

탄성파를 이용한 암반손상대 평가법 개발을 위한 실내실험

정주환, 양형식, 최병희*, 송원경*, 조철현**

전남대학교, 광주광역시 북구 용봉로 333

*한국지질자원연구원, 대전광역시 유성구 과학로 92

**지하정보기술(주), 서울특별시 금천구 가산동 481-10 벽산디지털밸리II 321

coswin33@nate.com

1. 서론

굴착에 의해 필연적으로 발생하는 갱도주벽의 암반손상대(Excavation Damaged Zone, EDZ)는 암반의 수리적, 역학적 특성을 변화시켜 지하구조물의 안정성에 영향을 미칠 수 있기 때문에 이에 대한 정량적인 평가는 매우 중요하다. 이러한 암반손상대를 평가하기 위해 실험실 실험, 투수시험, 물리검층, 전자탐사, 보어홀 카메라를 이용한 방법(Sato et al., 2000 ; Cai et al, 2005 ; 장수호 외, 2000)등이 적용되었으나 보다 경제적이고 정량적인 평가법을 개발하는 것이 필요하다.

따라서, 본 연구에서는 탄성파를 이용한 암반손상대 평가방법 개발을 위해 실내 모델실험을 실시하여 이에 대한 평가가능성을 검증하였다.

2. 본론

지하 암반구조물의 갱도주벽의 손상대로 가정되는 구간에 얇은 두께(5mm)의 아크릴 블록들을 겹쳐가며 탄성파속도를 측정하고, 손상대 이후 무결암으로 가정되는 구간에 두께가 다른 블록들을 교체하면서 속도를 측정하여 손상대로 가정되는 부근에서의 탄성파 속도변화를 파악하고자 하였다(그림 1). 본 실험을 위해서 일본 OYO 사의 트랜스듀서(S Wave : 100kHz, P wave : 200kHz)를 이용하여 탄성파를 송수신하였으며, 오실로스코프(Lecory, Wave Surfer 44Ws)를 이용하여 파형을 획득하고 분석하였다.

본 실험을 통한 이상적인 결과를 살펴보면, 그림2에 제시된 바와 같이 손상대로 가정되는 구간까지는 블록이 겹쳐질수록 인공균열이 증가하여 탄성파속도가 점점 감소하며, 손상대 이후 무결암으로 가정되는 구간에서는 블록의 두께를 증가시키면서 교체할수록 탄성파속도가 증가하면서 무결한 단일 아크릴 블록의 원래 탄성파속도(V_{max})에 수렴한다고 할 수 있다. 이상적인 실험 결과와 비교하여 실제 실험결과를 살펴보면, 그림 3에 나타난 바와 같이 탄성파 주시곡선에서는 P파와 S파 성분 모두 손상대로 가정되는 부근에서의 변화양상을 정확히 파악하는 것은 다소 무리가 있다. 반면, 탄성파 속도 그래프(그림 4)에서는 그림 2의 이상적인 결과와 같이 P파와 S파 성분 모두 손상대로 가정되는 부분의 인공균열 증가에 따라 속도가 감소하였으며, 무결암으로 가정되는 부분이 증가할수록 속도가 증가했다. 조합시료의 총 길이가 200mm를 넘을 경우 탄성파의 신호가 약해 파형을 분석하기가 어려워 단일 아크릴 블록의 원래 속도에 수렴하는 경향을 파악하기는 어려웠다. 또한, P파 성분에 비해 S파의 속도 변화양상이 더욱 명확하게 나타나고 있음을 알 수 있다. 따라서, 실제 현장에서는 S파를 발생시키고 분석하기 어렵다는 다소 어렵다는 단점이 있지만, 이를 해결한다면 S파를 이용하여 손상대를 평가하는 것이 보다 정확할 것으로 판단된다.

3. 결론

본 연구에서는 탄성파 전파 특성을 대한 이용한 암반손상대 평가방법 개발을 위해 실내 모델실험을 실시하여 평가방법에 대한 가능성을 검증하였다. 탄성파 주시곡선에서는 P파와 S파 모두 손상대로 가정되는 구간에서의 변화양상을 파악하기 어렵지만, 탄성파속도는 손상대로 가정되는 구간에서 속도가 감소함을 확인할 수 있었다. 특히, S파의 경우 변화양상이 더욱 명확하게 나타났으며, 이는 P파 속도 보다 S파 속도가 재료의 성질을 잘 반영한다고 할 수 있다. 따라서, 현장의 암반손상대 파악을 위해서는 S파를 이용하는 것이 보다 정확할 것으로 판단된다.

표 1. 실험순서

실험순서	계별블록 높이(mm)										조합시료 높이(mm)	손상영역 ↓ 무결영역		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
1	5	5	5	5							15	손상영역		
2	5	5	5	5	5						20			
3	5	5	5	5	5	5					25			
4	5	5	5	5	5	5	5				30			
5	5	5	5	5	5	5	5	5			35			
6	5	5	5	5	5	5	5	5	5		40			
7	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	45			
8	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	50	무결영역		
9	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5		16	60
10	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5		20	70
11	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5		25	75
12	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5		30	80
13	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5		40	90
14	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5		50	100
15	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5		60	110
16	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5		70	120
17	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5		86	130
18	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5		100	150
19	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5		116	160
20	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5		120	170
21	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5		130	180
22	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5		140	190
23	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5		150	200

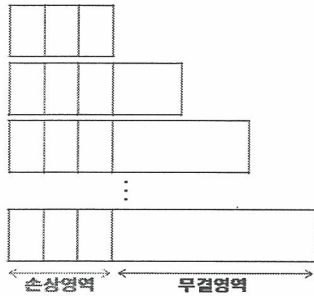


그림 1. 실내실험 모식도

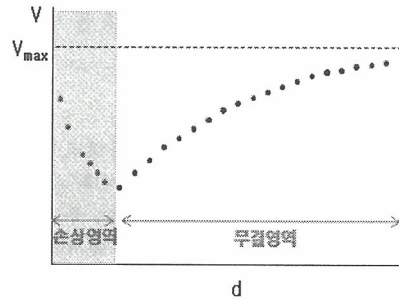


그림 2. 이론해(ideal result) 그래프

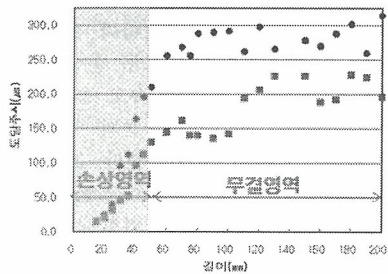


그림 3. 성분별 탄성과 도달주시

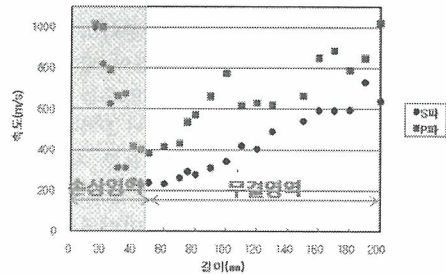


그림 4. 성분별 탄성과 속도

사사

본 연구는 지식경제부 기본사업인 ‘지하 복공식 에너지저장시스템 개발’ 과제의 일환으로 수행되었습니다.

참고문헌

1. 장수호, 신일재, 최용근, 이정인, “발파에 의한 터널 주변 암반의 손상영역 평가에 관한 연구”, 한국지반공학회논문집, 19, 211-221 (2000)
2. Cai, M., “Assessment of excavation damaged zone using a micromechanics model”, Tunnelling and Underground Space Technology, 20, 4, pp. 301-310 (2005)
3. Sato, T., T. Kikuchi and K. Sugihara, “In-situ experiments on and excavation disturbed zone induced by mechanical excavation in Neogene sedimentary rock at Tomo mine, central Japan”, Engineering Geology, 56, 97-108 (2000)