

# 지반설계 흙막이 구조물

조 성 하 (토질 및 기초 기술사)  
(shacho88@gmail.com / 010-5351-1751)

1

## 지하안전관리특별법

2

지하안전관리특별법				
1. 개요	2. 지하안전관리 기본계획의 수립·시행	3. 지하개발의 안전관리	4. 지하안전영향평가 등의 대행	5. 지하시설물 및 주변 지반의 안전관리
<ul style="list-style-type: none"> <li>지반침하(함몰) 현상은 주로 노후 상하수관 파손, 관로 등 지하매설물의 부설 시공(다짐불량 등), 굴착공사 부실 등 인위적인 요인에 의해 주로 발생하므로, 지반침하(함몰)를 근본적으로 예방하기 위해서는 지하를 개발하고 이용하는 단계에서 그에 적합한 안전관리를 하도록 하는 예방적 규제와 이를 위한 체계적인 제도가 필요</li> <li>지하개발 단계에서 일정 규모 이상의 지하 굴착공사를 수반하는 사업에 대하여 사전에 지하 안전에 대한 영향을 평가·조사하여 위험을 예방</li> <li>지하시설물(지하매설물) 이용단계에서는 주기적인 점검과 정밀한 지반침하(함몰) 위험도 평가를 통해 위험을 사전에 예측하고 필요한 조치를 하여 사고를 예방하는 안전관리 제도</li> <li>지하안전관리에 관한 특별법(「지하안전법」)이 2016. 1. 7 제정·공포되고, 2018. 1. 1 시행</li> <li>총 8장 56조로 구성</li> </ul>				
				

3

지하안전관리특별법				
1. 개요	2. 지하안전관리 기본계획의 수립·시행	3. 지하개발의 안전관리	4. 지하안전영향평가 등의 대행	5. 지하시설물 및 주변 지반의 안전관리
구분	주요내용			
	국토교통부장관은 5년마다 국가지하안전관리기본계획을 수립·시행하도록 함 관계 중앙행정기관의 장은 국가지하안전관리기본계획에 따른 연도별 집행계획을 수립·통보하고 시행하도록 함 시·도지사 및 시장·군수·구청장은 각 지역실정에 맞는 지하안전관리계획을 수립·시행하도록 함			
지하안전관리 제도	국가지하안전관리기본계획 및 지하안전관리에 관한 법령·제도의 개선 등에 관한 사항을 조사·심의하기 위하여 국토교통부에 지하안전관리자문단 신설			
	지반침하 등의 예방을 위하여 지하개발사업자는 일정규모 이상의 지하 굴착공사를 수반하는 사업에 대해 사업 승인 전 지하안전영향평가를 실시하고 국토교통부장관 또는 승인기관의 장과 사전협의를 거치도록 함			
	지하개발사업자는 사업의 착공 후에도 지하안전에 미치는 영향을 조사하고, 필요한 조치의 이행 및 승인기관에 통보하도록 함			
	지하안전영향평가 대상사업에 해당하지 않는 사업으로서 대통령령으로 정하는 소규모 사업의 경우에 소규모 지하안전영향평가를 실시하도록 함			
	지하안전영향평가 등 지하안전에 관한 조사는 자격을 갖춘 지하안전영향평가 전문기관이 실시하도록 함 지하시설물관리자는 소관 지하시설물에 대하여 정기적으로 안전점검을 실시하도록 하고, 시장·군수·구청장은 안전점검 결과를 토대로 지반침하 위험우려가 있는 경우 지반침하위험도평가를 실시하도록 함			

4

지하안전관리특별법

1. 개요	2. 지하안전관리 기본계획의 수립·시행	3. 지하개발의 안전관리	4. 지하안전영향평가 등의 대행	5. 지하시설물 및 주변 지반의 안전관리
-------	-----------------------	---------------	-------------------	------------------------

구분	주요내용
지하안전관리 제도	지반침하위험도평가 실시결과 지반침하의 위험이 확인된 경우 중점관리대상으로 지정하고 안전 확보를 위한 조치 등을 취하도록 함
지하공간통합 지도의 제작	국토교통부장관은 지하의 개발·이용·관리에 활용할 수 있도록 지하정보를 통합한 <b>지하공간통합지도</b> 를 제작하도록 함 국토교통부장관은 지하정보를 효율적으로 관리 및 활용하기 위하여 지하공간통합지도를 구축·운영하도록 함
기타	지반침하 등의 사고조사를 위하여 국토교통부에 중앙 <b>지하사고조사위원회</b> 지방자치단체에 지하사고조사위원회를 구성·운영하도록 함 국토교통부장관은 지하안전관리에 관한 정책의 수립·평가 또는 연구·조사 등에 활용하기 위하여 지하안전정보체계를 구축·운영하도록 함 법의 의무행위 위반에 대한 벌칙규정

지하공간통합지도 개념도

5

지하안전관리특별법				
1. 개 요	2. 지하안전관리 기본계획의 수립·시행	3. 지하개발의 안전관리	4. 지하안전영향평가 등의 대행	5. 지하시설물 및 주변 지반의 안전관리
<ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>법의 목적</b> 지하를 안전하게 개발하고 이용하기 위한 안전관리체계를 확립함으로써 지반침하로 인한 위해(危害)를 방지하고 공공의 안전을 확보함</li> <li>● <b>용어 정의</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 지하 : 개발·이용·관리의 대상이 되는 지표면 아래</li> <li>• 지반침하 : 지하개발 또는 지하시설물의 이용·관리 중에 주변 지반이 내려앉는 현상</li> <li>• 지하개발 : 지반형태를 변형시키는 굴착, 매설, 양수(揚水) 등의 행위</li> <li>• 지하시설물 : 상수도, 하수도, 전력시설물, 전기통신설비, 가스공급시설, 공동구, 지하차도, 지하철 등 지하를 개발·이용하는 시설물로서 대통령령으로 정하는 시설물</li> <li>• 지하안전평가 : 지하안전에 영향을 미치는 사업의 실시계획·시행계획 등의 허가·인가·승인·면허·결정 또는 수리 등(이하 “승인등”이라 한다)을 할 때에 해당 사업이 지하안전에 미치는 영향을 미리 조사·예측·평가하여 지반침하를 예방하거나 감소시킬 수 있는 방안을 마련하는 것</li> <li>• 소규모 지하안전평가 : 지하안전평가 대상사업에 해당하지 아니하는 소규모 사업에 대하여 실시하는 지하안전평가</li> <li>• 지반침하위험도평가 : 지반침하와 관련하여 구조적·지리적 여건, 지반침하 위험요인 및 피해예상 규모, 지반침하 발생 이력 등을 분석하기 위하여 경험과 기술을 갖춘 자가 탐사 장비 등으로 검사를 실시하고 정량(定量)·정성(定性)적으로 위험도를 분석·예측하는 것</li> </ul> </li> </ul>				

지하안전관리특별법				
1. 개 요	2. 지하안전관리 기본계획의 수립·시행	3. 지하개발의 안전관리	4. 지하안전영향평가 등의 대행	5. 지하시설물 및 주변 지반의 안전관리
<p><b>제1장 총칙</b></p> <p>제1조(목적)</p> <p>제2조(정의)</p> <p>제3조(국가 등의 책무) : 국가, 지방자치단체, 지하개발사업자, 국민</p> <p>제4조(적용범위) : 광해 사업은 제외</p> <p>제5조(다른 법률과의 관계) : <b>특별법</b> 지위</p> <p>특별법은 특수한 사항이나 특정한 사람에게 적용되는 법으로 모든 사항과 사람에게 적용되는 일반 법에 대비되는 개념으로서 일반법에 비하여 <b>우선적으로 적용</b></p>				

7

지하안전관리특별법					
1. 개 요	2. 지하안전관리 기본계획의 수립·시행	3. 지하개발의 안전관리	4. 지하안전영향평가 등의 대행	5. 지하시설물 및 주변 지반의 안전관리	
구 분 (근거)	지하안전평가 (제14조)	소규모 지하안전평가 (제23조)	착공후 지하안전조사 (제20조)	지하시설물 안전관리 (제34조제10조)	지반침하 위험도평가 (제35조)
대 상 사 업 (시설물)	도시의 개발사업, 에너지 개발사업, 도로의 건설사업, 수자원의 개발사업, 하천의 이용 및 개발사업 등	좌동	지하안전영향평가 시행사업	수도, 하수도, 전기설비, 전기통신설비, 가스공급시설, 공동구, 지하도로, 건축물 등	좌동
사 업 (시설물) 규 모	지하굴착 심도 20m 이상 또는 터널공사 포함 사업	지하굴착 심도 10m 이상 20m 미만 사업	지하안전영향평가 시행사업	직경 500mm 이상의 상·하수도관과 에너지수송관, 기타 지하시설물	좌동
시 기	사업계획의 인가 또는 승인 전	좌동	공사 착공 후, 영향평가서 제기된 기간	육안검사 : 1회/년 동공조사 : 1회/5년	긴급복구공사를 완료한 경우, 지반침하 우려가 있는 때
협 의 절 차	지하개발사업자 ⇒ 승인기관 ⇒ 국토부장관	좌동	지하개발사업자 ⇒ 국토부장관 및 승 인기관장	시설물관리자 ⇒ 군수구청장 ※연 1회 이상 실태점검	시설물관리자 ⇒ 구청장 ※지반침하 우려시 평가 명령

8

지하안전관리특별법				
1. 개 요	2. 지하안전관리 기본계획의 수립·시행	3. 지하개발의 안전관리	4. 지하안전영향평가 등의 대행	5. 지하시설물 및 주변 지반의 안전관리
<div> <b>제2장 지하안전관리 기본계획의 수립 등</b>            제6조(국가지하안전관리 기본계획의 수립 등)            제7조(시·도 지하안전관리계획의 수립 등)            제8조(시·군·구 지하안전관리계획의 수립 등)            제9조(자료 제출 요청 등)            제10조(지하개발사업자 및 지하시설물관리자의 안전관리)            제11조(지하안전관리에 관한 자문)            제12조(지방지하안전위원회)            제13조(지하안전에 관한 기술 및 기준에 관한 연구·개발 사업)         </div>				
				9

지하안전관리특별법

1. 개 요	2. 지하안전관리 기본계획의 수립·시행	3. 지하개발의 안전관리	4. 지하안전영향평가 등의 대행	5. 지하시설물 및 주변 지반의 안전관리
--------	-----------------------	---------------	-------------------	------------------------

주요 업무	시·도	시·군·구	비 고
지하안전관리계획 수립	시·도 지하안전관리계획의 수립 (매년 1월 31일까지)	시·군·구 지하안전관리계획의 수립 (매년 2월 말일까지)	의무사항
지방지하안전위원회 설치 (조례 제정)	시·도 지하안전위원회 설치	시·군·구 지하안전위원회 설치	재량사항
건설공사 안전관리계획 검토 등 (지하안전영향평가사항 포함)	-	건설공사 안전관리계획 검토, 준수여부 확인	의무사항
지하시설물 안전관리규정 검토	-	시설물관리자의 안전관리규정 검토, 준수여부 확인	의무사항
전문기관 등록	전문기관 등록, 등록증 발급	-	의무사항
안전관리 실태점검	-	연1회 안전관리실태 점검	의무사항
사고조사	사고발생 사실 국토부에 통보, 사고조사위원회 운영	사고발생 사실 국토부에 통보, 사고조사위원회 운영	의무사항

10

지하안전관리특별법				
1. 개 요	2. 지하안전관리 기본계획의 수립·시행	3. 지하개발의 안전관리	4. 지하안전영향평가 등의 대행	5. 지하시설물 및 주변 지반의 안전관리
<div style="text-align: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 20px; margin: 0 auto; width: 60%;"> <div style="background-color: yellow; padding: 5px; display: inline-block;"> <b>제1차 지하안전관리 기본계획</b>  <b>[2020~2024]</b> </div> <p style="margin-top: 40px;">2019. 7.</p> <p style="margin-top: 40px;">국 민 안 전 과</p> </div> </div>				
11				

지하안전관리특별법				
1. 개 요	2. 지하안전관리 기본계획의 수립·시행	3. 지하개발의 안전관리	4. 지하안전영향평가 등의 대행	5. 지하시설물 및 주변 지반의 안전관리
<div style="text-align: center; border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <b>I 추진 배경</b> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin-bottom: 10px;"> <p>『지하안전관리에 관한 특별법』 시행(18.1)됨에 따라, 향후 5년(20~24)간의 지하안전정책 로드맵과 지하안전제도 정착 청사진 제시 필요</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin-bottom: 10px;"> <div style="text-align: center; background-color: yellow; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">지하안전관리 기본계획 성격</div> <p>◆ 법령·제도 개선, 교육·홍보 활성화, 연구개발 촉진, 지하정보체계의 구축, 전문인력 육성을 통해 지반침하를 예방하기 위한 5년 단위 법정계획 (수립근거 : 지하안전관리에 관한 특별법 제6조)</p> </div> <div> <p>□ <b>지반침하 위해(危害)를 예방하기 위한 선제적 지하안전관리체계를 구축</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 최근 도심지를 중심으로 늘어나는 지하개발로 인하여 지반침하가 거듭 발생하면서 지하안전에 대한 국민들의 불안감<sup>1</sup>이 크게 증가           <ul style="list-style-type: none"> <li>※ 지반침하에 대한 국민들의 불안감 1위 태풍, 2위 지반침하(경기개발연구원, 2014)</li> </ul> </li> <li>○ 지반침하를 사전에 예방하기 위한 지하안전영향평가 제도<sup>2</sup>를 주요 내용으로 하는 『지하안전관리에 관한 특별법』이 제정되어 시행(18.1)           <ul style="list-style-type: none"> <li>※ 지하공간을 개발하는 사업자가 인허가기관의 승인을 받기 전 사전안전성을 분석하여 지하안전 확보방안을 마련토록 하는 제도</li> </ul> </li> </ul> <p>□ <b>지하안전관리 제도가 실효성 있는 현장중심의 제도로 빠르게 정착</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 「지하안전법」 시행 초기의 미비점을 해결하고 제도의 실효성을 확보하기 위한 현장중심의 지하안전정책 로드맵을 마련</li> <li>○ 새로운 지하안전관리 제도가 조기 정착됨으로써 지반침하로 인한 국민들의 불안감을 해소할 수 있는 사회적 안전장치 역할을 담당</li> </ul> </div>				
12				

지하안전관리특별법

1. 개요 2. 지하안전관리 기본계획의 수립·시행 3. 지하개발의 안전관리 4. 지하안전영향평가 등의 대행 5. 지하시설물 및 주변 지반의 안전관리

## II 현황

### 1 국내 지반침하 현황

#### □ 국민의 안전을 위협하는 지반침하 건수는 점차 증가하는 추세

- '18년 한 해 동안 전국에서 발생한 지반침하 건수는 총 338건으로 매년 지속적으로 증가하는 추세('15년 대비 약 1.8배 수준)
- 지난 5년간 지역별 분포현황을 살펴보면 경기도(232건), 강원도(202건), 서울시(135건)가 전체 발생건수의 약 50%를 차지

《국내 지반침하 발생 현황('14~'18)》

(단위 : 건)

시도별	계	2014년	2015년	2016년	2017년	2018년
합 계	1,127	69	186	255	279	338
서울시	135	5	33	57	23	17
부산시	72	9	8	5	20	30
대구시	21	0	2	2	12	5
인천시	32	2	6	2	12	10
광주시	60	1	3	15	13	28
대전시	64	0	6	18	36	4
울산시	26	3	3	6	8	6
세종시	7	0	0	3	1	3
경기도	232	17	56	61	19	79
강원도	202	30	33	53	45	41
충청북도	120	1	3	1	55	60
충청남도	17	1	2	3	8	3
전라북도	24	0	6	10	3	5
전라남도	27	0	7	1	8	11
경상북도	25	0	1	1	1	22
경상남도	51	0	14	17	10	10
제주도	12	0	3	0	5	4

※ '14년까지는 지자체별로 정확한 지반침하 발생현황이 조사되지 않은 실정이며 지하안전법이 시행된 '18년부터 기초지자체별 지반침하 발생 신고가 의무화

13

13

지하안전관리특별법

1. 개요	2. 지하안전관리 기본계획의 수립·시행	3. 지하개발의 안전관리	4. 지하안전영향평가 등의 대행	5. 지하시설물 및 주변 지반의 안전관리
-------	-----------------------	---------------	-------------------	------------------------

## 2 지하안전영향평가 제도

### □ 지반안전성을 사전에 평가하는 지하안전영향평가 제도가 도입

- '14.8월 석촌 지하차도 지반침하 사고 이후 최근에도 도심지를 중심으로 굴착공사로 인한 지반침하'가 지속적으로 발생
  - 서울 가산동 오피스텔('18.8. 150명 대피), 삼도동 유치원 붕괴('18.9. 54명 대피)
- 굴착공사로 인한 지반침하는 매년 12건 정도로 발생빈도는 적으나 발생규모가 크고 사회적 관심이 높아 더욱 철저한 관리 필요
- 이를 사전에 예방하기 위한 지하안전영향평가 제도가 시행('18.1) 됨에 따라 대상 사업'은 승인 전 평가서 협의절차가 반드시 필요
  - 지하안전영향평가 대상사업 : 20m 이상 굴착공사나 터널공사를 수반하는 사업, 소규모 지하안전영향평가 대상사업 : 10~20m 굴착공사를 수반하는 사업
- '18년말 기준으로 협의건수는 총 671건이며 지하개발사업이 많은 수도권(서울·경기·인천)이 488건으로 전체의 73%를 차지
  - 협의기관(지방청)의 인원은 총 14명, 검토기관(한국시설안전공단, LH)의 인원은 총 12명으로 업무량에 비해 다소 부족하여 충원 필요
    - 1인당 검토건수 : 56건/년, 평균 검토기간 : 6.5일/건(공휴일 및 토요일 포함)

《지하안전영향평가 협의현황('18년도)》

구 분	서울청	부산청	대전청	원주청	익산청	합계
협의인원	5명	2명	3명	2명	2명	14명
협의건수	488건	86건	44건	31건	22건	671건
취하건수	5건	0건	0건	5건	7건	17건
반려건수	27건	2건	0건	3건	0건	32건
인당협의건수	98건	43건	15건	16건	11건	-

· 전체 신청건수는 18년말 기준이고, 반려건수, 취하건수는 19년 5월 기준

14

14

지하안전관리특별법

1. 개요	2. 지하안전관리 기본계획의 수립·시행	3. 지하개발의 안전관리	4. 지하안전영향평가 등의 대행	5. 지하시설물 및 주변 지반의 안전관리
-------	-----------------------	---------------	-------------------	------------------------

### III 문제점

#### ① 지하시설물의 노후화로 인해 지반침하 사고 우려 증가

- 국내 지반침하하는 주로 노후화된 하수관이 손상(40%)되어 발생
- 지하시설물 손상, 매설 불량으로 인한 지반침하가 가장 흔하지만 시설물의 깊이가 낮기 때문에 발생규모는 대부분 소규모
- \* 지하시설물 평균깊이(m) : 상하수도 1.2, 통신 0.8, 전력 1.5, 가스 1.0, 난방 1.7

◀원인별 지반침하 발생 현황('14~'18)>

(단위 : 건)

원인별	계	2014년	2015년	2016년	2017년	2018년
합 계	1,127	69	186	255	279	338
하수관	452	21	60	88	143	140
손상	(40.1%)	(30.4%)	(32.3%)	(34.5%)	(51.3%)	(41.4%)
상수관	214	31	53	53	41	36
손상	(19.0%)	(44.9%)	(28.5%)	(20.8%)	(14.7%)	(10.5%)

- 상·하수관로는 갈수록 노후화되는 추세로 선제적인 관리가 필요
- '18년 기준으로 30년이상 경과된 하수관은 34,288km로 전체의 23%정도이나 점차 증가하여 '30년에는 40%를 넘어설 것으로 예상

◀상하수관로 노후화 현황('18년 기준)>

(단위 : km)

구분	시설명	계	10년이하	10~20년	20~30년	30년이상
상수도	지방상수도	202,048	72,106 (35.7%)	60,364 (29.9%)	46,427 (23.0%)	23,151 (11.5%)
	광역상수도	5,333	560 (10.9%)	2,686 (50.0%)	1,341 (25.1%)	736 (13.8%)
하수도	하수관로	149,030	54,088 (36.3%)	34,909 (23.5%)	25,655 (17.2%)	34,288 (23.0%)

- 지하시설물 안전관리 실태점검 등 지자체의 지하안전관리 전담 조직·인력 등이 부재하여 안전점검체계의 원활한 운영이 부족

\* '18년 지자체 지하안전관리 전담인력을 204명 확보하였으나 대부분 타업무 배정

15

15

지하안전관리특별법

1. 개요 2. 지하안전관리 기본계획의 수립·시행 3. 지하개발의 안전관리 4. 지하안전영향평가 등의 대행 5. 지하시설물 및 주변 지반의 안전관리

## ② 영향평가 협의 이후 굴착공법을 변경하는 등 제도의 실효성 부족

- 영향평가 대상사업 종류는 대부분 건축물 건설사업(659건)으로 전체의 97% 정도이며 소규모 사업(548건)은 전체의 82% 해당

《지하안전영향평가 대상사업별 협의건수('18년도)》

(단위 : 건)

협의건수	일반 지하안전영향평가				소규모 지하안전영향평가		
	계	건축	타입	기타	계	건축	기타
671	123 (18.3%)	115 (17.1%)	7 (1.1%)	1 (0.1%)	548 (81.7%)	534 (79.6%)	14 (2.1%)

- 건축물 사업의 경우 협의절차로 인하여 인허가기간이 장기화됨에 따라 금융비용 증가 등 사업 시행에 차질 발생하거나,

- 협의 이후 지자체의 허가과정에서 공법 등이 변경되는 사례도 빈번

- 지하안전영향평가서 협의기간(검토기간 포함)은 평균적으로 27.2일이 소요되며 대부분 '법정 소요기간' 내에 협의가 완료되고 있으나,

\* 국토부장관은 협의요청일부터 30일 이내 협의내용을 통보하여야 하고 평가서를 보완하는 기간과 공휴일 및 토요일은 기간 산정에서 제외(시행령 제17조제4항)

《지하안전영향평가 협의 절차》

```

graph LR
    A[지하안전영향평가서 작성  
(사업자)  
대행·전문기관] --> B[지하안전영향평가서 협의 검토  
(지자체)  
검토·대행·전문기관]
    B -- "보완 요청이 없는 경우" --> C[영향평가서 보완  
(사업자)]
    B -- "보완을 요청하는 경우" --> D[영향평가서 협의 검토  
(지자체)]
    C --> E[협의 결과 통보  
(지자체)]
    D --> E
  
```

- 사업자가 제출한 영향평가서 중 98%가 보완 요청되고 협의과정에서 보완 요청받은 평가서 보완기간만 평균 29.7일이 추가 소요

《지하안전영향평가 협의기간('18년도)》

구분	서울	부산	대전	광주	인천	평균
협의기간	28.7일	25.4일	23.5일	22.7일	20.8일	27.2일
보완기간	29.4일	34.2일	23.8일	33.7일	23.6일	29.7일

16

16



지하안전관리특별법

1. 개요	2. 지하안전관리 기본계획의 수립·시행	3. 지하개발의 안전관리	4. 지하안전영향평가 등의 대행	5. 지하시설물 및 주변 지반의 안전관리
-------	-----------------------	---------------	-------------------	------------------------

### ③ 국내 지하안전관리 기술수준은 선진국 대비 평균 5.2년 격차

- 지하안전관리와 연관된 국내 기술 수준은 선진국 대비 평균 60.8% 수준이며 평균 기술격차는 5.2년으로 전반적으로 저조한 수준

◀국내 지하안전관리 기술수준▶

구분	전체 기술수준(%)	평균 기술격차(년)
지하수/지표수 관리를 통한 위험도 예측평가 기술	58.8	6.0
도심지 지반재해 복구력 향상 기술	56.1	6.5
흙막이 가시성 시공안전성 확보 기술	73.3	3.9
지하 매설관 및 주변지반 보수보강 기술	64.0	4.9
지하시설물 보수보강 신재료 기술	64.0	5.0
지하시설물 빅데이터 구축 및 활용 기술	58.0	5.4
지하시설물 유지관리 기술	59.8	4.9
굴착공사 빅데이터 구축 및 활용 기술	56.4	5.2
건설현장 중대재해 저감 기술	57.0	5.1

※ 자료출처 : 지반/지하 안전기술 개발사업 최종보고서(국토교통과학기술진흥원, 2016)

- 복잡한 도심지 지하개발사업의 안전한 관리를 위해서는 선제적·예방적 관리시스템에 관한 연구·개발 활성화가 필요
- 기존 개착방식에 집중된 지하굴착공법에서 벗어나 다양한 비개착장비를 활용한 공법들을 개발하는 등 기존 지하개발 기술을 고도화
- 빅데이터 등을 활용한 스마트 기술들을 집목함으로써 유지관리 기술을 향상시키고 종합적인 국가 지반재해 대응력을 확보
- 지하시설물의 체계적인 유지관리를 위해 부처별로 관리 중인 개별 시설물의 정보를 통합·연계하고 능동적 유지관리 기술 확립 필요
- 개별부처가 관리하는 지하시설물(공동구, 상수도, 하수도, 통신, 전력, 가스, 난방)에 대한 통합관리 플랫폼기반에 대한 연구

17

17

지하안전관리특별법

1. 개요	2. 지하안전관리 기본계획의 수립·시행	3. 지하개발의 안전관리	4. 지하안전영향평가 등의 대행	5. 지하시설물 및 주변 지반의 안전관리
-------	-----------------------	---------------	-------------------	------------------------

**비전 : 안심사회 실현을 위한 지하안전관리 체계의 조기 정착**

**제1차 지하안전관리 기본계획 주요 목표**

- ① 지반침하 발생건수 50% 감축 : ('18) 338건 → ('24) 169건
- ② 지하안전관리 기술수준 선진국 대비 90% 달성 : ('16) 60% → ('24) 90%
- ③ 지하공간통합지도 100% 구축 : ('18) 15개 특광역시 → ('24) 전국 162개 시·군

**추진  
전략  
(3)**

**중점  
추진  
과제  
(8)**

<b>전략 I</b>	<b>선진형 지하안전 관리체계 구축</b>
<b>중점 추진 과제</b>	
①	지하시설물 관리체계를 지시제 중심으로 구축
②	지하안전영향평가 제도의 실효성 제고
③	지하안전관리제도의 효율적 운영을 위한 기반 조성
<b>전략 II</b>	<b>지하안전관리 역량 강화</b>
<b>중점 추진 과제</b>	
①	스마트기술 기반 미래형 지하안전관리 기술 확보
②	지하안전관리 관련 산업 및 전문인력 육성
<b>전략 III</b>	<b>지하안전 정보의 대국민 서비스 확대</b>
<b>중점 추진 과제</b>	
①	지하정보 활용을 위한 지원체계 구축
②	지하안전정보시스템의 활용 기반 조성
③	국민 소통형 지하안전 홍보 활성화

18

18

지하안전관리특별법				
1. 개 요	2. 지하안전관리 기본계획의 수립·시행	3. 지하개발의 안전관리	4. 지하안전영향평가 등의 대행	5. 지하시설물 및 주변 지반의 안전관리
<p><b>제3장 지하개발의 안전관리</b></p> <p><b>제1절 지하안전평가 및 긴급안전조치 등</b></p> <p>제14조(지하안전평가의 실시 등) : 대상 사업, 규모, 평가방법, 실시 자격</p> <p>1. 굴착깊이[공사 지역 내 굴착깊이가 다른 경우에는 최대 굴착깊이를 말하며, 굴착깊이를 산정할 때 집수정(물저장고), 엘리베이터 피트 및 정화조 등의 굴착부분은 제외한다. 이하 같다]가 <b>20미터 이상</b>인 굴착공사를 수반하는 사업</p> <p>2. 터널[산악터널 또는 수저(水底)터널은 제외한다] 공사를 수반하는 사업</p>				
지하안전평가의 평가항목 및 방법				
평가항목		평가방법		
1. 지반 및 지질 현황		가. 지하정보통합체계를 통한 정보분석 나. 시추조사 다. 투수(透水)시험 라. 지하물리탐사(지표레이더탐사, 전기비저항탐사, 탄성파탐사 등)		
2. 지하수 변화에 의한 영향		가. 관측망을 통한 지하수 조사(흐름방향, 유출량 등) 나. 지하수 조사시험(양수시험, 순간충격시험 등) 다. 광역 지하수 흐름 분석		
3. 지반안전성		가. 굴착공사에 따른 지반안전성 분석 나. 주변 시설물의 안전성 분석		

19

지하안전관리특별법				
1. 개 요	2. 지하안전관리 기본계획의 수립·시행	3. 지하개발의 안전관리	4. 지하안전영향평가 등의 대행	5. 지하시설물 및 주변 지반의 안전관리
<p><b>제15조(지하안전평가서의 작성 및 협의 요청 등)</b></p>				
지하안전평가서의 작성방법(제16조제1항 관련)				
<p><b>1. 요약문</b></p> <p>대상사업의 개요, 대상지역의 설정, 지반 및 지질 현황, 지하수 변화에 의한 영향 검토, 지반안전성 검토, 지하안전확보방안 수립, 종합평가 및 결론, 착공 후 지하안전조사 시기에 관한 사항을 간략히 요약하여 기재</p> <p><b>2. 지하안전평가 대상사업의 개요</b></p> <p>사업의 배경, 목적 및 필요성 등을 기술</p> <p><b>3. 지하안전평가 대상지역의 설정</b></p> <p>사업계획 등 또는 지하개발사업의 시행으로 인해 지하안전에 영향을 미칠 것으로 예상되는 지역으로 설정</p> <p><b>4. 지반 및 지질 현황</b></p> <p>지하정보 통합체계를 통한 기본자료와 시추조사, 투수시험, 지하물리탐사 등의 현장조사 결과를 기초로 하여 작성</p> <p><b>5. 지하수 변화에 의한 영향 검토</b></p> <p>기존 관측망 자료와 지하수 조사시험 등의 현장조사 결과를 바탕으로 광역 지하수 흐름 분석을 수행하여 작성</p> <p><b>6. 지반안전성 검토</b></p> <p>굴착공사에 따른 <u>지반안전성 영향분석</u>과 <u>주변 시설물의 안전성 분석</u>으로 나누어 작성</p> <p><b>7. 지하안전확보방안 수립</b></p> <p>지하안전평가 결과를 기초로 합리적이고 구체적인 내용(계측계획, 차수 및 지반보강 공법 등)으로 수립</p>				

20

지하안전관리특별법				
1. 개 요	2. 지하안전관리 기본계획의 수립·시행	3. 지하개발의 안전관리	4. 지하안전영향평가 등의 대행	5. 지하시설물 및 주변 지반의 안전관리
<div>제15조(지하안전평가서의 작성 및 협의 요청 등)</div> <p><b>8. 종합 평가 및 결론</b>            각각의 지하안전평가의 평가항목에 대한 개별적인 평가를 하고, 개별적인 평가에 따른 영향정도를 종합적으로 기술한 후 결론을 도출</p> <p><b>9. 착공 후 지하안전조사 시기</b>            대상사업을 착공한 후부터 시공 완료 전까지 착공 후 지하안전조사를 하도록 조사 시기를 명확하게 기록</p> <p><b>10. 부록</b>            가. 지하안전평가서 작성에 참여한 사람의 인적 사항            나. 지반 및 지하수 조사자료            다. 용어 해설            라. 지하수 영향 및 지반안전성 수치해석 검토자료            마. 인용 문헌 및 참고자료 등</p>				
				21

지하안전관리특별법				
1. 개 요	2. 지하안전관리 기본계획의 수립·시행	3. 지하개발의 안전관리	4. 지하안전영향평가 등의 대행	5. 지하시설물 및 주변 지반의 안전관리
<div>제1장 요약문</div> <p>1.1 대상사업의 개요            1.2 지반 및 지질 현황            1.3 지하수 변화에 의한 영향            1.4 지반안정성 검토            1.5 지하안전확보 방안            1.6 종합결론            1.7 사후지하안전영향 조사 시기</p>				
				22

지하안전관리특별법				
1. 개 요	2. 지하안전관리 기본계획의 수립·시행	3. 지하개발의 안전관리	4. 지하안전영향평가 등의 대행	5. 지하시설물 및 주변 지반의 안전관리
<p><b>1.1 대상사업의 개요</b></p> <p><b>1.1.1 사업의 배경 및 목적</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 본 사업은 서울시 성동구 성수동2가 284-124번지 일원에 위치하는 업무시설 신축공사로서 1,061.8㎡의 대지면적 중 953.72㎡의 굴착공사면적에 지상 12층, 지하4 규모의 건축물이 건설 계획이다.</li> <li>• 본 사업지는 노후화된 건물로 되어있어, 업무환경을 개선하는 사업으로, 개방된 조망을 최대한 활용하여 건축물을 계획하게 되었다.</li> <li>• 본 사업은 「성수 CF-TOWER (가칭) 신축공사」 건설을 위한 지하안전영향평가를 수행하는데 그 목적이 있다.</li> <li>• 본 사업에 대한 지하안전영향평가는 관련 법령을 고려하여 지반조건을 반영한 지하수 영향에 대한 평가, 지반 안전성 등을 검토할 때 굴착으로 인한 운영중인 토목시설물, 주변건물, 지하매설물 등의 안전성 확보를 판단하기 위한 부분에 주안점을 두고 평가를 수행한다.</li> </ul> <p><b>1.1.2 지하안전영향평가 실시 기준</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 「지하안전관리에 관한 특별법」 제14조 및 동법 시행령 제13조에 의거 굴착 깊이가 20m 이상인 굴착공사를 수반하는 사업일 경우 지하안전영향평가를 실시하여야 한다.</li> <li>• 대상건축물의 경우 지상 12층, 지하4층의 건축물로서 굴착심도가 최대 27.50m로 계획되어 「지하안전관리에 관한 특별법」에 의거 지하안전영향 평가를 실시한다.</li> </ul>				
				23

지하안전관리특별법

1. 개 요	2. 지하안전관리 기본계획의 수립·시행	3. 지하개발의 안전관리	4. 지하안전영향평가 등의 대행	5. 지하시설물 및 주변 지반의 안전관리
--------	-----------------------	---------------	-------------------	------------------------

### 1.1.3 사업의 내용

#### 가. 흙막이 가시설 현황

구 분	내 용
굴착면적	▪ 약 953.72㎡
굴착심도	▪ EL(-)11.76m ~ (-)14.06m (최대굴착 GL(-) 27.50m)
굴착공법	▪ H-PILE + CIP로 구성된 토류구조물을 STURT로 지지하면서 굴착함 (순타공법)
벽체 공법	▪ C.I.P : Φ500 (C.T.C 500)
주요자재	▪ H-PILE : H-300×305×15×15 (C.T.C 1.5m) ▪ STRUT : H-300×300×10×15 ▪ 띠 장 : 1~5단 : H-300×300×10×15 ▪ 띠 장 : 6~11단 : H-350×350×12×19
차수공법	▪ S.G.R Grouting (Φ600, C.T.C 500)

24

지하안전관리특별법

1. 개요	2. 지하안전관리 기본계획의 수립·시행	3. 지하개발의 안전관리	4. 지하안전영향평가 등의 대행	5. 지하시설을 및 주변 지반의 안전관리
-------	-----------------------	---------------	-------------------	------------------------

### 1.1.3 사업의 내용

#### 나. 대상지역 설정

- 이론적 및 경험적 추정방법을 적용하여 사업구간 굴착에 따른 영향범위를 산정한 결과 Peck(1969) 및 Clough 등의 방법 적용시 2.0H(굴착깊이)로 검토됨.
- 사업구간의 대표단면에 대한 수치해석결과 침하량 수렴하는 구간을 고려하여 굴착에 의한 영향을 줄 수 있는 범위는 최대 약 1.0H(굴착깊이)로 분석됨.
- 굴착영향범위는 이론적 및 경험적 추정방법과 수치해석 방법 중 큰 값인 2.0H(굴착 깊이)를 적용함.

Peck(1969) 의 방법	Clough 등(1990)	수치해석	적 용
55.0m	55.0m	28.0m	55.0m

The map illustrates the project area with various underground facilities and surrounding buildings. A legend on the right side of the map identifies the facilities with different colors and line styles:

- 지하매설물 명세 (Underground Facility Details)
- 수도관 (Water Pipe)
- 하수관 (Sewer Pipe)
- 가스관 (Gas Pipe)
- 통신관 (Communication Pipe)
- 합천관 (Combined Pipe)

25

지하안전관리특별법

1. 개요	2. 지하안전관리 기본계획의 수립·시행	3. 지하개발의 안전관리	4. 지하안전영향평가 등의 대행	5. 지하시설을 및 주변 지반의 안전관리
-------	-----------------------	---------------	-------------------	------------------------

### 1.1.3 사업의 내용

#### 다. 평가대상 시설물 현황지역 설정

굴착구간	인접건물	지하매설물	인접도로
가시설벽체	서울숲SKV1, 아우스디 세종타워, 아주디지털, 삼양테크놀로지, 일반건축물 등 총 26개소	상수관, 오수관, 우수관, 가스관, 한전관, KT관로	성수일로10길, 성수일로10가길, 아차산로5길, 성수일로8길

도로명	주소	차로수	현재상태
성수일로 10길	서울특별시 성동구 성수동2가 일대	2차로	양호, 접속도로 균열 발견
아차산로5길	서울특별시 성동구 성수동2가 일대	2차로	양호
성수일로8길	서울특별시 성동구 성수동2가 일대	2차로	양호

구분	재질	규격	설치심도	최소이격거리	관련기관
① 상수관	SSP, DCIP	D30, D50, D80, D150, D300	GL(-)0.6m	5.59m	상수도사업본부 (동부사업소)
② 하수관	-	D80, D600, D800	GL(-)0.6~1.3m	5.61m	성동구청 (지수과)
③ 가스관	PE, PLP	D150, D200	GL(-)0.85m	6.32m	에스코에너지
④ 통신관	-	D200	GL(-)0.8~0.85m	3.41m	KT성수지점

26

지하안전관리특별법				
1. 개요	2. 지하안전관리 기본계획의 수립·시행	3. 지하개발의 안전관리	4. 지하안전영향평가 등의 대행	5. 지하시설물 및 주변 지반의 안전관리
<div>1.2 지반 및 지질 현황</div> <div>1.2.1 지반조사 현황</div> 				
구분	조사항목	수량	조사목적	비고
현장조사	1	2 공	· 지층 구성상태 파악 · 실내시험을 위한 시료채취	NX규격
	지하수위 측정	2 공	· 시추공내 안정된 지하수위 확인	24~72 시간후 측정
	표준관입시험	39 회	· 지층의 연강도 및 상대밀도 확인	1.0M 간격
	현장투수시험	3 회	· 토사층의 투수계수 산정	
	현장수압시험	1 회	· 기반암층의 투수계수 및 Lugeon지 산출	
현장시험 및 물리탐사	공내전단시험	2 회	· 토사 및 풍화암층의 강도정수(c, φ) 산출	
	공내재하시험	2 회	· 풍화암 및 기반암층의 변형특성 파악	
	하향식탄성파탐사	1 회	· 전단탄성파속도에 의한 지반의 동적 특성 파악	
	양수시험	1 회	· 수리·지질학적 특성 파악	
	지하수 유량·유속시험	1 회	· 지하수의 유동경로 및 거동 속도 측정	
	순간충격시험	1 회	· 대수층 수리상수 산출	
	관거 CCTV검사	1 식	· 우수 및 오수관로내의 이상상태 파악	
	GPR탐사	1 식	· 지하매설물의 분포 파악	
실내시험	토질물성시험	3 회	· 흙의 분류 및 물리적 특성 파악 · 함수비, 비중, 액, 소성한계, 제한비, 입도분석	
	암석물성시험	1 회	· 기반암의 물리특성 및 강도특성 파악	일괄압축포함

27

지하안전관리특별법

1. 개요	2. 지하안전관리 기본계획의 수립·시행	3. 지하개발의 안전관리	4. 지하안전영향평가 등의 대행	5. 지하시설물 및 주변 지반의 안전관리
-------	-----------------------	---------------	-------------------	------------------------

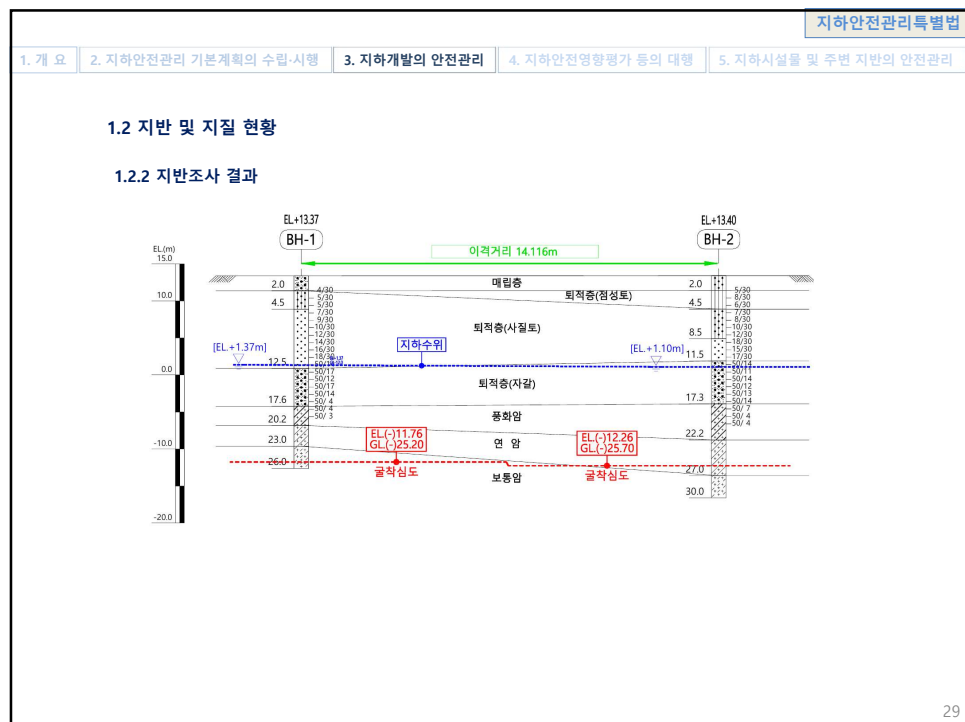
## 1.2 지반 및 지질 현황

### 1.2.2 지반조사 결과

지 층	분포심도 (m)	두께 (m)	구 성 상 태	N값 (ICR400%)	비 고	
매립층	0.0~2.0	2.0	모래질 자갈, 자갈섞인 실트질 모래, 암갈색 * 자갈크기 : 직경 0.5~10.0cm * 상부에 아스콘 및 콘크리트 분포 * 부분적으로 쓰레기(건축폐기물, 비닐) 함유	-	전지점	
퇴 적 층	점성토	2.0~4.5	2.5	실트질 점토, 암회색, 암갈색	5/30~8/30	BH-2
	사질토	2.0~12.5	7.0~10.5	실트질 모래, 세립질 모래, 암갈색, 담갈색	4/30~50/14	전지점
	자갈	11.5~17.6	5.1~5.8	모래질 자갈, 암갈색, 담갈색 자갈크기 : 직경 0.5~10.0cm	50/17~50/4	전지점
풍화암	17.3~22.2	2.6~4.9	기반암의 풍화암으로 타격에 의해 실트질 모래로 분쇄, 담갈색, 암갈색	50/7~50/3	전지점	
연 암	출현심도 20.2~22.2	2.8~4.8	화강암, 담회색, 회갈색 약간풍화~보통풍화, 강함~보통강함	(48~100/26~61)	전지점	
	출현심도 23.0~27.0	3.0	화강암, 담회색 약간 풍화, 강함	(77~90/55~86)	전지점	

28

28



29

지하안전관리특별법

1. 개요
2. 지하안전관리 기본계획의 수립·시행
3. 지하개발의 안전관리
4. 지하안전영향평가 등의 대행
5. 지하시설물 및 주변 지반의 안전관리

### 1.2 지반 및 지질 현황

#### 1.2.2 지반조사 결과

공 변	지반표고 (EL.m)	지하수위 GL(-)m				지하수위 EL.m	수위 분포지층
		24시간후 10월10일	48시간후 10월11일	72시간후 10월12일	적용		
BH-1	13.37	11.7	11.9	12.0	12.0	1.37	퇴적층(사질토)
BH-2	13.40	12.1	12.3	12.3	12.3	1.10	퇴적층(자갈)

구 분	시험구간(m)	지 층	투수계수(cm/sec)	USCS
BH-1	5.0~6.0	퇴적층	$1.16 \times 10^{-3}$	SP
	19.0~20.0	풍화암	$8.94 \times 10^{-5}$	W.R
BH-2	3.0~4.0	퇴적층	$5.32 \times 10^{-5}$	CL

공 변	시험구간(m)	지 층	투수계수(cm/sec)	Lugeon 지	Flow type
BH-2	25.0~30.0	연 암~보통암	$4.11 \times 10^{-5}$	4.12	Dilation

공 변	심 도(m)	지 층	N값	점착력(c, kPa)	내부마찰각(deg)
BH-1	19.0	풍화암	50/3	31.36	31.20
BH-2	18.0	풍화암	50/7	30.05	30.96

공 변	심 도(m)	지 층	N값(TCR/RQD)	변형계수(MPa)	탄성계수(MPa)	비 고
BH-1	19.0	풍화암	50/3	254	346	PMT
BH-2	25.0	연 암	(100/46)	1,710	2,520	PMT

30

지하안전관리특별법

1. 개요
2. 지하안전관리 기본계획의 수립·시행
3. 지하개발의 안전관리
4. 지하안전영향평가 등의 대행
5. 지하시설물 및 주변 지반의 안전관리

### 1.2 지반 및 지질 현황

#### 1.2.2 지반조사 결과 – GPR 탐사



탐사구간	의심공동	등급분류			
		긴급복구	우선복구	일반복구	관찰대상
성수일로10길	-	-	-	-	-
아차산로5길	-	-	-	-	-
성수일로	-	-	-	-	-
보도구간	-	-	-	-	-
총 계	-	-	-	-	-

GPR탐사는 고주파수의 전자기파 펄스를 지하로 방사시킨 후, 지층경계면, 매설관로 등에서 반사 또는 회절 되어 돌아오는 전자기파를 측정하여 지하구조를 영상화하는 탐사법




31

지하안전관리특별법

1. 개요
2. 지하안전관리 기본계획의 수립·시행
3. 지하개발의 안전관리
4. 지하안전영향평가 등의 대행
5. 지하시설물 및 주변 지반의 안전관리


### 1.2 지반 및 지질 현황

#### 1.2.3 인근시추 자료분석 – 국토지반정보 통합DB센터(<http://www.geoinfo.or.kr>)

#### 1.2.4 구지형 분석 결과

1930년대  
구지도

2018년  
위성사진




32



지하안전관리특별법

1. 개요	2. 지하안전관리 기본계획의 수립·시행	3. 지하개발의 안전관리	4. 지하안전영향평가 등의 대행	5. 지하시설물 및 주변 지반의 안전관리
-------	-----------------------	---------------	-------------------	------------------------

## 1.2 지반 및 지질 현황

### 1.2.5 설계 정수 산정

구분	관련 문헌자료	현장시험	설계적용	
매립층	모래	$1.0 \times 10^{-8} \sim 5.0 \times 10^{-3}$	-	$1.16 \times 10^{-3}$
	자갈	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-2}$	-	$5.00 \times 10^{-3}$
퇴적층	점토	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-4}$	$5.32 \times 10^{-5}$	$5.32 \times 10^{-5}$
	모래	$1.0 \times 10^{-8} \sim 5.0 \times 10^{-3}$	$1.16 \times 10^{-3}$	$1.16 \times 10^{-3}$
	자갈	$1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-2}$	-	$5.00 \times 10^{-3}$
풍화암		$1.0 \times 10^{-6} \sim 1.0 \times 10^{-3}$	$8.94 \times 10^{-5}$	$8.94 \times 10^{-5}$
연암·보통암		$8.0 \times 10^{-7} \sim 3.0 \times 10^{-2}$	$4.11 \times 10^{-5}$	$4.11 \times 10^{-5}$

구분	단위중량 (kN/m <sup>3</sup> )	점착력 (kPa)	내부마찰각 (°)	변형계수 (MPa)	포아송비	수평지반 반력계수 (MN/m <sup>2</sup> )
매립층(모래)	16	0	24	3.5	0.40	18
매립층(자갈)	18	0	27	17.5	0.35	22
퇴적층(점토)	18	26	23	5.8	0.40	14
퇴적층(모래)	18	0	26	10.4	0.30	18
퇴적층(자갈)	21	0	34	34.3	0.30	27
풍화암층	21	30	30	250	0.33	38
연암	24	100	35	1,000	0.30	72
보통암	25	600	37	1,000	0.25	79

33

33

지하안전관리특별법

1. 개요	2. 지하안전관리 기본계획의 수립·시행	3. 지하개발의 안전관리	4. 지하안전영향평가 등의 대행	5. 지하시설물 및 주변 지반의 안전관리
-------	-----------------------	---------------	-------------------	------------------------

### 1.3 지하수 변화에 의한 영향

#### 1.3.1 지하수 수리특성 분석을 통한 설계지하수위 산정

- 기존자료 조사 및 현장수리시험 – 투수, 수압시험, 양수시험, 순간충격 시험, 유량유속 시험
- 국가 지하수 관측망 자료 분석 – 서울장위
- 보조 지하수 관측망 자료 분석 – 서울숲공원, 성수공고, 경찰기마대
- 사업부지내 지하수위 측정
- 강우에 의한 계절적 수위 변화 – 서울기상청관측소 50년간 연도별 일 최대강수량 조사

구분	초기 지하수위		강우시 지하수위 상승		지하수위 상승량(m)
	GL(-)	EL(+)	GL(-)	EL(+)	
강수시 침투해석 결과	12.07m	1.37m	9.25m	4.19m	2.82m

34

34


지하안전관리특별법

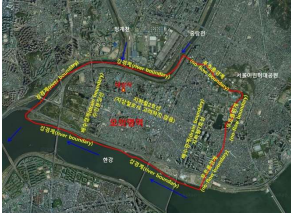
1. 개요	2. 지하안전관리 기본계획의 수립·시행	3. 지하개발의 안전관리	4. 지하안전영향평가 등의 대행	5. 지하시설물 및 주변 지반의 안전관리
-------	-----------------------	---------------	-------------------	------------------------

### 1.3 지하수 변화에 의한 영향

#### 1.3.2 광역지하수 변화에 의한 지하수 유동해석

- 정류해석 결과, 전반적인 지하수 흐름은 대상지로부터 동쪽방향에 위치한 작은 산지(서울어린이대공원) 및 이어진 능선으로부터 시작하여 대상지를 거쳐 한강, 중랑천, 수인분당선 및 지하철7호선으로 지하수 흐름이 형성되는 것으로 검토






35


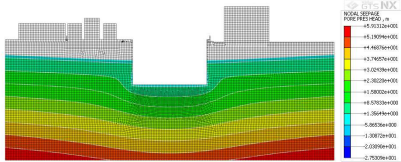
지하안전관리특별법

1. 개요	2. 지하안전관리 기본계획의 수립·시행	3. 지하개발의 안전관리	4. 지하안전영향평가 등의 대행	5. 지하시설물 및 주변 지반의 안전관리
-------	-----------------------	---------------	-------------------	------------------------

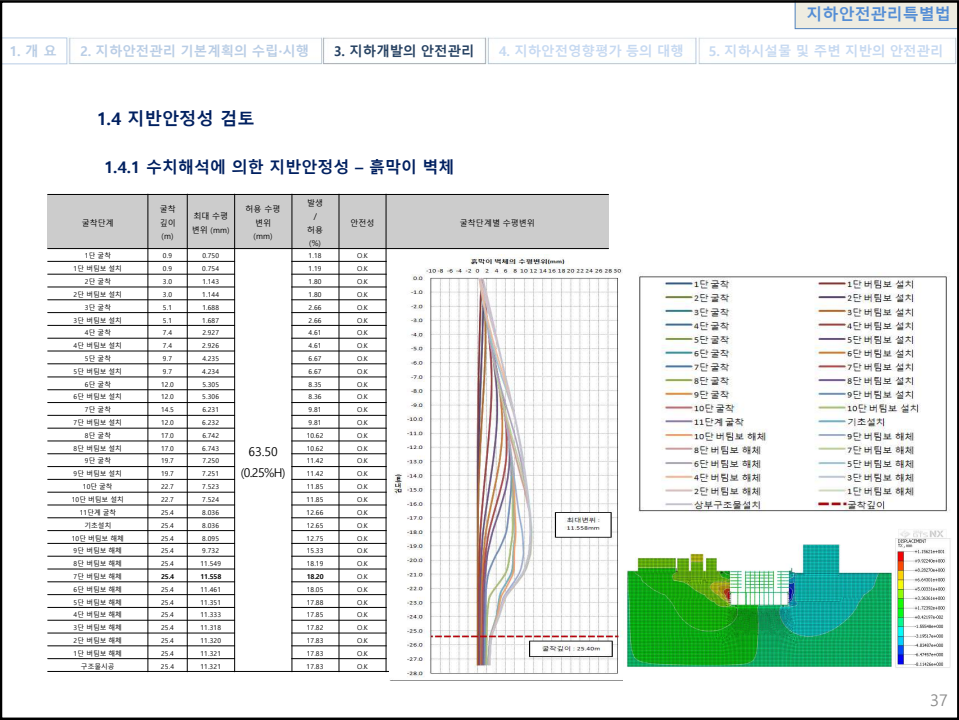
### 1.3 지하수 변화에 의한 영향

#### 1.3.3 침투해석에 의한 지하수 흐름 분석

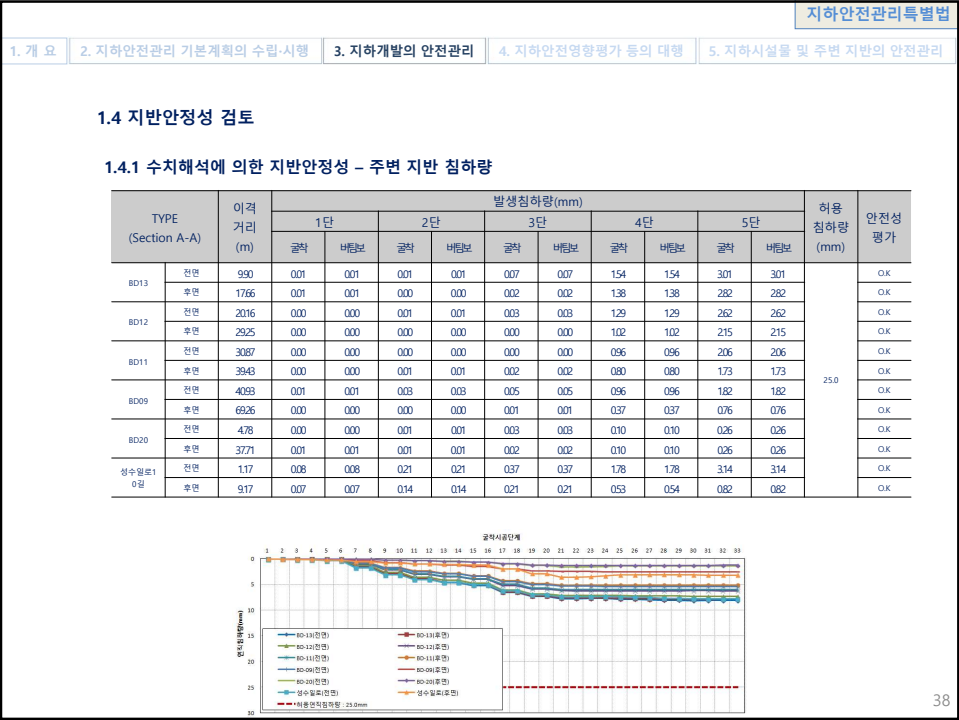
- 침투해석 결과, 굴착 단계별 지하수위 변화, 유출수량 검토 후 지하수 처리대책 수립(집수장, 펌프 용량, 가동시간 등)
- 지하수위 저하에 따른 지반 침하량 검토

36



37



38

지하안전관리특별법

1. 개요	2. 지하안전관리 기본계획의 수립·시행	3. 지하개발의 안전관리	4. 지하안전영향평가 등의 대행	5. 지하시설물 및 주변 지반의 안전관리
-------	-----------------------	---------------	-------------------	------------------------

## 1.4 지반안정성 검토

### 1.4.1 수치해석에 의한 지반안정성 - 매설 구조물 안정성

위치	구분	이격 거리(m)	폭 (m)	Mana & Clough의 방법			
				최대침하량 (mm)	최소침하량 (mm)	부등침하량 (mm)	각변위
A-A단면(좌측)	성수일로10길	1.17	8.00	40.01	34.01	6.000	0.000750
	KT관(한국통신)	3.41	0.20	38.33	38.18	0.150	0.000750
	상수관	5.59	0.15	36.70	36.58	0.113	0.000750
	하수관(D600)	5.62	0.60	36.68	36.23	0.450	0.000750
	가스관(D150)	6.32	0.15	36.15	36.04	0.113	0.000750
	근생시설/주택(BD13)	9.90	7.76	33.46	27.64	5.820	0.000750
	근생시설/주택(BD12)	20.16	9.09	25.77	18.96	6.815	0.000750
	공장/다가주택 (BD11)	30.87	8.56	17.74	11.32	6.423	0.000750
	삼양테크놀로지A동(BD09)	40.93	28.32	10.19	-	10.190	0.000360

39

지하안전관리특별법

1. 개요	2. 지하안전관리 기본계획의 수립·시행	3. 지하개발의 안전관리	4. 지하안전영향평가 등의 대행	5. 지하시설물 및 주변 지반의 안전관리
-------	-----------------------	---------------	-------------------	------------------------

## 1.5 지하안전 확보 방안

### 1.5.1 계속계획

**계측기 분배**

구분	명칭	수원	구분	명칭	수원
1	지중경사계	6개소	3	지표 침하계	9개소
2	지하수위계	6개소	4	건물 경사계	필요
3	배설보	41개소	5	굴착 정계	개소
4	유압계	2개소	-	-	-

계측항목	측정시기	측정빈도	비고
지중경사계	그라우팅 완료 후 4일 공사진행 중 공사완료 후	1회/일(3일간) 2회/주 1회/주(1개월까 지)	초기치 선정 1~6개월(월1회)
지하수위계	설치 후 공사진행 중 공사완료후(관리기간)	1회/일(1일간) 1~2회/일 1회/일(1개월까 지)	초기치 선정 1~12개월(월1회)
변형률계	설치 후 공사진행 중 공사완료 후	3회/일(1일간) 2회/주 1회/주(1개월까 지)	초기치 선정 다음 단 설치시 추가측정 1~6개월(월1회)
지표침하계	설치 후 1일 경과 후 공사진행 중 공사완료 후	1회/일(3일간) 2회/주 1회/주(1개월까 지)	초기치 선정 1~6개월(월1회)
건물경사계 /건물균열계	설치 후 1일 경과 후 공사진행 중 공사완료 후	3회/일(1일간) 2회/주 1회/주(1개월까 지)	초기치 선정 1~6개월(월1회)
위약구간	설치 후 공사진행 중 공사완료 후	3회/일(1일간) 3회/주 2회/주(1개월까 지)	초기치 선정 다음 단 설치시 추가측정 1~6개월(월1회)

40

지하안전관리특별법

1. 개요	2. 지하안전관리 기본계획의 수립·시행	3. 지하개발의 안전관리	4. 지하안전영향평가 등의 대행	5. 지하시설물 및 주변 지반의 안전관리
-------	-----------------------	---------------	-------------------	------------------------

## 1.5 지하안전 확보 방안

### 1.5.1 계측계획

구분			1차 관리기준치 (안전)	2차 관리기준치 (주의)	3차 관리기준치 (정밀분석)
지중경사계	일간 변위량	토사	$\sigma = 2\text{mm}(7\text{일간})$	$\sigma = 4\text{mm}(7\text{일간})$	$\sigma = 10\text{mm}(7\text{일간})$
		암반	$\sigma = 1\text{mm}(1\text{일간})$	$\sigma \leq 2\text{mm}(1\text{일간})$	$\sigma = 4\text{mm}(1\text{일간})$
	최대변위량		3차관리기준 $\times 0.6$	3차관리기준 $\times 0.8$	0.0025H (H=최종굴착깊이)
지하수위계	일 수위변위량( $\Delta H$ )		$\Delta H=0.5\text{m}$	$\Delta H=0.75\text{m}$	$\Delta H=1.0\text{m}$
	누적수위변위량 (MH)		MH $\leq$ 관리수위	관리수위 < MH $\leq$ 관리수위 + 최대 자연변동량/2	MH > 관리수위 + 최대 자연변동량 또는 8m
지표침하계	최대변위량		3차관리기준 $\times 0.6$	3차관리기준 $\times 0.8$	25mm(허용치)
변형률계	부재허용치		3차관리기준 $\times 0.6$	3차관리기준 $\times 0.8$	부재허용치
균열계	최대변위량		0.2mm	0.38mm	0.5mm
건물경사계	각변위		1/1000	1/850	1/500
유량계	집수정별 최대유입량		집수정별 최대유입량 $\times 0.8$	집수정별 최대유입량	집수정별 최대유입량 $\times 1.2$

41

지하안전관리특별법

1. 개요	2. 지하안전관리 기본계획의 수립·시행	3. 지하개발의 안전관리	4. 지하안전영향평가 등의 대행	5. 지하시설물 및 주변 지반의 안전관리
-------	-----------------------	---------------	-------------------	------------------------

## 1.7 착공후지하안전영향 조사 시기

구분	공사 기간							
	2021년				2022년			
	1분기	2분기	3분기	4분기	1분기	2분기	3분기	4분기
토공사	(2021.04~2021.06)							
흙막이 및 굴착공사	(2021.05~2021.09)							
지하층 굴조공사	(2021.09~2022.05)							
지상층 굴조공사 및 마감공사	(2022.05~2022.11)							

구 분	최초보고서	월간보고서	최종보고서
1. 요약문	-	-	○
2. 대상사업의 개요	○	-	○
3. 대상사업의 설정	○	-	○
4. 시공현황 분석	○	○	○
5. 지반 및 지질 현황	○	-	○
6. 지하수 변화에 의한 영향 검토	○	○	○
7. 지반안전성 검토	○	○	○
8. 지하안전확보방안 적정성 및 이행여부 검토	○	-	○
9. 종합평가 및 결론	○	○	○
10. 부록	-	○	○

42

지하안전관리특별법				
1. 개 요	2. 지하안전관리 기본계획의 수립·시행	3. 지하개발의 안전관리	4. 지하안전영향평가 등의 대행	5. 지하시설물 및 주변 지반의 안전관리
<div> <b>제3장 지하개발의 안전관리</b> </div> <div> <b>제1절 지하안전평가 및 긴급안전조치 등</b> </div> <div>           제16조(지하안전평가서의 검토 및 통보 등)                지하개발사업자→승인기관 →국토부(지방국토관리청), 평가대행기관            제17조(협의 내용의 반영 등)            제18조(협의 내용의 조정 및 사업계획 등의 변경·재협의 등)            제19조(사전공사의 금지)            제19조의 2(건축물의 건축사업에 대한 승의 등의 특례)            제20조(착공후지하안전조사)         </div>				
				43

지하안전관리특별법

1. 개 요	2. 지하안전관리 기본계획의 수립·시행	3. 지하개발의 안전관리	4. 지하안전영향평가 등의 대행	5. 지하시설물 및 주변 지반의 안전관리
--------	-----------------------	---------------	-------------------	------------------------

## 착공후지하안전 조사

제1장 요약문(최종보고서 제출)	1-1	5.2 계속결과 분석을 통한 영향 검토	5-24
제2장 대상사업의 개요	2-1	5.2.1 계속 개요	5-24
2.1 사업의 배경 및 목적	2-1	5.2.2 지하수위계	5-28
2.2 사업 현황	2-2	제6장 지반안전성 검토	6-1
2.3 착공후지하안전조사 실시근거	2-4	6.1 지하안전영향평가 결과 분석	6-1
2.4 굴착공사 개요	2-6	6.1.1 수지해석 결과 분석	6-1
2.4.1 굴착 공법	2-6	6.1.2 탄·소성보 해석 결과 분석	6-2
2.4.2 주요 변경사항	2-7	6.2 계속결과 분석을 통한 영향 검토	6-4
2.5 시공현황 분석	2-8	6.2.1 계속 개요	6-4
2.5.1 굴착공사 기간	2-8	6.2.2 지중경사계	6-10
2.5.2 시공이력 분석	2-9	6.2.3 변형률계	6-20
2.5.3 시공 현장 사진 분석	2-10	6.2.4 지표침하계	6-26
2.6 시공내용 분석	2-30	6.2.5 건물경사계	6-35
2.6.1 주요 변경사항 분석	2-30	6.2.6 균열측정계	6-36
2.6.2 흙막이 가시설 시공내용	2-32	6.2.7 간극수압계	6-37
2.6.3 계속기 시공내용	2-34	6.2.8 유량계	6-38
2.6.4 복공 시공내용	2-35	제7장 지하안전확보방안 적정성 및 이행여부 검토	7-1
제3장 대상지역의 설정 (최종보고서 제출)		7.1 지하안전확보방안 적정성 분석	7-1
제4장 지반 및 지질 현황 (최종보고서 제출)		7.1.1 계속기 설치 적정성	7-1
제5장 지하수 변화에 의한 영향 검토	5-1	7.1.2 계속결과 적정성	7-4
5.1 지하안전영향평가 결과 분석	5-1	7.2 협의내용 이행여부 검토	7-27
5.1.1 기존자료 분석	5-1	7.2.1 주요 협의내용 이행결과	7-27
5.1.2 광역지하수 흐름 분석	5-11	7.2.2 차수그라우팅 시험시공 결과	7-36
5.1.3 침투해석에 의한 지하수 흐름 분석	5-17	7.2.3 시험발파 결과	7-41
		제8장 종합평가 및 결론(최종보고서 제출)	

44

지하안전관리특별법

1. 개요	2. 지하안전관리 기본계획의 수립·시행	3. 지하개발의 안전관리	4. 지하안전영향평가 등의 대행	5. 지하시설물 및 주변 지반의 안전관리
-------	-----------------------	---------------	-------------------	------------------------

## 사후지하안전영향 조사

### 2.5.2 시공이력 분석









45

지하안전관리특별법

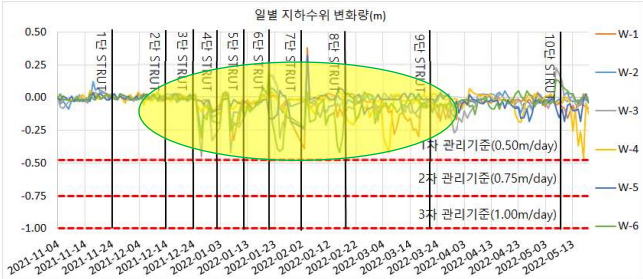
1. 개요	2. 지하안전관리 기본계획의 수립·시행	3. 지하개발의 안전관리	4. 지하안전영향평가 등의 대행	5. 지하시설물 및 주변 지반의 안전관리
-------	-----------------------	---------------	-------------------	------------------------

## 사후지하안전영향 조사

### 5.2 계측결과 분석을 통한 영향 검토

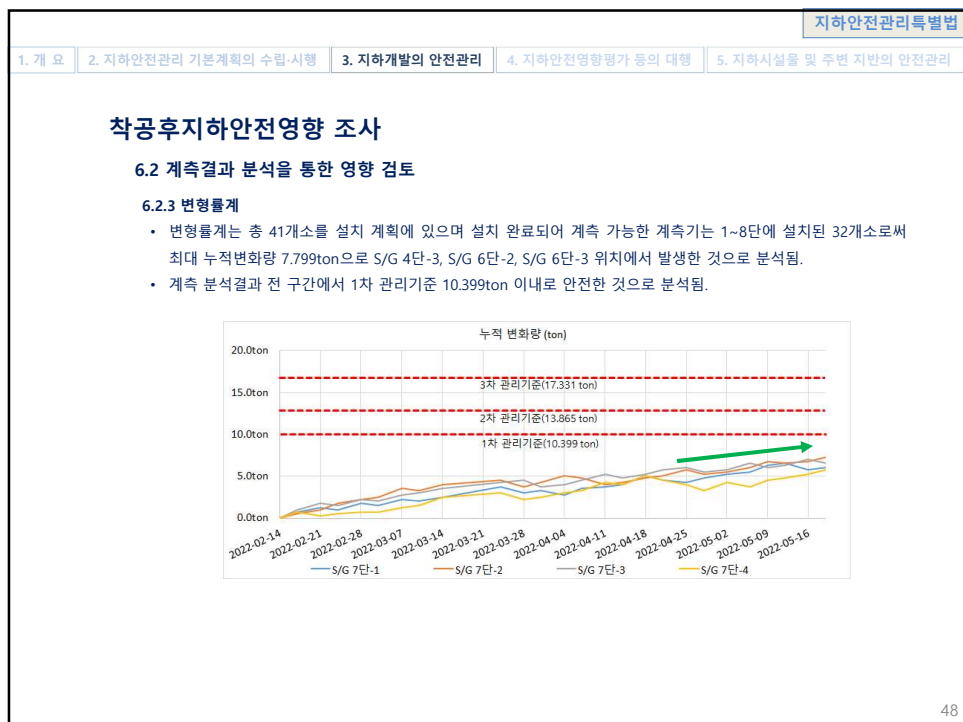
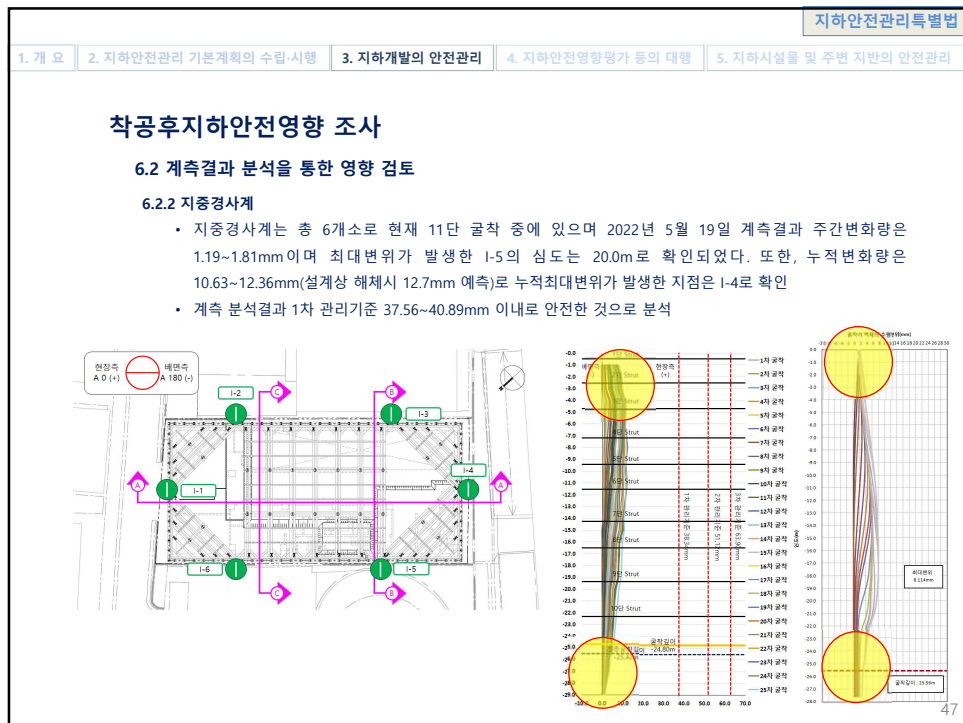
#### 5.2.2 지하수위계

- 착공시 지하수위계 계측결과 초기치는 G.L(-) 14.08~14.61m에 위치
- 각 지하수위계의 일별 지하수위 저하량을 분석한 결과 최대 일 수위 저하량은 2022년 5월 17일 W-4에서 0.47m로 1차 관리기준( $\Delta H \leq 0.5m$ ) 이내로 안전한 것으로 분석됨.



46







지하안전관리특별법				
1. 개 요	2. 지하안전관리 기본계획의 수립·시행	3. 지하개발의 안전관리	4. 지하안전영향평가 등의 대행	5. 지하시설물 및 주변 지반의 안전관리
<div> <b>제3장 지하개발의 안전관리</b>  <b>제1절 지하안전평가 및 긴급안전조치 등</b>            제21조(협의 내용의 이행 및 관리 감독 등)            제22조(재평가)            제22조의 2(지하개발 사업에 의한 지반침하 사고예방을 위한 긴급안전조치 등)  <b>제2절 소규모 지하안전평가</b>            제23조(소규모 지하안전평가의 실시 등)            시행령 제23조(소규모 지하안전평가 대상사업) <b>법 제23조제1항</b> 본문에서 “대통령령으로 정하는 소규모 사업”(이하 “소규모 지하안전평가대상사업”이라 한다)이란 굴착깊이가 10미터 이상 20미터 미만인 굴착공사를 수반하는 사업         </div>				
				49

지하안전관리특별법				
1. 개 요	2. 지하안전관리 기본계획의 수립·시행	3. 지하개발의 안전관리	4. 지하안전영향평가 등의 대행	5. 지하시설물 및 주변 지반의 안전관리
<div> <b>제4장 지하안전평가 등의 대행</b>            제24조(지하안전평가 등의 대행) – 지하안전평가 전문기관            제25조(지하안전평가 전문기관의 등록 등)            제26조(결격사유)            제27조(지하안전평가 전문기관의 준수사항)            제28조(등록의 취소 등)            제29조(행정처분 후의 업무수행)            제30조(보고 · 조사)            제31조(시정명령)            제32조(지하안전평가 전문기관의 실적관리 등)         </div>				
				50

지하안전관리특별법

1. 개요	2. 지하안전관리 기본계획의 수립·시행	3. 지하개발의 안전관리	4. 지하안전영향평가 등의 대행	5. 지하시설물 및 주변 지반의 안전관리
-------	-----------------------	---------------	-------------------	------------------------

제4장 지하안전평가 등의 대행

제33조(지하안전평가등 대행비용의 산정기준)

• 지하안전평가 소요인력 산정기준

평가항목	지하굴착공사				터널공사				비고
	특급	고급	중급	초급	특급	고급	중급	초급	
1. 요약문	0.5	1.0	1.0	1.0	0.5	1.0	1.0	1.0	
2. 지하안전영향평가 대상사업의 개요	0.5	1.0	0.5	0.5	0.5	1.0	0.5	0.5	
3. 지하안전영향평가 대상지역의 설정	-	0.5	1.0	2.0	-	0.5	1.0	2.0	
4. 지반 및 지질 현황	1.5	3.0	7.5	10.5	2.0	4.0	10.0	13.5	
5. 지하수 변화에 의한 영향검토	10.5	1.5	21.0	3.0	13.5	2.0	27.5	4.0	
6. 지반안전성 검토	6.5	6.5	16.5	-	8.5	8.5	21.5	-	
7. 지하안전확보방안 수립	4.0	5.5	4.5	1.0	4.5	6.5	5.5	1.0	
8. 종합 평가 및 결론	2.0	2.0	2.5	1.5	2.0	2.0	2.5	1.5	
9. 사후지하안전영향조사 시기	0.5	1.0	1.0	2.0	0.5	1.0	1.0	2.0	
10. 부록	-	0.5	1.0	1.0	-	0.5	1.0	1.0	
계	26.0	22.5	56.5	22.5	32.0	27.0	71.5	26.5	

• 소규모 지하안전평가 소요인력 산정기준

평가항목	특급	고급	중급	초급	비고
1. 요약문	0.5	1.0	1.0	1.0	
2. 소규모 지하안전영향평가 대상사업의 개요	-	0.5	0.5	0.5	
3. 소규모 지하안전영향평가 대상지역의 설정	-	0.5	0.5	-	
4. 지반 및 지질 현황	-	1.0	2.0	2.5	
5. 지하수 변화에 의한 영향 검토	5.0	-	11.5	1.0	
6. 지반안전성 검토	8.0	-	9.0	-	
7. 지하안전확보방안 수립	1.5	3.0	2.0	1.0	
8. 종합 평가 및 결론	1.0	1.0	1.5	1.0	
9. 부록	-	0.5	1.0	1.0	
계	16.0	7.5	29.0	8.0	

51

51

지하안전관리특별법

1. 개요

2. 지하안전관리 기본계획의 수립·시행

3. 지하개발의 안전관리

4. 지하안전영향평가 등의 대행

5. 지하시설물 및 주변 지반의 안전관리

제4장 지하안전평가 등의 대행

제33조(지하안전평가등 대행비용의 산정기준)

• 착공후지하안전조사 소요인력 산정기준

평가항목	지하굴착공사				터널공사				비 고
	특급	고급	중급	초급	특급	고급	중급	초급	
1. 요약문	0.5	1.5	1.5	1.5	0.5	1.5	1.5	1.5	
2. 사후지하안전영향조사 대상사업의 개요	0.5	1.0	0.5	0.5	0.5	1.0	0.5	0.5	
3. 사후지하안전영향조사 대상지역의 설정	-	0.5	1.0	2.0	-	0.5	1.0	2.0	
4. 지반 및 지반 현황	1.5	3.0	7.5	10.5	2.0	4.0	10.0	13.5	
5. 지하수 변화에 의한 영향 검토	2.0	-	-	-	2.5	-	-	-	
6. 지하안전확보방안 적정성 및 이행여부 검토	1.0	2.0	6.0	7.5	1.0	2.0	6.0	7.5	
7. 지반안전성 검토	3.5	3.0	9.0	-	4.5	8.0	18.0	-	
8. 종합 평가 및 결론	2.0	2.0	2.5	1.5	2.0	2.0	2.5	1.5	
9. 부록	-	0.5	1.0	1.5	-	0.5	1.0	1.5	
계	11.0	13.5	29.0	25.0	13.0	19.5	40.5	28.0	

52

52

**제5장 지하시설물 및 주변 지반의 안전관리**

제34조(지하시설물 및 주변 지반에 대한 안전점검 등) – 지하시설물 관리자

제35조(지반침하위험도평가 및 중점관리대상의 지정 등)

제36조(위험표지의 설치)

제37조(중점관리대상의 안전확보 등)

제38조(지하시설물에 의한 지반침하 사고예방을 위한 긴급안전조치 등)

제39조(대피명령 등)

제40조(중점관리대상 정비계획의 수립 등)

제41조(토지 등의 시설의 일시 사용 등)

**제6장 지하공간통합지도의 제작 및 제공·활용**

제42조(지하공간통합지도의 제작 및 전달기구의 지정·운영)

제43조(지하정보통합체계의 구축·운영)

제44조(지하정보통합체계의 지원 및 활용)

제45조(지하정보 목록정보의 작성 및 관리)

**제7장 보칙**

제46조(사고조사 등)

제47조(지하안전정보체계의 구축·운영)

제48조(비밀유지의무)

제49조(권한의 위임·위탁)

제50조(벌칙 적용에서 공무원 의제\*)

\*擬制(본질은 같지 않지만 법률에서 다를 때는 동일한 것으로 처리하여 동일한 효과를 주는 일)

**제8장 벌칙**

제51조~제54조(벌칙)

제55조(양벌규정)

제56조(과태료)

**부칙**

제1조(시행일)

제2조(건축사업에 대한 승인등의 특례 적용례)

제3조(다른 법률의 개정)