

토목안전작업 절차서

전 (주)삼호 안전관리부장 유 오 용

제목 : 굴착공사 / 절토공사	CODE No. KISA - A01 - 003																																
	개정번호 : 0																																
<p>1. 절토 비탈면의 기울기</p> <p>절토 비탈면(斜面)의 안정은 지반의 토질 또는 암반의 상태에 크게 좌우된다. 성토 비탈면과는 달리 자연지반이 많아 지질, 지층, 지하수위 등의 구성이 복잡하여 붕괴가능성 유무에 대한 검토에 많은 관심을 두어야 한다. 따라서 사전에 조사를 통하여 정확한 실상을 파악하고 비탈면의 안정해석을 행하여 비탈면의 기울기와 높이를 결정해야 한다.</p> <p>가. 인력굴착시의 기울기</p>																																	
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;">구분</th> <th style="width: 30%;">굴 착 높 이</th> <th style="width: 30%;">경 사 각</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3" style="text-align: center;">암반 또는 견고한 점토층</td> <td style="text-align: center;">5m미만</td> <td style="text-align: center;">90°</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">5m이상</td> <td style="text-align: center;">75°</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2m미만</td> <td style="text-align: center;">90°</td> </tr> <tr> <td rowspan="2" style="text-align: center;">기 타 지 층</td> <td style="text-align: center;">2~5m</td> <td style="text-align: center;">75°</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">5m이상</td> <td style="text-align: center;">60°</td> </tr> </tbody> </table>				구분	굴 착 높 이	경 사 각	암반 또는 견고한 점토층	5m미만	90°	5m이상	75°	2m미만	90°	기 타 지 층	2~5m	75°	5m이상	60°															
구분	굴 착 높 이	경 사 각																															
암반 또는 견고한 점토층	5m미만	90°																															
	5m이상	75°																															
	2m미만	90°																															
기 타 지 층	2~5m	75°																															
	5m이상	60°																															
<p>나. 절토 비탈면의 표준기울기(日本道路土工基準)</p>																																	
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;">구분</th> <th style="width: 15%;">높 이</th> <th style="width: 60%;">기 울 기</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">경 압</td> <td></td> <td style="text-align: center;">1 : 0.3 ~ 0.8</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">연 압</td> <td></td> <td style="text-align: center;">1 : 0.5 ~ 1.2</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">모 래</td> <td></td> <td style="text-align: center;">1 : 1.5</td> </tr> <tr> <td rowspan="4" style="text-align: center;">사 질 토</td> <td style="text-align: center;">굳은 것</td> <td style="text-align: center;">5m이하 5 ~ 10m</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">느슨한 것</td> <td style="text-align: center;">5m이하 5 ~ 10m</td> </tr> <tr> <td rowspan="2" style="text-align: center;">암석이나 호박돌 섞인 사질토</td> <td style="text-align: center;">굳고 입도가 좋은 것</td> <td style="text-align: center;">10m이하 10 ~ 15m</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">느슨하고 입도가 나쁜 것</td> <td style="text-align: center;">10m이하 10 ~ 15m</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">점 토 질</td> <td style="text-align: center;">10m이하</td> <td style="text-align: center;">1 : 0.8 ~ 1.2</td> </tr> <tr> <td rowspan="2" style="text-align: center;">암석이나 호박돌 섞인 점토질</td> <td style="text-align: center;">5m이하</td> <td style="text-align: center;">1 : 1.0 ~ 1.2</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">5 ~ 10m</td> <td style="text-align: center;">1 : 1.2 ~ 1.5</td> </tr> </tbody> </table>				구분	높 이	기 울 기	경 압		1 : 0.3 ~ 0.8	연 압		1 : 0.5 ~ 1.2	모 래		1 : 1.5	사 질 토	굳은 것	5m이하 5 ~ 10m	느슨한 것	5m이하 5 ~ 10m	암석이나 호박돌 섞인 사질토	굳고 입도가 좋은 것	10m이하 10 ~ 15m	느슨하고 입도가 나쁜 것	10m이하 10 ~ 15m	점 토 질	10m이하	1 : 0.8 ~ 1.2	암석이나 호박돌 섞인 점토질	5m이하	1 : 1.0 ~ 1.2	5 ~ 10m	1 : 1.2 ~ 1.5
구분	높 이	기 울 기																															
경 압		1 : 0.3 ~ 0.8																															
연 압		1 : 0.5 ~ 1.2																															
모 래		1 : 1.5																															
사 질 토	굳은 것	5m이하 5 ~ 10m																															
	느슨한 것	5m이하 5 ~ 10m																															
	암석이나 호박돌 섞인 사질토	굳고 입도가 좋은 것	10m이하 10 ~ 15m																														
		느슨하고 입도가 나쁜 것	10m이하 10 ~ 15m																														
점 토 질	10m이하	1 : 0.8 ~ 1.2																															
암석이나 호박돌 섞인 점토질	5m이하	1 : 1.0 ~ 1.2																															
	5 ~ 10m	1 : 1.2 ~ 1.5																															

제목 : 굴착공사 / 절토공사

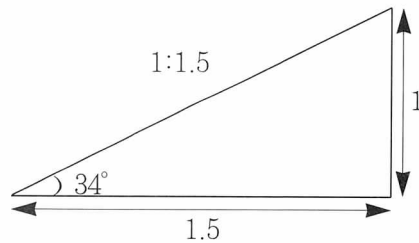
CODE No. KISA - A01 - 002

개정번호 : 0

(참 고 1) 경사와 경사각의 환산표

경 사	경사각
1 : 0.1	84°
1 : 0.2	79°
1 : 0.3	73°
1 : 0.4	68°
1 : 0.5	63°
1 : 0.6	59°
1 : 0.7	55°

경 사	경사각
1 : 0.8	51°
1 : 0.9	48°
1 : 1	45°
1 : 1.2	40°
1 : 1.5	34°
1 : 1.8	29°
1 : 2.0	26°



(참 고 2) 산업안전기준에 관한 규칙 제383조의 굴착면의 구배기준

구 분	지 반 의 종 류	구 배
보 통 흙	습 지	1 : 1 ~ 1 : 1.5
	건 지	1 : 0.5 ~ 1 : 1
암 질	풍 화 암	1 : 0.8
	연 암	1 : 0.5
	경 암	1 : 0.3

2. 비탈면의 안정

가. 비탈면의 붕괴 원인

비탈면의 붕괴는 자연 비탈면을 절취하면 비탈면이 중력의 영향으로 아래쪽으로 이동하려는 경향이 있다. 즉 비탈면 내부에 전단응력이 발생하며 이 전단응력이 전단강도를 초과하면 붕괴가 일어난다. 이 원인들을 나열하면 다음과 같다.

(1) 전단응력의 증가 원인

- ① 공사진행으로 비탈면의 높이와 기울기가 증가
- ② 비탈면 상부에 공사용 자재, 중량의 기계 또는 굴착도를 적치하여 하중이 증가
- ③ 물을 흡수하여 함수비가 증가하여 흙의 단위중량이 증가
- ④ 지하수위의 변동으로 수압이 변화하거나 균열의 발생으로 수압이 발생
- ⑤ 발파, 공사용 기계의 충격으로 진동이 발생

(2) 전단강도의 감소 원인

- ① 빗물이 흙에 흡수되면서 팽창 및 소성의 감소
- ② 내부수압의 증대
- ③ 건조로 인하여 사질토가 점착력 상실
- ④ 장기응력으로 소성(塑性) 변형
- ⑤ 점성토의 수축이나 팽창으로 균열 발생

제목 : 굴착공사 / 절토공사	CODE No. KISA - A01 - 002
	개정번호 : 0
<p>⑥ 사질토가 진동이나 충격으로 유동화 ⑦ 동결되었던 흙의 해빙</p> <p>이상의 제 요인들이 단독 또는 누적되어 붕괴를 유발시킨다.</p> <p>나. 비탈면의 안정 검토</p> <p>(1) 안정계산의 검토</p> <p>자연지반은 형상이 복잡하고 불균일한 성질을 가진 경우가 많기 때문에 비탈면 안정에 대한 이론적인 검토만으로 비탈면의 기울기를 결정하기는 어렵다. 그러나 다음 조건을 만족할 때는 안정계산에 의거 검토할 수 있다.</p> <p>① 조사된 지반의 성층상태가 명확하고 비탈면을 구성하는 토질이 단순한 구조로 나타난 경우 ② 토질시험(중량측정, 역학시험, 원위치시험)이 가능한 경우</p> <p>(2) 안정계산이 곤란한 경우의 검토</p> <p>안정계산에 따른 안정검토가 곤란한 경우 조사결과를 기초로 비탈면 안정에 대한 종합적인 검토가 이루어져야 하며 그 주요사항은 다음과 같다.</p> <p>① 층리, 절리의 방향과 비탈면 방향 관련성 ② 단층, 파쇄대의 방향과 넓이 ③ 애추(崖錐)의 두께와 퇴적상태 ④ 과거의 활지, 붕괴의 이력 ⑤ 풍화 및 용수 상황</p> <p>(3) 기존 비탈면은 다음 사항을 참고한다.</p> <p>① 토질과 비탈면 기울기 및 보호공법과의 관계 ② 보호공의 종류와 상태 ③ 식물의 성장상태 ④ 비탈면의 침식상태 및 용수의 처리방법</p> <p>다. 붕괴위험의 예측과 점검</p> <p>(1) 붕괴위험의 예측</p> <p>도로나 철로 연변의 자연 비탈면이나 절토 비탈면의 붕괴위험이 높다고 판단될 때 그 지점에 붕괴의 범위 및 붕괴시기의 예지를 목적으로 경사계를 설치하고 경보를 알릴 수 있는 벨을 설치한다. 이것은 한정된 지점만을 감지할 수 있으므로 순찰을 강화하고 안전점검을 실시하는 방법을 채택한다.</p> <p>붕괴발생의 위치, 규모 및 발생시기의 정확한 측정은 오늘날의 기술로도 어려운 점이 많다. 그러므로 지반의 상황과 붕괴발생과의 관계에 대하여 충분히 검토하고 지반 주변의 변화를 관찰하여 붕괴</p>	

제목 : 굴착공사 / 절토공사	CODE No. KISA - A01 - 002
	개정번호 : 0
<p>의 위험을 감소시킨다.</p> <p>(2) 안전점검의 요령</p> <p>공사의 종류, 규모, 지형, 토질 등의 조건에 따라 안전점검의 범위와 방법은 달라지겠지만 다음 사항에 의하여 실시한다.</p> <ol style="list-style-type: none"> ① 대상 공사구간 전체에 걸쳐 답사한다. ② 비탈면의 높이가 1.5m이상 장소는 지반의 변형 발생유무를 확인한다. ③ 비탈면의 지층변화 상황을 확인한다. ④ 부석의 상황변화를 확인한다. ⑤ 용수발생 유무 또는 용수량의 변화를 확인한다. ⑥ 동결 및 해빙의 상황을 확인한다. ⑦ 비탈면 보호공의 변형 유무를 확인한다. ⑧ 그외 면밀한 시공을 위해서는 작업개시전, 작업완료 후, 비온 후, 지진 및 인근에서의 발파 작업 전후에는 반드시 안전점검을 실시한다. <p>(3) 붕괴발생의 방지대책</p> <ol style="list-style-type: none"> ① 적절한 비탈면 기울기에 관한 계획 계획 및 설계시 충분한 조사와 시험을 실시하여 적절한 기울기를 결정하여야 한다. 과거 재해사례에 의하면 설계상의 기울기와 안전성을 고려하지 않아 발생된 경우가 많다. 특히 공사비의 절감, 용지 확보의 어려움 등으로 인하여 계획에서부터 붕괴의 위험을 내포한 상태로 시공하는 경향을 볼 수 있어 이 점을 특별히 유의해야 한다. ② 비탈면 기울기의 변경 자연지반의 경우 조사를 면밀히 실시하여도 실제와 차이가 발생하는 경우가 많다. 이런 경우 당초 비탈면의 기울기를 재검토하여 필요시는 계획을 변경하여야 한다. ③ 붕괴방지공법 비탈면의 붕괴를 방지하려면 시공에 앞서 붕괴방지대책을 세워야 하는데 그 대책은 다음과 같다. <ul style="list-style-type: none"> - 배 토 공: 비탈면 상부의 토사를 제거하여 비탈면의 안정을 기한다. - 압성토공: 비탈면 하단을 성토하여 붕괴를 막는다. - 배 수 공 : 붕괴의 요인이 되는 지표수의 침투를 막기위해 지표면 배수공을 설치하고 지하수위를 내리기 위해 수평공으로 배수한다. - 공작물의 설치 : 말뚝(철관, H강 등)을 박아 지반을 강화하는 공법, 앵커에 의한 방지공법, 옹벽 또는 낙석방지공을 실시한다. 배수공:붕괴의 요인이 되는 지표수의 침투를 막기위해 지표면 배수공을 설치하고 지하수위를 내리기 위해 수평공으로 배수한다. 