

복잡한 암반에서의 암판정 연구

이수곤, 김민성, 이경수
서울시립대학교 토목공학과

1. 서론

경기도 부천시 OO지역에 존재하는 변성암의 일종인 규암 암반은 미세균열이 발달해 있으며 암반층이 붉은색 산화철 피복을 받아 풍화가 진행 중인 암반으로 오판할 수가 있으며 특히 토공사 리핑암과 발파암을 판단하기 매우 어렵기 때문에 이러한 복잡한 암반에서의 객관적이고 합리적인 암판정 방법이 필요하다고 판단되었다.

2. 조사지역 암반의 지질특성

2.1 풍화 발달상태

본 연구구간의 암반은 열수변질작용과 풍화로 인해 암반층이 산화철 피복으로 붉은색을 보이는 구간이 많으나 암석의 내부를 깨어서 관찰해 보면 비교적 회색빛의 신선한 암반 색이 관찰된다.



그림 1. 본 연구지역의 풍화상태

2.2 불연속면 발달상태

본 연구지역은 연장성이 긴 절리와 짧고 치밀한 미세균열이 발달하는 것이 특징이다. 연장성이 긴 절리들의 방향성은 규칙적이며 절리발달간격이 0.1~0.3m, 절리 연장성은 0.4~2m, 절리 틈새는 대체로 닫힌 상태이나 간혹 수 mm 정도로 약간 벌어진 경우도 있다. 또한 미세균열의 방향성은 불규칙하며 발달간격이 0.03~0.1m, 연장성은 0.1~0.2m로 매우 짧고 발달해 있으며 틈새는 대부분 닫혀 있다.

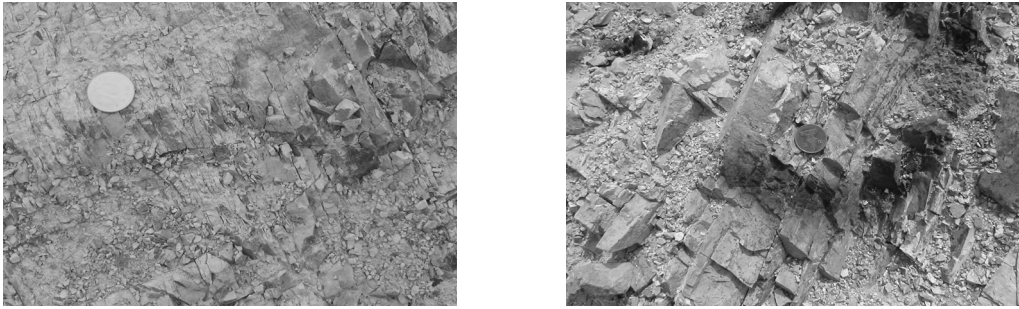


그림 2. 본 연구지역의 불연속면의 발달상태

3. 일반 물리적 특성과 일축압축강도 특성

본 연구지역의 암석강도 및 암반의 특징을 객관적이며 정량적으로 판단하기 위해 슈미트 해머, 점하중강도 시험을 수행하였으며 현장에서 채취한 암석시료(NX규격) 8개를 통해 일축압축강도시험, 실내 탄성파 속도시험과 일반 물성시험을 수행하였다.

시험결과를 종합해보면 비중 2.67 ~ 2.72, 흡수율 0.11 ~ 0.23%의 범위를 보인다. 또한 실내 탄성파 속도시험 결과를 보면 P파 속도는 건조 상태에서 3.98 ~ 5.06 km/sec 이며, 습윤 상태에서는 4.16 ~ 5.20 km/sec로서 일반적으로 보통암 ~ 경암에 해당되는 것으로 판단된다. 또한 8개 코아 시료를 습윤 상태로 일축압축강도시험을 수행해 본 결과 59 ~ 1,303 kg/cm²의 비교적 넓은 범위를 보이고 있다. 하지만 본 시험결과를 보면 점하중 강도에 비해 일축압축강도가 매우 낮게 나타나며 일축압축강도와 실내탄성파속도와의 상관관계 또한 일직선이 아닌 분산이 큰 경향을 보여준다. 또한 암석표면에 슈미트해머 타격을 해 본 결과 약 34 ~ 38의 강도를 보이며 연구지역 슈미트해머 타격 결과는 그림 3에 나오며 지표면의 40%정도만 풍화암, 60%정도가 연암의 강도를 보이고 있다.

표.1 본 연구구간의 실내시험 결과

Sample Number	슈미트해머 반발수치 (SHV)	점하중 시험에 의해 추정된 일축압축강도 (kgf/cm ²)	일축압축강도 (kgf/cm ²)	실내탄성파속도 (V _p : km/sec)	
				건조상태	습윤상태
1	34	1709.3	79	3.98	4.16
2	34	1829.2	92	4.48	4.61
3	36	1770.3	764	4.87	5.08
4	38	1466.1	787	4.71	4.83
5	34	2412.6	620	4.51	4.71
6	34	2926.9	59	4.50	4.68
7	38	2433.1	1303	5.06	5.20
8	34	3021.3	504	4.71	4.94

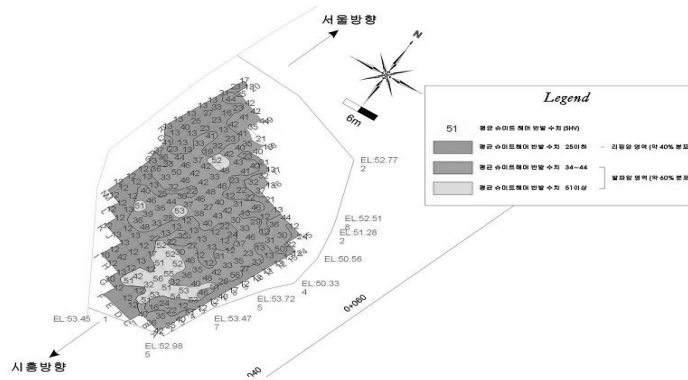


그림3. 조사지역의 현장 슈미트 해머 반발 시험 결과

4. 현장탄성파탐사 시험결과

본 연구구간의 지오폰 간격을 1m로 하고 한 축선이 23m 길이로 하여서 총 6축선을 격자식으로 배열하여 현장 탄성과 탐사 시험을 수행하였다. 결과를 종합해 보면 본 연구구간은 토사가 거의 없는 암반층이며, 풍화암 깊이도 비교적 얇은 것으로 나타났다. 또한 불연속면들도 육안으로 보기에는 파쇄가 많은 것처럼 보이지만 대부분의 불연속면들이 연장성이 비교적 짧고 틈새가 치밀하게 붙어있어서 현장 탄성과속도는 생각했던 수치보다 높아서 암석의 풍화상태가 연암으로 확인된 암층은 대부분 발파암층으로 파악되었다.

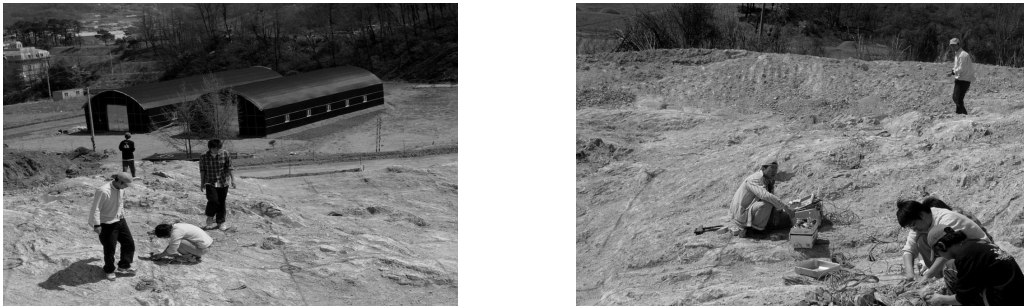


그림 4. 현장탄성파탐사를 수행한 연구구간

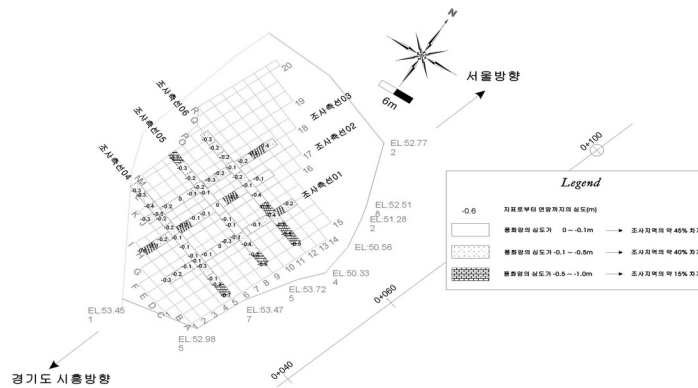


그림 5. 현장 탄성파 탐사 시험 결과에 의하여 각 축선의 지표면에서부터 연암까지의 깊이

5. 암반정 방법들의 비교검토

본 연구구간의 불연속면의 특징과 현장 및 실내시험을 통한 결과를 종합적으로 분석해 본 결과 일축압축강도와 미세균열과 연장성이 긴 절리를 동시에 고려하여 굴착난이도를 판단할 경우 본 연구구간의 대부분은 리핑 영역에 해당된다. 하지만 연장성이 긴 절리만을 고려해 본 결과는 대부분의 구간이 발파영역에 해당되며 현장탄성과 결과 또한 이와 유사한 속도를 보이는 것으로 나타나고 있다. 또한 브레이커(Braker)를 이용하여 본 연구지역의 규암암반을 타격해 보았을 때에도 보통 크기의 암괴로 나누어지는 것을 볼 수 있었으며 이는 미세균열이 암반의 강도에 영향을 크게 미치는 것은 아닌 것을 보여주고 있다. 그러므로 본 연구구간처럼 미세균열이 암반의 강도에 크게 영향을 주지 못하는 암반을 암반정 수행할 때에는 미세균열을 제외한 연장성이 긴 절리만을 고려한 암반정을 수행하여야 한다고 판단된다.

6. 결론

본 연구지역의 암반 표면은 미세균열이 발달해 있고 산화철 피복작용으로 암반표면이 붉게 보여 육안 관찰시 풍화가 진행 중인 암반으로 오관할 소지가 있다. 하지만 일축압축강도가 매우 낮게 나타나는 것은 미세균열에 의한 것이라고 판단되며 점하중강도와 실내탄성과속도는 상당히 높게 나오며 현장에서 브레이커로 암반을 타격해 보았을 때에도 미세균열의 영향 없이 일정 크기 이상의 암괴로 쪼개지는 것을 관찰할 수 있었다. 하지만 미세균열이 지표면에 발달해 있고 일축압축강도가 낮게 나오기 때문에 미세균열과 연장성이 긴 절리들을 동시에 고려하여 굴착난이도를 평가할 시에는 대부분 리핑 영역에 속하게 되지만 현장 조건을 고려하여 긴 절리만을 고려하여 굴착난이도를 고려해보면 발파영역에 속하며 현장탄성과속도 또한 연암이상의 속도를 보이고 있다. 그러므로 암반의 강도와 불연속면의 발달간격은 신중하게 고려되어야 하며 특히 절리 연속성이 짧고 틈새가 단혀있는 작은 절리들은 굴착난이도 평가 시에 고려하지 않는 것이 보다 바람직하다고 판단된다.

참고문헌

1. Atkinson, T. (1970) Ground preparation by ripping in open pit mining, Min. Mag., Vol. 122, pp.458-469
2. Atkinson, T. (1971) Selection of open pit excavation and loading equipment, Trans. Inst. Min. Metall., Vol. 80, Section A-Mining Industry, pp. A101-129
3. Franklin et al. (1971) Logging the mechanical character of rock, Trans. Inst. Min. Metall., Vol. 80, Section A-Mining Industry, pp. A1-9
4. 전인식 (2000) 건설표준품셈