

폴리사카라이드계 증점제를 혼합한 고유동 콘크리트의 물성

Properties of Self Compacting Concrete Using Viscosity Agent Based on Polysaccharide Derivative

최재진* 유정훈** 신도철*** 나종율****
Choi,Jae-Jin Yoo,Jung-Hoon Shin,Do-Cheol Na,Chong-Youl

ABSTRACT

Self compacting concrete has the strong point in capability of concrete to be uniformly filled and compacted in every corners of formwork by its self-weight without vibration during placing. However, powder type self compacting concrete has the weak point in the heat of hydration, the drying shrinkage and the elastic property of concrete etc. Recently viscosity agent has been developed in order to overcome these weaknesses. In this study, self compacting concrete is made with viscosity agent based on polysaccharide derivative in order to develop the normal strength self compacting concrete. Slump flow, loss of slump flow and setting time are measured for comparison with normal concrete. Compressive strength, freezing and thawing test and carbonation test are conducted on normal and self compacting concrete using viscosity agent. In the experiment, we acquired good results in fresh and hardened self compacting concrete using viscosity agent based on polysaccharide derivative.

1. 서론

최근 국가 기반시설의 확충을 위해 사회간접자본에 대한 투자가 활발해지고 있으며, 콘크리트 구조물이 점점 대형화, 장대화되면서 고강도, 고성능 및 고내구성 콘크리트의 필요성이 요구되고 있다. 현재 건설공사 현장의 콘크리트 시공은 철저한 생산 및 품질관리하에서 제조된 레디믹스트콘크리트와 대량 타설이 가능하도록 하는 펌프장비의 사용이 일반화되어 있다. 그러나 펌프에 의한 타설은 높은 유동성을 요구하고, 특히 건설구조물이 최근 복잡화, 초고층화 되고, 숙련된 현장 인력의 감소와 노령화 추세에 따라 고유동 콘크리트를 통해 높은 시공성과 작업 능률을 이루려 하고 있다. 그러나 고유동 콘크리트는 높은 시공성 확보를 위한 품질 관리에 높은 기술력이 요구되며, 품질이 불안정할 경우 재료분리 현상이 심하고, 블리딩이 자주 발생되어 강도와 수밀성이 저하되어 내구성이 떨어지고 시공 후

* 정회원, 공주대학교 공과대학 건설환경공학부 교수

** 정회원, 농어촌연구원 농공기술연구실 연구원

*** 정회원, 한국건설품질시험원 건재연구팀장

**** 정회원, (주)케미콘 이사

마무리도 곤란하게 되므로 고유동 콘크리트의 사용상 많은 제약이 있게 되었다.

따라서 본 연구에서는 재료분리 저감을 위한 점성 확보를 위해 단위 시멘트량을 늘리는 기존의 방법 대신 최근 개발된 플라사카라이드계 증점제를 사용하여 재료분리 및 블리딩 저감을 이루면서, 단위 시멘트량을 줄이는 방식으로 보통 강도형 고유동 콘크리트의 최적배합을 도출하였다. 이를 위해 굳지 않은 고유동 콘크리트의 물성을 검토한 후 경화한 고유동 콘크리트의 역학적 성능 및 내구성능을 일반 콘크리트와 비교하였다.

2. 실험 개요

2.1 사용 재료

2.1.1 시멘트 및 플라이애시

본 연구에 사용된 시멘트는 비중 3.15, 분말도 $3,250\text{cm}^2/\text{g}$ 의 S사의 보통 포틀랜드 시멘트이며, 플라이애시는 비중 2.18, 분말도 $3,510\text{cm}^2/\text{g}$ 의 당진산을 사용하였다.

2.1.2 골재

잔골재는 비중 2.60, 흡수율 0.90%, 조립률 2.65의 세척 모래를 사용하고, 굵은골재는 최대치수 25mm, 비중 2.63, 흡수율 0.78%, 단위질량 $1,580\text{kg}/\text{m}^3$ 의 부순 돌을 사용하였다.

2.1.3 화학 혼화제

본 연구에서 사용된 고성능AE감수제는 옅은 노란색의 액상으로 비중 1.19이고, 폴리카르본산에테르를 주성분으로 하고 있다. 또한 재료분리저감과 유동점성 확보를 위해 사용된 증점제는 우유빛의 액상으로서 비중 1.07, pH 11.5의 플라사카라이드계이다.

2.2 실험 방법

2.2.1 굳지 않은 콘크리트

굳지 않은 콘크리트의 워커빌리티는 KS F 2402에 따라 슬럼프와 슬럼프 플로우로 수행하였으며, 공기량 측정은 KS F 2421에 준하여 수행하였다. 또한 슬럼프 플로우 경시변화와 연행공기의 안정성을 평가하기 위해 혼합 후 믹서에서 80분까지 20분 간격으로 슬럼프와 공기량을 측정하였다. 플라사카라이드계 증점제 사용에 따른 콘크리트 응결시간 변화를 평가하기 위해 KS F 2436에 따라 콘크리트 응결시간을 측정하였다.

2.2.2 경화한 콘크리트

고유동 콘크리트를 제조한 후 $20\pm 2^\circ\text{C}$ 에서 소정의 재령까지 표준양생하고 KS F 2405에 따라 압축강도를 측정하였다. 또한 고유동 콘크리트의 내구성능을 파악하기 위해 동결융해 저항성을 KS F 2456에 따라 200사이클까지 측정하였으며, $\varnothing 10\times 20\text{cm}$ 공시체를 상대습도 $60\pm 5\%$, 온도 $20\pm 2^\circ\text{C}$ 및 CO_2 농도 5%의 조건을 가진 촉진중성화시험장치에서 소정 재령 동안 시편을 노출시킨 후 중성화 깊이를 측정하였다.

2.3 고유동 콘크리트 배합

목표 강도 24MPa로서 증점제 혼합량을 3단계로 변화시킨 보통 강도형 고유동 콘크리트 배합은 표 1과 같다.

표 1. 고유동 콘크리트 배합표

종류	항목	굵은골재 최대치수 (mm)	물-결 합재비 (%)	잔골재율 (%)	단위량 (kg/m ³)						공기량 (%)										
					물	시멘트	플라이애시	잔골재	굵은골재	고성능AE감수제		증점제									
Control	25	46.0	49.6	165	287	72	878	899	1.39 (0.4%)	0	3.5										
Fox A												46.0	49.6	165	287	72	878	899	3.60 (1.0%)	2.0	5.5
Fox B																					

3. 실험 결과 및 고찰

3.1 굳지 않은 고유동 콘크리트의 품질

굳지 않은 고유동 콘크리트의 응결시간 및 유동성을 정리한 것이 각각 표 2 및 그림 1이다.

표 2에서 콘크리트의 응결시간은 고유동 콘크리트의 경우 보통 콘크리트에 비해 초결과 종결이 약 10시간 정도 늦어지는 것으로 나타났으며, 또한 증점제의 사용량이 증가할수록 고유동 콘크리트의 응결이 지연되는 경향을 나타내었다.

그림 1에서 알 수 있듯이 보통 콘크리트는 워커빌리티의 경시변화가 크게 나타나는데 비해서 증점제를 사용한 고유동 콘크리트는 초기 슬럼프플로우가 57~59cm이고 80분 후에도 54~56cm로 나타나 워커빌리티의 경시변화가 매우 작은 특성을 보여주고 있다. 이러한 원인은 콘크리트의 점성 증가로 인해 콘크리트 내부의 수분증발이 방지되어 보수성이 유지되며, 표 2에 나타낸 것과 같이 증점제로 인한 응결지연으로 고유동 콘크리트에서는 시간이 경과하여도 작업성이 크게 떨어지지 않는다고 판단된다.

3.2 정확한 고유동 콘크리트의 특성

보통 콘크리트와 고유동 콘크리트의 재령별 압축강도 및 동결융해시험에 따른 상대동탄성계수 변화를 각각 비교 정리한 것이 그림 2 및 그림 3이고, 중성화 촉진 시험 결과를 정리한 것이 표 3이다.

폴리사카라이드계 증점제 사용 고유동 콘크리트의 압축강도를 측정한 결과 폴리사카라이드계 증점제를 사용할수록 압축강도의 감소 현상을 나타내었다. 이는 증점제의 사용량이 증가할수록 고유동 콘크리트의 점성이 증가하여 연행 공기 및 갇힌 공기가 콘크리트 내부에 존재하기 때문이라고 한다. 그

표 2. 고유동 콘크리트 응결시간 측정 결과

종류	항목	응결시간(hr.:min.)	
		초결	종결
Control		8 : 40	11 : 10
Fox A		17 : 20	21 : 00
Fox B		18 : 10	21 : 20

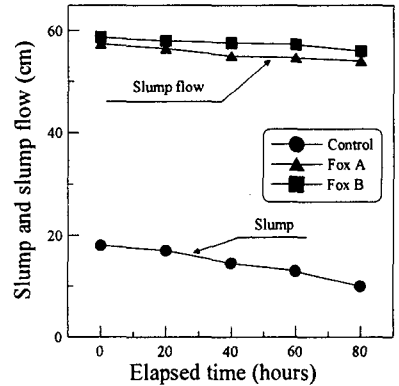


그림 1. 고유동 콘크리트의 유동 특성

러나 이러한 압축강도의 차이가 공기량의 영향으로만 간주할 수 없기 때문에 기타 영향에 대해서도 향후 충분히 검토되어야 할 것으로 사료된다.

축진동결융해 시험에서 보통 콘크리트와 고유동 콘크리트의 동탄성계수비 변화는 동일한 경향을 나타내었으며, 200 사이클 후의 상대동탄성계수비도 93~94% 수준을 나타내어 증점제 사용에 따른 동결융해저항성 감소는 없는 것으로 파악되었다.

콘크리트 축진 중성화 시험결과, 콘크리트 중성화 침투깊이는 증점제 사용 고유동 콘크리트가 다소 큰 경향을 보여주는데, 이는 증점제 사용으로 고유동 콘크리트에 발생하는 공기량이 증가되었기 때문이라고 판단된다.

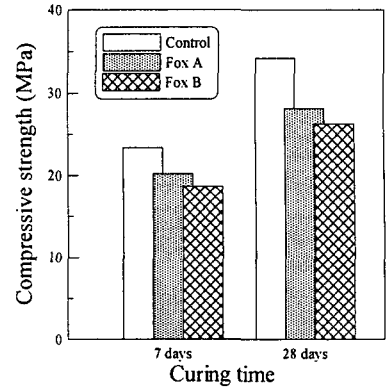


그림 2. 고유동 콘크리트의 압축강도

4. 결론

폴리사카라이드계 증점제를 사용한 보통 강도 고유동 콘크리트와 보통 콘크리트의 경화 진후 품질 및 내구특성을 비교 검토한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 고유동 콘크리트의 응결 특성은 보통 콘크리트와 비교하여 초결 및 종결에서 10시간 정도 지연되는 것을 알 수 있었다.
- 2) 보통 콘크리트는 워커빌리티의 경시변화가 크게 나타나지만, 고유동 콘크리트는 80분 후에도 슬럼프 플로우가 54~56cm로 나타나 워커빌리티의 경시변화가 매우 작은 특성을 보여주고 있다.
- 3) 공기량의 영향으로 고유동 콘크리트의 압축강도는 보통 콘크리트와 비교하여 다소 감소하는 경향을 나타내었다.
- 4) 보통 콘크리트와 고유동 콘크리트의 동탄성계수차이는 거의 없으므로 증점제 사용으로 인한 동결융해저항성의 변화는 없는 것으로 판단된다.

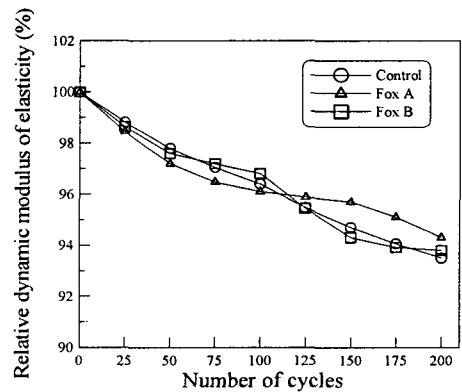


그림 3. 고유동 콘크리트의 상대동탄성계수비

표 3. 고유동 콘크리트의 중성화 시험

	중성화 깊이(mm)
Control	11
Fox A	14
Fox B	13

참고문헌

1. 日本土木學會, 高流動콘크리트施工指針, 1998.
2. 小澤一雅, 前川宏一, 岡村 甫, “하이퍼퍼포먼스콘크리트의開發,” 콘크리트工學年次論文報告集, Vol. 11, No. 1, pp.699~704. 1989. 6.
3. 岡村甫 外 3人, “하이퍼퍼포먼스콘크리트”, 技報堂出版社, 1992.
4. 권영호, “併用系 高流動콘크리트의 配合設計要因 및 工學的 特性에 관한 研究”, 박사학위논문, 충남대학교, 2001.