

# 페이스트 점도에 의한 모르타르 유동 특성에 관한 기초 연구

## Preliminary Study on the Relationship between Viscosity of Paste and Flowability of Mortar

김 승 현\*      박 충 훈\*\*      김 백 중\*\*\*      이 종 구\*\*\*      강 경 인\*\*\*\*  
 Kim, Seung Hyun      Park, Chung-Hoon      Kim, Baek-Joong      Yi, Chong-Ku      Kang, Kyung-In

### Abstract

In this study, for purpose of having a prediction on the flowability of mortar, we use the theory of excess paste, which gives a relationship between viscosity of paste versus water-binder ratio and mortar flow versus relative excess paste volume. Pastes and Mortars with four different mix proportions incorporating mineral admixtures were prepared. As a result of experiment, it seems that high flowability of mortar can be attributed to both lower viscosity of paste and increasing the volume of excess paste.

키 워 드 : 페이스트, 모르타르, 점도, 유동성  
 Keywords : Paste, Mortar, Viscosity, flowability

## 1. 서 론

콘크리트의 유동성(flowability)은 일반적으로 콘크리트의 배합 또는 타설시 측정된 슬럼프 또는 플로 값으로 평가되어 왔다. 이러한 평가방법을 개선하기 위하여 Kennedy<sup>1)</sup> 등은 적절한 시공성 확보를 위해 공극을 채우는 충전 페이스트(Compacted paste)와 함께 골재 사이의 마찰을 감소시키는 잉여 페이스트(Excess Paste)의 영향에 대한 이론(Excess -Paste Theory)을 발표하였고, 이를 토대로 최근 페이스트 양에 의한 모르타르와 콘크리트의 유동성을 평가하는 연구가 시도되고 있다.<sup>2)</sup>

본 연구에서는 향후 고유동 콘크리트 제조시 활용가능한 유동성 예측 방법의 개발의 일환으로 모르타르의 유동성에 대한 페이스트의 점도(Viscosity)와 잉여 페이스트의 영향을 분석하고자 한다.

## 2. 실 험

### 2.1 실험 재료

\* 고려대학교 건축공학과 학사과정  
 \*\* 고려대학교 건축사회환경공학부 석사과정  
 \*\*\* 고려대학교 건축사회환경공학부 박사과정  
 \*\*\*\* 고려대학교 건축사회환경공학부 부교수, 교신저자 (chongku@korea.ac.kr)  
 \*\*\*\*\* 고려대학교 건축사회환경공학부 교수  
 이 논문은 2011도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 기초연구사업 지원을 받아 수행된 연구이고 (2012-0002335), 또한, 2011년도 지식경제부의 재원으로 한국에너지 기술평가원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구과제입니다. (No.2011T100200161)

시멘트는 KS L 5201에 의거한 A사 제품으로 그 화학조성과 주요 조성광물은 Table 1과 Table 2와 같으며, 모르타르 제조시 시멘트 사용량 저감을 위한 혼화제로 플라이애시를 사용하였으며 그 화학조성은 Table 3과 같다. 또한, 잔골재는 국내 주문진산 표준사로 사용하였다.

Table 1. Chemical properties of Cement (mass%)

CaO	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SO <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Na <sub>2</sub> O
58.6	22.1	6.4	4.1	3.5	2.6	1.8	0.3	0.2	0.2

Table 2. Mineral composition of Cement (mass%)

C <sub>3</sub> S	C <sub>2</sub> S	C <sub>4</sub> AF	C <sub>3</sub> A	Calcite	Gypsum	Periclase	Lime	Arcanite	Quartz
51.9	19.4	10.3	4.8	4.8	3.9	2.0	1.2	1.1	0.5

Table 3. Chemical properties of Cement (mass%)

SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	MgO	Na <sub>2</sub> O	SO <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
39.7	19.2	18.6	8.5	5.7	3.0	2.7	0.5	0.4	0.4

Table 4. Specific gravity of raw materials

Cement	Fly ash	Fine aggregate
3.11	2.33	2.52

## 2.2 실험 방법

### 2.2.1 페이스트 점도

시멘트 페이스트는 Table 5와 같이 시멘트와 플라이애시를 혼합한 후 건비빔한 결합재를 물-결합재비(Water- Binder ratio) 0.3~0.5 범위 내에서 배합하여 제조하였다. 페이스트의 점도는 KS M ISO 2555에 준하여 비스코메타(Brookfield DV-2+ Pro)를 활용해 스펀들 회전속도 100 RPM에서 3회 반복하여 측정하였다.

### 2.2.2 모르타르 플로

모르타르는 Table 5와 같이 결합재와 잔골재의 비율을 1:3으로 하여 제조하였으며, KS L 5105에 준하여 플로 값을 측정하였다.

Table 5. Mixture proportions of paste and mortar

No.	Mortar			fine aggregate
	Paste		Water	
C	100	0		
FA10	90	10	30 / 40 / 50	300
FA20	80	20		
FA30	70	30		

### 2.2.3 잉여 페이스트(Excess Paste) 산정

잉여 페이스트의 부피는 아래의 식(1)을 통해 구하였다. 충전 페이스트의 부피는 모르타르 제조시 사용된 잔골재의 공극부피와 동일하게 산정하였다.

$$P_e = V_p - P_c \quad (1)$$

$V_p$ :페이스트 총 부피,  $P_e$ :잉여 페이스트 부피,  $P_c$ :충전 페이스트 부피

## 3. 실험 결과 및 분석

본 실험을 통해 측정된 페이스트의 물-결합재 비에 따른 페이스트의 점도는 Figure 1과 같으며, 잉여 페이스트 부피에 따른 모르타르 플로 값은 Figure 2와 같다.

실험결과, 페이스트에서 물-시멘트비가 높고 시멘트 혼화재로 사용된 플라이애시 치환률이 증가할수록 점도는 감소하였으며, 이러한 페이스트 점도의 감소는 모르타르의 플로 값의 증가, 즉 유동성을 향상 시켰다. 또한, 본 실험에서는 동일한 잔골재량을

사용하여 충전 페이스트 부피를 일정하게 유지시켰기 때문에 Figure 2와 같이 시멘트보다 낮은 비중을 가지는 플라이애시의 치환률이 증가할수록 낮은 점도의 잉여페이스트의 부피 증가로 모르타르의 유동성이 향상된 것으로 사료된다.

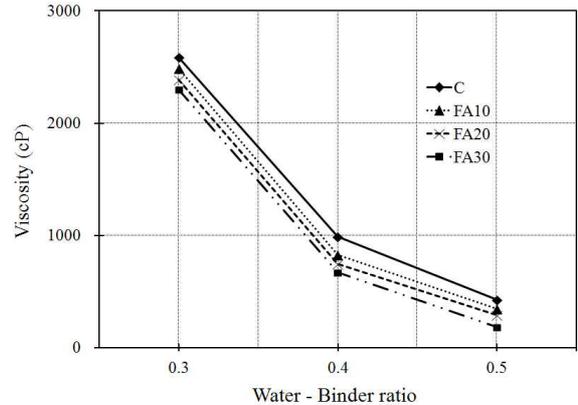


Figure 1 Viscosity of paste versus water-binder ratio

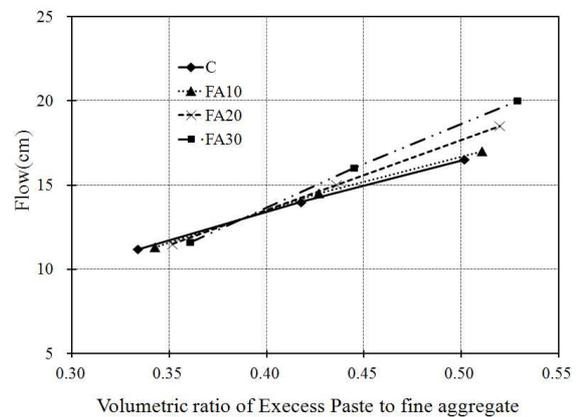


Figure 2 Mortar flow versus relative excess paste volume

## 4. 결 론

본 연구는 시멘트 페이스트의 점도와 잉여 페이스트의 량 및 혼화재 사용에 의한 모르타르의 유동성 변화에 대한 기초연구를 수행한 것이다. 결합재/잔골재 비율, 혼화재 치환률 및 혼화재의 종류 등을 변수로 추가 실험을 수행하여 데이터를 확보함으로써, 향후 페이스트 점도에 의한 모르타르 유동성 예측이 가능한 모델을 제안하고자 한다.

### 참 고 문 헌

1. Kennedy CT. The Design of Concrete Mixes. Proceedings of American Concrete Institute, 36 :373, 1940
2. Oh, SG. Evaluation of the Flowability of Self-Compacting Concrete by Using the Analysis of Excess Paste Theory. Journal of Architectural Institute of Korea, Vol.16 No.4, pp.57~6, 2000.4