

타설방법에 따른 콘크리트의 충전성 검토를 위한 기초적 연구

- H형강이 있는 기둥을 중심으로 -

A Fundamental Study on Concrete Packing Ability by Placement Method

- for H-beam column -

강 동 현* 김 병 천** 정 근 호** 이 영 도*** 정 상 진****
Kang, Dong Hyun Kim, Byung Chun Jung, Keun Ho Lee, Young Do Jung, Sang Jin

Abstract

The purpose of this study is developing concrete Mixing & placing method that could be adjusted to vertical joint at top-down method. Basic test was consists of general, high fluidity, and high quality mixing concretes and Mock-up test had several placing ways, placing positions. They were examined several placing ways, placing positions with Mock-up model comparison with three mixing concrete to know fluidity characteristics. Used with Mock-up model to know packing ability from placing ways and positions. The result of the study like this; High fluidity and High quality concretes show favorable packing ability. especially, in sheath placing way. It was expected to good result in next planned real structure test.

1. 서 론

1.1 연구배경 및 목적

최근 국내외의 건축기술 동향은 도심지로 인구가 밀집함으로 인한 도심지 공동화 현상으로 건물 높이와 용적률의 제한, 토지가의 상승으로 인하여 한정된 도심지 토지공간 이용율을 극대화할 위하여 지상으로는 고층화, 지하로는 굴토 깊이가 증대되고 있다. 이러한 변화에 따른 공사현장의 여러가지 어려운 상황을 극복하기 위하여 역타공법이 국내에 도입되어 적용되기 시작하였다. 그러나, 이러한 역타공법은 수직부분의 콘크리트 역타설에 있어서 선탈 콘크리트와 후타설 콘크리트의 접합부분에 밀실하게 타설되지 않아 구조체 요구성능의 불확실성과 건축물에 구조적인 결함발생이 우려되고 있음에도 불구하고 아무런 대책이나 검증 없이 시공되고 있는 것이 국내의 현실이다. 따라서, 본 연구는 이러한 역타공법의 수직부재 이어치기부 결함을 개선하기 위한 기초연구의 일환으로 역타현장에서 주로쓰고 있는 시스 및 직접 콘크리트 타설법을 적용한 모의 실험체에 고성능, 고유동, 일반배합에 대한 시험시공을 실시하여 콘크리트의 특성 중에서 기본적인 강도 특성과 유동성 등을 고찰한 충전성 검토를 토

* 정회원, 단국대학교 대학원 석사과정

** 정회원, 단국대학교 대학원 박사과정

*** 정회원, 경동대학교 건축공학부 교수

**** 정회원, 단국대학교 건축공학과 교수 공학박사

2. 실험

2.1 사용재료

(1) 시멘트

본 실험에 사용한 시멘트는 KS L 5201의 규정에 적합한 국내 S사의 보통 포틀랜드 시멘트를 사용하였다. 그 화학적 조성과 물리적 성질은 각각 표 1과 같다.

표 1 시멘트의 화학적 조성

화학적조성	성분	강열감량	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 ³ /g)	안정성	응결시간		압축강도(kgf/cm ²)		
	3.15	2900	양호	초결	종결	3일	7일	28일
				4h	6h	198	272	389

* S사의 실험결과표

(2) 골재

본 실험에 사용된 잔골재는 북한강산으로 최대크기를 5mm이하로 하였으며, 굵은골재는 경기도 광주 석산의 쇄석으로 최대치수 20mm이하로 사용하였다. 골재의 물리적 성질을 표 2에 나타내었다.

표 2 잔골재 및 굵은골재의 물리적 성질

	생산지	최대치수(mm)	표건비중	흡수율(%)	단위용적중량(kg/m ³)	실적율(%)	조립율
잔골재	북한강산	5.0	2.59	0.98	1,590	61.2	2.87
굵은골재	경기도광주석산	20.0	2.62	0.95	1,527	57.8	7.12

(3) 혼화제

본 실험에 사용된 혼화제는 국내 J사의 폴리카본산을 주성분으로 한 고성능AE감수제를 사용하였고, 고성능 감수제 사용으로 인한 재료분리를 억제하기 위해 국내 J사의 증점제를 사용하였다. 각각의 혼화제 특성은 표 3과 같다.

표 3 유동화제의 물리적 성질

고성능감수제	유형	색상	고형분	주성분	pH	비중
Phoenix	액상	암갈색	36.4%	폴리카본산계	9±1	1.202
증점제	주성분				점도	외관
Phoenix-V	Poly saccharide+HPMC				800cp	연노랑색분말

(4) 플라이애쉬

본 실험에 사용된 플라이애쉬는 보령산 F급으로 KS L 5405 규정에 적합한 것이며, 그 물리·화학적 성질은 표 4와 같다.

표 4 플라이애쉬의 물리·화학적 성질

	강열감량(%)	단위수량비(%)	분말도(cm ³ /g)	비중	SiO ₂ (%)	압축강도비(%)	습분(%)
플라이애쉬	3.75	100	3206	2.18	59.7	95	0.11

2.2 배합

역타공법의 수직부재의 이음부 특성을 검토하기 위한 모델 시험체는, 건설현장에서 사용하는 설계기준강도 210kgf/cm²의 일반 콘크리트, 일반 콘크리트에 고성능감수제를 첨가한 고유동 콘크리트, 일반 콘크리트에 고성능감수제와 증점제를 동시에 첨가한 고성능 콘크리트의 배합을 계획하여 배합에 따른 충전성을 검토하였다. 각각의 콘크리트는 유동성에 대한 목표치를 슬럼프와 플로우, L형 플로우에 대해서 각각 20±2cm, 60±5cm, 65±5cm로 하여 배합계획을 세웠다.

본 실험의 유동성에 대한 목표치와 배합계획을 표 5 표 6에 나타내었다.

표 5 배합 목표치(단, 일반 콘크리트는 제외)

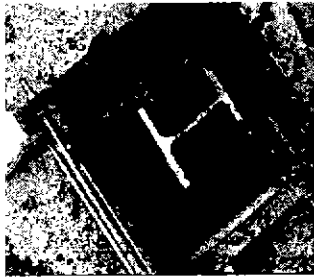
	슬럼프(단위 : cm)	슬럼프플로우(단위 : cm)	L형플로우(단위 : cm)	공기량(%)
목표치	20±2	60±5	65±5	4.5±1.5

표 6 콘크리트 배합

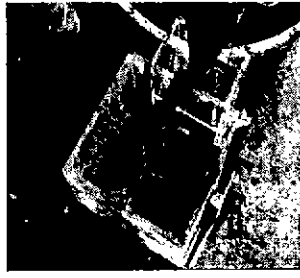
종류	물시멘트비 (%)	고성능 감수제 첨가율(C×%)	잔골재율 (%)	FA첨가율 (%)	단위량(kg/m ³)							
					W	C	FA	S	G	고성능 감수제	AE제	증점제
일반	50	-	47	-	180	360	-	804	917	-	0.54	-
고유동	50	10	47	-	180	360	-	804	917	3.6	0.54	-
고성능	45	4.5	42.7	30	161	358	107	701	940	16.1	0.48	0.16

2.3 실험방법

콘크리트의 혼합은 KS F 8009에 규정된 강제식 혼합믹서(용량 100ℓ)를 사용하여 다음과 같이 혼합하였다. 혼합은 1차로 잔골재와 시멘트를 투입하여 30초간 건비빔하고 2차로 물과 유동화제를 투입하여 다시 1분간 혼합하였으며, 최종적으로 굵은골재를 투입하여 1분 30초간 혼합함으로써 혼합을 완료하였다.



시스법



직접법

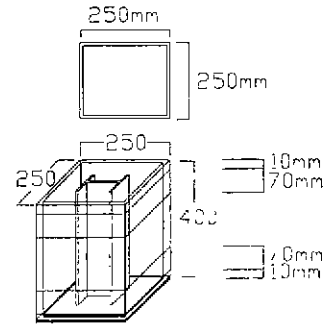


그림 1 모델시험체 제작

(1) 모델 시험체 제작

모델 시험체에 대한 제작 및 계획은 그림 1과 같다. 각각의 배합에 따른 콘크리트를 현장에 적용 가능한 역타설 방법 중 직접법으로 콘크리트를 타설하면서 콘크리트가 H형의 철골이 콘크리트의 흐름에 어떠한 영향을 미치는가를 알아보기 위해 철골의 플렌지방향과 웨브방향으로 구분, 타설을 실시하여 어떠한 모양으로 충전되어 가는지를 육안으로 관찰하여 비교하기 위하여 시험체 거푸집 재질은 10mm 두께 아크릴로 25×25×40cm으로 모의 시험체를 제작하였다.

(2) 굳지 않은 콘크리트 실험

유동성 시험으로는 KS F 2402의 포틀랜드 시멘트 콘크리트의 슬럼프 시험과 슬럼프 시험 후 내려앉은 콘크리트의 최대지름과 직교하는 두 지점의 지름을 측정하여 그 두 값의 평균으로한 슬럼프플로우 시험을 하였다.

(3) 모델 시험체 실험

H형강을 배치하고 철근을 배근하여 타설하여야 하나 단면이 작고 골재의 크기가 문제가 되어 철근을 배근하지 않았다. 상하 부분별 강도와 골재분포의 조사를 위한 시험체의 절단조사를 고려하여 H형강 대신에 목재를 H자로 제작하였으며 콘크리트 타설시 측압에 의한 이동을 최소한으로 하기 위하여 거꾸집 상부와 하부에 고정장치를 설치하였다. 이런 방법의 실험으로 시행한 기존의 연구는 찾을 수가 없어 육안관찰 후 충전상태를 기록하는 정도의 평가만을 할 수 있었다. 모델 시험체 실험방법은 그림 2와 같다.

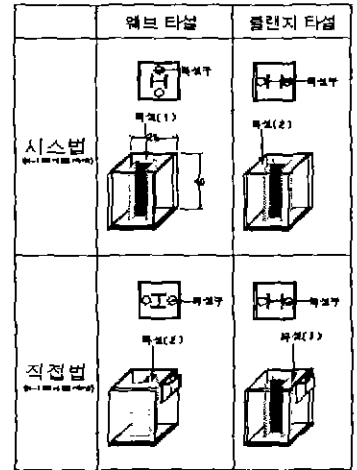


그림 2 모델 시험체 실험 방법

3 실험결과 및 고찰

3.1 굳지 않은 콘크리트 실험

(1) 슬럼프

일반 콘크리트, 고유동 콘크리트, 고성능 콘크리트의 슬럼프 실험 측정결과를 그림 3에 나타내었다. 그림에 나타난 것처럼 일반 콘크리트, 고유동 콘크리트, 고성능 콘크리트의 슬럼프 측정결과는 각각 15, 24, 23cm로 목표로 하였던 20±2cm를 만족하고 있다. 고성능 콘크리트와 고유동 콘크리트는 슬럼프만을 비교한 유동성에서 거의 차이가 나지 않고 있다.

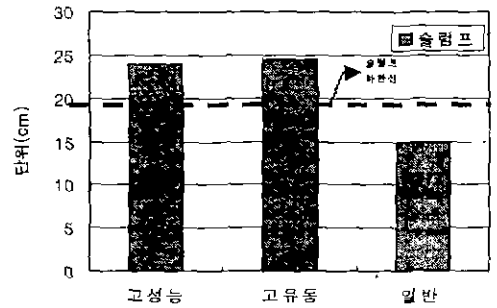


그림 3 배합별 슬럼프 측정결과

(2) 슬럼프플로우

일반 콘크리트, 고유동 콘크리트, 고성능 콘크리트의 슬럼프플로우 실험 측정결과를 그림 4에 나타내었다. 그림에 나타난 것처럼 일반 콘크리트, 고유동 콘크리트, 고성능 콘크리트의 슬럼프플로우 측정결과는 각각 25, 64, 61cm이었고, 목표로 하였던 60±5cm를 대체적으로 만족하고 있으나, 일반 콘크리트의 경우는 목표치보다 35cm가 부족한 결과를 보이고 있다.

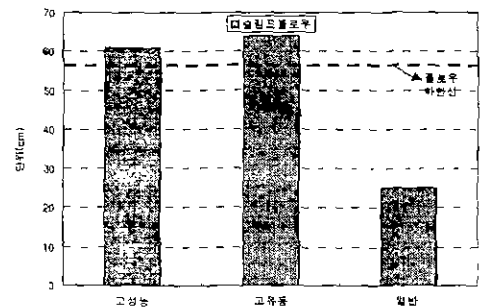


그림 4 배합별 슬럼프플로우 측정결과

(3) L형 플로우

일반 콘크리트, 고유동 콘크리트, 고성능 콘크리트의 L형 플로우 실험 측정결과를 그림 5에 나타내었다. 그림에 나타난 것처럼 일반 콘크리트, 고유동 콘크리트, 고성능 콘크리트의 L형 플로우 측정결과는 각각 28, 75, 67cm로 목표로 하였던 65±5cm를 대체적으로 만족하고 있으나, 고성능 감수제가 사용되지 않았던 일반 콘크리트의 경우는 목표치보다 32cm가 부족한 결과를 보이고 있다. 고유동, 고성능 콘크리트의 L형 플로우 실험 측정 결과치는 상당히 높은 값을 보이고 있어 현장 충전에 있어서 만족한 값을 나타내리라 판단된다.

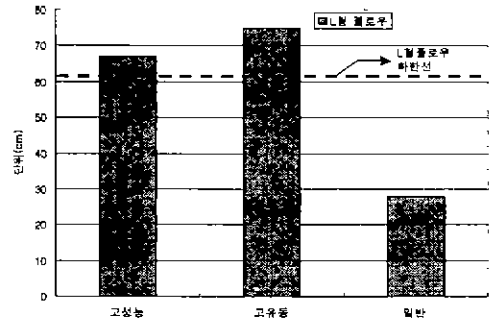


그림 5 배합별 L형 플로우 측정결과

3.2 모델 시험체 실험

일반 콘크리트를 제외한 고유동 콘크리트와 고성능 콘크리트에 따른 차이가 있었으나 약간의 다짐 작업으로도 타설 반대측으로 충전되는 것을 볼 수 있었으며, 콘크리트를 플랜지부분과 웹부분에서 타설하는 데 있어서 충전과정은 타설부 밑에서부터 밀실하게 채워지면서 H형강의 그림 6과 같은 부분에 다소 충전 속도가 감소하는 경향을 보였으나 시간이 지남에 따라 타설 반대측으로 원활히 충전되었으며 플랜지 방향이 웹 방향보다 우수하게 충전되는 것을 확인 할 수 있었다

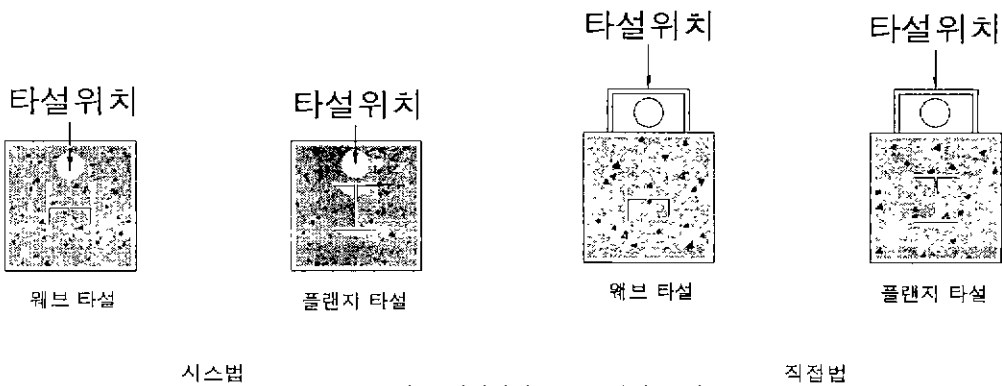


그림 6 타설위치별 흐름분석 결과

그림 7은 각각의 배합에 따라 타설하여 그 충전성능을 관찰한 것이다.

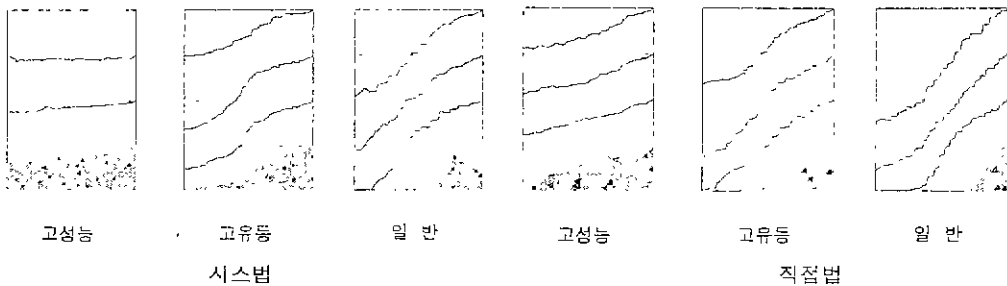


그림 7 배합별 흐름분석 결과

4. 결론

이상과 같이 본 실험의 범위에서 나온 결과를 분석한 결과는 다음과 같다.

- (1) 굳지 않은 콘크리트의 실험결과 각 유동성의 실험에서 본 바와 같이 일반 콘크리트를 제외한 고유동 콘크리트, 고성능 콘크리트는 다소의 차이는 있으나 예상한 목표보다 상당히 높은 값을 보이고 있어 현장 충전에 있어서 만족한 값을 나타내리라 판단된다.
- (2) 충전성 실험 결과 일반 콘크리트를 제외한 고유동 콘크리트와 고성능 콘크리트는 다소 차이가 있었으나 약간의 다짐 작업으로도 타설 반대측으로 충전되는 것을 볼 수 있었다.
- (3) 충전과정을 관찰하여 본 결과 H형강으로 인하여 충전 속도가 감소하는 경향을 보였으며, 유동성 실험과 매우 밀접한 관계를 나타낸 것을 볼 수 있었다.
- (4) 모델 시험체를 이용한 콘크리트 타설방법별, 타설위치별 흐름을 분석한 결과 타설방법에 있어서는 시스 타설법이 콘크리트의 충전이 우수하였고, 타설위치에 있어서는 플렌지 방향이 웨브 방향보다 우수하게 충전되는 것을 육안관찰을 통하여 확인할 수 있었다.

종합적으로 굳지않은 상태에서는 유동성이 우수하고, 재료분리 저항성 및 충전성이 우수한 고성능 콘크리트가 실구조체에 적용할 최적의 배합이라고 판단되나 높은 제조비용으로 현장 활용에 문제가 있을 것으로 예상된다.

참고문헌

1. 정상진 외 3인, 역타설 콘크리트의 유동성과 강도에 관한 실험적 연구, 대한건축학회 논문집, 제16권 2호, 2000.2, pp.73~80.
2. 역타공법 적용을 위한 콘크리트 강도성상 연구, 한국콘크리트학회 논문집, 제10권 2호, 1998.11, pp.48-53.
3. 김무한 외, 시멘트 성능 및 플라이애쉬 대체율에 따른 고유동 콘크리트의 유동성 및 공학적 특성에 관한 연구, 대한건축학회 학술발표논문집, 제16권 2호. 1996. pp729-734.
4. 김상섭. 유동화 콘크리트 공법, 대건사, 1993.
5. 대한주택공사 주택연구소, 유동화콘크리트의 실용화방안 연구, 1995.5f0
6. 兩角昌公 외, 逆打ち工法, 콘크리트工學, Vol. 27, No. 11, Nov. 1989