

고로슬래그를 사용한 무시멘트 경화체의 특성 연구 Study on the Characteristic of Non Cement Matrix using Blast Furnace Slag

박 선 규
목원대학교 공과대학 건축학부

Park Sun-Gyu
Mokwon University

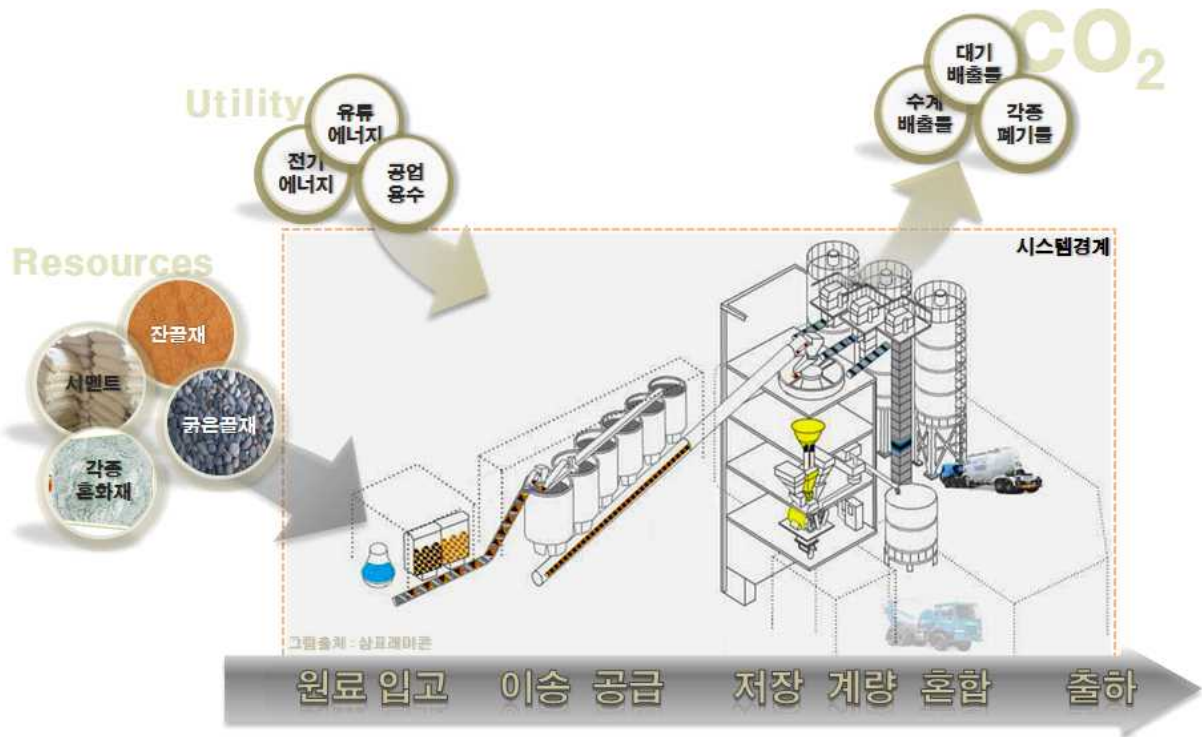
요약

시멘트 및 건설산업은 그 제조과정에서 다량의 이산화탄소를 배출하기 때문에 지구온난화 문제를 가속화시키고 있는 것으로 알려져 있다. 따라서 이러한 시멘트를 대체할 수 있는 재료 개발에 많은 연구가 이루어지고 있으며, 철강산업 부산물인 고로슬래그 미분말은 그 중 하나의 재료라 할 수 있다. 고로슬래그 미분말은 물과 직접 반응하지 않으나 알칼리 환경하에서는 물과 반응하여 CSH 수화물을 생성하게 된다. 본 연구에서는 알칼리 자극제를 첨가한 경우의 무시멘트 경화체에 대한 강도 및 수화 특성에 대하여 분석하고자 하였다.

I. 서론

건설구조물에 있어서 가장 많이 사용되는 재료는 콘크리트라 할 수 있다. 콘크리트는 물, 시멘트, 모래, 자갈 및 각종 혼화재료를 섞어서 만든 재료를 말하며, 이들 재료중에서 가장 중요한 재료는 시멘트라 할 수 있다. 시멘

트는 석회석(CaCO₃)을 소성하여 만든 재료로 소성과정 중에 막대한 에너지를 소비하게 되며, 제조과정 중에 다량의 CO₂를 발생시키게 된다. 시멘트 산업에 의하여 배출되는 CO₂가스는 연간 4,060만톤으로, 시멘트를 1톤 생산할 경우 약 0.78톤의 CO₂가스가 발생하는 것으로 알려져 있다¹⁾. 또한 시멘트산업에 의하여 발생하는 CO₂가



▶▶ 그림 1. 레미콘 생산에 따른 CO₂ 발생¹⁾

스는 우리나라 전체 온실가스 배출량의 약 7%를 차지하고 있는 것으로 알려져 있다¹⁾. 이 외에도 그림 1에 나타난 바와 같이 콘크리트의 제조 과정에서 다량의 CO₂가스가 발생하기 때문에 이에 대한 대책이 필요한 실정이다.

시멘트·콘크리트 산업에 있어서 CO₂가스를 줄이기 위하여 현재 가장 많이 연구되고 있는 기술은 시멘트의 사용량을 줄이기 위한 연구분야이다. 이중 대표적인 연구가 고로슬래그와 같은 산업부산물을 이용하여 시멘트의 사용량을 줄이고 산업부산물의 환경오염을 방지하는 연구이다. 철강 산업에 부산물로 발생하는 고로슬래그 미분말은 물과 직접적으로 반응이 잘 이루어지지 않지만, 강알칼리성의 물질이 존재하는 환경에서는 물과 반응을 일으키게 되는데 이러한 성질을 잠재수경성이라 말한다.

본 연구에서는 고로슬래그 미분말 및 알칼리자극제를 사용하여 시멘트·콘크리트와 같은 성질을 가지는 경화체의 제조가 가능한지에 대한 기초적인 연구를 수행하였다. 즉 결합재료 철강 산업부산물인 고로슬래그를 사용하고 자극제로써 수산화칼륨 및 수산화칼슘을 첨가하여 공시체를 제작후, 압축강도, 휨강도, 성분분석 및 미시적 관찰 등에 대한 측정을 실시함으로써 무시멘트 경화체의 특성에 대하여 분석을 실시하였다.

II. 실험계획

1. 실험계획

본 연구는 고로슬래그 미분말과 KOH 및 Ca(OH)₂를 이용하여 무시멘트 경화체를 제조한 후, 재령별 무시멘트 경화체의 특성을 실험적으로 분석하기 위한 것으로, 실험의 수준 및 요인을 표 1에 나타내었다.

표 1. 본 실험수준 및 요인

실험요인	실험수준
결합재 조건	BFSa)
알칼리 자극제	KOH, Ca(OH) ₂
알칼리 자극제 첨가율(%)	10, 20, 30 (%)
양생조건	상대습도 80±5%, 온도 20±2%
W/B	0.45, 0.55
시험항목	압축 및 휨강도, EDS, SEM

주 a) BFS : 고로슬래그(Blast Furnace Slag)

2. 사용재료

본 실험에서 사용한 고로슬래그 미분말의 물리적 성질은 표 2에 나타내었다. 본 실험적 연구에 사용된 고로슬

래그 미분말은 밀도 2.91g/cm³, 분말도 4,464cm³/g인 것을 사용하였으며, 알칼리자극제는 KOH 및 Ca(OH)₂를 사용하였다. 시험 항목으로는 압축 및 휨강도와 EDS, SEM로 설정하였다.

표 2. 고로슬래그 미분말의 화학적 성질

성분	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	TiO ₂
함량	35.08	13.87	0.52	41.10	3.60	2.36	1.20

3. 시험방법

무시멘트 경화체의 재령별 압축 및 휨강도는 시멘트의 강도 시험 방법(KS L ISO 679)에 의거하여 40×40×160mm 몰드에 제작하여 측정하였으며, 상대습도 80±5%, 온도 20±2℃의 조건으로 양생을 실시하였다. 무시멘트 경화체의 결정구조 및 미세조직을 관찰하기 위해 재령별 시험체를 대상으로 EDS(에너지 분산형 X-선 분광기) 분석을 실시하였으며, 1,000 및 10,000배율로 SEM(전자주사현미경) 촬영을 실시하였다.

III. 실험결과 및 결론

철강 산업부산물인 고로슬래그 미분말과 알칼리자극제 KOH, Ca(OH)₂를 사용하여 무시멘트 경화체의 강도 특성 및 수화반응 특성에 대하여 분석한 결과, 본 연구의 범위 내에서는 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 물시멘트비 0.55에 비하여 0.45는 두배 정도의 강도증진이 있는 것으로 확인되었다.
- 2) 자극제의 종류에 따른 무시멘트 경화체의 압축강도 및 휨강도의 차이는 큰 것으로 나타났다. 즉, Ca(OH)₂를 사용한 경화체에 비하여 KOH 사용한 경화체의 강도가 더 큰 값을 나타내었다, 이는 KOH 알칼리 자극제가 고로슬래그 미분말의 유리질 표면을 더 많이 파괴하였기 때문인 것으로 판단된다.
- 3) EDS(에너지 분산형 X-선 분광기) 분석 및 SEM(전자주사현미경) 촬영 결과, 무시멘트 경화체의 수화 반응에 의하여 칼슘실리케이트수화물이 생성된 것을 확인하였다.

■ 참고 문헌 ■

- [1] 한국콘크리트학회, 환경과 콘크리트, 2010
- [2] 채창우, ISO 시리즈 환경경영 체계, 콘크리트와 환경 기술강좌, 2011. 3