

공동주택 거푸집 조기해체를 위한 조기강도 발현기술 실용화

The Practical use of early strength development technology
for form stripping earlier than normal state in apartment

김규동* 이승훈** 나 운*** 황인성*** 한천구***
Kim, Gyu Dong Lee, Seung Hoon La. Woon Hwang, Yin Seong Han Cheon Goo

ABSTRACT

This study reports the site application of the early strength development technology for form stripping earlier than normal state in the apartment construction. It is a method of framework rationalization and it needs the technology of early strength development concrete and 6-day cycle process. We applied the method to the apartment construction to reduce the floor construction period and to maximize the economical effect by reduction of the period of total construction. As a result, we confirmed the superior property of the early strength development of the concrete and reliable success of 6-day cycle process.

1. 서론

건설공사에서 콘크리트 타설 후 거푸집 제거시기의 결정과 관련하여 소요의 압축강도 기준을 조기에 발현하는 것은 공기단축 및 경제성 측면에서 중요한 사항이다. 특히, 건설물량이 증가하고 있는 주상복합과 같은 초고층 건축물과 대단지 아파트 공사 현장은 마감공사의 고급화에 따른 시간확보와 관련하여 골조공기의 단축이 매우 중요하며, 이 중에서도 1개 층당 공기는 전체공정표 중에서도 주공정선이 되어, 이를 단축하기 위한 여러 가지의 노력이 시도되고 있다. 이러한 방안으로서 시스템 거푸집의 활용, 조립철근의 배근 등과 같이 기존 공법을 개선한 시공법이나, 2-Day 또는 3-Day Cycle 공법과 같은 선진 공법 등에 대한 업계의 시도가 활발하게 진행되고 있는 실정이다. 하지만, 국내의 실정상 습식공법이 주를 이루고 있고, 이러한 경우 콘크리트의 초기강도발현을 촉진시킴으로써 거푸집의 해체시기를 단축하는 방법이 효과적인 방법으로 중요시되고 있다.

당사의 경우 초기강도 발현성능이 종래대비 1.5~2.0배 향상되고 경제성 확보가 가능한 초기강도 발현 콘크리트를 개발하였으며, 이를 실제 현장에 적용함으로써 거푸집 해체시기를 기존대비 40%이상 단축시키고, 이를 통해 층당 공사기간 및 전체 공사기간을 단축하여 경제적인 효과를 극대화하고자 하였다.

이는 콘크리트의 우수한 초기강도 발현성능을 요소기술로 하여 공동주택 시공 시 골조시공을 합리화하기 위한 방안으로서 기존에 10일 이상 소요되던 층당 소요공기를 6~8일로 단축함으로써, 궁극적으로 전

*정회원, 삼성물산(주) 건설부문 기술본부 기술연구소 선임연구원

**정회원, 삼성물산(주) 건설부문 기술본부 기술연구소 수석연구원

***정회원, 삼성물산(주) 건설부문 기술본부 건축구조팀 차장

****정회원, 청주대학교 산업과학연구소

****정회원, 청주대학교 건축공학과 교수

체 공사기간을 단축하고 이를 통해 경제적인 효과를 극대화하며, 무엇보다 소요품질을 확보하는 고품질의 구조물 시공을 목표로 하고 있다.

본 연구는 당사에서 추진하고 있는 골조합리화 방안 “6-Day Cycle 공법”의 현장 적용결과를 요약한 것으로서 “안암동”에 위치한 재개발 현장에 적용된 조기강도 발현 콘크리트의 강도발현특성에 대한 평가와 시공성 및 공기단축 효과를 분석한 내용이다.

2. 조기강도 발현 콘크리트의 강도발현특성

표 2.1 조기강도 발현특성 비교

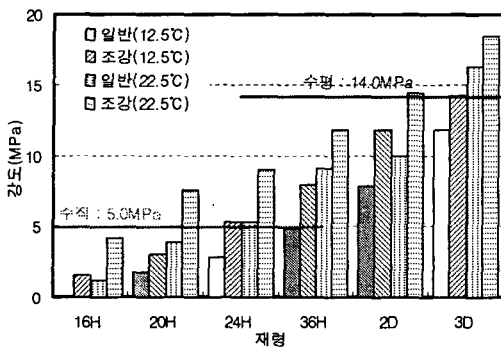
규격	양생 온도 (°C)	재령별 압축강도(MPa)					
		16H	20H	24H	1.5D	2D	3D
25-21-15 (일반)	12.5°C	-	1.7	2.8	4.8	7.8	11.8
	17.5°C	0.8	3.4	4.6	7.2	8.9	13.4
	22.5°C	1.2	3.9	5.3	9.1	10.0	16.2
25-24-15 (일반)	12.5°C	-	2.0	2.9	6.2	7.9	12.3
	17.5°C	1.5	3.6	4.8	7.4	9.0	13.6
	22.5°C	2.5	4.2	6.4	9.1	11.3	16.7
25-21-15 (조강)	12.5°C	1.5	3.0	5.3	7.9	11.8	14.2
	17.5°C	3.2	5.9	7.7	10.9	13.5	16.8
	22.5°C	4.2	7.5	9.0	11.8	14.4	18.5
25-24-15 (조강)	12.5°C	1.4	3.4	5.8	10.8	12.1	14.8
	17.5°C	3.5	6.4	7.8	11.7	14.4	17.4
	22.5°C	4.3	7.7	9.6	12.3	15.4	19.1

2.1 개요

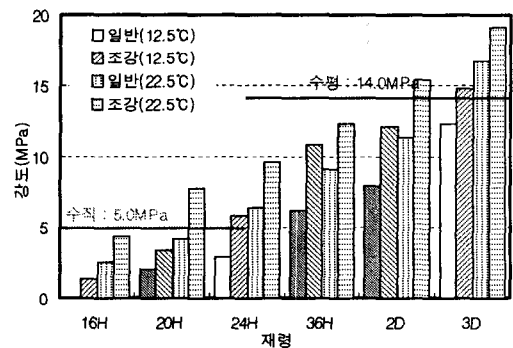
당사가 개발한 조기강도 발현 콘크리트는 배합요인 측면의 검토와 응결 촉진형 AE 감수제의 사용을 통해 양생온도별로 차이는 있지만 일반 콘크리트 대비 1.5~2.0배 우수한 조기강도 발현특성을 확보하는 콘크리트이다.

2.2 조기강도발현 특성 비교

당사가 개발한 조기강도 발현 콘크리트의 조기강도 발현특성을 동일 조건하의 일반콘크리트와 비교하여 표 2.1 및 그림 2.1에 나타내었으며, ‘25-21-15’ 및 ‘25-24-15’ 규격의 콘크리트를 대상으로 비교하였다.



(a) '25-21-15' 규격 비교



(b) '25-24-15' 규격 비교

그림 2.1 조기강도 발현 특성 비교 (조강 & 일반)

3. 조기강도 발현 콘크리트의 현장 실용화

3.1 개요

앞서 언급한바와 같이 당사가 추진하고 있는 골조합리화 방안인 “6-Day Cycle” 공정의 시범현장으로서 최고층이 15층인 아파트 12개 동 중에서 3개동에 대하여 조기강도 발현 콘크리트를 타설하고 “6-Day Cycle” 공정을 직접 적용하고자 하였다. 기존의 시공실적과 연구결과를 근거로 하여 배합실험을 통해 최적화한 후 현장 타설을 실시하였으며, 5월부터 기준층 시공을 시작하여 8월 말에 3개 시험동에 대한 골조공사를 완료하였다. 사진 3.1은 현장 시공전경을 나타낸 것이다.

3.2 현장 적용배합 및 시공성 평가

현장에 적용된 '25-21-15'규격의 조기강도 발현 콘크리트의 배합은 표 3.1과 같다.

현장에 공급된 조기강도 발현 콘크리트는 충분히 현장 시공성을 확보하는 것으로 나타났으며, 도착시의 슬럼프 값 또한 17.0cm 전후로 품질기준을 만족하였다.

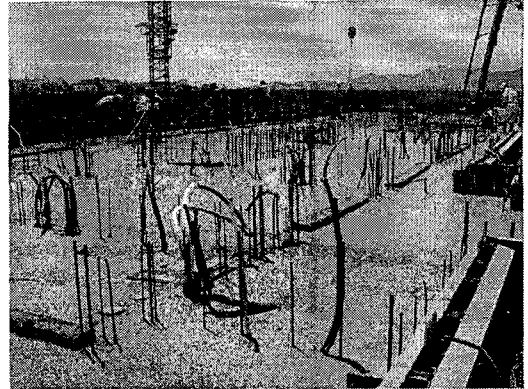


사진 3.1 조기강도 발현 콘크리트 시공전경

3.3 조기강도발현 특성 평가

"6-Day Cycle" 시범동인 3개동 중에서 1개동을 선정하여 5월24일부터 6월 15일까지 매주 타설 현황을 고찰하고 현장실험을 실시하여 조기강도 발현 특성을 그림 3.1에 도식화하였다. 또한, 2차례에 걸쳐 일반 콘크리트와 상호 비교실험을 수행하였으며, 그 결과를 정리하여 그림 3.2에 나타내었다

그림 3.1에서 알 수 있듯이 콘크리트 타설 후 익일 오전에 수직 거푸집 해체 기준인 5.0MPa를 만족하고, 타설 후 2일이 경과한 시점에 수평거푸집 해체기준인 14.0 MPa를 상회하는 양호한 강도발현특성을 가짐을 알 수 있었다.

표 3.1 조기강도 발현 콘크리트 배합표 (25-21-15)

규격	W/C (%)	S/a (%)	Unit weight (kg/m ³)						비고
			W	C	FA	S	G	AD	
25-21-15	52.0	49.5	173	316	17	890	922	4.0	

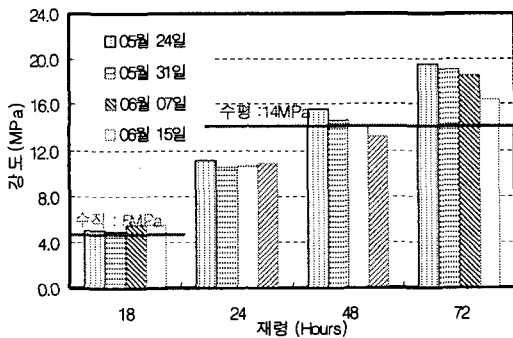


그림 3.1 조기강도 발현특성(현장실험)

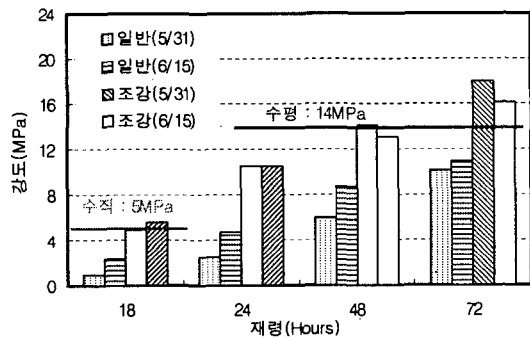


그림 3.2 조기강도 발현특성 비교(일반&조강)

3.4 거푸집 해체가능 시점 비교

조기강도 발현 콘크리트의 강도발현특성을 기준으로 하여 거푸집 해체시기 결정하였으며, 일반 콘크리트와 구분하여 표 3.2에 나타내었다. 그 결과 일반콘크리트 대비 40%이상 단축이 가능한 것으로 판단되었다.

표 4.10 거푸집 해체시기 비교 (25-21-15)

양생 온도	구분	거푸집 해체 가능시간		비고
		수직 (5.0MPa)	수평 (14.0MPa)	
5월~6월 (18~22℃)	일반	28~40시간	80~100시간	일반 대비 40%이상 단축 가능
	조강	16~18시간	48~60시간	

4. 골조합리화 방안(6-Day Cycle)적용

“6-Day Cycle 공정”은 형틀공 1개팀의 작업단위로 팀을 구획하고, 효율적인 Zoning을 통한 최적의 시공계획을 수립하여 조기강도 발현 콘크리트의 적용을 통한 골조 시공합리화 방안을 의미한다.

4.1 층당 골조 운용 계획

“6-Day Cycle 공정”을 적용하기 위해 3개동을 하나의 Zone으로 구성한 후 계획한 층당 골조운용계획은 그림 4.1과 같다.

4.2 층당 골조공사 소요기간

“6-Day Cycle 공정”의 적용결과로서 조기강도 발현 콘크리트의 품질관리를 실시한 4 개층의 콘크리트 타설 일정을 근거로 하여 층당 공사소요기간을 산출하여 표 4.1에 나타내었다.

그 결과, 각 동별로 약간씩 차이는 있지만, Calendar Day로 7.0~8.3일이 소요되었으며, 우천과 같은 기후조건 및 휴일 등을 고려할 때 Working Day로 6일 공정을 충분히 만족하면서 공사를 수행하는 것을 알 수 있었다.

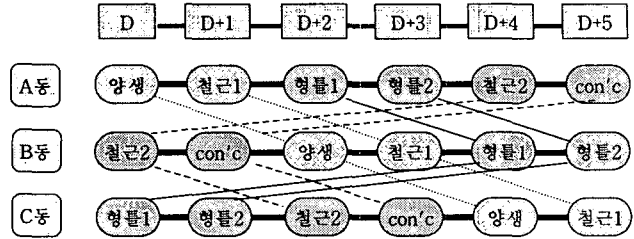


그림 4.1 6-Day Cycle 층당 골조 운용계획

표 4.1 조기강도 발현 콘크리트 타설일자 및 층별 소요일수

구분		3층	4층	5층	6층	7층	8층	층당평균 소요일수
A동	타설일	-	-	5/15	5/22	5/29	6/0	8.3일
	소요일수	-	-	-	7	7	9	
B동	타설일	5/12	5/20	5/27	6/2	6/9	-	7.0일
	소요일수	-	8	7	6	7	-	
C동	타설일	5/17	5/24	5/31	6/7	6/15	-	7.3일
	소요일수	-	7	7	7	8	-	

5. 결 론

공동주택의 거푸집 조기 해체를 위한 조기강도 발현기술의 현장 실용화 연구의 결과를 요약하면 다음과 같다.

- (1) 당사가 추진하는 공동주택 골조 시공합리화 방안의 요소기술인 조기강도 발현 콘크리트는 양생온도별로 차이는 있지만, 기존 대비 1.5~2.0배 높은 조기강도 발현특성을 확보하였으며, 이를 통해 거푸집 해체시기를 기존의 일반 콘크리트 대비 40%이상 단축 가능한 것으로 나타났다.
- (2) 조기강도 발현 콘크리트를 현장에 적용하여 소요의 품질을 확보한 후, “6-Day Cycle 공정”을 적용한 결과, 층당 골조공사에 Calendar Day로 7.3~8.0일이 소요되었으며, 우천과 같은 기후조건 및 휴일 등을 고려할 때 Working Day로 6일 공정을 충분히 만족하는 것으로 나타났다.
- (3) 이러한 골조공사 시공합리화 방안의 적용결과를 검토해 볼 때, 현재 각 층별로 10일 이상 소요되던 공사기간을 6일~8일로 단축할 수 있을 것으로 판단되며, 궁극적으로 전체 공기단축을 통한 경제성 제고를 극대화할 수 있을 것으로 사료된다.

참고문헌

1. 황인성, 우종완, 이승훈, 한천구 ; 조기강도 발현형 AE감수제를 사용한 콘크리트의 혼화재 치환방법 변화에 따른 초기강도발현특성, 콘크리트학회추계학술발표, 제15권 2호, pp.269~272, 2003. 11
2. 윤섭, 황인성, 이승훈, 한천구 ; 조기강도발현형 AE감수제를 사용한 콘크리트의 초기강도발현 및 내구특성, 구조물 진단학회 추계학술발표, 제7권 2호, pp.203~208, 2003. 11