

도로절개면 환경에 관한 산성배수의 영향과 대책

Effect of Acid Drainage and Countermeasure about Road Cut Slope Environment

김진환¹⁾, Jinhwan Kim, 이종현¹⁾, Jong-hyun Rhee
구호본²⁾, Ho-bon Koo, 박미선³⁾, Misun Park

- 1) 한국건설기술연구원 토목연구부 지반구조물그룹 연구원
Researcher, Geostucture research group, Korea Institute of Construction Technology
- 2) 한국건설기술연구원 토목연구부 지반구조물그룹 수석연구원
Researcher Fellow, Geostucture research group, Korea Institute of Construction Technology
- 3) 전주대학교 자연과학종합연구소 연구원
Researcher, Natural Science Research Institute, Jeonju University

SYNOPSIS : Sulfide minerals contacted with air and water in coal seam cause oxidation reactions. This oxidation reactions make low pH of groundwater and surface water(Acid Drainage).

The reddish brown precipitate collected from the cut slope of the study area was estimated using the X-Ray Diffractometer(XRD). XRD results show that the cut slope was affected by Acid Drainage. The cut slope exposed to Acid Drainage become weak about chemical weathering and defile the appearance of the road.

Drainage facilities are very important in Cut Slope under Acid Drainage influence. Reactions between Coal seam and water cause chemical weathering and environmental problem. Therefore It is important to control the transfer paths of groundwater and surface water and to install water collecting facilities

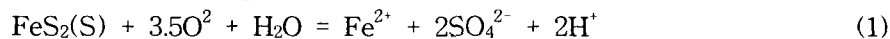
Key words : Road Cut Slope, Acid Drainage, Drainage facilities

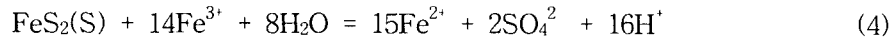
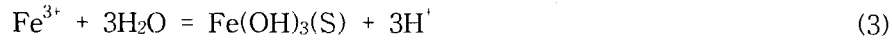
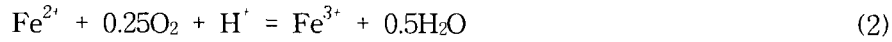
1. 서론

과거 도로절개면에 시공된 공법은 절개면의 안정화에 가장 큰 중점을 두었으나, 최근에는 도로절개면 안정화는 물론 시공된 공법이 주변의 환경과 얼마나 잘 조화되는가와 대책공법으로 인한 주변 환경오염은 없는지에 대한 문제점도 제기되고 있다.

도로절개면 안전 진단 후 이에 대한 대책공법은 대부분 구성암반의 물리적인 특성, 불연속면 발달 사항 등을 중점적으로 고려하여 수립하게 된다. 그러나 도로절개면이 위치한 지역의 구성 암종의 특성(지질 특성)에 따라 절개면 대책 완료 후에 부가적인 문제가 발생하게 되는 경우가 있다.

도로절개면을 구성하는 지층이 석탄층을 포함하고 있는 경우, 석탄층에서 쉽게 관찰되는 황화광물들이 공기와 물에 노출되면 화학반응을 통해 지하수 및 지표수의 산도를 낮추어 산성배수를 형성하고 적갈색의 철 수산화 광물을 침전시켜 절개면 주변 환경을 오염시키는 원인이 된다. 산성배수의 형성 반응식은 아래와 같다(Stumm and Morgan, 1996).





이 논문에서는 도로절개면 주변 지질의 영향에 의해 형성된 산성배수로 인해 발생하는 환경 문제에 대한 사례를 소개하고 이에 대한 대책 방안을 제시하고자 한다.

2. 조사절개면 현장 상황

조사대상 절개면은 국도 25호선 보은-회북 구간에 위치하고 있으며, 붕괴위험성이 내재된 곳으로 2001년에 안전진단 수행 후, 대책공법시공이 완료된 절개면이다. 절개면에 제시된 대책안을 표 1에 나타내었고 그림 1에 두 절개면 대책공법 시공후의 모습을 나타내었다.

표 1. 조사절개면에 시공된 공법

	절개면 A	절개면 B
대책안	절취, 낙석방지망, 낙석방지울타리, L형 측구	면정리, 낙석방지망, 록볼트, 수직배수로

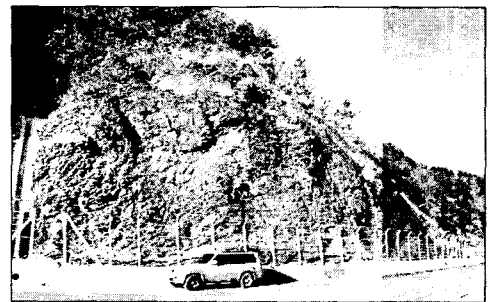
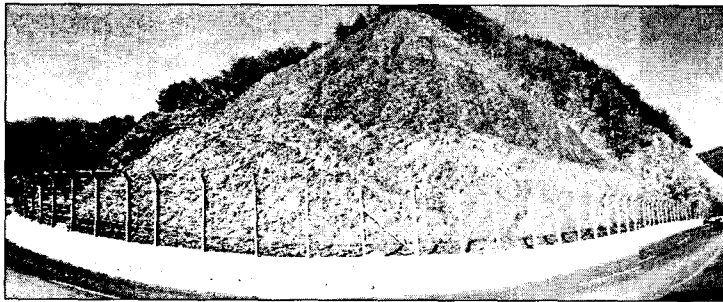


그림 1. 절개면 시공후 전경(좌측 : A, 우측 : B)

절개면에 제안된 대책공법은 양호하게 시공된 상태다. 그러나 시공된지 얼마 안된 L형 측구 및 도로에 적갈색 침전물로 피복되어 미관상 좋지 않으며, 주변 환경 오염의 원인이 되고 있는 상황이다. 적갈색 침전물로 오염된 L형 측구와 절개면 법면을 그림 2에 나타내었다.



그림 2. 오염된 L형 측구와 절개면 법면에 피복된 침전물

3. 연구방법 및 결과

절개면에서 관찰되는 적갈색 침전물의 종류와 발생 원인을 알아보기 위해 적갈색 침전물을 채취하여 전주대학교 자연과학종합연구소에서 X-선 회절 분석을 하였다. X-선 주사 범위는 3°에서 70°이며, 주사 속도는 분당 5°로 하였다. 또한 모암(母巖)의 영향을 최소화하기 위하여 침전물에서 석영은 제거한 뒤에 분석하였다. 그림 3은 절개면 A, B에서 채취한 적갈색 침전물의 X-선 회절 분석 결과이다.

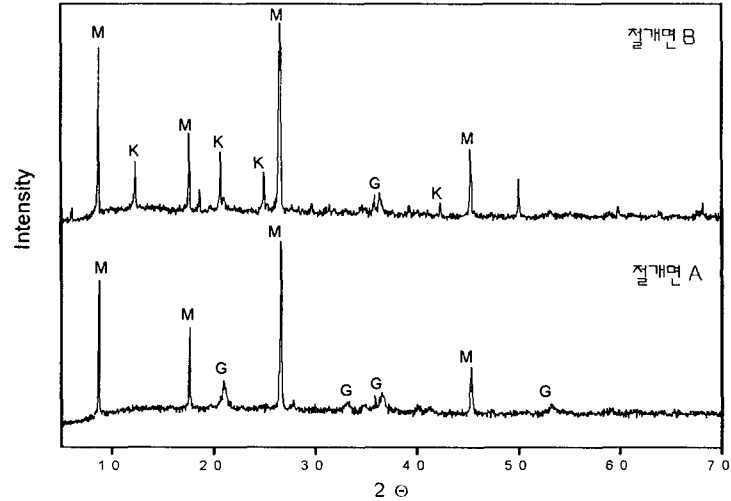


그림 3. 절개면에서 채취한 적갈색 침전물에 대한 X-선 회절 분석
(M : 운모, K : 카올리나이트 또는 카올리나이트/스펙타이트, G : 침철석)

분석 결과 적갈색 침전물을 구성하고 있는 광물은 운모, 카올리나이트, 침철석 등으로 밝혀졌다. 절개면 A와 B에서 침철석이 관찰되는데 이 광물은 산성배수에 의해 오염된 하천이나 토양처럼 철 성분이 풍부한 환경에서 흔히 관찰되는 광물로 알려져 있다(Schwertmann and Taylor, 1989).

조사절개면이 위치한 지역의 지질특성을 알아보기 위해 1:50,000 한국지질도 보은도폭(자원개발연구소, 1977)을 참조하여 지질도를 작성하였다(그림 4).

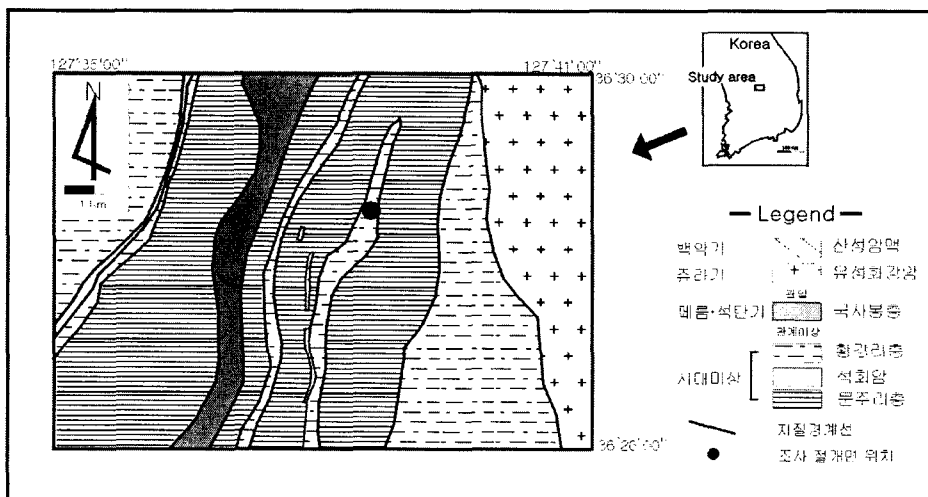


그림 4. 조사절개면 지역의 지질도

조사절개면을 주로 구성하고 있는 황강리층 상부층인 국사봉층에는 황화광물을 함유한 석탄층이 협재

하고 있어 우천시 지속적으로 적갈색의 철수산화 광물의 침전으로 인한 오염이 발생할 수 있다. 또한 국사봉층과 같이 석탄층이 협재한 지층에 위치한 도로절개면에서는 위와 같은 동일한 문제가 발생할 수 있다.

4. 토의 및 결론

지금까지 조사 지역에서 도로절개면에 대한 대책 공법이 완료 된 후, 시간이 얼마지나지 않아 도로절개면 주변에 환경오염 문제가 발생한 것을 알 수 있었다. 앞서서도 언급했지만, 현재 도로절개면 대책공법의 결정에 주변 지질특성에 대한 고려가 빠져 있어 앞으로도 이와 유사한 지역에서 비슷한 문제가 계속해서 발생할 수 있다. 따라서 조사절개면이 위치한 지역과 같이 석탄층이 함유된 특수한 곳에서의 절개면 대책공법에는 일반 지역과는 다른 공법이 필요한 것을 알 수 있다.

철수산화 광물의 침전에 의한 오염방지를 위해서는 석탄층을 제거하거나 석탄층이 물과 접촉하는 것을 차단하는 것이 가장 이상적인 방법이지만 현실적으로 불가능하다. 현실적으로 가능한 방법으로 우천시 사면에 유입되는 물의 양을 최소화 하는 것과 절개면에서 배수되는 지하수 및 지표수의 이동경로를 제어하는 것이 있다.

먼저 절개면에 유입되는 물의 양을 최소화 하는 방법으로 석탄층이 협재된 지층의 도로절개면에는 산마루측구를 설치하는 것을 의무화하는 방안이 필요하다. 두 번째로 절개면에서 배수되는 물의 경로를 제어하는 방안으로 새로운 형태의 L형측구가 필요한데, 새로운 형태의 측구 모식도를 그림 5에 나타내었다(건설교통부, 2000).

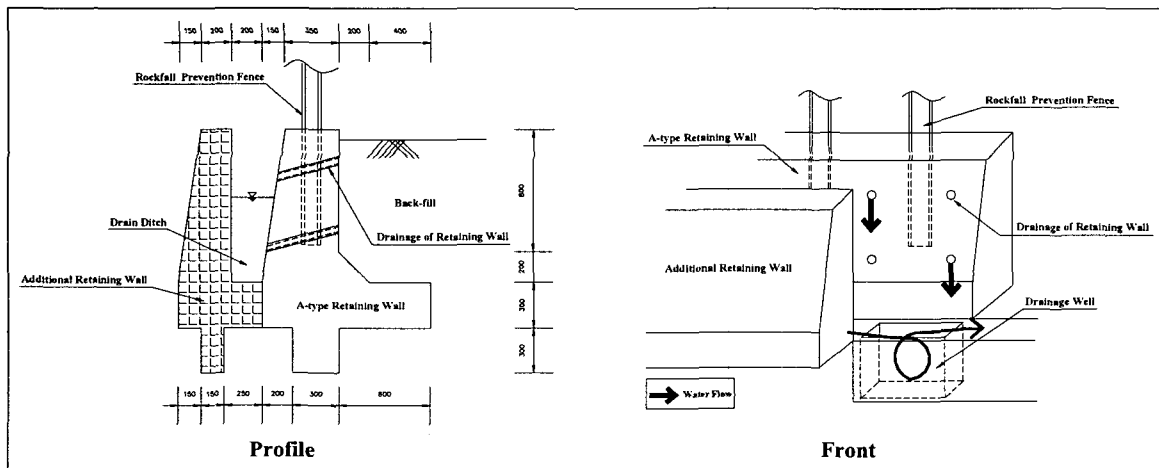


그림 5. 새로운 형태의 측구 모식도

L형 측구를 시공할 때, 도로 전방으로 향하는 부분에 배수공을 뚫게되면, 측구 표면으로 물이 흘러 적갈색의 철수산화광물이 침전하게 된다. 따라서 그림과 같이 측구 안에 배수로를 두고 이 곳으로 배수되는 물을 한 곳으로 집수하는 방안이 필요하다. 물이 집수된 곳(침전조)에는 적갈색의 철 수산화 광물이 침전하게 되고 이 침전물은 도로관리자측에서 정기적으로 제거해주는 것이 바람직하다.

5. 참고문헌

건설교통부(2000), 도로안전시설 설치 및 관리 지침(낙석방지시설 편), pp. 52~54
 자원개발연구소(1977), 한국지질도 보은도폭
 Schwertmann U. and Taylor R. M.(1989), Iron Oxides, Minerals in Soil Environments, 1, 379-438
 Stumm, W. and Morgan, J. J.(1996), Aquatic Chemistry, 3rd Edition, John Wiley & Sons, New York, p 691.