

비소성 황토의 치환율에 따른 구조용 콘크리트의 초음파 속도와 분석

Analysis of Non-Sintered Hwangto Replacement Rate in Structural Concrete on Ultrasonic Pulse Velocity

김원창¹ · 최희용² · 최형길³ · 남정수⁴ · 이태규^{5*}

Kim, Won-Chang¹ · Choi, Hee-Yong² · Choi, Hyeong-Gil³ · Nam, Jeong-Soo⁴ · Lee, Tae-Gyu^{5*}

Abstract

In this study, ultrasonic pulse velocity is compared on non-sintered hwangto concrete(NHTC) and normal concrete(NC) at ages. Strength of specimens set up 30MPa. Cement is replaced with 15 and 30% non-sintered hwangto. UPV is tested at 1, 3, 7, 28, 56, 91 days. As a result, UPV increases as the age and strength increase, but decreases as the non-sintered hwangto replacement increases. Although ultrasonic pulse velocity of NHTC was 72% lower than NC, after that, difference tends to decrease

키 워 드 : 비소성 황토, 초음파 속도, 재령, 콘크리트

Keywords : non-sintered hwangto, ultrasonic pulse velocity, age, concrete

1. 서 론

황토는 지구 전체 지표면의 약 10%를 차지하는 자원으로서 기존 콘크리트의 혼화재와 유사한 화학성분을 갖는다.

최근 탄소 중립 정책으로 인하여 건축 분야에서는 이산화탄소 저감을 위한 시멘트 대체재 연구가 요구되고 있는 실정이다. 따라서, 황토를 활용한 시멘트 대체재로서의 연구가 적합하다고 판단되며 황토를 혼합한 연구가 진행되고 있는 중이다. 그러나 기존의 연구는 대부분 소성 황토를 혼합하였고 황토를 소성하는 과정에서 이산화탄소 발생되기 때문에 정부의 친환경 정책에 적합하지 않다고 판단된다. 또한, 시멘트 대체재료를 혼합한 콘크리트의 경우 강도발현율이 저하되므로, 콘크리트의 정확한 강도 예측에 대한 연구가 미흡한 실정이다.

따라서, 본 연구에서는 콘크리트 시멘트의 15, 30%를 비소성 황토로 대체하여 연구를 수행하였다. 시료의 강도는 구조물에 사용되는 콘크리트의 내구성 확보를 위한 최소 설계기준압축강도인 30MPa로 설정하였으며, 재령(1, 3, 7, 28, 56, 91일)에 따른 초음파 속도를 측정하여 경향을 분석하였다.

2. 실험 방법 및 계획

본 연구의 실험계획을 표 1에 나타냈다. 콘크리트 시험체는 세 수준(NC30, NHTC30-15, NHTC30-30)으로 설정하였으며, NC는 시멘트 100% 혼합한 콘크리트, NHTC30-15 및 NHTC30-30은 시멘트를 비소성 황토로 15, 30%를 치환한 콘크리트로 설정하였다. 시험체의 목표 강도는 30MPa, 측정 항목은 초음파 속도로 설정하였다. 초음파 속도는 재령 1, 3, 7, 28, 56, 91일을 측정하였다. 시험체는 타설 후 항온·항습(온도 20±3 °C, 상대 습도 60±5%) 조건에서 1일 양생을 하였으며, 이후 수중양생을 하였다. 초음파 속도는 다음 식을 통하여 계산되었다.

$$V = \frac{L}{t} \quad (1)$$

V : 초음파 속도 (km/s)

L : 이동 거리 (km)

t : 시간 (s)

1) 세명대학교, 석사과정

2) 클레이맥스, 대표이사

3) 경북대학교, 교수

4) 충남대학교, 교수

5) 세명대학교, 교수, 교신저자(itg777@semyung.ac.kr)

표 1. 실험 계획 및 콘크리트 배합

ID	f _{ck} (MPa)	Slump (mm)	W/B (%)	S/a (%)	W (kg/m ³)	Unit weight (kg/m ³)				Test item
						C	NHT	S	G	
NC30	30	150 ± 25	41.3	46.0	165	400	-	799	956	Ultrasonic pulse velocity (km/s)
NHTC30-15						340	60	794	950	
NHTC30-30						280	120	788	943	

3. 실험 결과 및 고찰

그림 1에는 재령별 초음파 속도를 나타냈다. 전반적으로, 재령이 증가할수록 초음파 속도는 높아지는 경향이 나타났다. NC30의 초음파 속도가 가장 높게 나타났으며 HT30-15, HT30-30 순으로 낮을 값을 보였다. 재령이 커질수록 NC30 HT30-15의 초음파 속도는 수렴하는 경향이 나타났다. HT30-15와 HT30-30의 초음파 속도는 재령 1, 3일에서는 차이가 작으나, 재령이 커질수록 초음파 속도 차이가 커지는 경향이 나타났다.

그림 2에는 NC30 기준으로 초음파 속도의 차이를 재령별로 나타냈다. 재령 1일에서의 초음파 속도는 NC30 대비 NHTC30-15는 약 73%, NHTC30-30은 약 71%로서 상대적으로 낮게 나타났다. 이후 재령에서는 NC30 대비 NHTC30-15는 평균 95%, NHTC30-30은 평균 89%의 초음파 속도 경향을 보였다.

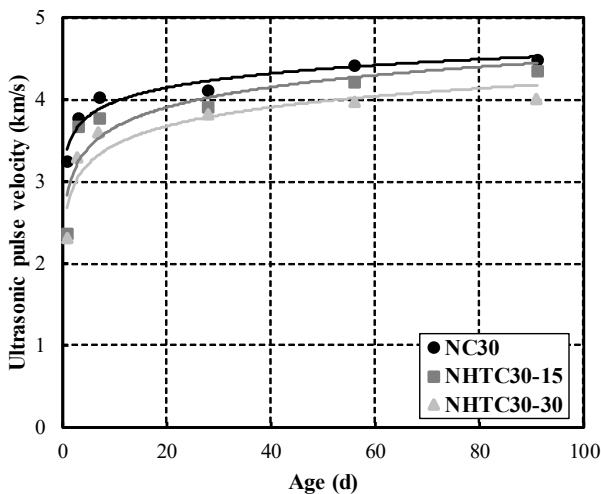


그림 1. 재령별 초음파 속도

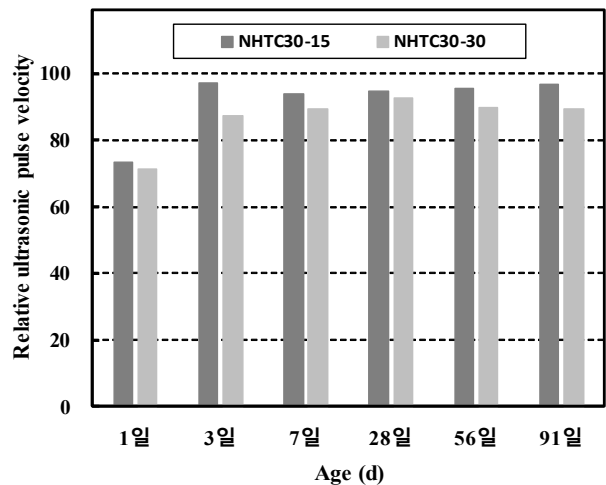


그림 2. 재령별 NC대비 초음파 속도 차이

4. 결론

본 연구에서는, 콘크리트 시멘트를 비소성 황토로 15, 30% 치환하여 재령별로 UPV를 측정하였다. 재령이 커질수록 UPV는 증가하며, 황토 치환율이 높을수록 UPV는 감소하는 경향이 나타났다. NC30의 대비 재령 1일에서의 초음파 속도는 약 72% 내외의 값을 보였으나, 이후 재령에서는 NHTC30-15는 약 95%, NHTC30-30은 약 89%로 차이가 줄어드는 경향을 보였다.

감사의 글

This research was funded by the Korea Agency for Infrastructure Technology Advancement (KAIA) grant funded by the Korea government (MOLIT), grant number 22RITD-C162704-02.

참고 문헌

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