

암석 물성 측정기술 및 DB 구축

성낙훈¹⁾, 박삼규¹⁾, 조성준¹⁾, 신승욱¹⁾, 박계순¹⁾, 방은석¹⁾, 송영수²⁾

1. 서론

국내에서 물리탐사가 토목 지반조사에 많이 이용되고 있으며, 탐사결과로부터 지반상태를 보다 정확하게 해석하기 위해서는 기초적인 암석 물성자료가 필요하다. 이를 위하여 실내에서 노두 및 시추코어를 성형, 기본물성인 밀도(비중), 함수율, 공극률 등을 측정하고, 전기비저항, 탄성과속도, 일축압축강도 등 여러 시험을 통하여 얻은 물성자료를 지반조사 해석에 사용하고 있다(권형석 등, 2008). 암석의 물성자료를 이용한 지반해석은 탄성과속도와 전기비저항을 이용한 현지 암반평가 기술(박삼규 등, 2003; 김복운, 1988), 함수 및 온도에 따른 암석의 탄성과 전과속도와 동탄성 계수의 변화(신희순 외, 1986) 등 다양한 연구가 수행되어 왔지만, 국내 암석의 물성자료에 대한 데이터베이스가 구축되어 있지 않아 물리탐사 결과로부터 지반해석 시 해외자료를 인용하는 경우가 많다. 따라서 이 논문에서는 암석물성 측정기술과 다양한 암석의 물성자료를 이용하여 데이터베이스를 구축하는 방안을 제시하고자 한다.

2. 물성 측정 시스템 및 방법

암석시료의 물성 측정을 위하여 기본물성으로는 공극율과 밀도, 전기 및 역학적 물성으로 전기비저항, 대자율, 탄성과속도 측정 시스템을 구축하였다. 암석시료는 전국을 대상으로 노두 및 시추코어, 광산으로부터 여러 가지 암석 종류의 시료를 채취하여 실내에서 측정할 수 있도록 원통형으로 성형하였다. 기본물성과 대자율을 먼저 측정하고, 포화상태에서 전기비저항, 탄성과속도를 측정하였다.

1) 기본물성

기본물성을 측정하기 위하여 암석시료의 크기(길이와 직경)를 측정하고, 건조로와

1) 한국지질자원연구원 광물자원연구본부, nhsung@kigam.re.kr

2) 전북대학교 자원·에너지공학과

강제 흡입 포화장치를 이용, 물로 포화시킨 후 무게를 측정하여 아래 (1)식과 (2) 식으로부터 공극율(ϕ)과 밀도(γ)를 산출하였다.

$$\phi = (W_a - W_d) / (W_a - W_w) \quad (1)$$

$$\gamma = W_a / (W_a - W_w) \quad (2)$$

여기서, W_a 와 W_w 는 강제 흡입 시킨 암석시료의 공기 및 수중에서의 무게(g)이며, W_d 는 건조로에서 건조된 암석시료의 무게(g)이다.

2) 전기비저항 측정

암석시료의 전기비저항은 시료의 측정용기를 만들어 축 방향으로 평행하게 전류가 흘렀을 때 전위전극으로부터 전위차를 측정하여 아래 (3)식으로부터 전기비저항을 산출하였다.

$$R = \frac{S}{L} \frac{\Delta V}{I} \quad (3)$$

여기서 R 은 암석시료의 전기비저항(ohm-m), S 는 시료의 단면적(cm^2), L 은 시료의 길이(cm), I 는 전류(A)이고, ΔV 는 전위차(V)를 나타낸다.

3) 탄성과속도 측정

초음파법(Ultrasonic Method)을 이용하여 포화된 암석시료의 P파와 S파의 속도를 측정하였다. 초음파법은 높은 전압을 송신기(transmitter)에 가하여 발생하는 초음파가 암석시료를 지나서 수신기(receiver)에 도달하게 된다. 이 때 초음파의 도달시간 T_t 와 암석시료의 길이 L_t 를 알면 아래(4)식을 통해서 초음파 속도를 산출할 수 있다.

$$V = L_t / T_t \quad (4)$$

4) 대자율 측정

자기물성인 대자율은 Bartington사의 MS2시스템과 같이 상업용으로 개발된 시스템을 사용하였다. 암석시료는 원통형으로 성형하고, 측정센서를 암석시료의 윗면과 아랫면에 접촉시켜 측정할 수 있도록 시료홀더를 제작하여 측정 오차를 극소화 하였다.

3. 측정결과 및 DB 구축

Fig. 1과 Fig. 2는 여러 가지 암석 시료의 물성측정 자료 중에 전기비저항과 P파 속도를 나타내고 있다. 암종별로 전기비저항과 탄성파속도 분포가 다르게 나타나지만, 유효공극율과 전기비저항 및 P파 속도는 높은 상관성을 보이고 있다. 이러한 물성자료를 바탕으로 국내 암석 물성에 대한 데이터베이스를 구축하고자 한다.

국내 다양한 암종에 대한 물성을 측정하고, 자료를 축적하여 이를 활용하기 위한 암석 물성 데이터베이스는 공간정보, 속성정보, 운영방안으로 구성되어 있다. 공간정보는 암석시료의 위치 및 심도를 파악하기 위한 것이고, 속성정보는 암석의 종류, 기본물성, 전자기적 물성, 역학적 물성을 파악할 수 있다. 또 데이터베이스 운영에 대해서는 암석 물성자료의 축적방법, 물성자료 활용방법 등을 포함하고 있으며, 앞으로 지속적으로 자료를 축적하면 물리탐사 결과로부터 지반 상태를 해석하는데 있어서 유용한 기초 자료로 이용될 수 있을 것으로 기대된다.

참고문헌

권형석, 황세호, 백환조, 김기석, 2008, 전기비저항과 암반분류의 상관관계에 대한 고찰, 지구물리와 물리탐사, 11, 350~360.

박삼규, 김정호, 조성준, 이명종, 손정술, 2003, 전기비저항 및 탄성파속도를 이용한 터널암반의 정량적 평가수법과 적용성, 터널기술, 5, 291~299.

김복윤, 한공창, 김진영, 권광수, 1988, 탄성파 속도를 이용한 현지암반 평가 기술 연구, 대한광산학회지, 25, 238~244.

신희순, 현병구, 1986, 함수 및 온도에 따른 암석의 탄성과 전파속도와 동탄성계수의 변화에 관하여, 대한광산학회지, 23, 382~391.

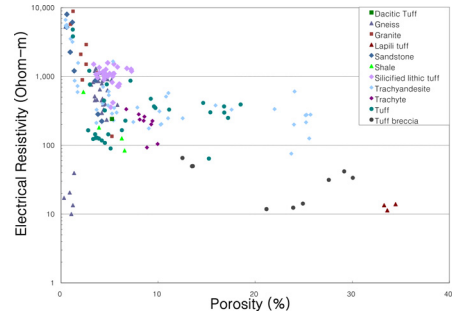


Fig. 1. Relationship between resistivity and effect porosity for rock samples.

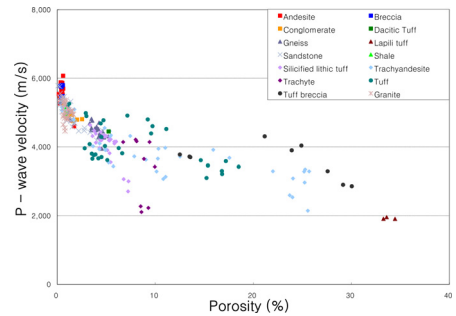


Fig. 2. Relationship between p-wave velocity and effect porosity for rock samples.