

수축저감제와 팽창재를 혼입한 콘크리트의 물리적 특성

Physical Properties of Concrete Using Shrinkage Reducing Admixture and Expansive Additive

정 양 희* 송 영 찬** 김 용 로*** 한 형 섭**** 김 옥 종***** 이 도 범*****

Jung, Yang Hee Song, Young Chan Kim, Yong Ro Han, Hyung Sub Kim, Ook Jong Lee, Do Bum

ABSTRACT

This paper reports the physical and shrinkage properties of concrete using expansive additive(E) and three shrinkage reducing admixtures(SRA1, 2, 3) in order to reduce shrinkage of concrete. For the properties of fresh concrete, the use of SRA1, 2, 3 results in a increase in fluidity and decrease in the dosage of super plasticizer as much as 0.05~0.1%. And For the properties of hardened concrete, the use of SRA1, 2, 3 results in a decrease in compressive, tensile and flexural strength slightly. For drying shrinkage properties, the use of SRA3 is the most effective for reduction of shrinkage, and the next best way to reduce shrinkage is combination with expansive additive(E) and shrinkage reducing admixture(SRA) or the using of expansive additive(E).

요 약

본 연구는 최근 국내 공동주택 지하주차장 등에 설치하는 지연 조인트에 적용할 콘크리트의 수축저감을 위한 연구로서, 팽창제와 3가지의 수축저감제를 단독 또는 병용하여 혼입할 경우 콘크리트의 물리적 특성 및 수축 특성에 대해 검토하기 위해 수행되었다.

실험 결과, 팽창제는 굳지않은 콘크리트의 유동성에 큰 영향을 미치지 않으나, 수축저감제의 경우 콘크리트의 유동성을 증진시켜 고성능 감수제의 혼입량을 0.05~0.1% 정도 감소시킬 수 있다. 또한 팽창제를 혼입할 경우 경화 콘크리트의 압축, 인장 및 휨강도는 다소 증가하는 경향을 보였지만, 수축저감제를 단독 또는 팽창제와 병용 혼입한 경우에는 압축, 인장 및 휨강도가 다소 감소하는 경향을 보였다. 건조수축에 의한 길이변화를 측정결과, 수축저감제 중 SRA3을 2.0% 혼입한 경우 길이변화를 감소 효과가 가장 우수하였으며, 팽창제를 단독으로 사용하거나 팽창제와 SRA1, 2, 3을 병용 혼입한 경우에는 비슷한 감소 효과를 보였다.

- * 정회원, 대림산업(주) 기술연구소, 주임연구원
- ** 정회원, 대림산업(주) 기술연구소, 연구원
- *** 정회원, 대림산업(주) 기술연구소, 주임연구원
- **** 정회원, 동남기업(주) 중앙연구소, 책임연구원
- ***** 정회원, 대림산업(주) 기술연구소, 책임연구원
- ***** 정회원, 대림산업(주) 기술연구소, 팀장

1. 서 론

일반적으로 공동주택 지하주차장과 같이 구조물이 대형화되거나 복잡할 경우 구조물의 응력취약 부위에서 균열, 누수 등이 발생할 확률이 크다. 이를 해결하기 위하여 구조물에 지연 조인트(Delay Joint, Shrinkage Strip)를 설치한 후 콘크리트를 타설하여 일정 요구량의 초기 수축량을 지연 조인트에서 흡수하고 이후 남은 부위에 콘크리트를 타설하여 일체화시킴으로써 초기수축에 의한 균열을 상당부분 감소시키고 있다. 이때 지연 조인트에 타설되는 콘크리트의 경우 시공 조인트를 최소화하기 위해 저수축 콘크리트를 사용할 필요가 있다.

한편 콘크리트의 수축저감 방법으로서 단위수량을 감소시킨 배합 등 여러 가지가 있으나 그 중에서 팽창제와 수축저감제에 대한 많은 연구가 진행되고 있는 실정이며, 특히 두 재료의 병용 효과에 대한 연구도 이루어지고 있다.

따라서, 본 연구에서는 지연 조인트에 적용할 콘크리트의 수축저감을 위한 연구로서 팽창제와 3가지의 수축저감제를 단독 또는 병용하여 혼입할 경우 콘크리트의 물리적 특성 및 수축 특성에 대해 검토하고, 현장 적용 가능한 경제성 있는 저수축 콘크리트 배합을 도출하고자 한다.

2. 실험 방법 및 사용재료

2.1 실험계획 및 사용재료

본 연구의 실험계획은 표1과 같고, 실험배합 및 배합에 혼입되는 팽창제 및 수축저감제의 물성은 표2와 3에서 확인할 수 있다.

표1. 실험계획

요 인	수준	실험내용
배합 요인	W/B	1 50.8%
	목표슬럼프	1 210±25mm
	팽창제(E)	1 20kg/m ³
	수축저감제(SRA1,2,3)	3 SRA1(2%×Binder), SRA2(0.5%×Binder), SRA3(2.0%×Binder)
	팽창제 + 수축저감제	3 E(10kg/m ³) + SRA1, 2, 3(0.5%×Binder)
실험 항목	균지않은 콘크리트	2 슬럼프, 공기량(비밀직후, 60분경과 후)
	경화 콘크리트	4 압축강도(1, 3, 7, 28일), 인장강도(28일), 휨강도(28일), 길이변화율(1~26일)

표2. 실험배합

W/B(%)	S/a(%)	W(kg/m ³)	C(kg/m ³)	F/A(kg/m ³)	Slag(kg/m ³)	S(kg/m ³)	G(kg/m ³)
50.8	48.0	160	221	31	63	880	960

표3. 팽창제 및 수축저감제 물성

종 류	팽창제(E)	수축저감제1(SRA1)	수축저감제2(SRA2)	수축저감제3(SRA3)
주성분	CSA계	유기계면 활성제	규불화염 및 가용성 실리카	지방성 프로필렌 글리콜 에테르계
비 중	-	1.080±0.05	1.15±0.05	0.93±0.02
색상 및 형상	백색의 분말	유백색 액상	암갈색 액상	무색의 액상
표준사용량	20kg/m ³	2.0%×Binder	0.5%×Binder	2.0%×Binder

2.2 실험 방법

콘크리트의 배합시험은 강제식 믹서를 이용하였으며, 굳지 않은 콘크리트의 슬럼프 및 공기량 시험은 각각 KS F 2402, KS F 2421에 의거하여 실시하였다. 경화 콘크리트의 실험으로는 KS F 2403에 따라 원주형 공시체(φ100×200mm)를 제작하여 압축강도 및 휨강도, 인장강도를 측정하였으며, 길이변화시험은 매립형 콘크리트 게이지를 사용하여 26일간 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 굳지않은 콘크리트 시험 결과

표 4는 배합종류별 슬럼프 및 공기량을 비빔 직후와 60분경과 후에 측정된 값을 나타내고 있다. 팽창제를 혼입한 경우에는 콘크리트의 유동성에 미치는 영향이 미미하였으나 수축저감제의 경우 다소 유동성이 증가하여 고성능 감수제 혼입량을 0.05~0.1% 정도 감소시킬 수 있었다. 비빔 60분 후 SRA2를 혼입한 경우 슬럼프 로스가 가장 많이 발생하였으며, 또한 팽창제와 병용 혼입한 경우에도 SRA1, 3을 혼입한 경우보다 슬럼프 로스가 더 많이 발생하였음을 확인할 수 있었다.

표4. 슬럼프 및 공기량 측정 결과

배합 종류	혼화제 혼입량			경제성 (%)	비빔 직후		비빔60분경과 후	
	PC (%*B)	E (kg/m ³)	SRA (%*B)		슬럼프 (mm)	공기량 (%)	슬럼프 (mm)	공기량 (%)
Plain	0.85	-	-	100	210	1.6	140	1.4
E	0.85	20	-	140	210	2.4	165	1.4
SRA1	0.75	-	2	135	215	3.1	220	4.0
SRA2	0.75	-	0.5	107	200	3.2	110	2.8
SRA3	0.75	-	2	189	210	4.2	170	2.9
E+SRA1	0.80	10	0.5	129	235	4.2	230	5.0
E+SRA2	0.80	10	0.5	127	210	1.6	165	1.9
E+SRA3	0.80	10	0.5	142	215	2.9	180	2.3

3.2 경화 콘크리트 시험결과

3.2.1 압축, 인장 및 휨강도 결과

각 배합종류별 압축, 인장 및 휨강도를 측정된 결과 팽창제를 단독 혼입할 경우 강도증진 효과가 있었으나, 수축저감제 혼입 또는 팽창제와 병용한 경우 압축, 인장 및 휨강도가 다소 저하되었으며 이는 수축저감제의 모세관 장력 완화 작용으로 인해 강도가 저하된 것으로 사료된다.

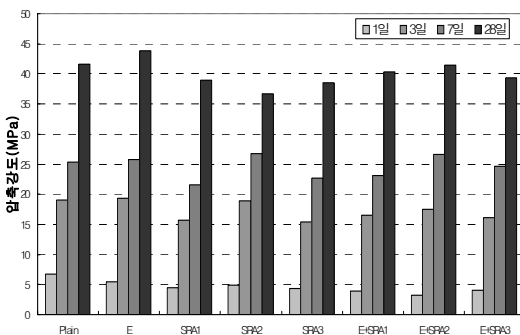


그림1. 재령별 압축강도

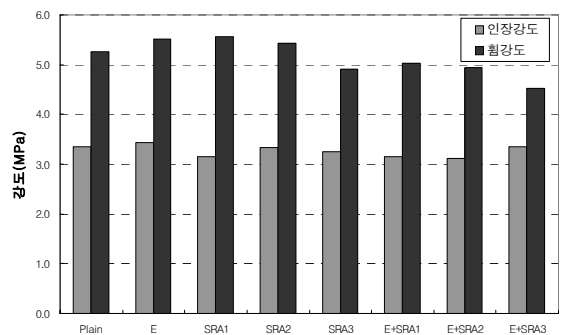


그림2. 재령28일 인장강도 및 휨강도

3.2.2 길이변화율 시험결과

팽창제 및 수축저감제를 혼입한 경우 건조수축 길이변화율은 모두 감소하는 경향을 보였으며, SRA3을 단독으로 혼입한 경우의 길이변화율이 가장 크게 감소하였고, 팽창제를 단독 혼입한 경우와 SRA1, 2, 3을 병용 혼입한 경우는 유사한 길이변화 감소율을 보였다. 수축저감제 중 SRA2를 혼입한 경우 수축저감효과가 가장 낮았으며, 이는 혼입량이 가장 낮았기 때문인 것으로 판단된다.

표4에서 분석한 경제성과 각 배합별 수축저감효과를 비교해 볼 때, 팽창제와 SRA1, 2를 병용 혼입할 경우 수축저감효과는 팽창제를 단독 혼입한 경우와 유사하지만 비용을 약 10% 이상 절감할 수 있으므로 현장의 지연 조인트에 적용 가능한 경제적인 저수축 콘크리트 제조에 기여할 수 있을 것으로 판단된다.

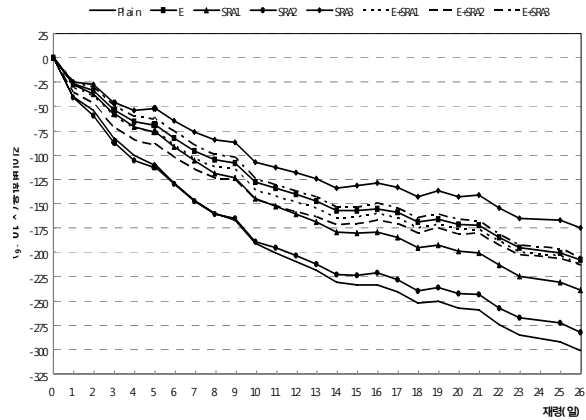


그림3. 길이변화율 시험결과

4. 결론

본 연구는 일반 콘크리트의 수축저감을 위한 것으로, 팽창제와 수축저감제를 단독으로 사용한 경우와 병용한 경우의 굳지 않은 콘크리트 및 경화 콘크리트 특성에 대해 검토하였다.

- 1) 팽창제는 콘크리트의 유동성에 큰 영향을 미치지 않으나, 수축저감제의 경우 유동성을 증진시켜 고성능 감수제의 혼입량을 감소시킬 수 있다.
- 2) 팽창제를 혼입할 경우 압축, 인장 및 휨강도는 다소 증가하였으나, 수축저감제를 단독 또는 병용 혼입한 경우에는 압축, 인장 및 휨강도가 다소 감소하는 경향을 보였다.
- 3) 팽창제 및 수축저감제를 사용할 경우 길이변화율은 감소하였으며, SRA3를 단독으로 사용한 경우 가장 감소 효과가 우수하였으며, 팽창제를 단독으로 사용하거나 팽창제와 SRA1, 2, 3을 병용 혼입한 경우는 비슷한 감소 효과를 보였다.
- 4) 수축저감효과와 경제성을 비교 검토한 결과, 팽창제와 SRA1, 2를 병용 혼입한 배합의 경우 팽창제만 혼입한 배합과 유사한 수축저감효과를 나타내고 비용도 10% 이상 절감되어 현장 적용 저수축 콘크리트 배합으로서 가장 합리적일 것으로 판단되었다.

참고문헌

1. 정용희 외 4명, 수축저감제와 팽창제를 병용 치환한 콘크리트의 수축 특성, 한국콘크리트학회논문집, Vol.18, No.3, 2006., pp.397~404
2. 고경택 외 3명, 팽창제와 수축저감제와 사용한 고성능 콘크리트의 내구성 평가, 한국콘크리트학회논문집, Vol.18, No.2, 2006., pp.205~211
3. 배정렬 외 3명, 팽창제 및 수축저감제를 사용한 고성능 콘크리트의 수축특성, 한국콘크리트학회논문집, Vol.15, No.6, 2003.12, pp.785~793