



토목안전작업절차서

유 오 용

제목 : 굴착공사 / 개요	CODE No. KISA - A01 - 001
	개정번호 : 0
<p>1. 일반사항</p> <p>굴착공사는 건설공사에 있어서 가장 기본적인 작업이라 할 수 있다. 대별하면 터널굴착과 노천굴착으로 나눌 수 있는데 이중 노천굴착에는 도로의 절토, 교각 같은 구조물의 기초굴착, 건물의 기초굴착, 지하철 및 지하도의 노천굴착, 상하수도 및 지하매설물을 위한 도랑굴착, 택지조성, 토사채취 등 그 종류와 규모가 실로 다양하다. 여기서는 주로 노천굴착에 대해서 다루기로 한다.</p> <p>2. 산업재해</p> <p>노천굴착공사는 공사량도 많을 뿐만 아니라 산업재해에서도 전체 건설재해의 상당수를 차지하고 있다. 주로 토사 및 암석의 붕괴, 낙석, 건설기계에 의한 것 및 비탈면에서의 추락 등에 의하여 다양하게 산업재해가 발생하고 있다.</p>	

제목 : 굴착공사 / 조사와 시공계획	CODE No. KISA - A01 - 002
	개정번호 : 0
<p>1. 조사</p> <p>굴착공사의 대상은 자연지반으로서 그 형상이 복잡하여 시공방법에 따라 그 양상이 다양하므로 이에 대한 조사는 대단히 중요하다. 조사는 굴착의 종류 및 규모에 따른 대상지반의 변화 여부와 시공방법에 대하여 (첫째) 안전하고 (둘째) 경제적이고 (세째) 공기를 맞출 수 있는 3조건을 만족시키는 공법을 결정하는데 필요한 자료를 제공하는데 있다. 대규모 절토공사나 중요한 구조물의 기초굴착의 경우에는 준공 후 비탈면의 안정기초의 침하</p>	

제목 : 굴착공사 / 조사와 시공계획

CODE No. KISA - A01 - 002

개정번호 : 0

또는 구조물 자체의 안전에 크게 관련되는 지반의 상태에 관한 것에 대하여 계획 및 설계단계에서 조사를 하는데 이 때의 조사자료는 시공에 필요한 자료를 제공하는 경우이며, 구조물의 규모가 작거나 지반의 영향을 별로 받지않는 구조물이나 굴착 후 되메우기를 할 때의 사전조사는 시공에 보다 유리한 정보를 얻기 위한 경우가 많다.

발생된 재해분석에 의하면 시공별로 전혀 사전조사가 없거나 붕괴에 대비한 조치의 태만에 의하여 재해가 다수 발생되고 있다.

굴착작업시 사전조사하여 굴착시기와 작업순서를 정하는데 필요한 조사사항 및 방법과 토질시험은 다음과 같다.

1) 조사사항

- (1) 형상, 지질 및 지층의 상태
- (2) 균열, 함수, 지하수, 지표수 및 동결의 유무 또는 상태
- (3) 매설물 등의 유무 또는 상태
- (4) 기타 가스, 증기, 공사장소에 따른 환경 등

2) 조사방법

조사사항에 대한 조사방법은 공사의 종류와 규모에 따라 다르지만 일반적인 사항들을 나열하면 다음과 같다.

- (1) 현장부근의 자료수집 : 지형도, 지질도, 기상자료, 기존 구조물의 공사기록 및 재해발생사례 등을 수집
- (2) 현장답사 : 표토, 노출암석, 용수, 지형, 지질 등을 관찰
- (3) 시굴 : 지면에서 2~3m 깊이까지 굴착하여 직접 지층을 관찰
- (4) 지내력시험 : 지층에 대해 표준관입시험을 실시하여 지반의 강도를 추정
- (5) 보링시험 : 지층에 대한 보링을 실시하여 직접 지층의 자료를 채취 정확히 상태를 확인
- (6) 탄성과 탐사 : 탄성파의 속도로써 지하의 지질상태를 추정하는데, 특히 지층의 형상·암질의 경연·풍화상태 등을 세밀히 판단하는데 유용

3) 토질시험

조사시에 채취한 흙시료로서 토질시험을 실시하여 그 시험결과를 기초로 비탈면의 토압을 산정하여 설계 및 시공에 직접 필요한 흙의 여러성질을 구하기 위한 것이 토질시험이다.

- (1) 흙의 물리시험 : 함수량의 측정, 습윤밀도의 측정, 흙입자밀도의 측정, 상대밀도의 측정, 입도시험, 액성 및 소성 한계측정시험



제목 : 굴착공사 / 조사와 시공계획

CODE No. KISA - A01 - 002

개정번호 : 0

(2) 흙의 역학적 성질을 구하는 강도시험

전단시험(直接 剪斷, 1軸壓縮, 3軸壓縮), 압밀시험, 침수시설, 다짐시험, CBR시험

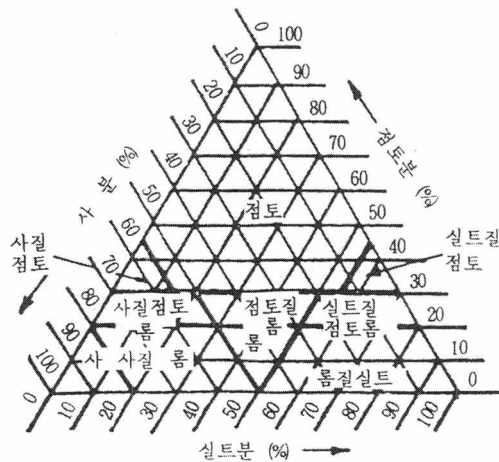
2. 흙의 성질

1) 입경에 의한 흙의 분류

구분	입 경
호박돌	200mm이상
자갈	2 ~ 200mm
굵은모래	0.25 ~ 2mm
가는모래	0.05 ~ 0.25mm
실트	0.005 ~ 0.05mm
점토	0.005mm이하 (0.001mm이하 : 콜로이드)

2) 흙의 판별방법

흙은 여러가지 종류의 흙 입자와 입도가 섞여서 존재하고 있으므로 통상 모래·실트·점토로 크게 분류하며, 각각의 배합비율에 의하여 사질실트·롬·사질점토 등으로 명칭을 부여하는데, 많이 사용되는 흙의 분류명칭은 다음의 삼각좌표에 의거 분류하고 있다.



(그림 1) 흙분류 삼각좌표

제목 : 굴착공사 / 조사와 시공계획

CODE No. KISA - A01 - 002

개정번호 : 0

3) 흙의 물리적 성질

자연상태에서 흙의 종류별 성질은 다음 [표]와 같다.

4) 흙의 역학적 성질

흙에 외력을 가하면 변형하지만 내부에는 변형에 저항하려는 힘이 생기고 외력이 크면 일정 이상의 크기에 도달하면 흙의 내부면을 따라 파괴된다. 이 때에 변형에 저항하려는 힘을 전단저항이라 하고 파괴전단저항을 전단강도라 한다.

전단저항은 흙 입자간의 결합이나 접촉에 의한 것과 입자간의 점착력에 의한 것 두가지가 있으며, 전단강도는 토압·사면안정·지반지력에 큰 영향을 주고 흙의 기본역학이라는 주요 지표이다.

구 분	간극율 3%	간극비 e	함수비 w %	단위중량 T / m ³	
				건조(rd)	포화(r)
1. 균질의 모래(굵은 모래)	46	0.85	32	1.43	1.89
2. 균질의 모래(가는 모래)	34	0.51	19	1.75	2.09
3. 불균질 모래(굵은 모래)	40	0.67	25	1.59	1.99
4. 불균질 모래(가는 모래)	30	0.43	16	1.86	2.16
5. 크고 작은 입자의 굵은 흙	20	0.25	9	2.12	2.32
6. 연질의 굵은 점토	55	1.20	45	-	1.77
7. 견질의 굵은 점토	37	0.60	22	-	2.07
8. 연질의 유기성 점토	66	1.90	70	-	1.58
9. 연질의 극히 유기질 많은 점토	75	3.00	110	-	1.43
10. 벤토나이트	84	5.20	194	-	1.27

(1) 간극비란 흙의 실질부분과 공기부분의 비를 나타내는 것으로 경점토는 1.0이하, 연약지반 점토는 1.5~2.5, 다져진 모래는 0.6~0.7 정도이다.

(2) 함수비는 보통 60~80%이며 연약한 경우 100~130% 정도이다.

(3) 단위체적 밀도는 보통흙이 1.6~1.9 T/m³ 정도이며, 점토질은 밀도의 영향을 많이 받는다. 흙의 역학적 성질은 밀도가 지배한다.

(4) 흙의 투수계수 : 지반내 물이 유동하면 흙의 강도가 저하하거나 토사의 유출로 커다란 문제가 발생된다. 투수계수 값은 사질토는 크고 점토질은 작게 나타나며 그 값은 다음과 같다.

모래층 : 10-2cm/sec, 실트층 : 10-5cm/sec, 점토층 : 10-7cm/sec이다.

(5) 투수압력 : 흙 입자는 물의 흐름에 따라 흐름의 방향에 밀리는 힘을 받는데 이것을 투수압력이라 한다. 모래층에 물의 흐름이 높아지면 투수압력이 낮아지는 중력과 합하여 안정을 잃게 된다. 이 현상을 Quick Sand라 한다. 기초굴착공사에서 굴착저면의 지하수압이 높을 때 지반으로 물이 흐르면서 유동화되어 토사붕괴의 원인이 된다.



제목 : 굴착공사 / 조사와 시공계획

CODE No. KISA - A01 - 002

개정번호 : 0

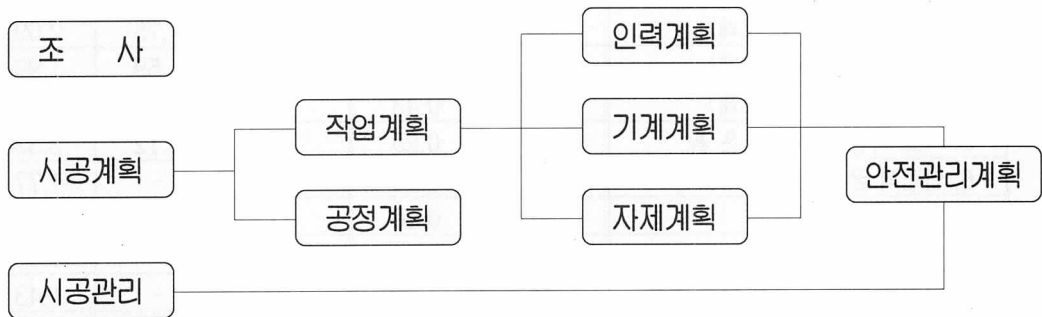
3. 시공계획

시공계획은 조사자료를 근간으로 하며, 특히 지반의 조건·주위의 환경조건·입지조건에 제한사항 등이 충분히 고려되어야 하며, 시공계획의 기본은 시공법을 검토 및 결정하는 것 이므로 이 경우 안전성 검토를 충분히 해야 한다.


통상 굴착 및 기초굴착공사는 가설적인 성격이 강하여 비용측면의 제약이 우선되어 안전에 대한 검토를 경시하는 경우가 많은데 이런 연유로 재해발생의 원인은 시공계획 단계에서 부터 잉태하게 되는 것이다.

시공계획은 크게 작업계획과 공정계획으로 나누어 지는데, 작업계획은 인력계획·기계계획·자재계획으로 나누어진다.

그 구성은 다음과 같다.



[그림 2] 시공계획의 구성

시공계획의 전제조건이 되는 각종 입지조건 및 지반조건은 조사결과와 실제의 상태가 상이한 경우가 많다. 이 때는 시공계획을 즉시 수정하여 외적조건 변화에 적응될 수 있도록 하여 시공관리에 연결시켜 주어 시공계획과 시공관리가 일체화되어야 시공계획이 않는다. 특히 경험만 믿고 구체적인 계획없이 작업을 추진할 경우 불의의 재해는 항시 따르기 마련이다. 

◆◆ 이 자료는 토목안전작업절차서로 모아두시면 토목안전 분야에 훌륭한 자료가 될 수 있습니다. 구성내용으로는 "굴착공사/기초공사/발파공사/터널공사/도로공사/교량공사/항만공사/지하철공사/제방 및 댐공사"로 계속 연재할 계획입니다.