

플라이애쉬 치환율 변화에 따른 준고유동 콘크리트의 특성

The Properties of Semi-High-Fluidity Concrete with the Variation of Replacement Ratio of Fly-Ash

유 호 범*	김 기 철**	윤 기 원***	이 정 희****	한 천 구****
Yu, Ho Bum	Kim, Gi Cheol	Yoon, Gi Won	Lee, Jung Hee	Han, Cheon Goo

ABSTRACT

Recently great efforts and investment have been made in order to achieve economical production by applying new methods like minimization of man-power into construction field. Therefore in this study, we have been focused on the development and practical using of semi-high-fluidity concrete with viscosity agent and fly-ash, also we find out the optimum mix proportions to accomplish good quality semi-high-fluidity concrete. The results of this study show that semi-high-fluidity concrete with viscosity agent of 0.03~0.1%(W×%) and the ratio of fly-ash replacement of 10~20% in W/B of 35~45% has better performance than the high-fluidity-concrete.

1. 서 론

슬럼프 플로우치가 50~70cm 정도로서 자기 충전성을 갖춘 양호한 고유동 콘크리트는 높은 유동성 등 품질이 우수한 반면 실무 적용시, 제조나 타설구획의 계획이 어렵고, 재료비용이 높아 경제성상의 불리한 점 때문에 일반 건축물의 부재에는 사용이 불합리한 것이 현실적인 문제로 대두되고 있다. 따라서 이러한 고유동 콘크리트의 난점을 해결하고 현실에서 범용적인 준고유동 콘크리트의 개발은 시공 및 경제성면에서도 유리할 것으로 생각된다.

그러므로 본 연구에서는 물결합재비 35% 및 45%인 조건에서 슬럼프 플로우 40~50cm 정도인 준고유동 콘크리트(Semi-High-Fluidity Concrete)를 플라이애쉬 치환율 변수로 실험하여 굳지않은 콘크리트 및 경화 콘크리트의 제반 물리·역학적 특성을 분석하므로써 경제적이고 고품질인 준고유동 콘크리트의 개발에 한 참고자료로 제시하고자 한다.

2. 실험계획 및 방법

2.1 실험계획

본 연구의 실험계획은 표 1과 같고, 배합사항은 표 2와 같다. 이때, 보통 콘크리트는 목표슬럼프를 $18 \pm 1\text{cm}$ 로 하고, 준고유동 콘크리트 및 고유동 콘크리트는 목표 슬럼프 플로우를 $45 \pm 5\text{cm}$ 및 $60 \pm 10\text{cm}$ 로 하며, 플라이애쉬를 치환하지 않은 경우 목표 공기량은 $4.5 \pm 1.5\%$ 로 한다.

* 정희원, 청주대 건축공학과, 석사과정	**** 정희원, 대전산업대학 건축공학과 교수, 공학박사
** 정희원, 청주대 건축공학과, 박사과정	
*** 정희원, 주성대학 건설재료공학과 전임강사, 공학박사	***** 정희원, 청주대 건축공학과 교수, 공학박사

표 1. 실험계획

요인			실험사항	
콘크리트 종류	W/B (%)	F.A/C (%)	굳지않은 콘크리트	경화 콘크리트
보통 (G)	35 45	0	○ 슬럼프 ○ 슬럼프 플로우	○ 압축강도
준고유동 (S)	35 45	10 20		
고유동 (H)	35 45	0	중량	

표 2. 배합사항

기호	W/B (%)	W (kg/m ³)	S/A (%)	S.P/C (%)	V.A*/W (%)	F.A/C (%)	절대용적 (ℓ/m ³)		
							C	S	G
G-35	35	180	40	0.50	0	0	163	245	367
S-35-0				0.85	0.03	0	163	245	367
S-35-10				0.85	0.03	10	147	242	363
S-35-20				0.85	0.03	20	131	239	356
H-35	45	185	45	1.50	0.15	0	163	245	367
G-45				0.35	0	0	131	288	352
S-45-0				0.80	0.10	0	131	288	352
S-45-10				0.80	0.10	10	117	285	349
S-45-20	0.80	0.10	20	104	282	346			
H-45	1.20	0.20	0	131	288	352			

* V.A : Viscosity Agent (증점제)

2.2 사용재료

본 실험의 사용재료로 시멘트는 국내산 1종 보통 포틀랜드 시멘트를 사용하고, 골재로써 잔골재는 충북 청원군 미호천산 강모래(비중 : 2.56, 조립율 : 2.54)를 사용하며, 굵은 골재는 진천군 백곡면산 화강암 부순돌(비중 : 2.61, 조립율 : 6.7)을 사용한다. 또한, 혼화재료로써 플라이애쉬는 보령화력산(비중 : 2.1 강열감량 : 5.9%), 유동화제는 J사의 폴리칼본산 에테르계, 증점제는 셀룰로스 에테르계(PEO계)를 사용한다. 물은 음료 가능한 청주시 상수도를 사용한다.

2.3 실험방법

본 연구의 실험방법으로 콘크리트의 혼합은 강제 팬믹서를 이용하여 혼합한다. 굳지않은 콘크리트에서의 슬럼프 및 슬럼프 플로우 시험은 KS 및 기존에 알려진 방법으로 실시하는데, 비빔직후를 기준으로 90분 경과후까지 매 30분마다 슬럼프 및 슬럼프 플로우의 경시변화를 측정하도록 한다. 압축강도용 공시체는 다짐방법의 차이를 분석하기 위하여 표준다짐과 Table진동기를 이용한 진동다짐, 공시체를 전혀 다지지 않고 성형한 무다짐 방법으로 제작한다. 경화 콘크리트의 실험으로 압축강도 시험은 KS F 2405 규준에 의거하여 실시한다.

3. 실험 결과 및 분석

3.1 배합특성

그림 1은 W/B별로 구분하여 콘크리트의 종류에 따른 혼화제 첨가율을 비교한 것이다. 먼저, W/B 35%의 경우 유동화제의 첨가율은 준고유동 콘크리트가 고유동 콘크리트보다 0.65% 적은 양이 첨가되고, 보통 콘크리트보다는 0.35% 많은 것으로 나타났다. 또한, 증점제 첨가량도 고유동 콘크리트보다 0.07% 적고, 보통 콘크리트보다 0.03% 많은 포물선 경향으로 나타났다. 단, W/B 45%의 경우 유동화제 및 증점제 첨가율이 준고유동 콘크리트는 보통 콘크리트의 2배, 고유동 콘크리트는 준고유동 콘크리트의 2배 정도 첨가되는 직선적인 경향으로 나타났다.

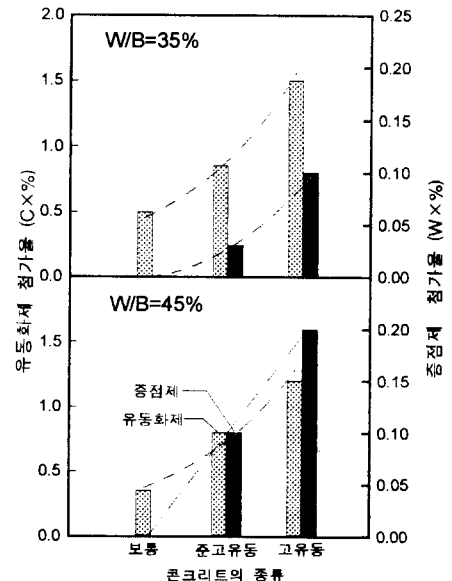


그림 1. 콘크리트의 종류별 혼화제 첨가율

따라서, 고유동 콘크리트의 경제적인 측면에서 불리한 배합조건을 준고유동 콘크리트로 제조하여 사용하면 W/B 35%와 같은 고강도 콘크리트일수록 경제적으로 더 큰 효과를 얻을 수 있을 것으로 사료된다.

3.2 굳지않은 콘크리트의 특성

그림 2는 W/B 및 콘크리트의 종류와 준고유동 콘크리트의 플라이애쉬 치환율별 경시변화에 따른 슬럼프 플로우와 슬럼프치 변화경향을 나타낸 것이다. 전반적으로 슬럼프 플로우 및 슬럼프치는 시간이 경과할수록 감소하는 것으로 나타났는데, 슬럼프 플로우는 W/B 35%의 경우 준고유동 콘크리트 및 고유동 콘크리트의 감소는 유사한 경향으로 즉, 90분 경과후의 슬럼프 플로우 감소는 약 20cm 정도로 나타났다. W/B 45%의 경우는 90분 경과후에 고유동 콘크리트는 25cm, 준고유동 콘크리트는 17.5cm 감소하는 것으로 나타나 W/B가 클수록 준고유동 콘크리트가 유리함을 알 수 있었다. 또한, 준고유동 콘크리트의 플라이

애쉬 치환율에 의한 슬럼프 플로우는 플라이애쉬 치환율이 증가할수록 W/B 35%에서는 약간 감소하는 것으로 나타났으나, W/B 45%의 경우는 증가하는 것으로 나타났다.

슬럼프는 슬럼프 플로우와 유사한 경향으로 나타났는데, 슬럼프치로 유동성을 관리하는 보통 콘크리트는 슬럼프의 실험방법 특성상 비빔직후 슬럼프치가 급격히 감소하는 것으로 나타났다.

그림 3은 W/B별 및 콘크리트 종류와 준고유동 콘크리트의 플라이애쉬 치환율 변화에 따른 공기량과 단위용적중량을 나타낸 것이다. 콘크리트 종류별 공기량은 목표한 범위에 만족하였고, 준고유동 콘

크리트는 플라이애쉬 치환율이 증가할수록 공기량이 크게 감소하는 것으로 나타났는데, 이는 플라이애쉬에 포함된 미연소 탄분의 AE제 흡착작용으로 공기포가 소실되어 나타난 결과로서 이 경우는 동결융해작용에 따르는 내구성 향상을 위한 AE공기량 확보대책이 요구되어진다. 단위용적중량은 공기량과는 반대경향으로 나타났다.

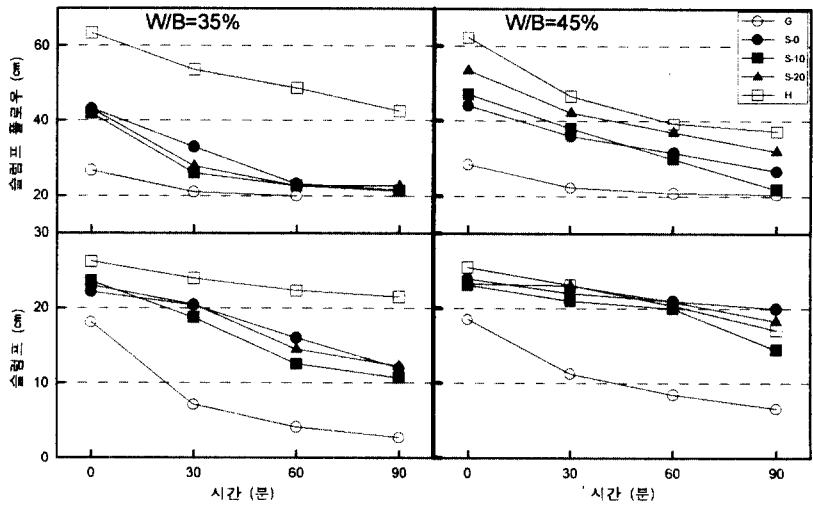


그림 2. 콘크리트의 종류 및 F.A 치환율에 따른 슬럼프 플로우 및 슬럼프 경시변화

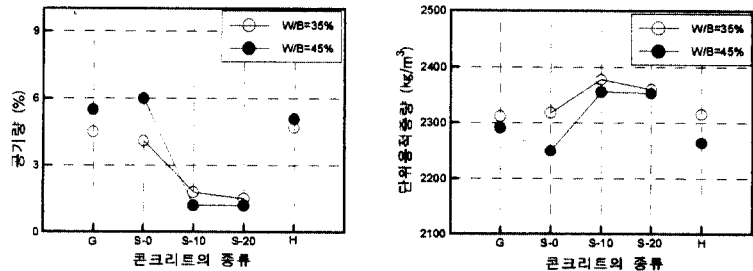


그림 3. 콘크리트 종류 및 F.A 치환율에 따른 공기량과 단위용적중량

3.3 압축강도 특성

그림 4는 W/B별 콘크리트 종류 및 준고유동 콘크리트의 플라이애쉬 치환율에 따른 7일 및 28일 압축강도를 공시체 다짐방법별로 나타낸 그래프이다. 전반적으로 압축강도는 준고유동 및 고유동 콘크리트는 거의 유사한 값을 나타내나, 보통 콘크리트는 약간 저하하는 것으로 나타났다. 특히, 다짐방법에 따라서는 준고유동 및 고유동 콘크리트는 별 차이가 없으나, 보통 콘크리트의 경우는 표준다짐과 진동다짐은 강도차가 거의 없고, 무다짐의 경우는 표준다짐보다 재령 28일에서 W/B 35%는 약 17%, W/B 45%는 약 21%의 저하가 나타났다.

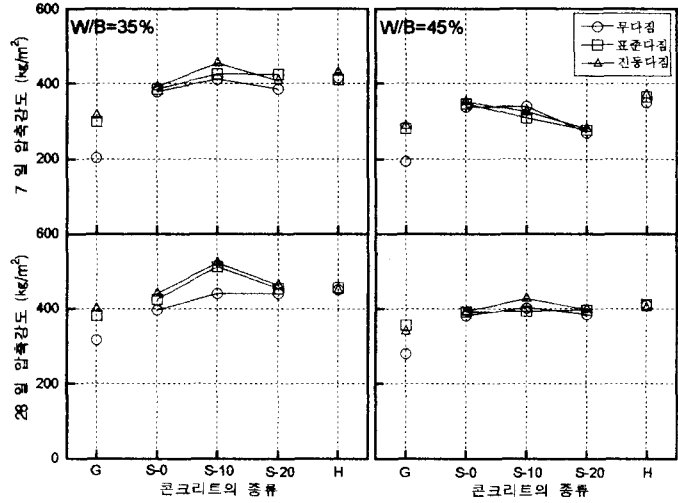


그림 4. 콘크리트의 종류 및 F.A 치환율에 따른 경화 콘크리트의 압축강도

준고유동 콘크리트에서 플라이애쉬 치환율에 따른 압축강도는 W/B 35%의 경우 플라이애쉬 치환율이 증가할수록 재령 7일 및 28일 모두 증진되었는데, 특히 치환율 10%에서 가장 크게 나타났다. 이는 플라이애쉬 치환율이 증가함에 따라 공기량 감소 및 미분말에 의한 공극 충전효과 및 포졸란반응 등으로 압축강도의 증가가 큰 것으로 분석된다. W/B 45%의 경우는 플라이애쉬 치환율이 증가할수록 재령 7일에서는 압축강도가 저하하나, 재령 28일은 치환율 10%에서 약간 증진되는 것으로 나타났다.

따라서 본 연구조건에서는 강도 및 경제성을 고려할 때, 준고유동 콘크리트의 적정 플라이애쉬 치환율은 10%정도의 범위가 양호한 것으로 나타났다.

4. 결 론

플라이애쉬 치환율 변화에 따른 준고유동 콘크리트의 특성을 분석한 결과는 다음과 같다.

(1) 배합특성으로 준고유동 콘크리트는 고유동 콘크리트보다 혼화제 사용량을 50%이하로도 제조가 가능할 수 있어 경제성 및 시공을 고려할 때 유리한 것으로 나타났다.

(2) 굳지않은 콘크리트에서 준고유동 콘크리트의 슬럼프 플로우는 플라이애쉬 치환율이 증가할수록 W/B 35%의 경우는 약간 감소, W/B 45%의 경우는 증가하는 것으로 나타났고, 공기량은 크게 감소하여 공기량 확보방안이 요구되어졌다.

(3) 경화 상태에서 준고유동 콘크리트의 압축강도는 무다짐 조건일지라도 고유동 콘크리트와 거의 차이가 없는 것으로 나타나 플라이애쉬를 10%정도 치환하는 준고유동 콘크리트가 강도 및 경제성을 고려할 때 더욱 우수한 것으로 밝혀졌다.

참고문헌

1. 三好 征夫, 中村 成春, 準高流動コンクリートの基礎研究, 日本建築學會學術講演論文集, 1998. 9
2. 小山 智辛, 小山田英弘, 中流動コンクリートに関する基礎的研究, 日本建築學會學術講演論文集, 1998. 9
3. 이진규, 최병영, 윤기원, 한진규; 증점제를 이용한 고유동 콘크리트의 특성에 관한 기초적 연구, 대한건축학회학술발표논문집, 제 15권 제2호, 1995. 10