

# 콘크리트용 PNS 치환 혼화제의 기초물성 및 친환경 특성 평가에 대한 실험적 연구

## An Experimental Study on the Basic Performance and Eco-Affinity Property of PNS Substituted Additive for Concrete

김도수\*    길배수\*\*    전준영\*\*\*    전영환    류득현\*\*\*\*\*

Kim, Do-Su    Khil, Bae-Su,    Jeun, Jun-Young    Jeun, Young-Hwane    Ryu, Deuk-Hyun

---

### ABSTRACT

Naphthalenic admixture(PNS) has been widely used as main component of AE reducing agent among superplasticizers for concrete for a long time. However its noxiousness has been appointed because of formaldehyde compound applied during in synthetic process.

In this study, AE reducing agent prepared using PNS and substituted-PNS agent(ECO-AEM) without formaldehyde compound added to concrete. For these agent, the basic performance of concrete and ecological affinity properties were evaluated and compared.

### 요약

나프탈렌계 유동화제는 오랫동안 콘크리트 혼화제중 AE감수제의 주요성분으로 우수한 효과 때문에 널리 사용되어 왔으나 포름알데히드의 혼용으로 인해 유해성이 지적되어 왔다.

따라서 본 연구에서는 AE 감수제에 사용되는 나프탈렌계 고성능감수제(PNS)에서 합성과정에서 포르말린을 적용하지 않은 PNS 치환용 혼화제를 제조하고, 이를 콘크리트에 적용하여 PNS를 사용한 기존 AE감수제와 콘크리트의 기초물성에 미치는 효과 및 친환경 특성을 평가하였다.

### 1. 서론

최근 콘크리트 산업분야에서 시멘트 및 관련 혼화제의 환경유해성에 대한 논란이 제기되고 있으며, 이에 대한 다양한 대책이 연구되고 있다. 특히 시멘트의 유해중금속, 환경유해물질, 제조과정중 유해폐기물/부산물의 적용 등이 환경적으로 문제되고 있으며, 시멘트에 첨가되는 혼화제의 유해성에 대해서도 지적되고 있다.

---

\* 정회원, (주)트라이포드 총괄이사, 공학박사

\*\* 정회원, (주)트라이포드 대표이사, 공학박사

\*\*\* 정회원, 유진기업 기술연구소 부장, 공학박사

\*\*\*\* 정회원, 유진기업 혼화제 공장장

\*\*\*\*\* 정회원, 유진기업 기술연구소 소장, 공학박사

이에 본 연구에서는 석유화학 공정부산물을 활용하여 기존의 혼화제(유동화제)중 특히 나프탈렌계 고유동화제(PNS)에 함유된 포르말린 등의 유해요소를 배제하고 천연 친환경 물질을 병용하여 PNS 치환용 혼화제를 개발하였다.

이와 같이 개발된 PNS 치환용 혼화제를 활용하여 기존 콘크리트용 유동화제로 널리 사용되는 AE 감수제에 적용함으로써 콘크리트의 슬럼프, 공기량 및 압축강도등의 기초물성을 평가하여 AE감수제로서의 사용성을 검토하고자 하였다. 또한 종전 PNS 및 PNS 치환용 혼화제를 각각 적용한 AE감수제를 대상으로 LC(Liquid Chromatography)를 이용한 유해요소의 잔류량 평가 등을 통해 친환경 개선 특성을 비교/검토하고자 하였다.

## 2. 실험계획 및 방법

### 2.1 실험계획

본 연구에 사용된 PNS 치환용 혼화제는 카르복실기가 결합된 방향족 화합물과 친환경 천연유기 물질로 구성된 복합 화합물이다. AE 감수제에 사용되는 일반 PNS와 본 연구에서 제안하는 PNS 치환용 혼화제(이하 Eco-AEM으로 명기함)의 기본적인 물리적 특성을 비교하면 표 1과 같다.

표 1. PNS 및 Eco-AEM 물리적 성질

구분	고형분(%)	pH	비중	점도(cP)
PNS	40.1	8.54	1.220	225.3
Eco-AEM	39.5	9.26	1.237	53.5

PNS 및 Eco-AEM을 사용하여 AE감수제를 제조한 후 표 2의 콘크리트 배합(규격 : 25-27-15)에 결합재량의 0.6%를 적용하여 공기량 및 슬럼프 경시변화를 관찰하고, 압축강도를 평가하고자 하였다.

표 2. 실험 배합표

구분	W/C (%)	S/A (%)	단위중량 (kg/m <sup>3</sup> )				AD (C×%)	비고
			W	C	S	G		
AE-st	47.9	49.0	175	365	892	935	0.6	종전 PNS 첨가
AE-eco								Eco-AEM 첨가

### 2.2 실험방법

PNS 및 Eco-AEM을 적용한 AE감수제의 효과에 대한 콘크리트 각각의 실험방법은 KS 규격에 따라 실시하였다. 공기량 및 슬럼프 경시변화는 배합직후 및 60분 경과를 기준으로 평가하였으며, 콘크리트의 압축강도는 3, 7, 14, 28일을 기준으로 평가하였다. 또한 기존 PNS와 Eco-AEM을 대상으로 포름알데히드 농도를 비교 평가하고자 하였다.

표 2. 사용재료의 물리적 성질

사용 재료	물 리 적 성 질
시멘트	비중 : 3.14, 분말도 : 3,350 cm <sup>2</sup> /g
잔 골 재	바다모래 (밀도: 2.59/cm <sup>3</sup> , 흡수율: 1.16%)
굵은 골재	부순자갈 (밀도: 2.72/cm <sup>3</sup> , 흡수율: 1.73%)
Eco-AEM	비중 : 1.23 외관 : 암갈색 수용액
감수제	PNS 및 리그닌 감수제

### 3. 실험결과 및 고찰

#### 3.1 기초물성 평가

콘크리트의 시공성을 파악하기 위해 2가지 배합에 대해 슬럼프 및 공기량 경시변화를 파악한 결과를 제시하면 표 3과 같다.

표 3. 실험 배합표

구분	Slump (mm)		Air(%)		비고
	0분	60분	0분	60분	
AE-st	185	135	5.5	5.3	-
AE-eco	185	135	6.5	6.2	단위수량 5.8kg/m <sup>3</sup> 추가

상기와 같이 공기량에 있어서는 다소 증가되는 경향은 있으나 AE제의 사용량을 축소 조정하는 배합을 동등한 공기량 확보에 문제가 없는 것으로 판단되었다. 슬럼프에 있어서는 종전 AE감수제를 적용한 콘크리트와 배합직 후 동일한 유동성 확보를 위해서는 약5.8kg/m<sup>3</sup> 단위수량을 추가하는 것이 필요하였다. 그러나 슬럼프의 경시변화에 있어서는 큰 차이를 나타내지 않는 것으로 확인되었으나 수량의 추가에 따른 강도에 미치는 영향을 파악하는 것이 필요할 것으로 판단되었다.

#### 3.2 압축강도

2개 배합에 대해 콘크리트의 압축강도를 재령별로 평가한 결과를 제시하면 그림 1과 같다.

초기 재령에 있어서는 종전 AE감수제를 적용한 배합과 Eco-AEM을 적용한 배합에 있어서 큰 차이를 보이지 않고 있는 것으로 나타났다.

그러나 Eco-AEM을 적용한 배합에서 콘크리트의 압축강도는 14일 이후 재령에서 약간 저하되는 것으로 확인되었다.

이러한 강도 감소 요인은 콘크리트의 초기 유동성 확보를 위해 배합 시 단위수량을 추가한 요인 때문인 것으로 판단된다.

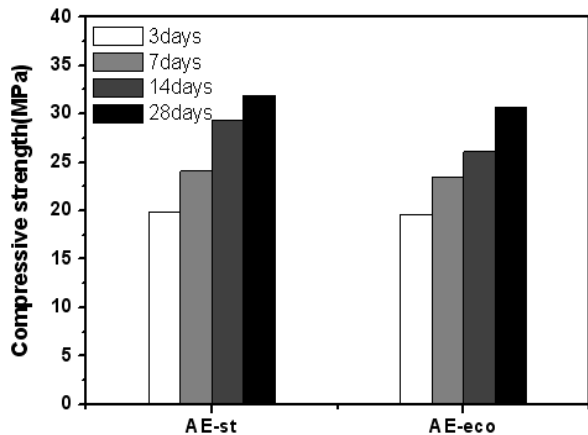


그림 1 콘크리트의 압축강도

그러나 이러한 강도 감소는 단위수량의 추가 없이 동일한 유동성을 확보할 수 있는 배합조정 등을 통해 종전 AE감수제를 적용한 경우에 비해 동등이상의 강도 확보가 가능할 것으로 판단되었다.

#### 3.3 폼알데히드 농도분석

종전 AE감수제에 사용되어 온 PNS와 본 연구를 통해 개발된 Eco-AEM을 대상으로 자체 함유된 폼알데히드 농도의 정량분석을 통해 함유농도를 상호 비교하고자 하였다. 분석 결과는 학술발표를 통해 정량화된 데이터를 제시하고자 한다.

#### 4. 결 론

중전 AE감수제의 주원료인 PNS 및 제조과정중에 포름알데히드를 적용하지 않은 Eco-AEM을 적용하여 제조된 AE감수제를 콘크리트에 각각 동일한 비율로 적용 후 물성을 평가한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

- 1) PNS 대신 Esc-AEM을 적용한 결과 콘크리트의 공기량은 다소 증가되었으나 유의수준은 아니었으나, 슬럼프 시험을 통해 초기 유동성 확보를 위해서는 단위수량의 추가가 필요한 것으로 나타났다.
- 2) 콘크리트의 압축강도는 큰 차이를 나타내지 않았으나 14일 재령이후 Eco-AEM을 적용한 경우 단위수량의 추가에 따른 소폭의 강도 감소가 나타났다.

향후 연구에서는 공기량의 적정 조정, 단위수량의 추가 없이도 초기 유동성의 확보 등을 개선을 통동등이상의 안정적인 압축강도를 확보하는 후속연구가 필요할 것으로 판단되었다.

#### 참고문헌

1. 日本材料學會, 콘크리트混和材料ハンドブック, 2004.
2. 한국콘크리트학회, 콘크리트 혼화재료, 기문당, 1997.