

# 콘크리트 타설시 음료 및 세제류 유입에 따른 품질변화

## Quality Variation of Concrete Containing Beverage and detergent During Placement

○노 동 현\*      김 종 백\*      황 인 성\*\*      李 佰 壽\*\*\*      양 성 환\*\*\*\*      한 천 구\*\*\*\*\*  
 No, Dong-Hyun      Kim, Jong-Back      Hwang, Yin-Seong      Li, Bai-Shou      Yang, Seong-Hwan      Han, Cheon-Goo

### Abstract

This study investigates influence on concrete adding beverage or detergent, by work man's mistakes during concrete placement in field. Overall, concrete adding beverage or detergent does not affect slump and air content, compared with control concrete. However concrete adding detergent resulted in significantly higher air content, due to inter facial activation ingredient. For the properties of setting time, concrete adding lactic acid beverage indicated the longest retarding properties, next was coffee and soft drink in order. Compressive strength of concrete, which retarded setting time, exhibited slightly improved value at 7 and 28 days respectively, while that of concrete adding detergent significantly decreased, due to higher air content.

키워드 : 음료수, 주류, 세제, 응결지연, 압축강도

Keywords : Beverage, Alcohol, Detergent, Setting Retard, Compressive Strength

## 1. 서 론

건설공사 현장에서는 콘크리트 타설시 기능공들의 부주의로 인하여 의도하지 않았던 불순물이 콘크리트에 첨가되어 콘크리트 제품의 하자로 이어지는 경우도 가끔 발생할 수 있다. 특히, 이러한 유형의 하자발생

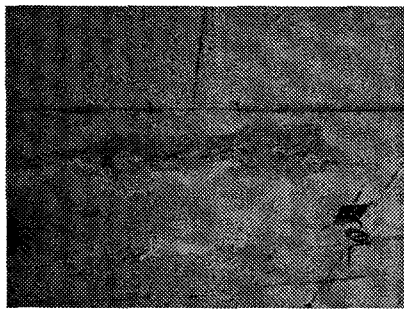


사진 1. 슬래브 하자 부분

은 기능공들을 대상으로 현장교육이 정기적으로 이루어지고, 품질관리가 철저하게 관리되는 대규모 건설현장에서 발생되길 보다는 작업관리가 소홀한 소규모 영세 건설현장에서 주로 발생되고 있다.

특히, 우리 문화 중 휴식시간에 차를 먹는 습관이 있는데, 청량음료와 같은 당류가 포함되어 있는 음료를 기능공의 부주의로 콘크리트에 쏟는 경우, 남은 양을 콘크리트 타설 경계면에 버리거나, 세제류로 세척한 물이 콘크리트에 혼입되어 콘크

리트 구조물의 변색 및 골재노출, 강도저하 등의 품질 하자가 발생하게 되면서 이에 따른 신뢰도 하락, 보수보강 등에 따른 경제적 손실을 초래할 수 있다.

그러므로 본 실험은 건설현장에서 쉽게 접할 수 있는 음료(청량음료, 유제품, 알코올) 및 세제류를 선정하여 콘크리트에 첨가한 후 굳지 않은 콘크리트와 경화콘크리트의 품질을 비교 분석하여 건설현장에서 콘크리트의 품질변동 및 시공불량을 방지할 수 있는 콘크리트 품질관리에 대한 기초 자료로 제시하고자 한다.

## 2. 실험계획 및 방법

### 2.1 실험계획

본 연구의 실험계획은 표 1과 같다.

먼저, 실험요인으로 W/C 50%, 목표 슬럼프 150±15mm, 목표 공기량 4.5±1.5%를 만족하는 플레인 배합으로 하여, 각종 첨가제를 단위시멘트량에 대해 1%를 첨가하는 것으로 실험계획 하였다.

실험에서 사용하는 각종 첨가제로서, Series I에서는 사이다, 탄산수, 이온음료등 청량음료를 첨가하는 실험이고, Series II에서는 우유, 유산음료, 두유 등 유제품을, Series III에서는 맥주, 소주, 막걸리 등 알코올 제품을, Series IV에서는 오렌지 주스, 캔커피, 쌀음료, 강장제 등 기타음료로 계획하였다.

\* 정회원, 청주대학교 대학원 석사과정

\*\* 정회원, 아세아 시멘트(주), 연구개발팀

\*\*\* 정회원, 연변대학교 교수, 공학박사

\*\*\*\* 정회원, 인천전문대학교 교수, 공학박사

\*\*\*\*\* 정회원, 청주대학교 교수, 공학박사

표 1. 실험계획

배합 요인	실험요인		실험수준	
	W/C(%)	1	50	
목 표 슬럼프(mm)	1	150±15		
목 표 공기량(%)	1	4.5±1.5		
첨가율 (%/C)	2	0, 1		
음료 및 세제류	Series I	3	사이다, 탄산수, 이온음료	
	Series II	3	우유, 유산음료, 두유	
	Series III	3	맥주, 소주, 막걸리	
	Series IV	4	오렌지주스, 캔커피, 쌀음료, 강장제	
	Series V	3	물비누, 중성세제, 샴푸	
실험 사항	굳지않은 콘크리트	5	슬럼프, 슬럼프플로우, 공기량 단위용적질량, 응결시간	
	경 화 콘크리트	2	압축강도(3, 7, 28일)	

또한, Series V에서는 기능공들이 현장에서 휴식시간이나 작업을 마치고 난 후 손 세척 및 얼굴 세안 후 세제가 포함된 물을 처리하는 과정에서 콘크리트에 첨가 될 때의 상황을 가정하여 물비누, 중성세제, 샴푸등 세제류를 계획하였다.

실험항목으로는 표 1과 같이 굳지않은 콘크리트의 슬럼프 및 슬럼프 플로우, 공기량, 단위용적질량, 응결시간 등의 특성과 경화 콘크리트의 압축강도를 분석하는 것으로 하였고, 배합 사항은 표 2와 같다.

표 2. 배합사항

W/C (%)	W (kg/m <sup>3</sup> )	S/a (%)	AE제 (%)	용적배합 (ℓ/m <sup>3</sup> )			질량배합 (kg/m <sup>3</sup> )		
				C	S	G	C	S	G
50	185	44	0.0035	118	287	356	370	732	976

## 2.2 사용재료

본 실험의 사용재료로써, 시멘트는 국내산 보통 포틀랜드 시멘트를 사용하였고, 잔골재는 충북 청원군 옥산산 강모래와 25mm 부순 굵은골재를 사용하였으며, 각각의 물리적 성질은 표 3-4와 같다. 첨가제는 국내에서 일반적으로 시판되는 것으로 사용하였다.

표 3. 시멘트의 물리적 성질

밀도 (g/cm <sup>3</sup> )	분말도 (cm <sup>2</sup> /g)	안정도 (%)	응결시간(분)		압축강도 (MPa)		
			초결	종결	3일	7일	28일
3.15	3,265	0.08	226	409	231	308	410

표 4. 골재의 물리적 성질

종 류	밀도 (g/cm <sup>3</sup> )	흡수율 (%)	단위용적 질량(kg/m <sup>3</sup> )	입형판정 실적율(%)	0.08mm체 통과량(%)
잔골재	2.55	1.94	1,598	-	2.06
굵은골재	2.67	0.84	1,531	56.5	-

## 2.3 실험방법

본 연구의 실험방법으로 먼저, 콘크리트의 혼합은 강제식 팬타입 믹서를 사용하여 KS F 8009의 규정에 따라 실시하였다. 굳지않은 콘크리트의 실험으로 슬럼프는 KS F 2402에 따라 실시하였고, 공기량 시험은 KS F 2421, 단위용적질량은 KS F 2409의 규정에 따라 실시하였다. 경화 콘크리트의 실험으로 압축강도는 실험계획된 재령에서 KS F 2405 규정에 의거 실시하였다.

## 3. 실험결과 및 분석

### 3.1 굳지않은 콘크리트의 특성

표 5는 굳지 않은 콘크리트의 슬럼프, 슬럼프 플로우, 공기량 및 단위용적질량을 나타낸 것이다.

슬럼프는 플레인과 비교하여 첨가제 혼입에 따라 증가하는 경향을 나타내고 있다. 그러나, 두유, 오렌지주스, 캔커피 등 일부 입자를 혼입한 음료의 경우는 유동성이 약간 저하 하는 것으로 나타났다. 또한, Series V의 경우는 세제의 계면활성 작용으로 인해 플레인에 비해 전반적으로 증가하는 것으로 나타났다.

공기량은 음료류 종류에 관계없이 4.5±1.5%를 만족하며 유사한 경향을 보이고 있으나, 맥주를 제외한 소주 및 막걸리 등 알코올 성분이 포함되어 있는 주류제품은 공기량이 약간은 증가하는 경향을 보이고 있다. 또한, 두유 및 캔커피 등 미분말 원료를 사용한 액상첨가제는 공극충전에 따라 공기량이 약간은 감소하는 것으로 나타났다.

한편, 세제류의 경우는 10% 이상의 공기량 증가를 나타내고 있는데, 이는 세제류의 계면활성 작용에 의한 것으로 사료된다.

그림 1은 각종 액상첨가제를 첨가한 콘크리트의 경과시간에 따른 관입저항을 나타낸 것이다.

플레인의 경우 종결은 약 8시간으로 나타난 것에 비해 Series I의 청량음료와 이온음료의 종결은 약 21시간 및 15시간으로 나타났다. 반면, 탄산수의 경우는 플레인과 비슷한 것으로 나타났다. 이는 음료수에만 포함되어 있는 당 성분의 유무와 관련이 있는 것으로 사료된다.

Series II에 있어서도 가장 큰 지연 성상을 나타낸 것은 당성분이 가장 높은 유산음료인 것으로 나타났는데, 첨가시 종결은 약 24시간으로 나타났다. 또한 두유의 경우는 약 17시간으로 나타났고, 우유의 경우도 약 11시간인 것으로 나타났다.

Series III에서의 지연 성상은 플레인과 공히 큰 차이는 없는 것으로 나타났다. 가장 긴 응결성상을 보인 제품은 맥주로 첨가시 약 10시간으로 플레인과 비슷한 응결 성상을 보이고 있으며, 소주 및 막걸리의 응결 성상은 약 5, 9시간으로 나타났다. 이는 미량의 알코올 성분의 경우 굳지 않은 콘크리트의 응결성상에는 큰 영향을 미치지 않는 것으로 사료된다.

표 5. 굳지않은 콘크리트의 실험결과

Series	첨가율 (%/C)	슬럼프 (mm)	슬럼프 플로우 (mm)	공기량 (%)	단위용적 질량 (kg/m <sup>3</sup> )	
플레인	0%	150	238	4.3	2326	
Series I	청량음료	1%	185	273	5.3	2290
	탄산수	1%	155	229	4.8	2306
	이온음료	1%	200	280	4.7	2309
Series II	우유	1%	185	248	4.4	2319
	유산음료	1%	160	240	4.7	2319
Series III	맥주	1%	185	288	4.5	2296
	소주	1%	180	268	5.2	2300
Series IV	막걸리	1%	175	248	5.3	2299
	오렌지 주스	1%	135	218	5.5	2297
	커피	1%	140	215	2.9	2355
	쌀음료	1%	150	228	4.4	2329
Series V	강장제	1%	130	215	5.5	2297
	중성세제	1%	190	308	13.0	2106
	물비누	1%	180	275	14.0	1973
	샴푸	1%	165	298	13.0	2100

SeriesIV에서 커피의 경우 1% 첨가시 23시간으로 유산음료 다음으로 오랜 응결지연 성상을 나타내었다. 오렌지주스와 쌀음료의 첨가 시에는 약 15, 17시간 전후의 응결지연 성상을 보이고 있으며, 강장제도 약 13시간으로 약간의 응결지연 성상을 보이고 있다.

Series V의 중성세제 및 샴푸의 경우 공히 12, 13시간으로 나타난 반면, 물비누는 19시간인 것으로, 다른 세제류에 비해 응결시간이 지연되는 경향을 보이고 있다.

### 3.2 경화콘크리트의 특성

그림 2는 음료 및 세제류를 첨가한 콘크리트의 3, 7, 28일 압축강도를 나타낸 것이다. 재령이 증가 할수록 전반적으로 압축강도는 비슷한 성상을 나타내고 있는데, 당도가 높아 다른 첨가제에 비해 응결시간이 지연된 첨가제의 경우 7, 28일 재령에서의 강도가 약간의 증진되는 것으로 나타났다. 주류를 첨가한 경우 큰 차이를 나타내고 있지 않지만, 세제류의 경우, 연행된 공기량에 의하여 각 재령에서 압축강도가 크게 저하하는 것으로 나타났다.

이상을 종합해 볼 때, 일부 음료 나 세제류가 콘크리트 타설시 혼입 또는 타설 거푸집면에 쏟아진다면 콘크리트의 변색, 재료분리, 응결지연균열 및 강도저하 등에 의해 콘크리트 품질에 심각한 영향을 초래할 수 있으므로 건설현장에서는 사전에 기능공들에 대한 충분한 교육 및 현장관리를 통하여 콘크리트 품질저하를 방지하도록 노력 하여야 할 것으로 사료된다.

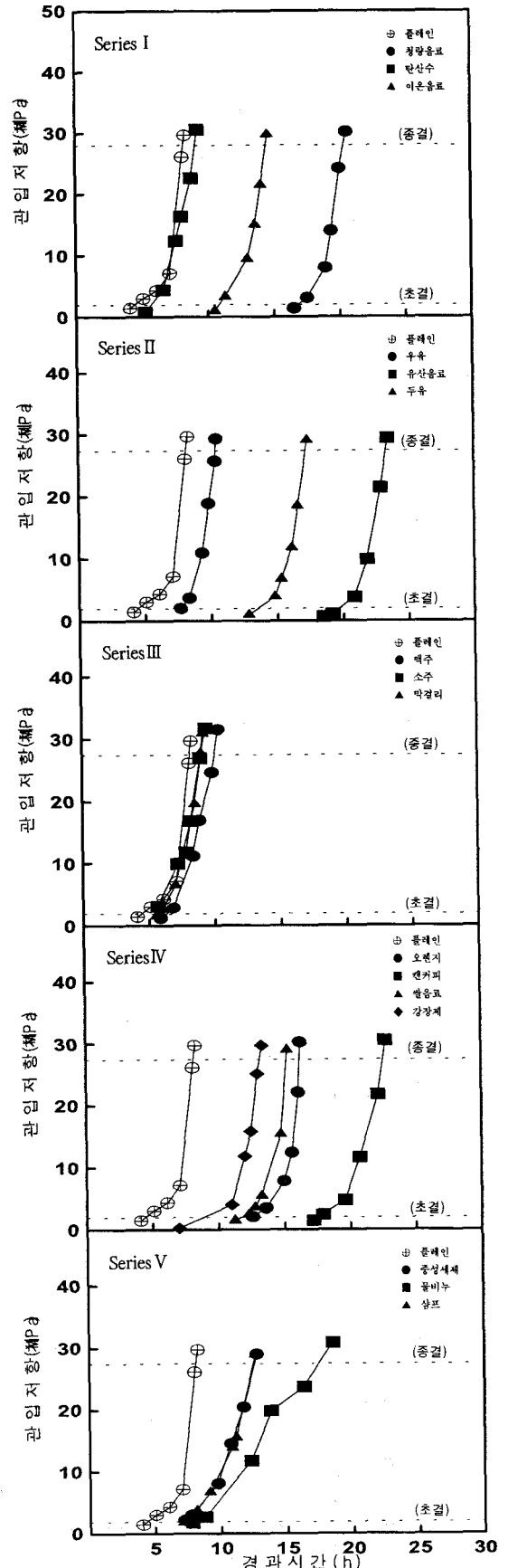


그림 1. 콘크리트 경과시간에 따른 관입저항

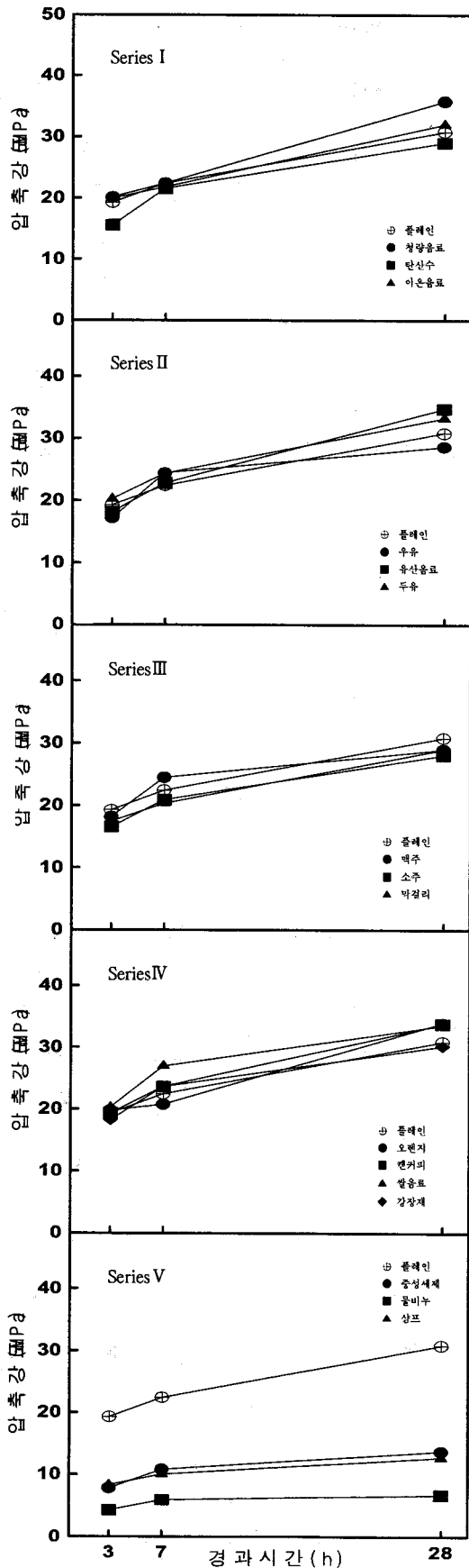


그림 2. 각종 첨가제를 첨가한 콘크리트의 압축강도

#### 4. 결 론

본 연구에서는 음료 및 세제류의 각종 첨가제가 콘크리트에 혼입될 경우 콘크리트의 유동성, 공기량, 응결시간 측정 및 압축강도에 대하여 분석하였는데, 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

- 1) 각종 음료 및 세제류 첨가에 따른 슬럼프는 플레인을 기준으로 두유, 오렌지쥬스, 캔커피 등 일부 입자(분말원료)를 혼입한 음료의 경우 유동성이 저하 하는 경향을 나타내며, 기타 음료는 차이가 없거나 약간 증가하는 경향으로 나타났다.
- 2) 공기량은 음료류 종류에 관계없이  $4.5 \pm 1.5\%$ 를 만족하며 유사한 경향을 보이고 있으나, 두유 및 캔커피 등 미분말 원료를 사용한 액상첨가제는 약간 감소하는 것으로 나타났다. 반면, 세제류를 사용한 경우는 10% 이상 크게 증가하는 것으로 나타났다.
- 3) 응결시간은 당도가 높은 유산음료 및 캔커피, 청량음료의 경우 가장 긴 응결지연 성상을 나타내고 있고, 세제류의 응결시간은 몰비누 첨가시 가장 긴 응결지연 성상을 나타내었다.
- 4) 압축강도는 전반적으로 비슷한 성상을 보이고 있는데, 당도가 높아 다른 첨가제에 비해 응결시간이 지연된 첨가제의 경우 재령 7, 28일 에서는 오히려 증가하는 것으로 나타났다, 세제류는 연행된 공기량에 의하여 각 재령에서 압축강도가 크게 저하하였다.

#### 참 고 문 헌

1. 한천구 ; 콘크리트와 사이다콜라, 레미콘 아스콘 골재 기술강좌, Vol.96, pp.50~51, 2005. 6
2. 심보길, 표대수, 윤치환, 한민철, 한천구 ; 당분류 초지연제를 이용한 콘크리트의 응결 및 역학적 특성, 건축학회 춘계학술발표대회 논문집, Vol.20, No.2, pp.455~458, 2000.
3. 심보길, 유동수, 윤치환, 한민철, 한천구 ; 당류계 초지연제의 개발에 관한 기초적 연구, 건축학회 춘계학술발표대회 논문집, Vol.21, No.1, 2001.
4. 竹内 撤, 長瀧重義 ; 超遲延劑を用いたコンクリートの特性, 콘크리트工學, Vol.37, No.11, pp.9~19, 1999.
5. 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.
6. 竹内 撤, 長瀧重義 ; 超遲延劑を用いたコンクリートの特性, 콘크리트工學, Vol.37, No.11, pp.9~19, 1999.