굴착작업시 안전

게재목차

Ⅰ. 굴착작업 안전지침
Ⅱ. 굴착시 붕괴요인 및 방지대책
Ⅲ. 토사 붕괴 방지
Ⅳ. 토석 붕괴 방지
Ⅴ. 도랑 굴착작업시 주의사항
Ⅵ. 굴착 토류벽 공사시 주변지반 침하 및 인접 구조물에 미치는 영향

Ⅲ. 토사붕괴방지

점성(粘性)이 비교적 강한 토사(土砂)는 일반적으로 안전성을 유지하고 있는 것처럼 보이므로 무심코 지나칠 수 있어 대부분의 굴착작업시 붕괴의 주범이 되고 있다. 이 토사붕괴는 흙의 강도가 감소되고, 특히 주어지는 응력(應力)이 클 때 발생되므로, 토사의 강도를 감소시키거나 가해지는 응력을 증가시키는 요인들에 대한 검토가 필수적이다. 문제는 토사붕괴가 사전에 예고없이 순간적으로 일어나 대형의 산업재해를 유발시킨다는데 그 심각성이 있고 가장 중요한 변수는 역시 물이다.

(1) 토사강도의 감소요인

① 과도한 수압
모래성분의 흙에서는 Boiling현상이 발생할 수 있으며, 흙을 젖게 해서 흙의 소성을 증가시킨다.

② 건조
모래성분의 많은 흙과 유기물질이 표토(表土)에서 점성을 감소시킨다.

③ 지속적인 응력
기형적인 변화를 발생시킨다.

(2) 붕괴의 형태

① 사면 천단부 붕괴 (사면 선단 파괴)
- 사면의 활동면이 사면의 끝을 통과하는 경우의 파괴
- 사면의 경사각이 53°이상 일 때 발생(사면경사가 급할 때)

② 사면 중심부 붕괴 (사면내 파괴)
- 사면의 활동면이 사면의 끝보다 위를 통과하는 경우의 파괴
- 연약토에서 굳은 기반(基盤)이 얕게 있을 때

③ 사면 하단부의 붕괴 (사면 저부 파괴)
- 사면의 활동면이 사면의 끝보다 아래를 통과하는 경우의 파괴
- 연약토에서 굳은 기반이 깊이 있을 때 발생

(3) 토사 응력의 증가요인

① 깊은 굴착과 가파른 경사
천연적인 억제력이나 굴착된 물질들에 대한 지지력을 제거시켜 버린다.

② 굴착부위에 인접한 지면에 부가되는 하중
굴착면을 따라 쌓아놓은 굴착토 및 건설자재

③ 충격과 진동
발파, 파일항타, 진동을 발생시키는 건설기계 등
④ 지하수
지하수가 수압에 의해 흘러나와 토사 내의 간격을 메워서 수평방향의 응집력을 증가시킨다.
⑤ 과도한 수분
흙에 물이 흠뻑 젖으면 흙의 중량이 증가하게 된다.

(3) 붕괴방지의 기본원칙

토사붕괴의 방지는 기본적으로 흙의 강도가 감소되거나 응력이 증가하는 것을 방지하는 것으로 다음과 같은 절차를 준수해야 한다.

① 답사와 시험에 의해서 굴착이 예정된 지역에서의 흙의 특성과 변화를 추정해야 한다.
② 굴착시 만나게 되는 여러 가지의 변화나 요인들에 대해 조사하고 검토해야 한다.
③ 지하수와 표면수의 발생원과 그 조절방법에 대해서 검토해야 한다.
④ 이상의 모든 요인들을 분석하고 기술적인 조사 결과를 근거로 해서 문제를 풀고 작업방법을 결정해야 한다.

(4) 토사 붕괴 방지대책

① 적정한 법면 구배 준수

〈표〉 굴착면 구배기준

구 분	지반의 종류	구 배
보통흙	습 지	1:1 ~ 1:1.5
	건 지	1:0.5 ~ 1:1
암반	풍화암	1:0.8
	연 암	1:0.5
	경 암	1:0.3

② 식생에 의한 공법
- 떼붙이기공 : 평떼(절토사면), 줄떼(성토사면)
- 식생공 : 비탈면 식물피복
- 식수공 : 떼붙이기공이나 식생공으로 곤란할 때 나무심어 법면 보호
- 파종공 : 종자를 압력으로 뿜어 붙임

③ 구조물에 의한 보호공
- 콘크리트 붙이기공 : 용수가 없을 때 콘크리트 또는 모르타르를 뿜어 붙임
- 돌쌓기 : 견치석 쌓아 보호
- Shotcrete : 풍화가 심한 곳에 콘크리트 모르타르를 뿜어 붙임
- 콘크리트 격자 블럭공 : PC 격자 블록 설치 후 식생 및 돌채움
- 기타 : 옹벽, 말뚝, Shotcrete, Earth Anchor, Rock Anchor, Soil Nailing, 그라우팅, 불투수층 처리, 측구 설치

Ⅳ. 토석 붕괴방지

(1) 토석붕괴의 원인

① 외적요인
- 사면, 법면의 경사 및 구배의 증가
- 절토 및 성토 높이의 증가
- 공사에 의한 진동 및 반복 하중의 증가
- 지표수 및 지하수의 침투에 의한 토석중량의 증가
- 구조물, 건설기계 및 차량의 중량

② 내적원인
- 절토사면의 토질, 암질
- 성토사면의 토질
- 토석의 강도저하

(2) 토석붕괴의 형태

① 미끄러져 내림

광범위한 붕괴현상으로 일반적으로 완만한 경사에서 완만한 속도로 붕괴된다.

② 절토면의 붕괴

비교적 소규모의 급경사면에서 발생되는 붕괴로써 미끄러져 내리는 토석의 두께는 2m 이하가 많다. 주로 폭우에 의해서 발생된다.

③ 얕은 표층의 붕괴

절토법면이 풍화하기 쉬운 암반의 경우에는 표층부가 탈락되어 붕괴가 발생된다.

④ 깊은 절토법면의 붕괴

사암과 자갈로 구성된 심층부에 있는 단층이 법면을 향해서 비스듬히 경사가 되어 있는 경우는 법면의 심층부에서 붕괴될 가능성이 높다.

⑤ 성토법면의 붕괴

성토의 직후에 붕괴가 발생하기 쉽다. 다지기가 덜 된 상태에서 빗물이나 지표수 및 지하수 등이 침투하여 공극수압이 증가되어 양옆에 붕괴가 발생한다. 성토 자체에 결함이 없어도 지반이 약한 경우는 붕괴된다.

(3) 토석붕괴 방지 점검사항

① 전 지표면의 답사

② 경사면의 상황변화 확인

③ 부석의 상황변화의 확인

④ 법면의 지층 변화부 상황의 확인

⑤ 용수의 발생 유무 또는 용수량의 변화 확인

⑥ 결빙과 해빙에 대한 상황의 확인

⑦ 각종 법면 보호공의 변화 유무

⑧ 점검시기는 다음과 같다.

- 작업 전,후
- 비온 후
- 인접작업구역에서 발파한 경우

(4) 토석 붕괴의 예방

① 적절한 법면의 구배를 계획하여야 한다.

② 법면의 구배가 당초 계획과 차이가 발생되면 즉시 재검토하여 계획을 변경시켜야 한다.

③ 붕괴방지공법

- 활동할 가능성이 있는 토석은 제거하여야 한다.
- 비탈면 또는 법면의 하단을 다져서 활동이 안되도록 저항을 만들어야 한다.
- 경사면의 하단부에 압성토 등 보강공법으로 활동에 대한 보강대책 강구
- 지표수가 침투되지 않도록 배수를 시키고 지하 수위를 낮추기 위하여 수평 보링을 하여 배수시켜야 한다.
- 말뚝(강관, H형관, 철근콘크리트)을 박아 지반을 강화시킨다.

④ 기타 조치사항

- 동시작업 금지

붕괴토석의 최고 도달거리는 경사 비탈면 높이의 약 2배에 달하므로 이 범위 내에서는 굴착 공사, 배수관의 매설, 콘크리트 타설작업 등을 해서는 안된다.

- 대피통로 및 공간의 확보

붕괴의 범위에 따라 다르지만 일반적으로 발생되는 붕괴는 높이에 비례하나 그 폭(수평방향)은 작으므로 작업장 좌우에 대피통로 등을 확보하여야 한다.

- 2차 재해의 방지

일반적으로 작은 규모의 붕괴가 발생되어 인명 구출 등 구조작업 중에 대형붕괴가 재차 발생될 가능성이 많으므로 붕괴면의 주변상황

을 충분히 확인하여 안전하다고 판단되었을 경우에 복구 작업에 임하여야 한다.

V. 도랑 굴착작업시 주의사항

도랑 버팀대 설치시 철재패널과 지지대 등을 재사용할 때는 반드시 결함유무를 주의 깊게 살펴보아야 한다. 아주 경미한 결함 조차도 패널, 지지대, 가로버팀대가 튀어나가게 할 수 있기 때문이다. 그리고 작업현장을 오가는 차량이나 보행자를 위한 적절한 안전조치를 해야하는데 그 안전조치로는 Barricade, Fence, Guardrail, 경고용 신호등, 깃발, 야간 조명시설 등이 있다. 또한 교통량이 많은 경우에는 신호수도 배치해야 한다.

도랑의 굴착작업시 반드시 고려되어야 할 요소별 주의사항은 다음과 같다.

(1) 편의시설, 공공시설

굴착 작업시에는 간혹 편의시설이나 공공시설의 배선, 배관을 차단하게 되는 경우도 있다. 그러한 시설물이 매설된 곳에는 말뚝을 박아두거나 명확한 표시를 해두어야 한다. 또 그 시설물들이 손상되지 않도록 각별한 주의를 요한다.

(2) 가스관, 고압선

가스관이나 고압선에 접촉하는 경우에는 중대한 위험성을 초래할 수 있다. 통상 테두리 이음식으로 설치된 하수도나 배수관 등이 손상 없이 발견된 경우에는 가능한 한 많은 부분을 노출시켜서 보호하도록 한다. 도관이나 전기케이블 혹은 금속파이프 등은 노출된 실제 길이에 따라 보호시설을 해주어야 한다.

(3) 깊이가 1.2m 이상 되는 도랑

깊이가 1.2m 이상 되는 도랑에 사람이 들어가야 하는 경우에는 사다리나 계단과 같은 적절한 비상조치를 작업위치에서 떨어진 곳에 움직이지 않게끔 설치한다.

(4) 사토의 적재

사토의 분량과 토사의 구조적 성질에 따라 도랑의 끝으로부터 얼마만큼의 거리에 굴착된 흙을 쌓아야 하는지 추정한다. 대부분의 도랑 끝으로부터 0.6m 이상되는 지점에 쌓고, 그곳에 건설기계 등을 같이 두는 경우에는 부가 압력에 견딜 수 있도록 지지대를 보강시켜야 한다.

(5) 도랑이 Gas, 하수 혹은 유기적인 물질 등에 침수된 경우 폭발성, 가연성 혹은 독성가스가 예상되는 곳이다. 작업 개시전에 가스탐지기로 안전점검을 실시하고, 가연성 가스나 증기가 있는 지역에서는 불꽃이 발생하는 장비의 사용을 엄격히 제한해야 하며, 이러한 장비의 사용이 부득이한 경우에는 송풍장치로 그 곳을 환기시킨 후 작업해야한다.

(6) 개인보호구

도랑 내에서 작업하는 작업자들은 낙하물질로부터 자신을 보호하기 위한 수단으로 적절한 '안전모'를 착용해야 한다. 물론 '안전화' 역시 필요하다. 작업자들이 위를 올려다보거나 할 때 눈에 이물질이 들어가서 재해를 입는 경우도 있으므로 '보안경'을 착용하는 것이 바람직하다. 특히 유해한 Gas,나 산소결핍이 예상되는 곳에서는 '산소호흡기'의 착용이 안전상 필수적이다.