

유동화공법으로 제조한 고유동 콘크리트의 현장 부어넣기 실험

A Field Study on the Manufacturing of High Fluidity Concrete by Flowing Method

한 민 철^{*} 김 경 민^{**} 홍 상 희^{**} 손 성 운^{***} 김 성 수^{****} 한 천 구^{****}
Han, Min Cheol Kim, Kyoung Min Hong, Sang Hee Son, Sung Un Kim, Seong Soo Han, Cheon Goo

ABSTRACT

This paper presents the results of field application test on the manufacturing of high fluidity concrete by applying flowing methods with segregation reducing type superplasticizer. Base concrete is made with 20% of fly ash, which is flowed during the transportation. According to test results, fluidity, placeability and segregation reducing performance meet the range of high fluidity concrete after flowing, while air loss occurs due to fly ash. There are no noticeable differences in compressive strengths between non-compacting and compacting methods. According to non-destructive tests with rebound and core strength test, we cannot detect any differences in strength according to the height in the structures.

1. 서론

본 연구팀에서는 고유동 콘크리트를 보다 저렴한 가격으로 제조하기 위하여 유동화공법을 적용하여 고유동 콘크리트를 제조하는 방법에 대하여 검토하였다.

즉, 실험실 실험을 통하여 일반유동화제에 증점제 및 AE제를 일정 비율로 첨가하는 적정 배합비를 결정하여 고유동 콘크리트용 분리저감형 유동화제를 개발한 후 이를 이용하여 고유동 콘크리트를 제조하고 그 물성을 검토하므로써 새로운 고유동 콘크리트의 제조방법을 제안하였다. 또한, 실험실 실험 결과를 토대로 매스콘크리트 기둥 및 벽식구조의 아파트를 상정한 모의구조체를 제작하여 부어넣기한 후 각종 물성을 평가하였는데, 플라이애시 20%를 치환한 베이스콘크리트를 유동화하여 제조한 고유동 콘크리트가 가장 양호한 성능을 발휘하는 것으로 밝혀졌다.

따라서 본 연구에서는 모의 구조체 실험에서 가장 양호한 성능을 발휘한 플라이애시 20%를 치환한 베이스 콘크리트를 실제 배척플랜트의 공정에 적용하여 출하한 다음 유동화공법으로 고유동 콘크리트를 제조하여 이를 실제구조체에 부어넣은 후 각종 물성을 검토하고자 한다.

2. 실험계획 및 방법

- * 정회원, 청주대학교 산업과학연구소 전임연구원
- ** 정회원, 청주대학교 건축공학과 석사과정
- *** 정회원, 청주대학교 건축공학과 박사과정
- **** 정회원, 청주대학교 건축공학과 교수

2.1 실험계획

본 연구의 실험계획은 표 1과 같고, 배합 사항은 표 2와 같다. 실험계획으로 먼저 베이스 콘크리트는 W/B 40%에 플라이애시를 20%치환하여 제조하였고, 목표 슬럼프는 18±1cm로 계획하였다.

한편, 유동화 과정에서 첨가하는 분리저감형 유동화제는 실험실 연구결과를 토대로 멜라민계 유동화제 : PEO증점제 : AE제의 혼합비율을 1 : 0.61 : 0.017로 결정하여 제조하였는데, 첨가량은 예비실험을 통하여 0.55%로 결정하였다.

유동화방법은 모의 구조체 실험과정에서 현장유동화 방법의 경우 교반시간이 충분치 못해 유동화제가 골고루 혼합되지 못하는 문제점이 있어 본 실험에서는 베이스콘크리트 제조후 레미콘 공장에서 유동화제를 첨가하고 운반과정에서 유동화하는 것으로 계획하였다.

실험장소는 경기도 의왕시 내손동에 위치한 (주)대원 아파트 신축공사 현장내에 RC구조 상가 건물로서, 부어넣기 실험대상은 1층부이며, 부어넣기량은 약 50m³로 계획하였는데, 표 3에 현장개요를 나타냈고, 사진 1 및 2는 현장의 전경과 부어넣는 과정을 나타낸 것이다.

2.2 사용재료

본 연구의 사용재료는 경기도 안양의 S

표 1 실험계획

구분	실험요인	실험변수
배합사항	W/B(%)	1 40
	분리저감형 유동화제첨가율(%)	1 0.55
	슬럼프 및 슬럼프 플로우(cm)	1 · 슬럼프:18±1(베이스콘크리트) · 슬럼프플로우:60±5(고유동 콘크리트)
실험사항	굳지않은 콘크리트	7 · 유동성:슬럼프, 슬럼프 플로우, · 재료분리저항성:블리딩시험 · 충전성:U형 충전시험, V로트 유하시험 · 기타 : 공기량, 단위용적중량
	경화콘크리트	3 · 압축강도 : -표준다짐(7, 28일) -무다짐(7, 28일) -구조체 관리용 공시체 (1, 3, 7, 14, 28일) · 코어압축강도 : 28 · 반발도 : 7일, 28일

표 2 베이스 콘크리트의 배합표

W/B (%)	W (kgf/m ³)	S/A (%)	FA/C (%)	S.P/C (%)	용적배합 (ℓ/m ³)			
					C	FA	S	G
50	180	50	20	1.2	114	41	310	310

표 3 현장개요

현장위치	경기도 의왕시 내손동 D아파트 신축상가
타설량	50m ³
건축규모	지상 2층
구조	철근콘크리트 라멘조
실험층	2층
타설일	2001년 8월 7일

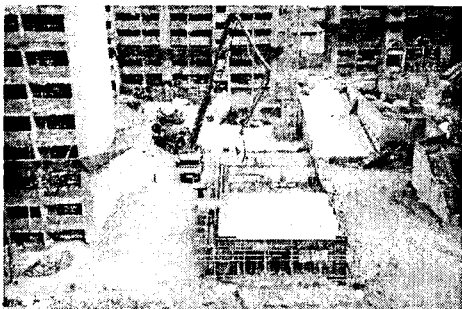


사진 1 현장부어넣기 실험 광경

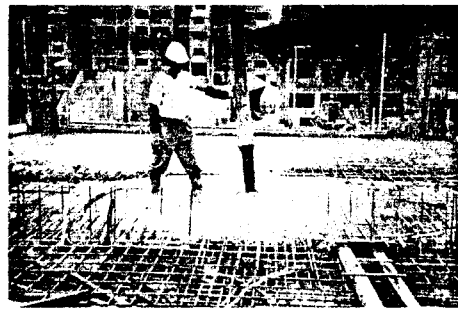


사진 2 유동화후 고유동 콘크리트 타설 장면

레미콘사의 원재료로서 시멘트는 1종 보통포틀랜드 시멘트($f_{cu} : 372\text{kgf/cm}^2$, 분말도 : $3,363\text{cm}^2/\text{g}$)를 사용하였고, 플라이애시는 충남 보령 화력산을 사용하였는데, 그 물리적 성질은 표 4와 같다.

표 4 플라이애시의 물리적 성질

비중	분말도 (cm^2/g)	압축강도비 (%)	SiO_2 (%)	강열감량 (%)	습분 (%)
2.23	3,519	97	97	3.4	0.3

골재로서 굵은골재는 부순돌(비중 : 2.56, 조립율 : 6.9)을 사용하였으며, 잔골재의 경우 강모래(비중 : 2.55, 조립율 : 2.78)를 사용하였다.

표 5 분리저감형 유동화제의 물리적 성질

주성분	부성분	형태	색상	비중
Melamine sulfonate superplasticizer	Polyethylene oxide viscosity agent, Sodium lauryl oxide AE agent	액상	무색	1.08

혼화제로써 유동화제는 멜라민계 유동화제에 PEO 증점제와 AE제를 혼합하여 제조한 분리저감형 유동화제를 사용하였는데, 그 물리적 성질은 표 5와 같다.

2.3 실험방법

본 연구의 실험방법으로써 베이스 콘크리트는 레미콘사의 배척플랜트에서 제조하는 것으로 하였고, 유동화 방법은 공장에서 첨가후 운반과정에서 유동화하는 것으로 계획하였다.

굳지않은 콘크리트의 슬럼프시험은 KS F 2402 규정에 따라 실시하였고, 슬럼프 플로우 및 L플로우는 기존에 알려진 표준적인 방법으로 실시하였다. 공기량 및 단위

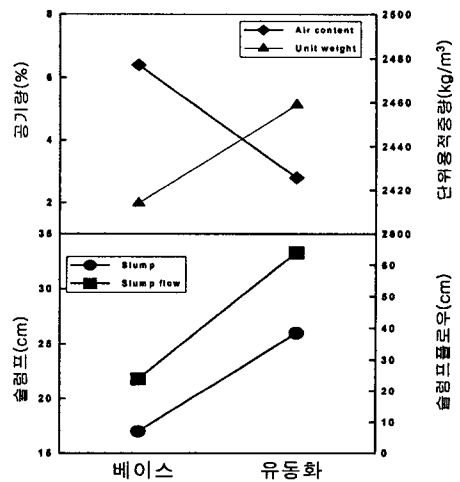


그림 1 유동화전후의 유동성 및 공기량

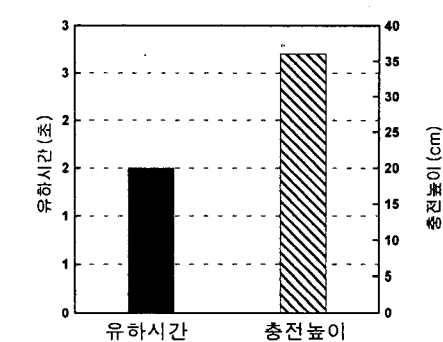


그림 2 충전성 시험결과

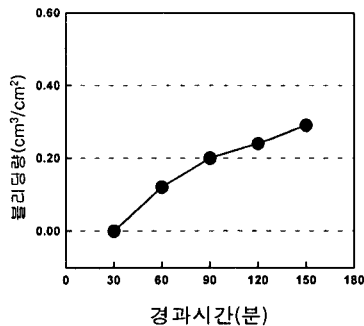


그림 3 시간경과에 따른 블리딩량

용적중량은 KS F 2421 규정에 의거 측정하였다. U형 충전 시험 및 V로트 유하시험은 기존에 알려진 표준적인 방법으로 실시하였고, 블리딩은 KS F 2414에 따라 실시하였다. 경화 콘크리트의 시험으로 압축강도 시험용 공시체 제작은 KS F 2403에 따라 실시하였고, 구조체 관리용 공시체도 제작하여 구조체 옆에서 계획된 재령동안 현장수중양생을 실시한 후 강도시험을 행하였다. 코아강도 및 반발도 측정을 위하여 구조체에 $2.6\text{m} \times 90\text{cm} \times 20\text{cm}$ 의 더미월을 제작하여 재령 28일 에서 코아채취기를 이용하여 코아를 채취한 후 강도를 측정하였고, 재령 7일과 28일에서는 반발도도 측정하였다.

3. 실험결과 및 분석

3.1 굳지않은 콘크리트의 특성

(1) 유동성 및 공기량

그림 1은 유동화전후의 슬럼프, 슬럼프 플로우, 공기량 및 단위용적중량을 나타낸 것이다. 슬럼프 플로우는 유동화후

64cm로 측정되어 계획된 값을 발휘하였으나, 공기량은 유동화후 급격히 감소하는 것으로 나타났는데, 이는 플라이애시의 영향으로 분석된다. 한편, 전반적으로 굳지않은 콘크리트의 물성은 레미콘차를 운반도중 유동화시키므로써 충분한 교반시간이 확보되어 양호한 품질을 발휘할 수 있었다.

(2) 충전성 및 재료분리저항성

그림 2는 유동화후의 유하시간과 충전높이를 나타낸 것으로 유하시간은 1.5초, 충전높이는 38cm로 매우 양호한 충전성을 보였다. 한편 그림 3은 부어넣은 후 시간경과에 따른 불리딩량을 나타낸 것으로 경과시간 150분 후에도 최대 $0.29\text{cm}^3/\text{cm}^2$ 정도로 JASS-5의 규정인 $0.3\text{cm}^3/\text{cm}^2$ 이하를 만족하고 있었다.

3.2 경화콘크리트의 특성

그림 4는 재령 7일과 28일에서의 유동화 전후 및 다짐과 무다짐간의 압축강도를 나타낸 것이다. 먼저 유동화전후의 압축강도는 유동화후가 유동화전보다 약간 높거나 거의 비슷한 경향으로 나타나 유동화에 따른 강도저하는 없는 것으로 확인됐다. 또한 다짐방법간의 차이는 다짐과 무다짐간 거의 차이가 없는 것을 알 수 있었다.

그림 5는 구조체내 더미월에서 높이별로 측정한 코아압축강도와 반발도를 나타낸 것이다. 먼저 코아압축강도의 경우 상하부간의 차이가 거의 없는 것을 확인할 수 있었고, 반발도의 경우도 거의 유사하거나 하부가 약간 높은 경향을 띠는 것으로 조사됐다. 이는 결국 유동화후 고유동 콘크리트가 재료분리 없이 구조체내에 구석구석 양호하게 채워진 결과로 사료된다.

4. 결론

분리저감형 유동화제를 이용하여 유동화 공법으로 고유동 콘크리트를 제조하기 위한 일련의 현장 실제 구조체 적용 실험연구의 결과를 요약하면 다음과 같다.

1) 굳지않은 콘크리트의 특성으로 유동성, 충전성 및 재료분리저항성은 소요의 품질을 만족시켰으나 공기량의 경우 플라이애시의 영향으로 유동화후 크게 저하하는 경향을 보였다. 또한, 유동화방법을 공장에서 칩가후 운반중에 유동화하므로 인하여 충분한 교반시간을 확보할 수 있어 전반적으로 유동화후 콘크리트가 균질한 품질을 확보할 수 있는 것으로 밝혀졌다.

2) 압축강도 특성으로 전반적으로 유동화전, 후의 압축강도는 큰 차이를 보이지 않았으며, 다짐방법 간에도 다짐과 무다짐간에 별다른 강도의 차이가 없는 것으로 나타났다.

3) 코아강도 및 반발도의 경우 높이별 차이는 별로 크지 않은 것으로 밝혀졌다.

참고문헌

1. 한천구, 김성수, 손성운, 전충근, 윤길봉, 남궁기, 고유동콘크리트용 분리저감형 유동화제의 개발에 관한 기초적 연구, 대한건축학회 학술발표논문집, 제 20권, 제 2호, 2000. 10.

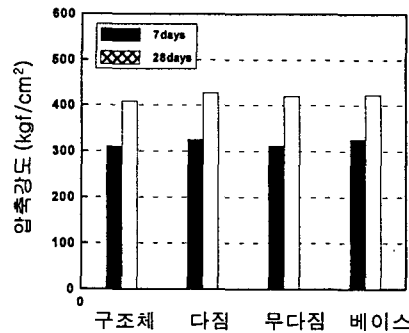


그림 4 양생 및 다짐방법별 압축강도

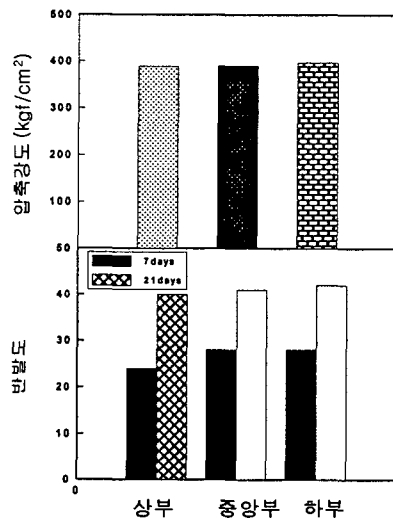


그림 5 높이별 코아압축강도 및 반발도