

결정질암의 초음파속도와 일축압축강도의 상관성

Correlation Between Ultrasonic Velocity and Uniaxial Compressive Strength of Crystalline Rocks

이윤수 Yun-Su Lee , 이윤지 Yun-Ji Lee , 광성민 Seong-Min Kwag
임수빈 Su-Bin Im , 김교원 Gyo-Won Kim*

경북대학교 지질학과, Dept. of Geology, Kyungpook National University

* 교신저자 : gyokim@knu.ac.kr

주요어: 일축압축강도, 초음파속도, 결정질암

1. 서론

일축압축강도는 암반의 공학적 분류, 각종 암반구조물의 설계 시공 및 보강대책에 기초자료로 사용되는 역학적 특성치이다. 암석의 일축압축강도 측정은 KSE3033(2006), ASTM(1984), ISRM(1981)에 의해 표준화 되어 있으나, 시료제작에 상당한 주의를 요하고 고가의 기기와 실험실에 국한되는 제약성으로 어려움이 있다. 따라서 이러한 불편한 점을 해소하기 위하여 점하중강도 시험, 초음파속도 시험 등을 이용하는 간접적인 방법으로 일축압축강도를 유추하는 방법이 많이 사용되고 있다. 간접적인 시험법은 시료제작 및 시험장비 운용이 용이하고, 현장에서 쉽게 이용할 수 있다는 장점이 있다.

본 연구는 한반도에 분포하는 화성암 중 대표적인 결정질암으로 분류되는 화강암에 대한 강도 특성시험으로 영덕창수 지역의 화강암 및 화강편마암 시추코어 시편과 경주 양북면 봉길리 일대의 화강암 및 화강섬록암 시추코어 시료를 대상으로 길이별로 시편을 제작하여 일축압축강도 시험과 초음파속도 시험을 실시하여 일축압축강도와 초음파속도와의 상관관계식을 도출하였다.

2. 문헌연구

초음파속도 시험은 점하중강도 시험, 슈미트햄머 시험 등과 함께 일축압축강도를 간접적으로 추정하기 위한 방법으로 많이 이용되어 왔다. 콘크리트 강도 추정을 위한 연구(Ben Zeitun, 1986)로부터 시작되어 O'Connell(1974) 등은 건조한 암석과 포화된 암석의 탄성파속도의 특성을 구명하였다. 1980년대부터 현재까지 탄성파속도와 강도와의 상관성 연구, 암석의 물리적 성질을 간접적으로 규명하는 연구(Hornby et al., 1998, Kumar et al., 2003, Song et al., 2004), 절리면의 파손된 성질을 추정하기 위한 연구(Budetta et al., 2001)와 암석의 파괴강성(Kahraman et al., 2002) 규명을 위한 연구로 발전하고 있다. 지금까지 실험적 연구에 의해 발표된 일축압축강도와 초음파속도의 상관관계식은 표 1에 제시하였다. 그러나 아직 초음파속도를 활용한 암석의 일축압축강도를 추정하는 방법은 그 활용도가 미비하다.

표 1. 일축압축강도와 초음파속도 관계식

발 표 자	제 안 식	비 고
Inoue and Ohomi(1981)	$q_u = k\rho V_p^2 + A$	q_u : kg/cm ² ρ : g/cm ³ V_p : km/s
Göktan(1988) : 퇴적암	$q_u = 0.036V_p - 31.38$	q_u : MPa V_p : m/s
Kahraman(2001) : 퇴적암	$q_u = 9.95V_p^{1.21}$ (r=0.83)	q_u : MPa V_p : km/s
백승철 외(2006) (1) 흑운모화강암 (2) 여수지역 화성암	$q_u = 2.07V_p^{3.89}$ $q_u = 2000.5285 V_p^{1.584}$	q_u : kg/cm ² V_p : km/s
문종규 외(2011) (1) 화성암 (2) 퇴적암 (3) 편마암 (4) 혼펠스	$q_u = 27.13 \times \exp(V/3.17) - 17.05$ $q_u = 30.61 \times \exp(V/3.34) - 19.64$ $q_u = 36.73 \times \exp(V/3.39) - 37.34$ $q_u = 127.66 \times \exp(V/4.69) - 142.09$	q_u : MPa V_p : km/s

3. 시료제작 및 시험방법

본 연구에서 사용된 시추코어 시료는 영덕지역과 경주지역에서 획득한 결정질암 시료이다. 영덕 창수지역 화강암 및 화강편마암 코어 시료를 사용하여 길이(L)/직경(D)이 1, 1.5, 2, 2.5, 3이 1set로 해서 약 60set(300개)의 시료를 제작하여 일축압축강도 시험 및 초음파속도 시험을 수행하였다. 경주 양북면 일대의 화강암 및 화강섬록암 코어 시료를 사용하여 위와 동일한 방법으로 초음파속도 시험 및 일축압축강도 시험용 시료 약 44set(220개)를 제작하였다.

암석의 일축압축강도를 측정하기 위해 사용한 압축기는 UTM으로 최대용량은 1000kN, 변위센서 범위는 0~200mm이다. NX코어 크기로 편평도는 0.02mm 이내 등 KSRM(2006)의 규정을 바탕으로 암석시료를 제작하여 수행하였다.

초음파속도 시험은 시험편을 초음파가 통과하는데 소요된 시간을 측정하여 전파속도를 구하는 비파괴 시험으로 본 실험에서는 Ultracon-170 초음파 측정기를 사용하였다. 초음파 전달 시간을 측정하는 방법에는 크게 대칭법(직접법)과 표면법(간접법) 그리고 사각법(반간접법)이 있으나 시험편 양 쪽 끝면이 서로 마주보는 위치의 대칭법이 초음파가 가장 잘 전달되고 정확한 값을 도출해 낼 수 있어 이 방법으로 일축압축강도 시험 이전의 시료를 사용하여 수행하였다.



그림 1. 직경에 대한 길이별 시료제작(일축압축강도)



그림 2. 초음파속도 측정(예시)