

# 비소성 황토를 치환한 고강도 콘크리트의 고온 역학적 특성 평가를 위한 초음파 속도 분석

## Ultrasonic pulse velocity analysis for high- temperature mechanical properties of high strength concrete replacing non-sintered hwangto

김태형<sup>1</sup> · 김원창<sup>2</sup> · 이태규<sup>3\*</sup>

Hong, Kil-Dong<sup>1</sup> · Lim, Gguk-Jeong<sup>2</sup> · Jang, Kil-San<sup>3\*</sup>

**Abstract :** In this study, ultrasonic pulse velocity was analyzed to evaluate the high-temperature mechanical properties of concrete mixed with non-sintered hwangto. The W/B of the specimens was set at 0.41, the percentage of non-sintered hwangto admixture was set at two levels of 15,30%. The target temperature of the specimen is set to 6 levels of 20, 100, 200, 300, 500, 700 °C, and the heating rate is set to 1 °C/min. The result showed that the amount of non-sintered hwangto incorporated into the concrete tends to results in lower compressive strength. Ultrasonic pulse velocity showed similar trends, but differed in some areas.

**키워드 :** 콘크리트, 비소성 황토, 고온, 역학적 특성, 초음파 속도

**Keywords :** Concrete, non-sintered hwangto, high temperature, mechanical properties, ultrasonic pulse velocity

### 1. 서론

화재 발생 시 고온에 노출된 콘크리트는 내부 자유수의 증발로 인해 강도가 크게 감소한다. 또한 콘크리트는 다양한 재료를 사용하는 복합재료로서 배합 요인에 따라 변화하기 때문에 재료에 따른 고온 특성을 확인하는 것은 중요하다고 판단된다.

시멘트 대체 물질 중 하나인 황토는 일반적으로 사용되는 시멘트 결합재와 유사한 화학 조성을 가지고 있으나, 고온 특성에 대한 연구가 부족한 실정이다. 초음파 속도는 콘크리트의 역학적 특성을 간접적으로 확인할 수 있는 비파괴 공법 중 하나로, 매질의 밀도나 상태에 따라 속도가 크게 달라진다. 상온과 고온에서 콘크리트는 내부 공극의 함유율에서 큰 차이가 있으므로 초음파 속도를 통해 고온 특성을 분석할 경우 그 상관관계 파악이 용이할 것으로 판단된다. 따라서 본 연구는 비소성 황토를 혼입한 콘크리트 시험체를 제작한 후 목표 온도까지 가열하여 압축강도와 초음파 속도를 측정 후 이를 분석하였다.

### 2. 실험계획 및 결과

#### 2.1 실험계획

본 연구의 배합 및 실험계획을 아래에 나타냈다. 실험에 사용된 비소성 황토는 국내 C사에서 제조된 것을 사용하였다. 시험체의 W/B는 0.41로 설정하였으며 비소성 황토는 15%와 30% 두 수준으로 혼입하였다. 측정항목은 압축강도와 초음파 속도이며 각각의 측정은 KS 기준에 따라 수행되었다. 시험체의 목표 온도는 20, 100, 200, 300, 500, 700 °C 의 6수준이며, 가열 속도는 1 °C/min로 설정하였다.

표 1. 실험 계획

MIX ID	W/B	S/a (%)	Unit weight (kg/m <sup>3</sup> )					Test item	Target temperature (Heat rate)
			W	C	NHT	S	G		
Plain41	0.41	46.0	165	400	-	799	758	<ul style="list-style-type: none"> <li>Compressive strength (KS F 2405)</li> <li>Ultrasonic pulse velocity (KS F 2731)</li> </ul>	20, 100, 200, 300, 500, 700 °C (1 °C/min)
NHTC41-15				340	60				
NHTC41-30				280	120				

#### 2.2 실험 결과

1) 세명대학교, 석사 과정  
 2) 세명대학교, 박사 과정  
 3) 세명대학교, 교수, 교신저자(ltg777@semyung@ac.kr)

그림 1은 목표 온도에서 시험체의 압축강도를 나타낸 것이다. 콘크리트에 혼입된 비소성 황토의 양이 많을수록 압축강도가 낮은 경향이 나타나며, 이는 200~300 °C 범위에서 더 큰 차이를 보였다. 하지만 700 °C에서 NHTC 시험체는 Plain보다 높은 압축강도를 나타냈다.

그림 2는 목표 온도에서 시험체의 초음파 속도를 나타낸 것이다. 일부 온도 범위에서 상이한 결과를 보였지만, 초음파 속도는 압축강도와 유사하게 비소성 황토의 양이 많을수록 낮은 초음파 속도가 나타나는 경향을 보이며, 온도가 증가함에 따라 감소하였다. 하지만 초음파 속도의 경우 모든 온도범위에서 온도가 증가함에 따라 선형적으로 감소하는 경향을 보이며, 700 °C에서 Plain 시험체가 더 높은 값을 보였다.

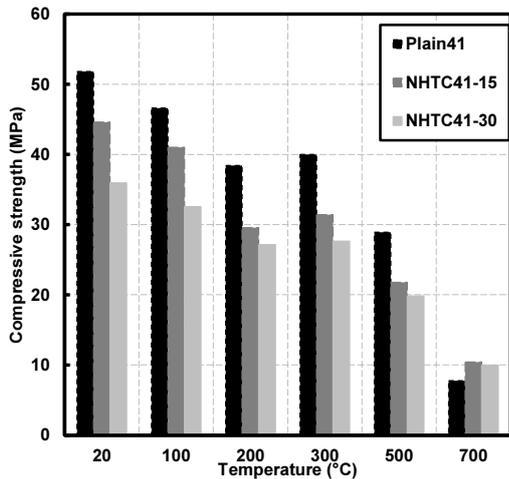


그림 1. 온도에 따른 콘크리트의 압축강도

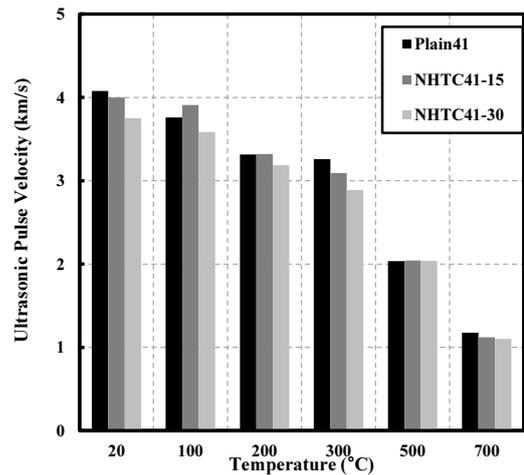


그림 2. 온도에 따른 콘크리트의 초음파 속도

### 3. 결론

본 연구의 분석 결과, 비소성 황토를 혼입한 콘크리트는 보통 콘크리트보다 낮은 압축강도를 나타냈으며, 온도가 증가함에 따라 그 차이가 증가하지만, 700 °C에서는 보통 콘크리트보다 높은 압축강도가 나타났다. 초음파 속도의 경우 비소성 황토의 혼입율이 증가할수록 낮은 경향을 나타냈으며, 온도가 증가함에 따라 선형적으로 감소하는 경향이 나타났다.

### 감사의 글

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