

산성배수발생암석 평가방법 및 안정화성토공법

I. 개요

1. 건설현장에서 발생하는 산성배수는 pH6.0이하의 강산성이며 높은 농도의 중금속, 철, 알루미늄, 망간 등을 함유하고 있어서 주변지역의 환경오염뿐만 아니라 구조물 부식, 식생고사, 경관훼손, 암석풍화촉진, 토양, 지표수, 지하수오염, 질병유발, 생태계교란, 사면안정성 문제 등 다양한 문제 점을 야기하고 있다.
2. 최근 절취사면에서 발생한 산성배수의 수질을 조사한 결과 H^+ , AL, Fe, Mn등이 주요 오염물질이며 일부사면에 중금속 환경기준을 상회하는 것으로 보고되고 있다.

II. 산성배수의 영향

1. 다량의 중금속 침전

- 1) 산성배수가 주변지역으로 유입되어 중화되면 다량의 중금속을 함유한 산화철, 알루미늄화합물 등을 침전시킨다.

2. 암석의 화학적, 물리적 풍화촉진

- 1) 절리가 많이 발달된 사면에 산성배수가 생성되면 절리면을 따라 침투한 산성배수는 암석의 화학적 및 물리적 풍화 촉진하여 암괴이완붕괴를 촉진시킨다.

3. 사면안정성저해

- 1) 암석이 풍화되면 암괴이완 및 붕괴를 촉진시킨다.

4. 주변 환경 훼손

- 1) 고농도의 Al과 Fe을 함유한 산성배수는 주변매질과 반응하여 중화되면서 흰색 알루미늄화합물과 붉은색 침전물에 의해 주변경관을 훼손

5. 아스콘 노후화 촉진

- 1) 아스콘에 함유된 황철석은 산화에 의하여 산성배수를 생성시키고 골재를 풍화 촉진시킨다.
- 2) 산성배수에 의한 아스콘 분해와 골재의 급속한 풍화로 아스콘으로부터 골재의 이완과 탈착을 촉진시켜 아스콘의 노후화를 촉진시킨다.

III. 산성배수발생 개연성 평가방법

1. 문헌조사

- 1) 주로 지질토와 토양도를 이용하여 조사한다.
- 2) 지질도를 활용하여 암석의 조직, 구성광물, 색깔, 열수변질작용, 광화대, 퇴적환경을 중심으로 조사한다.
- 3) 암석의 황철석 함유여부와 산성배수에 대한 중화능력을 간접적으로 판단한다.
- 4) 토양도를 이용하여 건설예정 구간의 특이산성 존재여부와 토양 pH를 조사하여 토양으로부터 산성배수가 발생할 개연성이 있는지 판단하다.

2. 현장평가

- 1) 노두에서 황화광물의 산출여부, 육안확인, 현장간이 측정, 산성배수발생, 징후조사를 한다.
- 2) 산성배수발생 개연성이 있는 암석과 퇴적물을 대상으로 정량적으로 평가한다.
- 3) 현장평가항목
 - ① 황화광물 산출여부
 - ② 암석표면, 하천, 토양, 붉은색 혹은 흰색착색여부
 - ③ 수용성 황산염광물의 침전물 생성여부
 - ④ 사면배수의 pH측정
 - ⑤ 과산화수소(H_2O_2)와 반응 및 용액의 pH측정

3. 실내정량적 평가

1) static test

- ① 암석에 함유된 유황함량을 근거로 암석의 산성배수발생능력을 계산한다.
- ② 암석에 산을 첨가하고 소모량을 측정하여 산성배수에 대한 중화능력을 산정하는 방법이다.
- ③ 순산발생량은 암석과 과산화수소(H_2O_2)를 반응시키고 발생된 산의 양을 측정하여 산출한다.
- ④ 암석의 산성배수발생능력, 중화능력, 순산발생량을 이용하여 암석의 산성배수발생 개연성과 위해도를 산출한다.

2) kinetic test

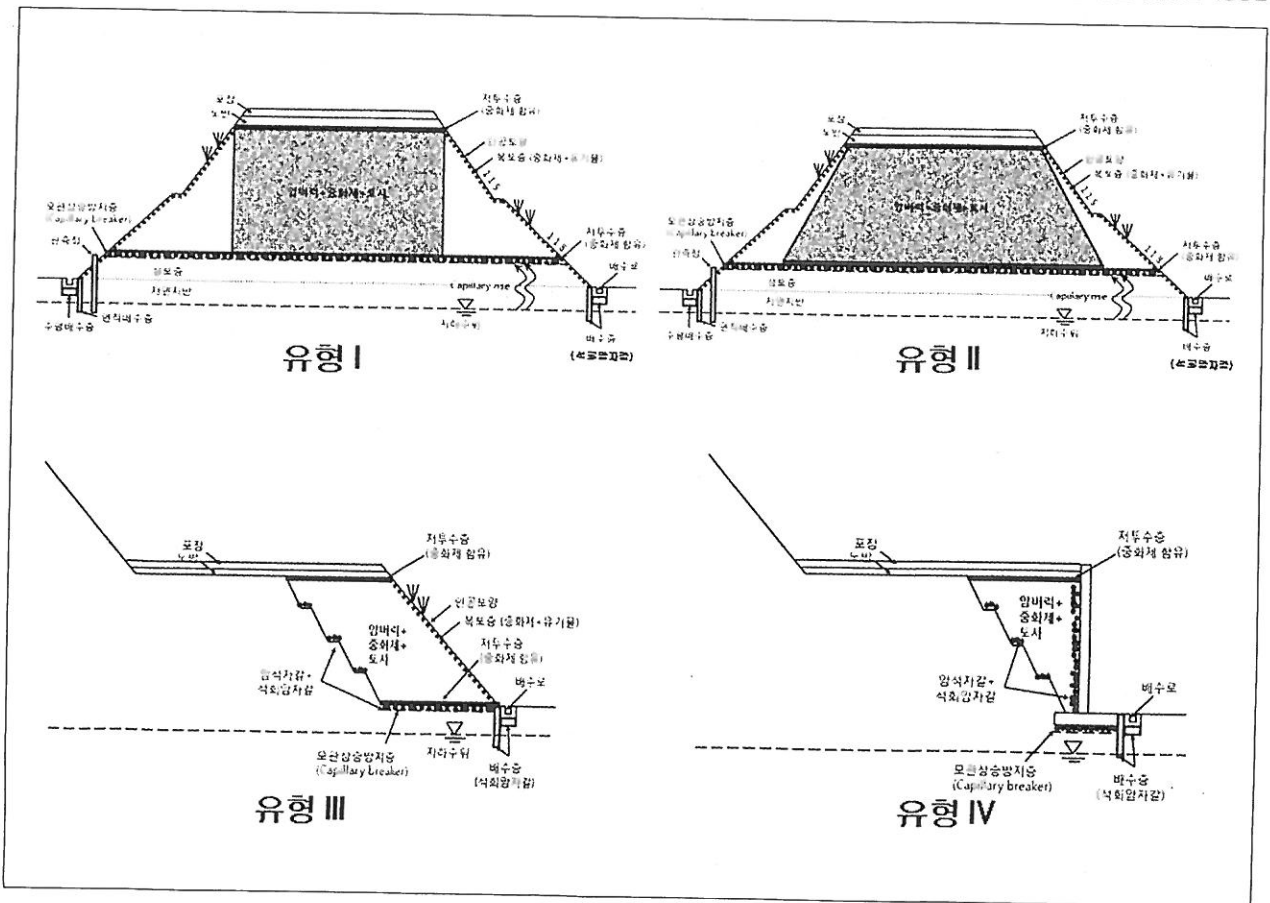
- ① 현장시료 혹은 파쇄시료를 대상으로 물과 일정시간 반응시킨 후 산성배수발생량을 측정하는 방법이다.
- ② static test에 비해 상대적으로 짧은 시간에 쉽게 암석의 산성배수발생 개연성을 간접적으로 측정할 수 있다.
- ③ kinetic test는 시간의 경과에 따른 산성배수생성과 중금속의 용출을 보다 정확히 추정할 수 있는 장점이 있다.

IV. 산성배수 발생암석의 안정화 성토공법

1. 성토유형별 적응방법

유형	지형	산성배수 위해도 및 처리	사면 유형 및 처리
I	평지	NAG pH < 3.5 : 코팅+중화제 첨가	성토사면(식생피복)
II	평지	3.5 < NAG pH < 4.5 : 중화제 첨가	성토사면(식생피복)
III	경사지	NAG pH < 3.5 : 코팅+중화제 첨가	압성토사면(식생피복)
IV	경사지	3.5 < NAG pH < 4.5 : 중화제 첨가	옹벽사면(석회암 자갈 중화 배수)

표 3 | 제한된 성토공법의 유형별 적응방법



2. 산성배수발생 억제방법

1) 모관수 상승 및 산성배수 지하수 유입방지

- ① 지하 모관수 상승을 방지하기 위하여 석회암 자갈을 이용하여 30cm두께의 capillary breaker를 설치한다.
- ② 또한 capillary breaker 상부에 석회분말 5%를 함유하고 있으며 투수계수 10^{-5}cm/sec 이하 층을 설치하면 상부에서 발생된 산성배수가 하부로 유입되어 지하를 오염시키는 것을 방지한다.

2) 산성배수 억제

- ① 산성배수발생 방지방법은 황화광물과 산화제의 접촉을 차단하거나 산화제를 제거한다.
- ② 황화철의 산화제는 O_2 와 Fe^{+3} 으로 알려져있다.
- ③ O_2 와 Fe^{+3} (산화제) 제거방법은 유기물과 알칼리를 이용한다.
- ④ 황철석 표면에 안정한 coating을 생성시키면 황철석과 산화제가 차단되어 황철석의 산화가 방지된다.
- ⑤ 황철석 coating방법은 표면에 인산염과 H_2O_2 (과산화수소)를 함유한 용액을 살포하면 표면에 용해도가 낮고 안정한 철인산염이 생성되어 coating된다.
- ⑥ 성토상부표면에 Con`c 혹은 아스팔트를 포장하여 우수의 침투를 억제한다.

3) 사면식생피복

- ① 사면의 식생피복은 산성배수에 의한 식생고사를 방지하고 하부로 침투하는 우수로부터 용존산소 제거가 가능해야한다.
- ② 사면에 식생을 피복하면 식생에 의하여 유기물을 지속적으로 공급하는 효과를 기대할 수 있다.

4) 유출산성배수 중화처리

- ① 옹벽 안쪽에 산성배수에 대한 중화능력이 높은 수직 석회암 자갈층을 설치하면 암버력 성토층에서 발생된 산성배수가 석회암 자갈에 의해 중화되고 배수된다.
- ② 성토비탈면 끝단에 석회석을 이용하여 연직배수층을 형성하여 성토비탈면 표층부에서 발생하는 산성배수 이동을 차단한다.
- ③ 수평배수로 바닥아래 석회석 자갈을 이용한 수평배수층을 설치하여 석회석과 산성배수를 반응시켜 중화함으로 배수를 보호하는 역할을 한다.

V. 결론

1. 개발된 산성배수발생 암석의 성토공법은 평지 및 경사지에 모두 적용이 가능한 것이 특징이다.
2. 산성배수발생 억제를 위해 coating 상부차수, 하부모세관수 상승차단, 사면 유기물 및 식생에 의한 용존산소 제거방법을 적용한다.
3. 산성배수 중화처리를 위해 석회암 자갈 배수공법을 적용한다.
4. 산성배수 억제방법은 모관수 상승방지, 산성배수 지하수유입방지, 산성배수 발생억제, 사면식생피복 및 유출산성배수 중화처리이다.