

PC계 혼화제 사용 콘크리트의 조강특성에 대한 연구

A Study on the Properties of High Early Strength of Concrete using PC Admixture

문 수 동*
Moon, Su Dong

이 상 호**
Lee, Sang Ho

ABSTRACT

This study reports the properties of high early strength of concrete using PC admixture. To apply these data to construction site, we did the lab tests and mock-up test. The target of this study is to accomplish early strength of concrete(5 MPa/18 hr), and we tested by the different factors, such as the type of admixtures, curing temperature, the amount of binder, etc. Through the test of concrete using the different type of admixture, PC type was more excellent than PNS type admixture. According to these tests, we concluded that we can apply this type of PC Admixture to the civil & construction site, and we can reduce the term of works and finally we can accomplish the economical construction.

1. 서 론

건축 및 토목 구조물공사에 있어 시공기간의 단축을 위해서는 콘크리트 타설 후의 거푸집 탈형에 필요한 시간을 단축하기 위하여 콘크리트의 조기강도 발현성을 극대화하는 것이 가장 유효한 방법 가운데 하나이며, 이를 위해서는 콘크리트 제조시 적절한 배합설계의 실시 이외에도 혼화제의 선택이 상당히 중요하다 할 수 있다. 혼화제의 주요 원료중 하나인 나프탈렌계 설폰산염 증합체는 콘크리트에 미치는 조강성능 등의 재반 물성이 큰 차이가 없으나 폴리카르본산계 원액의 종류는 그 제법 및 물성이 매우 다르며, 특히 콘크리트의 조강성에 미치는 영향은 감수성능 및 유지성능을 고려한 콘크리트에서의 실험을 통한 확인이 필수적이다. 현재 시중에 판매되고 있는 나프탈렌계 혼화제의 경우, 콘크리트의 조강성 개선을 위해서, 혼화제 제조시 시멘트의 수화반응을 촉진하기 위한 무기계 급결제를 일정량 첨가하고 있다. 최근 골재 사정의 악화 등으로 인한 콘크리트의 작업성 악화와 슬럼프 로스 문제의 해결을 위하여 기존의 나프탈렌계 혼화제를 폴리카르본산계 혼화제로 대체하는 경향이 진행되고 있으나 폴리카르본산계 혼화제의 경우, 사용되는 원액에 따라 조강성의 발현이 매우 다르므로 그 종류 및 선택에 있어 신중을 기해야 한다. 이에 본 실험은 여러 종류의 폴리카르본산계 혼화제를 사용한 콘크리트의 18 시간내 5 MPa의 조기강도의 발현성을 측정하기 위하여 압축강도시험 및 물성시험을 실시하였다.

* 정회원. 대림산업(주) 용인기술연구소 차장
** 정회원. 대림산업(주) 용인기술연구소 과장

2. 시험개요

2.1 사용재료

시멘트는 S사의 1종 시멘트(NPC)를 사용하였으며, 이들의 화학성분 및 물리적 성질을 Table 1에 나타내었다. 잔골재는 세척사, 굵은 골재는 최대치수 25mm 쇠석을 사용하였으며. 화학혼화제는 조강형 PNS계 및 조강형 PC계 고성능 AE감수제를 사용하였다.

Table 1. Chemical compositions and physical properties

	Composition (%)							specific gravity	Blaine (cm/g)
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	Na ₂ O+K ₂ O		
NPC	21.95	6.59	2.81	-	60.1	3.32	-	3.15	3,112

2.2 시험내용

조기강도 발현형 고성능 AE감수제를 이용한 조강 콘크리트에 대하여 목표강도 5MPa를 18시간 이내에 만족시키기 위하여 여러가지 변수에 따른 실내시험을 수행하였으며 그 규격 및 배합비는 Table 2와 같다.

Table 2. Concrete mix ratio

규 격	W/C (%)	s/a (%)	Unit Weight(kg/m ³)					비 고
			W	C	S	G	AD	
25-24-18	45.3	47.0	163	360	843	955	2.88	

(1) 혼화제의 종류에 따른 압축강도

혼화제의 종류에 따른 압축강도의 변화를 확인하기 위하여 국내에서 유통되고 있는 조강 PNS계 및 PC계 혼화제를 사용하여 조기강도의 발현 양상을 살펴보았다. 이 때 공시체의 양생온도는 13℃로 하여 시험을 실시하였고, 시험결과는 다음의 Table 3과 같다.

Table 3. 혼화제 종류에 따른 압축강도시험결과

혼화제종류	W/C (%)	s/a (%)	C (kg)	압축강도(MPa)						비 고
				18hr	24hr	32hr	3일	7일	28일	
PNS	45.3	47.0	360	2.2	3.4	5.8	23.1	24.2	28.8	
PC-1				5.2	9.8	13.8	25.2	28.8	32.2	
PC-2				3.8	4.8	12.1	22.5	27.0	30.5	
PC-3				4.5	5.7	13.5	23.1	28.6	31.5	

※ PNS : 나프탈렌계 고성능 AE감수제, PC-1 ~ PC-3 : PC계 혼화제 제조회사의 종류.

상기의 압축강도 시험결과에서 알 수 있듯이 나프탈렌계 고성능 AE감수제를 사용했을 때보다 조강형 PC계 고성능 AE감수제를 사용했을 때, 전반적으로 조기강도가 2배이상 증진되는 경향을 확인할 수 있었다. 그리고, PC계의 원액의 특성에 따라 각 혼화제 회사의 제품마다 상이한 시험결과를 확인할 수 있었고, 목표로 했던 18시간 이내에 5 MPa를 PC-1 제품만이 만족을 시키는 것으로 나타났다.

(2) 양생온도에 따른 압축강도

양생온도에 따른 콘크리트 압축강도 변화를 살펴보고, 시험결과는 Table 4와 같다.

Table 4. 양생온도에 따른 압축강도 시험결과

혼화제종류	W/C (%)	s/a (%)	C (kg)	압축강도(MPa)						양생온도
				18hr	24hr	32hr	3일	7일	28일	
PC-1	45.3	47.0	360	2.4	3.6	4.5	6.1	20.3	24.1	5℃양생
				3.2	4.3	4.8	7.9	22.4	26.5	8℃양생
				5.2	9.8	13.8	25.2	28.8	32.2	13℃양생
				6.1	12.4	16.7	27.9	29.9	33.1	20℃양생

시험결과 목표로 했던 5 MPa의 압축강도를 18시간 이내에 만족시킬 수 있는 온도는 13℃이상의 조건을 유지해야 되는 것으로 나타났다. 항온항습실내의 구조용공시체에 의한 시험결과로 실제 부재에 적용시 더 높은 강도결과를 얻을 수 있을 것으로 판단된다.

(3) 결합재 양에 따른 압축강도

결합재 양에 따른 압축강도의 변화를 살펴보고, 시험결과는 Table 5와 같다.

Table 5. 결합재 양에 따른 압축강도 시험결과

혼화제종류	결합재양(kg)	압축강도(MPa)						비 고
		18hr	24hr	32hr	3일	7일	28일	
PC-1	310	2.7	4.7	8.3	16.5	23.5	29.2	
	326	3.1	4.8	8.4	18.0	24.3	30.1	
	360	5.2	9.8	13.8	25.2	28.8	32.2	
	380	5.6	10.7	14.4	26.9	30.3	34.4	

결합재를 310~380kg까지 변화시키면서 재령에 따른 압축강도의 특성을 살펴보았다. 18시간내에 5MPa를 만족시킬 수 있는 최소 결합재량은 360kg/m³인 것으로 나타났다.

(4) Mock-up test

Fig.1과 같은 기둥(50×50×200cm) 및 벽체(20×50×200cm)를 가정한 모형체로 Mock-up test를 실시하였고 압축강도 추정을 위해 Schmidt Hammer를 사용하였다. 압축강도시험결과는 Table 6과 같다.



Fig 1. Mock-up test 모형시험체

Table 6. Schmidt hammer에 의한 압축강도 시험결과

혼화제종류	부재의 종류	압축강도(MPa)						비 고
		18hr	24hr	32hr	3일	7일	28일	
PC-1	기 등	5.6	10.2	14.2	25.1	28.9	32.4	양생온도 : 13℃
	벽 체	5.0	9.6	13.2	24.3	27.5	31.1	

실제 Mock-up test를 통해 압축강도를 확인한 결과 타설 후 18hr이 경과한 후에 목표강도인 5MPa를 만족하고 있는 것을 확인할 수 있었다.

3. 결 론

토목 및 건축현장의 콘크리트 구조물의 거푸집 조기탈형에 의한 공기단축을 목적으로 기존에 진행되어진 PNS계의 한계를 극복하기 위하여 PC계 조강형 혼화제를 사용하여 여러 변수에 의한 시험을 실시한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

- (1) PNS계 혼화제의 사용은 슬럼프 및 공기량 Loss가 심하여 특히 조강성이 첨가된 경우 작업성에 문제가 발생했으나, PC계 혼화제를 사용했을 때 약 2시간 가까지의 작업성을 확보할 수 있었다.
- (2) 혼화제의 종류에 따른 압축강도 발현양상을 살펴본 결과 PNS에 비해 조강형 PC를 사용했을 때 조기강도가 빨라 발현되는 것을 확인할 수 있었고, PC계의 특성에 따라 콘크리트의 강도발현에 많은 차이점을 확인할 수 있었다.
- (3) 양생온도에 따른 압축강도 시험결과, 목표로 했던 18시간 내에 5 MPa의 압축강도를 만족하기 위해서는 양생온도가 13℃ 이상은 유지되어야 하는 것으로 나타났다.
- (4) 결합재 양에 따른 압축강도의 시험결과 결합재 양은 360kg/m³ 이상은 필요한 것으로 나타났다.
- (5) 기등과 벽체를 가정한 Mock-up test 결과 실내시험시 공시체를 통한 압축강도시험결과 값보다는 약간 상회하는 결과 값을 얻을 수 있었고, 목표한 기간에 소요의 강도를 확보할 수 있었다.

참 고 문 헌

1. 황인성, 나운, 이승훈, 류현기, 한천구 : 콘크리트의 초기 강도발현에 미치는 혼화제의 영향, 콘크리트학회춘계학술발표논문집, 제 15권 1호, pp. 741~744, 2003.5.
2. 윤섭, 황인성, 이승훈, 한천구 : 조기강도발현형 AE감수제를 사용한 콘크리트의 초기강도발현 및 내구특성, 구조물 진단학회 추계학술발표, 제 7권 2호. pp.203~208, 2003.11.