

---

# 한국과학기술원 중대동물 및 행동실험동 신축공사 지반조사

---

2020. 1.



“안전한 세상 행복한 우리”  
**(주)한국건설안전공사**  
KOREA CONSTRUCTION SAFETY CORPORATION

# 提出文

디자인프랜트건축사사무소 貴中

귀사에서 의뢰하신 “한국과학기술원 중대동물 및 행동실험동 신축공사”에 대한  
지반조사 과업이 완료되었기에 본 보고서를 제출합니다.

2020. 1.

용역기관 : 주식회사 한국건설안전공사  
안전진단전문기관 등록대전제35호  
엔지니어링사업자 제 E - 09 - 004569호(토질 및 지질)  
대표이사 지 성 갑 (인)

# 목 차

<b>제 1 장</b>	<b>조 사 개 요</b>	1.1 조 사 명 .....	2
		1.2 조사목적 .....	2
		1.3 조사위치 .....	2
		1.4 조사범위 .....	3
		1.5 조사기간 .....	3
		1.6 조사장비 .....	3
		1.7 조사수행절차 .....	4
<b>제 2 장</b>	<b>조 사 내 용</b>	2.1 현장조사 .....	6
		2.2 현장시험 .....	7
		2.3 폐공처리 .....	9
<b>제 3 장</b>	<b>지반의 분류 및 기재방법</b>	3.1 흙의 분류 및 기재방법 .....	12
		3.2 흙과 암반의 분류기준 .....	16
		3.3 암반의 분류 및 기재방법 .....	17
<b>제 4 장</b>	<b>지 반 조 사 결 과</b>	4.1 지형 및 지질 .....	25
		4.2 현장조사 .....	26
		4.3 현장시험 .....	29
<b>제 5 장</b>	<b>기초에대한 검토</b>	5.1 기초형식 검토 .....	35
		5.2 지지력 일반사항 .....	37
		5.3 허용지지력 .....	47
		5.4 시공시 유의사항 .....	49
<b>제 6 장</b>	<b>결 언</b>	6.1 위치선정 .....	51
		6.2 현장조사 결과 .....	51
		6.3 현장시험 결과 .....	52
		6.4 시공시 유의사항 .....	52
<b>제 7 장</b>	<b>부 록</b>	7.1 지반조사 위치도	
		7.2 시 추 주 상 도	
		7.3 지 층 단 면 도	
		7.4 하향식 탄성파탐사 결과	
		7.5 사 진 대 지	

# 제1장

## 조 사 개 요

1.1 조 사 명

1.2 조사목적

1.3 조사위치

1.4 조사범위

1.5 조사기간

1.6 조사장비

1.7 조사수행절차

# 제 1 장 조 사 개 요

## 1.1 조 사 명

- 한국과학기술원 중대동물 및 행동실험동 신축공사 지반조사

## 1.2 조 사 목 적

- 본 계획부지에 대한 지반조사를 실시함으로써 지층의 구성상태 및 지층별 물리적·역학적 특성을 파악하고 그 결과를 종합적으로 검토하여 가장 합리적이고 경제적인 설계 및 시공이 되도록 지반공학자료 제공

## 1.3 조 사 위 치

- 대전광역시 유성구 구성동 일원이다

### ● 조사위치



## 1.4 조 사 범 위

- 지반조사를 위하여 실시된 조사 항목 및 수량은 다음과 같다.

## ● 현장조사 및 현장시험 항목 및 수량

구 분	조 사 항 목	수 량	단 위	비 고
현 장 조 사 및 시 험	시 추 조 사	2	공	NX Size
	표준관입시험	14	회	1.0m 간격
	하향식 탄성파탐사	1	회	-

## 1.5 조 사 기 간

- 지반조사에 소요된 기간은 다음과 같다.

구 분	조 사 기 간	비 고
현장조사 및 현장시험	2020. 1. 11 ~ 2020. 1. 11	
성과분석 및 보고서 작성	2020. 1. 13 ~ 2020. 1. 17	

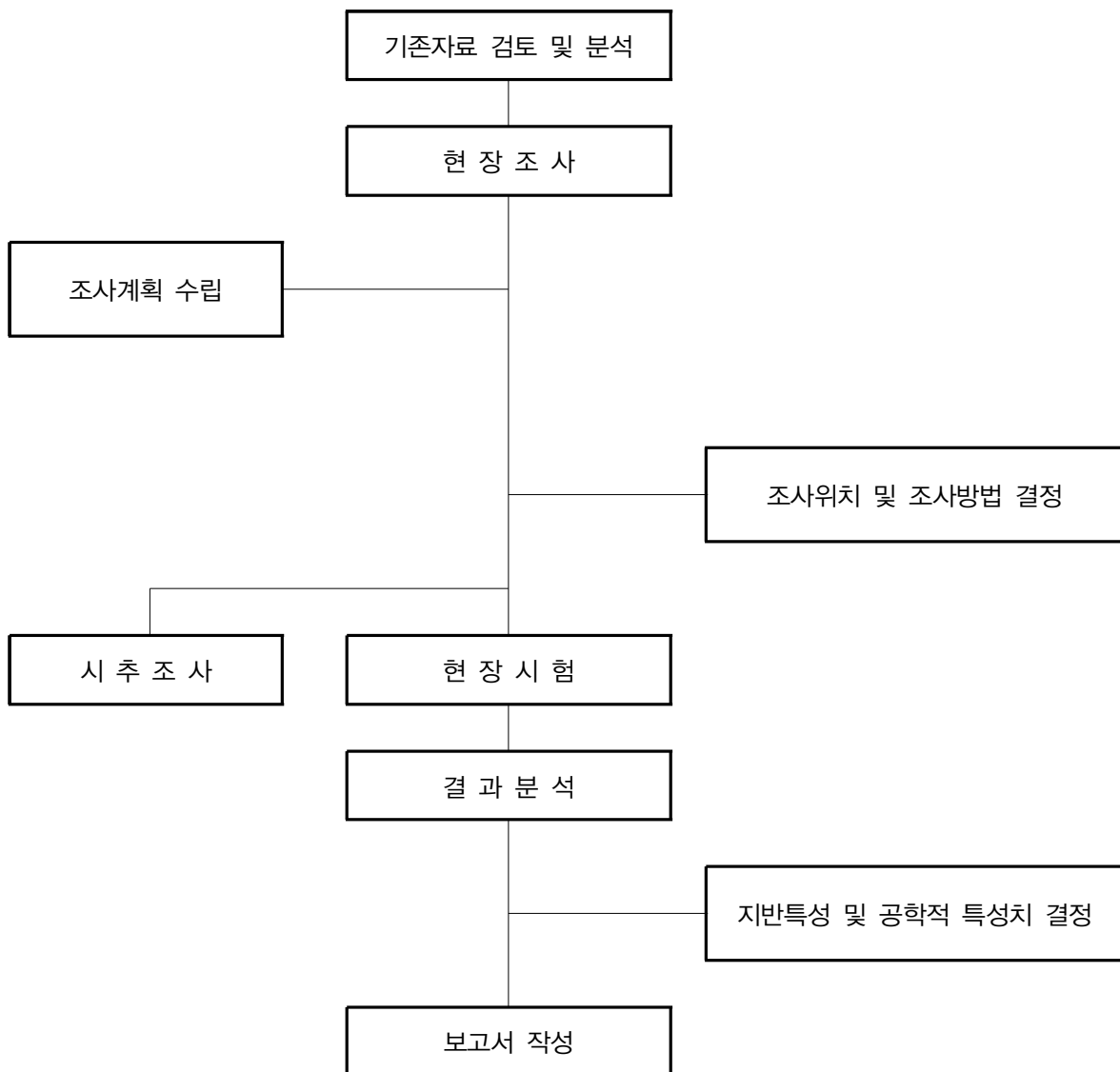
## 1.6 조 사 장 비

- 지반조사에 사용된 주요 조사장비는 다음과 같다.

구 분	규 격	수 량
시 추 기	• SD4000	1대
운 반 차 량	• 5ton 트럭	1대
표준관입시험기	• KSF 2307 규정에 따른 Split-Spoon Sampler	1조
엔진, 양수펌프	• 15HP	1조
지하수위 측정기	• 지하수위계	1조
기타부대장비	• 하향식 탄성파탐사 시험기 (McSEIS - PS, OYO사, 일본)	1식

## 1.7 조 사 수 행 절 차

- 본 사업지구내 지반의 공학적 특성을 보다 합리적으로 파악하여 효율적인 설계 자료를 제공할 수 있도록 체계적인 조사계획을 수립하였다.
- 기 작성된 지형 현황도를 이용, 구조물 및 계획 평면도를 참조하고 인근 지형을 고려하여, 사업지구내 지층분포를 가장 효과적으로 파악할 수 있는 위치를 도상 계획한 후 현장을 답사하여 시추위치를 선정하였다.



## 제2장

# 조 사 내 용

2.1 현장조사

2.2 현장시험

2.3 폐공처리

# 제2장 조사내용

## 2.1 현장조사

### 2.1.1 시추조사

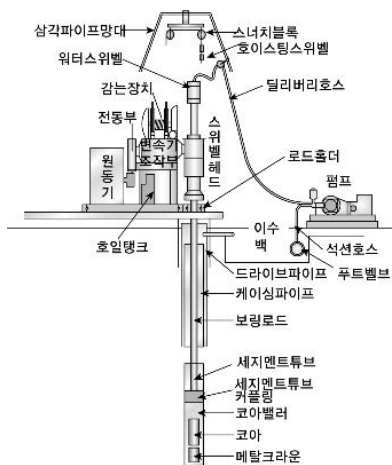
#### 1 조사목적

- 지층의 수직적 분포상태, 각 지층의 지반 공학적 특성, 기반암의 분포상태 및 풍화도 등을 파악함
- 시료채취 및 현장 원위치시험의 시험공 확보

#### 2 조사방법

- 기 선정된 조사지점에 대하여 NX Size( $\varnothing 76\text{mm}$ )의 회전수세식 유압형 시추기를 이용하여 굴진
- 시추가 진행되는 동안 공내 붕괴를 방지하기 위하여 지표로부터 붕괴가 발생할 수 있는 풍화암까지 Casing을 삽입한 후 굴진
- 굴진심도는 최종 계획고 미결정 상태이므로 조사목적 및 지층분포 특성을 감안하여 종료심도를 결정
- 토사층 구간에서는 굴진속도, Slime 상태, 순환수의 색상 및 표준관입시험에 의하여 채취된 시료와 N 값을 근거로 하여 수직적 지층분포상태 확인
- 기반암층 구간에서는 정확한 암질상태파악 및 암석코아 채취
- 채취된 코아는 육안관찰에 의하여 코아회수율(TCR : Total Core Recovery), 암질지수(RQD : Rock Quality Designation)를 각각 측정하고 균열상태, 풍화도 및 강도를 확인하여 시추주상도에 기록
- 시추작업 시 채취된 토양시료 및 코아시료는 시료상자에 순서대로 정리·보관

시추모식도



시추작업전경



## 2.2 현 장 시 험

### 2.2.1 표준관입시험

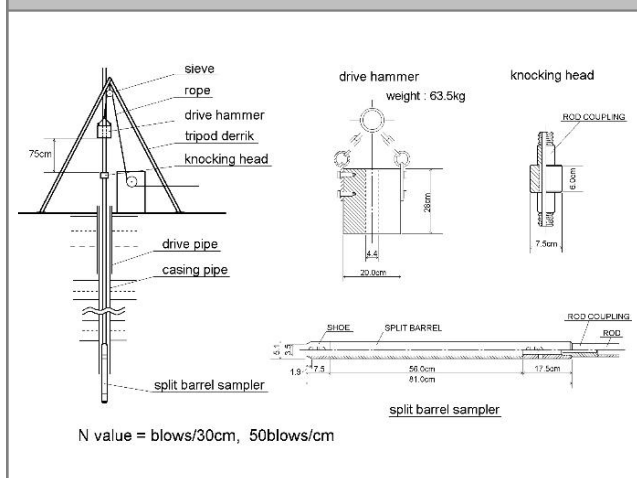
#### 1 시험목적

- 시추조사와 병행하여 실시하여 지층의 상대밀도, 연경도 및 구성성분을 파악
- N값으로부터 지반의 강도 및 변형특성을 파악

#### 2 시험방법

- 표준관입시험은 Rod선단에 외경 50.8mm의 시험용 샘플러인 Split Barrel Sampler를 부착하여 75(±1)cm 높이에서 63.5(±0.5)kg의 해머를 자유낙하시켜 Sampler가 30cm 관입하는데 소요되는 타격횟수를 측정하는 현장 원위치시험임
- 시험방법은 Sampler가 15cm씩 45cm 관입하는데 소요되는 타격횟수를 측정하여 처음 15cm를 관입 시키는데 소요되는 타격횟수는 예비타로 간주하고, 2번째와 3번째 30cm 관입에 소요되는 타격횟수를 관입저항치(N값)로 측정
- 지층이 매우조밀하여 Sampler에 대한 타격을 50회 이상 가하여도 30cm 관입이 불가능한 지층에서는 50회 타격에 소요되는 관입깊이를 관입저항치(N값)로 측정하였으며, 측정된 관입저항치(N값)는 시추주상도에 기록함
- 표준관입시험시 채취된 시료의 일부는 현장에서 육안에 의한 흙의 분류와 실내토질시험에 이용하고 나머지는 함수량이 변하지 않도록 시료병에 넣고 밀봉하여 공번, 채취심도 및 관입저항치(N값)를 표기하여 시료상자에 보관
- 지층이 변하거나 또는 동일 지층의 경우 1.0m 간격으로 연속성 있게 실시함을 원칙으로 하였으며, 표준관입시험의 사용 장비 및 개념은 아래 모식도와 같다.

사용장비 및 개념모식도



시 험 전 경



## 2.2.2 하향식 탄성파탐사(Downhole Test)

### 1 시험목적

- 시추공 주변 지반의 심도에 따른 P파 및 S파 속도 산출 및 동적물성치 산정
- 전단파속도( $V_s$ )의 기반으로 지반등급을 산출하여 주요구조물의 내진설계 해석에 반영

### 2 원리 및 탐사방법

시 험 방 법	Downhole Test모 식 도
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 지표에서 발생시킨 탄성파의 진행방향에 대해 각기 움직임이 다른 P파와 S파의 측정을 용이하게 하기 위해 시추공내 3성분 지오 폰으로 측정</li> <li>• 자료처리는 전처리(자료 포맷변환 및 탄성파 기록 정리 등) → 주파수 변환 및 필터링 → 초동주시 발체 → 주시곡선작성 → 구간속도 산출 → 동탄성 계수 산출</li> <li>• 종파 및 횡파자료에서 초동 주시 발체, 시추공 ~ 송신점간 이격거리에 따른 주시지연 보정 후 주시 곡선을 작성</li> <li>• 일정한 기울기를 갖는 구간으로부터 암층별 종파 및 횡파 구간속도 산출</li> <li>• 구한 밀도값과 P파 및 S파 속도 이용한 동적지반 특성치 산출 (<math>\nu_d</math>, <math>G_d</math>, <math>E_d</math>, <math>K_d</math>)</li> </ul>	<p style="text-align: center;">시추공</p>

### 시 험 장 비



### 탐 사 전 경



## 2.3 폐공 처리

### 2.3.1 개요

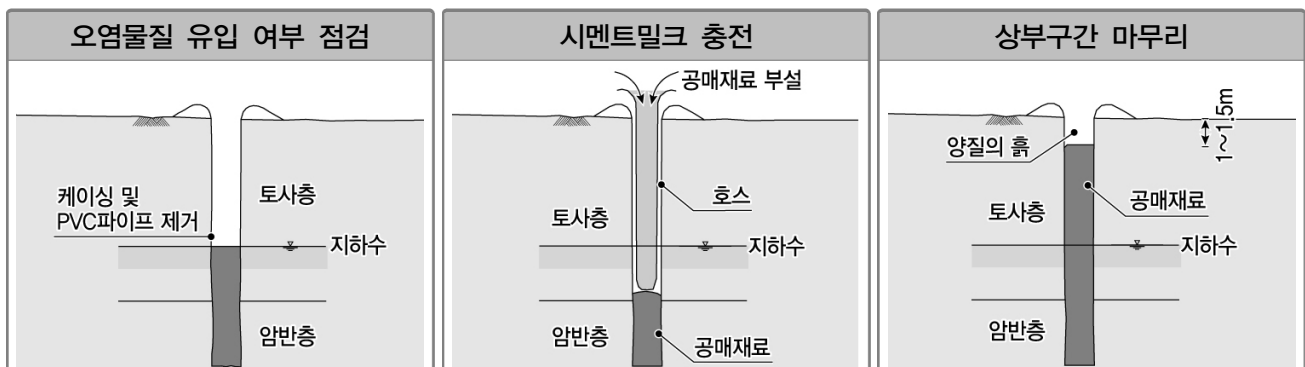
- 각종 조사 시 과업 목적을 달성한 후 남게 되는 시추공을 폐공이라 하는데, 최근 들어 폐공을 통한 오수의 유입으로 지하수 오염 등의 환경오염 문제가 빈번히 발생하고 있으므로 시추조사 등에 의한 시추공은 조사완료 후 폐공처리를 하여야 한다.
- 폐공처리를 통하여 1) 폐공 내로 유입되는 지표 오염원 차단, 2) 오염원의 수직적 이동 통로 제거, 3) 오염유발시설(케이싱 등) 제거 등의 지하수 오염방지 효과를 얻을 수 있다.
- 따라서, 본 과업지구의 모든 시추공에 대하여 폐공조치를 실시하였다.

### 2.3.2 폐공의 절차

#### 1 폐공처리절차



#### 2 폐공처리 모식도



### 2.3.3 조사구간의 폐공처리

#### 1 토사층 시추공의 폐공

토사층 폐공은 암반층까지 굴착하지 아니하고 암반층 상부의 모래, 자갈, 실트 등 퇴적층구간 까지만 굴착한 시추 조사공으로 원상복구 방법은 케이싱을 인발하여 공 내부에 지하수위 상부까지 양질의 토사로 되메움을 실시하고 상부는 주변토양으로 되메움 한다.

#### 2 암반 시추공의 폐공

암반층 폐공은 지층 및 폐공목적에 따라 투수성재료 되메움 구간, 불투수성재료 되메움 구간 및 표면처리 구간으로 구분하여 각 구간별로 적합하게 되메우기를 실시한다.

### 2.3.4 폐공처리 현황

시 추 수 량	계 획 수 량	폐 공 수 량	비 고
2공	2공	2공	

## 제3장

# 지반의 분류 및 기재방법

3.1 흙의 분류 및 기재방법

3.2 흙과 암반의 분류기준

3.3 암반의 분류 및 기재방법

## 제3장 지반의 분류 및 기재방법

## 3.1 흙의 분류 및 기재방법

## 3.1.1 흙의 분류방법

- 채취된 시료에 대한 토질의 분류기준은 현장에서 1차적으로 육안관찰에 의해 분류
- 2차로 실내토질시험을 실시하여 그 결과를 토대로 토질종류를 흙의 공학적 분류방법인 통일분류법(U.S.C.S)에 의해 분류

## 1 육안분류법

구 분	토립자의 육안적 판별과 일반적인 상태	손으로 쥐었다 놓음		습윤상태에서 손가락으로 끈모양으로 꼰 때
		건조상태	습윤상태	
모래 (Sand)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 개별 입자의 크기가 판별될 수 있는 입상을 보임</li> <li>• 건조상태에서 흩어져 내림</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 덩어리지지 않고 흐트러짐</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 덩어리거나 가볍게 건드리면 흩어짐</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 끈모양으로 꼬아지지 않음</li> </ul>
실트질모래 (Silty Sand)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 입상이나 실트나 점토가 섞여서 약간 점성이 있음</li> <li>• 모래질의 특성이 우세함</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 덩어리가 지나 가볍게 건드리면 흩어짐</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 덩어리지며 조심스럽게 다루면 부서지지 않음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 끈모양으로 꼬아지지 않음</li> </ul>
모래질실트 (Sandy Silt)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 적당량의 세립사와 소량의 점토를 함유하고 실트입자가 반 이상임</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 덩어리지며 자유롭게 만져도 부서지지 않음</li> <li>• 부서지면 밀가루와 같은 감촉</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 덩어리지며 자유롭게 다루어도 부서지지 않음</li> <li>• 물을 부으면 서로 엉킴</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 끈모양으로 꼬아지지 않으나 작게 끊어지고 부드러우며 약간의 점성이 있음</li> </ul>
실트 (Silt)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 세립자와 점토는 극소량을 함유하고 실트입자의 함량이 80%이상 건조되면 덩어리거나 쉽게 부서져서 밀가루 감촉의 가루가 됨</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 덩어리지며 자유롭게 만져도 부서지지 않음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 덩어리지며 자유롭게 만져도 부서지지 않으며 물에 젖으면 서로 엉킴</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 완전히 꼬아지지는 않으나 작게 끊어지는 상태로 꼬아지고 부드러움</li> </ul>
점토 (Clay)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 건조되면 아주 딱딱한 덩어리가 됨</li> <li>• 건조상태에서 잘 부서지지 않음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 덩어리지며 자유롭게 만져도 부서지지 않음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 덩어리며 자유롭게 만져도 부서지지 않으며 찰흙상태로 됨</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 길고 얇게 꼬아짐</li> <li>• 점성이 큼</li> </ul>

2 통일분류법

주요구분			문자	대표적인 흙	분류 기준				
조립토 200번체에 50% 이상 남음	자갈 (Gravel) 조립토중 4번체 (4.76mm)에 50% 이상 남음	세립분이 약간 또는 거의 없는 자갈	GW	• 입도분포가 좋은 자갈 또는 자갈 과 모래의 혼합토	세립분의 함유율에 의한 분류	$C_u > 4, C_c = D_{60}/D_{10}$ $1 \leq C_c \leq 3, C_c = (D_{30})^2 / D_{10} \times D_{60}$			
			GP	• 입도분포가 나쁜 자갈 또는 자갈 과 모래의 혼합토					
		세립분을 함유한 자갈	GM	• 실트질의 자갈 또는 자갈모래점 토의 혼합토		200번체 통과율이 5% 이하 인 경우 GP, GW, SP, SW	소성도에서 A선 아래 또는 $I_p < 4$	소성도에서 사선을 한 부분에서는 이중기호로 분류	
			GC	• 점토질의 자갈 또는 자갈모래점 토의 혼합토					
	모래 (Sand) 조립토중 4번체 (4.76mm)를 50% 이상 통과	세립분이 약간 또는 거의 없는 모래	SW	• 입도분포가 좋은 모래 또는 자갈 질의 모래	12%이상인 경우 GC, GM, SC, SM	$C_u > 6$ $1 \leq C_c \leq 3$			
			SP	• 입도분포가 나쁜 모래 또는 자갈 질의 모래					
		세립분을 함유한 모래	SM	• 실트질의 모래 • 모래점토의 혼합토	200번체 통과율이 5~12% 인 경우 2중문자 로 표시	소성도에서 A선 아래 또는 $I_p < 4$	소성도에서 사선을 한 부분에서는 이중기호로 분류		
			SC	• 점토질의 모래 • 모래점토의 혼합토					
			액성한계 50% 이하인 실트 또는 점토	ML		• 무기질의 실트, 매우 가는 모래, 암분, 소성이 작은 실트질의 세 사나 점토질의 세사		• 소성도(Plasticity Chart)는 조립토에 함유된 세립분 과 세립토를 분류하기 위해 사용된다. • 소성도의 빗금친 곳은 2중 표기해야 하는 부분이다.	
				CL		• 소성이 중간치 이하인 무기질 점 토, 자갈질 점토, 모래질 점토, 실트질 점토, 소성이 작은 점토			
OL	• 소성이 작은 실트 및 실트질 점 토								
액성한계 50% 이상인 실트 또는 점토	MH	• 무기질의 실트, 운모질 또는 규 사의 세사 및 실트질 흙, 소성이 큰 실트							
	CH	• 소성이 큰 무기질의 점토, 소성 이 큰 점토							
	OH	• 소성이 중간치 이상인 유기질 점 토							
유기성 흙	Pt	• 이탄 및 고 유기질토	육안관찰 : KS F 2430 참조						

## ● 통일분류법에 사용되는 기호

토질의 종류		제 1 문자	토질의 속성	제 2 문자
조립토	자갈(Gravel)	G	• 입도분포 양호, 세립분 거의 없음	W
	모래(Sand)	S	• 입도분포 불량, 세립분 거의 없음	P
세립토	실트(Silt)	M	• 세립분의 12%이상 함유, • A선 아래 소성지수 4이하	M
	점토(Clay)	C	• 세립분의 12%이상 함유, • A선 아래 소성지수 7이상	C
	유기질의 실트 및 점토	O	• 압축성 낮음 $W_L \leq 50$	L
유기질토	이탄	Pt	• 압축성 높음 $W_L \geq 50$	H

## 3.1.2 흙의 기재방법

- 흙의 기술은 색상, 밀도, 구성입자의 크기, 함수량, 표준관입시험 N값으로부터 관계지어지는 점성토의 연경도 및 사질토의 상대밀도 등으로 기재
- 흙의 상태는 사질토와 점성토에 대하여 N값을 근거로 사질토의 N값과 상대밀도, 내부마찰각과의 관계 및 점성토의 컨시스턴시와 일축압축강도와의 관계를 참조하여 기재

## 1 토질의 기재항목 및 방법

항 목	토 질	기 재 방 법
밀도	점토 및 실트	• 매우 연약, 연약, 보통견고, 견고, 매우견고, 고결
	모래 및 자갈	• 매우 느슨, 느슨, 보통조밀, 조밀, 매우조밀
색채	-	• 파란색, 회색, 갈색, 노란색, 빨간색, 검정색과 필요에 따라 연한, 짙은 얼룩진 등과 같은 수식어를 사용
기본조직	점토, 모래 및 실트	• 매우 가늘다, 보통임, 굵다
	자 갈	• 가늘다, 보통, 굵다
	점 토	• 노반토, 오물 등
함수량	-	• 건조, 습윤, 젖음, 포화

## 2 함수비에 따른 분류

함수비(%)	상 태		함수비(%)	상 태	
0~10	건 조	Dry	30~70	젓 음	Wet
10~30	습 윤	Moist	70 이상	포 화	Saturated

## 3 색조에 따른 분류

구 분	내 용										
색	1	담					암				
	2	분홍	홍	황	갈	검람	녹	회			
	3	분홍	적	황	갈	검람	녹	청	백	회	흑

## 4 사질토의 N값과 상대밀도, 내부마찰각과의 관계

N값	상 대 밀 도		내부마찰각( $\phi$ )	
	$Dr = \frac{e_{\max} - e}{e_{\max} - e_{\min}} \times 100(\%)$		Peck	Meyerhof
0~4	매우느슨 (Very Loose)	0.2 이하	28.5 이하	30 이하
4~10	느 슨 (Loose)	0.2~0.4	28.5~30	30~35
10~30	보통조밀 (Medium Dense)	0.4~0.5	30~35	35~40
30~50	조 밀 (Dense)	0.6~0.8	35~41	40~45
50 이상	매우조밀 (Very Dense)	0.8 이상	41 이상	45 이상

## 5 점성토의 Consistency와 일축압축강도와의 관계

N값	연 경 도	전단강도(kgf/cm <sup>2</sup> )	일축압축강도(kgf/cm <sup>2</sup> )
2 이하	매우연약 (Very Soft)	0.14 이하	0.25 이하
2~4	연 약 (Soft)	0.14~0.25	0.25~0.5
4~8	보통견고 (Medium Stiff)	0.25~0.5	0.5~1.0
8~15	견 고 (Stiff)	0.5~1.0	1.0~2.0
15~30	매우견고 (Very Stiff)	1.0~2.0	2.0~4.0
30 이상	고 결 (Hard)	2.0 이상	4.0 이상

## 3.2 흙과 암반의 분류기준

- 조사지역에 분포하는 풍화대층에서 다음과 같은 기준으로 토질과 암반을 구분
- 표준관입시험 N값 50(회)/10cm 기준으로 아래와 같이 50(회)/10cm보다 더 연약한 풍화대층을 풍화토층으로, 50(회)/10cm이상이고 모암의 조직이 잔존하는 풍화대층을 풍화암층으로 구분

## 3.2.1 흙과 암반의 분류기준

구 분		내 용
토사	보통토사	• 보통상태의 실트 및 점토, 모래질 흙으로서 삽이나 괭이를 사용할 정도의 토질
	경질토사	• 견고한 모래질 흙이나 점토로서 괭이나 곡괭이를 사용할 정도의 토질
	고사점토 및 자갈섞인 토사	• 자갈질 흙 또는 견고한 실트, 점토 및 이들의 혼합물로서 곡괭이를 사용하여 파낼 수 있는 단단한 토질
	호박돌섞인 토사	• 호박돌 크기의 돌이 섞이고 굴착에 약간의 화약을 사용해야 할 정도로 단단한 토질
암반	풍화암	• 일부는 곡괭이를 사용할 수 있으나, 암질이 부식되고 균일이 1~10cm정도로서 굴착 또는 절취에는 약간의 화약을 사용해야 할 암질
	연암	• 혈암, 사암 등으로 균질이 10~30cm정도로서 굴착 또는 절취에는 화약을 사용해야 하나 석축용으로는 부적합한 암질
	보통암	• 풍화상태는 엿볼 수 없으나 굴착 또는 절취에는 화약을 사용해야 하며 균열이 30~50cm정도의 암질
	경암	• 화강암, 안산암 등으로서 굴착 또는 절취에 화약을 사용해야 하며, 균열상태가 1m 이내로서 석축용으로 쓸 수 있는 암질
	극경암	• 암질이 아주 밀착된 단단한 암질

## 3.2.1 풍화토와 풍화암의 분류기준

구 분	분 류 기 준	지 질 특 성
풍화토	$N \leq 50$ (회)/10cm	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 조암광물이 대부분 풍화되어 암석으로서의 결합력을 상실한 풍화잔류토</li> <li>• 절리의 대부분은 풍화산물인 점토 등 2차 광물로 충전되어 흔적만 보이고 함수포화시에 전단강도가 현저히 저하되기도 하며, 손으로 쉽게 부수어지는 지반</li> </ul>
풍화암	$N > 50$ (회)/10cm	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 심한 풍화로 암석자체의 색조가 변색되었으며 충전물이 채워지거나 열린 절리가 많고, 가벼운 해머 타격에 쉽게 부수어지며 칼로 흠집을 낼 수 있다.</li> <li>• 절리간격은 좁음 이하이며 시추시 암편만 회수되는 지반</li> </ul>

### 3.3 암반의 분류 및 기재방법

#### 3.3.1 암반의 분류방법

- 암반분류는 암반을 구성하는 암석의 강도나 풍화, 변질정도, 암반 틈의 상태, 불균질성, 불연속성 등에 관한 사항을 현장에서 관찰, 조사하여 암반을 분류
- 암반을 분류하는데 기준이 되는 요소는 여러 가지가 있으나 그 중 대표적인 요소는
  - 지사학적, 지질학적인 생성연대, 시기, 생성원인, 풍화정도
  - 구조적인 암반역학적인 균열, 절리, 파쇄대, 투수성, 조직, 광물질의 풍화정도
  - 시편에 의해 실내에서 구한 결과치인 탄성파속도
  - 채취된 시편의 실내 시험 성과인 압축강도, 비중, 흡수율, 단위중량
  - 시추작업시의 관찰자료인 굴진속도, 색채, Slime, 코아회수율 및 상태 등이 있다.

#### 1 지질조사 표준품셈의 암반분류기준

구 분	굴진방향	코아형태	풍화변질상태	조 직	SPT	비 고
풍 화 암	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Metal Crown Bit 로 큰 저항 없이 굴진되며 암질에 따라 차이가 있으나 30cm굴진에 대체로 1~3분 이내 소요</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 코아 회수 불가</li> <li>• 하부에서 세편 상태의 코아가 소량 산출될 경우 우도 있음 (특히 퇴적암 계통)</li> <li>• 균열이 매우 발달하여 간격이 밀착된 상태</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 조암광물은 완전히 변질됨</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 기반암의 조직은 유지하고 있으나 암 내부까지 풍화가 완전히 진행되어 화학적, 역학적 성질은 상실한 상태</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 상한 -50/10cm</li> <li>• 하한 -SPT 불가한 곳도 있음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 125kgf/cm<sup>2</sup> 이하</li> </ul>
연 암	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Metal Crown Bit 굴진시 다소의 저항이 있으며 압력을 가하여 굴진가능</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 세편내지 단주상으로 회수됨 (보통 3~5m 정도)</li> <li>• 암질에 따라 틀리나 TCR : 10~40%내외</li> <li>• RQD 측정은 거의 불가능한 상태</li> <li>• 균열간격은 5cm 내외</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 균열부위를 따라 풍화가 상당히 진척되어 대부분의 광물이 다소 풍화된 상태로서 균열이 없는 곳은 다소 신선한 상태</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 기반암 조직 유지</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SPT 불가</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 일부 세립질 암석이나 석영맥, 규암 등은 코아회수가 불가능한 경우가 있음</li> <li>• 125~400 kgf/cm<sup>2</sup></li> </ul>

(표 계속)

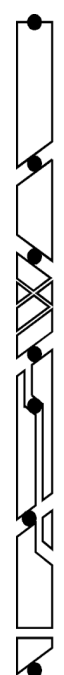
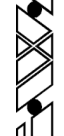
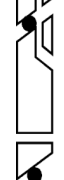
구 분	굴진방향	코아형태	풍화변질상태	조 직	SPT	비 고
보통암	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Metal Crown Bit로 굴진이 가능하나 Diamond Bit 사용시 코아 회수율을 높일 수 있음</li> <li>• 암질에 따라 차이가 있으나 30cm 굴진에 10 ~ 30 분 소요</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 단주상 ~ 장 주상으로 채취 (보통 5 ~ 10cm정도)</li> <li>• 암질에 따라 다르나 TCR : 40 ~ 60% 내외이며 RQD 측정 가능</li> <li>• 균열간격은 5 ~ 15cm(평균 10cm)내외이나 신선한 부분은 20 ~ 30cm간격인 경우도 있음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 균열부위를 따라 풍화가 약간 진척된 곳도 있으나 대체로 암 내부는 신선한 편</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 기반암 조직</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SPT 불가</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 400 ~ 800 kgf/cm<sup>2</sup></li> </ul>
경 암	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diamond Bit를 사용하지 않으면 굴진하기 곤란한 암반</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 대부분 장주상으로 채취되나 일부 파쇄대에서는 단주상으로 채취</li> <li>• 암질에 따라 틀리나 TCR : 60%이상 내외</li> <li>• RQD 보통이상 (40~50%)</li> <li>• 균열간격 20 ~ 30cm 이상</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 신선한 상태</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 기반암 조직</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SPT 불가</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 800 ~ 1200 kgf/cm<sup>2</sup></li> </ul>

- 암을 판정·분류하는 기준은 건설표준품셈을 비롯하여 그 기준이 다양하나 시공시는 주로 건설표준품셈의 강도기준에 의거하여 분류하고 있다. 지반조사 시 채취되는 시편의 상태는 시공 중 채취되는 시편과 형상, 균열상태 등 여러 면에서 차이가 있으므로 조사 굴진 중 관찰되는 여러 가지 현상을 종합적으로 참조하여 판단할 수 있도록 상기와 같이 기준을 수립하였다. 그러나 일부 특수한 암반에서는 상기기준을 벗어날 수도 있다.

2 RQD에 의한 암반분류

개 요	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1966년 Deere에 의해 제안</li> <li>• 코어회수율(TCR : Total Core Recovery)을 발전시킨 개념인 RQD(Rock Quality-Designation)는 절리의 발달간격을 나타내는 암반특성을 파악하는 중요한 판단요소</li> </ul>
특 징	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 신속하게 불연속면의 간격을 정량화, 주관적인 차이가 적음</li> <li>• 절리의 방향성, 밀착성, 충전물, 지반응력 등을 고려할 수 없음</li> </ul>

RQD 및 TCR 산정방법

구 분	산 정 방 법	모 식 도
T C R	<ul style="list-style-type: none"> <li>• TCR(Total Core Recovery) :코어회수율</li> </ul> $TCR(\%) = \frac{\text{회수된 Core 길이}}{\text{총 시추길이}} \times 100\%$ <p>예) TCR = (38+17+7+20+35)/200 x 100% = 59%</p>	 <p>L=38cm L=17cm L=7cm L=20cm</p>
R Q D	<ul style="list-style-type: none"> <li>• RQD(Rock Quality Designation) :암질상태</li> </ul> $RQD(\%) = \frac{10\text{cm 이상인 Core길이의 합}}{\text{총 시추길이}} \times 100\%$ <p>예) RQD = (38+17+20+35)/200 x 100% =55%</p>	 <p>L=0 no pieces &gt; 10cm L=7cm</p>
내 용	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 코어의 형상에 따라 암질의 차이발생</li> <li>• RQD에 의한 분류시 동일한 값을 나타내더라도 부분적 파쇄대의 유무등 차이가 있으므로 주상도에는 반드시 암질의 풍화상태, 절리간격, 절리형태, 거칠기, 절리각도 등을 반드시 기재</li> </ul>	 <p>L=35cm</p>

RQD에 의한 암반기술

RQD범위	100 ~ 91	90 ~ 76	75 ~ 51	50 ~ 26	25 ~ 10
암반등급	I	II	III	IV	V
암질상태	매우양호	양호	보통	불량	매우불량

### 3 한국산업규격(KS F 2530)에 의한 암반의 분류기준

구 분	일축압축강도 (kgf/cm <sup>2</sup> )	참 고 치	
		흡 수 율(%)	겉보기 비중
연 암	100 미만	15 이상	약 2.0 미만
보통암	100~500	5~15	약 2.0~2.5
경 암	500 이상	5 미만	약 2.5~2.7

### 4 건교부 표준지반분류에 의한 암반분류

구 분	지질조사에 의한 분류기준	지 질 특 성
연 암	<ul style="list-style-type: none"> <li>• TCR : 20~40%, RQD : &lt; 25%</li> <li>• J<sub>s</sub> : 6~20cm</li> <li>• 일축압축강도(건조상태) : 700~1,000kgf/cm<sup>2</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 암의 내부를 제외하고 균열을 따라 다소 풍화가 진척되었으며, 장식 및 유색광물이 변색됨 (심한풍화~보통풍화)</li> <li>• 해머로 1~2회 치면 둔탁음을 내고 부서지거나 갈라짐</li> </ul>
보통암	<ul style="list-style-type: none"> <li>• TCR : 40~70%, RQD : 25~50%</li> <li>• J<sub>s</sub> : 15~30cm</li> <li>• 일축압축강도(건조상태) : 1,000~1,300kgf/cm<sup>2</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 절리면을 따라 다소 풍화진행, 석영을 제외한 장식 및 유색 광물이 일부 변색됨 (보통풍화~약간풍화)</li> <li>• 해머 타격시 탁음을 내고 2~3회에서 갈라지며 갈라진면이 날카로움</li> </ul>
경 암	<ul style="list-style-type: none"> <li>• TCR : &gt; 70%, RQD : &gt; 50%</li> <li>• J<sub>s</sub> : 20~50cm</li> <li>• 일축압축강도(건조상태) : 1,300~1,600kgf/cm<sup>2</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 대체로 신선하며 절리면을 따라 약간풍화, 암 내부는 대체로 신선함 (약간풍화~신선)</li> <li>• 해머 타격시 금속음을 내고 잘 부서지지 않으며 튀는 경향을 보임</li> </ul>

### 5 탄성파속도에 따른 암반의 분류

구 분	그 룹	자연상태의 탄성파속도 (km/sec)	암 편 탄성파속도 (km/sec)	암 편 내압강도 (kgf/cm <sup>2</sup> )	비 고
풍화암	A	0.7~1.2	2.0~2.7	300~700	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 내압강도</li> <li>-시편 : 5cm 입방체</li> <li>-노건조 : 24시간</li> <li>-수중침윤 : 2일</li> <li>-내압시험</li> <li>-시험방향(가압방향) : z축(겉면에 수직)</li> <li>• 암편 탄성파속도</li> <li>-시편 : 두께 15~20cm 상하면이 평행선</li> <li>-측정방향 : x축(겉면에 평행)</li> </ul>
	B	1.0~1.8	2.5~3.0	100~200	
연 암	A	1.2~1.9	2.7~3.7	700~1,000	
	B	1.8~2.8	3.0~4.3	200~500	
보통암	A	1.9~2.9	3.7~4.7	1,000~1,300	
	B	2.8~4.1	4.3~5.7	500~800	
경 암	A	2.9~4.2	4.7~5.8	1,300~1,600	
	B	4.1 이상	5.7 이상	800 이상	
극경암	A	4.2 이상	5.3 이상	1,800 이상	

## 6 서울특별시 표준지반 분류기준

구분	정성적 특성 (노두나 굴착기의 노출지반조사 시)	시추조사 시 분류기준
퇴적토	<ul style="list-style-type: none"> <li>원 지반에서 분리·이동되어 다른 곳에 퇴적된 층으로 대체로 원지반보다 연약하며 입자의 크기나 구성에 따라 세분</li> </ul>	흙의 통일 분류법으로 세분함
풍화토	<ul style="list-style-type: none"> <li>조암광물이 대부분 완전 풍화되어 암석으로서의 결합력을 상실한 풍화 잔류토로서 절리의 대부분은 풍화산물인 점토 등 2차 광물로 충전되어 흔적만 보이고 포화 시 전단강도가 현저히 저하되기도 하며, 손으로 쉽게 부수어지는 지반</li> </ul>	N < 50회/10cm 흙의 통일 분류법으로 세분함
풍화암	<ul style="list-style-type: none"> <li>심한풍화로 암석 자체의 색조가 변색되었으며, 충전물로 채워지거나 열린 절리가 많고, 가벼운 해머 타격에 쉽게 부수어지며, 칼로 흠집을 낼 수 있음</li> </ul>	TCR ≥ 10% RQD < 10% N ≥ 50회/10cm q <sub>u</sub> < 100kgf/cm <sup>2</sup>
연 암	<ul style="list-style-type: none"> <li>절리면 주변의 조암광물은 보통 풍화되어 변색되었으나 암석내부는 부분적으로 약한 풍화가 진행 중이며, 해머 타격에 둔한소리가 나면서 파괴되고 일부 열린 절리가 있으며, 절리간격은 대부분이 밀착되어 있고, 절리간격이 넓은</li> </ul>	TCR ≥ 30% RQD ≥ 10% q <sub>u</sub> ≥ 100kgf/cm <sup>2</sup> J <sub>s</sub> ≥ 20cm
보통암	<ul style="list-style-type: none"> <li>절리면에서 약간 풍화가 진행되어 일부 변색되었으나 암석은 강한 해머 타격에 다소 맑은 소리가 나면서 깨어지고, 절리면의 대부분이 밀착되어 절리간격이 넓은</li> </ul>	TCR ≥ 60% RQD ≥ 25% q <sub>u</sub> ≥ 500kgf/cm <sup>2</sup> J <sub>s</sub> ≥ 60cm
경 암	<ul style="list-style-type: none"> <li>조암광물의 대부분이 거의 신선하며, 암석은 강한 해머 타격에 맑은 소리가 나면서 깨어지고, 절리면은 잘 밀착되어 있으며, 절리간격이 매우 넓은</li> </ul>	TCR ≥ 80% RQD ≥ 50% q <sub>u</sub> ≥ 1,000kgf/cm <sup>2</sup> J <sub>s</sub> ≥ 200cm
극경암	<ul style="list-style-type: none"> <li>거의 완전하게 신선한 암으로 절리면은 잘 밀착되어 있고 강한해머 타격에 맑은 소리가 나면서 잘 깨어지지 않으며, 절리간격은 극히 넓은</li> </ul>	TCR ≥ 80% RQD ≥ 75% q <sub>u</sub> ≥ 1,500kgf/cm <sup>2</sup> J <sub>s</sub> ≥ 300cm

### 3.3.2 암반의 기재방법

- 암석코아에 대하여 코아회수율, 암질지수, 풍화정도, 색상, 코아크기, 암석명, 강도, 절리간격 등 기술
- 풍화상태에 대한 기술은 아래 표의 기준에 따라 기술하였으며 색은 암석의 기본색(황색, 회색, 청색 또는 녹색)에 담(연한)과 암(진한)의 명암 및 혼색에 대한 서술용어를 사용
- 암석코아의 강도는 표를 참조하여 기술하였으며, 절리간격은 암석코아의 절리나 파쇄면 사이의 간격을 의미하며 아래 표를 참조하여 표시

#### 1 풍화 정도에 의한 분류

풍 화 정 도	분 류 기 호	풍 화 작 용
신선한암반 (Fresh)	D - 1	• 풍화작용의 흔적이 없는 상태
약간풍화 (Slightly Wethered)	D - 2	• 불연속면을 따라 미약한 풍화작용이 시작되고 있으나 암석자체에는 아무런 풍화작용이 일어나지 않는 상태
보통풍화 (Moderately Wethered)	D - 3	• 암석의 표면에서부터 풍화가 진행 중이며, 색조는 변색되어 있으나 손으로 부스러뜨릴 수 없는 상태
심한풍화 (Highly Wethered)	D - 4	• 암석 내부까지 풍화가 진행 중이며 점토광물이 협재 되고 부분적으로 쉽게 부스러뜨릴 수 있는 상태
완전풍화 (Completely Wethered)	D - 5	• 암석 전체가 완전풍화를 받아 흙으로 변화되었으나 모암의 원 조직과 구조를 지니며, 부분적으로 풍화를 받지 않는 암편을 함유한 상태










#### 2 강도에 의한 분류

풍 화 정 도	분 류 기 호	암 종	암 상 태
매우 강함 (Very Hard)	S - 1	경 암	경 암
강함 (Hard)	S - 2		보통암
보통 강함 (Medium Hard)	S - 3	연 암	
약함 (Soft)	S - 4	풍화암	
매우 약함 (Very Soft)	S - 5	토 사	

### 3 절리간격에 의한 분류

절 리 간 격	분 류 기 호	기 술 용 어
100cm 이상	F - 1	• 괴 상 (Solid)
20~100cm	F - 2	• 약간균열 (Slightly Fractured)
10~20cm	F - 3	• 보통균열 (Moderately Fractured)
5~10cm	F - 4	• 균 열 (Fractured)
5cm 미만	F - 5	• 심한균열 (Highly Fractured)

### 4 절리형상에 의한 분류

구 분	계단형(Stepped)	파동형(Undulating)	평면형(Planar)
거 칠 음 (Rough)			
완 만 (Smooth)			
경 면 (Slickensided)			

### 5 코어(Core)의 형상 구분

구 분	코어(Core)형상	코어(Core)길이	상 태
I	장 주 상	30cm 이상	-
II	봉 상	15 ~ 30cm 이상	-
III	단 주 상	5 ~ 15cm 이상	거의 대부분원형 코어
IV	암 편 상	5 이하	원형이 아닌 코어 많음
V	역 상	-	코어의 모양이 남아 있음
VI	모 래 상	-	코어의 모양이 없음

### 6 색깔(Color)

- 암반의 기본색(황색, 갈색, 회색, 청색 또는 녹색)에 담(연함)과 암(진한)의 명암 및 혼색에 대한 서술 용어를 사용

## 제4장

# 지반조사 결과

4.1 지형 및 지질

4.2 현장조사

4.3 현장시험

## 제4장 지반조사 결과

### 4.1 지형 및 지질

#### 4.1.1 지형특성 분석

- 본 조사지역의 위치는 대전광역시 구성동 일원이다.
- 산계 : 조사지역의 북동쪽으로 매봉산(144.4m), 화봉산 및 우성이산(178.7m)이 인접해있고, 북쪽으로 금병산(365.2m), 서쪽으로 갑하산(468.7m), 남쪽으로 도솔산 등으로 둘러싸인 분지 지형을 이룬다.
- 수계 : 과업부지 남쪽으로 갑천이 북동으로 흘러 금강으로 유입된다.

#### 4.1.2 지질특성 분석

- 본 과업부지는 유성 지질도폭(한국지질도, 1:50,000)에 해당된다.
- 유성지역은 지질학적으로 선캠브리아기의 변성암류와 시대미상의 향산리층군(편암류)과 화강암류를 중생대 쥐라기 화성암류가 관입관계로 놓이며, 이후 중생대 백악기의 반암 및 암맥류들이 누차 관입하였고 최종적으로 신생대 제4기의 충적층이 이들을 부정합 관계로 덮고 있다.
- 조사지역의 지질은 시대미상의 복운모 화강암 및 상부 충적층으로 나타난다.

#### ● 지질도 (유성 지질도폭, 1:50,000, 한국지질자원연구원)



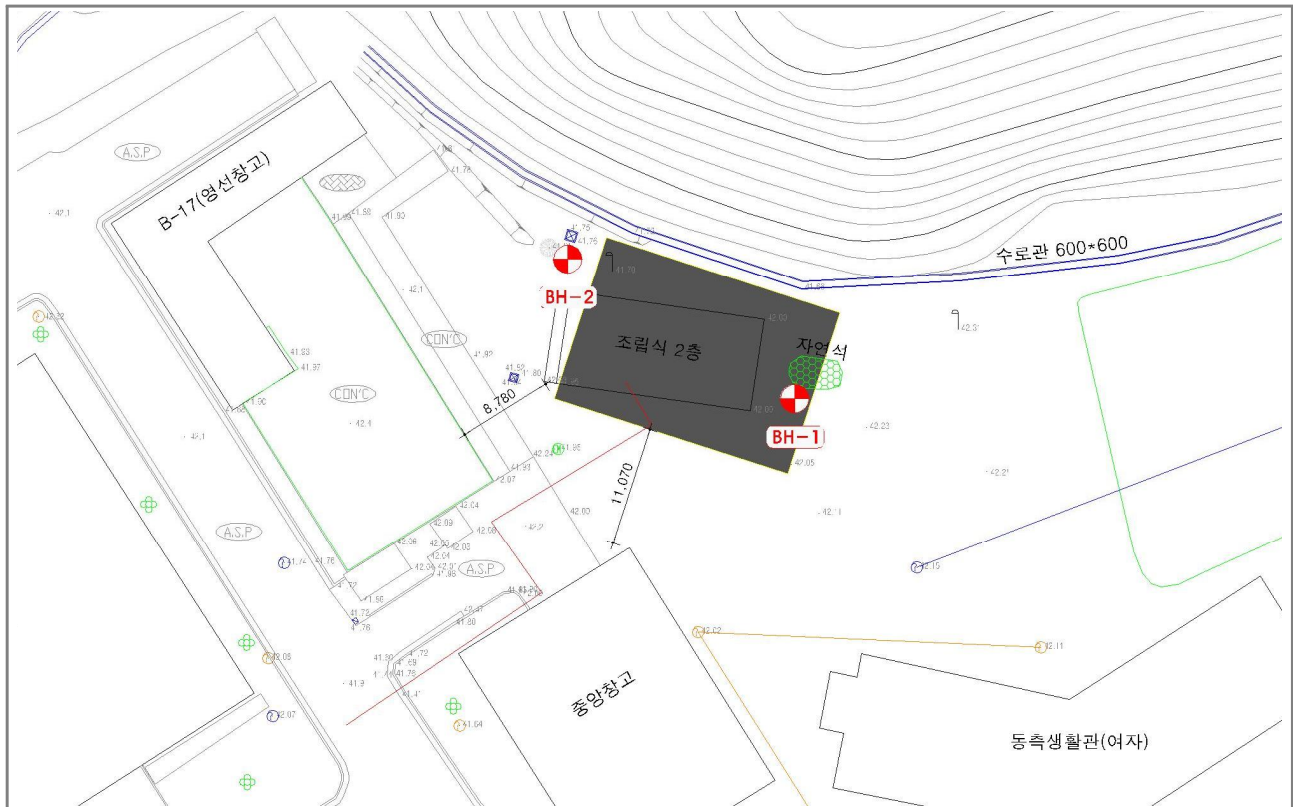
## 4.2 현장조사

### 4.2.1 시추조사

- 조사위치도에 표시한 바와 같이 각 조사지점을 답사한 후 지층의 구성상태, 지반의 공학적 성질 등 전반적인 자료를 획득할 수 있도록 총 2개소의 시추조사를 NX규격으로 실시하였다.

#### 1 조사위치 및 표고

구 분	조 사 위 치	표 고 (EL.+m)	굴진심도 (GL.-m)	비 고
BH-1	위치도 참조	현 지반고	10.8	
BH-2	"	"	11.5	



2 시추조사 결과(지층개황)

- 지반조사 결과 개략적인 층서는 지표로부터 매립층, 총적층, 풍화암, 기반암층으로 구성되어 있으며 지층에 대한 내용은 다음과 같다.

● 시추조사 결과

공 번	지 층	심 도 (GL.-m)	두 께 (m)	구 성 상 태	N 치 (회/cm)	TCR/RQD (%)
BH-1	매립층	0.0~1.7	1.7	소량 자갈섞인 실트질 모래	2/30	-
	총적층	1.7~5.5	3.8	실트질 모래	2/30~3/30	-
	총적층	5.5~7.8	2.3	점토질 모래	3/30~4/30	-
	보통암	7.8~10.8	3.0	화 강 암	-	87/63
BH-2	매립층	0.0~1.3	1.3	소량 자갈섞인 실트질 모래	3/30	-
	총적층	1.3~5.5	4.2	소량 자갈섞인 세립~중립질 모래	7/30~12/30	-
	풍화암	5.5~9.5	4.0	굴진시 암편섞인 실트질 모래로 분해	50/7~50/3	-
	연 암	9.5~11.5	2.0	화 강 암	-	70/24

● 지층분포 현황

공 번	지 층 두 께 (m)					굴진심도 (m)
	매립층	총적층(모래)	풍화암	연 암	보통암	
BH-1	1.7	6.1	-	-	3.0	10.8
BH-2	1.3	4.2	4.0	2.0	-	11.5

● 매 립 층

본 부지정리를 위하여 인위적으로 성토, 개량한 토양으로 조사지역의 최상부 층을 이룬다. 본 조사시 매립층은 지층 최상부에서 출현하며, 지표로부터 1.3~1.7m의 층후를 가진다. 구성성분은 소량 자갈섞인 실트질 모래로 조사되었으며, 표준관입시험에 의한 N치는 2/30~3/30(회/cm)로 매우느슨한 상대밀도로 시험되었다. 색조는 주로 갈색을 띤다.

● 총 적 층 (퇴 적 층)

본 층은 과거 하천 및 해저의 물 등에 의하여 운반된 쇄설물 또는 풍화된 토사들이 퇴적된 지층을 말한다. 본 조사의 퇴적층은 매립층 이후 1.3~1.7m에서 출현하며, 4.2~6.1m의 층후로 조사되었다.

구성성분은 실트질 모래, 점토질 모래 및 소량 자갈섞인 세립~중립질 모래로 분포하며, 표준관입시험에 의한 N치는 2/30~12/30(회/cm)로 매우느슨~보통조밀의 상대밀도로 시험되었다. 색조는 주로 회색, 암회색, 담갈색을 띤다.

● **중 화 암 층**

풍화암은 모암의 조직과 형태는 그대로 유지하고 있으나, 역학적인 성질과 입자간의 결합력은 대부분 상실하여 노출되면 가벼운 타격에도 쉽게 분해된다. 따라서 풍화토와 풍화암은 육안으로 명확히 구별하기 어려우므로 일반적으로 표준관입시험결과 N치가 50/10(회/cm) 이상인 지층(지질조사 표준품셈)으로 정의한다. 본 조사지역에서 풍화암의 분포심도는 BH-2번 공에서 지표 하 5.5m에서 출현하며, 4.0m의 층후로 조사되었다. 구성성분은 굴진 시 암편섞인 실트질 모래로 분해되며, 색조는 주로 암갈색을 띤다.

● **기 반 암 층**

본 조사에서 기반암의 암종은 화강암으로 조사되었다. 기반암은 암반강도, 풍화도, TCR/RQD 및 불연속면의 상태 등을 종합적으로 고려하여 연암 및 보통암으로 구분하였다. 기반암의 출현심도는 지표 하 7.8~9.5m이며, 기반암 출현후 2.0~3.0m의 층후로 시추종료 하였다. 암편상~장주상의 Core를 회수하였으며, TCR(코어회수율)는 70~87%, RQD(암질지수)는 24~63%로 조사되었다. 색조는 주로 담회색~청회색, 회갈색을 띤다.

4.2.2 공내수위 측정

• 공내수위 측정은 시추종료 후 시추공 내에서 1차로 실시하였으며, 지하수위는 지질 및 지형적인 요인과 계절에 따른 강수량의 영향에 의해 변화되며 하절기 풍수기에는 지하수위가 상승하고 동절기 갈수기에는 하강하는 경향을 보인다. 한편 대규모 토공으로 절성토가 이루어지면 지하수위는 새로운 지형 조건에 의해 변화하는 것이 일반적이다. 시추공별 지하수위 측정결과는 다음과 같다.

● **공내수위 측정 결과**

구 분	지반고(EL.+m)	공내수위(GL.-m)	공내수위(EL.+m)	지 층
BH-1	현 지반고	4.7	-	충적층
BH-2	"	4.7	-	충적층

\* 공내수위는 향후 계절, 환경 및 주위여건의 변화에 따라 다소의 변동이 예상됨

### 4.3 현장시험

#### 4.3.1 표준관입시험

- 원위치에 있는 흙의 연경도 및 상대밀도를 파악하기 위하여 시추조사와 병행하여 표준관입시험이 실시되었으며, 각 공의 심도별 표준관입시험 결과는 다음과 같다.

#### ● 표준관입시험 결과

심 도(m)	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0
공 번							
BH-1	2/30	2/30	3/30	3/30	3/30	3/30	4/30
BH-2	3/30	7/30	8/30	10/30	12/30	50/7	50/3

#### 4.3.2 하향식 탄성파탐사(Downhole Test)

- 내진 설계기준은 국토교통부 제정 내진설계 일반(KDS 17 10 00 - 2018. 12) 및 건축물 내진설계기준(KDS 41 17 00 - 2019. 3)에 근거하여 지반분류를 적용하였다.
- 금회 실시한 지층에 대한 동적물성치 결과 및 지반등급은 아래와 같다.

#### 1 분류기준 및 지진계수 (지반충격계수, 지진구역계수, 위험도계수)

#### ● 전단파속도를 이용한 지반의 분류 (내진설계 일반, KDS 17 10 00 - 2018. 12)

지반 종류	지반종류의 호칭	분 류 기 준	
		기반암 깊이, H (m)	토층평균전단파속도, $V_{s,soil}$ (m/s)
S <sub>1</sub>	암반 지반	1 미만	-
S <sub>2</sub>	얕고 단단한 지반	1~20 이하	260 이상
S <sub>3</sub>	얕고 연약한 지반		260 미만
S <sub>4</sub>	깊고 단단한 지반	20 초과	180 이상
S <sub>5</sub>	깊고 연약한 지반		180 미만
S <sub>6</sub>	부지 고유의 특성평가 및 지반응답해석이 필요한 지반		

- 국지적인 토질조건, 지질조건과 지표 및 지하 지형이 지반운동에 미치는 영향을 고려하기 위하여 지반을 표와 같이 S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub>, S<sub>3</sub>, S<sub>4</sub>, S<sub>5</sub>, S<sub>6</sub> 의 6종으로 분류한다. 다만, 기반암은 전단파속도가 760 m/s 이

상인 지층으로 정의한다.

- 토층의 평균전단파속도( $V_{s,soil}$ )는 탄성파시험 결과가 있을 경우 이를 우선적으로 적용한다. 이때, 탄성파시험은 시추조사를 바탕으로 가장 불리한 시추공에서 수행하는 것을 원칙으로 한다.
- 기반암 깊이와 무관하게 토층평균전단파속도가 120 m/s 이하인 지반은 S<sub>5</sub> 지반으로 분류한다.
- 지반종류 S<sub>6</sub>은 부지 고유의 특성평가 및 지반응답해석이 필요한 지반으로 다음과 같다.
  - ① 액상화가 일어날 수 있는 흙, 예민비가 8 이상인 점토, 붕괴될 정도로 결합력이 약한 붕괴성 흙과 같이 지진하중 작용 시 잠재적인 파괴나 붕괴에 취약한 지반
  - ② 이탄 또는 유기성이 매우 높은 점토지반(지층의 두께 > 3 m)
  - ③ 매우 높은 소성을 띤 점토지반(지층의 두께 > 7 m이고, 소성지수 > 75)
  - ④ 층이 매우 두껍고 연약하거나 중간 정도로 단단한 점토(지층의 두께 > 36 m)
  - ⑤ 기반암이 깊이 50m를 초과하여 존재하는 지반

● 건축물 내진설계기준 추가 (KDS 41 17 00 - 2019. 3)

- 지반의 분류는 KDS 17 10 00의 4.2.1.2를 따른다. 단, 건축물의 특성을 반영하여 아래와 같이 수정하여 적용할 수 있다.
  - ① 기반암깊이가 3m 미만인 경우 S<sub>1</sub> 지반으로 볼 수 있다.
  - ② 기반암의 위치가 기준면으로부터 30m를 초과하는 경우 상부 30m에 대한 평균 전단파속도를 토층의 평균전단파속도( $V_{s,soil}$ )로 볼 수 있다.
  - ③ 대상지역의 지반을 분류할 수 있는 자료가 충분하지 않고, 지반의 종류가 S<sub>5</sub> 일 가능성이 없는 경우에는 지반종류 S<sub>4</sub>를 적용할 수 있다.

● 평균 전단파속도 산정방법

- 현 지반고를 향후 정지될 지반의 바닥면(FGI.)으로 가정하였으며, 각 토층의 두께를 고려한 하부 구간의 평균 전단파 속도를 산정하기 위하여 아래의 식을 이용하여 구하였다. 또한, 토층 i 전단파 속도는 각 측정 구간별 전단파 속도의 평균치로 산정하였다.

$$\bar{V}_s = \frac{\sum_{i=1}^n d_i}{\sum_{i=1}^n \frac{d_i}{v_{si}}}$$

여기서,  $\bar{V}_s$  = 평균 전단파 속도  
 $d_i$  = 토층 i의 두께(m)  
 $v_{si}$  = 토층 i의 전단파 속도(m/sec)

● 지진구역 계수

지진구역	행 정 구 역		지진구역 계수
I	시	서울, 인천, 대전, 부산, 대구, 울산, 광주, 세종	0.11g
	도	경기, 충북, 충남, 경북, 경남, 전북, 전남, 강원 남부*	
II	도	강원 북부**, 제주	0.07g

\* 강원 남부(군, 시) : 영월, 정선, 삼척, 강릉, 동해, 원주, 태백

\*\* 강원 북부(군, 시) : 홍천, 철원, 화천, 횡성, 평창, 양구, 인제, 고성, 양양, 춘천, 속초

● 위험도 계수

평균재현주기(년)	50	100	200	500	1,000	2,400	4,800
위험도 계수, I	0.40	0.57	0.73	1	1.4	2.0	2.6

2 적용 단위중량

- 동적물성치 산정시 적용 단위중량은 별도의 밀도검증이 수행되지 않아 문헌자료에 제시된 값을 토대로 적용하였다.

● 지층별 적용 단위중량

구 분	지 층	적용 단위중량 (KN/m <sup>3</sup> )	구 성 성 분
BH-1	매립층	17.0	소량 자갈섞인 실트질 모래
	충적층(모래)	17.0	실트질 모래, 점토질 모래
	보통암	24.0	화 강 암

3 시험결과 (BH-1)

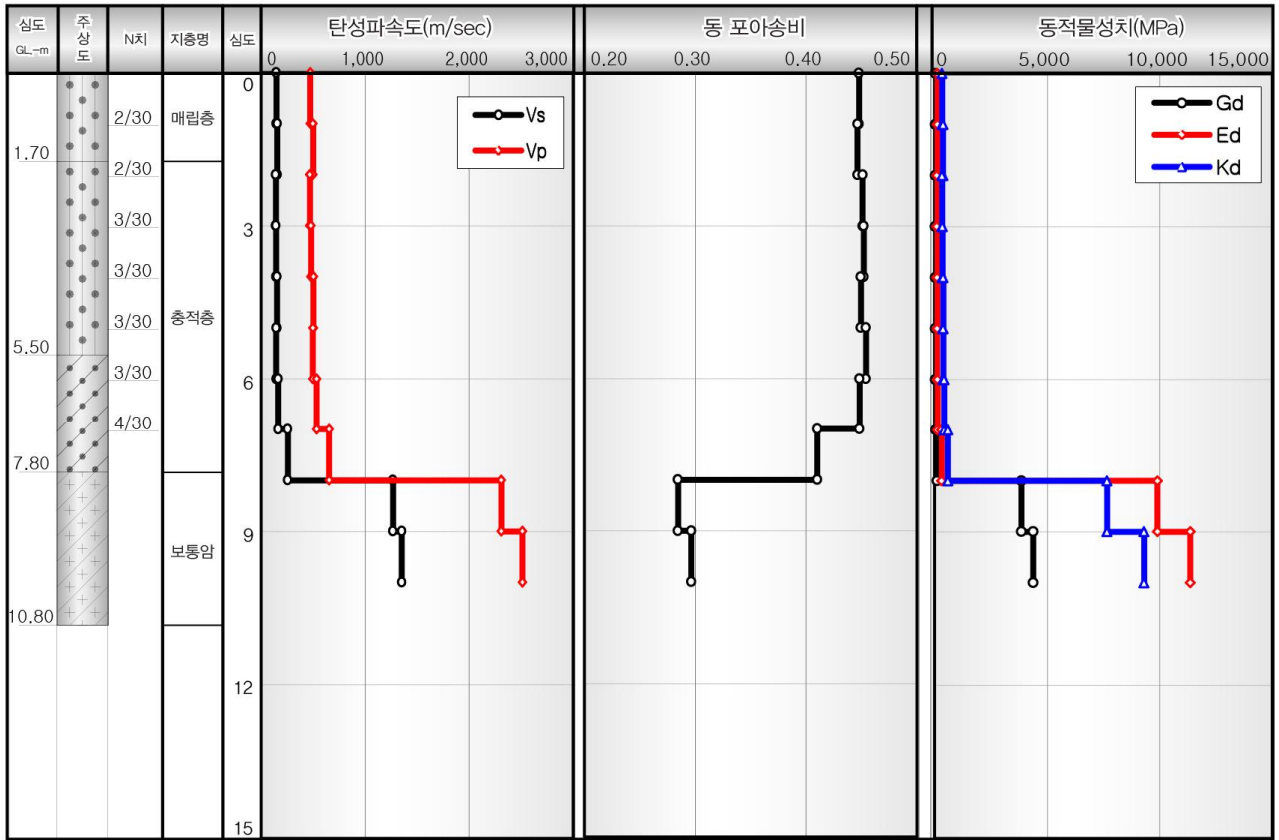
● 지층별 동적 물성치

지층	심도 (GL.- m)	V <sub>p</sub> (m/sec)	V <sub>s</sub> (m/sec)	동포아송비 ( <i>v<sub>d</sub></i> )	동적 물 성 치 (MPa)		
					전단탄성율( <i>G<sub>d</sub></i> )	체적탄성율( <i>K<sub>d</sub></i> )	동탄성계수( <i>E<sub>d</sub></i> )
매립층	0.0~1.0	471	145	0.448	36	330	103
	1.0~2.0	498	155	0.446	41	367	118
충적층 (모래)	2.0~3.0	468	140	0.451	33	327	96
	3.0~4.0	479	142	0.452	34	344	99
	4.0~5.0	502	152	0.449	39	376	114
	5.0~6.0	497	144	0.454	35	372	103
	6.0~7.0	532	163	0.448	45	421	131
	7.0~8.0	654	255	0.410	111	579	312
보통암	8.0~9.0	2,309	1,267	0.285	3,855	7,660	9,904
	9.0~10.0	2,513	1,351	0.296	4,383	9,307	11,364

● 지층별 지반 동적 물성치 평균값

지 층	심도 (m)	V <sub>p</sub> (m/sec)	V <sub>s</sub> (m/sec)	동포아송비 ( <i>v<sub>d</sub></i> )	동적물성치 (MPa)		
					<i>G<sub>d</sub></i>	<i>K<sub>d</sub></i>	<i>E<sub>d</sub></i>
매립층	0.0~2.0	484	150	0.447	38	347	110
충적층(모래)	2.0~8.0	515	159	0.448	43	394	124
보통암	8.0~10.0	2,407	1,308	0.290	4,106	8,427	10,598

● 결과그래프



● 지반분류 산정

구 분	평균 전단파속도(m/sec)	지반분류	지반종류의 호칭	지진구역	지진구역계수
BH-1	156.4	S <sub>3</sub>	얇고 연약한 지반	I	0.11g

- BH-1 시험결과 기반암(전단파 속도 760m/s 이상)이 지표 하 8.0~9.0m 구간에서 출현하며, 건축물 내진설계기준(KDS 41 17 00)에 의해 0.0~8.0m 구간 평균 전단파속도로 산정하였다.
- 지표 하 8.0m 까지 평균 전단파 속도는 156.4m/sec이며, 지반분류는 S<sub>2</sub> 로 구분된다.

## 제5장

# 기 초 에 대 한 검 토

5.1 기초형식 검토

5.2 지지력 일반사항

5.3 허용지지력

5.4 시공시 유의사항

# 제5장 기초에 대한 검토

## 5.1 기초형식 검토

### 5.1.1 기초형식 검토

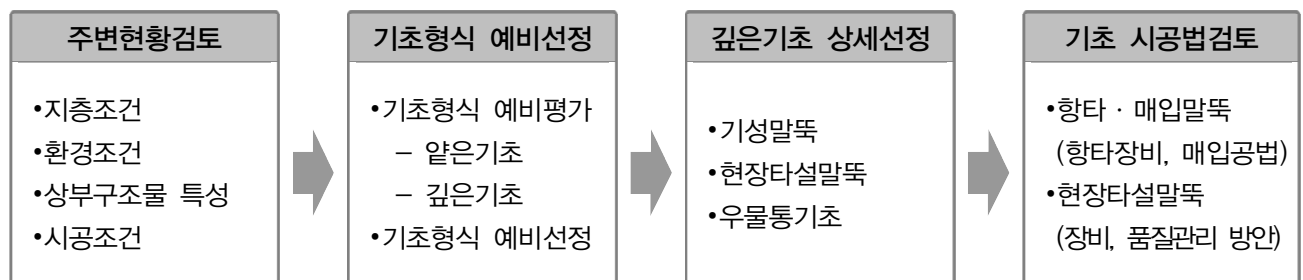
#### 1 일반사항

- 기초는 상부구조를 안전하게 지지하고 유해한 장애를 일으키지 않도록 그 형식을 선정하여 설계하여야 한다. 여기서 유해한 장애란 지반의 강도가 부족하여 파괴가 발생하는 것과 파괴는 발생하지 않지만 지반이 과대한 변형을 일으켜서 구조물의 큰 침하, 부등 침하로 인한 경사 등이 일어나는 것을 의미한다.
- 따라서, 직접기초에서는 기초 Slab 형상, 크기 및 기초 근입 깊이 등의 결정과 말뚝기초에서는 말뚝의 종류, 크기, 본수, 배치 및 길이 등의 설계를 행하는데 있어서 지반의 지지력과 변형을 고려하여 그 결과를 종합해 최종적인 설계를 행하여야 한다.

#### 2 기초형식의 분류

구분	내용	종류
얕은 기초 (직접기초)	• 기초 폭(B) > 기초 근입 심도(Df) 경우로서 상부 구조물의 하중을 지반으로 직접 전달시키기 위하여 지지층 위에 놓이는 기초로 그 종류는 다음과 같다.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 독립 FOOTING 기초</li> <li>• 복합 FOOTING 기초</li> <li>• 연속 FOOTING 기초</li> <li>• Cantilever식 FOOTING 기초</li> <li>• 전면기초</li> </ul>
깊은 기초 (말뚝기초)	• 기초 폭(B) < 기초 근입 심도(Df) 경우로서 상부지반이 연약해 기초 저면의 토층이 허용 지지력을 갖지 못하여 그 지반 위에 기초를 직접 놓을 수 없으므로 상부하중을 지중 심부의 견고한 지반까지 전달시키는 기초로 그 종류는 다음과 같다.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 말뚝(Pile) 기초</li> <li>• Caisson 기초</li> <li>• Pier 기초</li> </ul>

#### 3 기초형식의 선정흐름



● 기초형식 선정표(1/2)

선 정 조 건		기 초 형 식	직접기초	타입말뚝			중굴말뚝	현장타설말뚝				케이스	
				R C 말뚝	P C 말뚝	강관말뚝		R C D 말뚝	올케이스말뚝	어스드릴말뚝	심초말뚝	오픈케이스	뉴매틱케이스
지 형 및 지 질 조 건	굴착하는 지반의 상태	중간층이 극히 연약	△	◎	◎	◎	△	○	○	×	×	○	△
		중간층이 연약	△	◎	◎	◎	○	○	◎	△	△	◎	○
		중간층에 극히 단단한 층이 있다.	○	×	△	○	○	○	○	○	○	△	◎
		중간층에 큰 자갈층이 있다.	○	×	×	×	△	△	△	△	○	△	◎
	지지 지반의 상태	중간층에 5m 이상의 세사층이 있다.	○	△	○	◎	△	○	△	△	○	△	◎
		상층연약으로 하층 양호	○	◎	◎	◎	○	○	◎	△	△	◎	○
		5cm이하의 자갈층이 있다.	◎	△	△	△	○	○	○	○	○	◎	◎
		5~10cm의 자갈층이 있다.	◎	△	△	△	○	○	○	△	○	◎	◎
	지지 지반의 상태	10~50cm의 자갈층이 있다.	○	×	×	△	△	×	△	×	○	△	○
		경사되었다.(30이상)	◎	△	△	○	○	△	◎	△	◎	△	○
		요철이 심하다	◎	△	△	○	△	◎	◎	◎	◎	○	○
		지하수의 상태	지하수위가 지표면에 가깝다	△	◎	◎	◎	○	◎	◎	○	△	◎
	지하 수의 상태	용수량이 극히 많다	△	◎	◎	◎	△	◎	○	△	×	○	◎
		지표에서 2m이상의 피압지하수	×	◎	◎	◎	×	×	×	×	×	△	○
지하수 유속 3m/min이상		×	◎	◎	◎	○	×	×	×	×	△	○	
구조물의 특성		하중규모	연직하중이 작다(지간 20m이하)	◎	◎	◎	○	○	○	○	○	○	○
	연직하중이 보통(지간 20-50m)		◎	◎	◎	◎	○	◎	◎	◎	○	◎	○
	연직하중이 크다(지간 50m이상)		◎	○	○	◎	○	◎	◎	○	○	◎	◎
	수평하중이 작다		◎	◎	◎	○	○	○	○	◎	○	○	△
	수평하중이 크다		◎	△	○	○	△	○	○	○	○	◎	◎
	지지방식	선단지지	◎	◎	◎	◎	○	○	○	○	◎	◎	◎
마찰지지		×	◎	◎	◎	△	△	△	△	×	×	×	
유 동 화 되 는 지 반		×	△	○	◎	○	○	○	○	○	◎	◎	

(주) ◎:시공실적이 많다. ○ :시공실적이 있다. △ :시공실적이 적다. ×:시공실적이 거의 없다.  
 (깊은기초, 한국지반공학회 1993. 2, p30)

● 기초형식 선정표(1/2)

선 정 조 건		기 초 형 식	직접기초	타입말뚝			중굴말뚝	현장타설말뚝				케이슨		
				R C 말뚝	P C 말뚝	강관말뚝		R C D 말뚝	올케이싱말뚝	어스드릴말뚝	심초말뚝	오픈케이슨	뉴매틱케이슨	
시 공 조 건	시공심도 (m)	2 ~ 5		◎	○	△	△	△	×	×	△	○	△	×
		5 ~ 15		○	◎	○	○	○	△	○	○	◎	◎	◎
		15 ~ 25		△	○	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
		25 ~ 40		×	×	△	◎	△	◎	○	△	×	◎	○
		45 ~ 50		×	×	×	◎	×	◎	△	×	×	△	△
		50 ~ 60		×	×	×	◎	×	◎	×	×	×	△	×
	기초변 의시공 지름또 는	15 ~ 30cm		×	◎	△	×	×	×	×	×	×	×	×
		30 ~ 50cm		×	◎	◎	◎	○	×	×	×	×	×	×
		50 ~ 80cm		×	△	◎	◎	◎	×	×	×	×	×	×
		80cm ~ 1.0m		×	×	◎	◎	◎	◎	◎	◎	×	×	×
		1.0 ~ 1.2 m		×	×	○	○	○	◎	◎	◎	×	×	×
		1.2 ~ 1.5m		×	×	△	○	△	◎	◎	◎	×	×	×
		1.5 ~ 2m		○	×	×	△	×	○	○	×	○	×	×
		2 ~ 4m		○	×	×	×	×	△	×	×	◎	×	×
		4m 이상		◎	×	×	×	×	×	×	×	×	◎	◎
	시공 조건	수상시공	수심 5m 미만	○	◎	◎	◎	△	◎	×	×	×	◎	◎
			수심 5m 이상	×	△	△	△	△	△	×	×	×	◎	◎
		작업공간이 좁다		◎	△	△	△	△	○	△	△	◎	○	○
경사말뚝의 시공		-	◎	◎	◎	△	×	○	×	×	-	-		
환 경 조 건	저진동·저소음		◎	×	×	×	○	◎	○	◎	◎	○	○	
	인접구조물에 대한 영향		○	×	×	△	○	◎	◎	○	△	△	○	
	유해가스의 영향		△	◎	◎	◎	◎	◎	○	○	×	◎	×	

(주) ◎:시공실적이 많다. ○ :시공실적이 있다. △ :시공실적이 적다. ×:시공실적이 거의 없다.  
 (깊은기초, 한국지반공학회 1993. 2, p30)

## 5.2 지지력 일반사항

### 5.2.1 얇은기초(직접기초)

#### 1 일반고려사항

지 지 층	<ul style="list-style-type: none"> <li>기반암층이 5.0m 이내에 분포하는 경우</li> <li>경제성 및 시공성을 고려하여 8.0m 내외라도 직접기초가 유리한 경우</li> <li>동결심도를 고려하여 최소 1.0m 이상의 근입심도 결정</li> </ul>
지 지 력	<ul style="list-style-type: none"> <li>이론식, 경험식, 현장시험결과 등을 검토하고 관련문헌을 참조하여 산정</li> <li>허용지지력 &gt; 설계반력</li> <li>하중합력의 작용위치는 저면폭의 1/6이내(지진시에는 1/3이내)</li> </ul>
침 하 량	<ul style="list-style-type: none"> <li>기초침하량 &lt; 허용침하량</li> <li>부등침하각 &lt; 허용부등 침하각</li> </ul>
기타 고려사항	<ul style="list-style-type: none"> <li>지하수위 영향 고려</li> <li>침하량 산정시 강성 · 연성 기초의 구별을 위한 상대강성도 고려</li> </ul>

#### 2 검토방법

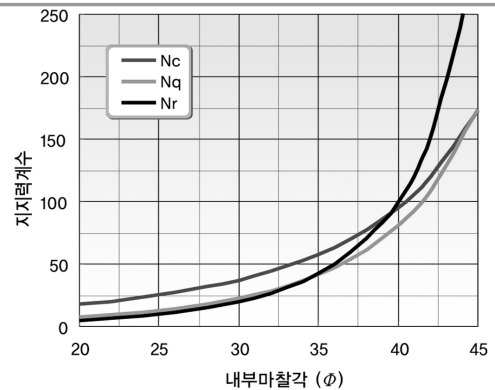
구 분	풍화암 지지	기반암 지지
정역학적 공식	<ul style="list-style-type: none"> <li>Terzaghi(1943)</li> <li>General Bearing Capacity Equation – Meyerhof(1963)</li> <li>– Hansen(1970)</li> <li>– Vesic(1974)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Terzaghi(Stagg &amp; Zienkiewicz)</li> <li>Hoek &amp; Brown</li> <li>Goodman의 제안식</li> <li>Bell의 제안식</li> </ul>
현장시험에 의한 방법	<ul style="list-style-type: none"> <li>수정 Meyerhof</li> <li>Terzaghi &amp; Peck (1974)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>공내재하시험 결과 이용</li> <li>RQD를 이용한 방법</li> </ul>
관련문헌에 의한 방법	<ul style="list-style-type: none"> <li>구조물기초설계 기준(DM 7.2)</li> <li>철도설계기준(철도교편)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Canadian Foundation Eng. Manual</li> <li>AASHTO 시방서(1996)</li> </ul>

### 5.2.2 정역학적 공식에 의한 방법

#### 1 Terzaghi 지지력 공식

$$q_u = \alpha c N_c + \beta \gamma_1 B' N_r + \gamma_2 D_f N_q$$

- $q_u$  : 극한지지력(tf/m<sup>2</sup>)
- $c$  : 기초지반의 흙의 점착력(tf/m<sup>2</sup>)
- $\gamma_1$  : 기초저면하의 흙의 단위중량(tf/m<sup>3</sup>)
- $\gamma_2$  : 근입깊이내의 흙의 단위중량(tf/m<sup>3</sup>)
- $\alpha, \beta$  : 기초의 형상계수
- $N_c, N_\gamma, N_q$  : 지지력 계수



2 Terzaghi의 기초형상계수

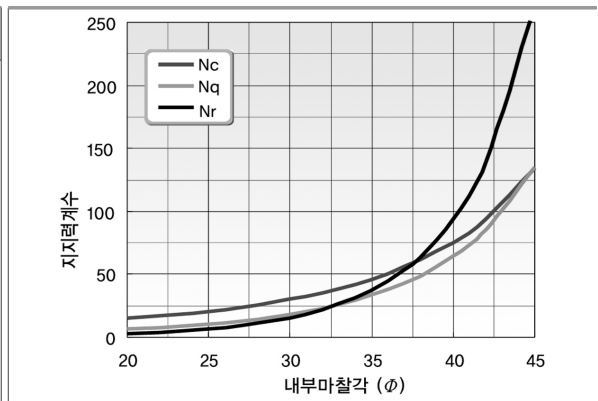
형상계수	연속기초	원형기초	정사각형기초	직사각형기초
$\alpha$	1.0	1.3	1.3	$1+0.3B/L$
$\beta$	0.5	0.3	0.4	$0.5-0.1B/L$

주) B: 기초의 단변길이, L: 기초의 장변길이

3 Meyerhof 지지력 공식

$$q_u = cN_c s_c d_c + qN_q s_q d_q + 0.5\gamma_1 B N_\gamma s_\gamma d_\gamma$$

- $N_q = e^{\pi \tan \phi} \tan^2(45 + \frac{\phi}{2})$
- $N_c = (N_q - 1) \cot \phi$
- $N_\gamma = (N_q - 1) \tan(1.4\phi)$



4 Hansen 지지력 공식

$$q = cN_c s_c d_c i_c g_c b_c + qN_q s_q d_q i_q g_q b_q + 0.5\gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma b_\gamma$$

- 형상계수와 경사계수는 같이 사용하지 않도록 규정
- 3축압축시험에 의한  $\phi$  값을 쓸 때는
  - $\Phi_{ps} = \Phi_{\text{triaxial}} \times 1.1$
- $N_\gamma = 1.5(N_q - 1) \tan \phi$
- s : 형상계수
- d : 근입깊이계수
- i : 하중경사계수
- b : 기초면계수
- g : 지반계수

5 수정 Meyerhof 지지력 공식

- $q_a = 2.0 N F_d \frac{S}{25} (\text{tf/m}^2)$        $B \leq 1.2\text{m}$  인 경우
- $q_a = 1.2 N \left[ \frac{B+0.3}{B} \right]^2 F_d \frac{S}{25}$        $B > 1.2\text{m}$  인 경우

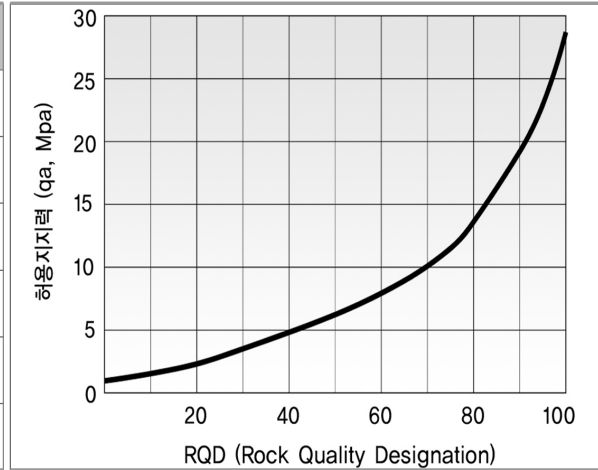
- 표준관입시험결과를 이용한 지지력 산정방법
- 최대침하량 25mm를 전제로 한 허용지지력

- $q_a$  : 허용지지력 (tf/m<sup>2</sup>)
- S : 최대침하량 25mm
- $F_d$  : 깊이계수 =  $1 + 0.33 \frac{D_f}{B} \leq 1.33$
- N : 보정된 표준관입시험값 (기초저면 상부 0.5B에서 하부 2B~3B까지의 평균값)

### 5.2.3 현장조사 및 시험에 의한 방법

#### 1 RQD에 의한 암반의 허용지지력

암 질	RQD (%)	허용지지력 (tf/m <sup>2</sup> )
매우 양호	90~100	2,000~3,000
양 호	75~90	1,200~2,000
보 통	50~75	650~1,200
불 량	25~50	300~650
매우 불량	0~25	100~300
-	0	100



- RQD는 층 경계면의 RQD를 제외한 값중 최소값을 적용하여 보간법으로 지지력 산정
- 기초아래의 허용접지압력은 암반내의 결함에 관련된 침하에 지배를 받는다고 제안
- 절리가 발달한 암에 대하여 기초의 허용접지압을 RQD의 함수로 나타냄
- RQD값은 기초저면에서부터 기초폭(B)까지의 평균 RQD

#### 2 공내재하시험에 의한 암반의 허용지지력

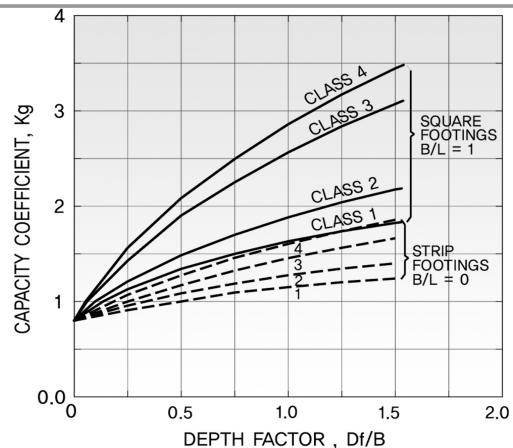
$$q_u = K_g(P_L - P_0) + \sigma_{t0}$$

- $K_g$  : 기초형상과 흙의 종류에 따른 지지력계수
- $P_L$  : 공내재하시험시의 한계압력(tf/m<sup>2</sup>)
- $P_0$  : 초기압력, 기초위치에서 전체수평압력(tf/m<sup>2</sup>)
- $\sigma_{t0}$  : 기초저면 높이에서의 초기 상재압력(tf/m<sup>2</sup>)

- $d_e$  : 등가기초근입깊이,  $= \frac{1}{P_{Le}} \int_0^D P_L(z) dz$
- $P_{Le}$  : 등가한계압력,  $= \sqrt[3]{P_{L1} \cdot P_{L2} \cdot P_{L3}}$
- $P_1$  : 기초면 위쪽 B되는 곳의 순한계 압력
- $P_2$  : 기초면의 순한계 압력
- $P_3$  : 기초면 아래쪽 B되는 곳의 순한계 압력

#### ● 지지력계수 $K_g$

- 기초의 근입깊이까지 지반의 강도가 변화함을 고려하기 위한 것으로 지표로부터 근입깊이 까지의 강도가 일정한 경우에는 기초 근입깊이를 그대로 적용할 수 있으며,  $K_g$  값은 안전측으로 최소값인 0.8을 적용



● **지반종류에 따른 순한계압력**

지반종류 번호	지반분류	순한계압력(KP <sub>a</sub> )
1	<ul style="list-style-type: none"> <li>연약한 정도로부터 중간정도 굳은 점성토</li> <li>실트</li> </ul>	0~1,200 0~700
2	<ul style="list-style-type: none"> <li>굳은 점성토</li> <li>조밀한 실트</li> <li>느슨한 모래</li> <li>매우 약한 강도의 암반</li> </ul>	1,800~4,000 1,200~3,000 400~800 1,000~3,000
3	<ul style="list-style-type: none"> <li>모래와 자갈</li> <li>약한 암반</li> </ul>	1,000~2,000 3,000~6,000
4	<ul style="list-style-type: none"> <li>매우 조밀한 모래와 자갈</li> <li>중간부터 높은 강도의 암반</li> </ul>	3,000~6,000 6,000~10,000

**5.2.4 침하량에 대한 안정성 검토**

1 문헌에서 제안하고 있는 허용 침하량

● **최대 허용 침하량(Sowers, 1962)**

침하형태	구조물의 종류	최대침하량(cm)
균등침하	배수시설	15.0~30.0
	석축 및 벽돌구조	2.5~5.0
	뺨대구조	5.0~10.0
	굴뚝 사일로매트	7.5~30.0

● **구조물의 종류에 따른 허용 침하량**

구분	구조형식	허용침하량(cm)
Baumann (1873)	철근콘크리트구조	4.0
Jenny (1985)	철근콘크리트구조	5.0~7.5
Purdy (1891)	-	7.5~12.5
Simpson (1934)	철근콘크리트구조	10.0~12.5
Terzagh & Peck (1934)	철근콘크리트구조	5.0
Tschebotarioff (1951)	연와구조	5.0~7.5

(구조물기초설계기준 해설)

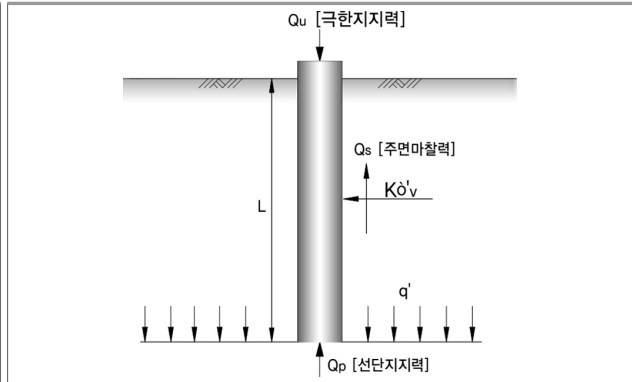
### 5.2.5 말뚝기초 지지력 검토

#### 1 고려사항

- 말뚝기초의 지지력은 시공법 및 지지층의 지반특성에 따라 산정방법이 다양
- 정역학적 공식에 의한 방법, 현장시험에 의한 방법 및 문헌에 따른 경험값 등을 종합적으로 검토

#### 2 말뚝기초의 지지개념

- $Q_u = Q_p + Q_s - Q_n$
- 깊은기초의 선단지지는 얕은기초의 파괴개념에 이론적 접근모델을 도입한 개념으로, 제안자들에 의해 여러 가지 파괴개념이 도입되었으나 현위치 거동이 지반특성과 파일 크기, 하중규모에 따라 다름



#### 3 선단지지력 산정방법

지지층		지지력 산정방법
토사층 (풍화암)	선단지지력 및 주면마찰력	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 표준관입시험 N치를 이용한 방법</li> <li>• 구조물기초설계기준에 의한 방법(NAVFAC DM7)</li> <li>• Janbu의 제안식</li> <li>• Meyerhof의 제안식</li> <li>• Vesic의 제안식</li> <li>• 공내재하시험(PMT)에 의한 방법</li> </ul>
점성토층의 주면마찰력	점성토층의 주면마찰력	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>\alpha</math> 방법</li> <li>• <math>\beta</math> 방법</li> <li>• <math>\lambda</math> 방법</li> </ul>

### 5.2.6 말뚝의 연직지지력 산정방법

#### 1 표준관입시험 N치를 이용한 방법(Meyehof 1976)

$Q_u = mN'A_p + n\bar{N}A_s$	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 극한지지력 : <math>Q_u = Q_p + Q_s</math></li> <li>• 선단지지력 : <math>Q_p = mN'A_p</math></li> <li>• 주면마찰력 : <math>Q_s = n\bar{N}A_s</math></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>m = 3(L_b/D) \leq 30, mN' \leq 1500</math> <math>n = 0.2, n\bar{N} \leq 10</math></li> <li>• <math>N', \bar{N}</math> 는 50을 상한으로 적용</li> <li>• <math>N' = C_N \cdot N</math> : 보정한 N치 <math>C_N = 0.77 \log_{10}(20/\sigma'_v)</math> (<math>\sigma'_v \geq 2.5 \text{ tf/m}^2</math>)</li> </ul>

2 구조물기초 설계기준(NAVFAC DM7.2)

● 선단지지력

$Q_p = q_p \cdot A_p = (c N_c + q' N_q) \cdot A_p$	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>A_p</math> : 말뚝의 선단면적(<math>m^2</math>)</li> <li>• <math>c</math> : 지반의 점착력(<math>tf/m^2</math>)</li> <li>• <math>q'</math> : 선단에서의 유효상재압(<math>tf/m^2</math>)</li> <li>• <math>N_c, N_q</math> : 지지력계수</li> </ul>
--	---

● 지지력계수  $N_q$

$\phi$ (°)	26	28	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
$N_q$ (타입말뚝)	10	15	21	24	29	35	42	50	62	77	86	120	145
$N_q$ (현장타설말뚝)	5	8	10	12	14	17	21	25	30	38	43	60	72

● 주변마찰력(사질토 지반)

$Q_s = \sum f_s \cdot A_s = (K_s \sigma'_v \tan \delta) \cdot A_s$	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>A_s</math> : 말뚝의 주변면적(<math>m^2</math>)</li> <li>• <math>K_s</math> : 법선토압계수</li> <li>• <math>\delta</math> : 말뚝표면과 흙의 마찰각</li> <li>• <math>\sigma'_v</math> : 유효상재압(<math>tf/m^2</math>)</li> </ul>
--	---

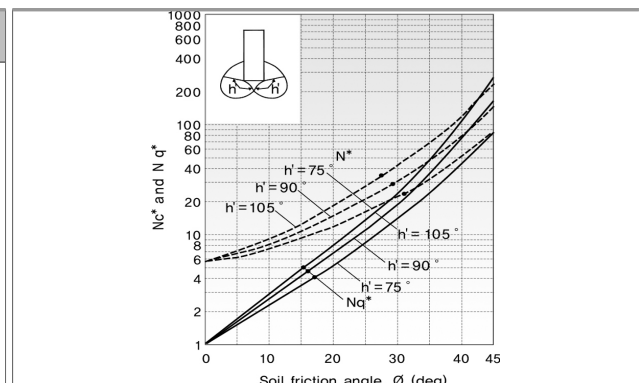
● 법선토압계수( $K_s$ )

● 말뚝표면과 흙의 마찰각( $\delta$ )

말뚝의 형태	$K_s$		말뚝의 형태	$\delta$
	느슨한 모래	빡빡한 모래		
타입 H말뚝	0.5	1.0	강말뚝 콘크리트말뚝 나무말뚝	· 20 3/4 $\phi$ 3/4 $\phi$
타입치환말뚝	1.0	1.5		
타입치환썰기형 말뚝	1.5	2.0		
타입사수말뚝	0.4	0.9		
굴착말뚝 ( $B \leq 1500mm$ )	0.7		$\delta$ : 말뚝과 주변 흙 사이의마찰각으로 Aas(1966)의 추천치 사용	

3 Janbu의 제안식

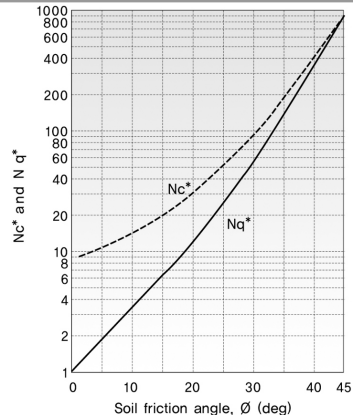
$Q_p = A_p (c N_c^* + q' N_q^*)$
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>N_q^* = (\tan \phi + \sqrt{1 + \tan^2 \phi})^2 \exp(2\eta' \tan \phi)</math></li> <li>• <math>N_c^* = (N_q^* - 1) \cot \phi</math></li> <li>• <math>N_c^* = 5.74</math> (<math>\phi = 0</math> 일 경우)</li> </ul>



4 Meyerhof의 제안식

$$Q_p = A_p (c N_c^* + q' N_q^*)$$

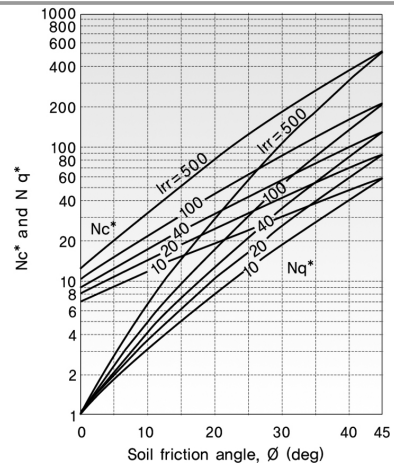
- $N_q^*$  : 지지력계수
- $N_c^* = (N_q^* - 1) \cot \phi$
- $A_p$  : 말뚝의 선단면적( $m^2$ )
- $c$  : 지반의 점착력( $tf/m^2$ )



5 Vesic의 제안식

$$Q_p = A_p (c N_c^* + q' N_q^*)$$

- $N_q^* = \frac{3}{3 - \sin \phi} \left\{ \exp \left[ \left( \frac{\pi}{2} + \phi \right) \tan \phi \right] \left( 45^\circ + \frac{\phi}{2} \right) I_{rr}^{\frac{1.333 \sin \phi}{1 + \sin \phi}} \right\}$
- $N_c^* = \frac{4}{3} (\ln I_{rr} + 1) + \frac{\pi}{2} + 1 \quad (\phi = 0 \text{ 일 경우})$
- $I_{rr} = \frac{I_r}{1 + \epsilon_v I_r}$
- $I_r = \frac{E_s}{2(1 + \nu)(c + q' \tan \phi)} = \frac{G}{(c + q' \tan \phi)}$



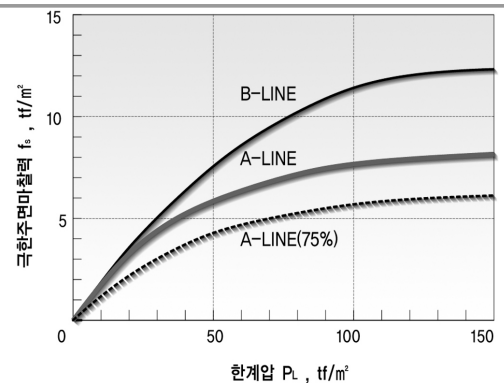
6 공내재하시험(PMT)에 의한 지지력 산정

$$Q_u = A_p [\overline{P_{oh}} + K_g (P_L - \overline{P_{oh}})] + A_s f_s$$

- $\overline{P_{oh}}$  : 정지상태의 수평응력 ( $tf/m^2$ )
- $P_L$  : 한계압( $tf/m^2$ )
- $K_g$  : 지반조건에 따른 지지력 계수

Pressuremeter 시험의 한계압( $P_L$ )과 극한주면마찰력( $f_s$ )의 관계

지 반	말뚝종류	적 용
사질토	• 배토공법 - 무치환 콘크리트 말뚝 - 치환 강말뚝	A-Line
	• 비배토공법 - 치환 콘크리트 말뚝	B-Line
점성토	• 콘크리트, 나무말뚝	A-Line
	• 강말뚝	A-Line의 75%



● **지반조건에 따른 경험값  $K_g$**

지 반 조 건	구 분	$P_{Ln}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	지지력계수 $K_g$	
			타입말뚝	착공말뚝
연약 내지 중간점토	1	0~20	2.0	1.8
느슨한점토		0~7		
느슨한모래	2	4~8	3.6	3.2
조밀한실트		12~30		
굳은점토		18~40		
연약하고 잘부스러지는 풍화암		10~30		
중밀의 모래자갈	3	10~20	5.8	5.2
중간 굳기의 풍화암		40~100		
매우 조밀한 모래자갈	4	30~60	9.0	7.1
중간 내지 굳은암		60~100 *		

※  $P_{Ln}$  : 순한계압  $P_{Ln} = (P_L - \overline{P_{oh}})$

**5.2.7 말뚝본체의 허용지지력**

- 말뚝기초의 허용지지력은 지지력산정방법에 의한 허용지지력과 말뚝본체의 허용지지력 중 작은 값

**1 말뚝본체의 허용압축하중 산정방법**

$Q_a = \left(1 - \frac{\mu_1 + \mu_2}{100}\right) \sigma_{ca} \cdot A_{p(net)}$	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>\mu_1</math> : 세장비의 저감율 = <math>L/D - n</math></li> <li>• <math>\mu_2</math> : 이음에 대한 저감율</li> <li>• <math>\sigma_{ca}</math> : 말뚝재료의 허용압축응력</li> <li>• <math>n</math> : 허용응력을 감소하지 않아도 되는 <math>L/D</math>의 상한값</li> </ul>
---	--

● **장경비에 의한 허용응력 감소의 한계치**

말뚝종류	RC 말뚝	PC 말뚝	PHC 말뚝	강관말뚝	현장타설말뚝
n	70	80	85	100	60
장경비의 상한계	90	105	110	130	80

● **말뚝이음에 의한 허용하중 감소율**

이음방법	용접이음	볼트식이음	충전식이음
감소율	5% /개소	10% /개소	최초2개소 20% /개소 3개소 때 30% /개소

### 5.2.8 연직침하량 검토방법

#### 1 구조물 기초설계기준 및 탄성계수법(Das)

<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>S_t = S_1 + S_2 + S_3</math> - 구조물기초설계기준</li> <li>• <math>S_t = S_s + S_p + S_{ps}</math> - 탄성계수법(Das)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>S_1, S_s</math> : 말뚝자체의 압축으로 인한 침하</li> <li>• <math>S_2, S_p</math> : 말뚝선단의 하중에 의한 침하</li> <li>• <math>S_3, S_{ps}</math> : 말뚝주변의 지반침하로 인한 말뚝침하</li> </ul>
--	---

#### 2 구조물의 종류와 허용침하량(구조물기초설계기준 해설)

제 안 자	구 조 형 식	허용침하량(cm)	허용각변위(rad)
Baumann(1873)	철근콘크리트구조	4.0	-
Jenny(1885)	철근콘크리트구조	5.0~7.5	-
Purdy(1891)	-	7.5~12.5	-
Simpson(1934)	철근콘크리트구조	10.0~12.5	-
Terzaghi(1934)	철근콘크리트구조	5.0	-
	연와구조	-	1/280
Terzaghi and Peck(1948)	철근콘크리트구조	5.0	1/320
Tschebotarioff(1951)	연와구조	5.0~7.5	-
Ward and Green(1952)	연와구조	-	1/480
Meyerhof(1953)	철근콘크리트구조	-	1/300
	철근콘크리트구조	-	1/1000
	연와구조	-	1/600
大崎(1956)	철근콘크리트구조	-	1/600~1/1000

## 5.3 허용지지력

## 5.3.1 지반의 허용지지력

## 1 확대기초의 지지력 경험치(U.S. Dpt. of the Navy, 1982)

지 지 층	현장 연경도 상태	허용지지력 (tf/m <sup>2</sup> )	
		범 위	추천값
괴상의 결정질 화강암, 변성암 : 화강암, 섬록암, 현무암, 완전히 고결된 역암	경질이 신선한 암	650-1,070	860
엽리성의 변성암 : 슬레이트, 편암	중간경질이 신선한 암	320-430	375
퇴적암 : 시멘트화된 경질의 셰일, 실트암, 사암, 동공이 없는 석회암	중간경질이 신선한 암	160-270	215
풍화되거나 파쇄된 모암, 이질암(셰일)이외의 모든 암, RQD < 25	연 암	85-130	105
컴팩션 셰일(compaction shale)이나 신선한 이질암	연 암	85-160	105
입도분포가 양호한 세립토 모래자갈의 혼합물 : 빙하 퇴적물, 하드팬(hardpan), 점성토 섞인 자갈(GW-GC, GC, SC)	매우 조밀함	85-130	105
자갈, 자갈-모래 혼합물, 호박돌-자갈 혼합물(GW, GP, SW, SP)	매우 조밀함		75
	중간정도 조밀	40-75	50
	느슨함	20-65	30
입자가 굵거나 중간정도의 모래, 자갈이 약간 섞인 모래(SW, SP)	매우 조밀함	40-65	40
	중간정도 조밀	20-40	30
	느슨함	10-30	15
가는모래, 실트질이나 점토질 중간정도 입도나 굵은 모래(SW, SM, SC)	매우 조밀함	30-50	30
	중간정도 조밀	20-40	25
	느슨함	10-30	15
균질한 점토, 모래질이나 실트질, 점토	균음	30-60	40
	중간정도 균음	10-30	20
	느슨함	5-10	5
실트, 모래질 실트, 점토질 실트, 교호된(varved) 실트-점토-세사층	매우 균음	20-40	30
	중간정도 균음	10-30	15
	연합	5-10	5

참고문헌 : 한국지반공학회, 1998, "구조물 기초 설계기준 해설"

2 지반종류별 허용지지력

지 반 종 류	허 용 지 내 력 (t/m <sup>2</sup> )
압	1. 경암 300 ~ 400 2. 중경암 180 ~ 240 3. 연암 60 ~ 120 4. 풍화암 40 ~ 60
자 갈	5. 고결된 자갈층 50 ~ 70 6. 자갈 35 ~ 40 7. 모래질 자갈 25 ~ 35
모 래	8. 조립 25 ~ 30 9. 세립 10 ~ 20 10. 사질점토 7 ~ 15
점 토	11. 견경점토 35 ~ 50 12. 단단한 점토 20 ~ 30 13. 점토 (수분이 적음) 10 ~ 20 14. 점토 (수분이 많음) 5 ~ 10

참고문헌 : 구조물기초설계 · 시공 기준, 일본토질공학회

3 기초지반별 허용지지력 요약

기초지반의 종류		평상시 (t/m <sup>2</sup> )	지진시 (t/m <sup>2</sup> )	N값	일축압축강도 (kg/cm <sup>2</sup> )	비 고
압 반	균열이 적은 균일한 경암	100	150	-	100 이상	
	균열이 많은 경암	60	90	-	100 이상	
	연암, 토단	30	45	-	10 이상	
자갈층	밀실한 것	60	90	-	-	
	밀실하지 않은 것	30	45	-	-	
모 래 지 반	밀한 것	30	45	30~50		표준관입시험의 N값이 15이하인 경우 기초지반으로는 부적당
	중간인 것	20	30	15~30		
점성토 지 반	매우 굳은것	20	30	15~30	2.0~4.0	
	굳은 것	10	15	8~15	1.0~2.0	
	중간인 것	5	7.5	4~ 8	0.5~1.0	

참고문헌 : 도로교 표준시방서, 건설부.

## 5.4 시공시 유의사항

시추조사 결과 과업구간의 지층구성은 매립층, 충적층, 풍화암층, 기반암층의 순으로 조사되었다. 일반적인 구조물의 지지층으로 예상되는 N치 50타 이상의 풍화대층은 지표로부터 약 6.0~7.8m에서 출현하며, 기반암의 출현심도는 7.8~9.5m에서 출현한다.

구조물의 기초 지지력 대해서는 반드시 만족되어야하며, 침하는 가급적 적음이 바람직하고 구조물의 기능을 만족하는 범위 이내로 발생되어야 한다.

기초선정방법에는 일반적으로 설계하중과 지지력을 비교하여 지지 지반이 기초 예정 면으로부터 4.0~5.0m이하로 내려갈 경우 공기와 경제성·작업여건 등을 고려할 때 깊은기초가 유리 하며, 이 내에는 지반개량(치환, 다짐 등)에 의한 얇은기초가 유리 할 것으로 본다.

이는 구조물의 지반조건, 시공조건 및 기초형상, 파괴조건(국부전단, 전반전단), 지하수조건, 편심등의 영향에 따라서 달라지며 정확한 자료산출을 위해서는 구조계산에 의한 기초검토가 필요하다.

지지력 판정에 있어서 정역학적 방법, 현장시험에 의한 방법, 재하시험에 의한 방법, 파동이론 및 말뚝항타 해석에 의한 방법 등으로 병행하여 비교·검토해야 되며, 최종적으로 시공시 재하시험등을 통해 지지력을 확인 및 확정해야 할 것이다.

지지력을 확인한 후 침하량을 검토하여 허용 침하량 이내에 있는지 확인해야하며 침하량이 클 경우는 지지력을 저감해야 한다. 특히 사질토의 경우 지지력이 확보되더라도 침하량이 더 Critical한 경우가 많으므로 반드시 검토해야 할 것이다.

금회 지반조사에서 측정된 공내수위는 GL(-) 4.7m 이며, 지하수위는 계절적 영향(갈수기, 홍수기) 인근지역의 지하수 이용여부, 토공사로 인한 지하수 유출, 공급수원의 원근 등과 같은 원인에 의해서 지하수위가 상승 및 하강될 수 있으므로 적절한 지하수 처리 대책이 강구되어야 할 것이다.

시추조사 성과는 조사지점의 수직적인 지층변화를 나타내는 것으로, 조사 지역의 횡단 방향의 지층변화는 직접 파악할 수 없으므로 지층 종류별 지층 경계선은 시추조사 결과와 지형을 고려하여 추정하여야 한다. 따라서 설계내용과 시공시 노출되는 지층이 다소 상이할 수 있으며, 반드시 현장 재하시험(예: 정재하시험, 동재하시험, 평판재하시험)을 실시하여 설계하중 이상의 지반 지지력 및 허용 침하량을 확보하여야 하며, 만일 지지력과 허용 침하량이 확보되지 않을 경우에는 기초지반보강 또는 기초형식보강 등을 재검토하여야 할 것이다.

## 제6장

## 결 언

6.1 위치선정

6.2 현장조사 결과

6.3 현장시험 결과

6.4 시공시 유의사항

## 제6장 결 언

“한국과학기술원 중대동물 및 행동실험동 신축공사” 과업을 대상으로 지반의 성층구조 및 토성을 파악하고 제반 기초공학적 자료를 수집하기 위하여 시추조사, 현장 원위치 시험을 실시하였으며, 이들 자료를 종합분석하여 검토한 결과는 다음과 같다.

### 6.1 위치선정

조사 위치는 현황 측량도 상에서 계획하여 현장을 답사한 후, 지형과 설계요건을 고려하여 최종적으로 확정하였다.

#### ● 시추조사위치

구 분	조 사 위 치	표 고 (EL.+m)	굴진심도 (GL.-m)	비 고
BH-1	위치도 참조	현 지반고	10.8	
BH-2	"	"	11.5	

### 6.2 현장조사 결과

#### 6.2.1 시추 조사

본 조사지역의 시추조사 및 원위치 시험을 토대로 지층 분포 상태를 살펴보면 아래 같다.

#### ● 지층분포 현황

공 번	지 층 두 겜 (m)					굴진심도 (m)
	매립층	충적층(모래)	풍화암	연 암	보통암	
BH-1	1.7	6.1	-	-	3.0	10.8
BH-2	1.3	4.2	4.0	2.0	-	11.5

#### 6.2.2 공내수위 측정

구 분	지반고(EL.+m)	공내수위(GL.-m)	공내수위(EL.+m)	지 층
BH-1	현 지반고	4.7	-	충적층
BH-2	"	4.7	-	충적층

\* 공내수위는 향후 계절, 환경 및 주위여건의 변화에 따라 다소의 변동이 예상됨

## 6.3 현장시험 결과

### 6.3.1 표준관입시험

#### ● 시험결과

심 도(m) 공 번	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0
BH-1	2/30	2/30	3/30	3/30	3/30	3/30	4/30
BH-2	3/30	7/30	8/30	10/30	12/30	50/7	50/3

### 6.3.2 하향식 탄성파탐사(Downhole Test)

#### 1 BH-1 시험결과

##### ● 지층별 지반 동적 물성치 평균값

지 층	심도 (m)	$V_p$ (m/sec)	$V_s$ (m/sec)	동포아송비 ( $\nu_d$ )	동적물성치 (MPa)		
					$G_d$	$K_d$	$E_d$
매립층	0.0~2.0	484	150	0.447	38	347	110
충적층(모래)	2.0~8.0	515	159	0.448	43	394	124
보통암	8.0~10.0	2,407	1,308	0.290	4,106	8,427	10,598

##### ● 지반분류 산정

구 분	평균 전단파속도(m/sec)	지반분류	지반종류의 호칭	지진구역	지진구역계수
BH-1	156.4	S <sub>3</sub>	얇고 연약한 지반	I	0.11g

- BH-1 시험결과 기반암(전단파 속도 760m/s 이상)이 지표 하 8.0~9.0m 구간에서 출현하며, 건축물 내진설계기준(KDS 41 17 00)에 의해 0.0~8.0m 구간 평균 전단파속도로 산정하였다.
- 지표 하 8.0m 까지 평균 전단파 속도는 156.4m/sec이며, 지반분류는 S<sub>2</sub> 로 구분된다.

## 6.4 시공시 유의사항

시추조사 결과 과업구간의 지층구성은 매립층, 충적층, 풍화암층, 기반암층의 순으로 조사되었다. 일반적인 구조물의 지지층으로 예상되는 N치 50타 이상의 풍화대층은 지표로부터 약 6.0~7.8m에 서 출현하며, 기반암의 출현심도는 7.8~9.5m에서 출현한다.

구조물의 기초 지지력 대해서는 반드시 만족되어야하며, 침하는 가급적 적음이 바람직하고 구조물의 기능을 만족하는 범위 이내로 발생되어야 한다.

기초선정방법에는 일반적으로 설계하중과 지지력을 비교하여 지지 지반이 기초 예정 면으로부터 4.0~5.0m이하로 내려갈 경우 공기와 경제성·작업여건 등을 고려할 때 깊은기초가 유리 하며, 이 내에는 지반개량(치환, 다짐 등)에 의한 얕은기초가 유리 할 것으로 본다.

이는 구조물의 지반조건, 시공조건 및 기초형상, 파괴조건(국부전단, 전반전단), 지하수조건, 편심등의 영향에 따라서 달라지며 정확한 자료산출을 위해서는 구조계산에 의한 기초검토가 필요하다.

지지력 판정에 있어서 정역학적 방법, 현장시험에 의한 방법, 재하시험에 의한 방법, 파동이론 및 말뚝항타 해석에 의한 방법 등으로 병행하여 비교·검토해야 되며, 최종적으로 시공시 재하시험등을 통해 지지력을 확인 및 확정해야 할 것이다.

지지력을 확인한 후 침하량을 검토하여 허용 침하량 이내에 있는지 확인해야하며 침하량이 클 경우는 지지력을 저감해야 한다. 특히 사질토의 경우 지지력이 확보되더라도 침하량이 더 Critical한 경우가 많으므로 반드시 검토해야 할 것이다.

금회 지반조사에서 측정된 공내수위는 GL(-) 4.7m 이며, 지하수위는 계절적 영향(갈수기, 홍수기) 인근지역의 지하수 이용여부, 토공사로 인한 지하수 유출, 공급수원의 원근 등과 같은 원인에 의해서 지하수위가 상승 및 하강될 수 있으므로 적절한 지하수 처리 대책이 강구되어야 할 것이다.

시추조사 성과는 조사지점의 수직적인 지층변화를 나타내는 것으로, 조사 지역의 횡단 방향의 지층변화는 직접 파악할 수 없으므로 지층 종류별 지층 경계선은 시추조사 결과와 지형을 고려하여 추정하여야 한다. 따라서 설계내용과 시공시 노출되는 지층이 다소 상이할 수 있으며, 반드시 현장 재하시험(예: 정재하시험, 동재하시험, 평판재하시험)을 실시하여 설계하중 이상의 지반 지지력 및 허용 침하량을 확보하여야 하며, 만일 지지력과 허용 침하량이 확보되지 않을 경우에는 기초지반보강 또는 기초형식보강 등을 재검토하여야 할 것이다.

## 제7장

## 부 록

7.1 지반조사 위치도

7.2 시추주상도

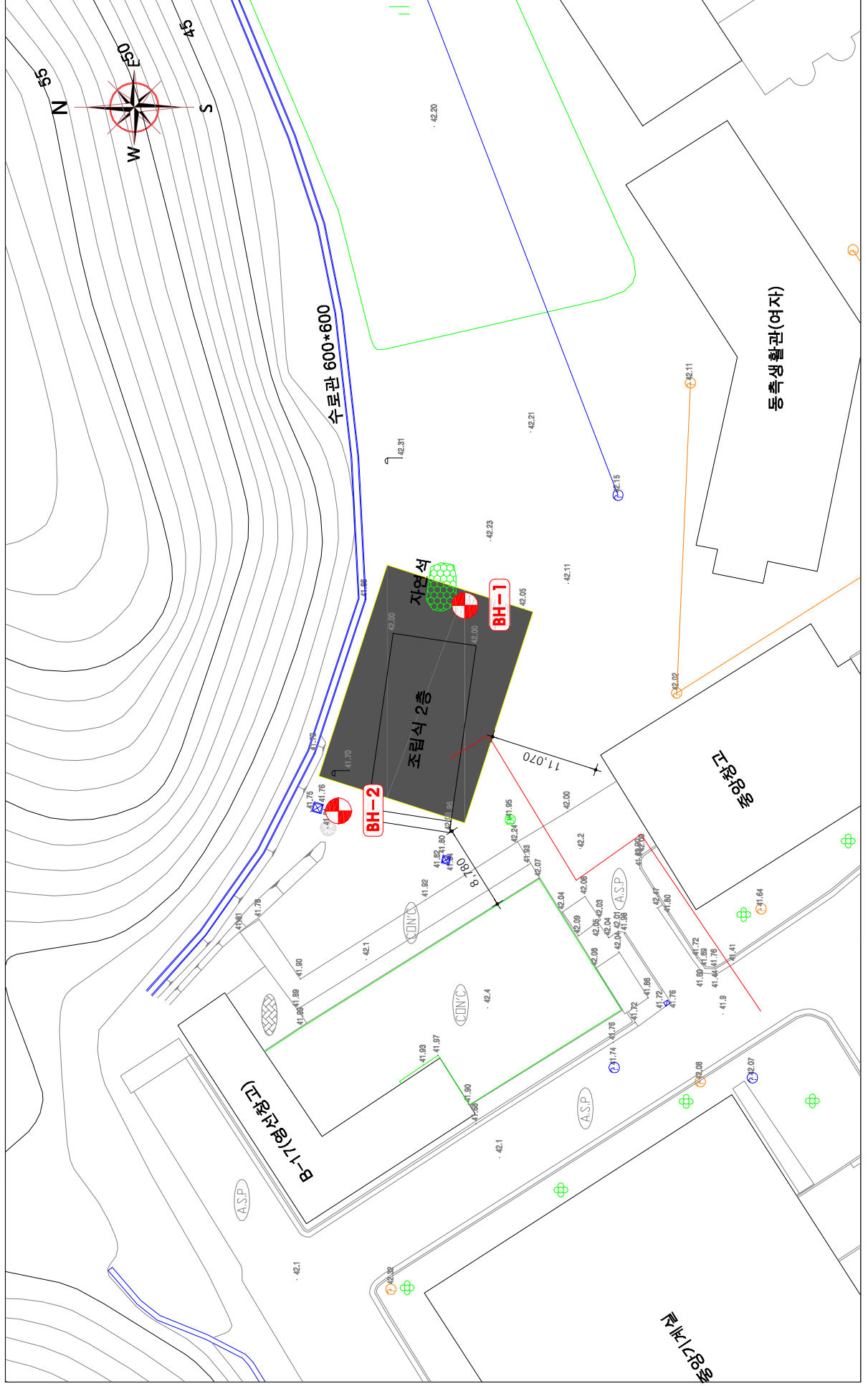
7.3 지층단면도

7.4 하향식 탄성파탐사 결과

7.5 사진대지

## **7.1 지반조사 위치도**

# 지반조사위치도



## 7.2 시 추 주 상 도

# 시 추 주 상 도

## BOREHOLE LOG

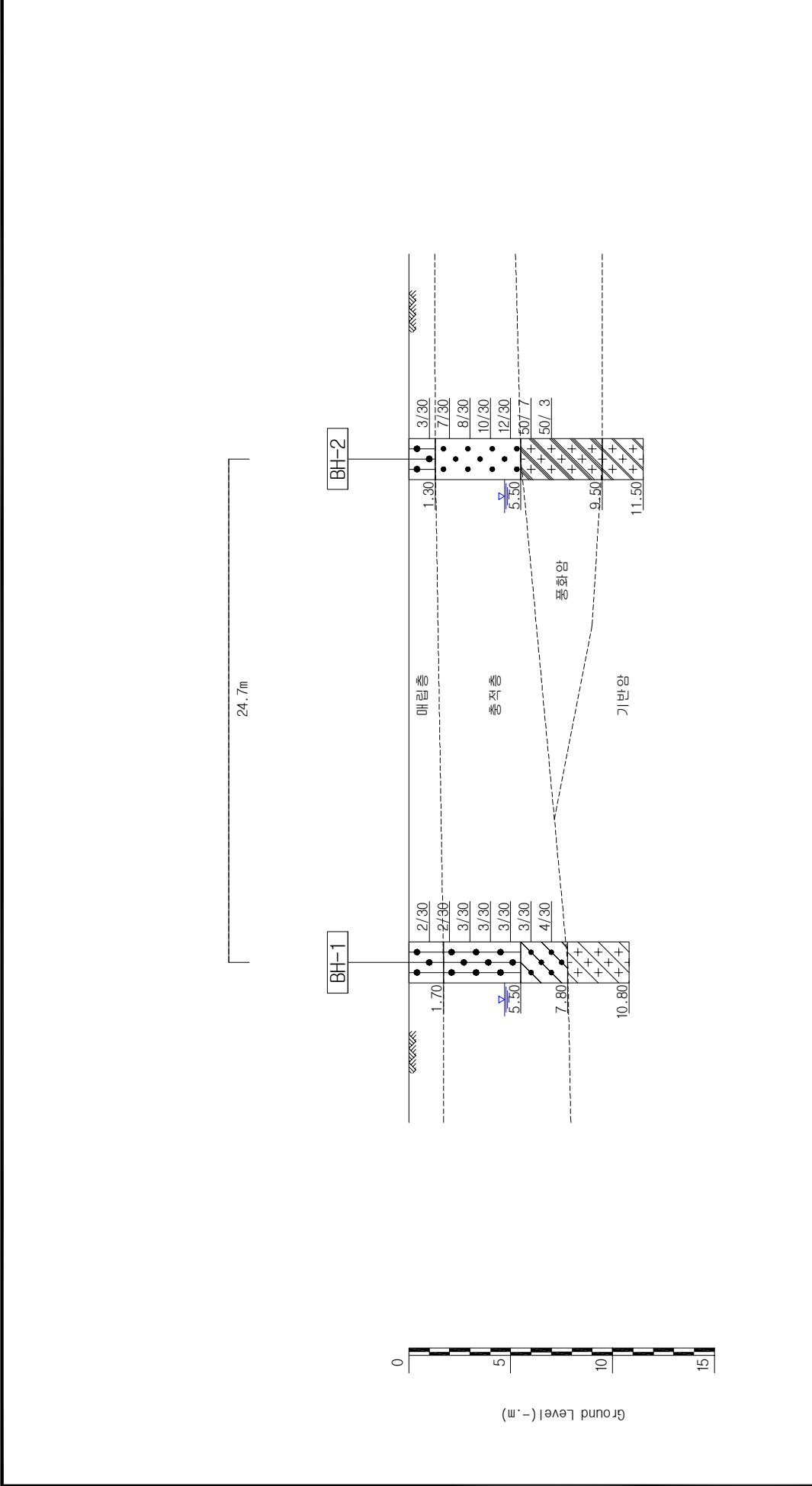
공사명 PROJECT	한국과학기술원 중대동물 및 행동실험동 신축공사 지반조사			공 번 HOLE No.	BH-1
위 치 LOCATION	위치도 참조	좌 표 COORDINATES	X : 0 Y : 0	지반표고 ELEVATION	EL(+) 현 지반고 M
날 짜 DATE	2020-01-11 - 2020-01-11	공 경 HOLE DIA.	NX(76mm)	지하수위 GROUND WATER	GL(-) 4.7 M
시 추 기 D R I L L	SD4000	시 추 자 D R I L L E R	유재형	감 독 자 INSPECTOR	설진환

심도 Depth M	표고 Elev. M	층후 Thick ness M	주상도 Columnar Section	지층명	지층 설명 Description	통 일 관 류 S	T.C.R /R.Q.D	표준관입시험 Standard Penetration Test						
								채취 심도	N치 (회 /cm)	N blow				
								10	20	30	40	50		
1.70	-1.70	1.70	●●●●●●●●●●	매립층	<b>▶매립층(0.0~1.7m)</b> · 실트질 모래 · 소량 자갈 혼재(Φ:3cm 이하) · 갈색 · 습윤 · 매우느슨	SM		1.0	2/30	●				
5.50	-5.50	3.80	●●●●●●●●●●	충적층	<b>▶충적층(1.7~5.5m)</b> · 실트질 모래 · 회색 · 습윤~포화 · 매우느슨	SM		2.0	2/30	●				
7.80	-7.80	2.30	▲▲▲▲▲▲▲▲▲▲	충적층	<b>▶충적층(5.5~7.8m)</b> · 점토질 모래 · 암회색 · 포화 · 매우느슨~느슨 · 6.0m 부근 점토질 우세	SC		3.0	3/30	●				
10.80	-10.80	3.00	+++++	보통암	<b>▶보통암(7.8~10.8m)</b> · 화강암 · 담회색~청회색 · 약간풍화~보통풍화 · 강함~보통강함		87/63	6.0	3/30	●				
					* 심도 10.80 M 에서 시추종료			7.0	4/30	●				



## 7.3 지층 단면도

# 지층 단면도



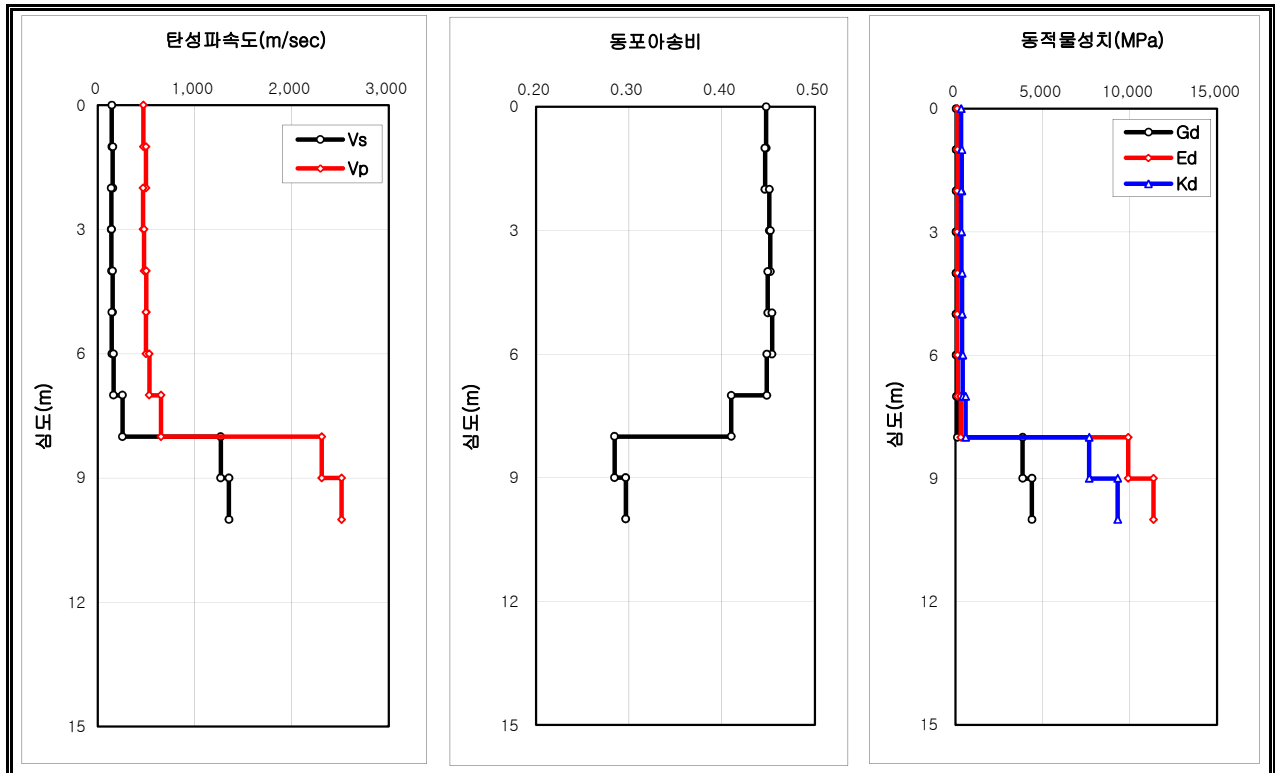
Scale		None	
LEGEND	 실크질 모래	 점토질 모래	 모래
	 풍화암	 연암	 모퉁암
한국과학기술원 중대동물 및 행동실험동 신축공사 지반조사			

## **7.4 하향식 탄성파탐사 결과**

# Down Hole Test

<b>조사명</b>	한국과학기술원 중대동물 및 행동실험동 신축공사 지반조사	<b>공 번</b>	BH - 1
<b>시험장비</b>	Borehole Pick(Down Hole)	<b>시험자</b>	J.H.K
		<b>시험일자</b>	2020. 1

심도 (GL-m)	Vp (m/sec)	Vs (m/sec)	동포아송비 (ud)	전단탄성율 (Gd, MPa)	체적탄성율 (Kd, MPa)	동탄성계수 (Ed, MPa)
0.0~1.0	471	145	0.448	36	330	103
1.0~2.0	498	155	0.446	41	367	118
2.0~3.0	468	140	0.451	33	327	96
3.0~4.0	479	142	0.452	34	344	99
4.0~5.0	502	152	0.449	39	376	114
5.0~6.0	497	144	0.454	35	372	103
6.0~7.0	532	163	0.448	45	421	131
7.0~8.0	654	255	0.410	111	579	312
8.0~9.0	2,309	1,267	0.285	3,855	7,660	9,904
9.0~10.0	2,513	1,351	0.296	4,383	9,307	11,364
10.0~11.0						
11.0~12.0						
12.0~13.0						
13.0~14.0						
14.0~15.0						



$\bar{V}_s = \frac{\sum_{i=1}^n d_i}{\sum_{i=1}^n \frac{d_i}{V_{si}}}$ <p style="font-size: small;"> <math>\bar{V}_s</math> = 평균 전단파 속도  <math>d_i</math> = 토층 i의 두께(m)  <math>V_{si}</math> = 토층 i의 전단파 속도(m/sec)                 </p>	<b>전단파속도를 이용한 지반분류</b>	관련 기준	평균 Vs(m/s)	등급
		KDS 41 17 00 - 2019	156.4	S <sub>3</sub>
		KBC 2016	156.4	S <sub>e</sub>

## 7.5 사 진 대 지

# 사 진 대 지

공사명 : 한국과학기술원 중대동물 및 행동실험동 신축공사 지반조사



공사명 한국과학기술원 중대동물 및 행동실험동 신축공사 지반조사  
공 번 BH-1  
공 종 시추전경  
일 자 2020.01.11



공사명 한국과학기술원 중대동물 및 행동실험동 신축공사 지반조사  
공 번 BH-1  
공 종 SPT 및 시료채취  
일 자 2020.01.11

위 치	BH-1	설 명	작업전경
-----	------	-----	------

위 치	BH-1	설 명	표준관입시험
-----	------	-----	--------



공사명 한국과학기술원 중대동물 및 행동실험동 신축공사 지반조사  
공 번 BH-2  
공 종 SPT 및 시료채취  
일 자 2020.01.11



공사명 한국과학기술원 중대동물 및 행동실험동 신축공사 지반조사  
공 번 BH-1  
공 종 다운홀시험  
일 자 2020.01.

위 치	BH-1	설 명	시료채취
-----	------	-----	------

위 치	BH-1	설 명	다운홀 시험
-----	------	-----	--------



공사명 한국과학기술원 중대동물 및 행동실험동 신축공사 지반조사  
공 번 BH-1  
공 종 폐공-(전 중 후)  
일 자 2020.01.11



공사명 한국과학기술원 중대동물 및 행동실험동 신축공사 지반조사  
공 번 BH-1  
공 종 폐공-(전 중 후)  
일 자 2020.01.11

위 치	BH-1	설 명	폐공 중
-----	------	-----	------

위 치	BH-1	설 명	폐공 후
-----	------	-----	------

# 사 진 대 지

공사명 : 한국과학기술원 증대동물 및 행동실험동 신축공사 지반조사



공사명 한국과학기술원 증대동물 및 행동실험동 신축공사 지반조사  
공 번 BH-2  
공 종 시추전경  
일 자 2020.01.



공사명 한국과학기술원 증대동물 및 행동실험동 신축공사 지반조사  
공 번 BH-2  
공 종 SPT 및 시료채취  
일 자 2020.01.11

위 치	BH-2	설 명	작업전경1	위 치	BH-2	설 명	표준관입시험
-----	------	-----	-------	-----	------	-----	--------



공사명 한국과학기술원 증대동물 및 행동실험동 신축공사 지반조사  
공 번 BH-2  
공 종 SPT 및 시료채취  
일 자 2020.01.11



공사명 한국과학기술원 증대동물 및 행동실험동 신축공사 지반조사  
공 번 BH-2  
공 종 코어채취  
일 자 2020.01.11

위 치	BH-2	설 명	시료채취	위 치	BH-2	설 명	Core 채취
-----	------	-----	------	-----	------	-----	---------



공사명 한국과학기술원 증대동물 및 행동실험동 신축공사 지반조사  
공 번 BH-2  
공 종 폐공-(전 중 후)  
일 자 2020.01.11

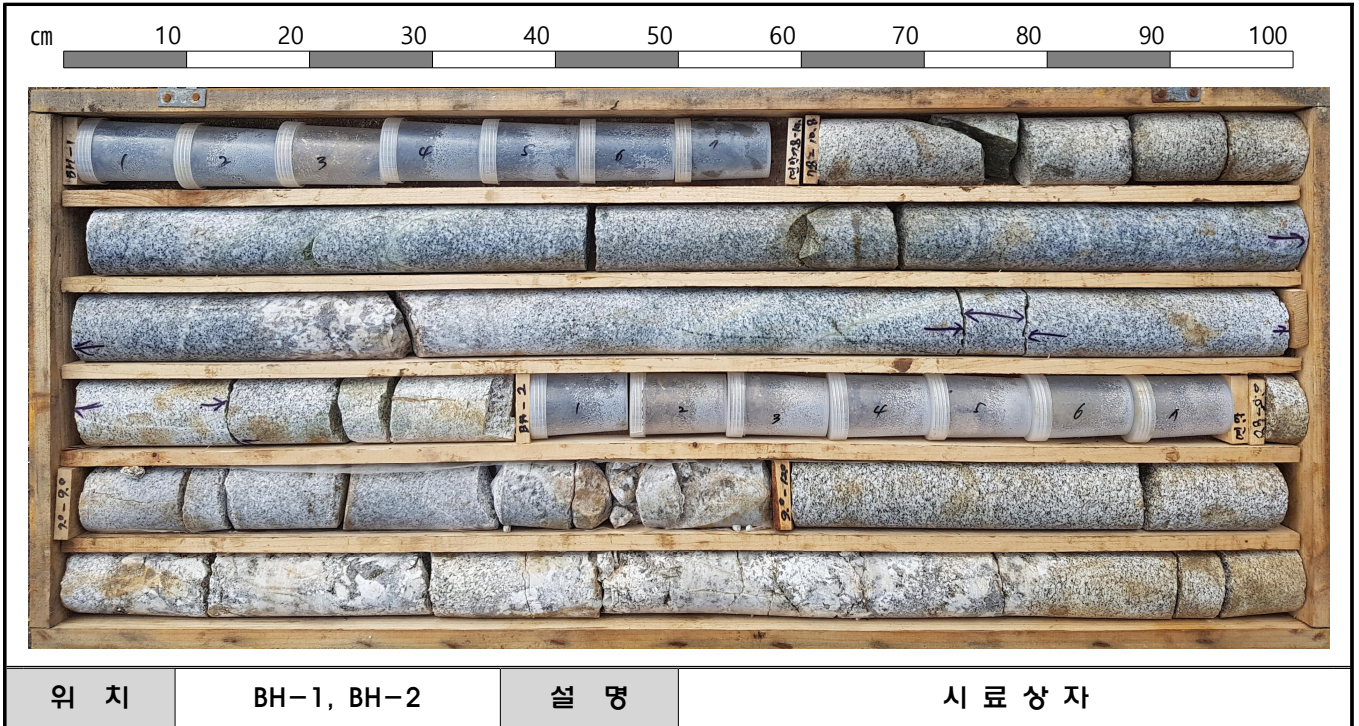


공사명 한국과학기술원 증대동물 및 행동실험동 신축공사 지반조사  
공 번 BH-2  
공 종 폐공-(전 중 후)  
일 자 2020.01.11

위 치	BH-2	설 명	폐공중	위 치	BH-2	설 명	폐공후
-----	------	-----	-----	-----	------	-----	-----

# 사 진 대 지

공사명 : 한국과학기술원 증대동물 및 행동실험동 신축공사 지반조사



위 치

BH-1, BH-2

설 명

시 료 상 자