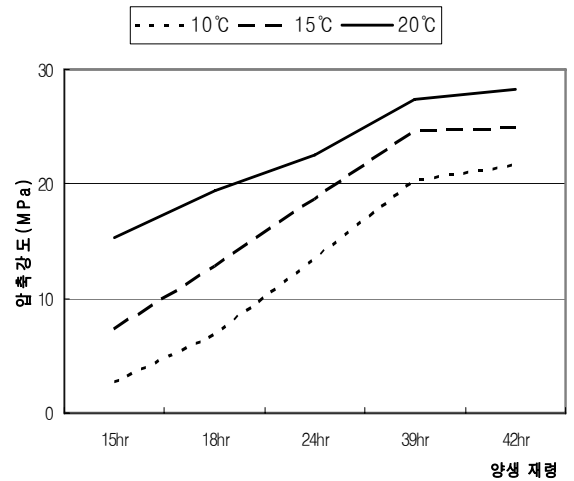
양생온도 20℃인 경우에는 EC를 사용할 경우 물결합재비가 50%인 경우에도 재령 15hr에 12MPa를 발현하여 기준치인 5MPa에 비해 240%의 강도 발현율을 보임을 확인할 수 있었다. 따라서 양생온도를 20℃ 이상 확보가능한 하절기에는 EC 결합재를 330kg/m<sup>3</sup> 이하의 최소량으로 적용하여도 조기 강도 확보가 가능하며 경제성 또한 확보할 수 있을 것으로 판단된다.

양생온도 15℃의 경우 물결합재비 40, 45, 50%별로 각각 9.1, 7.3, 4.9MPa/15hr을 보였으며 실내시험 결과이므로 현장 적용을 감안할 때 물결합재비가 45% 수준이 조기 강도 발현에 안정적인 것으로 판단되나 이는 공장 BP 생산 테스트를 거쳐 재검증할 필요가 있을 것으로 사료된다.

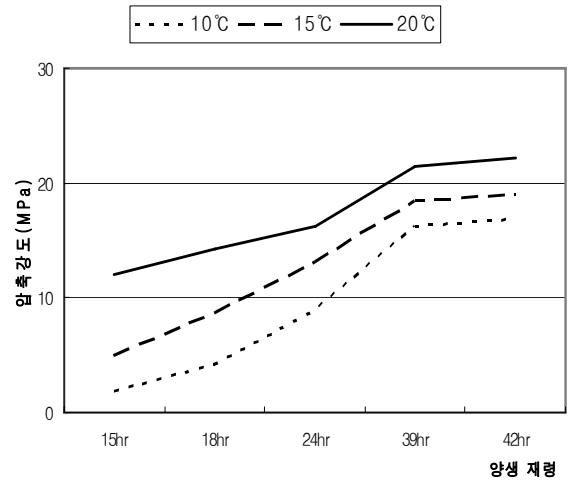
양생온도 10℃의 경우에는 물결합재비 40, 45, 50%별로 각각 4.4, 3.5, 3.0MPa/15hr을 보였으며 모두 요구강도 기준을 만족하지 못하였으므로 양생온도를 강제적으로 높이거나 물결합재비를 40% 이하 수준으로 낮추어야 할 것으로 판단되며, 특히 외기 온도가 매우 낮은 동절기의 경우에는 보양방법과 조강 콘크리트 적용에 따른 비용 분석을 세밀히 하여 더 경제적인 방법을 선택할 필요가 있다.



(a) W/B = 40%



(b) W/B = 45%



(c) W/B = 50%

그림 3. EC를 사용할 경우 압축강도 시험결과

## 4. 결 론

본 연구에서 공동주택 골조공기를 단축하기 위한 한 방안으로서 개발한 조강 콘크리트의 강도 발현 특성을 검토한 결과 다음과 같이 요약할 수 있다.

- 1) 조기강도용 결합재 EC를 사용할 경우 1종 OPC와 3종 HESPC를 사용한 콘크리트와 비교해볼 때 비빔직 후 또는 60분 경과 후의 슬럼프 및 공기량 시험결과가 모두 양호하여 현장 적용에 있어 작업성 확보 등에 무리가 없을 것으로 판단된다.
- 2) 1종 OPC, 3종 HESPC 및 조기강도용 EC를 사용한 시험체의 조기강도 발현 특성을 시험한 결과, EC 결합재를 사용할 경우 3종과 유사한 조기강도 발현율을 확보할 수 있을 것으로 판단된다.
- 3) 양생온도를 20℃ 이상 확보 가능한 하절기의 경우 조기강도용 결합재 EC를 330kg/m<sup>3</sup> 이하 최소 사용량을 적용해도 5MPa/15hr 강도 기준을 만족할 수 있을 것으로 판단된다.
- 4) 양생온도를 평균 15℃ 이상 20℃ 미만으로 확보 가능한 경우에는 조기강도용 결합재 EC를 367kg/m<sup>3</sup> 수준으로 사용한 물결합재비 45%의 배합을 적용해야 강도 기준을 안정적으로 만족할 수 있을 것으로 판단된다.
- 5) 양생온도가 평균 10℃ 이상 15℃ 미만으로 확보 가능한 경우에는 조기강도용 결합재를 413kg/m<sup>3</sup> 수준으로 사용한 물결합재비 40% 수준에서도 강도 기준을 만족하지 못하고 있으므로 물결합재비를 더 낮추어 배합검토를 해야 할 것으로 판단된다.

본 연구에서 도출된 결과를 통하여 공동주택의 골조 공정을 5day/cycle 확보할 수 있는 조강 콘크리트를 개발하였으며 하절기 및 춘추절기에는 조강 콘크리트 배합 적용으로 벽체 거푸집을 타설완료 15hr 후에 해체 가능할 것으로 판단되나 양생온도가 10℃ 수준일 경우에는 더 낮은 물결합재비의 배합을 검토해야 하므로 이에 대한 보완이 이루어질 수 있도록 향후 연구를 진행하도록 하겠다.

## 참 고 문 헌

1. 김규동, 이승훈, 공동주택 거푸집 조기해체를 위한 조기강도 발현기술 실용화, 한국콘크리트학회 가을 학술발표대회 논문집, 제16권, 제2호, pp.765~768, 2004
2. 류종현, 전현규, 콘크리트 조기강도 발현방법에 관한 연구, 한국콘크리트학회 봄학술발표대회 논문집, 제20권 제1호, pp.681~684, 2008.4