

초기 재령에서 초음파 속도법을 활용한 보통 및 경량 골재 콘크리트의 강도 발현 평가

Evaluation of Strength of Normal and Lightweight Aggregate Concrete Using Ultrasonic Velocity Method in Early Age

남영진¹ · 김원창² · 최형길³ · 류정림⁴ · 이태규^{5*}

Nam, Young-Jin¹ · Kim, Won-Chang² · Choi, Hyeong-Gil³ · Ryu, Jung-Rim⁴ · Lee, Tae-Gyu^{5*}

Abstract : Recently, large and high-rise buildings are increasing, and accordingly, concrete weight reduction is required. Lightweight aggregate concrete can provide economic feasibility and large space, but safety can be reduced due to problems such as low strength and poor durability. Since the development of such low strength of concrete is important in the early construction stage, it is necessary to evaluate the vertical formwork demolding period at the early age. The correlation was analyzed by measuring the compressive strength and ultrasonic pulse velocity. As a result, the ultrasonic pulse rates of normal and lightweight aggregate concrete at the time of 5 MPa expression, which is the time of vertical mold deformation, were 3.07 km/s and 2.77 km/s for W/B 41, and 2.89 km/s and 2.73 km/s for W/B 33.

키워드 : 초기재령, 경량골재, 초음파 속도, 압축강도, 강도예측

Keywords : early age, lightweight aggregate, ultrasonic pulse velocity, compressive strength, Correlation

1. 서론

최근 대도시화로 인해 대형 및 고층 건축물이 증가하는 추세이며, 이에 따라 건축물의 자중이 높아지면서 콘크리트의 경량화가 필요한 실정이다. 콘크리트 골재의 경량화는 경제성과 넓은 공간 확보 등의 이점이 있으나, 낮은 강도 발현 및 내구성 저하 등의 안전성 문제가 발생할 것으로 판단된다. 이러한 영향으로 초기 시공 단계에서 부정확한 거푸집 탈형 시점 평가는 거푸집 붕괴 사고를 유발할 수 있으므로, 초기 재령에서 콘크리트 압축강도의 정확한 평가가 필요하다.

초기 재령에서 초음파 속도법을 활용하여 콘크리트 강도 발현 예측을 위한 연구가 일부 수행되었다. 초음파 속도법의 경우 재료의 물리적 특성에 따라 상이한 결과를 보이기 때문에 경량 골재를 활용한 콘크리트에 적용하기 위해서는 추가적인 실험이 필요하다고 판단된다. 따라서 본 연구에서는 초기 재령에서의 보통 및 경량 골재를 혼합한 콘크리트의 압축강도와 초음파 속도의 상관관계 분석을 수행하였으며, 최종적으로 수직 거푸집 탈형 시점을 평가하였다.

2. 실험 방법 및 계획

본 연구에서의 실험계획 및 콘크리트 배합을 표 1에 나타냈다. 콘크리트 배합의 경우 밀도 3150kg/m³, 분말도 320m²/kg의 시멘트를 혼합하였다. 굵은 골재의 화강암 골재(밀도 2,680kg/m³, 조립률 7.03)와 석탄계 경량 골재(밀도 1,470kg/m³, 조립률 7.03)를 사용하였다. 또한, 다양한 강도에서의 평가를 위해 콘크리트의 W/B는 0.41, 0.33으로 설정하였다. 시험체 제작 이후 항온·항습(20±2°C, 65±5%) 조건에서 24h 동안 양생을 실시하였다. 평가 항목의 경우 압축 강도와 초음파 속도로 설정하였으며, 초기 재령(0~24h) 동안 평가한 압축 강도와 초음파 속도의 상관관계 분석을 수행하였다.

1) 세명대학교, 석사과정

2) 세명대학교, 박사과정

3) 경북대학교, 교수

4) (주)에프엠웍스, 공학박사

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

표 1. 실험계획 및 콘크리트 배합

MIX ID	Slump (mm)	W/B (%)	S/a (%)	W	Unit weight (kg/m ³)		
					C	S	G
NC41	150	41.3	46.0	165	400	799	758
LC41					400	799	956
NC33		33.0	43.0		500	711	762
LC33					500	711	961

3. 실험 결과

그림 1에 초기 재령에서 보통 및 경량골재 콘크리트의 압축강도와 초음파 속도의 상관관계 분석 결과를 나타냈다. 수직 거푸집 탈형 강도인 5MPa를 초과하는 범위의 경우, W/B 41인 보통골재 콘크리트와 경량골재 콘크리트의 초음파 속도는 동일하게 24시간에서 발현하였으며, 각각 3.07km/s, 2.77km/s의 속도를 나타냈다. W/B 33인 경우 보통골재 콘크리트는 14시간에서 2.89km/s를 나타냈으며, 경량골재 콘크리트는 12시간에서 2.73km/s의 속도를 보였다. W/B 33의 시험체가 24시간 도달하였을 때 보통 및 경량골재 콘크리트의 압축강도는 17.1MPa, 17.56MPa으로 유사하게 발현하였지만, 초음파 속도의 경우 3.42km/s, 3.23km/s로 약 0.2km/s차이를 나타냈다.

상관계수(R^2)는 W/B 41인 경우 경량골재 콘크리트가 보통골재 콘크리트보다 더 높은 0.89를 나타냈으며, W/B 33인 경우 보통골재 콘크리트가 경량골재 콘크리트보다 더 높은 0.98의 상관관계를 보였다.

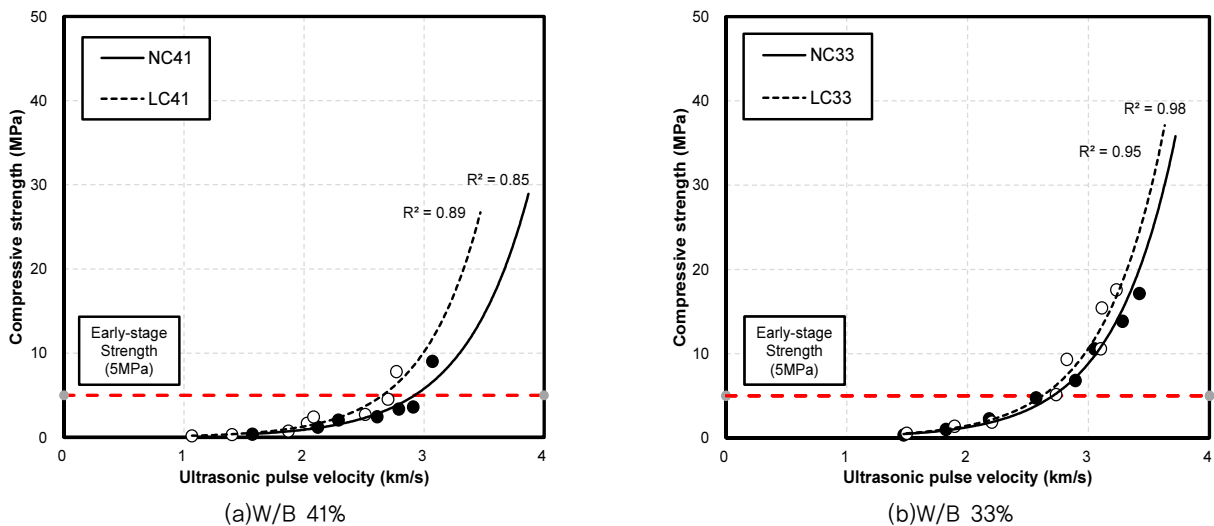


그림 1. 강도별 초기 재령에서 NC 및 LC의 상관관계

4. 결론

본 연구에서는 초기 재령에서 보통 및 경량골재 콘크리트의 초음파 속도법을 활용한 수직 거푸집 탈형 강도를 평가하였다. 보통 및 경량골재를 혼합한 콘크리트와 경량골재 콘크리트의 압축강도가 5 MPa에 도달하는 시점에서의 초음파 속도는 W/B 41인 경우의 3.07 km/s, 2.77 km/s이며, W/B 33인 경우 보통골재 콘크리트는 2.89 km/s, 경량골재 콘크리트는 2.73 km/s를 나타냈다. 상관계수(R^2)는 W/B 41인 경우 경량골재 콘크리트가 0.89, W/B 33인 경우 보통골재 콘크리트가 0.98로 높게 나타났다.

감사의 글

본 논문은 중소벤처기업부(MSS, Korea)가 지원하는 기술개발 프로그램(S3270705)의 지원을 받았다

참고문헌

1. Kim W, Jeong K, Choi H, Lee T. Correlation Analysis of Ultrasonic Pulse Velocity and Mechanical Properties of Normal Aggregate and Lightweight Aggregate Concretes in 30-60 MPa Range. Materials. 2022. Vol.15 No.8. p. 2952.