

역타공법 적용을 위한 콘크리트 경시변화 특성 연구

A Study of Elapsed Time Change on Concrete for Top-Down Method

정 근 호* 이 종 균** 박 선 길** 이 영 도*** 정 상 진****
Jung, Keun Ho Lee, Jong Kyun Park, Sun Gil Lee, Young Do Jung, Sang Jin

ABSTRACT

The purpose of this study to find the mixture of concrete for Top-Down method.

Throughout test of elapsed time change and L-type flow, it was proposed basic performance and level of top-down method concrete.

When change as to elapsed time is considered, so series of F10 added 10% S.P satisfied slump and demanded flow(60 ± 5 cm), and L-type slump, L-type flow satisfied liquidity, it can be considered basic mixture of designed actual frame later.

1. 서 론

최근 국내외의 건축기술 동향은 건물 높이와 용적률의 제한 및 토지가의 상승에 따라 한정된 토지를 효율적으로 이용하기 위하여 고층화, 대형화하고 지하구조물이 대심도화 되어 가고 있다. 이러한 변화에 따른 공사현장의 여러가지 어려운 상황을 극복하기 위하여 Top-Down 공법이 국내에 도입되어 적용되기 시작하였다. Top-Down 공법은 주변 지반 및 건물에 터파기로 인한 피해 방지와 작업공간 확보를 위해 활용되고 있다. 지하공사의 안정성 확보, 공기절감, 민원해소등으로 인한 전체적인 투자비 절감 등의 효과를 거두고 있어 앞으로도 재개발이 요구되고 있는 대도시의 고층건물 위주로 활용성 및 필요성이 증대될 전망이다. 그러나, 수직부재에 있어 선타설 콘크리트와 후타설 콘크리트의 접합 부분에 문제점이 발생할 수 있는 데 이것은 시공기법의 측면과 콘크리트 성능 향상을 통해 해결할 수 있을 것이다. 본 연구에서는 역타설 콘크리트가 가져야 할 공기량 및 슬럼프의 경시변화 특성과 유동성에 관하여 고찰하여 차후 계획된 실구조체로 적용할 최적의 역타설 콘크리트의 개발에 기초적 자료로 이용하는 데 목적이 있다.

- * 정회원, 단국대학교 대학원 석사과정
- ** 정회원, 단국대학교 대학원 박사과정
- *** 정회원, 경동대학교 건설공학부 전임강사
- **** 정회원, 단국대학교 건축공학과 교수, 공학박사

2. 실험

2.1. 사용재료

본 실험에 사용한 재료로, 시멘트는 KS L 5201에 규정에 적합한 것으로 국내 S사의 보통 포틀랜드 시멘트를 사용하였으며 물리적 성질과 화학적 조성은 표 1과 같다. 사용된 골재 중 세골재는 미사리산으로 최대직경 5mm이하의 것을 사용하였고, 조골재는 경기도 광주 석산의 최대직경 25mm이하 채석을 사용하였으며 물리적 성질은 표 2와 같다. 혼화제로 사용한 플라이애쉬는 보령산 F급 플라이애쉬로 KS L 5405 규정에 적합한 것으로 물리적 성질은 표 3과 같다. 유동화제는 주성분이 나프탈렌 축합물인 일반형 유동화제를 사용하였으며 물리적 성질은 표 4와 같다. 물은 일반 수돗물을 사용하였다.

표 1 시멘트의 물리적·화학적 성질

화학적조성							
성분	강열 감량 (%)	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	Al ₂ O ₃
구성비 (%)	1.0	21.1	2.9	62.5	3.3	2.2	6.5
물리적성질							
비중	분말도 (cm ² /g)	안정성	응결시간		압축강도(kg/cm ²)		
			초결 4h	종결 6h	3일	7일	28일
3.15	2,900	양호			198	272	389

*S사의 실험결과표

표 2 골재의 물리적 성질

골재의 종류	세골재	조골재
생 산 지	미사리산	경기도 광주석산
최대 치수 (mm)	5.0	25.0
표건 비중	2.57	2.66
흡수율(%)	0.98	0.95
단위용적중량 (kg/m ³)	1.590	1.527
실적율(%)	61.2	57.8
조립률(%)	2.87	7.12

표 3 혼화제의 물리적·화학적 성질

플라 이 애쉬	강열 감량 (%)	단위 수량 비 (%)	분말 도 (cm ² /g)	비 중	SiO ₂ (%)	압축 강도 비 (%)	습분 (%)
	3.75	100	3,206	2.18	59.7	95	0.11

표 4 유동화제의 물리적 성질

유동 화제	유형	색상	주성분	pH	비중
FS1	액상	암갈색	naphthene sulphonate	-	1.20±0.01

2.2. 배합

본 실험에서는 예비실험을 통해 얻어진 단위수량 180kg/cm³, 물시멘트비 50%, 잔골재율 47%로 고정시키고 시멘트의 중량에 대해 유동화제의 첨가율을 변화 시켰고 시멘트의 중량에 대해 플라이애쉬를 10% 대체하여 유동화제의 첨가량에 따른 공기량과 슬럼프 및 슬럼프플로우의 경시변화, 유동성에 대한 특성을 연구·분석하고자 하였다. 배합계획을 표 5에 나타내었다.

표 5 콘크리트 배합

배합기호	W/B(%)	SP세척가율(%)	S/A(%)	FA/C(%)	단위용적중량(kg/m ³)					
					W	C	S	G	SP	FA
F0-SP0.0	50	0	47	0	180	360	813.5	917.3	0	0
F0-SP0.5		0.5							1.8	
F0-SP1.0		1.0							3.6	
F0-SP1.5		1.5							5.4	
F10-SP0.0	50	0	47	10	180	324	813.5	917.3	0	36
F10-SP0.5		0.5							1.8	
F10-SP1.0		1.0							3.6	
F10-SP1.5		1.5							5.4	

2.3. 실험방법

Top-Down 공법에서는 기둥 및 벽 등 수직 부재의 이음부에서 콘크리트가 밀실하게 타설되지 않아 구조체 요구성능의 불확실성과 건축물에 구조적인 문제점이 발생할 수 있는 데 이에 대한 대책의 하나인 유동성을 파악하기 위하여 공기량, 슬럼프, 슬럼프플로우의 경시변화 및 L형 슬럼프, L형 플로우 시험 등을 통해 적정수준의 경시변화 특성과 유동성을 파악하고자 했다.

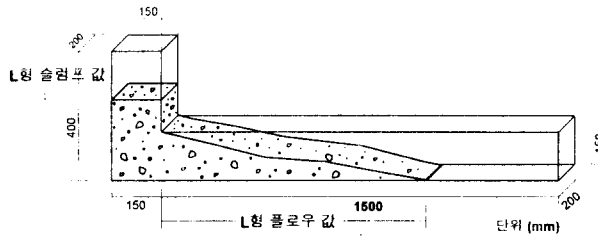


그림 1 L형 플로우 시험기기

콘크리트의 혼합은 강제식 팬믹서를 사용하였으며 비빔방법은 잔골재와 시멘트를 투입한 후 30초간 건비빔하고, 물과 유동화제를 투입하여 1분간 비빔으로서 모르터를 먼저 유동화 시켜 재료의 균일성을 얻고자 하였다. 모르터의 유동화 후 굵은 골재를 넣고 1분 30초간 비빔으로서 혼합을 완료하였다.

경시변화의 특성을 연구·분석하기 위한 공기량 시험은 KS F 2421의 굳지 않은 콘크리트의 압력법에 의한 공기 함유량 시험 방법(공기실 압력 방법)에 의하여 시험을 하였고, 슬럼프시험은 KS F 2402의 포틀랜드 시멘트 콘크리트의 슬럼프 시험 방법에 의하여 실시하였다. 슬럼프플로우 시험은 슬럼프 시험 후 내려앉은 콘크리트의 최대지름과 직교하는 두 지점의 지름을 측정하여 그 두 값의 평균으로 하였다. L형 슬럼프와 L형 플로우 시험을 위해 사용한 시험장치는 그림 1과 같다.

3. 실험결과 및 고찰

3.1. 경시변화특성

3.1.1. 공기량

유동화제 첨가율에 따른 공기량의 경시변화에 있어, 플라이애쉬를 대체하지 않은 콘크리트의 변화는 그림 2에 나타냈고 플라이애쉬를 10%대체한 콘크리트의 변화는 그림 3에 나타냈다. 플라이애쉬의 대체 여부와 관계없이 시간이 경과됨에 따라 유동화제를 첨가하지 않은 경우 공기량이 다소 증가하는 경향을 나타내고 있다. 유동화제가 첨가됨에 따라 정도의 차이는 있지만 플라이애쉬가 대체되지 않은 F0 계열과 F10 계열 모두 시간이 경과됨에 따른 공기량이 감소하는 경향을 나타내고 있다. 혼합직후에 있어 F0 계열이 F10 계열보다 공기량이 높게 나타나고 있는데 이는 비중이 작은 플라이애쉬를 시멘트 중량에 대해 대체하였기 때문으로 사료된다.

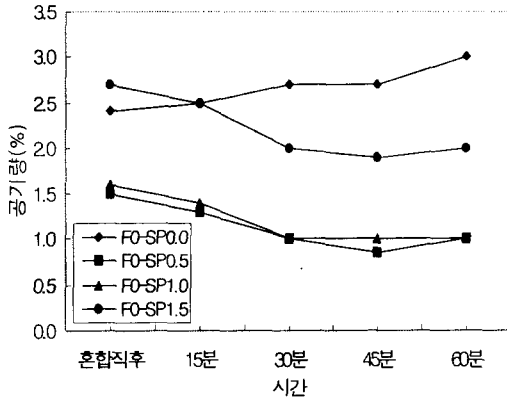


그림 2 F0 계열의 공기량 경시변화

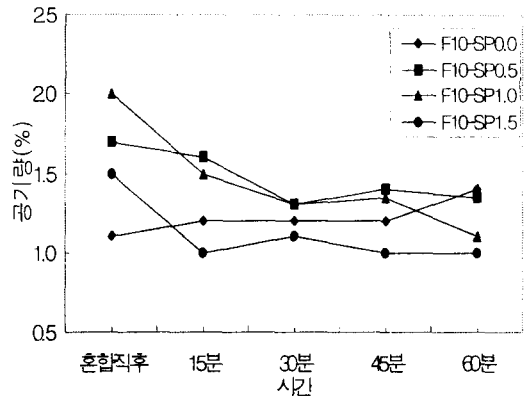


그림 3 F10 계열의 공기량 경시변화

3.1.2 슬럼프

유동화제 첨가율에 대한 슬럼프의 시간에 따른 변화를 그림 4와 그림 5에 나타내었다. 플라이애쉬를 대체하지 않은 F0 계열 콘크리트의 시간에 따른 슬럼프의 변화는 혼합 30분 이후부터 감소율이 커지고 있으며 유동화제 첨가율 1.0%인 경우의 변화가 가장 큰 것으로 나타났다. 플라이애쉬 대체율 10%인 F10 계열 콘크리트에서는 유동화제를 첨가하지 않은 콘크리트보다 유동화제를 첨가한 콘크리트의 시간에 따른 슬럼프 변화가 작게 나타났다.

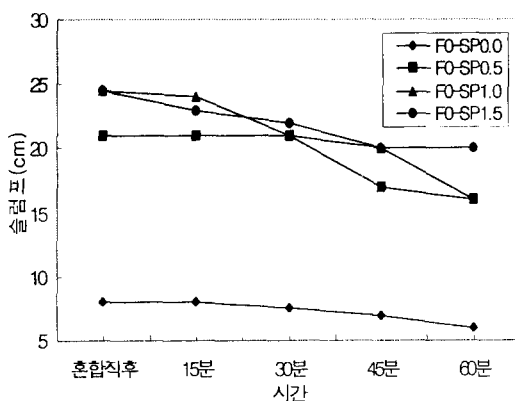


그림 4 F0 계열의 슬럼프 경시변화

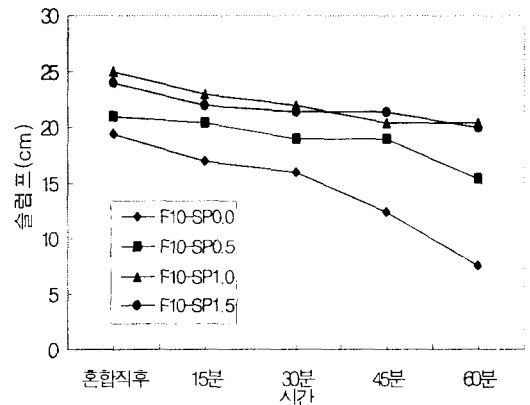


그림 5 F10 계열의 슬럼프 경시변화

3.1.3. 슬럼프플로우

유동화제 첨가량에 대한 시간에 따른 변화를 그림 8과 그림 9에 나타내었다. F0 계열 콘크리트와 F10 계열 콘크리트의 시간에 따른 슬럼프플로우의 변화는 서로 유사한 경향을 나타내고 있다. 플라이 애쉬를 대체하지 않은 F0 계열의 변화가 다소 크게 나타나고 있다. F10 계열의 유동화제 첨가율 1.0%인 콘크리트는 혼합 후 30분까지는 $60 \pm 5\text{cm}$ 를 만족하는 것으로 나타났다.

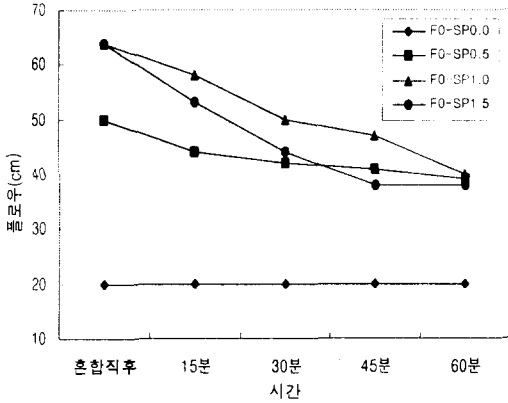


그림 6 F0 계열의 플로우 경시변화

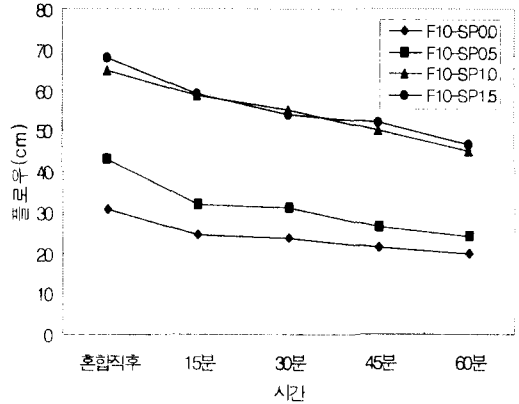


그림 7 F10 계열의 플로우 경시변화

3.2. L형 슬럼프 및 L형 플로우

유동화제 첨가율에 따른 L형 슬럼프와 L형 플로우를 그림 11과 그림 12에 나타내었다. 그림에서 보면 L형 슬럼프의 경우 F0 계열 콘크리트와 F10 계열 콘크리트가 유사한 변화의 경향을 나타내고 있다. L형 플로우의 경우, F0 계열 콘크리트가 유동화제 첨가율 1.0%를 정점으로 하여 1.5%에서 감소하

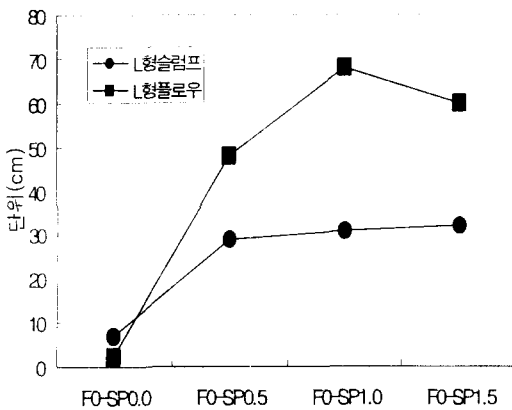


그림 8 F0 계열의 L형 슬럼프 및 플로우의 유동화제 첨가율에 따른 변화

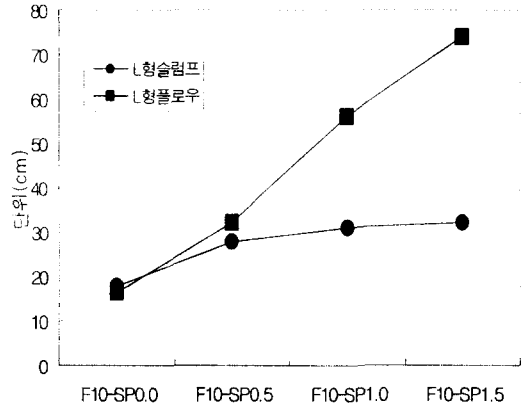


그림 9 F10 계열의 L형 슬럼프 및 플로우의 유동화제 첨가율에 따른 변화

는 반면 F10 계열 콘크리트는 유동화제 첨가율이 증가함에 따라 L형 플로우값이 증가하는 경향을 보

이고 있는데 이는 플라이애쉬의 첨가로 점성이 증대되어 유동화제 과잉첨가로 인한 재료분리현상을 억제했기 때문으로 사료된다.

4. 결 론

이상과 같이 본 실험의 범위에서 나온 결과를 분석 검토한 결과는 다음과 같다.

1. 유동화제를 첨가하지 않은 콘크리트에서는 시간의 경과에 따라 공기량이 다소 증가하는 경향을 보이고 있는 반면 유동화제가 첨가되면 시간이 경과됨에 따른 공기량이 감소하는 경향을 보인다. 혼합 직후에 있어 F0 계열이 F10 계열보다 공기량이 높게 나타나고 있다. 이것은 비중이 작은 플라이애쉬를 시멘트 중량에 대해 대체했기 때문으로 사료된다.

2. 슬럼프의 경시변화 시험에서, F0 계열 콘크리트의 시간에 따른 슬럼프의 변화는 혼합 30분 이후부터 감소율이 증가하고 있어 소요 슬럼프를 고려할 때 유동화제 투입 후 30분 이내 타설되어야 할 것으로 보인다.

3. 시간에 따른 슬럼프플로우 변화는 F0 계열과 F10 계열이 유사한 저하율을 보이고 있다. F10 계열의 유동화제 첨가율 1.0%인 콘크리트는 혼합 후 30분까지는 $60 \pm 5\text{cm}$ 를 만족하고 있다.

4. L형 슬럼프는 F0 계열과 F10 계열 콘크리트가 유사한 변화의 경향을 나타내고 있다. L형 플로우의 경우, F0 계열 콘크리트가 유동화제 첨가율 1.0%를 정점으로 하여 1.5%에서 감소하는 반면 F10 계열 콘크리트는 유동화제 첨가율이 증가함에 따라 L형 플로우값이 증가하는데 플라이애쉬의 첨가로 점성이 증대되어 유동화제 과다로 인한 재료분리현상을 억제했기 때문으로 사료된다.

5. F10 계열의 유동화제 첨가율 1.0%가 경시변화를 고려할 때 슬럼프와 소요 플로우($60 \pm 5\text{cm}$)를 만족하고 있고 L형 슬럼프와 L형 플로우에서 유동성도 만족하고 있어 추후 계획된 실구조체 실험의 기본배합으로 사용이 가능할 것으로 사료된다.

참고 문헌

1. 김무한 외, 시멘트 성능 및 플라이애쉬 대체율에 따른 고유동 콘크리트의 유동성 및 공학적 특성에 관한 연구, 대한건축학회 학술발표논문집, 제16권 2호. 1996. pp729-734.
2. 김상섭, 유동화 콘크리트 공법, 대건사, 1993.
3. 박철림 외, F급 플라이애쉬를 사용한 超流動 콘크리트의 流動特性, 한국콘크리트학회 가을 학술발표 논문집, 제7권 2호. pp.278-284.
4. 대한주택공사 주택연구소, 유동화콘크리트의 실용화방안 연구, 1995.5
5. 兩角昌公 외, 逆打ち工法, 콘크리트工學, Vol. 27, No. 11, Nov. 1989