

# 폴리카보산계 고성능감수제를 이용한 콘크리트의 초기강도에 따른 현장적용성 연구

## Study on the field application according to the early strength of the concrete admixed with polycarboxylate superplasticizer

이진우\* 김경민\* 배연기\*\* 이재삼\*\*\*  
Lee, Jin Woo Kim, Kyung Min Bae, Yeoun Ki Lee, Jae Sam

### ABSTRACT

In this study, it is examined the properties of flow and early strength of concrete according to superplasticizer. For this experiment, it is analyzed that the flow and strength properties according to the mixture factors, compared with naphthalene superplasticizer(normal & delay type) focused on polycarboxylate superplasticizer.

(1) The slump loss of concrete used polycarboxylate superplasticizer showed 4~8cm, it is judged that slump loss according to the time lapse can be minimized.

(2) The performance of polycarboxylate superplasticizer is about 70% level of the normal naphthalene type, it is superior to the delay type, but the performance showed so lowly. The 28days, early strength didn't differ according to the kind of superplasticizer.

### 1. 서론

최근 철근콘크리트 구조물의 고층화, 복잡화에 따라 공기단축, 인력절감, 시공성 향상 등을 위해 고강도, 고유동콘크리트를 사용하고 있다. 특히 건축공사의 공기단축은 국가 건설산업의 기술력 제고와 건설업의 생산성 향상 및 비용절감이라는 측면에서 매우 중요한 이슈로 부각되고 있다. 그러나 고강도, 고유동 콘크리트를 제조하기 위해서는 결합재와 고성능감수제의 사용량이 증가할 뿐만 아니라 혼화재의 양도 증가하는 것이 일반적이며, 콘크리트의 유동성의 증가 및 유지성능을 위해 혼화재 및 고성능감수제를 다량으로 사용하는 경우에는 응결시간이 늦어질 수 있어 초기재령에서의 압축강도의 발현이 상대적으로 저하될 가능성이 높은 것으로 보고되고 있다.

한편 1960년대 및 1970년대에 일본과 독일에서 나프탈렌계 및 멜라민계 고성능감수제가 개발된 이후 최근 감수성능의 향상과 슬럼프 손실을 저감시킬 수 있는 폴리카보산계 고성능감수제의 개발로 이어져 초고강도콘크리트의 적용 및 콘크리트의 성능향상을 실현시키고 있다.

따라서, 본 연구에서는 폴리카보산계 고성능감수제를 이용한 콘크리트의 현장적용을 위해 경시변화에 따른 슬럼프 유지성능 및 강도발현 특성을 검토하는데 그 목적이 있다. 이를 위해 폴리카보산계 고성능감수제를 중심으로 나프탈렌계 고성능감수제(표준형, 지연형)과 비교하여 배합수준에 따른 각각의 특성을 분석하였다.

\* 정회원, 두산산업개발(주) RC연구개발팀 전임연구원

\*\* 정회원, 두산산업개발(주) RC연구개발팀 선임연구원

\*\*\* 정회원, 두산산업개발(주) RC연구개발팀 팀장

2. 실험방법

2.1 실험계획

폴리카본산계 고성능감수제를 이용한 콘크리트의 현장적용을 위해 슬럼프플로우를 60±5cm로 하고, W/B를 0.35에서 0.28까지 3수준으로 하였으며, 나프탈렌계 고성능감수제(표준형, 지연형)를 이용한 콘크리트와 비교하여 슬럼프, 응결시간, 초기강도 특성을 고찰하였다. 양생은 서울 지역의 연평균 기온을 고려하여 처음 24시간 동안 항온습실에서 온도 15℃, 상대습도 90%로 하였으며, 이후 표준양생을 실시하였다.

표 1 실험계획 및 인자

요인	슬럼프 플로우	W/B (%)	단위결합재량 (kg/m <sup>3</sup> )	플라이 애시	혼화제 종류
인자	60±5cm	35.0(A)	589	7(1), 15(2)%	나프탈렌계 (표준형, 지연형), 폴리카본산계
		30.5(B)	570		
		28.5(C)	474		
수준	1	3		2	3

표 2 고성능감수제 종류 및 특성

구분	비중	감수율	압축강도비(%)			
			3일	7일	28일	
나프탈렌계 (N)	표준(N)	1.21	25.2	143	129	118
	지연(R)	1.22	23.0	144	131	118
폴리카본산계(P)	1.06	25.0	146	134	122	

2.2 실험재료 및 배합

본 실험에 사용된 시멘트는 국내 H사의 보통포틀랜드시멘트를 사용하였으며 혼화재로서 보령산 플라이애시, 잔골재로서 인천산 세척해사를 사용하였고 굵은골재는 최대크기 25mm의 부순자갈을 사용하였다. 고성능 감수제로는 국내 H사의 나프탈렌계(표준형, 지연형) 및 폴리카본산계 고성능 감수제를 사용하였다.

3. 실험결과 및 분석

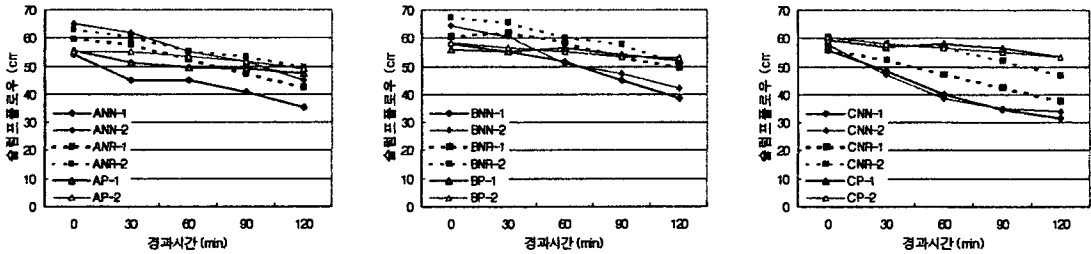
표 3 실험결과

배합번호	W/B (%)	F/A (%)	경시변화										응결시간 (min)		압축강도(MPa)					
			슬럼프플로우(cm)					공기량(%)							16H	20H	24H	3일	7일	28일
			0	30	60	90	120	0	30	60	90	120	초결	종결						
ANN-1	35.0	7	54.0	45.0	45.0	40.5	35.5	3.6	3.1	3.0	2.8	2.4	594	816	2.4	5.1	8.3	28.8	38.8	47.7
ANN-2		15	65.0	62.0	55.0	51.5	45.0	3.5	2.7	2.6	2.2	2.0	692	835	1.4	5.0	7.5	27.3	37.9	48.0
ANR-1		7	59.5	57.5	52.5	47.0	42.5	4.0	3.6	3.4	3.1	3.1	880	988	-	1.8	3.0	23.1	34.3	45.2
ANR-2		15	63.0	60.5	55.0	53.5	49.5	3.8	3.6	3.1	3.0	2.8	905	994	-	1.4	2.1	20.8	32.8	46.4
AP-1		7	55.5	51.2	49.5	49.0	47.5	4.5	4.4	4.5	4.3	4.1	775	907	-	2.2	4.3	23.4	35.2	45.3
AP-2		15	55.0	55.0	53.5	51.5	49.0	3.0	3.0	2.8	2.6	2.5	828	944	-	0.9	2.3	21.3	33.9	44.3
BNN-1	30.5	7	58.0	55.0	51.5	45.0	38.5	4.5	4.3	4.0	3.9	3.5	542	729	3.7	11.6	16.2	39.2	49.0	60.7
BNN-2		15	64.5	60.5	51.0	47.5	42.0	3.0	4.0	4.9	4.3	3.7	610	752	3.5	10.8	16.3	35.7	45.9	56.9
BNR-1		7	60.5	62.0	58.5	53.0	49.5	4.3	3.9	3.8	3.5	3.3	785	960	-	2.6	9.4	30.2	43.0	55.8
BNR-2		15	67.0	65.5	60.0	57.5	51.0	4.0	3.7	3.6	3.3	3.0	820	980	-	2.6	8.1	28.0	39.3	57.5
BP-1		7	56.0	55.0	56.5	54.0	52.0	4.3	4.0	3.9	4.0	3.7	760	903	-	4.5	11.6	37.9	52.5	58.2
BP-2		15	58.5	56.5	55.0	53.5	53.0	4.0	3.0	3.1	3.2	3.0	778	915	-	4.3	10.2	36.5	51.4	56.0
CNN-1	28.5	7	56.0	48.5	40.0	34.5	31.5	5.2	5.0	4.5	3.9	4.0	588	699	7.3	16.7	22.4	43.1	50.5	66.7
CNN-2		15	58.0	47.0	38.5	35.0	34.0	4.0	5.1	4.6	4.2	3.7	601	716	6.6	14.9	19.9	38.1	47.3	67.7
CNR-1		7	56.0	52.5	47.0	42.5	37.5	4.8	4.7	4.2	3.9	3.9	846	950	-	2.6	12.8	35.2	51.4	67.5
CNR-2		15	60.5	58.0	56.5	52.0	46.5	4.6	4.4	4.0	4.1	3.5	845	930	-	0.4	7.9	34.8	49.9	65.9
CP-1		7	59.5	57.0	58.0	56.5	53.5	4.1	3.9	3.9	3.7	3.6	765	880	0.9	8.1	15.5	37.9	52.5	68.5
CP-2		15	60.5	58.0	56.5	55.0	53.5	4.0	4.0	3.5	3.4	3.8	780	907	-	5.8	13.7	35.3	50.5	66.3

### 3.1 경시변화 및 응결시간

#### (1) 슬럼프플로우

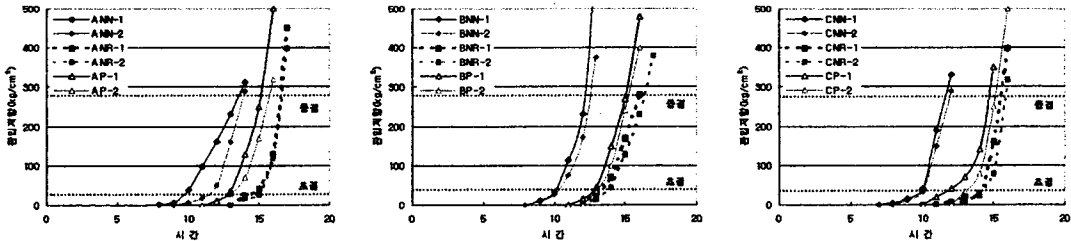
경시에 따른 슬럼프플로우의 유지성능을 평가하기 위하여 초기 슬럼프플로우값을  $60 \pm 5\text{cm}$ 로 하여 120분까지의 경시변화를 측정된 결과 폴리카본산계, 나프탈렌계 지연형, 표준형 순으로 각각 4~8cm, 11~19cm, 19~24cm로 폴리카본산계가 나프탈렌계에 비하여 유지성능이 약 2~3배 우수한 것으로 나타났다.



[그림 1] 슬럼프플로우 경시변화

#### (2) 응결시간

경화 콘크리트의 응결시간을 관입저항시험을 통해 [그림 2]에 나타내었다. 콘크리트의 응결은 배합에 따라 큰 차이를 나타내지 않았으며 전반적으로 나프탈렌계 표준형은 초결에서 종결이 10~13시간 사이에 일어났으며, 지연형이 15~17시간, 폴리카본산계의 경우 14~16시간 사이에 일어났다.



[그림 2] 콘크리트 관입저항

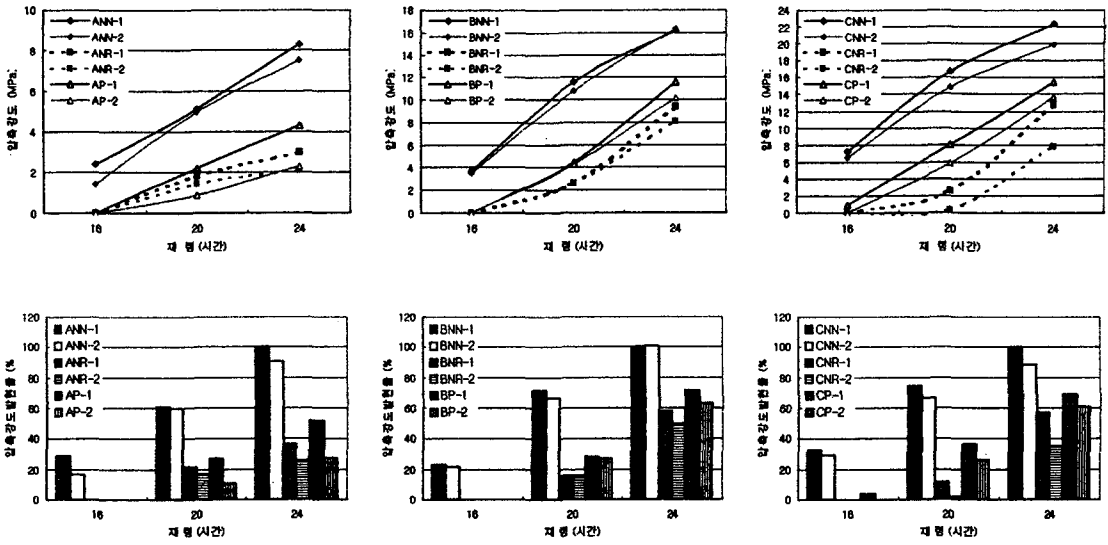
### 3.2 압축강도

#### (1) 초기강도 및 발현율

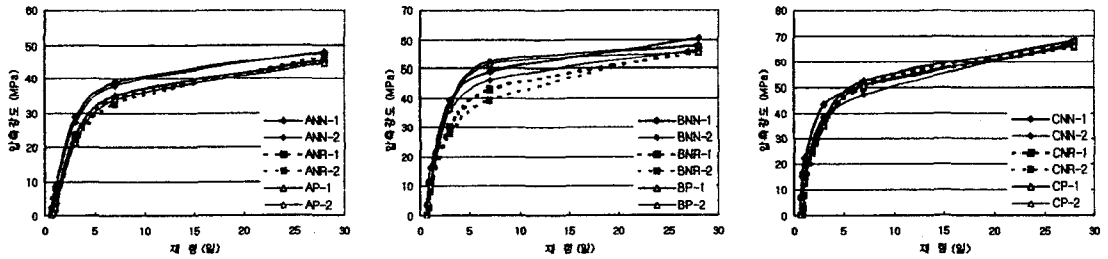
관입저항시험에 이어 콘크리트의 초기강도를 16, 20, 24시간별로 측정된 결과를 [그림 3], [그림4]와 같이 나타내었다. 배합별로 초기강도 발현은 나프탈렌계 표준형, 폴리카본산계, 나프탈렌계 지연형의 순으로 나타났으며, 24시간의 나프탈렌 표준형 고성능감수제를 사용한 콘크리트를 기준으로 지연형의 경우 약 57~58%, 폴리카본산계 혼화제의 경우 69~71%의 발현율을 나타내었다.

#### (2) 재령강도

3일, 7일까지의 경우 초기강도 발현과 유사한 경향이 나타났으나 28일 재령강도를 측정된 결과 감수제의 종류에 따른 차이는 거의 발생하지 않았다. 따라서 고성능 감수제의 종류에 따른 콘크리트의 초기강도 발현과 28일 이후 장기강도에 영향을 미치지 않는 것으로 판단되었다.



[그림 3] 초기 압축강도 및 발현율



[그림 4] 28일 재령 압축강도

#### 4. 결 론

(1) 고성능감수제의 종류에 따른 콘크리트 슬럼프플로우의 유지성능에 대하여 경시변화에 따라 검토한 결과, 폴리카본산계의 경우 슬럼프플로우 손실이 약 4~8cm로써 시간경과에 따른 콘크리트의 유동성저하를 최소화 할 수 있을 것으로 사료되었다.

(2) 그러나 초기 압축강도 발현에 있어서 나프탈렌계 표준형에 약 70% 수준으로써 지연형보다 다소 우수하나 그 성능은 미흡한 것으로 나타났으며, 또한 28일 재령강도에 있어 감수제에 따른 차이는 발생하지 않는 것으로 초기강도발현에 따른 차이는 없는 것으로 나타났다.

(3) 따라서 도심지 공사의 무다짐 콘크리트공사에서 유지성능이 우수한 폴리카본산계 고성능감수제의 사용이 유리할 것으로 판단되나 초기강도발현이 늦어지는 문제의 보완이 선결되어야 할 것이며, 이로써 초고강도 콘크리트의 실용화 및 건축구조물의 공기단축을 실현시킬 수 있을 것으로 판단되었다.

#### □ 참고문헌

1. (주)대우 건설기술연구소, 초유동 콘크리트의 개발 및 실용화 연구, 건설교통부, 1996. 10
2. 문한영 외, 혼화재료의 활용현황 및 전망, 콘크리트 학회지, 2003, 제15권 5호 pp.10~16.