

増粘劑를 이용한 高流動 콘크리트의 特性에 관한 基礎的 研究

- 第 1 報 : 굳지않은 상태의 特性 -

A Fundamental Study on the Properties of High-Fluidity Concrete Using Viscosity Agent
- Part 1 : Properties of Fresh Concrete -

○ 趙 炳 英¹⁾ 朴 相 俊¹⁾ 尹 起 源²⁾ 崔 應 奎³⁾ 韓 千 求⁴⁾
Cho, Byeong Young Park, Sang Jun Yoon, Gi Won Choi, Eung Kyoo Han, Cheon Goo

Abstract

The purpose of this study is analyze to the properties of high fluidity concrete(W/C 35~50%) with the dosage of viscosity agent(Hydroxy Propyl Methyl Cellulose ; HPMC : 15U). From the results, flowability was good about 200g/m³, segregation-resistibility and placeability were good upward 300g/m³. To synthetic, the dosage of viscosity agent are discovered best in 200~400g/m³.

I. 序 論

콘크리트는 시멘트, 물, 골재 등 비중이 서로 다른 여러 종류의 재료를 조합시켜 만든 복합재료로서, 보통 반죽절기 정도의 콘크리트라도 재료분리 현상은 쉽게 발생한다. 더욱이 高流動 콘크리트는 이와같은 보통 콘크리트보다 유동성이 월등히 우수하여 재료분리가 훨씬 발생하기 쉬운 상태로서 이경우 유동성을 확보하며 재료분리를 방지하기 위하여는 특별한 조치가 요구된다.

고유동 콘크리트의 재료분리를 방지하는 방법은 크게 3가지로서 미분말을 이용(분체 Type)하는 방법과 増粘劑를 이용(増粘劑 Type)하는 방법 및 두가지를 복합하는 방법으로, 국내의 기존 연구에서는 대부분 W/C(또는 W/B) 35% 이하에서의 분체 Type의 연구가 주류를 이루었으나, 실용화 및 경제적인 측면에서 중요시되는 것은 이보다 W/C가 큰 범위에서 増粘劑 Type의 연구로 사료된다.

그러므로 본 연구는 W/C 35~50%의 기존연구보다 비교적 W/C가 큰 영역에서의 増粘劑를 이용한 高流動 콘크리트를 시험비밀하여 그 특성을 분석하므로써 高流動 콘크리트의 개발 및 실무적용에 한 참고자료를 제시하고자 함에 본 연구의 목적이 있다.

단, 본 보에서는 굳지않은 상태에서의 특성에

- 1) 정회원, 청주대 대학원 석사과정
- 2) 정회원, 청주대 대학원 박사과정
- 3) 정회원, 삼성건설(주) 기술연구소
수석연구원, 공학박사
- 4) 정회원, 청주대 교수, 공학박사

미치는 영향만을 보고하고, 추후에 경화상태의 특성 및 모의구조체 실험에 대하여 보고하도록 한다.

II. 實驗計劃 및 方法

2.1 實驗計劃

본 연구의 실험계획은 표 1과 같으며, 배합사항은 표 2와 같다.

2.2 使用材料

本 實驗에 使用한 材料로 먼저 시멘트는 아세

표 1. 실험계획

요 인		실 험 사 항			
W/C (%)	증점제량 (%)	유동성	충전성	재료분리 저항성	기 타
35	0	슬립 플로우	U형 충전 시험	슬립 플로우 큰골재 씻기 시험	공기량 블라이닝
	150				
	300 450				
42	0	경시 변화		5mm채 통과 시험	
	200				
	400 600				

표 2. 배합사항

W/C (%)	W (kg/m ³)	S:A (%)	S:P:C (%)	증점제량 (g/m ³)	절대용적 (g/m ³)		
					C	S	G
35	180	45	3.5	0	163	291	356
				150			
				300 450			
42	185	46	3.0	0	140	306	359
				200			
				400 600			
50	195	48	3.0	0	124	322	349
				200			
				400 600			

아 시멘트(주)의 1종 보통 포틀랜드 시멘트를 使用하였는데, 이때 시멘트의 물리적 성질은 표 3과 같다.

골재로써 잔골재는 충북 정원군 미호천산 강 모래를 使用하였으며, 굵은골재는 충북 진천군 백곡면산 화강암 부순물을 使用하였다. 이때 잔·굵은 골재의 물리적 성질은 표 4와 같으며 粒度曲線은 그림 1과 같다.

또한, 混和材料로써 고유동화제는 동양MK사의 Mighty-2000WHZ를, 재료분리를 방지하기 위하여 使用한 增粘劑는 삼정정밀화학의 Mecellose(HPMC)를 使用하였으며 이에 대한 물리적 성질은 표 5 및 6과 같다. 물은 음료가 가능한 청주시 상수도를 使用하였다.

2.3 實驗方法

본 연구의 실험방법으로 콘크리트의 혼합은 20±3℃의 실험실에서 강제 팬믹서를 使用하였으며, 재료 투입순서는 잔골재와 시멘트를 투입하여 저속(20rpm)으로 30초간 견비비한 후 물을

표 3. 시멘트의 물리적 성질

비중	분말도 (cm ² /g)	안정도 (%)	응결시간 (분)		압축강도 (kg/cm ²)		
			초결	종결	3일	7일	28일
3.15	3.359	0.10	260	359	211	275	360

표 4. 잔·굵은 골재의 물리적 성질

골재종류	비중	흡수율 (%)	단위용적중량 (kg/m ³)	공극율 (%)	입형과정실적율 (%)
천연사	2.55	2.4	1,618	36	57
화강암부순물	2.69	0.61	1,533	43	57

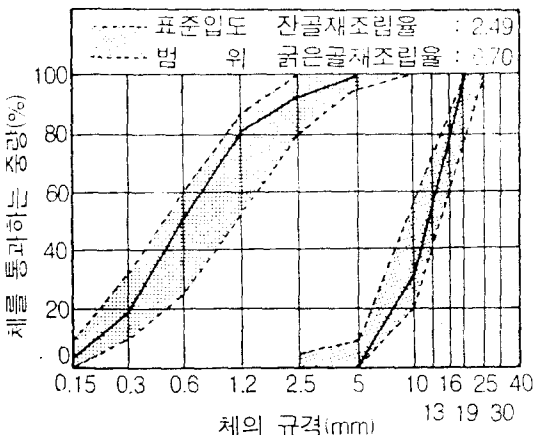


그림 1. 잔·굵은 골재의 입도곡선

표 5. 고유동화제의 물리적 성질

주 성분	외관	PH	비중 (20℃)	알카리량 (%)	염화물 이온량 (%)
폴리칼분산계 고분자 계면활성제	담갈색 액체	7.2	1.06 0.02	0.5 이하	0.01 이하

표 6. 增粘劑의 물리적 성질

주 성분	점도(cps) (2%수용액; 20℃:20rpm)	외관	특징
Hydroxy Propyl Methyl Cellulose	15,000 (15U)	흰색 분말	높은 겔하온도 (2%:85℃) 유효성 우수

넣고 중속(30rpm)으로 30초간 혼합한 뒤 고유동화제를 넣고 중속(40rpm)으로 1분, 굵은골재와 증집제를 넣고 중속(40rpm)으로 1분, 저속으로 1분간 비빔하므로써 혼합을 완료하였다.

굳지않은 상태에서의 유동성 시험으로 슬럼프 플로우는 슬럼프 시험 후 내려앉은 콘크리트의 최대지름과 직교하는 두지점의 지름을 측정하여 그 두 값의 평균으로 하였다.

충전성 시험은 기존의 U형 충전시험 장치를 使用하여 충전높이를 측정하는 것으로 하였다.

재료분리 저항성은 슬럼프 플로우 시험이 완료된 시료에 대하여 지름 20cm의 동심원으로 시료를 분리하여 지름 20cm 以内 시료와 以外 시료를 굵은골재 분포율로 산출하여, 이때 20cm 以内의 굵은골재 분포율에 대한 以外의 굵은 골재 분포율을 재료분리율로 하는 것으로 하였다.

5mm채 통과시험은 모르타의 분리저항성을 평가하기 위하여 실시하였는데, 2ℓ의 용기에 시료를 채취하여 No.4체에 일시적으로 부어넣어 통과 모르타의 중량을 측정하므로써 전체 모르타에 대한 통과 모르타의 백분율로 하였다.

공기량과 블리딩 시험은 KS F 2421 및 2414 규정에 의거 실시하였다.

III. 實驗結果 및 分析

3.1. 流動性

그림 2는 W/C별 增粘劑 첨가량 변화에 따른 슬럼프 플로우와 슬럼프 플로우 50cm 도달속도를 나타낸 것으로써, 슬럼프 플로우 및 도달속도는 增粘劑 첨가량이 증가할수록 감소하는 경향으로 나타났고, W/C 35%의 경우 增粘劑 첨

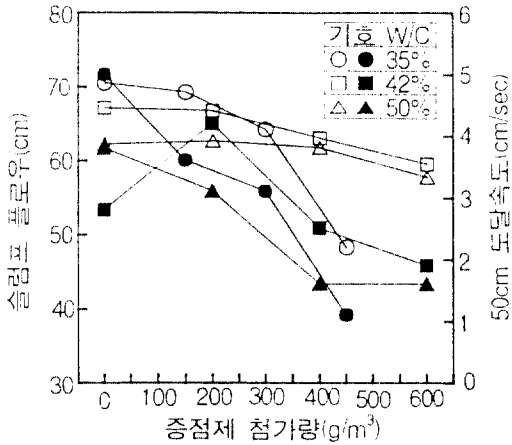


그림 2. 증점제 첨가량 변화에 따른 슬럼프 플로우와 도달속도

가량이 증가할수록 슬럼프 플로우의 감소 구배는 비교적 크게 나타났으나 W/C 42% 및 50% 경우에는 증점제 첨가량이 증가하여도 유동성은 크게 감소하지 않는 것으로 나타났는데, 이는 큰 단위수량(W/C 42%는 185kg/m³, 50%는 195kg/m³)으로 인하여 유동성의 감소가 작은 것으로 사료된다.

콘크리트의 유동성을 레올로지(Rheology)로 볼때, 슬럼프 플로우는 항복치에, 유동속도는 소성점도에 영향을 받는다면 항복치가 작은 경우 슬럼프 플로우는 커지며, 소성점도가 작으면 도달속도는 빠르게 나타날 수 있다. 따라서, 본 실험의 조건에서 증점제 첨가량이 작을수록 유동성은 양호한 것으로 나타나 유동성 측면에서의 증점제 첨가량은 200g/m³ 전후가 적합한 것으로 나타났다.

그림 3은 각 W/C별 경시변화에 따른 슬럼프

플로우를 나타낸 것이다. 전반적인 경향으로 시간이 경과함에 따라 슬럼프 플로우는 비교적 규칙적으로 감소하는 것으로 나타났는데, W/C가 할수록 슬럼프 플로우의 감소구배가 약간 커지는 것으로 나타났다.

3.2. 材料分離 抵抗性

그림 4는 증점제 첨가량 변화에 따른 재료분리율과 5mm체 통과율을 나타낸 것으로, 각 W/C 모두 재료분리율은 90~100% 이내로써 양호한 재료분리율을 나타내고 있으나 실험실에서의 육안 관찰에 의하면 증점제 첨가량이 200g/m³ 이하의 범위에서는 재료분리가 나타나는 것을 알 수 있었으며, 증점제 첨가량이 증가할수록 재료분리 저항성이 양호한 것으로 나타났다.

증점제 첨가량 변화에 따른 5mm체 통과율은 전반적으로 증점제 첨가량이 증가할수록 통과율은 감소하는 것으로 나타났는데, 이는 증점제 첨가량이 증가할수록 모르타르의 점성이 증가하여 굵은 골재와 모르타르간의 재료분리가 감소하므로써 통과율이 낮은 것으로 분석되며, 5mm체 통과율과 재료분리율에서 볼때 재료 분리 저항성이 양호하려면 모르타르의 점성이 어느 정도 확보되어야만 하는 것으로, 본 실험에서는 증점제 첨가량 300g/m³ 이상의 범위에서 적정한 것으로 나타났다.

3.3. 充填性

그림 5는 증점제 첨가량 변화에 따른 충전높이를 나타낸 것으로써 전반적인 경향은 각 W/C에서 증점제의 첨가량이 증가할수록 충전높이는 높아지는 것으로 나타났는데, 이는 증점

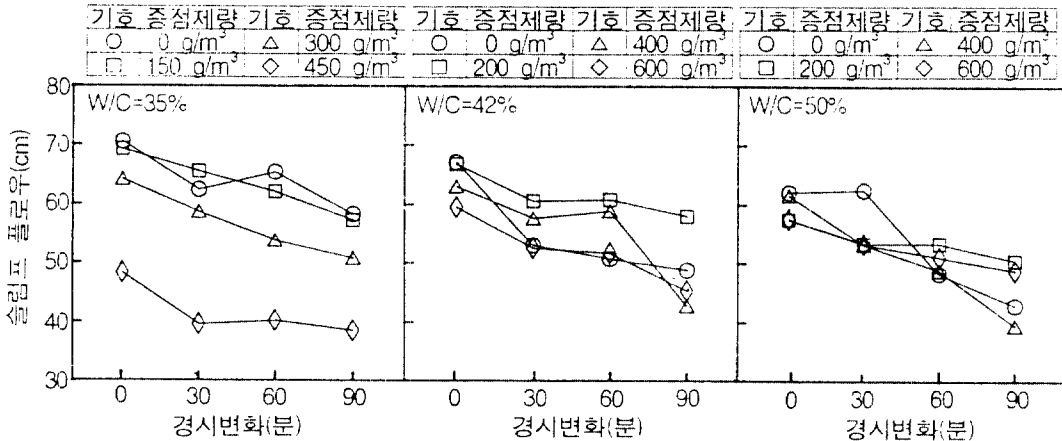


그림 3. W/C별 경시변화에 따른 슬럼프 플로우

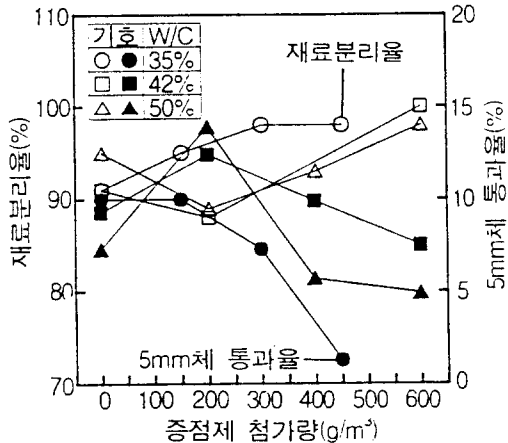


그림 4. 증점제 첨가량 변화에 따른 재료 분리율과 5mm체 통과율

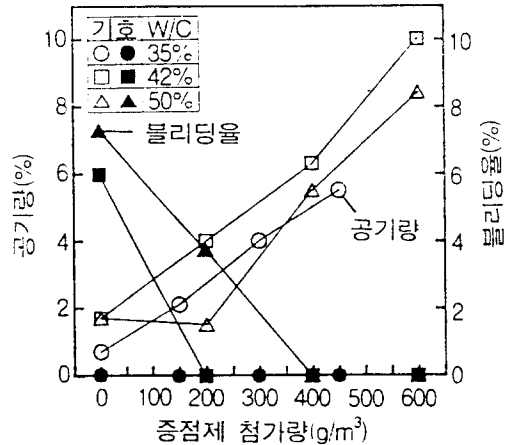


그림 6. 증점제 첨가량 변화에 따른 공기량 및 블리딩

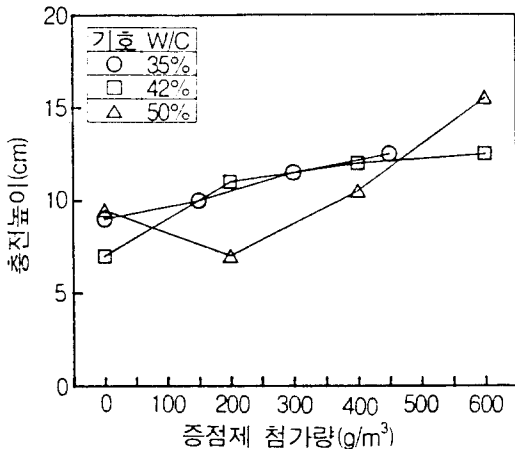


그림 5. 증점제 첨가량 변화에 따른 충전높이

劑 첨가량이 감소할수록 콘크리트의 점성이 저하되어 모르타와 굵은 골재가 일체성을 유지한 변형유동이 이루어지지 않고 굵은 골재가 서로 접촉되는 Arching 현상(가교현상)이 발생하므로써 U형 충전시험 장치내의 철근에 의해 폐쇄현상이 발생하여 간극통과성이나 충전성이 저하되는 것으로 사료되며, 이를 방지하기 위해서는 굵은 골재간 적정 거리를 유지하도록 굵은 골재 사이의 표면에 필요한 모르타량을 확보하므로써 Arching 현상을 억제하고, 또한 콘크리트의 적정 점도를 유지하는 것으로 사료된다.

3.4 空氣量 및 블리딩

그림 6은 증점제 첨가량 변화에 따른 공기량과 블리딩을 나타낸 것으로서, 전반적으로 증점제 첨가량이 증가할수록 공기량도 증가하는

것으로 나타나 증점제에 대한 공기량 안정에 관한 방안이 요구되었다.

또한 증점제 첨가량 변화에 따른 블리딩율은 증점제 첨가량이 증가할수록 현저히 감소하는 것으로 나타났는데, W/C 35%의 경우에는 증점제를 첨가하지 않아도 블리딩은 거의 나타나지 않았으며, W/C 42% 및 50%에서는 증점제 첨가량 200g/m³ 및 400g/m³ 이후에서 블리딩이 발생하지 않는 것으로 나타났다.

IV. 結論

증점제 첨가량 변화에 따른 高流動 콘크리트의 굳지않은 상태의 특성을 구명한 실험연구에서 다음과 같은 결과를 얻었다.

- 1) 유동성은 증점제 첨가량이 많을 수록 감소하였는데, 증점제 첨가량 200g/m³ 전후에서 비교적 양호하게 나타났다.
- 2) 재료분리 저항성 및 충전성은 증점제 첨가량이 많을수록 양호하였는데, 최소한 증점제 첨가량 300g/m³ 이상에서 양호한 것으로 나타났다.
- 3) 이상의 결과와 경제성까지 종합하여 Hydroxy Propyl Methyl Cellulose(HPMC:15U)계 증점제의 첨가량에 따른 유동성, 재료분리 저항성 및 충전성이 양호한 범위는 W/C가 클수록 많은 양으로 약 200~400g/m³이 가장 추천할만한 것으로 분석되었다.

끝으로 본 연구가 이루어질 수 있도록 지원하여준 삼성건설(주)기술연구소, 삼성정밀화학(주) 및 동양 MK(주)에 깊은 감사를 드린다.