

# 블리딩 저감제를 사용한 콘크리트의 성능분석에 관한 실험적 연구

## An Experimental Study on the Properties Analysis of Concrete Using Bleeding Reduction Agent

전충근<sup>\*</sup>      김경민<sup>\*\*</sup>      황인성<sup>\*\*\*</sup>      신병철<sup>\*\*\*\*</sup>      한천구<sup>\*\*\*\*\*</sup>  
Jeon, Chung Keun    Kim, Kyong Min    Hwang, Yin Seong    Shin, Byung Chuel    Han, Cheon Goo

### ABSTRACT

This paper describes the properties analysis of concrete using bleeding reduction agent. According to the results, the fluidity and the air content of fresh concrete with increase of bleeding reduction agent show little difference in compare with plain concrete which does not use bleeding reduction agent. The efficiency of bleeding reduction agent is confirmed because in variation of W/C and slump, the increase of bleeding reduction agent dosage reduces bleeding remarkably. And the compressive strength of hardened concrete does not show any differences with increase the dosage of bleeding reduction agent. Bleeding reduction agent does not have bad effect on the quality of concrete such as fluidity, air content and the strength of hardened concrete and so on, the dosage of it can reduce bleeding effectively.

### 1. 서 론

블리딩은 굳지않은 콘크리트에서 발생하는 재료분리의 일종으로 거푸집에 부어넣은 콘크리트가 시멘트페이스트와 물의 분리에 의해 내부의 잉여수가 콘크리트 상면에 떠올라 모이는 현상을 말한다.<sup>1)2)</sup> 그런데, 이와같은 블리딩은 콘크리트량의 부족, 시공성의 저하, 상부 콘크리트의 다공질화에 따른 품질 저하, 내부에 수로형성으로 수밀성 및 내구성 저하 등 문제점이 제기되어 콘크리트 구조물의 품질을 향상시키기 위해서는 블리딩의 저감방안이 요구되고 있으나,<sup>3)4)</sup> 지금까지 알려진 블리딩의 저감대책으로는 재료의 고품질화 및 배합비를 조정하는 등의 방법 외에는 손쉬운 해결책이 없는 실정이었다.

따라서, 최근 본 연구팀에서는 콘크리트의 블리딩을 저감하기 위한 방안으로 배합 및 재료요인 등 블리딩에 관한 전반적인 특성을 검토한 후 블리딩 저감에 효과가 있는 MC 증점제와 소포제 및 유동

\* 정회원, 청주대학교 대학원, 박사수료

\*\* 정회원, 청주대학교 대학원, 석사과정

\*\*\* 정회원, 청주대학교 대학원, 박사과정

\*\*\*\* 정회원, 중부대학교 건설공학부 환경조경학전공 조교수, 공학박사

\*\*\*\*\* 정회원, 청주대학교 건축공학부 교수, 공학박사

화제를 일정비율로 혼합하여 블리딩 저감제를 개발한 바 있다.<sup>5)</sup>

그러므로, 본 연구에서는 W/C 및 슬럼프별 개발된 블리딩 저감제의 혼입률 변화에 따른 굳지않은 콘크리트 및 경화 콘크리트의 특성과 함께 블리딩 특성을 분석하여 블리딩 저감제의 실용성을 검토하고자 한다.

## 2. 실험계획 및 방법

### 2.1. 실험계획

본 연구의 실험계획은 표 1과 같다.

즉, 실험요인으로 W/C는 40, 50 및 60%의 3수준으로 하고, 유동성은 목표 슬럼프 12cm 및 18cm의 2수준에 대하여 블리딩 저감제의 혼입률을 0, 0.6, 0.9, 1.2%의 4수준으로 변화시켜 총 24배치를 실험계획 하였다. 이때, 목표 공기량은  $4.5 \pm 1.5\%$ 로 하였다.

실험사항으로 굳지않은 콘크리트에서는 슬럼프, 슬럼프플로우, 공기량, 단위용적중량 및 블리딩 시험과 경화 콘크리트에서는 재령 3, 7, 28일의 압축강도를 측정하는 것으로 하였다. 이때, 배합사항은 표 2와 같다.

### 2.2 사용재료

본 실험에 사용한 시멘트는 국내산 보통 포틀랜드시멘트를 사용하였는데, 그 물리적 성질은 표 3과 같다. 잔골재는 충북 청원군 부강산 강모래를 사용하였으며, 굵은골재는 충북 옥산산 25mm 부순 굵은골재를 사용하였는데, 그 물리적 성질은 표 4와 같다. 또한, 혼화제로 AE감수제는 국내산 J사의 나프탈린계를 사용하였고, 블리딩 저감제는 국내산 MC 증점제와 소포제 및 유동화제를 일정비율로 혼합하여 개발한 것을 사용하였는데, 각 혼화제의

표 1. 실험계획

실험요인				실험사항	
W/C (%)	목표 슬럼프 (%)	목표 공기량 (%)	블리딩 저감제 (%)	굳지않은 콘크리트	경화 콘크리트
40	12	4.5±1.5	0	· 슬럼프 · 슬럼프플로우 · 공기량 · 단위용적중량 · 블리딩	· 압축강도 (3, 7, 28일)
50			0.6		
60			0.9 1.2		

표 2. 배합사항

W/C (%)	단위수량 (kg/m <sup>3</sup> )	슬럼프 (cm)	잔골재율 (%)	AE 감수제 (%)	절대용적배합 (ℓ/m <sup>3</sup> )			중량배합 (kg/m <sup>3</sup> )		
					시멘트	잔골재	굵은골재	시멘트	잔골재	굵은골재
40	180	12	39	0.45	143	247	386	450	634	1,018
	185	18	41	0.45	147	256	368	463	657	971
50	175	12	43	0.35	111	288	381	350	739	1,007
	185	18	43	0.40	117	281	370	370	721	982
60	175	12	41	0.40	93	282	406	292	724	1,071
	185	18	45	0.45	98	302	370	308	777	976

표 3. 시멘트의 물리적 성질

비중	분말도 (cm <sup>2</sup> /g)	안정도 (%)	응결시간 (분)		압축강도 (kgf/cm <sup>2</sup> )		
			초결	종결	3일	7일	28일
3.15	3,520	0.15	207	350	211	300	389

표 4. 골재의 물리적 성질

구분	비중	조립률	흡수율 (%)	단위용적중량 (kg/m <sup>3</sup> )	0.08mm체 통과량 (%)
잔골재	2.57	2.7	1.83	1,470	1.8
굵은골재	2.60	6.9	1.2	1,526	0.3

표 5. 혼화제의 물리적 성질

구분	주성분	성상	색상	비중 (20℃)	점도 (mPas)	
AE감수제	Naphthalene	액상	담갈색	1.18	15.0	
블리딩 저감제	MC	Methyl Cellulose	액상	백색	1.01	125
	소포제	비이온계	액상	흰색	0.9	-
	유동화제	Melamine	액상	연황색	1.08	5.0

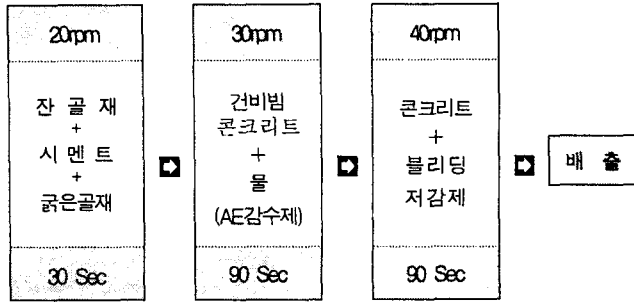


그림 1. 콘크리트의 혼합

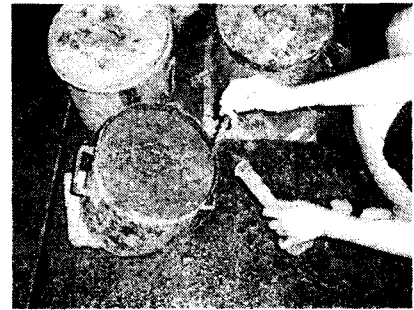


사진 1. 블리딩 측정 모습

물리적 성질은 표 5와 같다.

### 2.3 실험방법

본 연구의 실험방법으로 콘크리트의 혼합은 강제식 팬믹서를 사용하여 그림 1의 순서에 따라 혼합하였다. 굳지않은 콘크리트의 실험으로 슬럼프는 KS F 2402 규정에 의거 실시하였으며, 슬럼프플로우는 슬럼프 측정이 끝난 후 최대직경과 이에 직교하는 직경의 평균치로 하였다. 공기량 및 단위용적중량은 KS F 2421 및 2409의 규정에 따라 실시하였고, 블리딩량은 KS F 2414에 의거 측정하였다(사진 1 참조). 경화 콘크리트의 실험으로 압축강도는 KS F 2405의 규정에 의거 실시하였다.

## 3. 실험결과 및 분석

### 3.1 굳지않은 콘크리트의 특성

그림 2는 슬럼프 및 W/C별 블리딩 저감제 혼입률 변화에 따른 슬럼프, 슬럼프플로우, 공기량 및 단위용적중량을 나타낸 것이다.

먼저, 블리딩 저감제의 혼입률 증가에 따른 슬럼프 및 슬럼프플로우는 다소 증감의 차이는 있으나, 블리딩저감제를 혼입하지 않은 플레인과 비교하여 큰 변화는 없는 것으로 나타났다. 또한, 공기량은

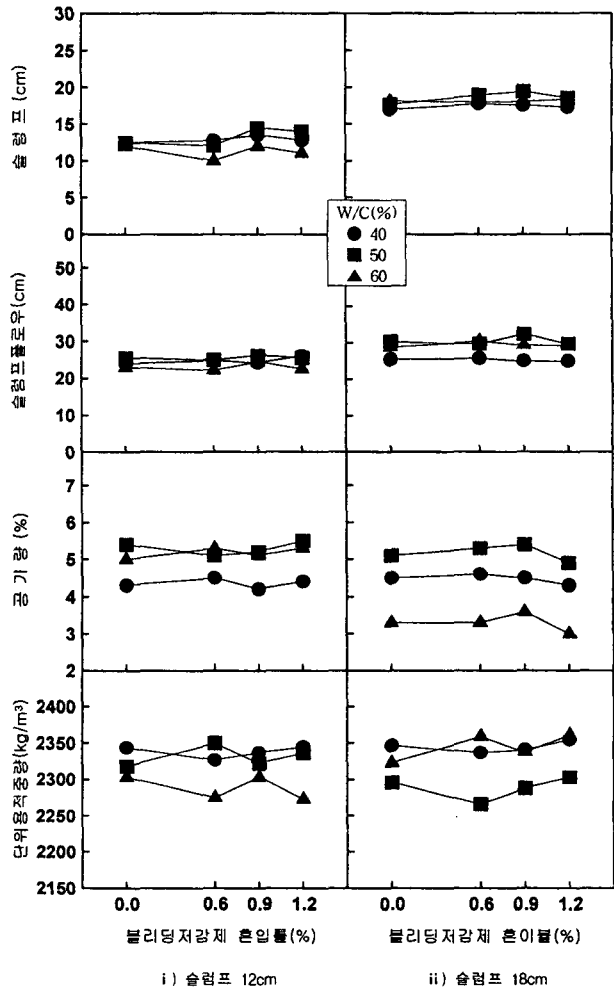


그림 2. W/C별 블리딩 저감제 혼입률 변화에 따른 슬럼프, 슬럼프플로우, 공기량 및 단위용적중량

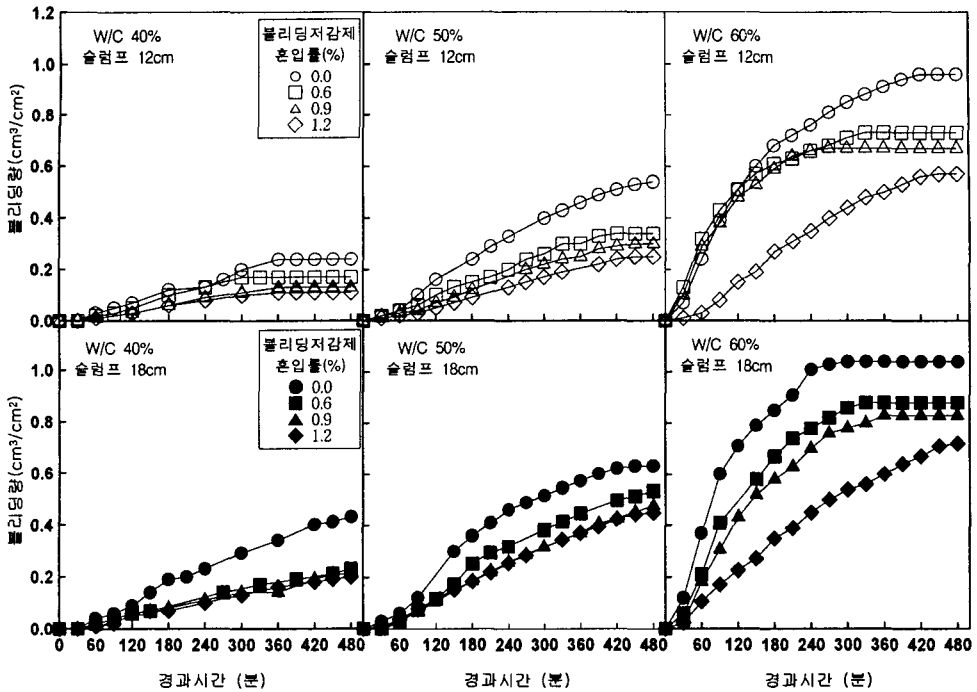


그림 3. W/C 및 슬럼프별 블리딩 저감제의 혼입률 변화에 따른 블리딩량

W/C 및 슬럼프 변화에 따라 다소 차이를 나타내고 있으나 목표 공기량인 3~6%에서 플레인과 큰 차이가 없는 것으로 분석되었다. 단위용적중량은 공기량과 반대경향으로 나타났다.

### 3.2 블리딩 특성

그림 3은 W/C, 슬럼프 및 블리딩 저감제의 혼입률별 경과시간에 따른 블리딩량을 나타낸 것이다.

먼저, W/C 변화에 따른 블리딩 특성으로 W/C가 클수록 블리딩은 크게 발생하는 것을 알 수 있었는데, 특히, 초기에 급격하게 증가하는 것으로 나타났다. 이는 W/C가 클수록 단위시멘트량의 감소에 의한 점성부족으로 콘크리트 내부의 잉여수가 쉽게 떠오르므로 블리딩이 증가된 것으로 사료된다.

또한, 동일 W/C에서 슬럼프 변화에 따른 블리딩은 슬럼프가 클수록 많이 발생하였는데, 이는 슬럼프가 클수록 단위시멘트량의 영향보다는 단위수량이 증가한 것에 기인하여 블리딩이 더 크게 증가한 것으로 분석된다.

W/C 및 슬럼프별 블리딩 저감제의 혼입률 변화에 따른 블리딩은 혼입률이 증가할수록 크게 감소하는 것으로 나타났는데, 이는 블리딩 저감제의 혼입에 의한 콘크리트 내부의 점성증가로 떠오르는 블리딩수를 막아줌으로써 블리딩이 감소한 것으로서, 결국 블리딩 저감제는 콘크리트의 블리딩 저감에 매우 효과가 우수한 것을 확인할 수 있었다.

그림 4는 W/C 및 슬럼프별 블리딩 저감제의 혼입률 변화에 따른 총 블리딩량을 나타낸 것이고, 그림 5는 블리딩 저감제를 혼입하지 않은 플레인 콘크리트에 대한 블리딩량의 감소비율을 나타낸 것이다.

전에서의 분석과 같이 W/C 및 슬럼프별 블리딩은 W/C 및 슬럼프값이 클수록 많이 발생하는 것을

알 수 있었고, 블리딩 저감제의 혼입률이 증가할수록 블리딩은 비례적으로 감소하는 경향으로 나타났는데, 이때, 블리딩의 감소율은 블리딩 저감제를 0.6% 혼입하였을 때 W/C 40%의 경우 30~50%, W/C 50 및 60%의 경우 15~40%의 블리딩 저감효과가 있는 것으로 나타났으며, 비율적인 면에서는 W/C가 작을수록, 슬럼프값이 작을수록 저감효과가 더 큰 것으로 나타났다.

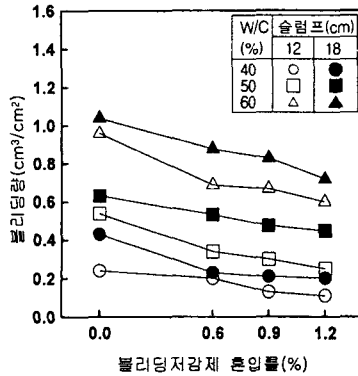


그림 4. W/C 및 슬럼프별 블리딩 저감제 혼입률 변화에 따른 블리딩량

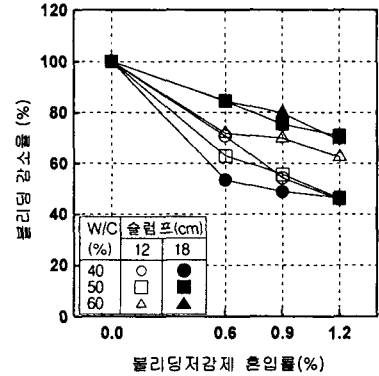


그림 5. 블리딩 저감제 혼입률 변화에 따른 블리딩 감소율

### 3.3 경화 콘크리트의 특성

그림 4는 W/C 및 슬럼프별 블리딩 저감제의 혼입률 변화에 따른 재령 3, 7, 28일의 압축강도를 나타낸 것이다.

먼저, W/C별 압축강도는 당연한 결과이겠지만, W/C가 작을수록 재령이 경과할수록 크게 나타났으며, 슬럼프 변화에 따른 압축강도는 동일 W/C일 경우 큰 차이가 없는 것으로 나타났다.

또한, 블리딩 저감제의 혼입률 변화에 따른 압축강도는 W/C 및 슬럼프별 혼입률 증가에 따라 약간 감소(블리딩량이 많을 경우 내부 콘크리트의 물시멘트비가 감소) 혹은 큰 차이가 없는 것으로 나타나 개발된 블리딩 저감제의 혼입에 따른 압축강도의 품질변화는 없는 것으로 사료된다.

이상을 종합하면, 개발된 블리딩 저감제는 굳지않은 콘크리트의 유동성, 공기량 및 경화 콘크리트의 압축강도 등에 품질변화 없이 콘크리트의 블리딩을 효과적으로 저감시킬 수 있는 것으로 분석되었다.

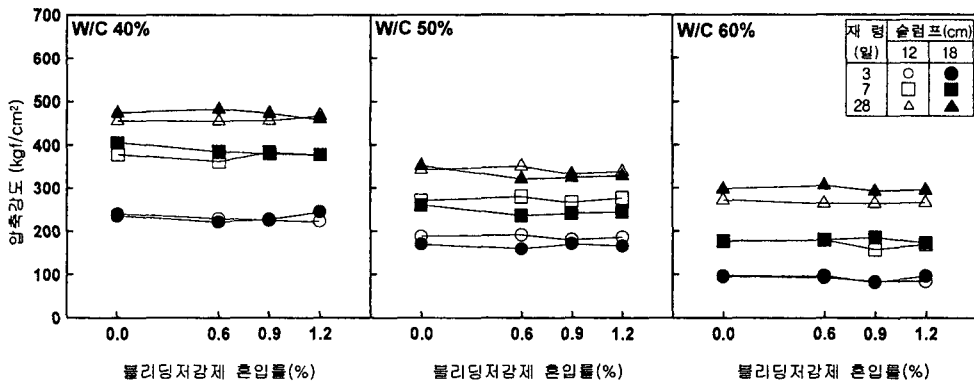


그림 6. W/C 및 슬럼프별 블리딩 저감제의 혼입률 변화에 압축강도

#### 4. 결 론

본 연구에서는 기존의 연구로 개발된 블리딩 저감제를 사용한 콘크리트의 성능분석에 관한 기초적인 연구로 굳지않은 콘크리트, 경화 콘크리트 및 블리딩 특성에 관한 실험결과로서 그 내용을 요약하면 다음과 같다.

1. 굳지않은 콘크리트의 특성으로 W/C 및 슬럼프별 블리딩 저감제의 혼입률 변화에 따른 슬럼프, 슬럼프플로우, 공기량 및 단위용적중량은 큰 차이가 없는 것으로 나타났다.

2. 블리딩 특성으로 W/C 및 슬럼프별 블리딩 저감제의 혼입률 증가에 따른 블리딩량은 콘크리트 내부의 점성증가에 기인하여 크게 감소하는 것으로 나타났다. 일례로, 블리딩 저감제 혼입률 0.6%에서 W/C 40%의 경우 30~50%, 50% 및 60%의 경우 15~40%의 저감효과가 있는 것으로 나타났는데, W/C는 작을수록, 슬럼프값도 작을수록 저감율이 크게 나타났다.

3. 경화 콘크리트의 특성으로 블리딩 저감제의 혼입률 변화에 따른 재령별 압축강도는 큰 차이가 없는 것으로 나타났다.

이상을 종합하면, 개발된 블리딩 저감제는 굳지않은 콘크리트의 유동성, 공기량 및 경화 콘크리트의 압축강도 등 콘크리트의 품질에는 영향을 미치지 않으며, 블리딩량을 크게 저감시킬 수 있는 것으로 나타나, 실무현장 적용시 레미콘의 블리딩량을 효과적으로 저감시킬 수 있는 혼화제로 판명되었다.

본 연구는 충북 중소기업청의 지원에 따라 충북지역 금성레미콘과 컨소시엄 연구로 진행된 것임에 위 기관에 감사한다.

#### 참고문헌

1. 배정렬, 심보길, 황인성, 전충근, 한천구 “배합요인이 콘크리트의 블리딩에 미치는 영향,” 대한건축학회추계학술발표논문, 제 21권 제2호, 2001. 10.
2. 황인성, 김은호, 심보길, 전충근, 한천구 “혼화재료가 콘크리트의 블리딩에 미치는 영향,” 대한건축학회추계학술발표논문, 제21권 제2호, 2001. 10.
3. 황인성, 배정렬, 심보길, 전충근, 한천구 “잔골재가 콘크리트의 블리딩에 미치는 영향,” 한국콘크리트학회추계학술발표논문, 제13권 2호, 2001. 11.
4. 김은호, 심보길, 황인성, 전충근, 한천구 “단위수량 및 증점제량이 콘크리트의 블리딩에 미치는 영향,” 한국콘크리트학회추계학술발표논문, 제13권 2호, 2001. 11.
5. 황인성, 김경민, 전충근, 신병철, 한천구 “레미콘의 블리딩 저감제 개발에 관한 실험적 연구,” 대한건축학회추계학술발표논문, 제22권 제1호, 2002. 4.
6. 한천구, 콘크리트 특성과 배합설계, 기문당, 1998. 7.
7. 한천구, 레미콘 품질관리, 기문당, 2002. 2.