

고성능 콘크리트의 압축강도 추정을 위한 초음파속도식의 검토

Investigation on the Ultrasonic Pulse Velocity Equation for Estimating Compressive Strength of High Performance Concrete

이 태 규*

김 규 용**

최 경 철***

강 연 우****

김 순 목*****

김 수 봉*****

Lee, Tae-Gyu Kim, Gyu-Yong Choe, Gyeong-Cheol Kang, Yeon-Woo Kim, Soon-Mook Kim, Soo-Bong

Abstract

For estimating compressive strength of concrete, non-destructive test has conducted generally. It used experimental equation to calculate compressive strength from construction. This study investigated experiment to apply non-destructive test, based on fresh property, compressive strength and ultrasonic pulse velocity of high performance concrete. And it conducted to compare various proposed equation.

키 워 드 : 비파괴시험, 압축강도, 초음파속도, 추정 제안식

Keywords : Non-destructive test, compressive strength, ultrasonic pulse velocity, proposed equation

1. 서 론

콘크리트의 강도발현 여부는 주로 몰드강도를 측정하여 평가하고 있으며, 온도의 변화, 다짐불량, 시공 부주의 등에 의하여 품질저하가 발생할 경우 비파괴 시험방법에 의한 강도추정방법이 보편적으로 행해지고 있다. 이러한 비파괴시험에 의한 압축강도의 추정은 경험 값에 의한 방정식에 의하여 계산할 수 있으며 다양한 식들이 제시되고 있다.

본 연구에서는 고성능 콘크리트를 활용하여 몰드, 코어 등의 초음파속도를 측정하여 비파괴검사에 의한 압축강도 추정방법의 신뢰성을 평가하고자 하였다. 또한 기존의 초음파 속도식에 의한 추정 값과의 비교를 통하여 고성능 콘크리트의 적용성에 대하여 검토하였다.

2. 실험계획 및 방법

2.1 실험계획

본 연구의 실험계획 및 콘크리트 배합을 Table 3에 나타냈다. 고성능콘크리트의 압축강도에 따른 비파괴검사의 신뢰성을 분석하기위해서 공기단축 및 원가절감을 위하여 현장에서 사용되는 배합을 사용하였다. 콘크리트강도는 24, 30, 45MPa로서 W/C는 47.9%, 41.3%, 33.0%로 각각 설정하였으며, Slump는 180 ± 25 mm, 45MPa 고강도 콘크리트는 Slump-flow 550 ± 50 mm를 만족하도록 하였다. 평가항목으로는 콘크리트의 물과 몰드 및 Mock up시험체를 제작하여 파괴시험(몰드, 코어) 및 비파괴검사법으로 초음파를 측정하였으며 기존식과의 비교검토를 통하여 추정식의 신뢰성을 평가하였다.

2.2 실험방법

초음파속도의 측정은 CNS Farnell사의 Pundit 장비를 사용하였으며 7일, 14일, 21일, 28일 재령에서 몰드, Mock up 시험체에서 9개소를 측정, 코어 3개를 측정하여 분석하였으며 초음파속도는 식(1)으로 계산하였다.

* 대우조선해양건설 건축기술팀, 대리, 공학박사

** 충남대학교 건축공학과, 교수 · 공학박사, 교신저자(gyuyongkim@cnu.ac.kr)

*** 충남대학교 건축공학과, 박사과정

**** 대우조선해양건설 건축기술팀장, 공학박사

***** 대우조선해양건설 건설기술연구소장

***** 대우조선해양건설 건축본부장

표 1. 실험계획 및 콘크리트 배합

f _{ck} (MPa)	W/B (%)	Slump (Slump-flow) (mm)	Air contents (%)	S/a (%)	Unit weight (kg/m ³)					Test item
					W	C	S	G	AD	
24M	47.9	180±25	4.5±1.5	48.0	163	340	863	938	2.7	▪ Slump(slump-flow, mm) ▪ Air contents(%) ▪ Compressive strength(MPa) ▪ Ultrasonic pulse velocity(km/sec)
30M	41.3	180±25	4.5±1.5	46.0	165	400	802	945	3.2	
45M	33.0	550±50	4.5±1.5	43.0	165	500	714	950	6.0	

$$V = L / \Delta t \quad (1)$$

여기에서, V : 초음파속도(km/sec.)
 L : 시험체 길이(km)
 Δt : 전달속도(sec.)

3. 실험결과 및 고찰

3.1 콘크리트의 물성 및 강도발현

Table 5에 균지않은 정상 및 경화성상의 실험 결과를 나타냈다. 콘크리트의 균지않은 성상으로 배합시 슬럼프 및 슬럼프 플로우의 60분 경시변화는 10~20mm, 공기량의 경우 1.0% 이하이며, 압축강도발현 성상으로 3일에 콘크리트 강도의 90% 이상, 7일에 콘크리트의 설계기준 강도 100% 이상이 발현되는 것으로 확인되었다.

표 2. 콘크리트의 물성 및 강도발현

Mix type	Fresh				Hardened				
	Slump-flow (mm)		Air (%)		Compressive strength				
	0min	60min.	0 min	60 min	3D	7D	14D	21D	28D
24M	180	170	5.4	4.4	23.6	29.9	31.1	32.7	33.6
30M	190	170	4.6	4.3	28.7	33.4	35.3	38.8	41.1
45M	510×530	500×500	3.4	3.1	44.3	50.1	54.5	58.7	63.1

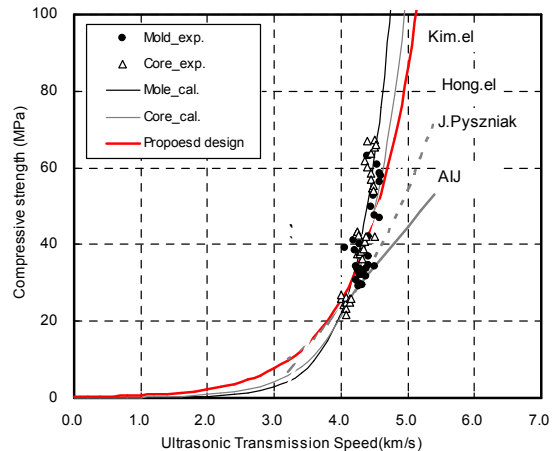


그림 1. 초음파속도법에 의한 강도추정 비교

3.2 콘크리트의 균열성상 평가

그림 1에 재령에 따른 초음파속도법에 의한 강도추정식의 비교 결과를 나타냈다. 초음파속도는 몰드와 코어공시체에 따라 차이가 다소 차이는 있지만 또한 7~14일 재령까지는 상승하고 14일 이후의 재령에서는 반발경도 값과 유사하게 저하 또는 수렴하는 것으로 확인되었다. 또한 초음파속도법에 의한 추정값은 J.Pyszniak 및 국내 제안식이 신뢰성이 높은 것으로 확인되었지만 고성능 콘크리트의 강도추정에 있어 한계점이 있는 것으로 확인되었다.

4. 결 론

고성능 콘크리트의 압축강도 추정을 위한 초음파속도식의 검토 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

- 1) 비파괴검사에 의한 반발경도 및 초음파속도값은 7~14일 재령까지는 상승하지만 14일 이후의 재령에서는 저하 또는 수렴하는 경향을 보였다.
- 2) 본연구의 범위에서 국내의 제안식이 신뢰성이 높은 것으로 확인되었지만 고성능콘크리트의 강도추정에 있어 기존식의 활용의 한계점이 있을 것으로 분석되었다.

참 고 문 헌

1. V.M. Malhotra, and N.J. Carino, Handbook on nondestructive testing of concrete, CRC press, 2013.