증기양생한 저시멘트 모르타르의 압축강도 특성

Compressive Strength Properties of Steam-Cured Low Cement Mortar

윤승조[1] · 임건우[2] · 이건철[3*]
Yoon, Seong-Joe[1] · Im, Geon-Woo[2] · Lee, Gun-Cheol[3*]

Abstract : This study evaluated the compressive strength after making mortar with low cement composition for carbon-neutral steam curing to respond to climate change. Blast furnace slag, fly ash, and ultra-high powder fly ash were used as substitutes for cement. The cement substitute was used at 40% of the mass of cement, and after steam curing, the compressive strength was measured on the 1st, 3rd, 7th and 28th days of age. As a result of the experiment, at the age of 1 day, the mixture using only cement showed the highest strength, but from the 3rd day, the specimen using ultra-high powder showed a high strength development rate, followed by blast furnace slag and fly ash.

키워드 : 저시멘트, 고로슬래그, 초고분말 플라이애시, 플라이애시
Keywords : low cement, blast furnace slag, ultra fine fly ash, fly ash

1. 서 론

건설현장에서 콘크리트 공사는 현장타설로 대부분 이루어지고 있다. 하지만 콘크리트는 타설시 기상조건에 큰 영향을 받으며, 타설이후 양생관리에 따라 품질의 편차가 발생된다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여 산업 자동화 기술에 따라 건설산업은 생산성과 균등한 품질이 보장된 PC(Precast Concrete)공법을 미래사업으로 주목하고 있다. PC부재는 콘크리트 부재를 생산하는 공장에서 적절한 품질관리를 통해 생산되어지고, 표준양생이 아닌 증기양생으로 초기강도가 우수하게 발현이 되는 장점이 있다.

또한 기후변화라는 전세계적인 위기를 해결하기 위하여 산업전반에 걸쳐 탄소저감을 위해 많은 노력을 하고 있으며, 건설산업분야에서도 다양한 방법을 통해 탄소배출을 감축하고자 하고 있다. 이중 시멘트 업계에서는 시멘트 대체재로서 산업부산물을 적극 활용하고자 노력하고 있지만, 현장 타설용 콘크리트에 적용시 장기강도는 우수하지만 초기강도 저하로 인해 적극적인 대량사용에 한계가 있다.

따라서 본 연구에서는 시멘트 대체재로서 사용되는 대표적인 고로슬래그와 플라이애시를 증기양생용 저시멘트 조성물에 적용시 압축강도 특성을 분석하고, 또한 초고분말 플라이애시(Ultra fine FA)를 대체재로 사용시 기존의 재료와의 압축강도 특성을 비교분석하고자 하였다.

2. 실험계획

본 연구는 증기양생용 저시멘트모르타르의 압축강도를 평가하는 것으로 모르타르의 W/B(물분체비)는 40%로 하였으며, 분체(B)와 잔골재(S)의 질량비는 1:3으로 하였다. 저시멘트 조성물에 사용된 시멘트 대체재료는 시멘트 대비 40%로 치환하였으며, 실험에 사용된 시멘트대체재의 종류는 초고분말 플라이애시, 일반 플라이애시 2종, 고로슬래그로 혼입률은 표 1과 같다. 압축강도 측정용 시험체는 (50×50×50)mm의 규격으로 제작하였으며, 1일,3일,7일,28일 재령에 압축강도를 측정하였다. 양생조건은 증기양생을 실시하였고, RH 100%, 전치시간 2hr, 승온속도 20°C/hr, 최고온도 60°C로 6시간을 유지한 후, 외기온까지 10°C/hr 속도로 하강하였다.

1) 한국교통대학교 건축공학전공, 교수
2) 한국교통대학교 건축공학과, 석사과정
3) 한국교통대학교 건축공학전공, 교수, 교신저자(gclee@ut.ac.kr)

표 1. 배합사항

Specimen	Water (g)	Binder (g)				Sand (g)	Ad(%)
		Cement	Slag	Ultra fine FA	FA		
Plain	540	1350	0	0	0	4050	0.7
B10UF0FA0	540	810	540	0	0	4050	0.7
B0UF10FA0	540	810	0	540	0	4050	0.7
B10UF0FA10	540	810	0	0	540	4050	0.7
B5UF5FA0	540	810	270	270	0	4050	0.7
B5UF0FA5	540	810	270	0	270	4050	0.7

3. 결 론

증기양생용 저시멘트 모르타르의 압축강도 특성을 평가한 결과는 그림 1과 같다. 먼저 1일 재령은 시멘트 100% 사용한 시험체가 26MPa로 가장 높게 나타났다. 그리고 초고분말 플라이애시, 고로슬래그, 플라이애시 순으로 강도가 발현되었으며, 고로슬래그와 초고분말 플라이애시 혼합, 고로슬래그 플라이애시 혼합된 실험체가 약 4MPa정도로 가장 낮게 나타났다. 이러한 원인은 시멘트량이 부족해서 수화생성물량이 적은 이유로 판단된다. 하지만 재령 3일 이후부터 초고분말 플라이애시 시험체가 34MPa로 32MPa로 측정된 시멘트 100% 시험체보다 높게 측정되었고 7일과 28일에서도 강도의 차이가 크게 발생하였다. 본 연구에서 사용된 초고분말 플라이애시의 분말도는 약 15,000cm^2/g로서 모르타르의 조직을 밀실하게 충진시켰으며, 초고분말로 인해 포졸란반응이 초기부터 나타난 것으로 판단된다. 고로슬래그와 플라이애시는 28일 재령에서도 시멘트 100% 시험체 보다 압축강도가 낮게 나타나, 잠재수경성반응과, 포졸란반응이 나타나지 않은 것으로 판단된다.

본 연구의 결과로 초고분말 플라이애시 40%를 치환한 저시멘트모르타르는 시멘트 100% 모르타르보다 초기강도가 우수하게 나타나 증기양생용 제품으로서 충분한 활용가능성이 높을 것으로 사료된다.

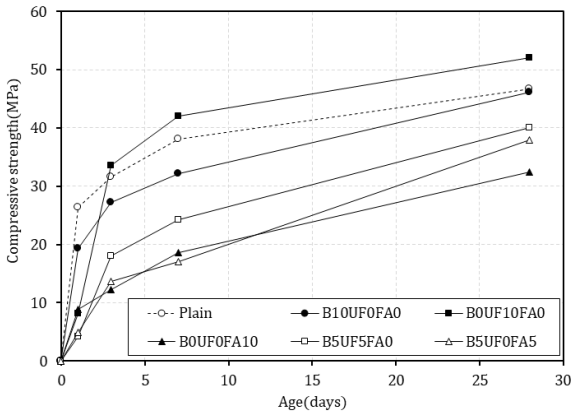

그림 1. 배합요인에 따른 압축강도

감사의 글

본 논문은 2023년 한국교통대학교 연구비 지원에 의해 수행되었습니다.

참고문헌

1. 홍성현, 김형석, 최슬우, 이광명, 최세진. 증기양생한 고로슬래그 다량치환 시멘트 콘크리트의 압축강도 특성. 한국건설순환자원학회 논문집. 2015. pp. 1-6.
2. 나형원, 형원길. 비소성시멘트 모르타르의 증기양생 후 열처리에 따른 물리적 특성. 한국건축시공학회 논문집. 2021. pp. 97-104.