

인접 건물 의사전조사 및 계측관리

Article **04**



송창영

공학박사
전남대학교 공업기술연구소 특별연구원
한국시설안전공단 객원교수
중앙대학교, 호남대학교 교수 역임

개요

지하공사에는 굴착에 의한 응력 해방이나 지하수의 배출 등으로 그 주변 지반에 다소간의 침하나 이동현상이 수반된다는 것은 종래의 경험을 통해 알 수 있다. 그 영



[그림 10-1] 인접지반 침하상태

향은 노면의 균열·경사·함몰, 공공 매설물의 파손, 근린 구조물의 부동 침하, 붕괴 등 많은 공해로서 나타나기 때문에 경제적인 면은 말할 것도 없고 사회적인 관점에서 매우 주의해야 한다. 이 침하현상은 그 원인으로 흙의 이동에 의한 침하와 흙의 압밀에 의한 침하 2항목으로 분류할 수 있다.

1. 흙의 이동에 의한 침하

흙의 이동에 의한 침하는 경사면의 변위나 이동, 흙막이 벽의 변형에 따른 뒷면 흙의 이동, 뒷채움 흙의 불비에 따른 뒷면 흙의 이동에 의한 것 등이 있으며, 이러한 흙의 이동량에 따라 지표면의 침하로 나타난다고 보된다.

1) 사전조사의 목적 : 건설공사시 건설 공해 등으로 인해 인근으로부터 클레임 발생이 예상될 경우 미리 치밀한 사전조사를 실시, 자료를 준비하여 적절한 대책을 강구할 필요가 있다.

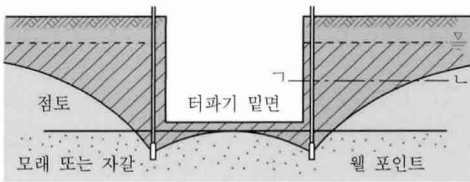
2) 흙의 이동에 의한 침하 요인

- ① 뒷면 흙의 오버컷
- ② 뒷채움 흙의 준비 부족
- ③ 시트 파일 등의 인발에 의한 뒷면 흙의 이동
- ④ 지반의 이완
- ⑤ 토사의 유출

2. 흙의 압밀에 의한 침하

흙의 압밀에 의한 침하현상은 모래와 같이 입자 골격의 강성이 높고, 투수성이 좋아서 극히 미소량이 생기는데 불과하다.

이에 반해 점성토와 같은 세립토는 흙 입자의 형상이 넓고 긴 것이 많아서 틈이 크고, 골격구조도 약하므로 압밀에 의한 침하가 상당히 많이 일어난다. 터파기 공사에 있어서 상수위가 중력 배수에 의해 [그림 10-2]의 (a), (b)에 나타난 위치까지 저하했을 때, 예를 들면 ㄱ-ㄴ 수평단면에 대해 유효한 윗실립 하중은 ㄱ-ㄴ 단면에 상부의 사선으로 나타난 부분의 체적에 상당하는 물의 중량만큼 증가한 것으로 된다.



[그림 10-2] 터파기 공사에서 배수가 주변 지반에 미치는 영향

따라서 흙막이 벽에 접한 부분에서는 증가 하중이 가장 커지므로 침하량이 최대가 된다. (b) 그림에 나타난 것처럼 터파기 밑보다 아래의 모래 또는 자갈층에서 강제 배수한 경우에 그 영향 범위가 매우 크다.

주변 지반의 침하량과 그 영향 범위는 [그림 10-2]에 나타난 배수 방법 외에 부지 안 및 주변의 토층 구성과 지반 성상, 굴착 규모, 배수 상태, 시공 시기 및 기간 등의 여러 조건에 따라 다르나 일반적으로 사질토나 과압밀의 홍적점토질지반 등의 경우는 침하량이 작아서 문제가 되는 것이 적다. 이것에 대해 압밀이 완료되지 않고, 또는 정규압밀점토인 경우는 수위 저하에 의한 침하가 무시되지 않는 경우가 많아서 침하에 대한 충분한 대책이 필요하다.

또 부식도 등의 유기질 흙은 탈수에 의한 수축이 매우 커서 공사 현장에서 약 150m 떨어진 건축물에도 영향을 미치며, 벽체 균열이 발생하고 기둥이 기울어진 예도 있다.

지하공사는 상기와 같은 지반침하에 의한 문제가 발생하지 않도록 계획하고 시공해야 하며, 또한 다음에 기술한 측정이나 관찰을 실시하고, 관리 대책을 강구함과 동시에 보상 문제에 관한 분쟁을 피하기 위해 공사 착수 전에 미리 상세하게 현장을 살펴본 후 공중 기관의 확인 도장이나 가옥주의 확인 도장을 얻어서 공사쪽의 책임 범위를 명확하게 해야 한다.

- 3) 흙의 압밀침하 : 흙의 압밀침하는 간단하게 말하면 흙 입자 사이의 틈을 채우는 수분이 하중에 의해 배출되고, 이것에 따라 흙이 압축되는 현상이다.
- 4) 점토지반의 탈수에 의한 영향 : 연약한 점토인 경우 터파기 깊이의 0.2%에 상당하는 터파기 깊이의 3~4배 떨어진 곳까지 영향을 미친다.
- 5) 근린 대책을 위한 사전조사 주요사항
 - ① 주요 건물 조사 ② 매립장 여부 조사 ③ 지하 및 지상 지장물 조사 ④ 주변 교통 사정 조사
- 6) 장기 측정시 기준점 설치 : 장기간 측정하는 경우 지반침하의 발생이 있는 지역의 지반침하와 구조물에 의한 침하를 파악할 수 있도록 기준점을 설치하는데 좀더 확실하게 하기 위해 떨어진 장소에 2개 정도 추가 설치하면 좋다.

인접 구조물의 사전조사

1. 인접 구조물의 침하 측정

(1) 측정 기구

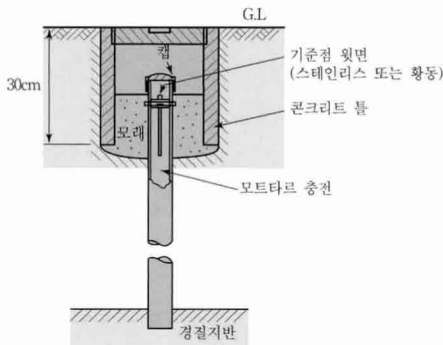
레벨(수준측량) 또는 수준 측량식(Leveling) 침하계, 스틸 테이프, 스케일

(2) 측정 준비

① 기준점의 설치

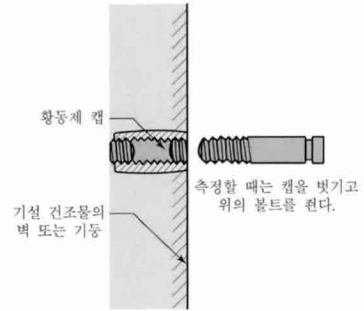
기준점의 설치는 다음과 같은 방법이 있다.

- ㉠ 경질층에 지지되고 있는 구조물에 설치한다.
- ㉡ 보링 구멍을 이용하여 경질층에 지지시키기 위해 구멍 안에 직경 5~10cm의 철관을 박고, 그 상단에 설치한다.([그림 10-3])



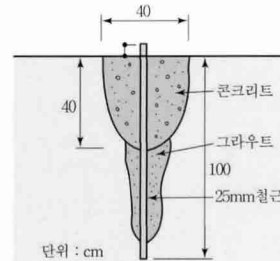
[그림 10-3] 기준점의 설치

- ㉢ 구조물에 기준점을 설치하는 경우 측정 구조물의 지중 응력 범위 바깥의 위치, 그리고 구조물 자체의 침하가 무시되는 것에 설치한다.([그림 10-4])

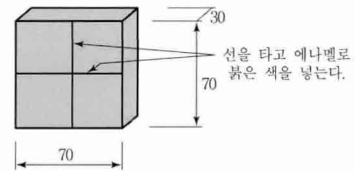


[그림 10-4] 구조물에 설치하는 경우 기준점 및 측정점

- ㉣ 지표에 설치하는 경우 ㉠의 위치에서 동토 등을 고려한 매입 깊이는 1m 이상 필요하다.([그림 10-5])



[그림 10-5] 지표면 측정점



[그림 10-6] 측정점의 예

② 측정점의 설치 및 표기

측정점에는 [그림 10-6]에 나타난 크기의 플라스틱판 또는 금속판을 1.4m 내외의 높이에 구조물의 기둥, 벽,

7) 측정점의 설치 위치 : 측정점의 위치는 구조물의 중요성이나 규모, 형태, 침하의 정도에 따라 계획되나, 일반적으로 구조물의 외주 모서리와 필요에 따라서 그 중간부에 설치한다.

8) 측정점 설치시 주의사항 : 측정점에는 보양을 하여 흔들림 및 파손에 대비하여야 한다.

보에 리벳 치기용 총, 접착제 등으로 견고하게 설치한다. 또는 측정점에 +자형으로, 먹으로 표시한다.

(3) 측정방법

① 레벨에 의한 방법

레벨은 기준점, 측정점이 보기 쉬우며, 지반이 견고한 위치를 선정하여 설치하고, 측정점의 고저차를 측량하여 침하량을 구한다.

② 수준측량식 침하계에 의한 방법

수준 측량식 침하계를 사용하여 측정할 때는 두 개의 계기를 기준점, 측정점에 맞게 설치하고, 양자의 수위를 측정한다. 고저차의 변화량이 침하량이다. 2점 간의 측정은 항상 두 개의 계기를 교환하여 바른 고저차를 구하도록 한다.

(4) 기록

수준측량식 침하계에 의한 기록 예를 [표 10-1]에 나타낸다. 측정 결과는 즉시 시간-침하량 곡선으로 도시하고, 곡선에 불연속이 생길 때는 재측정한다.

[표 10-1] 수준측량식 침하계 기록 용지

연월일	계기의 읽기		기점에서의 고저차 (각입기차)	기점에서의 고저차	MB에서 고저차	침하량 mm	비고
	측점	기점					
90. 4. 3	17.4	19.2	-1.8	-3.95	0		
	17.4	19.2	-6.1	-3.95			
	17.4	19.2					
	15.7	21.8					
	15.7	21.8					
6. 29	20.3	7.6	+12.5	+14.7	+14.7	56.9	콘크리트 붓기 완료 후
	20.3	7.6	+16.9				
	24.7	7.8					
	24.7	7.8					
9. 5	33.9	2.7	+31.0	+33.2	+33.2	115.1	완료 후
	33.8	2.8	+35.4				
	33.8	2.8					
	33.8	2.8					
	36.1	0.7					
	36.0	0.6					
11. 1	3.9	18.6	-14.7	-13.9	62.6- 13.9 +48.7	160.5	레벨구멍 의 차 62.6
	3.9	18.6	-13.1				
	3.9	18.6					
	7.4	20.5					
	7.4	20.5					
92. 2. 11	15.8	14.1	+1.4	+1.85	62.6+ 1.85 +64.65	208.5	
	15.8	14.1	+2.6				
	15.9	13.1					
	15.8	13.2					
	15.8	13.2					
	15.8	13.2					



[그림 10-7] 수준측량식 침하계

9) 수준측량식 침하계 사용시 주의사항

- ① 호스 속의 물에 기포가 없도록 한다. ② 계기에 직사 일광, 바람이 닿지 않도록 한다.
- ③ 계기는 수직으로 세우고 바르게 유지되도록 설치한다.

10) 수준측량식 침하계 기록사항

- ① 토질시험 결과 ② 굴착상황 ③ 지하수위 ④ 구조물의 기초 지정 ⑤ 강우, 지진 등

2. 경사측정

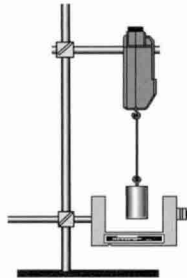
(1) 측정 계기

현재 사용되고 있는 경사측정계기로서는 다음과 같은 것이 있다.

- ① 트랜싯(Transit)[그림 10-8]
- ② 진자(Pendulum)[그림 10-9]
- ③ 기포관에 의한 수관식 경사계[그림 10-10]
- ④ 전기적으로 차동하는 경사계[그림 10-11]



[그림 10-8] 트랜싯



[그림 10-9] 진자



[그림 10-10] 수관식 경사계



[그림 10-11] 차동 트랜싯형 경사계

(2) 측정방법

① 트랜싯 또는 진자에 의한 경우

구조물의 외주 모서리에 측정점을 설치하고 트랜싯 또는 진자를 사용하여 구조물 연직면의 수평변위량을 스케일로 측정한다.

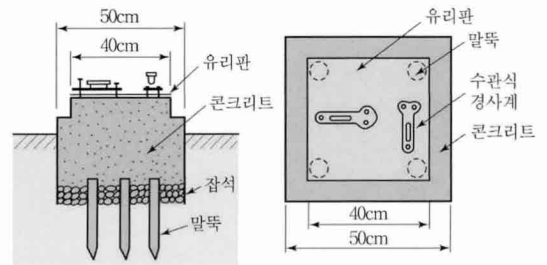
② 기포관에 의한 수관식 경사계인 경우

㉞ 경사계 자체의 변형이 없도록 하기 위해 [그림 3-10]에 나타낸 50cm×50cm×30cm(높이) 정도(설정 장소에 따라서는 필요가 없을 수도 있다.)의 콘크리트 설치대를 강성이 높은 바닥(보 등)에 현장에서 부어넣기로 한다. 설치대 위에는 유리판 40cm×40cm를 고정하여 측정기의 설치 위치·방향을 표시한다.

㉟ 측정기를 소정의 위치에 설치하고, 기포가 기포관의 중앙에 오도록 발의 길이를 조정하여, 그때의 눈금을 읽어서 경사각으로 환산한다.

③ 전기적으로 차동하는 경사계에 의한 경우

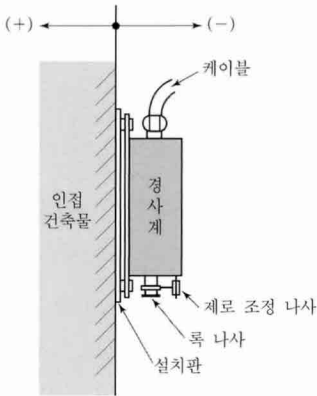
㉞ 경사계를 [그림 3-12]에 나타낸 것과 같이 기둥



[그림 10-12] 경사계 설치대

11) 경사측정계기 선정시 유의사항 : 계측기의 정밀도는 진자를 제외한 나머지는 신뢰성이 있다. 측정이나 그 정리가 쉽다는 점에서 전기적으로 차동하는 경사계를 사용하는 것이 많다.

12) 트랜싯(Transit) : 트랜싯은 수직도 및 각도를 측정하는 측정기로 흔히 데오들라이트(Theodolite)라고도 부른다.



[그림 10-13] 경사계(차동 프랜스형) 설치도

이나 벽면의 강성이 높은 장소에 접촉제 또는 용접으로 고정한다.

- ㉞ 경사계 코드를 측정장치에 접속하여 미터의 눈금을 읽고, 교정곡선을 사용하여 경사각으로 환산한다.

(3) 기록의 정리

수평변위량 또는 경사각과 시간의 관계를 도시한다. 이 측정은 침하 측정과 함께 실시될 때 구조물과 지반의 침하량, 굴착상황, 토질시험 결과 등을 모아서 정리할 필요가 있다.

3. 건축물 내·외부의 관찰

(1) 관찰 사항

- ① 내·외벽의 균열의 유무, 너비, 길이
- ② 타일의 박리 상황
- ③ 창호 세우기
- ④ 줄기초 다짐콘크리트의 균열 유무, 너비, 길이

⑤ 건축물의 경사 등

(2) 기록방법

- ① 사진 및 비디오 촬영에 의한 기록
- ② 도시(illustration)에 의한 기록
- ③ 그 밖의 관찰 상황의 개요 기록

4. 주변 지반의 침하측정

(1) 측정 기구

레벨(수준측량) 또는 수준측량식(Leveling) 침하계, 스틸 테이프, 스케일 등

(2) 측정 준비

- ① 기준점의 설치
- ② 인접 구조물의 침하측정과 동일하다.
- ③ 지하 측정의 설치
 - ㉠ 아스팔트 포장 도로변인 경우 : 길이 9cm 이상의 도그 스파이크(Dog Spike)를 박고, 그 끝을 측정점으로 한다.
 - ㉡ 지표면의 경우 : 30cm 입방 정도의 구멍을 굴착하고 콘크리트를 부어 넣는다. 또는 ㉠의 방법을 준용한다.
 - ㉢ 지반 내인 경우 : [그림 10-13]에 나타난 것처럼 직경 15~20mm의 철근 또는 가스관의 로드를 연결한 너비 7~10cm, 두께 5~15mm의 철판이나 스파이럴 앵커를 침하판으로 하여 소정의 깊이에 매설하고, 내경 20~25mm 이상의 보호파이프를 침하 로드와 씌워서 수직으로 매입하

13) 침하측정장치의 설치 위치 : 침하 측정 장치의 설치 위치는 침하 발생원에서 같은 간격 또는 배수 간격으로 설치하면 좋다.

여 그 지표면 부근 주변을 콘크리트로 굳힌다.

5. 주변 지반 균열의 관측

터파기공사에 있어서 흙막이 벽에 이동·회전·변형이 생기면 지표면에 주동토압(Active Earth Pressure)에 의한 인장균열이 발생한다.

이 균열은 터파기 심도의 증대에 따라서 너비와 깊이가 함께 증대하고, 우수 등이 유입되면 흙막이 벽에 작용하는 토압과 수압의 증대를 초래하며, 그 결과 흙막이 붕괴의 원인이 되는 경우가 있다.

균열이 발견되면 묽은 비빔의 모르타르 또는 시멘트 페이스트를 주입하여 균열을 막아서 처리를 함과 동시에 버팀대에 작용하는 하중이나 흙막이 벽의 변형 측정을 병행하여 관찰을 계속하는 것이 공사의 안전관리를 위해 필요하다.

6. 지하수위의 측정

굴착공사 중이라도 지하수위의 변화를 관측하여 공사에 대한 영향을 항상 고려하는 것이 중요하다.

(1) 개요

지하수위에 관해서는 설계자, 시공자 모두 실시설계에 들어가기 전에 비교적 경시하기 쉬운 경향이 있으나, 부지 내 및 부근의 지반조사 결과나 부근의 굴착현황의 상황, 우물수위와 그 굴착 심도 등을 고려함과 동시에 기후, 지형, 지반조건을 고려하여 충분한 검토를 하여야 한다.

보통 보링조사시 병행하여 지하수위를 측정하며, 보링의 구멍 안의 수위는 지표에서 투수층이 연속되는 지층 구성인 경우는 실정에 가까운 지하수위를 나타내나 다른 경우는 벤토나이트 이수의 영향이나 지표수의 영향 때문에 실제의 지하수위보다 높게 되는 것이 많다.

(2) 지하수위 측정방법의 종류

- ① 관측 우물에 의한 방법
- ② 심초굴착 또는 우물굴착에 의한 방법
- ③ 구덩이 파기 굴착에 의한 방법
- ④ 간헐 수압계에 의한 방법

14) 수위측정 대상 토질 : 투수성이 좋은 사질토 및 자갈층

15) 보링을 통한 지하수위 측정 : 보링 후 지하수위를 측정할 때는 시추작업의 완료 후 24시간이 경과한 후에 지하수위를 측정해야 정확한 값을 알 수 있다.

16) 관측 우물에 의한 지하수위 측정 종류 : 흘관식, 겹관식, 보링의 구멍 안 수위