

사면 절개 전 · 후 풍화심도 차이에 의한 안정성 해석 사례

김종태^{1)*} · 강선미¹⁾ · 강미아²⁾ · 정교철¹⁾

1. 서 론

김천시 관내 국도 대체 우회도로 공사 현장 중 절토사면이 형성되는 일부 구간에 대하여 soilnailing을 이용한 1차 보강이 이루어졌으나 사면 절개 후 풍화심도가 변하면서 불연속면의 증가 및 강도 감소로 인해 안전율이 낮아졌다. 이로 인해 낙석 및 낙반이 지속적으로 진행되었으며 현장작업이 불가능해 2차 보강이 반드시 필요했다. 본 연구의 목적은 사면을 형성하는 지반의 공학적 특성 및 풍화심도의 차이에 따른 안정성 해석을 바탕으로 연구 지역에 가장 적합한 2차 보강을 실시하는 것이다.

2. 본 론

본 연구지역은 주라기 흑운모화강암으로 이루어져있으며 절토 사면 하부에는 신선한 암이 다수 노출되어 있지만 구간에 따라 절리나 균열이 발달한 보통풍화(moderately weathered)에서 암이 흙으로 완전히 풍화한 풍화잔류토(residual soil)의 다양한 양상을 보인다. 또한 사면 하부에 누수로 인한 불연속면이 발달하고 있으며 단층으로 인한 불연속면에도 어느 정도 풍화가 진행되었다. 법면은 대부분 평활한 상태였으며 충전물질은 없거나 5 mm 미만의 단단한 충전물이 분포하고 있다.

사면 상부는 2개의 소단으로 이루어져있으며 대부분 토사로 덮여있다. 간극은 0.1~1.0 mm 범위이나 소수의 다양한 간극을 보이기도 하며 사면 하부 발파암은 소수 절리들을 포함하고 있으며 사면 우측 하부의 절리와 노출된 암괴들 역시 크기는 대부분 작은 크기였다.

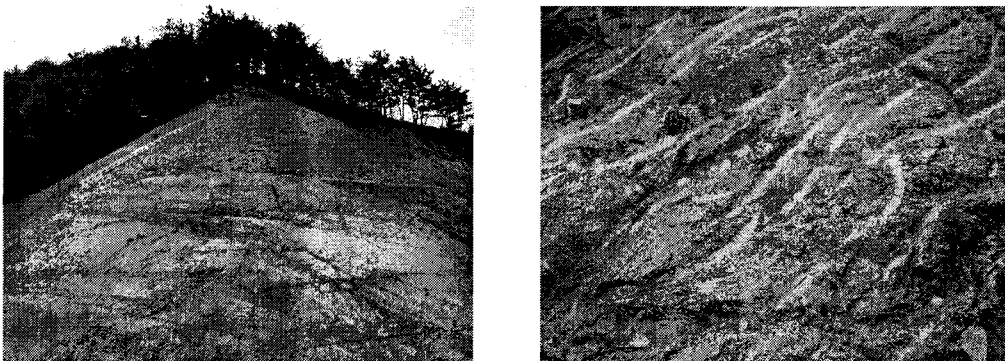


그림 1. 절개 사면 및 사면 법면

주요어 : 절개사면, soilnailing, 안전율

1) 안동대학교 지구환경과학과 (jeong@andong.ac.kr)

2) 안동대학교 환경공학과 (wdream@andong.ac.kr)

2.1. 사면 해석

수치해석 시 Bishop, Janbu의 방법을 모두 적용하였으며 특히 풍화암 및 토사층을 경계로 하는 불연속면에 대하여 비원호 형상의 활동면이 발생할 경우를 가정하여 원호파괴와 비원호파괴를 통합하여 해석할 수 있는 복합 파괴모드를 적용하여 해석을 하였다. 또한 해석 시 사용된 지반의 조건 및 물성치는 기존 자료 및 실내시험에 근거하여 물성치 분포 범위를 파악하였으며 선정된 각 지층의 물성치 범위 내에서 안정성과 보편성을 고려하여 물성치를 최종적으로 선정하였다.

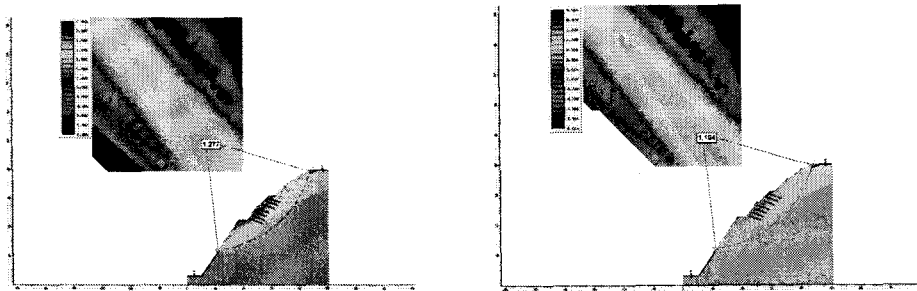


그림 2. 1차 보강 후 해석결과(우기, Bishop & Janbu)

1차 보강 후 사면 안정성 검토 결과 계획 구배로 사면을 형성할 경우 우기시 최소 안전율이 기준안전율을 만족하지 못하는 것으로 나타났다(그림 2). 따라서 노출되어 있는 리핑 암 법면에 기존의 soilnailing과 같은 재질의 nailing을 사용하여 보강하였으며 2차보강 후 해석결과 안전한 것으로 확인되었다(그림 3).

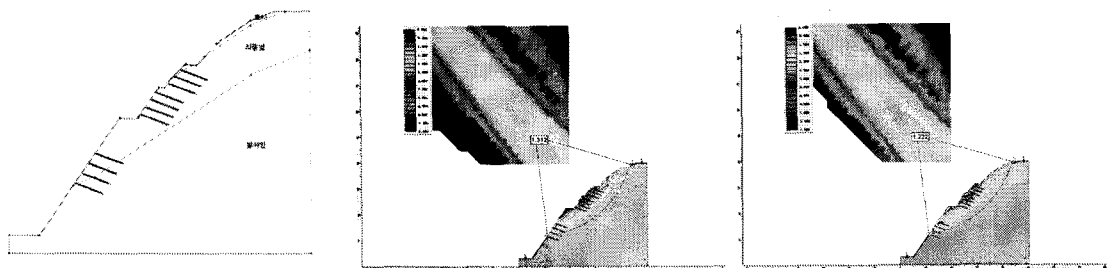


그림 3. 2차 보강 단면도 및 해석결과(우기, Bishop & Janbu)

3. 결 론

본 연구지역의 사면과 같이 절리가 발달되어 있는 암반의 경우 토사층에 비하여 각 대상 지역마다 변화가 심하므로 암반 사면의 안정성 분석은 수치적인 계산에 의한 안정성 평가보다도 불안정한 요인을 정확히 파악하여 불안정한 요소(암괴, 지표수 유입 등)를 제거하여 법면 붕괴나 낙반사고를 차단하여야 한다. 그리고 사면의 유수에 의한 침식 방지 및 사면내부의 지하수위 저하를 위하여 유입수 및 사면 내의 지하수 처리를 위해 계획된 배수로 및 배수 시설에 대하여 주의를 기울여야 한다. 연구지역 절개 사면의 경우 이미 soilnailing으로 보강이 되어있으나 사면 절개 전·후의 풍화심도 차이에 의해 안전율이 기준 안전율보다 낮은 값을

나타내었다. 이에 따른 대책으로 리핑암에 2차 soilnailing을 설치하여 해석한 결과 안전한 것으로 확인되었으며 또한 shotcrete공까지 첨부되면 더욱 높은 안전율 값을 얻을 수 있을 것으로 판단된다.

참고 문헌

- E. T. Brown, E. Hoek, 1978, Trends in relationships between measured in situ stresses and depth. Technical note, international Journal of Rock Mechanics and Mining Science, V. 15, No 4, pp. 211 to 215
- Goodman, R. E., 1976, Methods of geological engineering. West publishing, San Francisco.
- K. Sugawara & Y. Obara, 1993, Measuring rock stress : case examples of rock engineering in japan, Comprehensive rock engineering. Vol. 3, pp 533 to 552.
- Rummel, 1986, Stresse and tectonics of the upper continental crust - a review, Proc. International Symposium on Rock Stress and Rock Stress Measurement, Stockholm, pp. 177 to 186.