

초지연제의 종류 및 혼입을 변화에 따른 콘크리트의 응결 및 역학적 특성

Setting and Mechanical Properties of Concrete Under Various Types and Contents of Super retarders

심 보 길 * 윤 치 환** 전 충 근** 한 민 철** 한 천 구***
Sim, Bo-Kil Yoon, Chi-Whan Jeon, Chung-Keun Han, Min-Cheol Han, Cheon-Goo

ABSTRACT

In this paper, setting and strength properties of concrete with contents of super retarding agent are discussed. Gluconic acid and sucrose are used for super retarding agent. According to experimental results, as super retarding agent content increases, slump show to be increased, while air content decrease about 1~2%. In case of setting properties, as super retarding agent content increases, setting time delays considerable. When gluconic acid and sucrose is added about 0.3%, it delays more than 10 days. Compressive strength of concrete with super retarding agent shows to be higher than that without it. Retarding of setting time of concrete using gluconic acid is longer than that using sucrose.

1. 서론

초지연제란 임의로 첨가량을 조절함에 따라 콘크리트의 응결 및 경화시간을 수 시간으로부터 수일 까지 지연시키고, 또한 그 후 강도발현에 대하여 악영향을 미치지 않는 혼화제를 말한다. 즉, 이러한 초지연제는 콘크리트의 응결 및 작업시간을 연장시켜 콘크리트 타설시 이음부위의 일체화, 연속시공으로 인한 Cold Joint의 억제 및 매스콘크리트 시공시 수화열에 의한 균열 저감 등에 적용할 수 있어, 최근 다양화한 시공법에 대한 대응방안으로 그 활용가능성이 기대되고 있다.

그러나, 현재 국내 건설공사에서 초지연제에 관한 연구는 공기 단축으로 인한 공사비 절감 등의 목적으로 경화촉진제 및 급결제에 관한 연구에 비해 상대적으로 미흡한 실정이다.

그러므로, 본 연구에서는 초지연제에 관한 일련의 실험으로써 기 발표된 초지연제를 이용한 모르터의 응결 및 역학적 특성에 대한 기초적 특성분석을 바탕으로 초지연제의 종류 및 혼입을 변화에 따른 균지 않은 콘크리트의 응결 특성 및 경화 콘크리트의 강도특성 등에 대하여 분석함으로써 초지연제의 콘크리트 실무 활용에 한 참고자료로 제시하고자 한다.

2. 실험계획 및 방법

2.1 실험계획

본 연구의 실험계획은 표 1과 같고, 배합사항은 표 2와 같다. 먼저, 배합사항으로 W/C는 50%의 1수준에 목표슬럼프 15cm, 목표공기량 $4.5 \pm 1.5\%$ 를 만족하는 플레인 배합을 결정하고, 여기에 초지연제의

* 정회원, 청주대 대학원 석사과정
** 정회원, 청주대 대학원 박사과정
*** 정회원, 청주대 건축공학부 교수, 공학박사

종류로는 글루콘산과 슈크로스의 2수준을 선택한 다음, 각 종류별 혼입율을 0, 0.1, 0.2, 0.3%로 변화시키는 4수준으로 배합계획 하였다.

실험사항으로는 굳지 않은 콘크리트에서는 슬럼프, 공기량 및 응결시간을 측정하였고, 경화 콘크리트에서는 재령 1, 3, 7 및 28일에서 압축강도를 측정하도록 하였는데, 단, 강도의 측정시기는 혼화제의 종류 및 혼입율에 따라 응결에 큰 차이를 보이므로, 각각의 응결시점을 기준으로 경과재령에 따라 강도를 시험하는 것으로 하였다.

2.2 사용재료

본 연구의 사용재료로 시멘트는 국내산 S사의 보통포틀랜드 시멘트를 사용하였는데, 그 물리적 성질은 표 3과 같다. 골재로서 잔골재 및 굵은골재는 모두 충북 옥산산 강모래와 쇄석을 사용하였는데, 그 물리적 성질은 표 4와 같다. 초지연제로는 옥시칼본산계의 글루콘산과 당류계 슈크로스를 사용하였는데, 그 물리·화학적 성질은 표 5와 같다. 물은 청주시 상수도를 사용하였다.

2.3 실험방법

본 연구의 실험방법으로 먼저, 굳지 않은 콘크리트의 슬럼프 시험은 KS F 2402, 공기량 및 단위용적 중량은 KS F 2421 및 KS F 2409의 규정에 의거 실시하였으며, 응결시간은 KS F 2436에 따라 측정하였다. 경화 콘크리트의 압축강도는 KS F 2403에 따라 공시체를 제작·양생하고, KS F 2405의 규정에 따라 강도시험을 실시하였다.

3. 실험결과 및 분석

3.1 굳지 않은 콘크리트의 특성

3.1.1 슬럼프 및 공기량

그림 1은 초지연제의 종류 및 혼입율 변화에 따른 슬럼프 및 공기량을 나타낸 것이다. 전반적으로 플레인에 비해 혼입율이 증가할수록 슬럼프는 증가하는 경향이 나타났고, 공기량은 1~2% 정도 감소하는 경향이 나타났다. 초지연제의 종류별로는 글루콘산이 슈크로스에 비해 유동성은 크

표 1. 실험요인 및 수준

실험요인		실험수준	
배합사항	W/C	1	50%
	목표 슬럼프	1	15cm
	초지연제의 종류	2	글루콘산(옥시칼본산계) 슈크로스(당류)
	초지연제의 혼입율	4	0(플레인), 0.1, 0.2, 0.3%
시험사항	굳지 않은 콘크리트	4	슬럼프, 공기량, 응결시간
	경화 콘크리트	1	압축강도(1, 3, 7, 28일) ¹⁾

1) 응결 이후의 재령에 따라 측정

표 2. 배 합 사 황

W/C (%)	S/A (%)	AE 감수계 (%)	초지연제 혼입율 (%)	초지연제 혼입량 (kg/m ³)	단위용적 (kg/m ³)	용적배합 (ℓ/m ³)		
						C	S	G
50	46	0.75	0	0	175	111	308	361
			0.1	0.35	175	111	308	361
			0.2	0.70	174	111	308	361
			0.3	1.05	174	111	308	361

표 3. 시멘트의 물리적 성질

비중	분말도 (cm ² /g)	안정도	응결시간(분)		압축강도(kgf/cm ²)		
			초결	종결	3일	7일	28일
			3.15	3,303	0.08	226	409

표 4. 골재의 물리적 성질

골재 종류	비중	흡수율 (%)	단위용적 중량(kg/m ³)	입형판정 실적율(%)	0.08mm체 통과량(%)
잔골재	2.58	1.94	1,598	61.0	2.06
굵은골재	2.71	0.84	1,531	56.5	-

표 5. 초지연제의 물리·화학적 성질

종류	비중	성상	pH(%)	색상	작용기
글루콘산	1.24	액상	1.8	무색	-OH, -COOH
슈크로스	0.85	고상	7	백색	-OH

게 증가한 반면, 공기량 저하는 적은 것으로 나타났다.

3.1.3 응결시간

그림 2는 시간경과에 따른 관입저항치를 플레인과 초지연제의 종류 및 혼입을 변화별로 나타낸 것이고, 그림 3은 초지연제의 혼입을 변화에 따른 초결 및 종결시간을 나타낸 것이다.

먼저, 플레인의 경우 초결은 6시간, 종결까지는 10시간 정도인 반면, 초지연제 중 글루콘산의 경우는 혼입을 증가에 따라 초결 및 종결에 소요되는 시간이 크게 증대되어 혼입을 0.1%에서는 1.7일과 2.4일에, 0.2%, 0.3%에서는 각각 2.4일과 6.8일 및 3.6일과 22일 사이에서 초결 및 종결이 측정되었다.

또한, 슈크로스의 경우도 혼입을 0.1%에서는 1.3일과 2일에, 0.2%와 0.3%에서는 2.2일과 5일 및 3일과 12일에서 각각 초결 및 종결이 측정되어 글루콘산 보다는 작지만 우수한 응결지연 성능이 나타났다.

이와같은 응결지연작용은 글루콘산의 경우 작용기중의 수산기(-OH) 및 카르복실기(-COOH)가, 슈크로스의 경우 수산기(-OH)가 시멘트 입자의 표면이나 극초기 수화반응물에 흡착하여 물과의 접촉을 일시적으로 차단하므로써 수화반응을 장시간 지연시키기는 것으로 분석되었다.

3.2 압축강도 특성

그림 4는 비빔 후 재령경과에 따른 압축강도를 초지연제의 종류 및 혼입을 별로 구분하여 나타낸 것이고, 그림 5는 종결이후 재령에 따른 콘크리트의 압축강도를 나타낸 것이다.

먼저, 전반적인 강도증진 경향은 글루콘산 및 슈크로스를 혼입하였을 경우 모든 첨가물에서 초기강도는 플레인에 비해 낮게 측정되었지만, 재령이 경과할수록 압축강도는 플레인 보다 높게 측정되었다. 또한, 혼입을별 비교에서는 글루콘산 및 슈크로스 공히 혼입율이 증가할수록 압축강도는 높게 측정되었다.

특히, 글루콘산 및 슈크로스의 혼입을 0.3%에서는 콘크리트의 종결이 10일 이후에 나타났음에도 불구하고 급격한 강도증진을 보이며 후기재령에서는 플레인 보다 높은 압축강도를 나타내었다.

이는 굳지 않은 콘크리트 상태에서의 공기량 저하 및 수화 초기 응결지연작용에 의해 생긴 잠복기간의 증대에 따라 서서히 수화반응이 진행하고, 이로인해

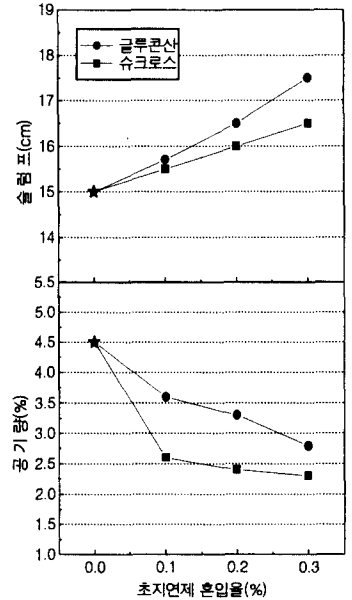


그림 1. 슬럼프 및 공기량

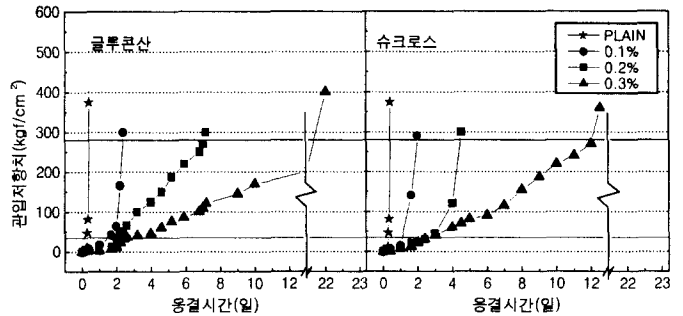


그림 2. 초지연제 혼입을 변화에 따른 응결시간

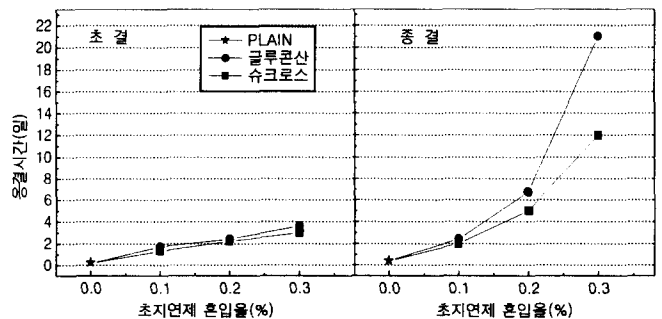


그림 3. 초지연제 혼입을 변화에 따른 초결·종결시간

밀실한 수화생성물이 생성되어 내부조직이 보다 치밀화 되는것에 기인한 것으로 분석되었다.¹⁾

그림 6은 초지연제 상호간의 압축강도 비교를 나타낸 것이다. 1일 재령에서는 글루콘산과 슈크로스의 모든 혼입율에서 플레인 보다 낮은 압축강도를 나타냈으나, 재령이 경과할수록 압축강도는 플레인 보다 높게 측정되었다. 초지연제 종류별 비교에서는 글루콘산에 비해 슈크로스를 혼입한 경우에서 압축강도는 높게 측정되었다. 이는 초지연제의 혼입을 증가에 따라 발생하는 공기량의 감소에 있어, 글루콘산 보다 슈크로스의 공기량 감소가 큰 것에 기인한 것으로 분석되었다.

4. 결 론

초지연제의 종류 및 혼입을 변화에 따른 콘크리트의 슬럼프, 공기량, 응결시간 및 강도특성에 대하여 검토한 결과를 요약하면 다음과 같다.

- 1) 굳지 않은 콘크리트의 특성으로 초지연제의 혼입율이 증가함에 따라 슬럼프는 증가하는 것으로 나타난 반면 공기량은 1%~2% 정도 감소하는 것으로 나타났다.
- 2) 초지연제를 사용한 콘크리트의 응결특성은 혼입율이 증가함에 따라 응결시간은 비약적으로 증대되어 글루콘산 및 슈크로스의 혼입율 0.3%에서는 최대 10일 이상에서 응결이 나타났다.
- 3) 경화콘크리트의 압축강도는 초지연제 혼입시 플레인 콘크리트에 비해 전반적으로 동등하거나 그 이상으로 나타나, 강도에는 큰 영향을 미치지 않는 것을 알 수 있었다.

종합적으로 콘크리트에 초지연제 첨가시 응결시간은 비약적으로 증대되지만 강도에는 커다란 영향을 미치지 않는 결과를 얻을 수 있었고, 초지연제의 상호 비교에서는 글루콘산이 슈크로스보다 응결지연능이 우수함을 알 수 있었다.

참 고 문 헌

1. 椎葉大和 ; 超遲延劑, 콘크리트工學, Vol. 16, No.3, pp.50~54, 1988.
2. 竹内 徹, 長瀬重義, 大即信明, 坂本 建 : フレッシュコンクリートの凝結時間の調節に關する基礎的研究, 材料, 第47卷,第9號, pp.985~992, 1996.
3. 伊藤眞純, 田中恭 ; 超遲延劑の應用, セメント・コンクリート, No. 471, pp.31~37, 1986.

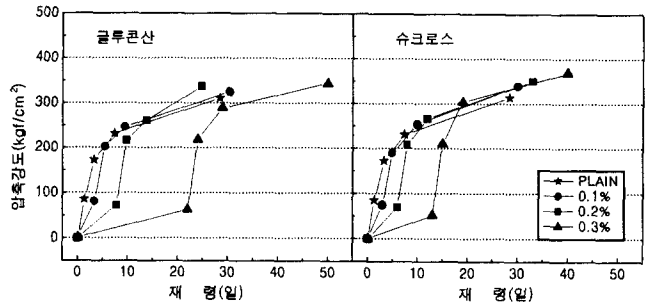


그림 4. 재령경과에 따른 압축강도

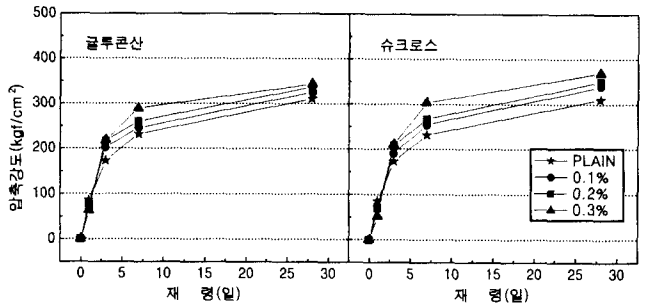


그림 5. 종결이후 재령에 따른 압축강도

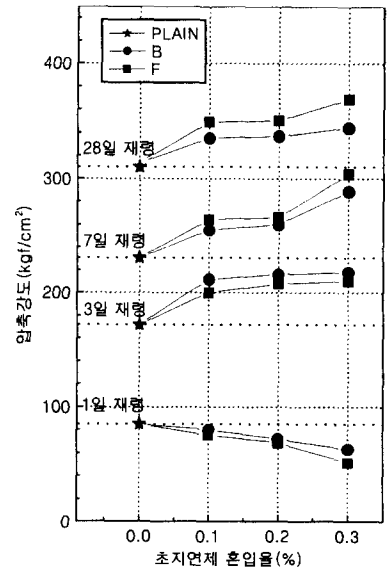


그림 6. 초지연제 상호간의 압축강도 비교