

조기강도 발현형 AE감수제를 사용한 콘크리트의 혼화제 치환방법 변화에 따른 초기 강도발현 특성

Properties of Early Strength Development according to the Replacing Method of
Admixture of Concrete Using AE Water Reducing Agent of Early-Strength Type

황인성* 우종완* 김규동** 이승훈*** 한천구****
Hwang, Yin Seong Woo, Jong Wan Kim, Gyu Dong Lee, Seung Hoon Han, Cheon Goo

ABSTRACT

This study is intended to investigate the properties of concrete using AE Water Reducing Agent of Early-Strength Type. According to the results, as for the replacing method of mineral admixture, setting time is shortened faster in order of replacement for fine aggregate, combination and replacement for cement, and when AE Water Reducing Agent of Early-Strength Type is used, it is shortened by about 4 hours, compared with normal AE Water Reducing Agent. Compressive strength is lower in the case of replacement for fine aggregate, but higher in the other case than that of plain concrete. And When AE Water Reducing Agent of Early-Strength Type is used, early compressive strength is very high in comparison to normal AE Water Reducing Agent. Early strength development is very favorable by the use of AE Water Reducing Agent of Early-Strength Type regardless of the replacing method of mineral admixture at 20°C, but at 10°C, it is effective for Early strength development that W/B is lowered to below 45%, BS of 20% is replaced for fine aggregate, and AE Water Reducing Agent of Early-Strength Type is used.

1. 서론

최근, 건설물량이 증가하고 있는 주상복합과 같은 초고층 건축물은 마감공사의 고급화에 따른 시간 확보와 관련하여 골조 건설공기의 단축이 중요한 과제이다. 특히, 이중에서도 1층당 싸이클 공기는 전체공정표 중에서도 주공정선이 되어, 이를 단축하기 위한 씨스템 거푸집의 활용, 조립철근의 배근 등 다양한 방법도 강구하고 있지만, 콘크리트의 초기 강도발현을 촉진하여 거푸집 탈형시기를 단축하는 방법도 중요시되고 있다.

그러나, 실무건설공사 현장에서는 경제성에 중점을 두어 플라이애시(이하 FA) 및 고로슬래그 미분말(이하 BS)을 시멘트량에 대하여 일부 치환(내할)하여 사용하고 있는데, 이러한 경우는 초기 강도발현에 불리하게 작용하고 있어 또 다른 치환방법을 검토할 필요가 있고, 또한 고성능감수제인 경우도 종류에 따라 표준 및 조강형 등이 있으나, 초기강도발현에는 큰 효과가 없는 것으로 알려지고 있어¹⁾ 새로운 혼화제의 개발이 요구되고 있다.

그러므로, 본 연구에서는 기왕의 연구에서 개발된 조기강도 발현형 AE감수제를 사용한 콘크리트의 혼화제 치환방법 변화에 따른 기초적 물성 및 초기 강도발현 특성을 분석하므로써 효율적인 초기강도 축

* 정회원, 청주대학교 대학원 박사과정

** 정회원, 삼성물산(주) 건설부문 기술연구소 전임연구원

*** 정회원, 삼성물산(주) 건설부문 기술연구소 수석연구원

**** 정회원, 청주대학교 건축공학부 교수

진 발현법을 제안하고자 한다.

2. 실험계획 및 방법

2.1. 실험계획

본 연구의 실험계획은 표 1과 같다. 즉, 실험요인으로 W/B는 45% 1수준에 대하여 일반 AE감수제를 사용한 플레인과 조기강도 발현형 AE감수제를 사용하고 혼화재를 치환하지 않은 무치환, 플라이애쉬(이하 FA) 5% 및 고로슬래그 미분말(이하 BS) 20%를 치환방법에 따라 각각 내할, 외할 및 내할과 외할을 1:1 병용치환한 6수준으로 총 8배치를 실험계획 하였다. 이때, 플레인 및 혼화재 치환방법별 목표 슬럼프는 $21 \pm 1.5\text{cm}$ (운반시간 40분 후 $18 \pm 2.5\text{cm}$), 목표 공기량은 $4.5 \pm 1.5\%$ 를 만족하도록 배합설계 하였다. 굳지않은 콘크리트와 경화 콘크리트의 실험사항은 표 1과 같고, 배합사항은 표 2와 같다.

표 1 실험계획

실험요인					실험사항	
W/B (%)	목표 슬럼프 (cm)	목표 공기량 (%)	혼화재	양생 온도 (°C)	굳지않은 콘크리트	경화 콘크리트
45	15±1.5	4.5±1.5	<ul style="list-style-type: none"> · 플레인 · 무치환 · FA 5(내할) · FA 5(외할) · FA 5(1:1병용) · BS 20(내할) · BS 20(외할) · BS 20(1:1병용) 	10 20	<ul style="list-style-type: none"> · 슬럼프 (0, 40, 60) · 슬럼프플로우 (0, 40, 60) · 공기량 (0, 60) · 단위용적중량 · 응결시간 	<ul style="list-style-type: none"> · 압축강도 (16, 20, 24hr)

표 2 배합사항

W/C (%)	W (kg/m ³)	S/a (%)	SP/C (%)	혼화재 치환	절대용적배합(t/m ³)					
					C	FA	BS	S	G	
45	165	47	0.60	플레인	116	0	0	317	357	
			0.80	무치환	116	0	0	317	357	
			0.70	FA 5	내할	111	0	0	315	356
			외할		116	9	0	308	357	
			0.80	BS 20	병용	114	0	0	312	356
			0.75		내할	93	0	0	316	356
			0.85	20	외할	116	0	25	291	357
			0.80		병용	105	0	0	304	356

2.2. 사용재료

본 실험에 사용한 시멘트는 국내산 A사의 보통 포틀랜드시멘트(비중 3.15, 3,265cm²/g)를 사용하였고, 골재로 잔골재는 인천 향동산 세척사(비중 2.58, 조립률 2.89), 굵은골재는 경기도 광주산 25mm 부순 굵은골재(비중 2.62, 조립률 6.75)를 사용하였다. 또한, 혼화제로 일반 AE감수제 및 조기강도 발현형 AE감수제는 국내산 D사의 나프탈렌계를 사용하였다.

2.3. 실험방법

본 연구의 실험방법으로 콘크리트의 혼합은 강제식 팬믹서를 사용하였다. 굳지않은 콘크리트의 실험으로 슬럼프는 KS F 2402 규정에 의거 실시하였으며, 슬럼프플로우는 슬럼프 측정이 끝난 후 최대직경과 이에 직교하는 직경의 평균치로 하였고, 공기량 및 단위용적중량은 KS F 2421 및 2409의 규정에 따라 실시하였다. 경화 콘크리트의 압축강도는 KS F 2405의 규정에 의거 실시하였다.

3. 실험결과 및 분석

3.1. 굳지 않은 콘크리트의 특성

그림 1은 혼화재 치환방법별 경시변화에 따른 슬럼프, 슬럼프플로우, 공기량 및 단위용적중량을 나타낸 것이다.

먼저, 조기강도 발현형 AE감수제를 사용한 콘크리트의 혼화재 치환방법 변화에 따른 유동성은 초기 목표 슬럼프의 범위를 만족하였고, 경시변화에 따라 슬럼프손실에 의해 유동성이 저하하였는데, 조기

강도 발현형 AE감수제가 일반감수제보다 경시변화에 따른 슬럼프로스가 적게 나타났다. 또한, 공기량은 초기 및 경시변화 60분 후에도 모두 목표 공기량인 3~6%의 범위를 만족하였지만, FA의 경우에서 공기량 손실이 크게 나타났고, 단위용적중량은 공기량과 반대경향이었다.

그림 2는 혼화재 치환방법별 응결시간에 따른 관입저항값을 나타낸 것이다.

먼저, 혼화재 치환방법에 따른 응결시간으로 FA의 치환율이 5%인 경우는 플레인과 큰 차이가 없는 반면 BS의 경우는 외할, 병용 및 내할 치환의 순으로 응결이 빠르게 나타났다. 또한, 조기강도 발현형 AE감수제를 사용한 콘크리트의 응결시간은 종결이 9시간 전후로 일반감수제의 13시간 정도와 비교하여 4시간 정도 빠르게 촉진되어 나타났다.

3.2. 경화 콘크리트의 특성

그림 3 및 4는 혼화재 치환방법별 양생온도 10℃ 및 20℃에서 초기재령 24시간 경과에 따른 압축강도를 나타낸 것이다.

전반적으로 압축강도는 초기재령이 경과할수록 크게 나타났고, 혼화재 치환방법에 따라서는 내할치환의 경우 플레인보다 강도발현이 다소 적게 나타났으나, 기타의 경우는 플레인보다 강도발현이 크게 나타났으며, 또한, FA가 BS보다 초기 강도발현이 크게 나타났는데, 이는 FA 5%가 BS 20%보다 치환율이 적기 때문에 초기 시멘트 수화반응이 큰 것에 기인된 것으로 사료된다.

또한, 조기강도 발현형 AE감수제를 사용한 콘크리트의 양생온도 변화에 따른 압축강도는 양생온도 10℃인 경우는 BS 20%를 외할치환한 경우가 21시간에 5MPa에 도달한 것을 제외하고는 재령 24시간에서 대부분 4.5MPa 전후로 나타났으며, 양생온도 20℃인 경우는 대부분 재령 16시간 이전에 측면거푸집의 탈형 가능한 압축강도 5MPa를 발휘하는 것으로 나타났다.

한편, 일반 AE감수제를 사용한 콘크리트의 압축강도는 양생온도 10℃의

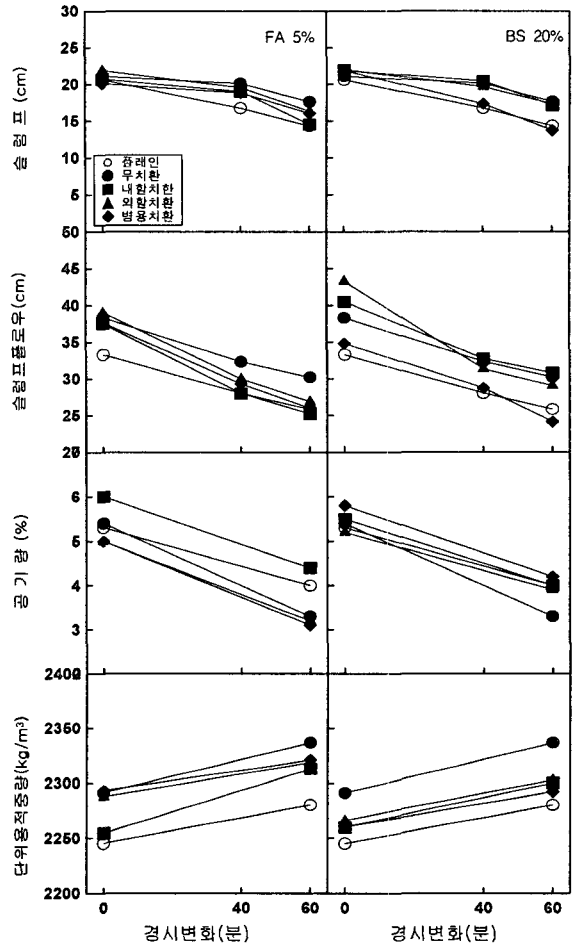


그림 1 혼화재 치환방법별 경시변화에 따른 슬럼프, 슬럼프플로우, 공기량 및 단위용적중량

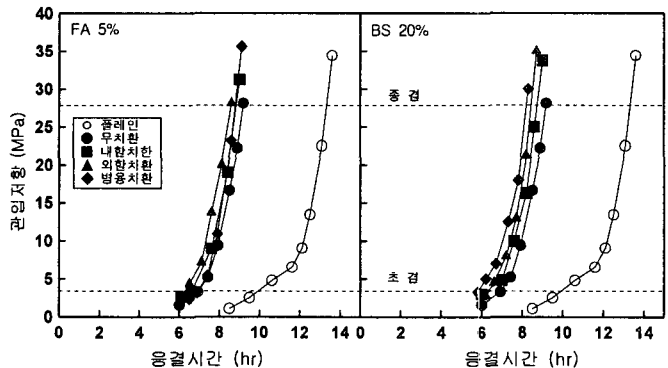


그림 2 혼화재 치환방법별 응결시간에 따른 관입저항

경우 재령 24시간에 1.0MPa도 발휘하지 못하였고, 20℃인 경우는 재령 20시간 이후에 5MPa에 도달하는 것으로 나타나, 조기강도 발현형 AE감수제를 사용한 콘크리트는 초기 강도 발현이 매우 크게 나타나, 측면거푸집의 탈형시간도 20% 정도 단축할 수 있는 것으로 밝혀졌다. 또한, 양생온도 10℃인 저온환경에서는 특히 조기강도 발현형 AE감수제가 일반 AE감수제보다 초기강도 발현율이 더욱 클 수 있었다.

4. 결 론

조기강도 발현형 AE감수제를 사용한 콘크리트의 혼화재 치환방법 변화에 따른 초기 강도발현 특성에 관한 실험결과를 요약하면 다음과 같다.

1) 조기강도 발현형 AE감수제를 사용한 콘크리트는 응결시간 및 압축강도에서 일반 AE감수제를 사용한 콘크리트보다 매우 빠르고, 크게 나타났고, 혼화재 치환방법에 따라서는 내할치환의 경우일 때만 플레인보다 강도 발현이 다소 적었으나 기타의 경우는 크게 나타났다.

2) 양생온도 변화에 따른 압축강도는 양생온도 10℃인 경우 BS 20%를 외할치환한 경우가 21시간에 5MPa에 도달한 것을 제외하고 재령 24시간에서 대부분 4.5MPa 전후로 나타났고, 양생온도 20℃인 경우는 대부분 혼화재 치환방법 변화에서 재령 16시간 이전에 측면거푸집의 탈형 가능한 압축강도 5MPa를 발휘하는 것으로 나타났다.

3) 이상을 종합하여 효율적인 초기강도 촉진법으로는 외기온이 20℃ 전후인 경우에 혼화재 치환방법에 관계없이 조기강도 발현형 AE감수제를 사용하므로써 양호한 결과를 얻을 수 있었지만, 10℃인 경우는 W/B를 45% 이하로 낮추고, 조기강도 발현형 AE감수제와 BS 20%를 외할치환 할 때 가능할 수 있음을 알 수 있었다.

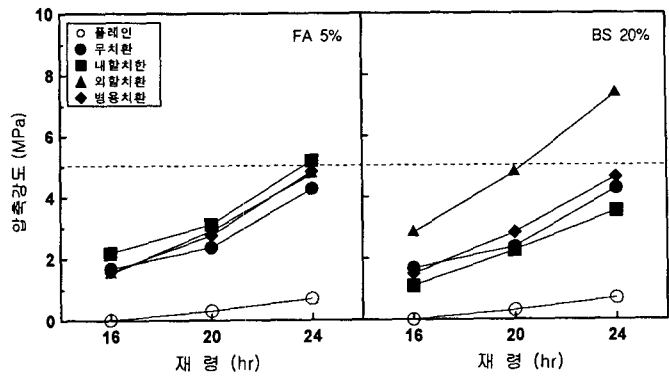


그림 3 혼화재 치환방법별 재령경과에 따른 압축강도 (양생온도 10℃)

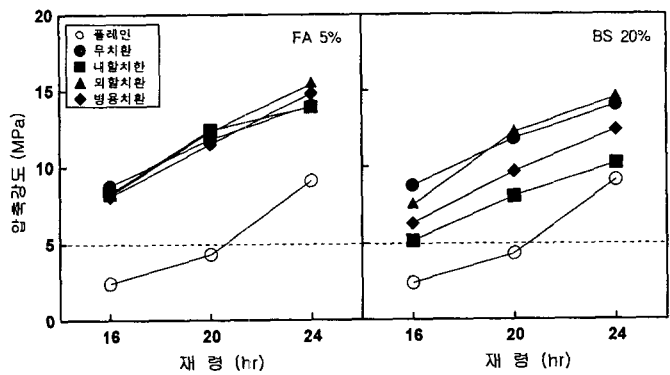


그림 4 혼화재 치환방법별 재령경과에 따른 압축강도 (양생온도 20℃)

참고문헌

- 황인성, 나운, 이승훈, 류현기, 한천구 "콘크리트의 초기 강도발현에 미치는 혼화재의 영향", 콘크리트학회춘계학술발표논문집, 제15권 1호, 2003, pp.741~744.