

토목안전작업 절차서

전 (주)삼호 안전관리부장 유 오 용

제목 : 굴착공사 / 배수처리	CODE No. KISA - A01 - 007
	개정번호 : 0
<p>굴착공사에서 토사붕괴 원인은 지표수 또는 지하수의 흐름과 함수(含水)의 영향이 가장 많다. 특히 중소규모의 공사에서는 지형 및 지질과 물과의 관계 조사를 충분히 하지 않고 계획하므로 이에 대한 대책의 구성성이 결여되는 경우가 많다. 이러한 조사의 불충분으로 인하여 발생하는 재해는 불가항력에 의한 재해라고 볼 수 없다. 따라서 토사붕괴로 인한 재해를 방지하기 위해서는 계획과정에서 조사를 세밀히하여 배수 및 방수대책을 세워 시공자에게 구체적인 설계기준을 작성 제시하여 적절한 시공이 될 수 있도록 하여야 한다.</p> <h3 style="text-align: center;">1. 지표수의 배제</h3> <p>공사현장에 지표수의 유입을 방지하기 위하여 공사구역내 발생하는 물을 배제시켜야 하는데 계획시 필요한 사항은 다음과 같다.</p> <p>1) 배수에 관해 사전조사를 실시한다.</p> <p>공사구역에 유입되는 빗물의 면적(공사구역이 넓은 경우)과 공사기간중 최대강우량 추정 및 지형, 지질 등의 조사를 한다. 이는 굴착시 지표면에서 침투되어 유출된 용수량을 산정하는데 필요하다. 배수량 산정공식의 예를 들면</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: flex-start;"> <div style="width: 45%;"> $Q = q \cdot F$ $q = \frac{C \times \frac{R}{1,000} \times 10,000}{24 \times 60 \times 60 \times n}$ </div> <div style="width: 45%; border-left: 1px solid black; padding-left: 10px;"> <p>Q: 강우면적내 전배수량(m³/sec) q: 1ha에 대한 배수량(m³/sec) F: 강우면적(ha) C: 유출계수 n: 배수일수(배수가 빠른 경우 n=1)</p> </div> </div> <p>▷ 경사 급한 산악지 : C = 0.8~0.9 ▷ 산림 많은 습지 : C = 0.6~0.8 ▷ 기복이 있는 초지 또는 임야 : C = 0.5~0.7 ▷ 평탄한 정지 또는 고원 : C = 0.45~0.6</p>	

2) 공사를 실시하면 기존 배수설비나 자연배수계통이 변경된다. 이런 것에 대신할 수 있는 배수설비를 하여야 한다.

3) 공사구역 밖으로 부터 유입되는 지표수를 구역 밖에서 처리되도록 조치한다.

4) 배수가 자연배수가 되지 않을 때는 펌프로 배수하며, 이 때 펌프고장에 대비하여 물이 넘칠 경우에 흐를 수 있는 설비와 예비동력 설비가 필요하다.

5) 작업현장내의 배수에 있어서는 현장내에 요철이 없이 편편할 경우 물이 모이지 않기 때문에 침출수(지면을 침투하여 지층으로 흘러나오는 물)와 용수가 현장내부 전체에 퍼지지 않도록 조치한다. 동시에 배수유속을 줄여 토사유출이 유발되지 않도록 한다.

2. 지하수의 처리

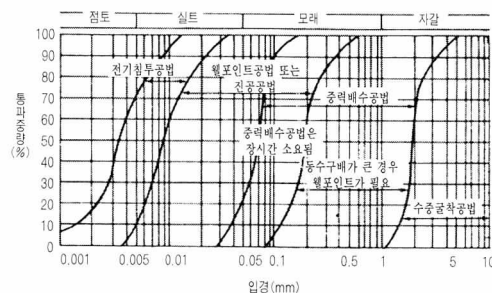
기초공사 등의 지하공사를 실시할 경우 지하수위 이하로 굴착을 하지 않을 수 없는데 이 때 굴착면으로 침출되거나 용출되는 물은 집수하여 펌프로 배수처리하게 된다.

이 방법은 굴착면이 연화 유출하면서 설치된 흙막이벽에 큰 수압을 가하여 경사면이 도괴하거나, 굴착면의 동수구배(動水勾配)가 큰 경우 Boiling 현상이 일어나 공사에 지장을 주게 되고 굴착면의 물을 완전히 제거할 때까지 작업이 곤란하게 되어 작업능률이 현저하게 낮아진다. 이와 같은 불리한 점을 제거하기 위해 지하수위를 저하시키는 공법이 발달되어 재해의 예방에도 크게 기여되고 있다.

그러나 지하수위가 낮아지면 주위 지반이 침하하게 되어 주변 건물 및 우물 등에 나쁜 영향을 미치게 되므로 이에 대한 별도의 고려를 하여야 한다.

저하방법에는 중력배수공법(重力排水工法), Well Point Method(眞空法), 전기침투공법(電氣浸透工法) 등이 있다.

이러한 방법을 적용할 때는 토질을 조사하여 입도, 투수계수(透水係數)를 산출하여 공법을 검토해야 한다. [그림 1]은 수공법의 일반적인 적용범위를 나타낸다. 그 외는 시험우물을 설치하여 양수시험을 실시할 필요가 있다.



(그림 1) 배수공법 선정 참고도

1) 중력배수공법

일반적으로 적용하는 공법으로 굴착저면에 집수정을 만들어 배수하는 방법으로서 투수계수 $K = 0.1 \sim 0.3 \text{cm/sec}$ 의 토질에 적용한다.

굴착저면에서 상승하는 지하수류일 경우 토질의 입경이 크면 Quick Sand가 일어나므로 흙막이벽의 문힘 깊이를 충분히 할 필요가 있다.

2) SIEMENS WELL METHOD

깊은 우물공법의 일종으로 지름 약 20cm의 Casing Pipe를 타입하고 그 속에 지름 15cm의 흡수관을 삽입하여 펌프 배수를 한다.

Well의 간격은 토질에 따라 다르나 통상 6~12m이다.

투수계수는 $K = 0.1 \text{cm/sec}$ 전후가 효과적이다.

이 방법으로 지하수위를 저하시키면 건조상태에서 작업이 가능하며 시공에 유리하나 펌프 양수량 측정과 지하수위의 관리에 철저를 기해야 하며 동시에 예비동력과 예비펌프를 준비해야 한다.

3) WELL POINT METHOD

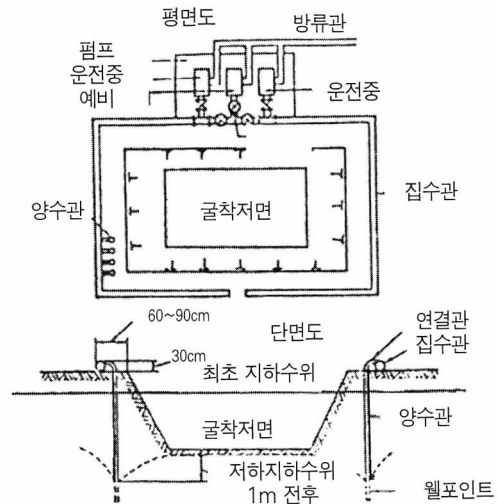
Siemens Well Method를 발전시킨 방법으로 양수방법이 다르다. 즉 진공양수를 행하므로 투수계수 $K = 10^{-3} \sim 10^{-5} \text{cm/sec}$ 의 낮은 투수계수의 토질에서도 펌프가 가능하다. 설치에는 [그림 2]와 같다.

Well Point의 간격은 토질에 따라 다르나 점토질 : 1.0~1.5m, 사질토 : 2.0~3.0m이다. 집수량은 1개공당 20~40 l/min 정도이다. 양수량 및 지하수위 관리를 행하고 예비펌프와 예비동력의 준비가 요망된다.

굴착깊이가 깊거나 비탈이 졌을 때는 다단계로 배열 설치하기도 한다.

4) 전기침투공법

적용범위는 실트층으로서 투수계수 $K = 10^{-5} \sim 10^{-7} \text{cm/sec}$ 까지 가능하나 사용에 어려운 점이 많다.



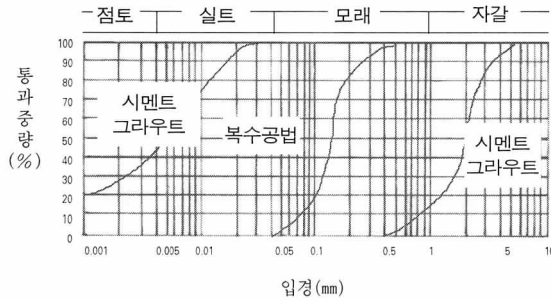
[그림 2] Well Point Method

3. 지반의 처리

굴착공사에 있어서 지하수가 원인이 되어 일어나는 붕괴를 막기 위해 지반내 공간을 제거시켜 불투수성을 크게하는 방법으로 주입공법 동결공법 전기화학적공법이 있고, Well Point Method로 지하수위가

저하되어 주위 지반의 침하와 우물 물의 고갈이 일어나는 경우 지하수위를 정상으로 두는 복수(復水)공법이 있다.

지반처리공법의 선정은 토질의 입도에 따라 다르므로 [그림 3]을 참조한다.



[그림 3] 지반처리공법 선정 참고도

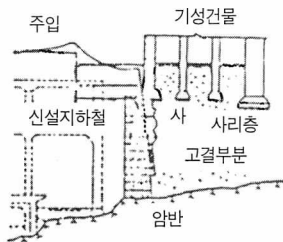
1) 주입공법

주입재료는 시멘트 주입, Bentonite 주입, Asphalt 주입, 약액 주입이 있다.

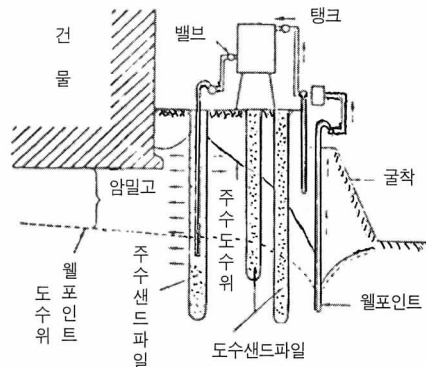
약액주입공법의 실예는 [그림 4]와 같다.

2) 복수공법

이 공법은 Well Point 등 공법으로 굴착면의 지하수를 저하시키면 인접 기존 구조물의 기초저면 지하수위 저하가 발생하므로 인접 기존 기초지반에 Sand Pile을 설치하고 물을 공급하여 지하수위를 복원시키는 방법이다. 기본배치는 [그림 5]와 같다.



[그림 4] 약액주입공법



[그림 5] 복수공법단면도

