

시멘트 및 고성능감수제의 종류에 따른 유동성평가에 관한 실험적 연구

An Experimental Study on the Fluidity Evaluation of Mortar in
accordint to Kinds of Cements and High Range Water Reducing Agents

○김규용 ^{*)}	여동구 [*]	이정률 [*]
Kim, Gyu-Yong ^{**)}	Yeo, Dong-Koo [*]	Lee, Jeong-Yul [*]
우영제 [*]	강석표 [*]	김무한 ^{**}
Woo, Young-Je [*]	Kang, Suk-Puo [*]	Kim, Moo-Han ^{**}

ABSTRACT

The properties of concrete can be affected by high range water reducing agent and cement. The data for compatibility and effect of fluidity is reported already according to the mixing proportion of kinds of cements and high range water reducing agents. Moreover, the international market of construction has been opened, the international standard of capability has been promoted and the international exchange of construction materials has been brisked.

This study investigated fluidity properties of mortar due to kinds of cements and high range water reducing agents which are produced in different nations. Also studied were the compatibility effect of cements and high range water reducing agents.

키워드 : 시멘트, 고성능감수제, 유동효과, 상성

KEY WORDS : cement, high range water reducing agent, effect of fluidity, compatibility

1. 서 론

콘크리트용 혼화제는 콘크리트의 품질확보와 밀접한 관계가 있고, 콘크리트의 워커빌리티의 향상, 슬럼프 유지, 경화특성, 고강도화 등에 중요한 역할을 한다. 콘크리트의 품질과 공법은 계속적으로 개발되고 있으며, 그 배경에는 고성능감수제의 개발과 다양화가 있다. 또한, 시멘트의 종류 및 품질이 고성능감수제와 더불어 고유동화콘크리트에 미치는 영향이 크기 때문에 유동효과 및 상성현상에 대한 연구의 필요성이 높아지고 있으며 건설공사에 있어서 국내외의 건설환경은 크게 변화하고 있어, 건설재료의 성능 규격의 국제화가 추진되고, 해외자재의 수입 등이 활발하게 되어 시멘트와 고성능감수제의 종류에 따른 콘크리트의 유동성평가에 관한 검토가 필요로 되고 있다.

따라서 본 연구에서는 생산 지역이 다른 시멘트와 고성능감수제의 종류별 모르타의 유동특성 및 상성을 비교·분석·검토하여 고유동콘크리트의 유동특성에 관한 기초적 자료를 얻기 위한 것이다.

* 정회원, 충남대학교 공과대학 건축공학과 대학원

** 정회원, 충남대학교 산업기술연구소 연구원, 공학박사

*** 정회원, 충남대학교 공과대학 건축공학과 교수, 공학박사

2. 실험계획 및 방법

2.1 실험계획

본실험의 요인과 수준을 나타낸 표 1에서 보는 바와 같이 시멘트 및 고성능감수제의 조합에 따른 모르터의 유동특성을 고찰하여, 시멘트와 고성능감수제의 효과 및 상성에 대하여 검토하기 위해 시멘트로서는 K산과 J산의 보통포틀랜드시멘트(OPC), 저열포틀랜드시멘트(LHC), 중용열포틀랜드시멘트(MHC), 고로슬래그시멘트(BSC) 및 플라이애시를 20% 시멘트에 중량대체한 시멘트(FA20)와 플라이애시시멘트(FAC)를 사용하였으며, 고성능감수제로서는 K산 폴리카르본산계의 KP와 J산 폴리카르본산계의 JP, 나프탈렌계의 JN을 사용하였고, 배합 수준은 물시멘트비 0.35, 단위수량 175, 잔골재시멘트(%vl)비 2.0으로 설정하여 시멘트와 고성능감수제의 조합에 의한 모르터의 유동특성을 고찰하여 시멘트 및 고성능감수제의 효과에 대하여 검토하였다.

또한, 골재로서는 JIS A 5201에 규정되어 있는 압축강도시험용 2.5mm 표준사를 사용하였고 비빔방법은 JIS A 5201에 준하였다.

측정항목으로는 모르터의 유동특성을 파악하기 위하여 모르터 플로우, 항복치 및 소성점도를 측정하였으며, 응결성상은 응결시간시험방법 JIS R 6204에 준하여 응결시간을 평가하였고, 레오로지 정수는 R500형 점도계(T사, Top2B)을 사용하여 구하였다.

3. 실험결과 및 고찰

3.1 모르터플로우의 유동성 검토

그림 1은 시멘트 및 고성능감수제의 종류에 따른 고성능감수제의 첨가율과 모르터플로우의 관계를 나타낸 것으로 고성능감수제 KP와 JP의 경우는 시멘트의 종류 K-OPC 및 K-FA20이 J-OPC 및 J-FAC보다 고성능감수제의 첨가율이 높은 경향을 보이고 있다. 그러나 고성능감수제 JN에 있어서는 K산과 J산의 시멘트에 대한 고성능감수제의 첨가율이 유사한 경향을 보이고 있다.

그림 2는 목표 모르터플로우 $27 \pm 3\text{cm}$ 를 확보하기 위한 고성능감수제 KP 및 JP, JN의 첨가율을 나타낸 것으로 고성능감수제 KP 및 JP의 경우에는 K-OPC와 K-FA20이 J-OPC와 J-FAC보다 높은 첨가율을 보이고 있지만, 고성능감수제 JN의 경우에는 K-시멘트와

표 1. 실험요인 및 수준

실험요인		실험수준
W/C		0.35
단위수량 (kg/m^3)		175
S/C(%vl)		2.0
시멘트 종류	K산	OPC, LHC, MHC, BSC, FA20
	J산	OPC, LHC, MHC, BSC, FAC
고성능감수제 종류	K산	KP : 폴리카르본산계
	J산	JP : 폴리카르본산계 JN : 나프탈렌계

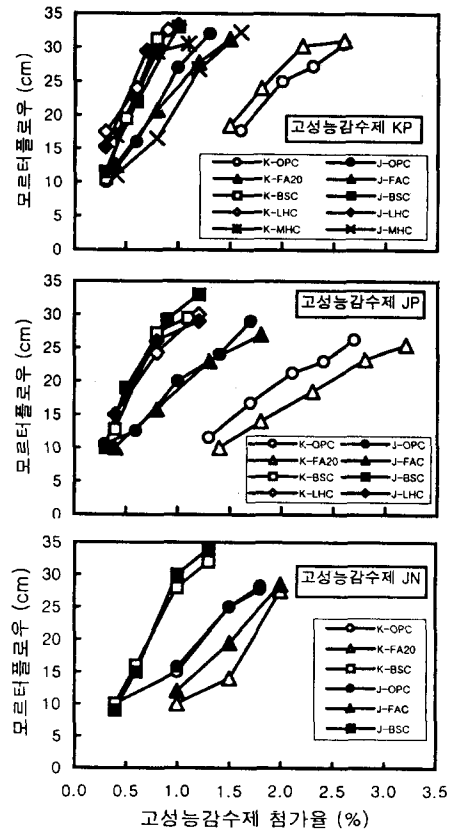
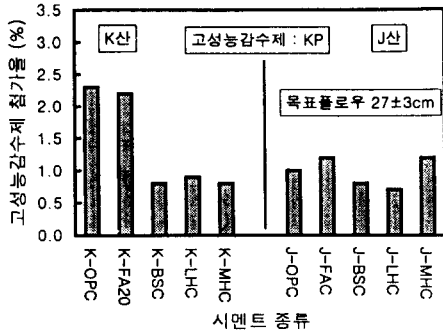
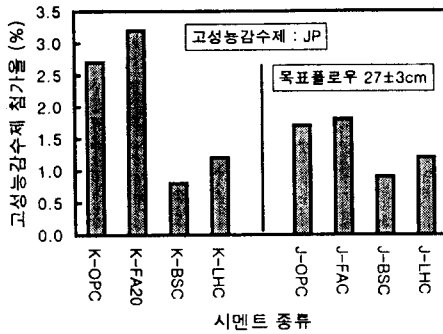


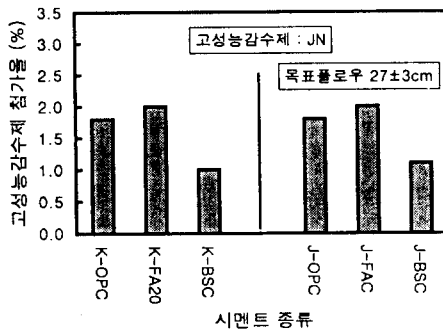
그림 1. 시멘트종류 및 고성능감수제의 종류에 따른 모르터플로우의 변화



(a) KP의 첨가율



(b) JP의 첨가율



(c) JN의 첨가율

그림 2. 시멘트 종류 및 고성능감수제의 종류에 따른 고성능감수제의 첨가율의 변화

J-시멘트가 유사한 수준을 보이고 있다.

3.2 레올로지 정수와 모르터플로우의 관계

그림 3은 시멘트의 종류에 따른 모르터의 유동곡선을 나타낸 것이고, 회전수를 0.5, 1, 2.5, 5, 10, 20, 100rpm에서 30초씩 회전시켜, 전단속도와 전단응력의 관계로부터 항복치 및 소성점도를 구하였다.

그림 4는 폴리카르본산계의 고성능감수제 KP, JP를 사용한 경우, 모르터플로우 27±3cm의 수준에

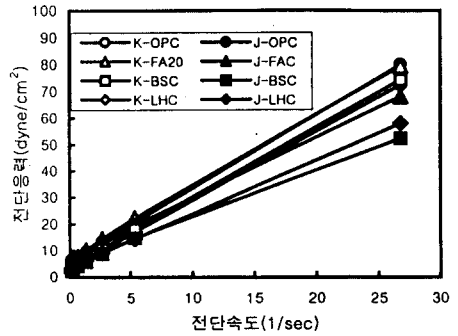


그림 3. 전단속도와 전단응력

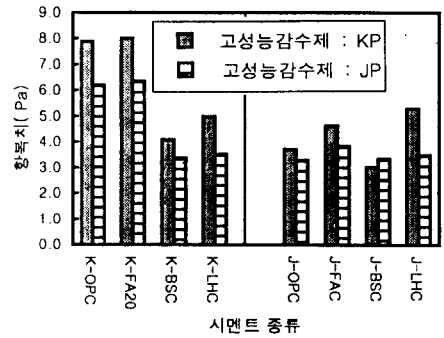


그림 4. 시멘트와 고성능감수제의 종류에 따른 항복치의 관계

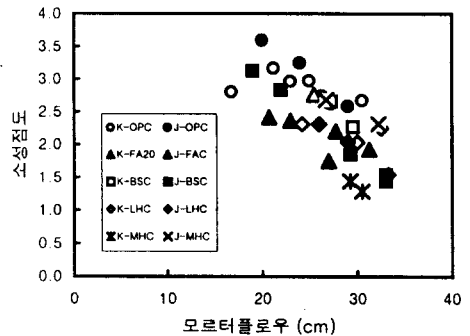


그림 5. 모르터의 플로우와 소성점도의 관계

서 시멘트의 종류별 모르터의 항복치를 나타낸 것으로 그림 1 및 2의 경향과 같이 항복치는 K-OPC와 K-FA20이 J-OPC와 J-FA20보다 높게 나타났으며, K-OPC와 K-FA20이 낮은 유동성을 나타내고 있지만, BSC와 LHC계의 경우 K산과 J산이 유사한 수준으로 나타났다. 또한 폴리카르본산계의 고성능감수제에 의한 항복치는 KP가 JP보다 크게 나타났다. 모르터플로우와 소성점도의 관계를 나타낸 그림 5와 같이 모르터플로우가 증가할수록 소성점도는 저하하는 경향을 보이고 있으며, 시멘트의 종류에 따른 차이는 보이지 않고 있다.

3.3 응결성상

그림 6은 시멘트의 종류별 응결시간에 따른 관입저항치를 나타낸 것으로 고성능감수제를 동일량 첨가한 경우 K-OPC는 J-OPC보다 응결시간이 약 40분 정도 짧지만, 고성능감수제의 첨가율을 모르터플로우 $27 \pm 3\text{cm}$ 를 확보하기 위한 첨가율 수준으로 한 경우는 K산의 K-OPC의 경우 J산의 J-OPC보다 3시간, K-FA20와 K-LHC는 J-FAC와 J-LHC보다 종결시간이 약 4~8시간이 긴 경향을 보이고 있다.

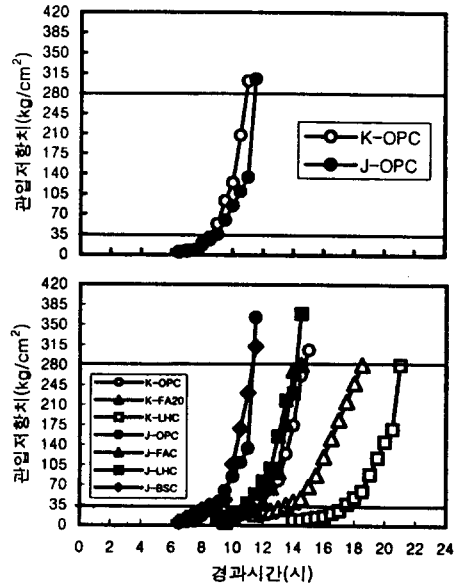


그림 6. 경과시간에 따른 시멘트 종류별 응결시간의 관계

4. 결 론

본 연구는 시멘트 및 고성능감수제의 종류에 따른 모르터의 유동특성 및 상성현상에 대한 연구의 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 시멘트와 고성능감수제의 종류에 따라 모르터의 유동특성 및 상성현상이 확인되었고, 동일계의 시멘트와 고성능감수제도 산지가 다른 경우, 각각의 제품별 상태와 품질의 차이가 보이며, 고유동콘크리트와 같은 고유동성의 확보를 위해 시멘트와 고성능감수제의 품질 및 상태에 따른 충분한 검토가 필요할 것으로 사료된다.
- 2) K산 보통시멘트계는 나프탈렌계의 고성능감수제에서는 J산의 보통시멘트와 유사한 경향을 보이고 있지만, 폴리카르본산계에서는 유동성이 많이 저하하고, 유동성확보를 위한 고성능감수제의 첨가량이 많기 때문에 응결시간이 상대적으로 지연되었다.

참고문헌

- 1) 金成漢 外, 高流動コンクリートの流動性に及ぼすセメント及び高性能AE減水剤の効果に関する實驗的研究, 콘크리트工學年次論文報告集, 콘크리트學會, Vol.20, No.2, 1998, pp385~390
- 2) 友澤史紀 外, 高流動コンクリートの調合に関する實驗的研究, 日本建築學會學術講演梗概集 A, 日本建築學會, 1996, pp571~572
- 3) 岳尾浩 外, シリカフェムを用いたモルタルの流動性に関する基礎的研究, 콘크리트工學年次論文報告集, Vol.16, No.1, 1994, pp89~94