

황토가 혼입된 철근 콘크리트 보의 휨 거동

Flexural Behavior of Reinforced Concrete Beams mixed with Hwang-toh

김 성 배* 이 나 현** 김 현 영*** 판 덕 형**** 김 장 호*****
Kim, Sung Bae Yi, Na Hyun Kim, Hyun Young Phan, Duc Hung Kim, Jang Ho

ABSTRACT

Recently, interest in eco-friendly structure has been increased and many researches about hwang-toh are being actively processed. However, most researches are about material properties of hwang-toh, and researches about structural performance are insufficient. Moreover, the usability of activated hwang-toh is being identified in some ways, but its use rate is low in economic aspect in reality. Non-activated hwang-toh is expected to be advantageous in respect of economy but its material and structural performance have not been identified. Therefore, the effect of activated hwang-toh and non-activated hwang-toh on flexural capacity of hwang-toh concrete beam is analyzed in this research.

요 약

최근 친환경 구조물에 대한 관심이 증대 되면서 친환경 재료인 황토에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 하지만 대부분의 연구가 황토의 재료특성에 대하여 이루어지고 있으며, 구조 성능에 대한 연구는 미비한 실정이다. 또한, 활성 황토의 경우 활용 가능성이 어느 정도 규명되고 있으나, 경제성 측면에서 활용도가 낮은 것이 현실이다. 비활성 황토는 경제성 측면에서는 유리할 것으로 기대되나 재료 및 구조성능에 대해 규명되지 않고 있다. 따라서, 본 연구에서는 활성 황토와 비활성 황토가 황토 콘크리트 보의 휨 성능에 미치는 영향을 분석하였다.

* 정회원, 연세대학교, 콘크리트구조공학연구소, 박사과정
** 정회원, 연세대학교, 콘크리트구조공학연구소, 박사과정
*** 정회원, 연세대학교, 콘크리트구조공학연구소, 석사과정
**** 정회원, 연세대학교, 콘크리트구조공학연구소, 박사과정
***** 정회원, 연세대학교, 사회환경시스템공학부, 조교수

1. 서 론

최근 전 세계적으로 지구환경 문제에 관한 관심이 높아지면서 구조물 건설시 친환경 재료를 사용하기 위한 시도가 많아지고 있다. 이러한 요구에 발맞추어 친환경적인 재료로 부각되고 있는 황토는 근래에 시멘트 모르타르 대신 높은 축열성, 습도조절 능력, 자정력, 탈취 및 항균성능, 인체에 유익한 다량의 원적외선이 방사되는 점 등의 효용성이 입증되면서 친환경적인 건설재료로서 사용이 시도되고 있다. 이에 국내에서는 황토를 혼화재료로 사용하려는 연구의 일환으로 고온에서 활성 시켜 포졸란 반응의 활성도가 매우 높아진 활성황토(activated Hwang-toh)에 대한 연구가 진행 중이다. 하지만 활성황토는 천연상태의 것이 아니라 850℃ 이상 온도의 소성과정에서 막대한 에너지가 소비되어, 추가적인 비용이 소비되어 경제성 측면에서도 유리하지 못하다. 따라서, 본 연구에서는 천연상태의 비활성황토와 활성황토가 콘크리트 보의 휨 거동에 미치는 영향을 분석하여 비활성황토의 혼화재료로서의 가능성을 확인하고자 한다.

2. 사용재료 및 실험 방법

2.1 사용재료

본 연구에서는 황토의 혼화재료로서의 활용가능성을 규명하기 위해 일반콘크리트(OPC)와 슬래그콘크리트(SC), 그리고 활성황토(AH)와 비활성황토(NH)를 혼입한 콘크리트를 제작하였다. 실험에 사용된 황토의 화학성분은 표1에 나타내었고, 배합표는 표2에 나타내었다.

표1. 황토의 화학성분

종 류	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO
천연 황토 (NH)	57.0	18.0	6.1	8.9
활성 황토 (AH)	42.5	36.6	4.05	0.57

표2. 콘크리트의 배합표

시 편	W/B (%)	S/a (%)	단위용적중량(kg/m ³)							
			W	B	C	HT	GGBS	S	G	SP(%)
OPC	55	44.75	186.67	339.4	339.4	-	-	746.75	958.12	0.7
SC					237.58	-	101.82			
AH					169.70	67.88	101.82			
NH					169.70	67.88	101.82			

2.2 실험 방법

2.2.1 압축 강도

콘크리트 압축강도 공시체는 KS F 2404에 따라 직경 100mm, 높이 200mm의 실린더용 몰드를 사용하여 제작하였다. 공시체는 24시간이 지난 후 몰드를 제거하여 실험체와 동일한 조건에서 양생을 하였다. 측정된 공시체의 압축강도는 최소 3개 공시체의 평균값으로 하였으며, 공시체의 형상은 그림 1에 나타내었다.

2.2.2 휨 성능

철근 콘크리트 보 시험체는 양생포로 덮어 양생 후 재령 28일에 거푸집을 탈형 하였다. 휨 실험은 2000kN 용량의 만능시험기(UTM)를 사용하여 4점 휨 실험을 하였다. 시험체의 가력은 초기 균열 발생 전까지는 하중 제어법을 사용하여 가력 하였으며, 초기 균열 발생 후에는 변위 제어법을 사용하여 0.02mm/min의 재하속도로 가력 하였다. 시험체의 변형은 전기식 변위계(LVDT)를 이용하여 측정 하였으며, 실험체가 완전히 파괴될 때까지 실험을 수행하였다. 시험체의 제원 및 단면은 그림 2에 나타내었다.

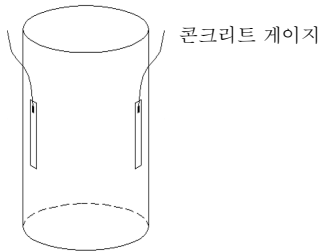


그림 1. 압축강도 시험공시체

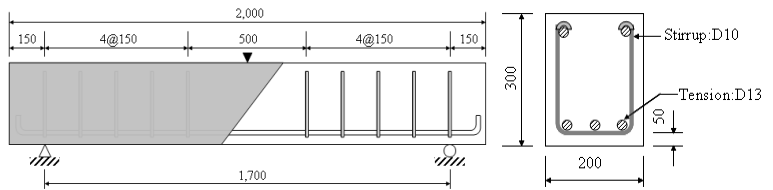


그림 2. 시험체의 제원 및 단면

3. 결과 및 고찰

3.1 압축 강도 결과

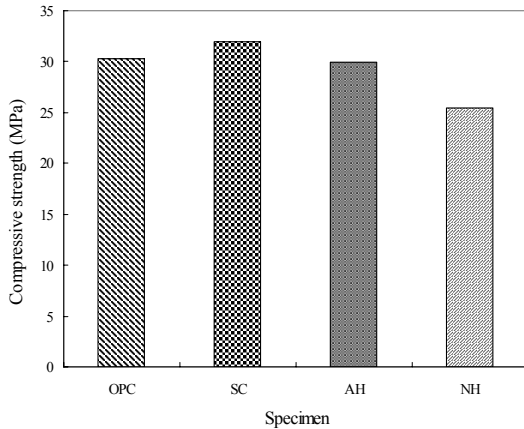


그림 3. 28일 압축강도 결과

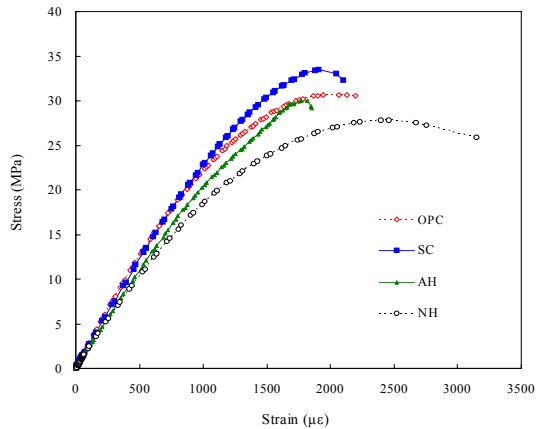


그림 4. 응력-변형률 관계

압축강도 시험결과는 그림 3과 같이 장기강도가 뛰어난 슬래그 콘크리트가 가장 우수한 성능을 보였다. 활성황토를 혼입한 AH 시편의 경우 SC 시편에 비해 강도가 감소하나 슬래그와 혼입하여 사용하였기 때문에 OPC 시편과 유사한 강도를 보였다. 반면 비활성 황토를 혼입한 NH 시편의 경우 슬래그로 인하여 어느 정도의 강도증진효과를 보였음에도 불구하고 상대적으로 가장 낮은 강도발현을 나타내었다. 이는 다른 시편과 달리 콘크리트 내부에서 비활성 황토가 수화반응 작용을 하지 못하여 발생한 것으로 판단된다. 하지만 슬래그와 함께 사용할 경우 고강도를 요하는 특수 구조물이 아닌 일반 구조물에는 충분히 사용이 가능할 것으로 생각된다. 그림 4의 응력-변형률 관계에서도 압축강도와 같은 경향을 알 수 있다. 비활성 황토를 제외한 다른 시편은 거의 유사한 응력-변형률 관계로 취성적

인 경향을 보이고 있다. 반면 비활성 황토는 낮은 수화반응으로 다른 시편에 비해 좀 더 연성적인 경향을 보이고 있다.

3.2 휨 성능

그림 5는 철근 콘크리트 보 시험체의 하중-변위 관계를 정리해 놓은 것이다. 그림에서 알 수 있듯이 초기선형구간에서는 거의 유사한 거동을 보이고 있다. 철근 항복이후의 거동에서는 다소의 차이를 보이고 있으나, 전체적인 거동은 매우 유사한 것으로 나타났다. 하지만 AH시험체와 NH시험체의 경우 황토의 영향으로 극한하중이후 연성이 증진되는 것을 알 수 있다. 특히 비활성 황토를 사용한 NH시험체는 낮은 압축강도에도 불구하고 높은 극한하중과 연성능력을 보여 휨 부재로서의 가능성을 확인할 수 있었다.

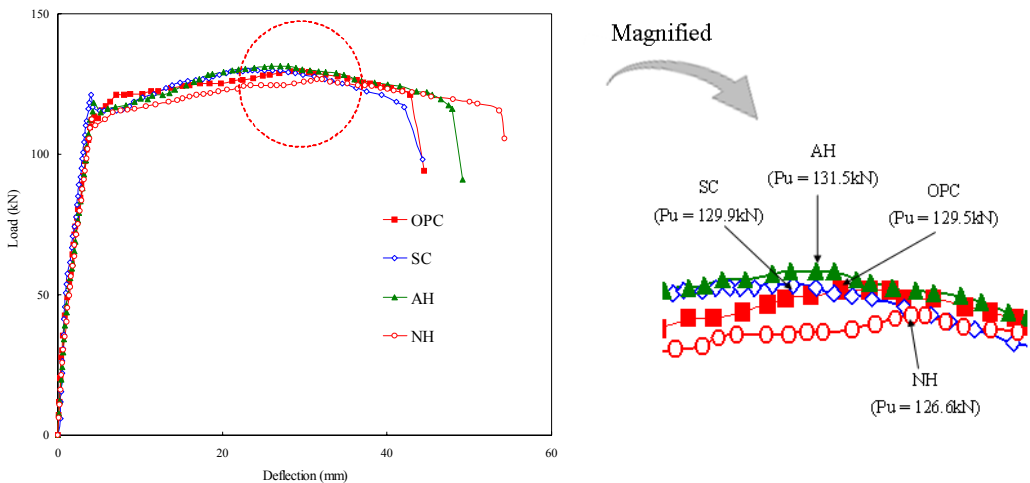


그림5. 혼화제의 종류에 따른 하중-변위 관계

4. 결론

본 연구에서는 황토를 혼입한 콘크리트 성능 실험을 통하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 비활성 황토를 사용할 경우 낮은 강도발현을 하는 것으로 나타났다. 하지만 슬래그와 함께 사용할 경우 고강도를 요하는 특수 구조물을 제외한 일반 구조물에는 적용이 가능할 것으로 판단된다.
- 2) 응력-변형률 관계를 통해 비활성 황토는 연성적인 거동을 보이는 것으로 나타났다.
- 3) 철근 콘크리트 보 실험결과 다른 시험체에 비해 상대적으로 낮은 압축강도에도 유사한 휨성능을 발휘하여 휨 부재로서의 적용 가능성을 확인할 수 있었다.

감사의 글

이 논문은 2008년 교육인적자원부 지방연구중심대학육성사업(바이오하우징연구사업단)의 연구비 지원에 의해 수행되었습니다. 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. 정연백, 양근혁, 황혜주, 정현수, “황토와 고로슬래그 미분말을 첨가한 콘크리트의 역학적 성능 평가”, 대한건축학회논문집, 제22권 5호, 2006, pp. 13-20.