

초기재령에서 보통 및 경량골재 콘크리트의 경과시간에 따른 압축강도 및 초음파 펄스 속도의 평가

Evaluation of Compressive Strength and Ultrasonic Pulse Velocity according to Elapsed Time on Normal and Lightweight Aggregate Concrete at Early Age

김원창¹ · 최형길² · 남정수³ · 김규용³ · 이태규^{4*}

Kim, Won-Chang¹ · Choi, Hyeong-Gil² · Nam, Jeong-Soo³ · Kim, Gyu-Yong³ · Lee, Tae-Gyu^{4*}

Abstract : In this study, the compressive strength and ultrasonic pulse velocity were evaluated according to the elapsed time on concrete mixed with normal and lightweight aggregates at early age. For evaluation in various strength ranges, the design compressive strength was set to 30, 45, and 60MPa and evaluated. As a result of the experiment, the compressive strength of concrete mixed with lightweight aggregates developed 5MPa earlier compared to normal aggregate concrete, and the UPV showed a similar tendency.

키워드 : 초기 재령, 초음파 펄스 속도, 경량골재, 압축강도

Keywords : early age, ultraonic pulse velocity, lightweight aggregate, compressive strength

1. 서론

초기 재령에서 콘크리트의 특성을 이해하는 것은 공사 기간 단축 및 거푸집 붕괴 방지 등의 많은 이점을 가져오며, 이를 위해서 기존 연구자들은 초음파 속도법을 활용하여 초기 재령에서의 콘크리트의 응결 및 강도 발현 특성을 평가하기 위한 연구를 수행하였다. 그러나, 기존 연구의 경우 낮은 강도 범위와 모르타르 및 보통 골재를 혼합한 콘크리트에 대한 연구만이 수행되었다. 초음파 속도의 경우 콘크리트에 혼합된 재료 및 배합 등의 다양한 요소에 지배적이기 때문에, 초음파 속도를 활용하여 여러 강도 범위 및 다양한 재료를 혼합한 콘크리트에 대한 초기 재령에서의 특성을 정확하게 평가하기 위해서는 다양한 요소를 고려한 실험이 진행되어야 한다.

2. 실험 방법

표 1에 본 연구의 배합을 나타냈다. 다양한 강도 영역에서의 평가를 위해 목표강도 30, 60MPa를 발현하기 위한 W/C 비율을 0.41, 0.28로 설정하였다. 또한, 다양한 골재의 영향을 평가하기 위해 굵은 골재를 화강암계 골재 및 석탄계 경량골재로 설정하였다. 석탄계 경량골재의 밀도와 흡수율의 경우 약 1.43 g/cm³ 및 6.84%이다. 평가 항목은 압축강도와 초음파 속도로 설정하였으며, 콘크리트 배합 이후 24h 까지 항온·항습(20±2°C, 60±5%) 조건에서 양생을 실시하면서 경과 시간에 대한 역학적 특성 평가를 수행하였다. 초음파 속도의 경우 다음 공식을 통해 계산되었다.

$$v_p = \frac{L}{t} \tag{1}$$

v_p : 초음파 속도(m/s), L : 초음파 이동 거리(m), t : 시간(sec)

1) 세명대학교 소방방재공학과, 박사과정
2) 경북대학교 건축학부, 교수, 공학박사
3) 충남대학교 건축공학과, 교수, 공학박사
4) 세명대학교 소방방재학과, 교수, 공학박사(itg777@semyung.ac.kr)

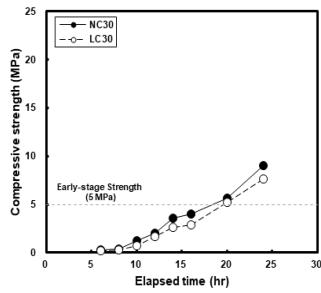
표 1. 콘크리트 배합

분류	목표 강도	W/C	S/a (%)	단위 중량(km/m ³)				측정 항목
				W	C	S	G	
NC30	30MPa	0.41	46.0	165	400	799	956	<ul style="list-style-type: none"> Compressive strength(MPa) Ultrasonic pulse velocity(km/s)
LC30					400	799	758	
LC60	60MPa	0.28	43.0		600	676	913	
LC60					600	676	724	

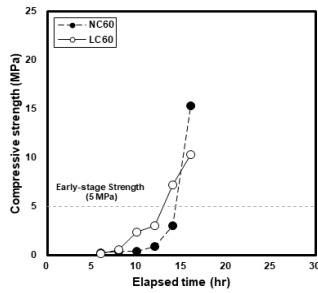
3. 실험 결과

그림 1에 초기 재령에서 경과 시간에 따른 콘크리트의 압축강도를 나타냈다. 압축강도의 경우 목표 강도 30MPa에서는 NC 및 LC 모두 약 20h에 거푸집 탈형 시점인 5MPa를 발현하였다. 목표 강도 60MPa에서는 목표강도 30MPa 대비 상대적으로 작은 W/C의 영향으로 먼저 5MPa를 발현하였으며, LC60의 경우 NC60 대비 약 1.2h 먼저 5MPa를 발현하였다. 이전 연구에서 이와 유사하게 초기 재령에서 NC 대비 LC의 높은 강도 발현을 보고하였으며, 다공성을 갖는 경량골재의 표면에 시멘트 입자가 침투한 후 경화하여 페이스트와 골재 사이의 계면에서 작용하는 응력을 강화시켰다는 결과를 보고하였다.

그림 2에 초기 재령에서 경과 시간에 따른 콘크리트에서의 초음파 속도를 나타냈다. 목표강도 60MPa의 초음파 속도의 경우 경과 시간에 따라 목표강도 30MPa 대비 높은 속도를 보였다. 이는 시멘트 분체량에 따른 밀도 차이에 의한 영향으로 판단된다. 모든 수준에서 상대적으로 초기 시간대에서는 NC 및 LC 모두 유사한 속도를 보였으나, 시간이 경과 할수록 NC가 LC를 상회하는 경향을 보였다.

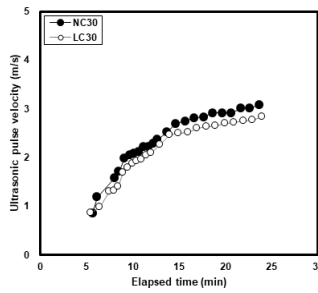


(a) 목표 강도 30MPa

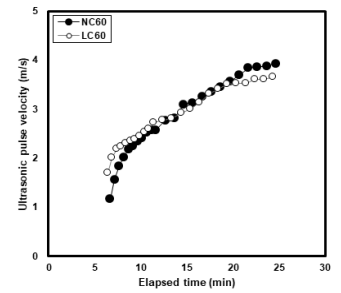


(b) 목표 강도 60MPa

그림 1. 시간 경과에 따른 압축강도



(a) 목표 강도 30MPa



(b) 목표 강도 60MPa

그림 2. 시간 경과에 따른 초음파 속도

4. 결론

본 연구에서는 초기 재령에서 경과 시간에 따른 보통 및 경량골재를 혼합한 콘크리트의 압축강도 및 초음파 속도를 평가하였다. 거푸집 탈형 강도인 5MPa에 도달하는 시간의 경우 목표 강도 30MPa 대비 60MPa의 콘크리트가 먼저 도달하였으며, LC60이 NC60 대비 약 1.2h 먼저 5MPa에 도달하였다. 초음파 속도의 경우 목표강도 60MPa의 콘크리트가 목표 강도 30MPa 대비 높은 속도를 보였으며, 모든 수준에서 초기에는 NC 및 LC가 유사한 경향을 보였으나, 시간이 경과함에 따라 NC가 LC 대비 높은 속도를 보였다.

감사의 글

본 논문은 중소벤처기업부(MSS, Korea)가 지원하는 기술개발 프로그램(S3270705)의 일환으로 수행된 연구임을 밝히며 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. Taegy Lee, Jaehyun Lee, Setting time and compressive strength prediction model of concrete by nondestructive ultrasonic pulse velocity testing at early age. Construction and Building Materials. Vol.252 No.119027.