

조강형 결합재를 사용한 콘크리트의 양생온도에 따른 경화특성 실험적 평가

An experimental evaluation of hardened property of concrete
using early-strength-binder with curing temperature

김 광 기* 김 영 선** 이 주 호***
Kim, Kwang-Ki Kim, Young_sun Lee, Joo-ho

Abstract

In cold weather, the speed of concrete strength development is slow. As a result, construction speed becomes slow and it is problem for all construction site to solve this. So in this study, to shorten removing frame time after placing concrete, mix proportion using early-strength-binder(ESB) and curing method such as using heat line in concrete was considered. At first, concrete mix proportion was examined at -5°C temperature between ordinary portland cement(OPC) and ESB. And second step, concrete, using mix proportion with OPC, was examined according to curing method(: 1) heat line used and 2) no heat line) and kinds of form (: 1) Deck slab, 2) Half PC slab and 3) SOG slab). All cases are same condition: slab thickness is 1,500mm, double-bubble sheet is used as a curing sheet after placing concrete. After the test, OPC is enough to get strength compared to ESB in special condition and 48~60 hours is needed according to form condition.

키 워 드 : 동절기, 조강형 분체, 양생온도, 열선, 강도
Keywords : Cold weather, powder, curing temperature, heat line, strength

1. 서 론

1.1 연구의 목적

본 연구는 동절기 저온양생 환경하(외기온 5°C 이하) 조기강도 발현(48시간 14MPa)이 가능한 콘크리트 배합 및 양생 방안을 도출하고자 하였다. 콘크리트의 조기강도 발현을 위한 결합재의 종류는 보통포틀랜드 시멘트와 고분말도 보통포틀랜드 시멘트를 대상으로 하였으며, 양생 방안은 거푸집의 종류 및 열선 가동 여부에 따른 온도이력과 압축강도 측정을 통해 결합재의 종류 및 양생방안에 대한 영향을 검토하였다.

2. 실험 계획 및 방법

2.1 실험계획

실험은 27MPa 콘크리트 배합을 대상으로 표 1과 같이 결합재 종류, 온도이력의 실험변수별 시험체를 제작, 강도 및 온도이력을 측정, 평가하였다. 평가는 실내 실험, 현장 Mock-up 부재를 대상으로 하였다.

2.2 시험체 제작

시험체에 사용된 결합재의 물성 및 레미콘 배합은 표 2, 3과 같다. 배합평가의 경우 콘크리트 공사체 제작 후 표면을 버블시트로 덮은 후 5°C 온도조건으로 양생하였다.

표 1. 실험계획

구분	실험 변수	평가항목
배합 평가	배합 (양생조건 5°C)	압축강도
	OPC 100% 조강형 결합재 (H사) + 축진형 PC (H사) 조강형 결합재 (H사) + 축진형 PC (S사)	
온도이력 평가	양생 조건	압축강도 온도이력
	5°C 향온향습 양생 열선 사용 / 열선 미사용 시험체 양생	
Mock-up Test (Slab Thk: 1,500mm)	거푸집 종류	양생 열선 사용 열선 미사용
	SOG (Slab on Ground) PC 슬라브 Deck 슬라브	

* 롯데건설 기술연구원 책임연구원(M1), 공학박사, 교신저자 (iq0425@lottenc.com)

** 롯데건설 기술연구원 책임연구원(M2), 공학박사

*** 롯데건설 기술연구원장, 공학박사

표 2. 결합재 종류별 물성

구분	OPC	ESB
분말도 (cm ² /g)	3,360	4,890
응결 시간		
초결 (분)	200	150
종결 (시간)	4:45	4:10
압축 강도 (MPa)		
1일	-	17.9
3일	30.0	34.0
7일	41.4	49.1
28일	54.9	55.8

표 3. 평가 대상 레미콘 배합

구분	W/C	S/a	단위질량 (kg/m ³)						사용량(B*%)		비고		
			B	W	OPC	OTRC	S1	S2	G	AD		AE	
1	25-27-150 (OPC)				370	-							PC 혼화제
2	25-27-150 (ESB)	44.6	48.3	370	165	-	370	259	604	928	0.15	2.4	PC혼화제(S사)
3	25-27-150 (ESB)					-	370						PC혼화제(H사)

S1 : 부순골재, S2 : 세척사, OPC: 보통포틀랜드 시멘트, ESBC: 조강형 결합재

3. 실험결과 및 분석

3.1 레미콘 배합 평가 결과

표 3의 배합에 대하여 굳지 않은 특성의 경우 슬럼프 및 공기량에 대해 평가한 결과 모두 현장 관리 기준인 150±25mm, 4.5±1.5% 관리 기준을 만족하였다.

경화특성의 경우 5°C조건에서 양생 48시간, 14MPa 강도 확보여부를 평가한 결과 모두 현장의 요구조건을 만족하지 못하였다. ESB 이용 시 결합재인 OPC 대체만으로 효과가 없어 본 연구에서는 경제성을 고려, OPC이용 배합을 이용, 거푸집 종류 및 열선 사용여부에 따른 특성을 추가 검토하였다.

3.2 Mock-up test : 거푸집 종류에 따른 온도이력 평가

표 3의 보통포틀랜드 시멘트를 사용한 배합을 이용하여, 외기 조건에서 실 사용에 정인 거푸집 종류에 따른 콘크리트 양생기간 동안의 열선 유무에 따른 온도이력 측정 결과는 그림 2와 같다. 타설 후 36~48시간에서 수화열에 의한 최고 온도에 도달하였으며, 그 후 온도가 낮아져 90시간경 0°C까지 낮아졌다. 콘크리트의 강도의 경우 재령 3일 코어 채취를 통한 압축강도 측정결과 모두 적산온도 1000°C·h 조건에서 24MPa 이상을 확보하였다.

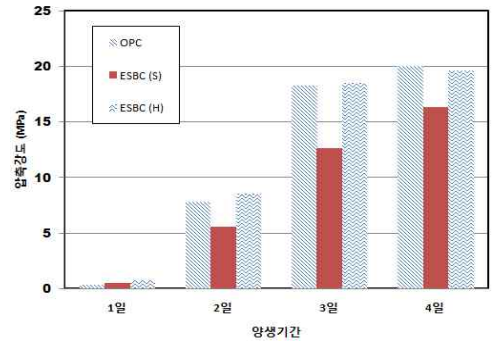


그림 1. 레미콘 배합별 물성평가 결과

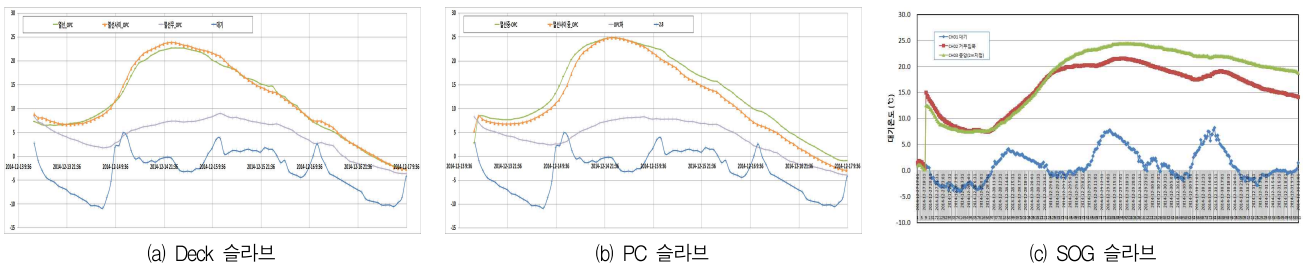


그림 2. 거푸집 종류에 따른 실무재 온도이력 측정 결과 (96시간 측정)

4. 결 론

동절기 저온환경에서 콘크리트 양생 48시간, 압축강도 14MPa 확보를 위한 배합, 양생방안에 대한 검토결과는 다음과 같다.

- 1) 결합재 종류에 따른 5°C 항온항습 실내 실험조건에서 제작한 콘크리트의 재령 4일까지의 압축강도를 검토한 결과 보통포틀랜드 시멘트와 조강성 결합재와 큰 차이가 없었다.
- 2) 거푸집 종류에 상관없이 동절기 외기 환경 조건에서(-10~5°C) 14MPa 이상을 확보하기 위해서는, 이중버블시트 2겹의 양생조건만으로는 확보가 어려웠으며, 열선을 이용한 내부가열 양생 시 SOG바닥의 경우 최소 재령 48시간, 적산온도 600°C·h 조건에서, Deck 및 Half PC의 경우 재령 60시간, 적산온도 800°C·h 조건에서 압축강도 14MPa 이상 확보가 가능한 것으로 검토되었다.

감사의 글

본 논문은 국토교통부 국토교통기술혁신연구사업의 연구비 지원(과제번호: 14CTAP-C077935-01-000000)에 의해 수행되었습니다.

참 고 문 헌

1. 한천구, 열선전력용량에 따른 극한조건에서 콘크리트 온도이력 특성, 2012년 한국건축시공학회 추계학술발표대회 논문집, 제12권 제2호, pp.51~53, 2012