

# HVFA 콘크리트의 기초물성 및 단열온도상승 특성에 관한 실험적 연구

## An Experimental Study on the Fundamental and Adiabatic Temperature Rise Properties of High Volume Fly Ash Concrete

김성수\*      최세진\*\*      정 용\*\*\*      임창근\*\*\*\*      박대균\*\*\*\*\*      조윤구\*\*\*\*\*  
Kim, Sung Su      Choi, Se Jin      Jeong, Yong      Lim, Chang Keun      Park, Dae Gyun      Cho, Yun Gu

### ABSTRACT

In this study we investigated the properties of the fundamental and adiabatic temperature rise of the concrete using high volume fly-ash. For this, the fly ash was used to replace cement at replacement ratio of 40% and 50% by mass, and then the slump, air content, bleeding, compressive strength and adiabatic temperature rise test of concrete were performed.

### 요 약

본 연구에서는 플라이애시를 대량 사용한 콘크리트의 기초 물성 및 단열온도상승 특성에 대하여 검토하였다. 이를 위하여 플라이애시를 시멘트량에 대하여 40% 및 50% 사용한 콘크리트 배합에 대하여 슬럼프, 공기량, 블리딩, 압축강도 및 단열온도상승 시험을 실시하였다.

### 1. 서 론

최근 콘크리트 구조물이 초고층화, 대형화되어감에 따라 부재 단면이 큰 매스콘크리트의 적용이 증가하고 있으며, 이러한 매스콘크리트 적용 시 타설 후 시멘트의 수화열에 의한 온도균열의 발생으로 콘크리트의 내구성 및 수밀성을 저하시킬 수 있다. 수화열을 저감시키기 위한 대책으로서 산업 부산물인 플라이애시(FA)와 고로슬래그미분말(BFS) 등의 혼화제를 시멘트에 치환하는 방법이 있으며, 이러한 혼화제의 사용은 콘크리트의 수화열 저감, 수밀성 향상, 장기강도 증진 뿐 아니라 경제적인 면에서도 이점을 가지고 있다. 특히 FA를 대량 사용한 HVFA(High volume fly-ash) 콘크리트의 경우 콘크리트의 수화열 저감에 효과적일 것으로 기대된다.

본 연구에서는 HVFA 콘크리트의 기초 물성 및 단열온도상승 특성을 검토함으로써 FA의 효율적인 활용을 위한 참고자료를 제시하고자 하였다.

### 2. 실험개요

본 연구의 실험계획은 표 1과 같으며, Plain은 FA 25%, BFS 15%를 치환한 일반 저발열 배합으로 설정하였다. HVFA 콘크리트의 경우 단위수량 140kg/m<sup>3</sup>, 단위결합재량 310 및 320kg/m<sup>3</sup>, FA 치환율을 40% 및 50%로 설정하여 콘크리트의 기초 물성 및 단열온도상승 특성을 검토하였다.

\*정회원, (주)삼표 기술연구소 전임연구원

\*\*\*\*정회원, 현대건설 기술품질개발원 사원

\*\*정회원, (주)삼표 기술연구소 책임연구원, 공학박사

\*\*\*\*\*정회원, 현대건설 기술품질개발원 과장, 공학박사

\*\*\*정회원, (주)삼표 기술연구소 수석연구원

\*\*\*\*\*정회원, 현대건설 기술품질개발원 차장, 공학박사

### 3. 실험결과 및 분석

그림 1은 콘크리트의 블리딩량의 변화를 나타낸 것으로 Plain의 경우 블리딩량이  $0.78\text{cm}^3/\text{cm}^3$ 로 나타났으나 HVFA 콘크리트의 경우  $0.09\sim 0.26\text{cm}^3/\text{cm}^3$  범위로 Plain에 비해 1/3 이하 수준으로 나타났으며, 이러한 원인은 HVFA 콘크리트 배합의 적은 단위수량에 기인한 것으로 판단된다. 특히 단위결합재량  $320\text{kg}/\text{m}^3$ 에 FA를 40% 치환한 배합의 블리딩량이  $0.09\text{cm}^3/\text{cm}^3$ 로 가장 적게 나타났다.

그림 2는 재령별 콘크리트의 압축강도 측정 결과를 나타낸 것으로 Plain 배합의 경우 재령 28일에  $25.9\text{MPa}$ 의 강도를 발현하였다. HVFA 콘크리트 배합의 경우 단위결합재량이  $310\text{kg}/\text{m}^3$ 인 경우 Plain 대비 80~84% 정도의 강도를 발현하였으며, 단위결합재량이  $320\text{kg}/\text{m}^3$ 인 경우에는 모두 Plain에 비해 높은 강도를 발현하였다. 특히 FA 40%와 SP 10%를 치환한 배합의 재령 28일 압축강도는  $29.0\text{MPa}$ 로서 Plain 대비 112%로 가장 큰 강도를 발현하였다.

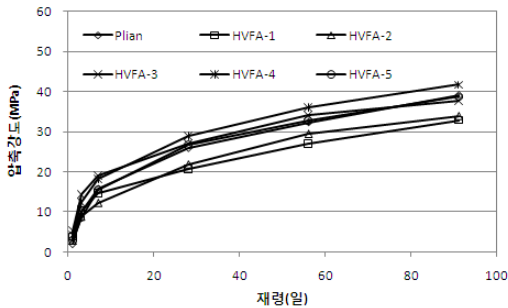


그림 2 HVFA 콘크리트의 재령별 압축강도

표 1 실험계획

| 배합       | 혼화제 치환율(%) |     | Binder (kg/m <sup>3</sup> ) | W (kg/m <sup>3</sup> ) |
|----------|------------|-----|-----------------------------|------------------------|
|          | FA         | BFS |                             |                        |
| Plain-24 | 25         | 15  | 330                         | 180                    |
| HVFA-1   | 50         | 0   | 310                         | 140                    |
| HVFA-2   | 50         | 10  |                             |                        |
| HVFA-3   | 40         | 0   |                             |                        |
| HVFA-4   | 40         | 10  | 320                         |                        |
| HVFA-5   | 40         | 20  |                             |                        |

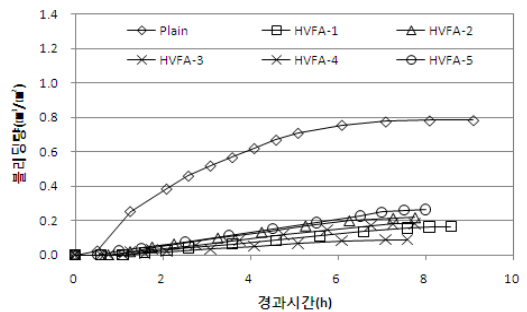


그림 1 HVFA 콘크리트의 블리딩량

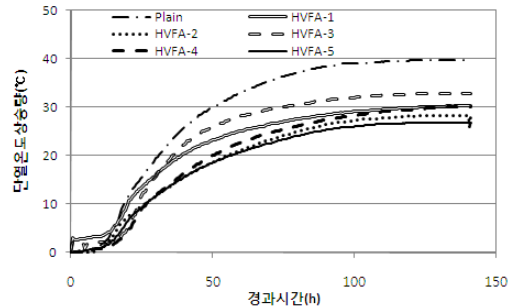


그림 3 HVFA 콘크리트의 단열온도상승량

그림 3은 단열온도상승시험 결과를 나타낸 것으로 Plain 배합은 최고 단열온도가  $39.8^\circ\text{C}$ 로 나타난 반면, HVFA 콘크리트의 경우  $32.9\sim 26.9^\circ\text{C}$ 로 나타남으로서 단열온도 상승량이 Plain에 비해 낮게 나타났으며, 그러한 경향은 BFS의 치환율이 증가함에 따라 뚜렷하게 나타났다. 특히 FA 40%에 BFS를 20% 치환한 경우가 Plain에 비해 온도 상승량이 약  $12.9^\circ\text{C}$  정도 낮게 나타나 수화열 저감에 가장 유리한 것으로 나타났다. 이러한 원인은 단위시멘트량의 감소, BFS의 잠재수경성 및 FA의 수화발열 지연효과 등이 복합적으로 작용했기 때문으로 판단되며, 따라서 매스콘크리트의 수화열 저감에 HVFA 콘크리트가 유용하게 활용될 수 있을 것으로 사료된다.

### 4. 결론

- 1) HVFA 콘크리트의 경우 Plain에 비해 블리딩량이 1/3 이하 수준으로 적게 나타났으며, 재령 28일 압축강도는 단위결합재량이  $310\text{kg}/\text{m}^3$  배합에서는 다소 낮게 나타났으나  $320\text{kg}/\text{m}^3$ 의 경우 Plain에 비해 높게 나타났다.
- 2) Plain에 비해 HVFA 콘크리트의 단열온도상승량은 뚜렷히 감소하였으며, 그러한 경향은 FA 및 BFS를 함께 치환함에 따라 증가하는 것으로 나타났다.