

# 초기 재령에서 비소성 황토 혼입율에 따른 콘크리트의 강도 발현 분석

## Analyzing the Strength Development of Concrete with Function of Non-Sintered Hwangto Admixture Ratio at Early Ages

김태형<sup>1</sup> · 김원창<sup>2</sup> · 최형길<sup>3</sup> · 최희용<sup>4</sup> · 이태규<sup>5\*</sup>

Kim, Tae-Hyung<sup>1</sup> · Kim, Won-Chang<sup>2</sup> · Choi, Hyung-Gil<sup>3</sup> · Choi, Hee-Yong<sup>4</sup> · Lee, Tae-Gyu<sup>5\*</sup>

**Abstract** : In this study, the compressive strength development was analyzed at early ages of concrete specimens admixed with non-sintered hwangto to reduce the CO<sub>2</sub> emissions generated during cement production. The W/B of the specimens was set at 0.41, the percentage of non-sintered hwangto admixture was set at three levels of 15, 30, and 45%, and the compressive strength were measured at 1, 3, 7, and 28 days. The results showed that the compressive strength decreases as the percentage of non-sintered hwangto increases, but the strength development rate increases, and the NHTC41-15 test specimen developed a compressive strength close to NC41 at 28 days.

**키워드** : 탄소배출량, 콘크리트, 비소성 황토, 초기 재령, 압축강도

**Keywords** : carbon dioxide emissions, concrete, non-sintered hwangto, curing, compressive strength

### 1. 서론

최근 온실가스 중 하나인 이산화탄소의 배출에 관한 규제 및 논의가 증가함에 따라 산업계에도 탄소 배출량에 이목을 집중하고 있다. 시멘트는 제작 과정에서 많은 이산화탄소가 발생하며 특히 클링커 소성 공정은 약 1,000°C 이상의 고온에서 이루어지기 때문에 이산화탄소 발생량의 많은 부분을 차지한다. 따라서 건설업계는 배출량 저감 방법 중 하나로 시멘트 대체재에 대한 연구를 활발히 진행하고 있으며 그중 하나인 황토는 친환경 시멘트 대체재 중 하나로 전국에 분포되어 매장량이 풍부하며 특히 비소성 황토는 소성 과정을 거치지 않기에 생산 시 이산화탄소 발생량이 시멘트에 비해 현저하게 적다. 하지만, 기존에 수행된 연구에 따르면 비소성 황토 모르타르는 초기 재령에서 시멘트에 비해 상당히 낮은 강도를 발현하는 것으로 보고되었다[1]. 따라서 본 연구에서는 포틀랜드 시멘트를 기반으로 비소성 황토를 일부 혼입한 콘크리트 시험체를 제작하였으며 그 시험체의 초기 재령에서 압축강도 발현을 분석하였다.

### 2. 실험계획 및 결과

#### 2.1 실험계획

표 1에 본 연구의 실험계획을 나타냈다. W/B는 0.41로 설정하였으며, 실험에 사용된 황토는 국내 C사에서 제조된 비소성 황토이다. 시험체는 시멘트의 15, 30, 45%를 비소성 황토로 치환한 NHTC41 세 수준과 포틀랜드 시멘트만 사용한 NC41로 총 네 수준으로 제작하였으며 1, 3, 7, 28일 재령에 대해 압축강도를 측정하였다.

표 1. 실험 계획

MIX ID	W/B	S/a (%)	Unit weight (kg/m <sup>3</sup> )					Test item
			W	C	NHT	S	G	
NC41	0.41	46.0	165	400	-	799	758	Compressive strength (MPa)
NHTC41-15				340	60			
NHTC41-30				280	120			
NHTC41-45				220	180			

1) 세명대학교, 석사 과정

2) 세명대학교, 박사 과정

3) 경북대학교, 교수

4) (주)클레이맥스, 공학박사

5) 세명대학교, 교수, 교신저자(ltg777@semyung@ac.kr)

## 2.2 실험 결과

그림 1에 시험체의 재령에 따른 압축강도를 나타냈다. 모든 재령에서 비소성 황토 혼입율이 증가함에 따라 압축강도가 낮은 경향을 보이며, 재령 1일에서 NC41은 7.8 MPa, NHTC41 계열은 6.6, 4.6, 2.2로 NC41 대비 84.8%, 59.3%, 27.8%를, 재령 28일에서 NC41은 29.3 MPa, NHTC41 계열은 각각 27.4, 21.5, 11.1 MPa로 각각 NC41 대비 93.5%, 73.4%, 37.9%의 압축강도를 보여 재령이 증가함에 따라 그 차이가 감소하는 확인할 수 있으며, 특히 NHTC41-15 시험체는 1일 재령에서는 NC41 대비 84.8%의 강도를 나타냈으나, 28일 재령에 이르러서는 93.5%로 다른 시험체와 비교했을 때 혼입율 대비 높은 압축강도를 발현하였다. 그림 2에 시험체의 재령에 따른 강도 발현율을 나타냈다. NC41의 강도는 재령 1일 대비 3, 7, 28일에서 각각 2.7, 3.6, 3.8배 증가하였으며 NHTC41-15는 2.8, 3.4, 4.2, NHTC41-30은 3.0, 3.6, 4.7 그리고 NHTC41-45는 2.4, 3.5, 5.2배로 증가하여 비소성 황토 혼입 콘크리트가 보통 콘크리트보다 높은 발현율을 보이며 전반적으로 혼입율이 증가할수록 강도 발현율이 높은 경향을 확인할 수 있다.

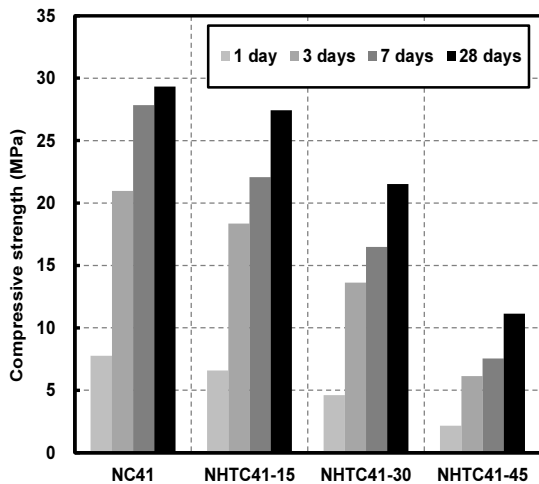


그림 1. 재령에 따른 콘크리트의 압축강도

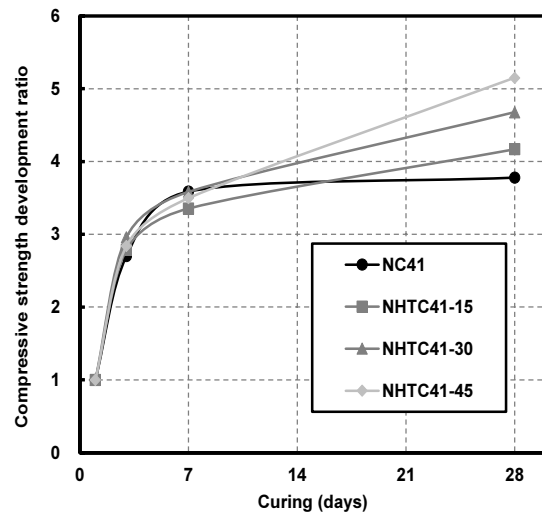


그림 2. 재령에 따른 콘크리트의 강도 발현율

## 3. 결론

비소성 황토의 혼입율이 증가할수록 압축강도가 낮아지지만, 재령이 증가함에 따라 NC와의 압축강도 차이는 감소하며 강도 발현율은 증가하는 경향을 확인하였으며 NHTC41-15의 경우 1일 재령에서 NC41 시험체의 84.8%에 해당하는 압축강도를 보였으나, 28일 재령에서는 NC41에 근접하는 압축강도를 발현하여 다른 시험체보다 높은 압축강도를 발현하였다.

## 감사의 글

본 논문은 중소벤처기업부(이하 중기부)가 지원하는 기술개발사업(S3270705)의 지원을 받아 수행되었습니다.

## 참고문헌

- 허준오, 이재규, 형원길. 친환경 무기결합재를 이용한 비소성 황토모르타르의 특성. 한국콘크리트학회. 2014. pp. 499-506.