

# 조기강도발현형 AE감수제를 사용한 콘크리트의 현장 Mock-up 실험

## Mock-up Test of Concrete Using AE Water Reducing Agent of Early-Strength Type in Construction Field

○ 황인성\*

Hwang, Yin-Seong

김기훈\*\*

Kim, KI-Hoon

김규동\*\*\*

Kim, Gyu-Dong

이승훈\*\*\*\*

Lee, Seung-Hoon

한천구\*\*\*\*\*

Han, Cheon-Goo

### Abstract

In this paper, applicability of high early strength type AE water reducing agent(HESAWEA) developed by the authors is discussed by applying Mock-up test. For fresh concrete properties, concrete using existing AE water reducing agent(EAEWRA) and HESAWEA meets the target slump and air content at jobsite. Setting time of concrete using HESAWEA is shorter than that using EAEWRA. Remarkable variance of bleeding and settlement is not observed with type of AE water reducing agent. For hardened concrete properties, use of HESAWEA results in higher strength development compared with that of EAEWRA at standard curing and in field curing condition. Reaching time to accomplish 5MPa of compressive strength, which is possible to remove side form, is taken using HESAWEA earlier than that of EAEWRA by 1day. Therefore, it is confirmed that use of HESAWEA can meet the requirements of general quality of concrete and achieve high early strength development as well as has a desirable field applicability.

키 워 드 : 조기강도발현형 AE감수제, 초기강도발현, 거푸집 제거시기

Keywords : AE Water Reducing Agent of Early-Strength Type, Early Strength Development, Removal Time of the Forms

## 1. 서 론

건축공사에서 공기단축 및 경제성 측면에서 콘크리트 타설 후 측면거푸집을 제거할 수 있는 압축강도 5.0MPa 이상을 조기에 발현하는 것은 매우 중요한 사항이다.

특히, 건설물량이 증가하고 있는 주상복합과 같은 초고층 건축물은 마감공사의 고급화에 따른 시간확보와 관련하여 골조공사의 공기단축이 중요하기 때문에 골조공기를 단축하기 위한 시스템 거푸집의 활용, 조립철근의 배근 등 다양한 방법이 강구되고 있지만, 콘크리트의 초기강도발현을 촉진하여 거푸집의 제거시기를 단축하는 방법도 중요시되고 있다.

따라서, 본 연구팀에서는 콘크리트의 초기강도발현 기술개발을 목적으로, 배합 및 사용재료 등의 영향을 검토하였고, 또한, 비교적 저렴하면서 콘크리트의 초기강도발현에 효과가 있는 조기강도발현형 AE감수제의 개발 및 그 효과의 우수함을 확인한 바 있다.<sup>1)2)</sup>

그러므로, 본 연구에서는 선행연구에서 개발하고, 콘크리트의 초기강도발현의 효과를 확인한 조기강도발현형 AE감수제

를 실구조체에 적용 및 실용화하기 위한 구조체 확인 단계로 Mock-up 부재를 제작하여 실험하였다. 즉, 레미콘 배처플랜트에서 일반 및 조기강도발현형 AE감수제를 사용한 콘크리트를 생산 및 부어넣기 한 후 콘크리트의 제반특성을 분석하므로써, 향후 실구조체에 실용화 및 측면거푸집 제거시기 단축을 위한 참고자료로 제시하고자 한다.

## 2. 실험계획 및 방법

### 2.1 실험계획

본 연구의 현장 Mock-up 실험계획은 표 1과 같다.

표 1. 현장 Mock-up 실험계획

실험요인		수준	실험사항
배합 사항	호칭강도(MPa)	1	· 27.0
	목표 슬럼프(cm)	1	· 15±1.5
	목표 공기량(%)	1	· 4.5±1.5
모의부재		2	· 플레인(일반 AE감수제) · 조기강도발현형 AE감수제
실험 사항	굳지않은 콘크리트	5	· 슬럼프, 공기량 · 응결시간, 블리딩, 침하량
	경화 콘크리트	2	· 압축강도 · 표준양생 공시체 · 구조체 관리용 공시체 (12, 16, 20, 24hr, 2, 3, 7, 14, 28일) · 코아압축강도 <sup>1)</sup>

1) 코아압축강도는 재령 14, 28일만 측정

\* 정회원, 청주대 산업과학연구소 전임연구원, 공학박사

\*\* 정회원, 청주대 대학원 석사과정

\*\*\* 정회원, 삼성물산(주) 건설부문 기술연구소 선임연구원

\*\*\*\* 정회원, 삼성물산(주) 건설부문 기술연구소 수석연구원

\*\*\*\*\* 정회원, 청주대 건축공학부 교수, 공학박사

즉, 레미콘의 배합사항으로 호칭강도는 27.0MPa로 하였고, 목표 슬럼프 및 목표 공기량은 현장도착 후 15±1.5cm, 4.5±1.5%를 만족하도록 배합을 결정하였다.

이때, 모의부재는 일반 AE감수제를 사용한 플레인과 조기강도발현형(이하 조강형이라 함) AE감수제를 사용한 시험체를 대상으로 실시하였고, 실험사항으로 굳지않은 콘크리트 및 경화 콘크리트는 표 1과 같으며, 레미콘의 배합사항은 표 2와 같다.

표 2. 레미콘의 현장 배합사항

구분	W/C (%)	W (kg/m <sup>3</sup> )	S/a (%)	중량배합 (kg/m <sup>3</sup> )				
				시멘트	FA	잔골재	굵은골재	AE 감수제
일반	45.3	173	47.1	359	19	828	933	2.27
조강								3.78

## 2.2 사용재료

본 현장 Mock-up 실험에 사용한 콘크리트는 경기도 용인 지역 A레미콘사를 선정하여 사용하였는데, 레미콘의 사용재료로 시멘트, 잔골재 및 굵은골재의 물리적 성질은 표 3 및 4와 같다. 또한, 혼화제로 일반 및 조강형 AE감수제는 국내산 나프탈렌계로, 각 혼화제의 물리적 성질은 표 5와 같다.

표 3. 시멘트의 물리적 성질

밀도 (g/cm <sup>3</sup> )	분말도 (cm <sup>2</sup> /g)	안정도 (%)	응결시간(분)		압축강도(MPa)		
			초결	종결	3일	7일	28일
3.15	3,265	0.15	210	300	22.0	28.9	38.9

표 4. 골재의 물리적 성질

구분	밀도 (g/cm <sup>3</sup> )	조립률	흡수율 (%)	단위용적중량 (kg/m <sup>3</sup> )	0.08mm체 통과량 (%)
잔골재	2.58	2.89	1.12	1,614	1.15
굵은골재	2.62	6.75	0.69	1,563	-

표 5. 혼화제의 물리적 성질

AE감수제	주성분	형태	색상	밀도 (g/cm <sup>3</sup> )	조강성분
일반형	나프탈렌계	액상	암갈색	1.19	-
조강형	나프탈렌계	액상	암갈색	1.19	무기질류 +알콜류

## 2.3 실험방법

본 연구의 실험방법으로 Mock-up 실험을 위한 모의부재는 실구조체의 슬래브, 벽체 및 기둥으로 가정하여 그림 1과 같이 제작한 후 일반 및 조강형 AE감수제를 레미콘 배치플랜트에서 제조하여 현장에 도착하면 콘크리트를 부어넣는 것으로 하였다.

굳지않은 콘크리트의 실험으로 슬럼프는 KS F 2402, 공기량은 KS F 2421의 규정에 의거 실시하였고, 응결시간은 KS F 2436 규정에 의거 측정하였으며, 블리딩은 KS F 2414에 의거 블리딩수를 측정한 후 블리딩량으로 평가하였다. 침하량은

기둥부재로 가정된 20×20×40cm의 모의부재를 제작하여 콘크리트를 부어넣고, 상부면을 마감한 다음 비중 1.0인 수밀한 아크릴 판재를 중앙부에 올려놓은 후 다이얼게이지를 사용하여 측정하였다.

경화 콘크리트의 실험으로 압축강도는 Ø10×20cm 공시체를 KS F 2403 규정에 의거 제작하여 KS F 2405 규정에 따라 측정하였는데, 재령 24시간까지는 석고 평, 그 이후는 공시체 연마기로 가압면을 연마한 후 U.T.M을 사용하여 측정하였다.

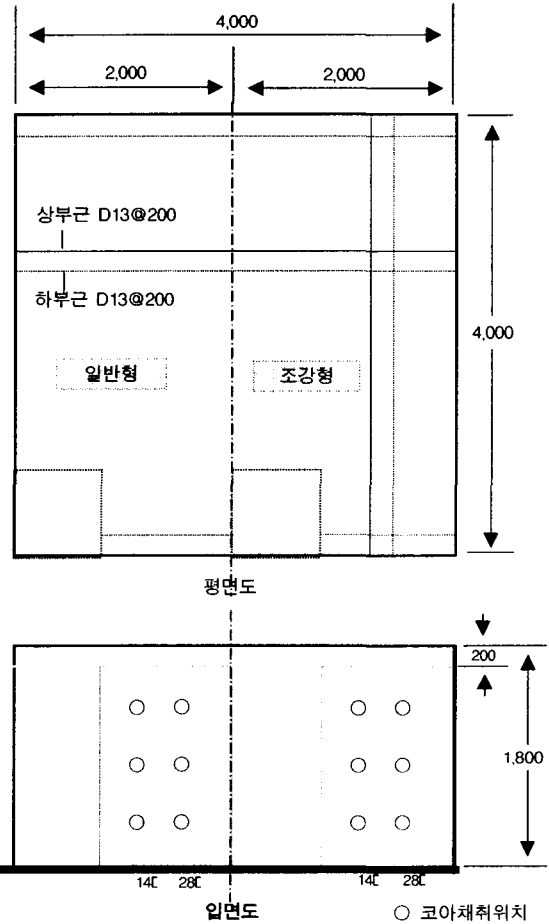


그림 1. 모의부재 개요도

## 3. 실험결과 및 분석

### 3.1 굳지않은 콘크리트의 특성

그림 2는 일반 및 조강형 AE감수제를 사용한 콘크리트의 레미콘사 출발전과 현장 도착후의 슬럼프 및 공기량을 나타낸 것이다.

먼저, 일반 및 조강형 AE감수제를 사용한 콘크리트의 슬럼프 및 공기량은 레미콘 출발전과 비교하여 현장 도착후 다소 저하하였고, 조강형이 일반형보다 슬럼프 및 공기량의 로스가 다소 크게 나타났지만, 모두 현장 도착후의 목표 슬럼프 15±1.5cm 및 목표 공기량 4.5±1.5%의 범위를 만족하였다.

그림 3은 표준양생 조건하에서 일반 및 조강형 AE감수제

를 사용한 콘크리트의 응결시간으로 초결 및 종결시간을 나타낸 것이다.

응결시간은 일반 AE감수제를 사용한 경우 초결이 7.5시간, 종결이 11시간으로 나타난 반면, 조강형은 초결이 6.5시간, 종결이 9.5시간으로 약 1~1.5시간 정도 빠르게 나타났는데, 이는 조강형의 조강성분에 기인된 결과로 사료된다.

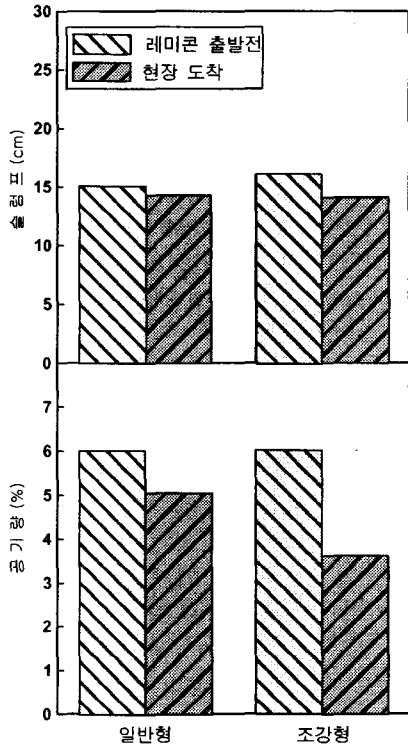


그림 2. 일반 및 조강형 AE감수제를 사용한 콘크리트의 슬럼프 및 공기량

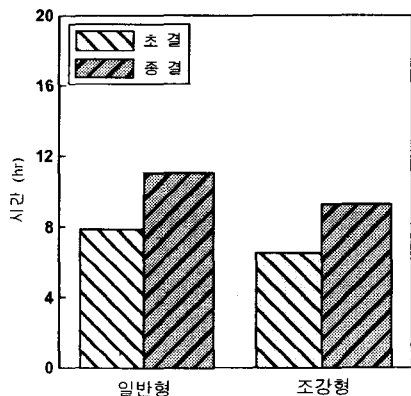


그림 3. 일반 및 조강형 AE감수제를 사용한 콘크리트의 초결 및 종결시간

그림 4는 일반 및 조강형 AE감수제를 사용한 콘크리트의 경과시간에 따른 블리딩량을 나타낸 것이고, 그림 5는 침하량을 나타낸 것이다.

전반적으로 블리딩량은 부배합에 따른 점성증가에 의해 크게 발생하지 않았는데, AE감수제 종류에 따라서는 콘크리트

타설 210분 이후 일반형이 조강형보다 다소 많이 발생하였으나, 최종 블리딩량은 0.16cm<sup>3</sup>/cm<sup>2</sup> 이하로

큰 차이가 아닌 것으로 분석된다.

또한, 일반 및 조강형 AE감수제를 사용한 콘크리트의 침하량은 초기 60분 사이에 급격히 발생한 후 이후 완만한 경향이었고, 일반형이 조강형보다 다소 침하가 적게 발생하였으나, 그 차이가 1mm 정도로 블리딩과 마찬가지로 큰 차이는 아닌 것으로 사료된다.

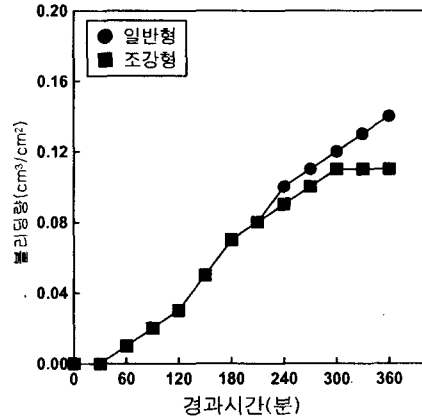


그림 4. 일반 및 조강형 AE감수제를 사용한 콘크리트의 경과시간에 따른 블리딩량

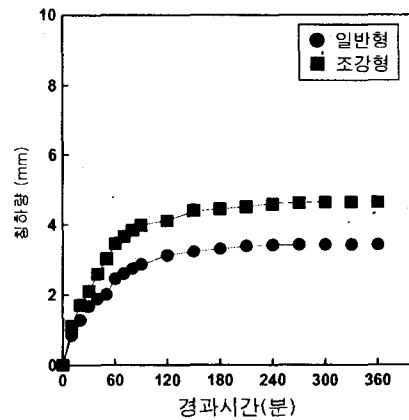


그림 5. 일반 및 조강형 AE감수제를 사용한 콘크리트의 경과시간에 따른 침하량

### 3.2 경화 콘크리트의 특성

그림 6은 공시체 조건별 일반 및 조강형 AE감수제를 사용한 콘크리트의 초기재령 24시간까지 압축강도를 나타낸 것이다.

초기 압축강도는 전반적으로 재령이 경과할수록, 조강형이 일반형보다 크게 발휘되는 것으로 나타났고, 공시체 조건별 표준양생공시체는 조강형이 21시간 정도에서 측면거푸집의 탈형가능한 압축강도 5.0MPa에 도달할 반면 일반형은 24시간에 4.0MPa 정도 발휘하는 것으로 나타났으며, 구조체관리용 공시체는 재령 24시간에 일반형이 0.5MPa, 조강형이 1.2MPa로, 조강형이 일반형보다 2배 이상 강도발현이 우수함을 알 수 있었다. 단, 구조체관리용 공시체는 콘크리트 타설일이 3

월 중순으로 저온환경조건에 의해 초기 압축강도가 작게 나타난 것으로 사료된다.

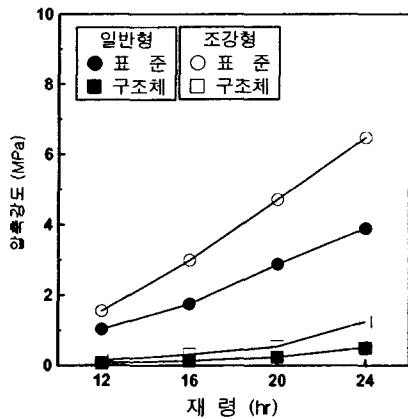


그림 6. 일반 및 조강형 AE감수제를 사용한 콘크리트의 초기 압축강도

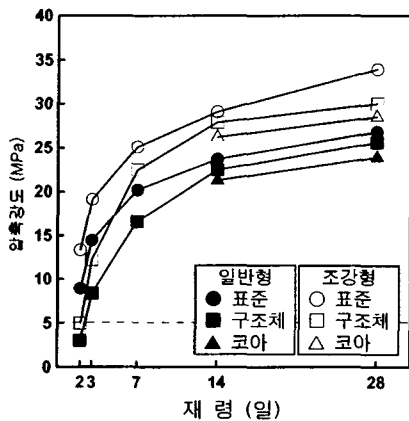


그림 7. 일반 및 조강형 AE감수제를 사용한 구조체 콘크리트의 코아 압축강도

그림 7은 일반 및 조강형 AE감수제를 사용한 콘크리트의 재령별 압축강도를 나타낸 것이다.

재령경과에 따른 압축강도는 초기강도와 유사한 경향으로 표준양생공시체, 구조체관리용공시체, 코아 공시체 순으로 조강형이 일반형보다 강도발현이 크게 나타났다. 이때, 조강형은 구조체관리용공시체에서 2일에 측면거푸집의 탈형가능 압축강도인 5.0MPa를 확인할 수 있었고, 일반형은 3일에 확인할 수 있는 것으로 나타나, 측면거푸집의 제거시기를 1일 정도 단축할 수 있는 것으로 밝혀졌다.

이상으로, 조강형 AE감수제는 표준양생 및 구조체 조건에서 일반형보다 초기 및 재령경과에 따른 압축강도 발현이 우수함을 확인할 수 있었고, 특히, 저온환경에서도 강도발현이 양호함을 알 수 있었다.

#### 4. 결 론

조기강도발현형 AE감수제를 사용한 콘크리트의 기초적 성상 및 구조체 콘크리트의 강도 특성을 검토한 Mock-up 실험 결과를 요약하면 다음과 같다.

- 1) 굳지않은 콘크리트의 특성으로 일반 및 조강형 AE감수제를 사용한 콘크리트의 슬럼프 및 공기량은 현장도착 목표 슬럼프 및 공기량의 범위를 만족하였고, 응결시간은 조강형이 일반형보다 빠르게 나타났으며, 블리딩은 작고, 침하량은 약간 크지만 전반적으로 큰 차이는 아니었다.
- 2) 경화 콘크리트의 특성으로 조강형 AE감수제는 표준양생 및 구조체 조건에서 일반형보다 초기압축강도가 크게 나타났고, 측면거푸집의 제거 가능한 압축강도 5.0 MPa 도달시간은 일반형보다 1일 정도 단축할 수 있는 것으로 밝혀졌다.

이상으로 종합하면, 조강형 AE감수제는 콘크리트의 제반 품질을 만족하고, 콘크리트의 초기강도발현에 효과적인 혼화제로, 향후 측면거푸집 제거시기 단축을 목적으로 실구조체의 실무 적용이 가능할 것으로 판단된다.

#### 참 고 문 헌

1. 한천구, 황인성, 이승훈, 김규동 ; 콘크리트의 초기 강도발현에 미치는 혼화재료의 영향, 대한건축학회 구조계 논문집, 제19권 9호, pp. 95-102, 2003. 9
2. 한천구, 황인성, 김규동, 이승훈 ; 조기강도 발현형 AE감수제를 사용한 콘크리트의 특성에 관한 연구, 대한건축학회 추계학술발표논문집, 제23권 제2호, pp. 443-446, 2003. 10