

고성능감수제의 성능에 따른 고유동콘크리트의 유동특성 및 공학적 특성에 관한 기초적 연구

A Fundamental Study on the Fluidity and Engineering Properties of High Flowing Concrete According to the Performance of Superplasticizing agents

강희관*
Kang, Hee Kwan

김규용**
Kim, Kyu Yong

송하영***
Song, Ha Young

김무한***
Kim, Moo Han

Abstract

It is now increasingly recognized that the fluid properties of superplasticized high flowing concrete can be affected by numerous parameters which characterize either the cement, the mineral or chemical admixture, the mix proportion. Particularly performance of superplasticizers used to enhance the workability and obviously plays a key role in the rheology of fresh and engineering properties of hardened concrete.

In this experiment, it is aimed to investigate and compare the each fluidities and engineering properties of high flowing concrete by performance in each 3 kinds of superplasticizers. And there is to aim the considering about fluidity and viscosity, hardened properties of high flowing concrete.

1. 서 론

고유동콘크리트의 제조에 있어서 콘크리트의 고유동성 및 각종 특성에 영향을 미치는 여러 영향요인들로서 콘크리트의 조합조건 및 수준, 시멘트의 종류에 따른 물성, 각종 혼화재료의 성능 등 여러 요인들이 상호복합적인 작용에 의해 콘크리트의 성능을 결정한다는 것은 이미 많은 연구자들에 의해 확인된 사항이지만, 그 중 고성능(AE)감수제의 성능에 따른 고유동콘크리트의 고유동성능은 그의 효과

* 正會員, 忠南大 建築工學科 大學院 (碩士課程)
** 正會員, 忠南大 建築工學科 大學院 (博士課程)
*** 正會員, 大田産業大 忠 建築工學科 教授 工博
*** 正會員, 忠南大 建築工學科 教授 工博

가 매우 크기 때문에 고성능(AE)감수제의 성능향상 및 합리적인 사용수준에 대해 심도있는 연구가 연속적으로 진행되어야 할 것으로 사료된다.

본 연구는 고유동콘크리트의 주요 구성요소로서 혼화제를 국내의 고성능감수제 및 고성능AE감수제로 하여 고유동콘크리트를 제작한 후, 각 고성능감수제의 성능에 대한 고유동콘크리트의 각종 유동 특성 및 경화특성을 비교·분석함으로써 고유동콘크리트의 실용화 및 현장적용성 향상을 위한 기초적 자료로 제시하고자 하였다.

2. 실험계획 및 방법

2.1 실험계획 및 조합

본 실험계획은 표 1과 같이 물결합재비수준을 0.35로 하고, 플라이애시를 시멘트에 대한 중량대체율로서 30%, 혼화제로서 국내의 고성능감수제 및 고성능AE감수제를 고성능감수제 SP1, 고성능AE감수제 SP2, SP3의 3종류를 사용하여 고성능(AE)감수제의 성능에 따른 고유동콘크리트의 각종 유동성능 및 공학적 특성을 평가하고자 하였다.

표 1 실험 계획 및 콘크리트의 조합

| 물 결합재비 | 고성능(AE) 감수제 종류 | 플라이 애쉬 대체율 (%) | 목표 슬럼프 플로우 (cm) | 고성능 감수제 첨가율 (%) | 잔골재율 (%) | 단위수량 (kg/m ³) | 질대용적 (l/m ³) | | | | 단위중량(kg/m ³) | | | | 굳지않은 콘크리트 측정항목 | 경화콘크리트 측정항목 |
|--------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|----------|---------------------------|--------------------------|----|-----|-----|--------------------------|-----|-----|-----|--|--------------------------------------|
| | | | | | | | C | FA | S | G | C | FA | S | G | | |
| 0.35 | SP1 | 30 | 65±5 | · | 52 | 175 | 111 | 71 | 341 | 361 | 350 | 150 | 840 | 784 | ·비빔온도, ·공기량, ·단위용적중량, ·박스충진성, ·슬럼프플로우, ·L형 플로우, ·L형간극통과성, ·과밀배근충진성 | ·단위용적중량, ·압축강도, ·동탄성계수, ·초음파속도, ·반발도 |
| | SP2 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | SP3 | | | | | | | | | | | | | | | |

* 고성능감수제의 첨가율은 목표슬럼프-플로우를 맞추기 위한 적정 첨가량.

표 2 각재료의 물리적 성질

| | | |
|-----------------|---|--------------------|
| 시멘트 | 보통포플랜드시멘트, 비중 3.15, 분말도 3,200(cm ² /g) | |
| 세골재 | 입경 5mm, 비중2.57, 흡수율 0.7%, 실적율 61.7%, 조립율 3.38 | |
| 조골재 | 입경 20mm, 비중2.58, 흡수율 1.96%, 실적율 58%, 조립율 6.54 | |
| 플라이애시 | 비중 2.13 분말도 3228cm ² /g | |
| 고성능 감수제 (나프탈렌계) | SP1 | 고성능감수제, 비중 1.2 |
| | SP2 | 고성능(AE)감수제, 비중 1.2 |
| | SP3 | 고성능(AE)감수제, 비중 1.2 |

2.2 각 사용재료 및 콘크리트의 비빔방법

본 실험에 사용된 시멘트, 골재, 혼화제 및 혼화제의 물리적 성질은 표 2와 같으며, 콘크리트의 비빔방법은 그림 1과 같이 각 구성재료의 분할투입에 의해 강제식 팬타입 믹서에서 건모르타→유동화모르타→유동화콘크리트의 제조 단계를 거치는 비빔방법을 채택하였다.

3. 아직굳지않은 콘크리트의 각종 유동특성 평가 및 검토

3.1 공기량 및 초기슬럼프플로우치

그림 2는 고성능(AE)감수제의 종류별(SP1, SP2, SP3) 첨가율에 따른 슬럼프플로우치의 변화를 나타낸 것으로서 SP제 1차의 첨가율이 2.5%로 다소 높게 적용되어 각각의 슬럼프플로우치를 60~65cm로 목표치를 만족하였으며, 소정의 SP제 2차 첨가에 의해 각각 65±

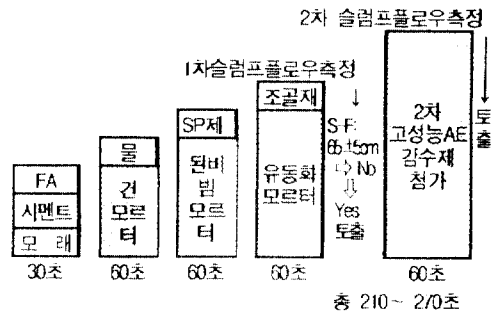


그림 1 콘크리트의 비빔방법

2cm로 향상되었고, SP2의 경우 첨가율에 대해 SP1, SP3의 경우보다 유동성이 다소 낮게 확보되었다.

또한 그림 3은 의 각 고성능감수제의 종류에 따른 공기량의 분포를 나타낸 것으로서 SP1의 경우 AE제의 성분이 없음에도 불구하고 3.5%로 다소 높은 공기량을 나타내었고, SP2, SP3의 경우 4.0% 내외의 공기량이 확보되었다.

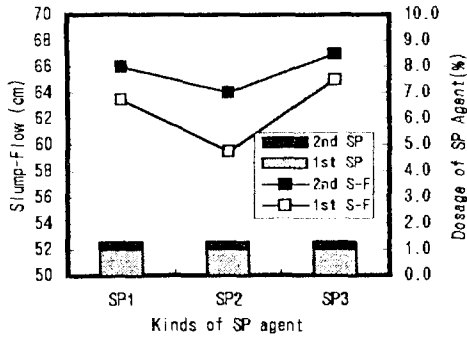


그림 2 고성능(AE)감수제의 첨가율에 따른 슬럼프플로우의 변화

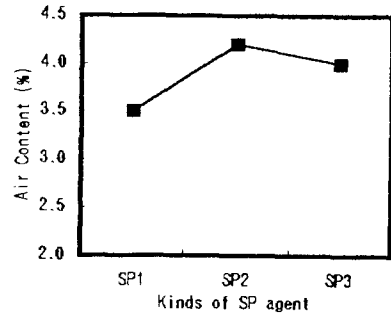


그림 3 고성능(AE)감수제의 종류별 공기량의 변화

3.2 박스충전성평가 및 재료분리저항성

고성능(AE)감수제의 종류에 따른 박스충전평가의 경우 그림 4는 박스충전에 의한 충전높이를 나타낸 것으로 이에 대한 경향은 그림 2의 고성능감수제의 종류별 슬럼프플로우의 경향과 유사하게 SP1, SP3의 경우 유사한 수준이며, SP2의 경우 상대적으로 낮은 수준을 보이고 있다. 또한 박스충전후 전실과 후실의 조골재량의 분포를 나타낸 그림 5에서 보는 바와 같이 조골재량을 콘크리트의 조합상 조골재량을 100% 기준으로 볼 때 SP1, SP3의 경우 95%이상으로 유사한 수준이며, SP2의 경우 약 85%로 상대적으로 낮은 수준으로 나타났다. 이때 전실의 조골재량이 조합상의 조골재량보다 많게 된 이유는 박스 내부의 콘크리트가 후실로 역충전되는 과정에서 조골재보다 모르타량이 상대적으로 많이 이동되었기 때문으로 사료된다.

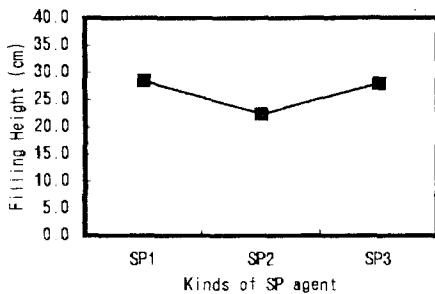


그림 4 고성능(AE)감수제의 종류별 충전높이의 변화

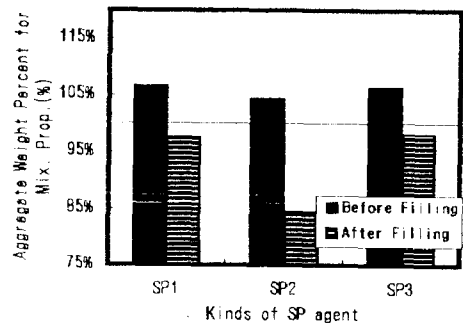


그림 5 고성능(AE)감수제의 종류별 박스전실 및 후실의 조골재의 분포

3.3 슬럼프플로우 및 V로트유하시간의 경시변화

그림 6은 슬럼프플로우 및 V로트에 대한 경시변화를 나타낸 것으로 고성능감수제인 SP1의 경우 경시 30분이후에 급격한 유동성손실 및 V로트의 폐색현상을 보이고 있으나, SP2, SP3의 경우 경시 60

~70분이후에 유동성손실현상을 보이고 있어 초기 슬럼프플로우치에 대한 경향과는 다소 다른 경향을 보이고 있다. 특히 SP3에 대한 V로트평가의 경우 경시 90분까지 V로트 유하시간이 5초내외로 유지되어 SP3를 사용한 고유동콘크리트의 유동특성이 상대적으로 양호한 상태를 보이고 있다.

3.4 슬럼프플로우 및 슬럼프플로우속도와의 관계

그림 7은 슬럼프플로우에 대한 최종슬럼프플로우의 속도 및 50cm슬럼프플로우속도와의 관계를 나타낸 것으로서 최종슬럼프플로우에 대한 유동속도치는 슬럼프플로우치에 관계없이 약5~10cm/sec로 수렴되고 있으나, 슬럼프플로우치에 대한 50cm슬럼프플로우속도는 슬럼프플로우치에 대하여 증가하는 경향을 보이고 있으며, 슬럼프플로우치 55~60cm의 영역에서는 최종 및 50cm의 슬럼프플로우속도가 거의 유사한 수준이나 슬럼프플로우 60~70cm의 영역에서는 최종 및 50cm슬럼프플로우속도는 상당한 차이를 보이고 있어 고유동콘크리트의 유동성평가에 있어서 유용한 평가자료가 될 것으로 사료된다.

3.5 슬럼프플로우 및 V로트의 관계

그림 8은 슬럼프플로우에 대한 V로트의 관계를 나타낸 것으로 고유동콘크리트의 유동영역인 슬럼프플로우 50~70cm 및 V로트 유하시간 5~15초에 대해서 전반적으로 고유동성에 대한 점성은 V로트유하시간이 5초 내외로 비교적 낮은 수준을 보이고 있으며, 특히 SP3의 경우 동일한 슬럼프플로우치에서 가장 낮은 V로트유하시간을 보이고 있다.

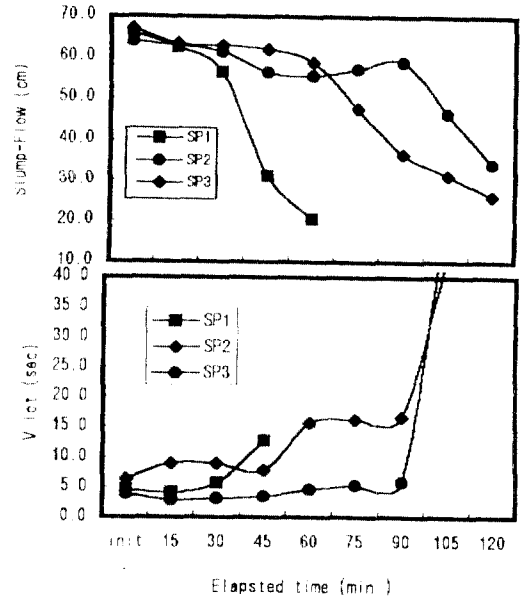


그림 6 슬럼프플로우 및 V로트에 대한 경시변화

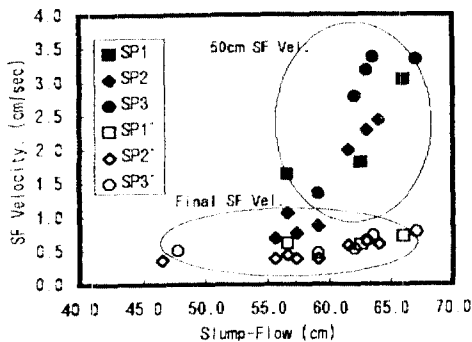


그림 7 슬럼프플로우에 대한 최종슬럼프플로우속도 및 50cm슬럼프플로우의 관계

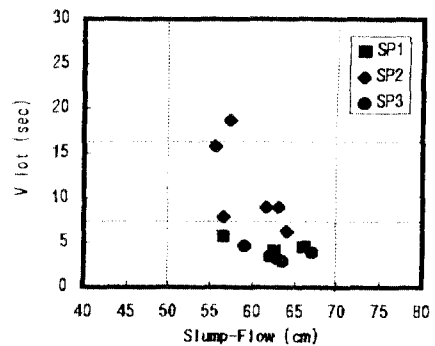


그림 8 슬럼프플로우에 대한 V로트와의 관계

(6) 압축강도 및 각종 비파괴 시험

그림 9,10은 각 고성능감수제의 종류별 압축강도의 발현변화를 나타낸 것으로 각 재령에 따른 압축

강도 발현수준은 SP3>SP2>SP1의 순으로 나타나고 있으며, 각종 비파괴시험특성치에서도 이와 유사한 경향을 보이고 있다.

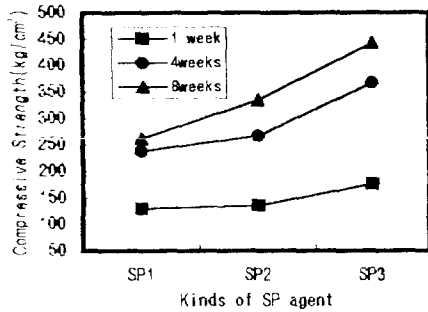


그림 9 고성능감수제종류별 재령에 따른 압축강도의 발현

4. 결 론

고성능(AE)감수제의 종류에 따른 고유동콘크리트의 각종 유동특성 및 공학적 특성에 대한 실험을 행한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 고성능감수제인 SP1의 경우 목표한 초기유동치가 확보되었으나 경시에 따른 유동성손실이 급격하게 이루어진 것에 반하여 고성능(AE)감수제인 SP2, 3의 경우 경시에 따른 유동특성이 비교적 우수한 성상을 보였다.
2. 경화콘크리트의 성상에서도 고성능감수제 종류에 따른 유동특성에서 나타난 경향과 유사한 결과를 보였으며, 전반적으로 고성능감수제의 성능에 따른 콘크리트의 각종 유동특성을 파악할 수 있었다.

감사의 글

본 연구는 학·연·산 공동연구의 연구비에 의해 수행된 것으로 본 연구에 아낌없이 지원해주신 계룡건설산업(주) 관계자 여러분께 진심으로 감사드립니다.

● 참고문헌 ●

- 1) 岡村甫外2人, ハイフォー・マンスコンクリート, 技報堂出版, 1993. 9.30
- 2) 平石信也外2人, フロー・イン・コンクリート(高流動コンクリートへの開発と實構造物への適用), セメント・コンクリート, No. 575, 1995.1

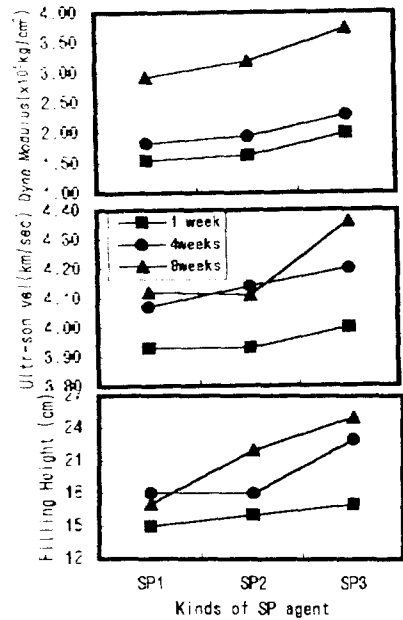


그림 10 고성능감수제종류별 재령에 따른 각종 비파괴 시험치의 변화