

블리딩저감용 AE감수제를 사용한 콘크리트의 블리딩 저감 특성

Properties of Bleeding Reduction of Concrete Using AE Water Reducing Agent for Reduction of Bleeding

○ 김 기 훈* 황 인 성 ** 나 운*** 임 주 혁**** 한 천 구*****
Kim, Ki-Hoon Hwang, Yin-Seong La, Woon Im, Ju Hyeuk Han, Cheon-Goo

Abstract

This study is intended to investigate the fundamental properties of concrete which AE water reducing agent for reduction of bleeding is used, and the properties of bleeding reduction. According to the results, when the adding ratio of AE water reducing agent for reduction of bleeding increases, a range of normal fluidity and aimed air content are satisfied, setting time is faster than that of normal AE water reducing agent. And bleeding amount decreases, bleeding speed is highest between 60 and 90 min, and sinking depth increases drastically in 60 min. When AE water reducing agent for reduction of bleeding is added, compressive strength shows a slight variation by air content, but there is not a large influence by addition of AE water reducing agent for reduction of bleeding. Synthetically, it proves that AE water reducing agent for reduction of bleeding satisfies aimed air content in the range of normal slump and can reduce only bleeding without quality variation of compressive strength.

키 워 드 : 블리딩저감용 AE감수제, 블리딩량, 블리딩 속도, 침하량

Keywords : AE Water Reducing Agent for Reduction of Bleeding, Bleeding Capacity, Bleeding Rising Speed, Settlement

1. 서 론

콘크리트 시공시는 타설전의 경우 소요의 유동성 확보와 함께 재료 분리가 거의 없는 균일한 품질이 요구되고, 타설 후에는 초기수축으로 인한 침하균열 등이 발생하지 않도록 세심한 관리가 요구된다.

그러나 콘크리트는 비중과 입경이 서로 다른 재료로 구성 되어 있어 시공과정에서 분리하기 쉬운 경향이 있는데, 블리딩은 이러한 재료분리의 일종으로 거푸집에 부어넣은 콘크리트에서 물의 분리에 의해 내부의 잉여수가 콘크리트 상면에 떠올라 모이는 현상으로 초기수축에 의한 침하균열 등을 동반하게 되어 구조체 콘크리트의 품질저하를 초래하게 되므로, 효과적인 블리딩 저감대책이 요구되고 있다.

이에 본 연구팀에서는 선행연구에서 콘크리트용 블리딩 저감제를 개발한바 있으나¹⁾, 이는 레미콘 출하시 현장에서 후 첨가하는 방식으로 다소 불편함이 제기됨에 따라 콘크리트 제조시 블리딩을 효과적으로 저감할 수 있는 블리딩저감용 AE감수제를 재차 개발하였다.

그러므로, 본 연구에서는 유동화제 및 증점제의 적정 혼입

비율로 개발된 블리딩저감용 AE감수제의 혼입률 변화에 따른 콘크리트의 기초적 특성 및 블리딩 저감 특성을 혼화재 종류 및 치환율 변화조건에서 검토함으로써, 실무 콘크리트의 블리딩 저감을 위한 활용성을 검토하고자 한다.

2. 실험계획 및 방법

2.1 실험계획

본 연구의 실험계획은 표 1과 같다. 즉, 실험요인으로 W/B는 45% 1수준에서 혼화재를 치환하지 않은 무치환과 플라이애쉬 10%(이하 FA 10), 20%(이하 FA 20)와 고로슬래그 미분말 20%(이하 BS 20)의 4수준에 대하여 일반 AE감수제를 사용한 플레인과 블리딩저감용 AE감수제를 0.5, 1.0, 1.5%의 3수준으로 변화시켜 총 16배치를 실험계획 하였다.

이때, 플레인은 목표 슬럼프 18±2.5cm, 목표 공기량 4.5±1.5%를 만족하도록 배합설계 한 후 AE감수제 대신 블리딩저감용 AE감수제의 혼입률만을 변화시키는 것으로 하였다.

굳지않은 콘크리트 및 경화 콘크리트의 실험사항은 표 1과 같고, 배합사항은 표 2와 같다.

* 학생회원, 청주대학교 건축공학부
** 정회원, 청주대학교 대학원 박사과정
*** 정회원, 삼성물산 건설부문 주택기술팀 과장
**** 정회원, 삼성물산 건설부문 주택기술팀 차장
***** 정회원, 청주대학교 교수, 공학박사

표 1. 실험계획

실험요인					실험사항	
W/B (%)	목표 슬럼프 (cm)	목표 공기량 (%)	혼화재 치환율 (%)	BRA* (%)	굳지않은 콘크리트	경화 콘크리트
45	18±2.5	4.5±1.5	무치환 FA10 FA20 BS20	플레인 0.5 1.0 1.5	· 슬럼프 · 슬럼프플로우 · 공기량 · 단위용적중량 · 응결시간 · 블리딩 · 침하량	· 압축강도 (3, 7, 28일)

*는 블리딩저감용 AE감수제이고, 플레인은 일반 AE감수제를 사용

2.3 실험방법

본 연구의 실험방법으로 콘크리트의 혼합은 강제식 팬믹서를 사용하여 혼합하였다. 굳지않은 콘크리트의 실험으로 슬럼프는 KS F 2402 규정에 의거 실시하였고, 슬럼프플로우는 슬럼프 측정이 끝난 후 최대직경과 이에 직교하는 직경의 평균치로 하였으며, 공기량 및 단위용적중량은 KS F 2421 및 2409의 규정에 의거 실시하였다. 응결시간은 KS F 2436 규정에 의거 측정하였고, 블리딩은 KS F 2414에 의거 블리딩수를 측정 후 블리딩량 및 블리딩 속도로 평가하였다. 침하량은 기동부재로 가정한 20×20×40cm의 모의부재를 제작한 후 콘크리트를 부어넣은 후 상부면을 마감하고, 7.5×7.5×0.1cm

표 2. 배합사항

W/B(%)	단위수량 (kg/m ³)	S/a(%)	혼화재(%/C)	AE감수제 (%/C)	BRA* (%/C)	절대용적배합(ℓ/m)					중량배합(kg/m ³)				
						C	FA	BS	S	G	C	FA	BS	S	G
45	165	45	무치환	0.4	0	116	0	0	303	371	367	0	0	782	971
				0	0.5~1.5										
			FA10	0.35	0	116	17	0	296	361	330	37	0	763	947
				0	0.5~1.5										
			FA20	0.3	0	117	33	0	288	352	293	73	0	744	923
				0	0.5~1.5										
			BS20	0.35	0	116	0	25	292	357	293	0	73	753	934
				0	0.5~1.5										

2.2 사용재료

본 실험에 사용한 시멘트는 국내산 보통 포틀랜드시멘트를 사용하였고, 잔골재는 인천 중구 항동산 세척사를 사용하였으며, 굵은골재는 경기도 광주산 25mm 부순 굵은골재를 사용하였다. 혼화제로 블리딩저감용 AE감수제는 유동화제 및 증점제의 일정 혼입비율에 의해 개발된 것을 사용하였고, 일반 AE감수제는 국내산 D사의 나프탈렌계를 사용하였는데, 각 재료의 물리적 성질은 표 3~5와 같다.

표 3. 시멘트의 물리적 성질

비중	분말도 (cm ² /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	비중	조립률	흡수율 (%)	단위용적 중량 (kg/m ³)	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

구분	주성분	형태	색상	비중(20℃)
블리딩저감용 AE감수제	멜라민계	액상	연갈색	1.20
AE감수제	나프탈렌계	액상	암갈색	1.18

(비중 1)인 수밀한 판재를 중앙부에 올려놓고 다이얼게이지를 이용하여 측정하였다. 경화콘크리트의 실험으로 압축강도는 KS F 2405의 규정에 따라 측정하였다.

3. 실험결과 및 분석

3.1 굳지않은 콘크리트의 특성

그림 1은 혼화재 치환별 블리딩저감용 AE감수제의 혼입률 변화에 따른 슬럼프, 슬럼프플로우, 공기량 및 단위용적중량을 나타낸 것이다.

먼저, 혼화재 치환별 일반 AE감수제를 사용한 플레인은 모두 목표 슬럼프 및 공기량을 모두 만족하였다.

블리딩저감용 AE감수제 사용 콘크리트의 유동성은 혼입률 증가에 따라 증가하는 것으로 나타나, 범용적인 유동성 범위 내에서 사용이 가능할 것으로 판단된다. 또한, 블리딩저감용 AE감수제의 혼입률 증가에 따른 공기량은 MC 증점제의 공기량 생성에 기인하여 증가하는 것으로 나타났다. 단, FA를 치환한 경우는 FA 혼입률이 증가할수록 공기량이 감소하는 것으로 나타나, MC 증점제에 의한 발포성 공기포도 FA의 의해 흡착되어 공기량이 감소하는 것으로 판단된다. 따라서, 블리딩저감용 AE감수제는 FA를 치환한 경우 별도의 AE제 첨가 등 공기량 확보를 위한 대책이 필요할 것으로 사료된다. 단, 블리딩저감용 AE감수제의 혼입률 변화에 따른 단위용적중량은 공기량과는 반대의 경향이었다.

그림 2는 혼화재 치환 및 블리딩저감용 AE감수제의 혼입률별 응결시간에 따른 판입저항치를 나타낸 것이다.

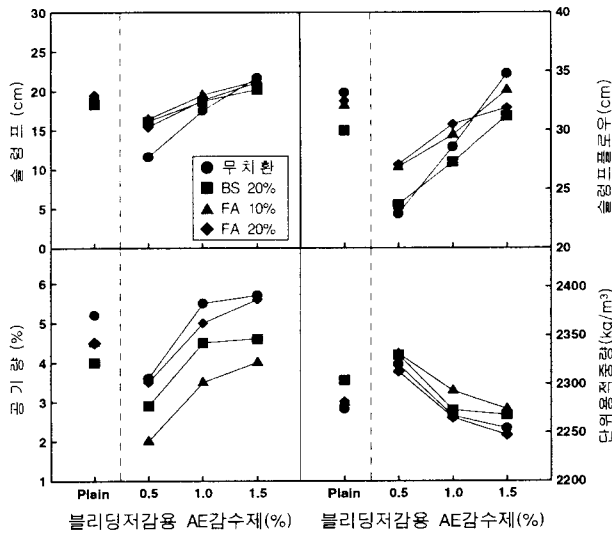


그림 1. 블리딩저감용 AE감수제의 혼입률 변화에 따른 균지않은 콘크리트의 특성

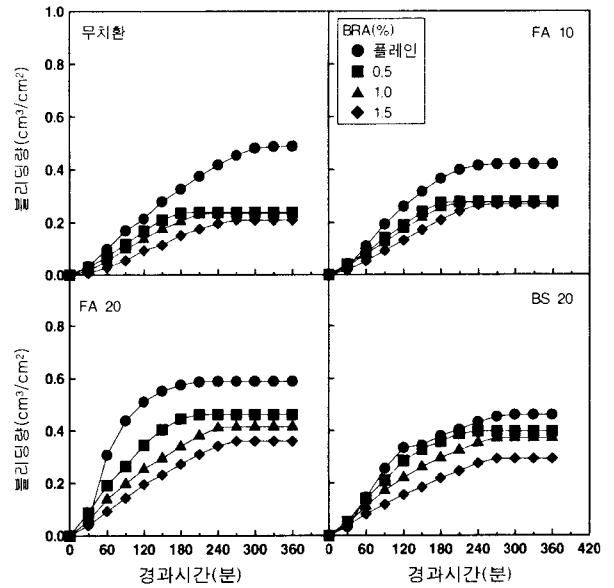


그림 3. 블리딩저감용 AE감수제 혼입률별 경과시간에 따른 블리딩량

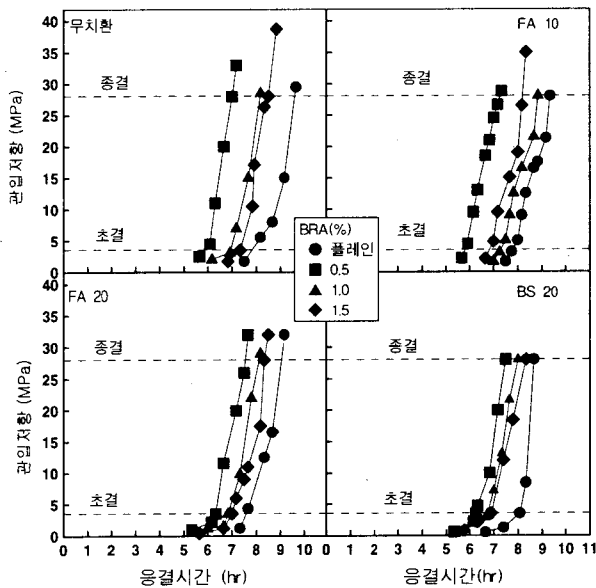


그림 2. 블리딩저감용 AE감수제 혼입률별 응결시간에 따른 관입저항치

먼저, 혼화재 치환별 플레인인 대부분 종결이 9시간 전후로 나타났고, 블리딩저감용 AE감수제를 혼입한 경우는 모두 플레인 보다 응결이 빠르게 나타났는데, 이는 작아진 공기량 및 MC 증점제의 영향인 것으로 분석된다. 단, 블리딩저감용 AE감수제의 혼입률 증가에 따라서는 0.5% 첨가량에서 제일 빠르고, 그 이상에서는 응결이 지연되는 것으로 나타났는데, 이는 혼입률이 증가할수록 유동화제 첨가량의 증가함에 따른 결과로 사료된다.

3.2 블리딩 특성

그림 3은 혼화재 치환 및 블리딩저감용 AE감수제의 혼입률별 경과시간에 따른 블리딩량을 나타낸 것이고, 그림 4는 블리딩 속도를 나타낸 것이다.

전반적으로 블리딩량은 시간이 경과함에 따라 증가하였고, 혼화재 치환에 따라 초기에 급격히 발생하는 것으로 나타났으며, 혼화재 치환별 블리딩저감용 AE감수제의 혼입률 변화에 따라서는 혼입률이 증가할수록 블리딩이 감소하는 것으로 나타났다. 따라서, 블리딩저감용 AE감수제는 균지않은 콘크리트의 유동성을 확보하면서 블리딩을 효과적으로 저감할 수 있는 것으로 밝혀졌다.

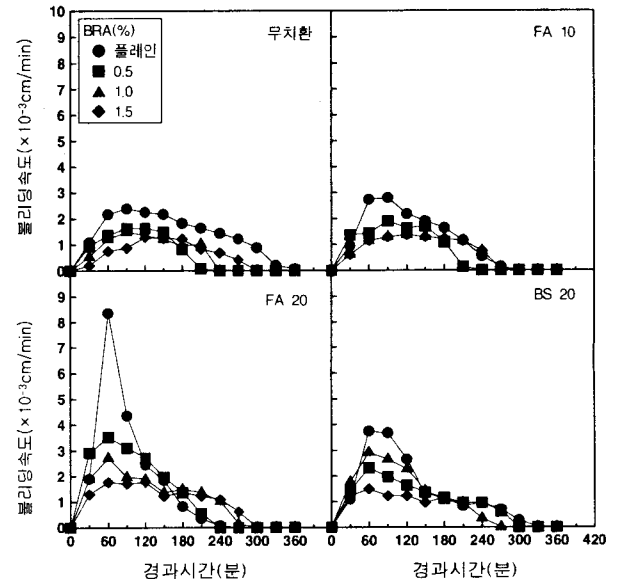


그림 4. 블리딩저감용 AE감수제 혼입률별 경과시간에 따른 블리딩속도

이때, 최종 블리딩량은 무치환의 경우 플레인과 비교하여 블리딩저감용 AE감수제의 혼입률이 증가함에 따라 50% 이상의 저감 효과가 있는 것으로 나타났고, FA 10%의 경우는 30%, FA20%의 경우는 20~40%, BS 20%의 경우는 15~35%의 저감 효과가 있는 것으로 나타났다.

한편, 블리딩저감용 AE감수제의 혼입률 변화에 따른 블리딩 속도는 콘크리트를 부어넣은 후 60~90분 사이에서 최고속도를 나타내고 있으며, 전반적으로 블리딩량과 유사한 경향으로 블리딩저감용 AE감수제의 혼입률이 증가할수록 블리딩 속도가 늦어지는 것을 알 수 있었다.

그림 5는 혼화재 치환 및 블리딩저감용 AE감수제의 혼입률별 경과시간에 따른 침하량을 나타낸 것이다.

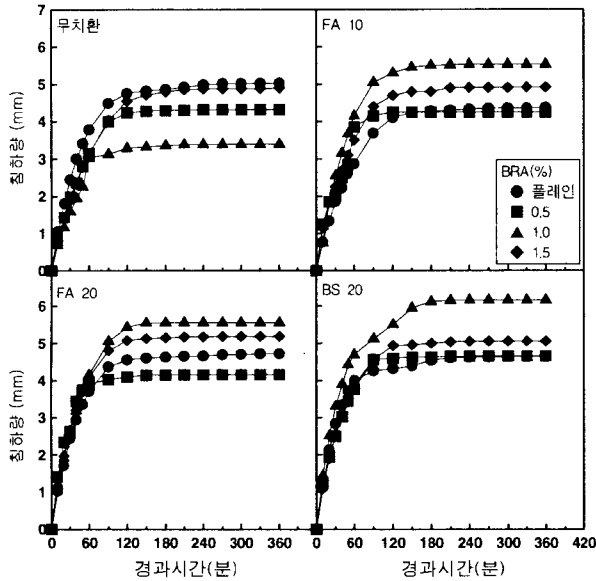


그림 5. 블리딩저감용 AE감수제 혼입률별 경과시간에 따른 침하량

전반적으로 침하량은 초기 60분 사이에 급격히 발생하고, 이후 완만한 경향으로 나타남을 알 수 있는데, 실무 시공에 있어 침하균열 방지를 위해서는 콘크리트를 부어넣은 후 60분 경과 후 표면 마무리 작업을 실시하는 것이 효과적일 것으로 판단된다.

또한, 블리딩저감용 AE감수제의 혼입률 변화에 따른 침하량은 무치환의 경우 혼입률이 증가할수록 작아지는 경향이하나, FA 10% 및 20%와 BS 20%를 치환한 경우는 혼입률의 증가에 따라 블리딩은 감소한 반면 침하량은 오히려 증가하는 경향이었는데, 이는 FA 및 BS의 경우 비중이 작고, 유동성이 증가하는 등의 복합적인 원인에 의한 것으로 추후 이에 대한 심도있는 검토가 요망된다.

3.3 경화 콘크리트의 특성

그림 6은 혼화재 치환 및 블리딩저감용 AE감수제의 혼입률별 재령경과에 따른 압축강도를 로그스케일로 나타낸 것이다.

전반적으로 혼화재 치환별 재령경과에 따라 압축강도는 증가하였는데, 블리딩저감용 AE감수제의 혼입률 변화에 따라서는 혼입률 0.5%에서 가장 크고 그 이상은 작게 나타났는데, 이는 혼입률 0.5%의 경우 기타의 경우보다 공기량이 작은 것에 기인된 결과로 사료된다. 또한, 블리딩저감용 AE감수제를 1.0% 및 1.5% 혼입한 경우의 압축강도는 플레인과 비교하여 다소 증감의 차이는 있으나 특별한 문제는 없는 것으로 나타나, 압축강도의 품질변화에 미치는 영향은 없는 것으로 판단된다.

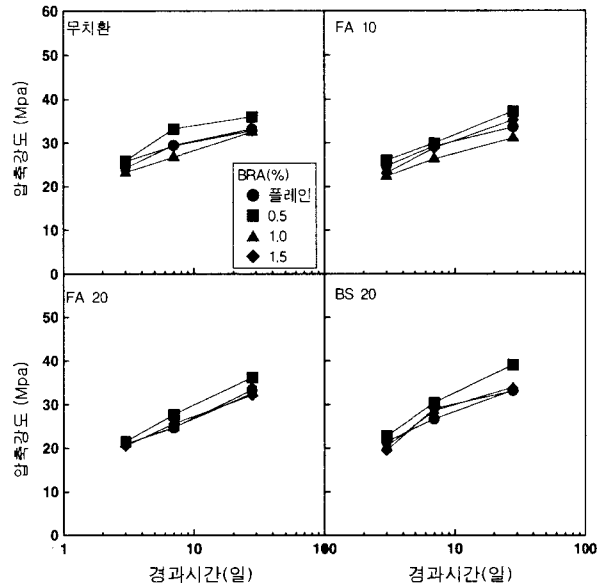


그림 6. 블리딩저감용 AE감수제 혼입률별 재령경과에 따른 압축강도

4. 결 론

블리딩저감용 AE감수제를 사용한 콘크리트의 기초적 성상 및 블리딩 저감 특성을 검토하기 위한 실험 연구결과를 종합하면 다음과 같다.

- 1) 굳지않은 콘크리트의 특성으로 블리딩저감용 AE감수제는 혼입률 증가에 따라 유동성은 증가하였고, 공기량은 목표 공기량의 범위를 만족하였으며, 응결시간은 일반 AE감수제보다 빠르게 나타났다.
- 2) 혼화재 치환별 블리딩저감용 AE감수제의 혼입률 증가에 따른 블리딩량은 플레인과 비교하여 무치환의 경우 50%, FA 10은 30%, FA 20은 20~40%, BS 20은 15~35%의 저감 효과가 있는 것으로 나타났고, 블리딩 속도는 블리딩량과 유사한 경향으로 초기 60~90분 사이에 최고속도로 나타났다.
- 3) 블리딩저감용 AE감수제의 혼입률 증가에 따른 침하량은 초기 60분 사이에 급격히 발생하였는데, 무치환의 경우는 혼입률 증가에 따라 감소하였으나, 혼화재 치환의 경우는 증가하는 경향이였다.
- 4) 블리딩저감용 AE감수제 혼입률 변화에 따른 압축강도는 공기량의 변동에 따라 다소의 증감이 있을 뿐, 압축강도의 품질변화에 미치는 영향은 없는 것으로 분석된다.

이상을 종합하면 블리딩저감용 AE감수제는 범용적인 슬럼프 범위 내에서 목표 공기량의 범위를 만족하고, 압축강도의 품질변화 없이 블리딩만을 효과적으로 저감할 수 있는 것으로 밝혀졌다.

참 고 문 헌

1. 한천구, 황인성, 신동인 ; 콘크리트용 블리딩저감제의 개발 및 실용성 검토, 콘크리트학회논문집, 제15권 2호, pp. 217~224, 2003. 4