

실리카흙 사용량에 따른 고유동 HVFAC 탄산화 특성

Carbonation Characteristic of Self Compacting HVFAC with Silica Fume Content

박 찬 규* 김 한 준*** 이 승 훈*
Park, Chan Kyu Kim, Han-Junn Lee, Seung Hoon

ABSTRACT

In this study, the carbonation characteristic of highly flowable HVFAC with silica fume content was reported. As results, it appeared that when the silica fume content was 10~20kg/m³, the fluidity and dynamic stability were highly improved. And the carbonation coefficient increases exponentially with increasing silica fume content.

요 약

본 연구에서는 플라이애쉬가 다량 치환된 고유동 HVFAC 콘크리트의 실리카흙 사용량에 따른 콘크리트 특성에 대한 연구결과를 보고하고자 한다. 결과로서, 실리카흙 사용량이 10~20kg/m³일 때, 콘크리트의 유동성과 충전성능이 가장 좋은 것으로 나타났다. 그리고 실리카흙 사용량이 증가할 수록 탄산화계수는 기하급수적으로 증가하는 것으로 나타났다.

1. 서론

이산화탄소 배출량을 감소시키기 위한 노력의 일환으로 국내·외에서는 산업부산물인 플라이애쉬를 이용하여 이산화탄소 배출량이 적은 콘크리트를 생산하는 방안에 대하여 연구^{1)~3)}를 수행해오고 있다. 특히 일반적으로 사용되는 플라이애쉬 치환율 25% 이하보다 2배 정도로 치환율이 높은 HVFAC(High Volume Fly-Ash Concrete)가 장래에 큰 각광을 받을 것으로 판단된다²⁾.

본 연구에서는 플라이애쉬가 다량 사용된 고유동 HVFAC 콘크리트에서 실리카흙 사용량에 따른 굳지 않은 콘크리트 특성 및 탄산화 특성에 대한 연구결과를 보고하고자 한다.

2. 실험 내용 및 결과

사용된 시멘트는 제1종 시멘트로서 H사 시멘트를 사용하였으며, 사용된 플라이애쉬는 당진산이며, 그 특성으로서는 비중이 2.26g/cm³, 분말도는 3,964cm²/g, 강열감량은 4.0%이다. 그리고 사용된 실리카흙은 Elkem920D라는 제품을 사용하였으며, 석회석미분말(LSP)는 분말도 약 3,500cm²/g인 제품을 사용하였다. 잔골재는 춘천산 부순모래로서 비중은 3.03, 비중 2.6, 흡수율 1.3%이다. 굵은골재는 비봉석산 최대골재크기 20mm이며, 비중은 2.61, 흡수율은 0.74%이다. 그리고 콘크리트 배합표는 표 1에 나타낸 바와 같다.

콘크리트의 압축강도 측정을 위하여 $\phi 100 \times 200$ mm 공시체를 제작하여 23°C에서 수중양생을 실시하였

* 정회원, 삼성물산(주) 건설부문 기술연구소 수석연구원

*** 정회원, 삼성물산(주) 건설부문 기술연구소 선임연구원

다. 그리고 28일 수중 양생을 실시하고, 28일간 23°C, 50%의 상대습도 환경에서 양생을 실시한 후 5%농도의 챔버에서 촉진 탄산화시험을 실시하였다.

표 1과 2는 각각 콘크리트 배합비와 콘크리트 물성값을 나타낸 것이다. 굳지않은 콘크리트에 대한 특성에서 실리카흙의 사용량이 증가할수록 소정의 슬럼프 플로우를 확보하기 위해서는 고성능 감수제의 사용량이 증가해야 하는 것으로 나타났다. T50의 경우에는 10~20kg/m³의 실리카흙이 사용되었을 때, 작은 값을 나타내었다. 그리고 U-box시험에서도 10~20kg/m³의 실리카흙이 사용되었을 때 가장 작은 값을 나타내었다. 그 결과 적정량의 실리카흙을 고유동 콘크리트 제조 시 혼입하면 콘크리트의 점성을 감소시켜 유동성능을 증진시키고 충전성을 증진시킴을 알 수 있다.

그림 1은 각 배합에 따른 탄산화 깊이를 재령별로 나타낸 것이다. 재령 7일과 재령 91일을 비교해볼 때, 실리카흙 사용량이 증가할수록 재령 7일에서는 탄산화 깊이가 작은 것으로 나타났다. 그런데 재령 91일에서는 탄산화 깊이 증가하는 것으로 나타났다. 이는 실리카흙 사용에 의해서 초기에는 실리카흙이 콘크리트 내 공극충전에 영향을 미쳐 이산화탄소의 침입이 상대적으로 적었기 때문인 것으로 판단된다. 그러나 장기재령에서는 실리카흙 자체가 수산화칼슘을 소모하고 또한 사용된 시멘트의 절대량이 적기 때문에 탄산화깊이가 증가한 것으로 판단된다. 그림 2는 각각의 배합에 대해서 중성화계수를 구하고 이에 대한 결과를 나타낸 것이다. 그림에서 알 수 있는 바와 같이 실리카흙 사용량이 증가할수록 탄산화계수는 기하급수적으로 증가함을 알 수 있다.

3. 결론

적절한 실리카흙의 사용은 고유동 HVFAC의 유동성과 충전성을 크게 향상시키지만, 실리카흙의 사용량이 증가할수록 탄산화는 촉진되는 것으로 나타났다.

참고문헌

1. V. M. Malhotra, "High-Performance High-Volume Fly Ash concrete," Concrete International, July, 2002, pp. 30-34.
2. V. Sivasundaram, G. G. Carrette, and V. M. Malhotra, "Selected Properties of High-Volume Fly Ash Concrete," Concrete International, October, 1990, pp. 47-49.
3. 박찬규 외 4인 "플라이애쉬 치환율이 높은 콘크리트의 강도 발현 및 수화열 특성," 한국콘크리트학회, 봄학술발표회 논문집, 2008, pp. 417-420.

표 1 콘크리트 배합비

| No. | S/a (%) | unit weight(kg/m ³) | | | | | SP (%) |
|-----|---------|---------------------------------|-----|-----|-----|----|--------|
| | | W | C | FA | LSP | SF | |
| A | 51.5 | 140 | 190 | 190 | 120 | 0 | 1.6 |
| B | 51.5 | 140 | 188 | 188 | 120 | 5 | 1.7 |
| C | 51.5 | 140 | 185 | 185 | 120 | 10 | 1.85 |
| D | 51.4 | 140 | 183 | 183 | 120 | 15 | 1.95 |
| E | 51.4 | 140 | 180 | 180 | 120 | 20 | 1.95 |
| F | 51.4 | 140 | 178 | 178 | 120 | 25 | 2.0 |

표 2 콘크리트 물성값

| No. | SF (mm) | T50 (초) | Ubox (mm) | Air (%) | 압축강도(MPa) | | | | |
|-----|---------|---------|-----------|---------|-----------|------|------|------|------|
| | | | | | 3일 | 7일 | 28일 | 59일 | 91일 |
| A | 670 | 10.4 | 210 | 2.2 | 16.3 | 25.3 | 37.5 | 47.4 | 53.7 |
| B | 605 | 13.9 | 70 | 4.8 | 16.1 | 23.7 | 39.2 | 47.6 | 57.2 |
| C | 695 | 9.4 | 15 | 4.5 | 15.7 | 24.0 | 39.7 | 49.4 | 58.1 |
| D | 675 | 9.5 | 20 | 4.7 | 15.0 | 22.7 | 37.8 | 48.4 | 56.8 |
| E | 615 | 9.2 | 30 | 5.5 | 14.2 | 23.3 | 39.1 | 47.3 | 54.8 |
| F | 555 | 12.0 | 110 | 6.5 | 13.5 | 23.4 | 40.0 | 52.7 | 58.9 |

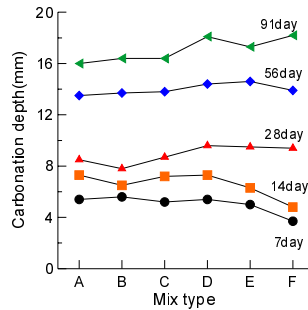


그림 1 재령별 탄산화 깊이

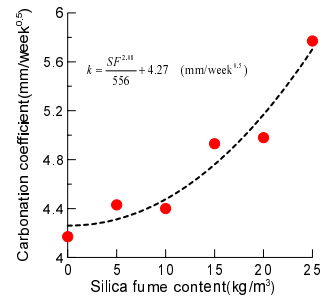


그림 2 탄산화계수 변화