

# 폴리카본산계 고성능감수제를 사용한 콘크리트의 특성연구

## Study on The Properties of The Concrete with Polycarboxylate Superplasticizer

오병환\*  
Oh, Byung Hwan

김기완\*\*  
Kim, Ki Wan

박대균\*\*\*  
Park, Dae Gyun

---

### ABSTRACT

Recently, as structure is more higher and bigger, we need high strength and high performance concrete. Therefore it is necessary superplasticizer for high strength and high performance concrete.

In this study, it is examined the properties of flow, air content and strength of concrete with polycarboxylate superplasticizer in comparison with existing superplasticizer.

First, The slump loss of concrete used polycarboxylate superplasticizer showed 2cm until 120 minutes.

Second, The air content loss of concrete used polycarboxylate superplasticizer showed 1% until 120 minutes.

Third, It is possible to manufacture  $1000\text{kgf/cm}^2$  strength concrete using polycarboxylate superplasticizer with  $806\text{kg/m}^3$  cement content, 18% water-binder ratio, 15% silica fume, 10% fly-ash content.

---

### 1. 서론

건설기술의 발달과 함께 구조물이 고층화/대형화됨에 따라 고강도·고성능 콘크리트의 사용이 필요하게 되면서 콘크리트의 고강도·고성능화를 위해 고성능감수제의 사용이 필수가 되었다.

따라서, 본 연구에서는 최근 국내에서 개발된 폴리카본산계 고성능감수제를 사용한 콘크리트의 유동성, 압축강도 등 다양한 특성을 기존의 고성능감수제를 사용한 콘크리트와 비교·분석하고자 한다. 이를 통해 보통강도와 고강도 콘크리트에 대해서 폴리카본산계 고성능 감수제를 사용한 콘크리트의 최적배합을 도출하고자 한다. 또한, 폴리카본산계 고성능 감수제를 사용한 콘크리트의 압축강도를 800,  $1000\text{kgf/cm}^2$  까지 높일 수 있는 방안을 연구하고 초고강도 콘크리트의 배합을 제시하고자 한다.

---

\* 정희원, 서울대학교 토목공학과 교수

\*\* 정희원, 서울대학교 지구환경시스템공학부 석사과정

\*\*\* 정희원, 서울대학교 지구환경시스템공학부 박사과정

## 2. 실험개요

### 2.1 실험계획

본 연구의 실험은 다음의 표 1과 같은 3가지 시리즈로 수행하였다. 시리즈 I은 압축강도 240kgf/cm<sup>2</sup> 기준의 보통강도 콘크리트에서 폴리카보산계 고성능감수제의 감수율과 특성을 리그닌계와 비교, 측정하기 위해서 감수제를 사용하지 않은 목표 슬럼프를 만족하는 기준콘크리트 배합을 결정하고 기준콘크리트의 단위수량을 사용한 폴리카보산계, 리그닌계 고성능감수제를 사용한 배합을 결정하였다. 시리즈 II는 압축강도 500kgf/cm<sup>2</sup> 기준의 고강도 콘크리트에서 폴리카보산계 고성능감수제의 특성을 나프탈렌계와 비교, 측정하기 위해 동일한 단위수량의 배합에서 목표 슬럼프플로우를 얻기 위한 고성능감수제의 사용량을 비교하였다. 시리즈 III는 폴리카보산계 고성능감수제를 사용하여 압축강도 800, 1000kgf/cm<sup>2</sup>의 고성능/고강도 콘크리트의 적정배합을 도출하였다.

표 1. 실험계획

목표	I	II	III
압축강도	240kgf/cm <sup>2</sup>	500kgf/cm <sup>2</sup>	800, 1000kgf/cm <sup>2</sup>
슬럼프(플로우)	18±1cm	65±5cm	55cm이상
공기량	4.5±1.5%		

### 2.2 사용재료 및 배합

본 실험에 사용된 시멘트는 국내 A사의 보통 포틀랜드시멘트(O.P.C)를 사용하였다. 고성능감수제는 국내 D사의 폴리카보산계, 나프탈렌계(지연형), 리그닌계 고성능감수제를 사용하였으며 공기량 조절을 위해 보조AE제를 사용하였다. 시리즈 II의 배합에서는 플라이애쉬 15%, 시리즈 III의 배합에서는 플라이애쉬 10~20%, 실리카 흙 15%를 시멘트에 치환하였다.

표 2. 사용재료

시멘트	O.P.C, 비중 3.16
잔골재	최대치수 2.5mm, 조립률 2.6
굵은골재	최대치수 25mm(시리즈 I) 최대치수 20mm(시리즈 II,III), 쇄석골재
플라이애쉬	충남 보령산, 비중 2.15
실리카 흙	칠레산, 비중 2.2
고성능 감수제	리그닌계, 암갈색 액상, 비중 1.185
	폴리카보산계, 연황색 액상, 비중 1.04
	나프탈렌계, 암갈색 액상, 비중 1.185

## 3. 실험결과 및 분석

표 3. 실험결과

시험체명	W/B (%)	S/A (%)	단위재료량(kg/m <sup>3</sup> )						슬럼프 경시변화					공기량 경시변화					압축강도						
			W	C	FA	SF	SP	AE	0	30	60	90	120	0	30	60	90	120	3일	7일	28일				
I	ST240	56.6	47	198	350	-	-	-	0.018	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	87	113	232
	LI240-1	55.1		193				1.05	0.018	19.5	19.0	16.5	15.5	-	4.3	3.9	4.3	3.8	-	75	127	260			
	LI240-2	52.3		183				1.75	0.018	18.5	16.5	9.5	8.0	-	2.5	2.3	2.5	2.5	-	82	137	257			
	PC240-1	55.1		193				0.49	0.175	19.0	19.0	19.0	17.0	-	4.5	4.5	6.0	5.4	-	74	139	286			
	PC240-2	52.3		183				0.80	0.175	19.5	19.0	17.0	18.0	-	6.0	6.0	6.0	6.0	-	79	138	273			
II	NP500-1	32.9	45	168.2	434	76.5	-	7.66	0.026	69.5	-	73.0	67.5	69.0	2.5	-	1.0	0.4	0.5	107	273	517			
	NP500-2	31.1		158.9				10.21	0.026	68.5	-	70.5	69.5	69.0	2.0	-	1.2	0.8	0.8	36	262	467			
	PC500-1	32.9		168.2				6.99	0.255	68.0	-	70.5	70.0	70.0	4.2	-	4.6	4.4	4.5	176	338	488			
	PC500-2	31.1		158.9				8.37	0.255	69.5	-	71.5	70.0	69.0	4.0	-	4.0	4.4	3.4	191	367	521			
III	PC800	20.0	35	150	487	150	113	1.9	-	53.0	-	-	-	-	2.2	-	-	-	-	-	-	651	810	-	
	PC1000	18.0	33	145	604	81	121	2.3	-	52.0	-	-	-	-	1.8	-	-	-	-	-	-	696	869	-	

### 3.1 감수율

오른쪽의 그림은 시리즈 I에서 폴리카본산계와 리그닌계 고성능 감수제의 사용량에 따른 감수율을 비교, 나타낸 것이다. 폴리카본산계는 약 절반의 사용량으로 리그닌계와 동일한 감수효과를 얻을 수 있음을 알 수 있다. 즉 폴리카본산계의 감수율은 리그닌계의 약 2배라는 것을 알 수 있다.

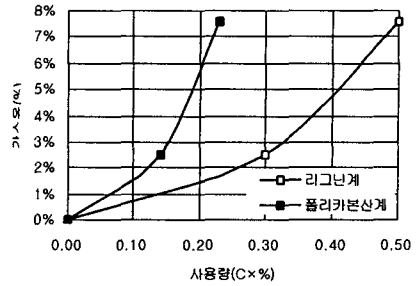


그림 1. 감수율 비교

### 3.2 경시변화

#### (1) 슬럼프 및 슬럼프 플로우

경시변화에 따른 슬럼프 및 플로우 유지성능을 평가하기 위하여 초기 슬럼프값  $18\pm 1\text{cm}$ , 플로우값  $65\pm 5\text{cm}$ 로 하여 경시변화를 측정하였다. 시리즈 I에서는 90분까지 슬럼프 경시변화가 폴리카본산계가 2cm이내, 리그닌계 4~10cm 였고, 시리즈 II에서는 120분까지 슬럼프 플로우 경시변화가 폴리카본산계, 나프탈렌계 모두 1cm이내 였다. 폴리카본산계 고성능감수제의 슬럼프 및 슬럼프 플로우 유지성능은 나프탈렌계(지연형)과 비슷하고 리그닌계보다 2~5배 우수한 것으로 나타났다.

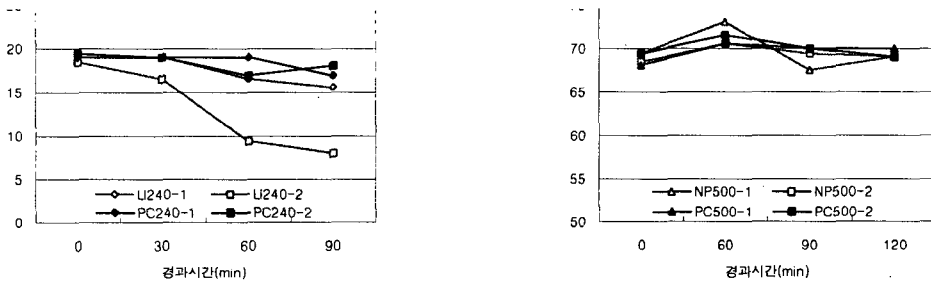


그림 2. 슬럼프 및 슬럼프 플로우 경시변화

#### (2) 공기량

공기량 경시변화는 초기 공기량을  $4.5\pm 1.5\%$ 로 하여 경시변화를 측정하였다. 시리즈 I에서는 90분까지 폴리카본산계, 리그닌계 모두 0.5%이내였고, 시리즈 II에서는 120분까지 폴리카본산계, 나프탈렌계가 각각 2%와 1%이내의 공기량 경시변화가 발생하였다. 공기량 유지성능면에서는 폴리카본산계가 나프탈렌계에 비하여 약 2~3배정도 우수한 것으로 나타났다.

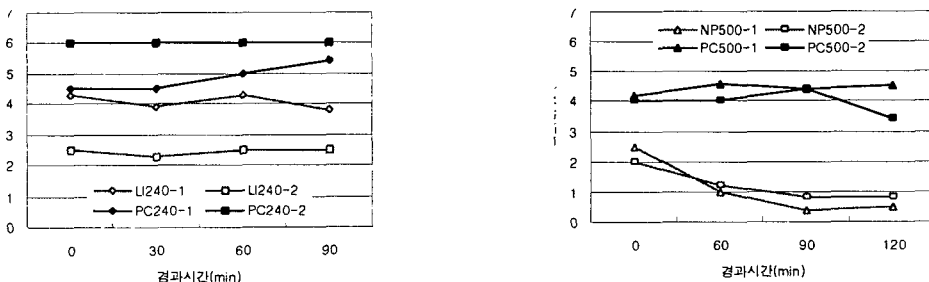


그림 3. 공기량 경시변화

### (3) 압축강도

압축강도는 3일, 7일, 28일 재령별로 측정하였다. 시리즈 I의 압축강도를 나타내는 그림 4.(a)로부터 폴리카본산계 고성능 감수제가 리그닌계 고성능 감수제보다 28일 강도에서 약 5~10%정도 높게 나타났다. 그림 4.(b)에서 나프탈렌계는 7일 강도까지 폴리카본산계보다 강도발현이 늦어지는 것을 볼 수 있으나 28일 강도에서는 폴리카본산계와 나프탈렌계의 감수제 종류에 따른 강도차이는 없는 것으로 나타났다.

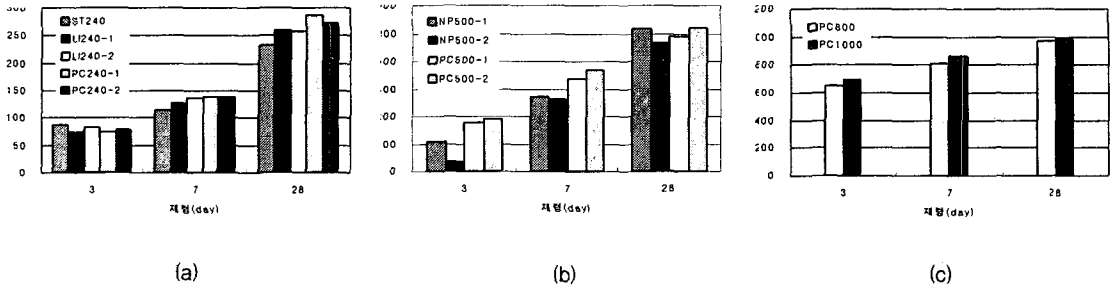


그림 4. 재령별 압축강도

## 4. 결론

(1) 고성능감수제의 종류에 따른 콘크리트의 유동성 유지성능을 비교하기 위하여 콘크리트 슬럼프 및 슬럼프 플로우 경시변화를 검토한 결과, 폴리카본산계의 경우 슬럼프 및 슬럼프 플로우 경시변화가 120분까지 2cm이내로 폴리카본산계의 슬럼프 및 슬럼프 플로우 유지성능은 나프탈렌계(지연형)과 비슷하고 리그닌계보다 2~5배 우수한 것으로 나타났다.

(2) 고성능감수제의 종류에 따른 공기량 유지성능을 비교하기 위하여 공기량 경시변화를 검토한 결과, 폴리카본산계의 경우 공기량 경시변화가 120분까지 1%이내로 폴리카본산계의 슬럼프 및 슬럼프 플로우 유지성능은 폴리카본산계가 나프탈렌계에 비하여 약 2~3배정도 우수한 것으로 나타났다.

(3) 압축강도는 초기 7일까지 폴리카본산계가 리그닌계, 나프탈렌계보다 응결지연이 적어 압축강도가 더 높았으며 28일강도는 나프탈렌계와는 차이가 없고 리그닌계보다 약 5~10%정도 높은 것으로 나타났다.

(4) W/B(물-결합재비)가 20%, 단위결합재량이  $750\text{kg/m}^3$ , 실리카 흙 혼입율이 15%일때 폴리카본산계 고성능감수제를 사용하여 유동성이 확보된 압축강도  $800\text{kgf/cm}^2$ 의 고강도 콘크리트를 제조할 수 있었다.

(5) W/B(물-결합재비)가 18%, 단위결합재량이  $806\text{kg/m}^3$ , 실리카 흙 혼입율이 15%일때 폴리카본산계 고성능감수제를 사용하여 유동성이 확보된 압축강도  $1000\text{kgf/cm}^2$ 의 고강도 콘크리트를 제조할 수 있었다.

### 참고문헌

1. 소현창외,  $1,200\text{kg/cm}^2$  초고강도 콘크리트에 관한 실험적 연구, 1994년도 가을 학술발표회 논문집, pp.133-136
2. 최재진외, 고성능 AE감수제를 사용한 콘크리트의 기초적 성질, 1999년도 가을 학술발표회 논문집, pp.638-644