

PVA와 붕사 첨가 시기에 따른 시멘트 페이스트의 요변성 발현 분석

Analysis on Thixotropy of Cement Paste according to the Addition Timing of PVA and Borax

이유정¹ · 김인태² · 한동엽^{3*}

Lee, Yu-Jeong¹ · Kim, In-Tae² · Han, Dong-Yeop^{3*}

Abstract : This study was proceeded to analyze thixotropy of cement paste according to the addition timing of PVA and borax as a basic study of thixotropy of concrete. According to experiment results, the case added borax first and PVA later is that cement paste shows low thixotropy, and the case added PVA first and borax later is that cement paste shows thixotropy but in certain mix condition fluidity of decrease due to a chemical bond between PVA and borax. The case add PVA and borax simultaneously is that cement paste was expressed thixotropy in all mix condition. Therefore the case add PVA and borax simultaneously is suitable for expressing thixotropy of cement paste.

키워드 : 시멘트 페이스트, 요변성, PVA, 붕사, 레올로지

Keywords : cement paste, thixotropy, polyvinyl alcohol, borax, rheology

1. 서론

최근 빠르고 효율적인 콘크리트 타설을 위해 일반강도 콘크리트에서도 고유동성이 요구되고 있다. 하지만 콘크리트의 유동성을 높여 시공 효율성을 높이는 것은 정밀한 거푸집 조립을 전제로 하는데, 일반강도 콘크리트 배합을 사용하는 소규모 현장에서는 관리 부족으로 인한 거푸집 자체의 품질 저하, 거푸집 조립의 정밀성 저하 등으로 인해 일반강도 콘크리트의 유동성을 개선하였을 때 누출이 발생할 우려가 있다[1]. 이에 따라 콘크리트의 거푸집 누출 방지를 위해 PVA와 붕사를 사용하여 고요변성을 부여하고자 하며[2] 본 연구에서는 콘크리트의 고요변성 발현을 위한 기초적 연구로서 PVA와 붕사의 첨가 시기에 따른 시멘트 페이스트의 고요변성 발현을 분석하고자 한다.

2. 실험 계획

본 연구에서 PVA와 붕사의 첨가 시기에 따른 시멘트 페이스트의 요변성 발현 분석을 위한 실험계획은 표 1과 같다. PVA와 붕사의 첨가 시기는 총 9개의 Case로 설정하여 실험을 진행하였다. PVA와 붕사는 각각 7%, 5% 농도의 수용액 상태로 첨가하였고 첨가량은 PVA 및 붕사를 사용하여 고요변성 시멘트 계열 재료를 제조하기 위한 기초 물성을 분석하는 것에 대한 선행 연구를 바탕으로 설정하였다. 페이스트의 요변성 발현 유무를 분석하기 위해 타격, 비타격 플로와 동적 항복 응력, 소성점도, 틱소트로피를 측정하였다.

3. 시험 결과

본 연구에서는 PVA와 붕사의 첨가 시기에 따른 시멘트 페이스트의 요변성을 분석하였다. 테이블 플로 시험 결과 물시멘트비 0.30, 0.40 배합 모두 9가지 Case에서 타격 플로를 기준으로 타격 후 플로가 증가하였다. 다만 물시멘트비 0.30 배합에서는 비타격 플로가 모든 Case에서 100mm에 근접하고 타격 후 플로가 크게 증가하였으나 물시멘트비 0.40 배합에서는 타격 후 플로가 증가하기는 하지만 타격, 비타격 플로 모두 물시멘트비 0.30 배합보다 높은 유동성을 보였다. 항복응력과 소성점도는 전체적으로 Plain 배합에 비해 모든 Case에서 감소하는 경향을 확인하였다. 틱소트로피 측정 결과 물시멘트비 0.30 배합에서는 Case 2, 4, 7의 경우 측정이 불가능하였는데 이는 PVA와 붕사의 결합이 강하게 발현되어 나타난 결과로 판단된다. 물시멘트비 0.40 배합에서는 Case 2, 4, 7의 경우 Plain 배합보다 높은 틱소트로피를 보였다. 붕사를 배합수에 혼입하고 1차 믹싱 후 PVA를 첨가하는 Case 3의 경우 물시멘트비 0.30 배합과 0.40 배합 모두 0보다 낮게 측정되었으며 붕사를 먼저 첨가하고 PVA를 후에 첨가하는 Case 5, 8의 경우도 Plain 배합보다 낮은 틱소트

1) 경상국립대학교 건축공학과, 박사과정
2) 경상국립대학교 건축공학과, 석사과정
3) 경상국립대학교 부교수, 교신저자(donald.dyhan@gnu.ac.kr)

로피를 갖는 것을 확인하였다. 이를 통해 시멘트 페이스트의 요변성 발현을 위해 붕사를 먼저 첨가하고 PVA를 후에 첨가하는 것은 적합하지 않으며 PVA를 먼저 첨가하고 붕사를 후에 첨가하는 것은 요변성 발현에는 효과적이거나 물시멘트비에 따라 유동성이 저하될 수 있음을 확인하였다. 물시멘트비 0.30 배합에서는 PVA와 붕사를 1차 믹싱 후 동시 첨가하는 Case 6, 물시멘트비 0.40 배합에서는 PVA와 붕사를 2차 믹싱 후 동시 첨가하는 Case 9에서 가장 높은 틱소트로피를 갖는 것을 확인하였으며 시멘트 페이스트의 요변성 발현을 위해 PVA와 붕사를 동시에 후첨가 하는 방식이 가장 적합할 것으로 판단된다.

표 1. 실험계획

Phase	W/C	Addition Timing				Test
Cement Paste	0.30 0.40	Case 1	Add PVA and Borax to mixing water	Case 6	Add PVA and Borax after 1 st mixing	Table Flow (with and without dropping) Yield Stress Viscosity Thixotropy
		Case 2	Add PVA to mixing water Add Borax after 1 st mixing	Case 7	Add PVA after 2 nd mixing Add Borax after 3 rd mixing	
PVA/C (%)	Borax/PVA (%)	Case 3	Add Borax to mixing water Add PVA after 1 st mixing	Case 8	Add Borax after 2 nd mixing Add PVA after 3 rd mixing	
3	50	Case 4	Add PVA after 1 st mixing Add Borax after 2 nd mixing	Case 9	Add PVA and Borax after 2 nd mixing	
		Case 5	Add Borax after 1 st mixing Add PVA after 2 nd mixing	Plain	Without PVA and Borax	

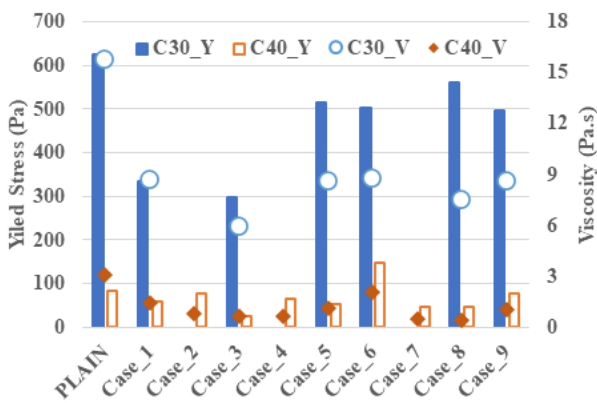


그림 1. PVA와 붕사 첨가 시기에 따른 시멘트 페이스트의 항복응력과 소성점도

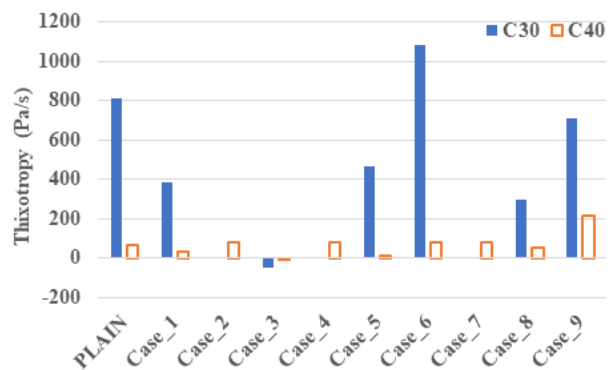


그림 2. PVA와 붕사 첨가 시기에 따른 시멘트 페이스트의 틱소트로피

4. 결론

본 연구를 통해 시멘트 페이스트의 요변성 발현을 위한 PVA와 붕사의 첨가 시기는 PVA와 붕사를 동시에 첨가한 후 믹싱하는 것이 적합하며 배합수에 붕사를 혼입 후 PVA를 첨가하거나 붕사를 먼저 첨가한 후 PVA를 첨가하여 믹싱하는 것과 같이 붕사를 먼저 투입하는 방식은 요변성 발현에 부적합하다는 것을 확인하였다.

감사의 글

이 논문은 2021년 한국연구재단 신진 연구 지원 사업 연구비 지원에 의해 수행되었습니다. 이에 감사드립니다(2021R1C1C10101461 261382116530102).

참고문헌

- 김영기, 이유정, 허준호, 한동엽. PVA 및 붕사를 사용한 고유동 모르타르의 거꾸집 누출량 저감 가능성 분석, 한국건축시공학회 논문집. 2022. 제22권 2호. pp. 125-135.
- 이향선, 이유정, 이영준, 한동엽. PVA 및 붕사를 사용한 고요변성 시멘트 계열 재료 제조를 위한 기초 물성 분석, 한국건축시공학회 논문집. 2020. 제20권 3호. pp. 213-221.