

# 초음파속도법을 이용한 하중이력상태에 따른 콘크리트 내부결함 평가

## Internal Damage Assessment of Concrete for Various Load Histories using Ultrasonic Pulse Velocity Method

김 종 호 \* 김 지 상\*\* 박 종 범\*\*\*  
Kim, Jong Ho Kim, Jee Sang Park, Jong Bum

### ABSTRACT

Ultrasonic pulse velocity method is investigated to evaluate assessment on concrete properties without loss of structural function. In addition, a relatively simple, and economical, and high adaptability, and so the need is increasing. In this study, the load of the concrete historical conditions based on ultrasonic pulse velocity measurements to analyze the results of the internal defects of concrete was evaluated.

### 요 약

초음파 펄스 속도법은 기존 구조물에 손상을 주지 않고 콘크리트의 상태평가를 할 수 있다. 또한 상대적으로 간편하고, 경제적이며, 뛰어난 적용성 때문에 그 필요성이 증대되고 있다. 본 연구에서는 하중이력상태에 따른 콘크리트의 초음파 펄스 속도를 측정하여 그 결과를 분석하고 콘크리트 내부결함을 평가하였다.

### 1. 서 론

콘크리트의 상태변화는 자연적으로 구조물의 성능을 저하시켜 구조물의 사용성과 안전성에 심각한 문제를 발생시킬 수 있게 된다. 따라서 콘크리트 구조물의 성능을 확보하기 위하여 콘크리트의 현재 상태를 알 수 있는 다양한 검사 기법의 연구와 개발이 필요하다. 이 연구에서는 초음파 펄스 속도법을 이용하여 하중이 가해지는 콘크리트의 재료 손상에 대한 평가를 수행하였다.

### 2. 실험 방법 및 이론

본 연구에서는 압축하중을 받고 있는 콘크리트 내부의 균열부와 비균열부를 통과하는 펄스 속도의 차를 통해 균열폭을 추정해 보았다. 시험체는 표 1과 같은 배합으로 정육면체공시체( $\phi 150 \times 150 \times 150$ )를 제작하였으며, KS F 2731(콘크리트 압축강도 추정을 위한 초음파 펄스 속도시험 방법)의 규정에 따랐다.

\* 정회원, 서경대학교 도시환경시스템공학과 석사과정

\*\* 정회원, 서경대학교 토목공학과 교수

\*\*\* 정회원, 서울대학교 건설환경 종합연구소

표면건조상태의 시험체는 하중이 가해짐에 따라 생기는 모든 내부 균열이 수분으로 가득 차있다고 가정하여 물을 통과하는 초음파 펄스 속도를 식(1)로 구할 수 있다. B는 물의 벌크계수( $0.21 \times 10^9$ ),  $\rho$ 는 물의 밀도( $1000\text{kg}/\text{m}^3$ )이고, 균열 폭은 식(2)를 통해 추정할 수 있다.[1]  $w$ 는 균열폭,  $S$ 는 시험체 길이,  $V$ 는 임의의 응력단계에서의 초음파 펄스 속도,  $V_0$ 는 초기 응력단계의 펄스 속도이다.

$$V_w = \sqrt{\frac{B}{\rho}} \quad (1)$$

$$w = \frac{\frac{1}{V} - \frac{1}{V_0}}{\frac{1}{V_w} - \frac{1}{V_0}} S \quad (2)$$

표 1 Mixture proportions of concrete

호칭강도	W/B	W (kg)	C (kg)	S (kg)	G (kg)	FA (kg)	SF (kg)	SP (kg)
30MPa	0.50	170	340	798	994	-	-	1.0
40MPa	0.35	151	415	791	1014	57	-	7.1
60MPa	0.30	152	495	738	986	68	-	8.4
80MPa	0.25	153	542	661	920	70	83	10.3

### 3. 실험 결과

하중이력에 대한 초음파 펄스 속도는 그림 1에서 펄스 속도가 급격히 줄어드는 특정한 응력단계가 있고, W/B가 작을수록 응력의 단계도 높은 경향을 보인다. 또한 각각의 W/B에 대해 펄스 속도가 급격히 줄어드는 응력단계의 구간은 서로 달랐지만 펄스 속도는 대체적으로 94%의 평균값을 갖는다. 균열폭의 범위는 2.12~7.96mm로 W/B와 상관없이 일정하다.

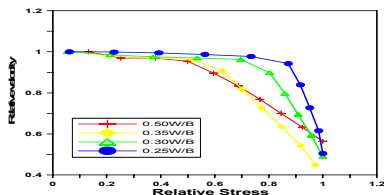


그림 1 Relationship between relative velocity and relative stress during loading

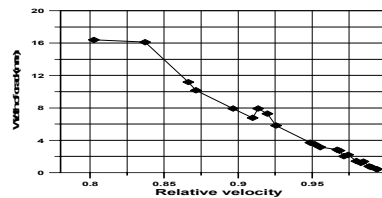


그림 2 A typical plot showing relationship between width of crack and relative velocity

표 2 Results of the tested samples

No.	W/B	Relative stress(%)	Relative velocity(%)	Crack width(mm)	No.	W/B	Relative stress(%)	Relative velocity(%)	Crack width(mm)
1	0.25	46	94	5.29	7	0.35	73	96	3.02
2	0.25	49	92	7.20	8	0.35	76	93	5.20
3	0.25	48	91	7.96	9	0.35	78	93	5.54
4	0.30	50	95	3.38	10	0.50	87	97	2.12
5	0.30	54	93	5.08	11	0.50	91	91	6.77
6	0.30	58	93	4.85	12	0.50	92	90	7.35

### 4. 결 론

본 연구에서는 하중이력에 따른 콘크리트 초음파 펄스 속도가 감소하는 경향을 보이고, 내부균열로 인한 펄스 속도가 급격히 줄어드는 응력단계가 있어 콘크리트 구조물의 손상을 탐지할 수 있을 것으로 기대한다.

#### 참고문헌

- Hisham Y., Qasrawi, Iqbal A, Marie., "The use of USPV to anticipate failure in concrete under compression", Cement and Concrete Research, Vol, 33, Issue 12, December 2003, pp 2017-2021.