

---

서울 서연중학교 내진성능  
평가용역 지반조사 보고서

---

2019. 01.

# 목 차

## 제 1 장 과업의 개요

1.1 조사목적 .....	2
1.2 조사범위 .....	2
1.3 조사계획 .....	3
1.4 조사내용 .....	3
1.5 조사기간 .....	4
1.6 조사장비 .....	4

## 제 2 장 지층분류기준

2.1 흙의 분류기준 .....	6
2.2 암의 분류기준 .....	9

## 제 3 장 조사내용 및 방법

3.1 조사위치 선정 .....	14
3.2 시추조사 .....	14
3.3 표준관입시험 .....	15
3.4 공내수위측정 .....	16
3.5 공내 탄성파시험 .....	17

## 제 4 장 지반현황 및 조사 결과

4.1 지형적 현황 .....	21
4.2 지질적 현황 .....	21
4.3 시추결과 및 지층개요 .....	22
4.4 표준관입시험 결과 .....	22
4.5 공내 탄성파시험 결과 .....	23
4.6 공내수위측정 결과 .....	27

## 제 5 장 지층별 지반정수

5.1 토사층의 지반정수 .....	29
5.2 풍화암층의 지반정수 .....	33
5.3 암층의 지반정수 .....	34

## 제 6 장 부 록

1. 시추위치도
2. 시추주상도
3. 지층단면도

# 제1장 과업의 개요

1.1 조사목적

1.2 조사범위

1.3 조사계획

1.4 조사내용

1.5 조사기간

1.6 조사장비

# 제 1 장 과업의 개요

## 1.1 조사목적

과업명	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 서울 서연중학교 내진성능 평가용역 지반조사</li> </ul>
기본 방향	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 지반조사는 시추조사 및 표준관입시험을 실시하고, 계획부지의 지층구성 상태, 특성을 파악하여 본 사업이 합리적이고 경제적인 설계 및 시공이 되도록 지반 공학적 자료를 제공하는데 그 목적이 있다.</li> </ul>

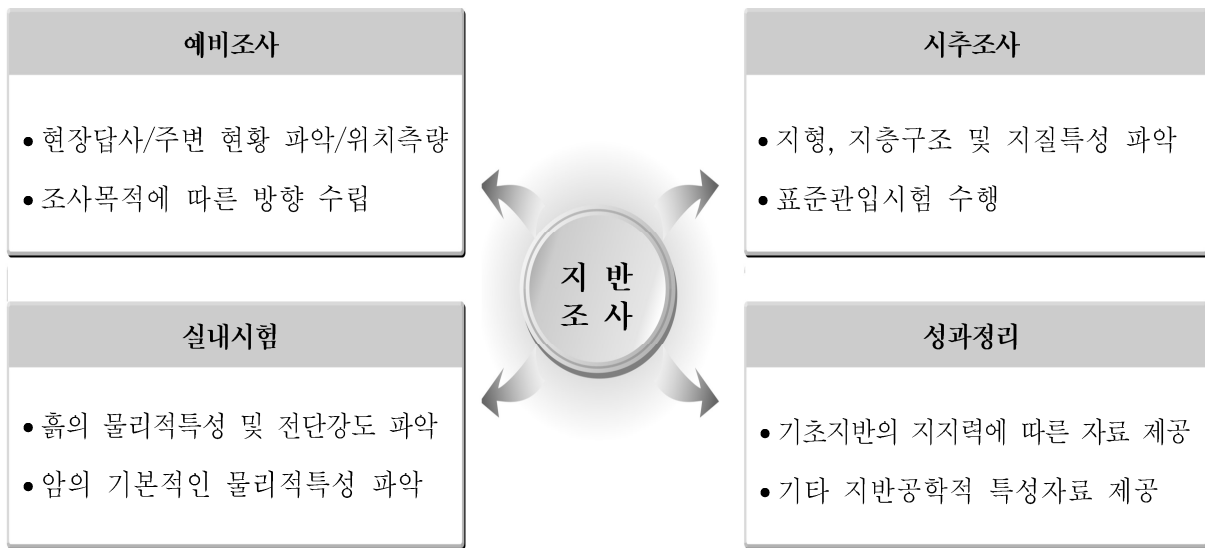
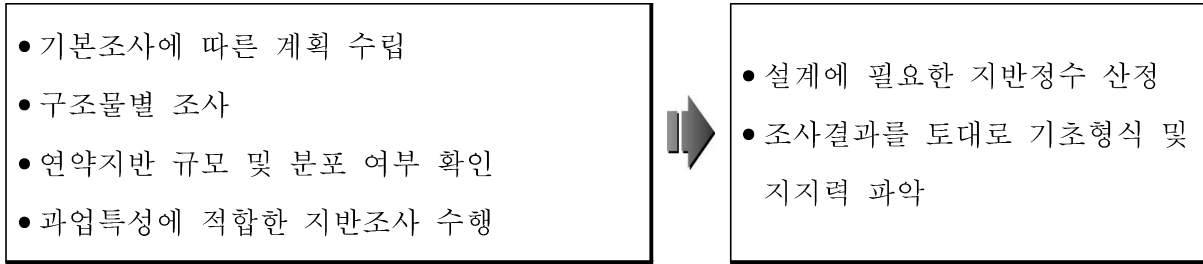
## 1.2 조사범위

위 치	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 서울 서대문구 연희로11마길 9-6 서연중학교 內</li> </ul>
특 징	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 서연중학교 부지의 지지층 및 지층상태 판단</li> </ul>

### ■ 조사위치



### 1.3 조사계획



### 1.4 조사내용

과업은 다음과 같이 현장조사로 시행되었다.

구 분		단위	수 량	비 고
시추조사	서울 서대문구 연희로11마길 9-6 서연중학교內	공	1	NX 구경
현장시험	표준관입시험	회	4	KS F-2307
	공내 탄성과 탐사	회	1	KBC 기준

## 1.5 조사기간

- 1) 현장조사 : 2019. 01. 23. ~ 2019. 01. 23.
- 2) 성과분석 및 보고서작성 : 2019. 01. 23. ~ 2019. 01. 29.

## 1.6 조사장비

장 비 명	규 격	수 량	비 고
시 추 기	유압식-P4000 type	1조	NX 구경
표준관입시험기	KS F - 2307	1조	-
부 대 장 비	-	1식	-

## 제2장 지층분류 기준

2.1 흙의 분류 및 기재방법

2.2 암의 분류 및 기재방법

## 제 2 장 지층분류 기준

### 2.1 흙의 분류

기준	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 흙의 상태에 대한 기재내용은 함수상태, 색깔 및 연경도 등이며 다음과 같은 방법에 의하여 그 결과를 시추주상도에 기록한다.</li> </ul>
----	--

흙의 분류	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 흙의 공학적 분류방법인 통일분류법(U.S.C.S)을 기준으로 분류</li> </ul>
-------	--

기재 방법	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 시추주상도에 지층구분은 통일된 심볼을 사용함</li> <li>• 표준관입시험 시 관입저항치(N치)에 의해 상대밀도 및 연경도를 고려하고, 채취된 시료의 육안관찰 및 물성시험을 통해 통일분류법으로 분류</li> </ul>
-------	---

기술 내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 연경도 및 상대밀도와 습윤상태, 색조, N치 등을 고려하여 기재.</li> <li>• 함수상태는 건조, 습윤, 젖음 및 포화상태로 구분, 색은 흑, 갈, 홍, 적, 황색 등에 담(연한)과 암(진한)의 접두어 사용.</li> </ul>
-------	---

#### 2.1.1 육안분류법

구 분	토립자의 육안적 판별과 일반적인 상태	손으로 쥐었다 놓음		습윤상태에서 손가락으로 끈 모양으로 풀때
		건조상태	습윤상태	
모 래 (sand)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 개개의 입자크기가 판별되며 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>• 끈 모양으로 꼬아지지 않음</li> </ul>
실트질 모래 (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 흐트러짐</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 덩어리지며 조심스럽게 다루면 부서지지 않음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 끈 모양으로 꼬아지지 않음</li> </ul>
모래질 실트 (sandy silt)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 적당량의 세립사와 소량의 점토를 함유하고 실트입자가 반 이상임</li> <li>• 건조되면 덩어리가 쉽게 부서져서 가루가 됨</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>• 끈 모양으로 꼬아지나 작게 끊어지고 부드러운 약간의 점성이 있음</li> </ul>
실 트 (silt)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 세립사와 점토는 극소량을 함유하고 실트입자의 함량이 80% 이상</li> <li>• 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 않고 물에 젖으면 서로 엉킴</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 완전히 작아지지는 않으나 작게 끊어지는 상태로 꼬아지고 부드러움</li> </ul>
점 토 (clay)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 건조되면 아주 딱딱한 덩어리가 됨</li> <li>• 건조상태-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>• 덩어리지며 자유롭게 만져도 부서지지 않으며 찰흙상태로 됨</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 길고 얇게 꼬아짐</li> <li>• 점성이 큼</li> </ul>



## 제 2 장 지층분류 기준

### 2.1.2 함수상태

함 수 비(%)	상 태
0~10	건 조 (dry)
10~30	습 윤 (moist)
30~70	젓 음 (wet)
70 이상	포 화 (saturated)

### 2.1.3 색깔

색	1	담				암					
	2	분홍	홍	황	갈	감람	녹	회			
	3	분홍	적	황	갈	감람	녹	청	백	회	흑

### 2.1.4 점토의 consistency, 일축압축강도와 N치와의 관계

점토의 연경도 (consistency)	N 치	현장관찰(Peck - Hansen)	일축압축강도 qu(kgf/cm <sup>2</sup> )
매우연약 (very soft)	< 2	주먹이 쉽게 10cm 들어간다.	< 0.25
연약 (soft)	2~4	엄지손가락이 쉽게 들어간다.	0.25~0.50
보통견고 (medium)	4~8	노력하면 엄지손가락이 들어간다.	0.50~1.00
견고 (stiff)	8~15	손가락으로 흙을 움푹 들어가게 할 수 있지만 흙 속에 손가락을 넣기는 힘들다.	1.00~2.00
매우견고 (very stiff)	15~30	손톱으로 흙에 자국을 낼 수 있다.	2.00~4.00
고결 (hard)	> 30	손톱으로 자국을 내기 힘들다.	> 4.00

### 2.1.5 모래의 상대밀도와 N치와의 관계

N 치	조밀상태 (Gibbs-Holtz)	상 대 밀 도		현 장 관 찰 (Bowles)
		Gibbs-Holtz	Bowles	
0~4	매우느슨 (very loose)	< 0.15	0.0~0.2	엄지손가락 또는 주먹으로 쉽게 자국을 낼 수 있다.
4~10	느슨 (loose)	0.15~0.35	0.2~0.4	쉽게 삼질할 수 있다. 손가락으로 자국을 낼 수 있다.
10~30	보통조밀 (medium dense)	0.35~0.65	0.4~0.7	힘을 주어서 삼질할 수 있다.
30~50	조밀 (dense)	0.65~0.85	0.7~0.9	손으로 삼질이 가능, 손의 힘으로 삼을 이용하여 자국을 낼 수 있다.
50 이상	매우조밀 (very dense)	0.85~1.00	0.9~1.0	발과 또는 중장비에 의해서만 자국을 낼 수 있다.

## 제 2 장 지층분류 기준

### 2.1.6 통일분류법

구 분		분 류 방 법		기 호
조립토 F < 50%	자갈질 흙 $F_1 < \frac{100-F}{2}$	No.200체 통과량 < 5%	$C_u \geq 4$ 이고 $1 < C_g < 3$	GW
		No.200체 통과량 < 5%	GW 조건을 만족 못함	GP
		No.200체 통과량 > 12%	$PI < 4$ 또는 소성도의 A-선 아래	GM
		No.200체 통과량 > 12%	$PI > 7$ 이고 소성도의 A-선 위	GC
		No.200체 통과량 > 12%	소성도의 “CL-ML” 부분	GC-GM
		$5 \leq$ No.200체 통과량 $\leq 12\%$	GW와 GM 조건을 만족함	GW-GM
		$5 \leq$ No.200체 통과량 $\leq 12\%$	GW와 GC 조건을 만족함	GW-GC
		$5 \leq$ No.200체 통과량 $\leq 12\%$	GP와 GM 조건을 만족함	GP-GM
	$5 \leq$ No.200체 통과량 $\leq 12\%$	GP와 GC 조건을 만족함	GP-GC	
	모래질 흙 $F_1 \geq \frac{100-F}{2}$	No.200체 통과량 < 5%	$C_u \geq 6$ 이고 $1 < C_g < 3$	SW
		No.200체 통과량 < 5%	SW 조건을 만족 못함	SP
		No.200체 통과량 > 12%	$PI < 4$ 또는 소성도의 A-선 아래	SM
		No.200체 통과량 > 12%	$PI > 7$ 이고 소성도의 A-선 위	SC
		No.200체 통과량 > 12%	소성도의 “CL-ML” 부분	SC-SM
$5 \leq$ No.200체 통과량 $\leq 12\%$		SW와 SM 조건을 만족함	SW-SM	
소성도의 A-선 아래				
$5 \leq$ No.200체 통과량 $\leq 12\%$		SW와 SC 조건을 만족함	SW-SC	
소성도의 A-선상 또는 위				
$5 \leq$ No.200체 통과량 $\leq 12\%$	SP와 SM 조건을 만족함	SP-SM		
소성도의 A-선 아래				
$5 \leq$ No.200체 통과량 $\leq 12\%$	SP와 SC 조건을 만족함	SP-SC		
소성도의 A-선상 또는 위				
무기질 세립토 F ≥ 50%	LL < 50%	$PI < 4$ 또는 소성도의 A-선 아래 $PI > 7$ 이고 소성도의 A-선 위 $4 \leq PI < 7$ , 소성도의 “CL-ML” 부분	ML CL CL-ML	
	LL ≥ 50%	소성도의 A-선 아래 소성도의 A-선 위	MH CH	
유기질 세립토 F ≥ 50%	LL < 50%	$\frac{\text{노건조시료 액성한계}}{\text{공기건조시료 액성한계}} < 0.75$	OL	
	LL ≥ 50%		OH	

주) 1. F : No.200체 통과량(%)

2. F1 : No.4체를 통과하고 No.200체에 남은 흙의 양(%)

2.2 암의 분류

기준	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 암반의 분류기준은 분류하는 방법에 따라 다르며 크게 지질학적 분류, 품셈에 의한 분류, 공학적 분류로 대별된다.</li> <li>• 본 장에서는 지질학적 분류와 각 기관에서 제시하는 기준을 참고적으로 수록하였다.</li> </ul>
----	--

■ 암반의 분류기준

구 분	분 류 방 법	개 요
지질학적 분류	· 성인에 따른 분류	· 암석의 생성조건에 따라 분류
품셈에 의한분류	· 지반조사에 의한 분류 · 탄성과 속도에 따른 분류 · 일축압축강도에 의한 분류 · 토공 작업성에 의한 분류	· 지반조사 시 암반분류기준에 의거 · 해머타격 및 탄성과 속도에 의한 분류 · 암석의 강도특성에 따른 분류 · R.Q.D, T.C.R, 탄성과 속도에 따른 분류
공 학 적 분 류	· R.Q.D를 이용한 분류 · RMR을 이용한 분류	· 시추조사 시 회수된 core를 이용 · 암반상태를 등급화 하여 분류

2.2.1 지질학적 분류

<ul style="list-style-type: none"> <li>• 지질학적 분류는 지질연대에 의한 분류와 성인에 의한 분류로 나누어진다. 지질연대에 따른 분류는 지층의 층사와 암석의 경년을 기준으로 한 연대에 따라 대(代, Era), 기(紀, period), 세(世, age)로 구분한다.</li> <li>• 암석을 생성조건에 따라 분류하는 방법은 먼저 1단계로 생성과정에 따라 화성암, 변성암, 퇴적암의 3가지로 구분한 다음 암석의 생성조건과 조암광물의 종류 및 성분, 쇄설물의 입경, 결정구조 등에 따라 세분화된다.</li> </ul>
---

화성암	[	심	성	암 : 화강암(granite), 섬록암(diorite), 반려암(gabbro)
		화	산	암 : 유문암(rhyorite), 안산암(andesite), 현무암(basalt)
퇴적암	[	쇄	설	암 : 역암(conglomerate), 각력암(breccia), 사암(sandstone) 혈암(shale), 이암(mudstone),
		비	쇄 설	암 : 석회암(limestone), 백운암(dolomite), 규암(chert)
변성암	[	광	역 변 성	암 : 천매암(phyllite), 편암(schist), 편마암(gneiss)
		접	촉 변 성	암 : hornfels,
		동	력 변 성	암 : mylonite

## 제 2 장 지층분류 기준

### 2.2.2 각 기관별 암반분류 기준

- 암반의 분류기준은 조사기관별로 정의하는 바가 다르며, 그 내용도 탄성파속도, 일축 압축강도, 토공작업성, 암석의 경연 등에 따라 부분적으로 차이가 있다.

■ 암석그룹별 탄성파속도에 따른 암반분류 (건교부 표준품셈)

구 분		자연상태의 탄성파속도 V(km/sec)	암편의 탄성파속도 Vc(km/sec)	암편내압강도 (kgf/cm <sup>2</sup> )	비 고
풍화암	A	0.7~1.2	2.0~2.7	300~700	내압강도 시 편 : 5cm 입방체 노 건 조 : 24시간 수중침윤 : 2일 내압시험 시험방향(가압방향) : z축 (결면에 수직, 탄성파속도가 느린방향) 암편 탄성파 속도 1. 시편 : 두께 15~20cm 상하면이 평행선 2. 측정방향 : x축(탄성파속도가 가장 빠른 방향), (결면에 평행)
	B	1.0~1.8	2.5~3.0	100~200	
연 암	A	1.2~1.9	2.7~3.9	700~1000	
	B	1.8~2.8	3.0~4.3	200~500	
보통암	A	1.9~2.9	3.7~4.7	1000~1300	
	B	2.8~4.1	4.3~5.7	500~800	
경 암	A	2.9~4.2	4.7~5.8	1300~1600	
	B	4.1 이상	5.7 이상	800 이상	
극경암	A	4.2 이상	5.8 이상	1600 이상	
	B				

구 분	A 그룹	B 그룹
대표적인 암 석 명	편마암, 사질편암, 녹색편암, 각섬암, 석회암, 사암, 휘록응회암, 역암, 화강암, 섬록암, 감람암, 사문암, 유문암, 셰일, 안산암, 현무암	흑색편암, 녹색편암, 휘록응회암, 셰일이암, 응회암, 집괴암
함유물 등에 의한 시각판정	사질분, 석영분을 다량 함유, 암질이 단단, 결정도가 높은 것	사질분, 석영분이 거의 없고 응회분이 거의 없는 암석 천매상의 암석
500~1,000g 해머의 타격에 의한 판정	타격점의 암은 작은 평평한 암편으로 되어 비산되나, 거의 암분을 남기지 않는 것	타격점에 암 자신이 부서지지 않고 분상이 되어 남고 암편이 별로 비산되지 않는 암석

## 제 2 장 지층분류 기준

### ■ 국토교통부 및 서울시 표준지반분류

지반명 및 정성적 특징(노두나 굴착지의 노출지반 조사시)	시추조사시의 분류기준 (동시 충족조건)
<b>퇴적토층(DS)</b> 원지반에서 분리·이동되어 다른 곳에 퇴적된 층으로 대체로 원지반보다 연약하며 입자의 크기나 구성에 따라 세분	흙의 통일분류법으로 세분함
<b>풍화토층(RS)</b> 조암광물이 대부분 완전풍화되어 암석으로서의 결합력을 상실한 풍화잔류토로서 절리의 대부분은 풍화산물인 점토 등 2차 광물로 충전되어 흔적만 보이고 함수포화시에 전단 강도가 현저히 저하되기도 하며 손으로 쉽게 부수어지는 지반	$N < 50$ 회/10cm 흙의 통일분류법으로 세분함
<b>풍화암층(WR)</b> 심한 풍화로 암석자체의 색조가 변색되었으며 충전물이 채워지거나 열린 절리가 많고, 가벼운 망치 타격에도 쉽게 부수어지며 칼로 흠집을 낼 수 있음. 절리간격은 좁음 이하이며 시추시 암편만 회수되는 지반	$TCR \geq 10\%$ $RQD < 10\%$ $N \geq 50$ 회/10cm $qu < 100$ kgf/cm <sup>2</sup>
<b>연암층(SR)</b> 절리면 주변의 조암광물은 중간풍화되어 변색되었으나 암석내부는 부분적으로 약한 풍화가 진행 중이며 망치 타격에 둔탁한 소리가 나면서 파괴되고, 일부 열린 절리가 있으며 절리간격은 중간 정도인 지반	$TCR \geq 30\%$ $RQD \geq 10\%$ $qu \geq 100$ kgf/cm <sup>2</sup>
<b>보통암층(MR)</b> 절리면에서 약한 풍화가 진행되어 일부 변색되었으나 암석은 강한 망치 타격에 다소 맑은 소리가 나면서 깨어지고, 절리면의 대부분이 밀착되어 있고 절리간격이 넓음.	$TCR \geq 60\%$ $RQD \geq 25\%$ $qu \geq 500$ kgf/cm <sup>2</sup>
<b>경암층(HR)</b> 조암광물의 대부분이 거의 신선하며 암석은 강한 망치타격에 맑은 소리를 내며 깨어지고, 절리면은 잘 밀착되어 있으며 절리간격이 매우 넓음.	$TCR \geq 80\%$ $RQD \geq 50\%$ $qu \geq 1000$ kgf/cm <sup>2</sup>
<b>극경암층(XHR)</b> 거의 완전하게 신선한 암으로서 절리면은 잘 밀착되어 있고 강한 망치 타격에 맑은 소리가 나며 잘 깨어지지 않으며 절리간격이 극히 넓음.	$TCR \geq 80\%$ $RQD \geq 75\%$ $qu \geq 1,500$ kgf/cm <sup>2</sup>

주1) N : 표준관입시험(SPT)의 관입저항 치, TCR: 코아회수 율, RQD : 암질표시 율,  
qu : 자연함수비 상태의 코아시료 일축압축강도, TCR 및 RQD는 NX 구경 다이아  
몬드 비트와 이중 코아배럴을 사용한 시추시의 측정치임

주2) 본 분류는 관습적으로 사용하여 오던 강도만을 기준으로한 암석분류가 아니라 강  
도 외에도 시추시의 코아시료의 상태, 절리면의 간격 등에 근거한 지반(암반) 분  
류이므로 강도만을 분류기준으로 고려하는 경우 본 분류안을 적용할 수 없음.

## 제 2 장 지층분류 기준

### ■ 한국토지공사 암반분류기준(토질조사 시행지침, 1994. 6)

상태 구분	굴진 상황	core 형태	풍화변질상태	조 직	원위치시험 (표준관입시험)	비 고(강도)
풍 화 암	·metal crown bit ·큰 저항없이 굴진 ·암질에 따라 차이가 있으나 30cm굴진에 대체로 1-3분 소요 ·하부에서는 다소 저항 있으며 경연이 반복되는 경향이 있음	·core회수 거의 불가 ·하부에서 세편상태의 core가 소량 산출될 경우도 있음. (특히 퇴적암 계통) ·균열이 매우 발달하여 간격이 거의 밀착된 상태	조암광물은 완전히 변질됨	기반암의 조직은 유지하고 있으나 암내부까지 풍화가 완전히 진행되어 화학적 역학적 성질은 상실한 상태	·상한 : 50/15 ·하한 : S.P.T 불가한 곳도 있음	·125kgf/cm <sup>2</sup> 이하
연 암	·metal crown bit ·굴진시 다소 저항이 있으며 압력을 가하여야 굴진가능 ·암질에 따라 차이가 있으나 30cm굴진에 3-10분 정도 소요 ·경연이 반복되는 현상이 두드러짐	·세편내지 단주상 회수(보통3-5cm정도) ·암질에 따라 틀리나 TCR:10-40% 내외 ·R.Q.D측정은 거의 불가능한 상태 ·균열간격은 5cm내외	균열부위를 따라 풍화가 상당히 진척되어 대부분의 광물이 다소 풍화된 상태로서 균열이 없는 곳은 다소 신선한 상태	기반암조직 유지	S.P.T 불가	·일부 세립질 암석이나 석영 맥, 규암 등은 core회수가 불가한 경우가 있음 ·125-400 kgf/cm <sup>2</sup>
보 통 암	·metal crown bit로 굴진 가능 하나 diamond bit 사용시 core 회수율을 높일 수 있음 ·암질에 따라 차이가 있으나 30cm 굴진에 10-30분 소요	·단주상-장주상(棒狀)으로 산출 (보통 5-10cm정도) ·암질에 따라 틀리나 TCR:40-60%내외, R.Q.D측정 가능 ·균열간격은 5-15(평균) 10cm내외 신선한 부분은 20-30cm 간격인 경우도 있음	균열부위를 따라 풍화가 약간 진척된 곳도 있으나 대체로 암내부는 신선한 편	기반암조직	S.P.T 불가	·400-800 kgf/cm <sup>2</sup>
경 암	·diamond bit로 굴진하여야 작업효율이 향상됨	·대부분 장주상(봉상)으로 산출되나 일부 파쇄대에서는 단주상으로 산출되기도 함 ·암질에 따라 틀리나 TCR:60% 이상 ·R.Q.D 보통이상 (40 - 50% 이상) ·균열간격은 20-30cm 이상	신선한 상태	기반암조직	S.P.T 불가	·800-1200 kgf/cm <sup>2</sup>
특기 사항	암을 판정, 분류하는 기준은 건설표준품셈을 비롯하여 그 기준이 다양하나 시공 시는 주로 건설표준품셈의 강도 기준에 의거 분류를 하고 있다. 지반조사 시 채취되는 시편의 상태는 시공 중 채취되는 시편과 형상, 균열 상태 등 여러 면에서 차이가 있으므로 조사 굴진 중 관찰되는 여러 가지 현상을 종합적으로 참조하여 판단할 수 있도록 상기와 같이 기준을 수립하였음. 일부 특수한 암반에서는 상기 기준을 벗어날 수도 있음.					

## 제3장 조사내용 및 방법

3.1 조사위치 선정

3.2 시추조사

3.3 표준관입시험

3.4 공내수위측정

3.5 공내탄성파 탐사

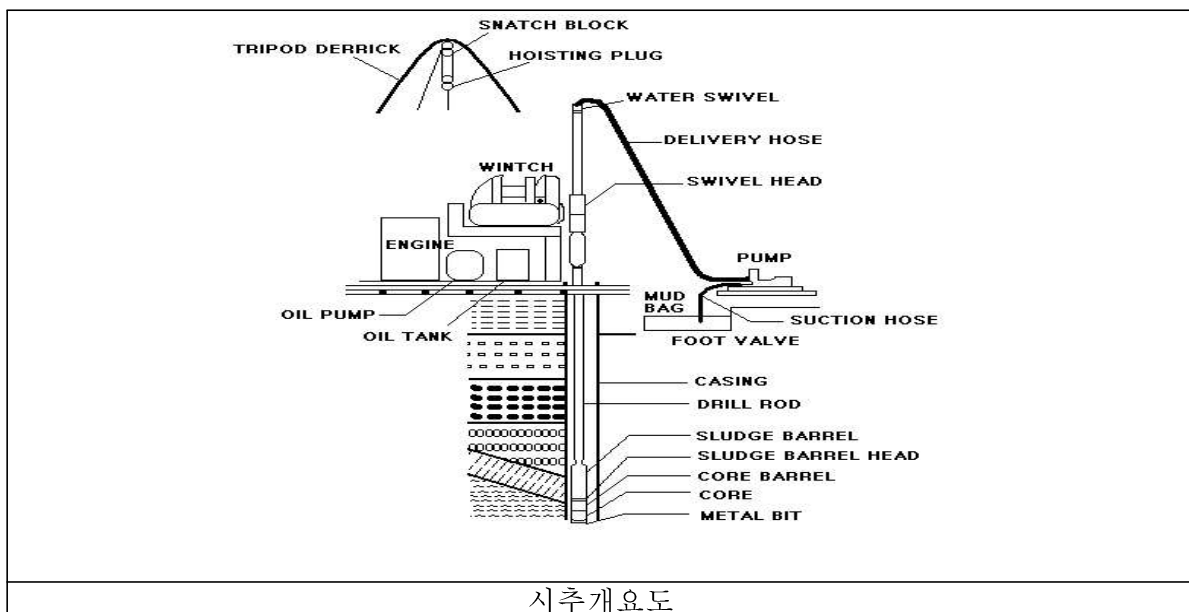
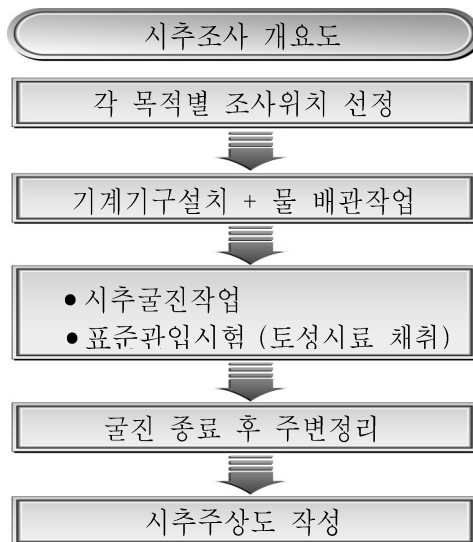
## 제 3 장 조사내용 및 방법

### 3.1 조사위치 선정

선정 기준	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 조사위치 선정은 현장답사를 실시하여 제반사항에 따른 요소들을 파악하였다.</li> <li>• 정확한 시추위치는 발주처와 협의 하에 도상계획 된 위치를 통해 선정하였다.</li> </ul>
-------	---

### 3.2 시추조사

조사 방법	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 시추는 일정한 압력 및 회전속도를 유지할 수 있는 장치가 장착된 유압형의 시추기를 사용하여 NX구경으로 1개소의 위치에 대하여 30.0m이상 내지 보통 압 3.0m 이상 확인을 기준으로 시추 굴진 후 종료하였다.</li> </ul>
-------	--





### 3.3 표준관입시험

#### 3.3.1 시험의 개요

시험 목적	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 입상토의 공학적 특성을 알기 위한 원위치 시험인 동적 sounding이다</li> <li>• 한국산업규격 KS F-2307 규정에 의함.</li> <li>• 채취한 교란시료는 함수량의 변화가 없도록 하여 시료용기 속에 보관하였으며, 일부시료는 실내토질시험용으로 이용하였다.</li> </ul>
-------	--

<ul style="list-style-type: none"> <li>• 63.5kg 해머를 75cm 높이에서 자유낙하시켜 split spoon sampler의 30cm 관입에 따른 타격수 측정</li> <li>• 지층이 매우 견고하여 50회 이상 타격 시 그 때의 관입깊이와 타격횟수를 기록</li> <li>• 매 일정심도 또는 지층이 변하는 구간에서 실시</li> </ul>	
시험방법	표준관입시험 개요도

#### 3.3.2 시험결과의 이용

■ N 값으로부터 추정 또는 산정되는 사항

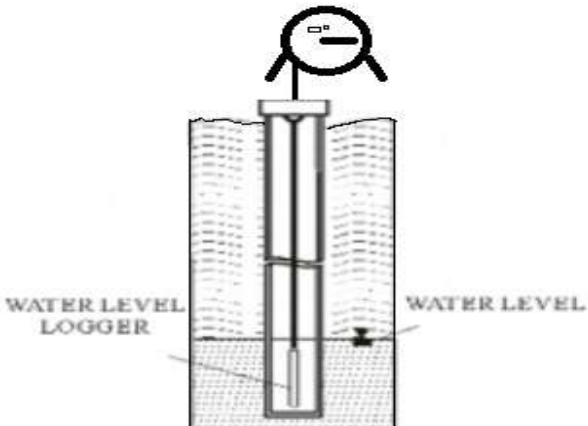
사질토 지반	점성토 지반	일반 사항
상대밀도 내부마찰각 지반의 지지력 액상화 가능성	consistency 일축압축강도 점착력 지반 및 말뚝의 지지력	지반의 극한지지력 말뚝의 연직지지력 지반반력계수 횡파속도

■  $\phi$  - N의 근사식 <DuBHam(1954)의 제안>

입자가 둥글고 입도분포가 균일한 모래	$\phi = \sqrt{12N} + 15$
입자가 둥글고 입도분포가 좋은 모래	$\phi = \sqrt{12N} + 20$
입자가 모나고 입도분포가 균일한 모래	$\phi = \sqrt{12N} + 20$
입자가 모나고 입도분포가 좋은 모래	$\phi = \sqrt{12N} + 25$

3.4 공내수위측정

• 시추조사공을 이용하여 공내수위를 측정하였으며, 측정방법은 시추조사 종료후 시추시 유입된 작업수가 완전히 유출될 수 있도록 일정시간이 경과한 후, 수위가 스스로 안정될 때까지 기다린 후 공내수위를 측정하였다.

<ul style="list-style-type: none"> <li>• 지표면에서 지하수면까지의 심도 측정</li> <li>• 측정된 수위는 조사결과 및 시추주상도에 기록</li> <li>• 터파기시 유입수량 계산 및 배수대책 강구</li> </ul>	
<p>설계활용 방안</p>	<p>수위측정계</p>

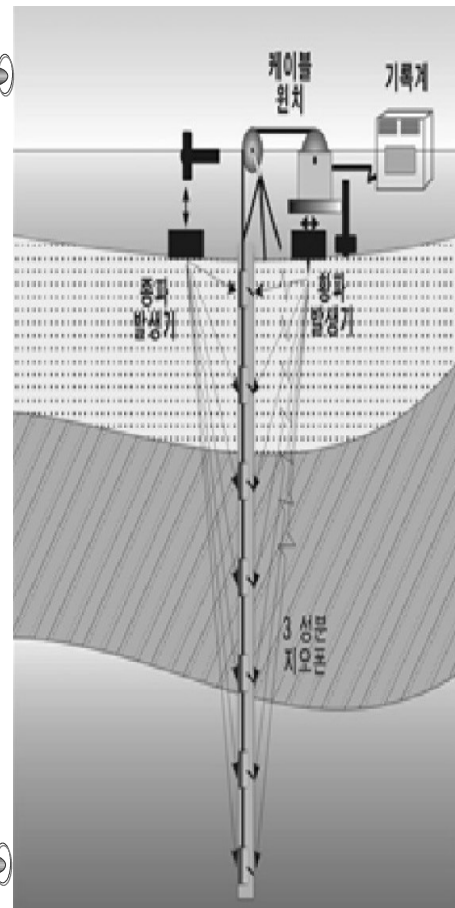
3.5 공내 탄성과 탐사(Down Hole Test)

시험 목적	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 시추공 주위 암반의 심도에 따른 P파와 S파의 속도 측정</li> <li>• 측정한 P파와 S파 속도로부터 포아슨비 및 동탄성계수, 동전단계수 산출</li> </ul>
-------	--

■ 원리 및 방법

- ① 지표탄성과탐사로는 지층별 탄성과속도, 특히 횡파 속도 측정이 어렵기 때문에 시추공을 이용하여 심도별 탄성과속도를 측정하여 초동주시를 이용하여 깊이 구간별 탄성과 속도를 구함
- ② 지표에서 햄머를 이용하여 지표에 고정된 플레이트를 수직 혹은 수평방향으로 타격한다. 수직 타격 시 입자의 운동이 파의 진행방향과 동일한 종파가 주로 발생되고, 수평타격 시 입자의 운동이 파의 진행방향에 수직인 횡파가 발생되는데 이 탄성과를 시추공내의 3성분 지오폰으로 측정
- ③ 자료처리는 전처리→초동주시 발취→주시곡선 작성→구간속도 산출등의 과정을 거쳐 동탄성 계수 산출
- ④ 주시곡선상의 일정한 기울기를 갖는 구간으로부터 암층별 P파 및 S파 구간속도 산출
- ⑤ 밀도검층 또는 실내시험에서 구한 밀도값과 P파 및 S파 속도를 이용하여 지반의 동적특성 파악

모 식 도



■ 해석방법

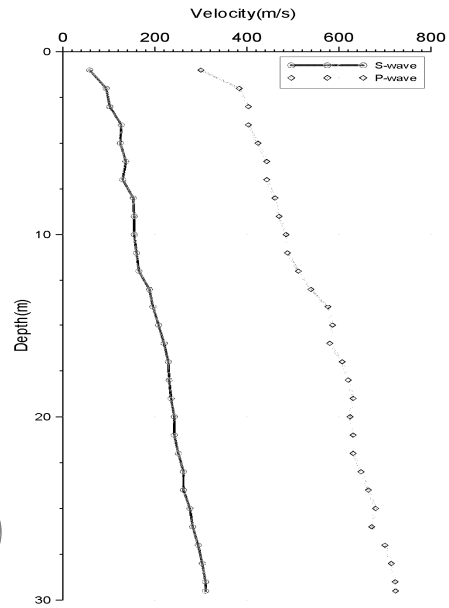
• 좌·우 두방향에서 가격하여 획득한 탄성과 기록으로부터 초동주시를 읽고 위상변화를 확인하여 P파와 S파의 속도를 구함.

$$\sigma = \frac{(V_p/V_s)^2 - 2}{2(V_p/V_s)^2 - 2}$$

$$G = \rho(V_s)^2$$

$$E = 2G(1 + \sigma),$$

$$K = E/3(1 - 2\sigma)$$



■ 탐사장비

구 분	모델명/제 원
탄성과 탐사기	Smartseis (미국, GEOMETRICS 사)
탄성과 발생원	Hammer, Plate
수신기	Geophone(3성분)

■ 설계지반등급 분류(지반의 분류)

구조물 기초 설계기준(2015)에서 제안한 지반분류법에 의하여 다음 사항을 만족해야 하며 그 내용은 다음과 같다.

\* 상부 30m에 대한 Vs 방법

$$V_{S,30} = \frac{30}{\sum \frac{d_i}{V_{si}}} \quad di = \text{토층의 I의 두께, m}$$

$$V_{si} = \text{토층의 I의 전단파속도, m/sec}$$

### 제 3 장 조사내용 및 방법

■ 설계지반등급(지반의 분류, 건축구조설계기준,KBC2016)

국지적인 지질조건과 지표 및 지하 지형이 지반운동에 미치는 영향을 고려하기 위하여 아래의 표와 같이 지반분류의 기준면으로부터 보통암(지층의 전단파속도,  $V_s=760\text{m/s}$  이상) 까지의 지반에 대한 평균지반특성으로 분류하며, 보통암의 위치가 기준면으로부터 5m 이하 혹은 30m 이상인 경우에는 상부 30m에 대한 평균지반특성으로 분류한다. 대상지역의 지반을 분류할수 있는 자료가 충분하지 않고, 지반의 종류가 SE 일 가능성이 없는 경우에는 지반종류 SD를 적용할수 있다.

지반 분류	지반종류의 호칭	상부 30m에 대한 지반 특성		
		$V's$ (m/sec)	표준관입시험( $N'$ )	비배수전단강도 ( $S_u$ ) (* $10^3$ N/mm $^2$ )
Sa	경암 지반	1500 초과	-	-
Sb	보통암 지반	760~1500		
Sc	매우 조밀한 토사 또는 연암 지반	360~760	>50	>100
Sd	단단한 토사 지반	180~360	15~50	50~100
Se	연약한 토사 지반	180 미만	<15	<50

■ 활용방안

- 지반의 동적특성(동전단탄성계수, 동탄성계수등)을 파악하여 내진 설계 시 활용
- 시추조사 및 각종 시험결과등과의 종합적 분석을 통하여 암반의 파쇄정도, 풍화대, 약층판정, 지층구분의 검토등 지반 상태 추정

## 제4장

# 지반현황 및 조사결과

4.1 지형적 현황

4.2 지질적 현황

4.3 시추결과 및 지층개요

4.4 표준관입시험 결과

4.5 공내탄성파시험 결과

4.6 공내수위측정 결과

## 제 4 장 지반현황 및 조사결과

### 4.1 지형적 현황

지형	<ul style="list-style-type: none"> <li>본 조사지역 서대문구 연희동에 해당되며, 대체적으로 노년기 지형을 보이고 북동부의 북한산에서 북악산에 이르는 산맥이 현저하게 돌출하고 중앙부의 한강이 북서방향으로 흘러가는 것이 대표적인 지형의 형태이다. 이 지역은 독립된 잔구를 형성하는 등 노년기의 대표적인 지형을 보인다. 대표적인 산계로는 북측의 백련산(215m), 동측의 인왕산(360m)등이 위치하고 있다. 수계로는 서측의 홍제천이 수지상 사행하여 한강으로 유입되며 한강은 서해로 흘러든다. 대부분의 지형은 도시화로인한 원 형태를 잃어버린 상태이다.</li> </ul>
----	---

### 4.2 지질적 현황

지질	<ul style="list-style-type: none"> <li>본 지역은 경기암체 내에 놓여있어 지질은 선캠브리아에 준하는 경기편마암복합체, 쥐리기로 믿어지는 대보화강암과 시대미상의 편상화강암, 제4기에 속하는 충적층등으로 분류된다. 본 조사지역의 주암인 편마암류는 이지역 전반에 걸쳐 가장 지역을 차지하고 있으며, 본 암종은 대표적으로 기저고를 이루면서 강서, 서대문구, 신사동, 신도림등 넓게 분포한다. 본 암체는 경기편마암복합체의 일부로서 가장 오래된 것으로 기분을 이루고 있고, 중생대의 화성암류에 의하여 관입 되어 있다.</li> </ul>
----	---

#### ■ 위성사진



4.3 시추결과 및 지층개요

4.3.1 시추결과

지층 현황	<ul style="list-style-type: none"> <li>조사지역의 지층구조는 상부로부터 매립층, 풍화토층, 풍화암, 경암층이 수직적으로 분포하고 있다.</li> </ul>
-------	---

■ 시추조사 결과(각 층의 두께) (단위 : m)

공 번	매립층	풍화토층	풍화암층	경암층	계	S.P.T (회)
NH-1	1.4	2.6	2.5	5.0	11.5	4

■ 시추조사 결과 요약

구분	두께	구성성분	색조	N치(TCR/RQD)	
매립층	1.4m	<ul style="list-style-type: none"> <li>자갈섞인 실트질 모래</li> <li>습윤상태</li> </ul>	암갈색	-	
풍화토층	2.6m	<ul style="list-style-type: none"> <li>기반암의 상부풍화대</li> <li>실트질 모래로 구성</li> <li>매우조밀한 상대밀도</li> <li>습윤상태</li> </ul>	황갈색	50/21 ~ 50/13	
풍화암층	2.5m	<ul style="list-style-type: none"> <li>기반암의 하부풍화대</li> <li>굴진시 암편섞인 실트질 모래로 분해</li> <li>매우조밀한 상대밀도</li> <li>습윤상태</li> </ul>	황갈색	50/8 ~ 50/4	
경암층	GL(-). 6.5m 에서 출현	<ul style="list-style-type: none"> <li>편마암의 경암</li> <li>신선~보통풍화</li> <li>강함~보통강함</li> <li>약간균열~보통균열</li> </ul>	담홍색 적갈색	TCR (%)	RQD (%)
				99~100	97



4.4 표준관입시험 결과

결과	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 시추조사와 병행하여 지층의 연경도와 상대밀도 파악</li> <li>• 교란시료 채취와 구성성분 파악</li> </ul>
----	---

■ 시추조사 결과

(단위 : 회)

공 번	매립층	풍화토	풍화암	S.P.T (회)
NH-1	-	50/21~50/13	50/8~50/4	4

4.5 공내 탄성파시험(DownHole test) 결과

시험 결과	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 본 시험은 “서울 서연중학교 내진성능 평가용역”으로 해당부지의 지층별 탄성파(P파, S파) 속도를 파악함으로써 대상지역의 동역학적 특성과 및 동적 지반정수를 산출하여 구조물의 합리적인 설계를 위한 동적지반정보를 제공함에 그 목적이 있다.</li> <li>• 시험결과 각 층후별 전단파속도 결과 현 지반고(G.L.)을 기준으로 심도 6.0m 지점까지의 전단탄성파속도(Vs) 자료를 적용한 결과 지반등급은 NH-1: Sc등급(425sec) 으로 측정되었다.</li> <li>• 지반의 등급은 DownHole test에 의하여 산출된 Vs파 속도값을 이용하여 KBC에서 제시한 기준으로 시추종료구간까지의 자료를 토대로 지반을 분류한 것이므로 실제 설계적용 시 참고자료로서 활용하여야 할 것으로 사료된다.</li> </ul>
-------	--

■ 탄성파시험(DownHole test) 위치 및 심도

본 시험은 총 1개 시추공에 대하여 수행되었으며 조사구간은 아래 표에 나타내었다

DownHole test 위치 및 심도			
시 추 공 번	시추심도(m)	조사구간(m)	비 고
NH-1 (DHT)	11.5	0.0 ~ 6.0	-

## 제 4 장 지반현황 및 조사결과

### 4.5.1 탄성파시험(DownHole test) 결과

■ NH-1 DownHole test 결과

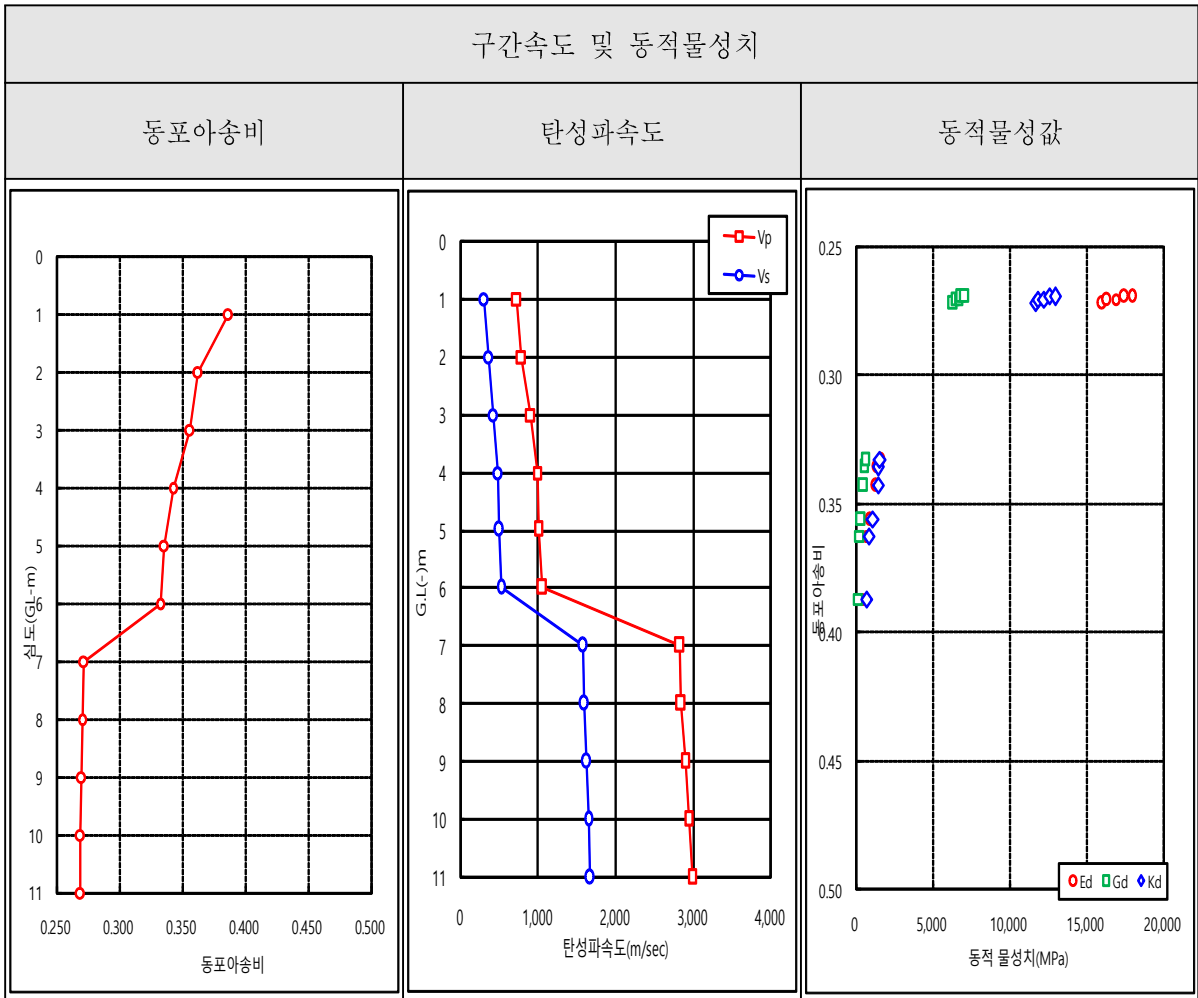
공 번	심도 (GL.-m)	지층명	Vp (m/sec)	Vs (m/sec)	Dynamic Parameter			$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	$v_d$
					Ed(MPa)	Gd(MPa)	Kd(MPa)		
NH-1	1.0	매립층	733	315	482	174	709	17.5	0.387
	2.0	풍화토	796	370	709	260	857	19.0	0.362
	3.0		909	430	953	351	1,102	19.0	0.356
	4.0	풍화암	997	488	1,343	500	1,421	21.0	0.342
	5.0		1,009	502	1,414	529	1,432	21.0	0.336
	6.0		1,060	531	1,578	592	1,570	21.0	0.332
	7.0	경암층	2,834	1,587	16,013	6,296	11,684	25.0	0.272
	8.0		2,857	1,603	16,321	6,424	11,841	25.0	0.270
	9.0		2,906	1,631	16,893	6,650	12,245	25.0	0.270
	10.0		2,949	1,658	17,441	6,872	12,578	25.0	0.269
	11.0		2,993	1,682	17,954	7,073	12,965	25.0	0.269

## 제 4 장 지반현황 및 조사결과

### 4.5.2 탄성파시험(DownHole test) 결과 요약

#### ■ NH-1 DownHole test 결과 요약

심도 (m)	지층명	탄성파속도(평균)		동적물성치(평균)			
		V <sub>p</sub> (m/sec)	V <sub>s</sub> (m/sec)	Ed (MPa)	Gd (MPa)	Kd (MPa)	v <sub>d</sub>
0.0~1.4	매립층	733	315	482	174	709	0.39
1.4~4.0	풍화토	849	398	831	306	979	0.36
4.0~6.5	풍화암	1,021	506	1,445	540	1,474	0.34
6.5~11.5	연암	2,907	1,631	16,924	6,663	12,262	0.27
비고	· 동적물성치 산정에 있어서 물리검층에 의한 정확한 밀도 값이 없는 관계로 문헌 및 지층의 일반적인 값을 사용하였음. · 기준면으로 보통암까지의 (Vs=760m/sec이상)까지의 평균지반 특성으로 분류 (건축구조설계기준 2016, P135~136)						



## 제 4 장 지반현황 및 조사결과

### 4.5.3 지반의 등급분류 결과

본 현장의 탄성파시험(DownHole test)의 결과를 가지고 각각의 시험공에서 전단탄성파(Vs)의 속도를 산출하였다.

#### ■ 지반등급산정

공 번	시험방법	적용심도 (G.L-m)	상부 0.0m~6.0m구간(G.L기준) 설계적용 전단탄성파속도Vs (m/sec)	지반등급	비 고
NH-1	DHT	6.0	425	Sc	매우 조밀한 토사 또는 연암 지반

본 현장의 각 층후별 전단파속도 결과와 산술적 평균과 지반등급의 산정은 현 지반고(G.L.)을 기준으로 각각 심도 6.0m지점까지의 전단탄성파속도(Vs) 자료를 적용한 결과 **지반등급은 위의 지반등급산정의 표에서와 같이 NH-1: Sc등급으로 나타났다.**

상기에서 언급된 지반의 등급은 DownHole test에 의하여 산출된 Vs와 속도값을 이용하여 KBC에서 제시한 기준으로 시추종료구간까지의 자료를 토대로 지반을 분류한 것이므로 실제 설계적용시 참고자료로서 활용하여야 할 것으로 사료된다.

4.6 공내수위측정 결과

결과	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 전반적인 지하수위 분포상태를 파악하기 위해 시추조사가 완료된 다음 작업수가 스스로 안정되도록 일정시간이 경과한 이후에 측정 실시</li> <li>• 작업이 종료된 이후 일괄 재측정을 통하여 보다 신뢰성 있는 수위측정</li> </ul>
----	--

■ 공내수위측정 결과

공 번	공 내 수위	분포대상층
	현 지표면 G.L(-) 기준	
NH-1	2.9m	풍화토층

주) 지하수위는 계절적인 영향에 따라 변동될 수 있음.

<ul style="list-style-type: none"> <li>• 지하수위는 계절적 영향(갈수기, 홍수기), 인근지역의 지하수 이용여부, 토공사로 인한 지하수 유출, 공급수원의 원근 등에 의해 변동될 수 있으므로 공사작업 진행 중에도 파손되지 않도록 대표적인 위치에 지하수위 관측 공을 설치하여 지하수위의 지속적인 변화를 파악하는 것이 좋을 것으로 판단된다.</li> </ul>
---

## 제5장 지층별 지반정수

5.1 토사층의 지반정수

5.2 풍화암의 지반정수

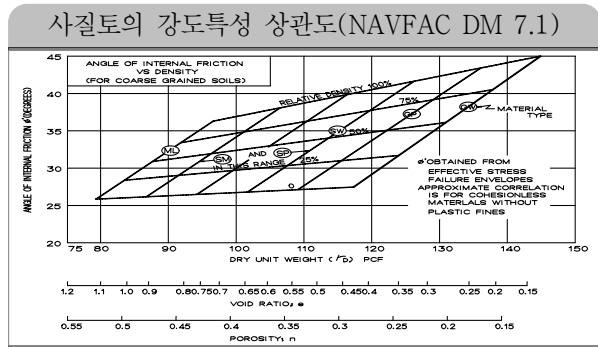
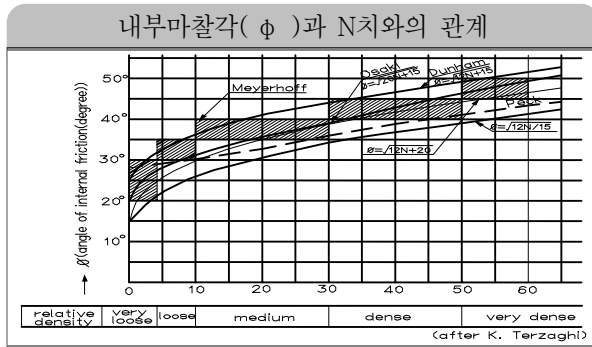
5.3 암층의 지반정수

## 제 5 장 지층별 지반정수

### 5.1 토사층의 지반정수

■ 경험식에 의한 강도정수( c, φ ) 산정결과

<p>• 점착력 산정식</p> <p>φ = 0 으로서 <math>c = \frac{q_u}{2}</math></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- DuBHam <math>q_u = \frac{N}{0.77}</math></li> <li>- Terzaghi-Peck <math>q_u = \frac{N}{0.82}</math></li> <li>- Ohsaki <math>q_u = 4 + \frac{N}{2}</math></li> </ul>	<p>• 내부마찰각 산정식</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- DuBHam <math>\phi = \sqrt{12N} + 20</math></li> <li>- Meyerhof <math>\phi = 0.25N + 32.5</math></li> <li>- Peck <math>\phi = 0.3N + 27</math></li> <li>- Ohsaki <math>\phi = \sqrt{20N} + 15</math></li> <li>- 도로교시방서 <math>\phi = \sqrt{15N} + 15</math></li> </ul>
---	--



■ 도로설계요령(한국도로공사, 2001)

종 류	재료의 상태	단위중량 (tonf/m <sup>3</sup> )	점착력, c (tonf/m <sup>2</sup> )	내부마찰각, φ (°)	통일분류
자 갈	조밀한 것	2.0	0	35	GW, GP
	조밀하지 않은 것 또는 입도가 나쁜것	1.8	0	30	
모 래	조밀한 것	2.0	0	35	SW, SP
	조밀하지 않은 것 또는 입도가 나쁜것	1.8	0	30	
사 질 토	조밀한 것	1.9	3이하	30	SM, SC
	조밀하지 않은 것	1.7	0	25	
점 성 토	단단한것(N=8~15)	1.8	5	25	ML, CL
	약간 연한 것, (N=4~8)	1.7	3	20	
	연한것(N=2~4)	1.7	1.5	15	
점토 및 실트	단단한 것, (N=8~15)	1.7	5	20	CH, MH, ML
	약간 연한 것(N=4~8)	1.6	3	15	
	연한것(N=2~4)	1.4	1.5	10	

## 제 5 장 지층별 지반정수

### ■ 토질역학(김상규)

지 층	상 태	단위중량 (tonf/m <sup>3</sup> )		
		건 조	전 체	포 화
모래질 자갈	느슨	1.4~1.7	1.8~2.0	1.9~2.1
	촉촉	1.9~2.1	2.0~2.3	2.1~2.4
거친모래, 중간모래	느슨	1.3~1.5	1.6~1.9	1.8~1.9
	촉촉	1.7~1.8	1.8~2.1	2.0~2.1
균등한 모래	느슨	1.4~1.5	1.5~1.9	1.8~1.9
	촉촉	1.7~1.8	1.8~2.1	2.0~2.1
거친 실트	느슨	1.3~1.5	1.5~1.9	1.8~1.9
	촉촉	1.6~1.7	1.7~2.1	2.0~2.1
실트	연약	1.3~1.5	1.6~2.0	1.8~2.0
	중간	1.6~1.7	1.7~2.1	2.0~2.1
	견고	1.8~1.9	1.8~1.9	1.8~2.2
소성이 작은 점토	연약	1.3~1.4	1.5~1.8	1.8~2.0
	중간	1.5~1.8	1.7~2.1	1.9~2.1
	견고	1.8~1.9	1.8~2.2	2.1~2.2
소성이 큰 점토	연약	0.9~1.5	1.2~2.8	1.4~1.8
	중간	1.5~1.8	1.5~2.0	1.7~2.1
	견고	1.8~2.0	1.7~2.2	1.9~2.3

### ■ 지반조사편람(서울특별시, 1996)

지 층	단위체적중량, $\gamma_t$ (tonf/m <sup>3</sup> )	점착력, c (tonf/m <sup>2</sup> )	내부마찰각, $\phi$ (°)
풍화토층	1.7~2.0	0.0~10.0	25~30

### ■ 국내사례 (사질토, 잔류토)

구 분	단위중량, $\gamma_t$ (tonf/m <sup>3</sup> )	점착력, c (tonf/m <sup>2</sup> )	내부마찰각, $\phi$ (°)
지반조사편람 (서울특별시,1996)	1.8	1.0	25
지반공학회	2.0	2.0	25
군위~남창(완도대교)	1.8~1.9	1.0~4.0	25~32
보성~임성리 7공구 철도건설	51.8	1.0	28
목포~광양 1공구 고속도로	1.8	1.0	30
호남고속도로	1.7~1.75	2.5~3.0	31~35
88고속도로	1.8	3.0	30



## 제 5 장 지층별 지반정수

### ■ Geotechnical Engineering Investigation (Roy E. Hunt, 1987)

material		compactness	Dr(%)	N	$\gamma_d$ (tonf/m <sup>3</sup> )	void ratio	strength ( $\phi$ )
GW	well-graded gravels, gravel-sand mixtures	dense	75	90	2.21	0.22	40
		medium dense	50	55	2.08	0.28	36
		loose	25	<28	1.97	0.36	32
GP	poorly grade gravels, gravel sand mixtures	dense	75	70	2.04	0.33	38
		medium dense	50	50	1.92	0.39	35
		loose	25	<20	1.83	0.47	32
SW	well-graded sands, gravelly sands	dense	75	65	1.89	0.43	37
		medium dense	50	35	1.79	0.49	34
		loose	25	<15	1.70	0.57	30
SP	poorly graded sands, gravelly sands	dense	75	50	1.76	0.52	36
		medium dense	50	30	1.67	0.60	33
		loose	25	<10	1.59	0.65	29
SM	silty sands	dense	75	45	1.65	0.62	35
		medium dense	50	25	1.56	0.74	32
		loose	25	<8	1.49	0.80	29
ML	inorganic silts, fine sands	dense	75	35	1.49	0.0	33
		medium dense	50	20	1.41	0.90	31
		loose	25	<4	1.35	1.0	27

### ■ PILE DESIGN and CONSTRUCTION PRACTICE ; Cohesive and Organic Soil (M.J. Tomlinson, 1993)

soil type, compactness & consistency	$\gamma_d$ (tonf/m <sup>3</sup> )	$\gamma_{sub}$ (tonf/m <sup>3</sup> )	c (tonf/m <sup>2</sup> )
soft plastic clay	1.6 ~ 1.9	0.6 ~ 0.9	2 ~ 4
firm plastic clay	1.75 ~ 2.0	0.75 ~ 1.1	4 ~ 7.5
stiff plastic clay	1.8 ~ 2.1	0.8 ~ 1.1	7.5 ~ 15
soft slightly plastic clay	1.7 ~ 2.0	0.7 ~ 1.0	2 ~ 4
firm slightly plastic clay	1.8 ~ 2.1	0.8 ~ 1.1	4 ~ 7.5
stiff slightly plastic clay	2.1 ~ 2.2	1.1 ~ 1.2	7.5 ~ 15
stiff to very stiff clay	2.0 ~ 2.3	1.0 ~ 1.3	15 ~ 30
organic clay	1.4 ~ 1.7	0.4 ~ 0.7	-
peat	1.05 ~ 1.4	0.05 ~ 0.40	-

## 제 5 장 지층별 지반정수

■ PILE DESIGN and CONSTRUCTION PRACTICE ; Cohesionless Soil  
(M.J. Tomlinson, 1993)

soil type, compactness & consistency	$\gamma_t$ (tonf/m <sup>3</sup> )	$\gamma_{sub}$ (tonf/m <sup>3</sup> )	c (tonf/m <sup>2</sup> )
loose gravel with low sand content	1.6 ~ 1.9	0.9	28 ~ 30
medium dense gravel with low sand content	1.8 ~ 2.0	1.0	30 ~ 36
dense to very dense gravel with low sand content	1.9 ~ 2.1	1.1	36 ~ 46
loose well-graded sandy gravel	1.8 ~ 2.0	1.0	28 ~ 30
medium-dense well-graded sandy gravel	1.9 ~ 2.1	1.1	30 ~ 36
dense well graded sandy gravel	2.0 ~ 2.2	1.2	36 ~ 45
loose clayey sandy gravel	1.8 ~ 2.0	1.0	28 ~ 30
medium-dense clayey sandy gravel	1.9 ~ 2.1	1.1	30 ~ 35
dense to very dense clayey sandy gravel	2.1 ~ 2.2	1.2	35 ~ 40
sloose coarse to fine sand	1.7 ~ 2.0	1.0	28 ~ 30
medium-dense coarse to fine sand	2.0 ~ 2.1	1.1	30 ~ 35
dense to very dense coarse to fine sand	2.1 ~ 2.2	1.2	35 ~ 40
loose fine and silgy sand	1.5 ~ 1.7	0.7	28 ~ 30
medium-dense fine and silty sand	1.7 ~ 1.9	0.9	30 ~ 35
dens to very dense fine and silty sand	1.9 ~ 2.1	1.1	35 ~ 40

■ 일반적인 토사층의 단위중량( $\gamma_t$ ), 강도정수 (C,  $\phi$ )

구 분		현장 및 실내시험	경험식 (N <sub>60</sub> )	관련문헌	국내사례	외국사례	비고
점성토	CH,ML	단위중량(tf/m <sup>3</sup> )	-	-	1.2~2.8	1.7~2.0	-
		점착력(tf/m <sup>2</sup> )	-	0.61~2.25	1.5	0.0~3.0	2.0~4.0
		내부마찰각(°)	-	-	15	0~30	27
사질토	SM, SP-SM, GM, GP-GM	단위중량(tf/m <sup>3</sup> )	-	-	1.8~2.1	1.7~2.1	1.9~2.1
		점착력(tf/m <sup>2</sup> )	-	-	0.0~3.0	1.0~4.0	-
		내부마찰각(°)	-	30.9~37.5	30	25~35	30~35
풍화토	SM	단위중량(tf/m <sup>3</sup> )	-	-	1.9	1.7~2.0	1.55~1.9
		점착력(tf/m <sup>2</sup> )	-	-	0.0~3.0	0.0~10.0	-
		내부마찰각(°)	-	33.3~39.5	30	25~30	30~35

5.2 풍화암의 지반정수

■ 지반조사편람(서울특별시, 1996)

지 층	단위중량 $\gamma_t$ (tonf/m <sup>3</sup> )	점착력 c (tonf/m <sup>2</sup> )	내부마찰각 $\phi$ (°)	변형계수 E (tonf/m <sup>2</sup> )	포아송비 v
풍화암	2.0~2.2	10~30	30~35	10,000~20,000	0.30~0.40

■ 도로설계요령(한국도로공사, 2001)

구 분	암반파쇄상태		강도정수		비 고
	TCR(%)	RQD(%)	내부마찰각 ( $\phi$ , °)	점착력 (c, tonf/m <sup>2</sup> )	
풍화암 또는 파쇄가 극심한 기반암 경우	20 이하	10 이하	30	10	파쇄상태에 따른 전단강도 제안

■ 기존사례

구 분	단위중량 (tonf/m <sup>3</sup> )	변형계수 (tonf/m <sup>2</sup> )	점착력 (tonf/m <sup>2</sup> )	내부마찰각 (°)	포아송비	비 고	
지반공학회 학술발표회	2.0	-	5.0	30	-	1997년	
	2.6	200,000	8.0~9.0	25	0.20	1998년	
목포~광양 1공구 고속도로	2.0	-	1.8	35	-	2002년	
군외~남창(완도대교)	2.0	20,000	5.0	33	0.29	2003년	
보성~임성리 7공구 철도건설	2.0	27,000	3.2	32	0.30	2003년	
전라선 (성산~신평)	A사	2.1	30,000	3.0	30	0.30	2003년
	B사	2.0	20,000	5.0	32	0.29	2003년
	C사	1.9	-	5.0	30	-	2003년

■ Hunt (Geotechnical Engineering Investigation Manual, 1984)

풍 화 정 도	점착력 (c, tonf/m <sup>2</sup> )	내부마찰각 ( $\phi$ , °)	비 고
decomposed	0.0	27.0~31.0	-
weathered	-	26.0~33.0	-
partly weathered	-	27.0~31.0	-
relatively sound	-	29.0~32.0	-
decomposed, fine-grained	0.0 (포화시)	25.0~34.0	-
decomposed, coarse-grained	-	36.0~38.0	-
decomposed, coarse-grained	-	36.0~38.0	-

5.3 암층의 지반정수

■ 지반조사편람(서울특별시, 1996)

지 층	단위중량 $\gamma_t$ (tonf/m <sup>3</sup> )	점착력 C (tonf/m <sup>2</sup> )	내부마찰각 $\phi$ (°)	변형계수 E (tonf/m <sup>2</sup> )	포아송비 $\nu$
풍화암	2.0~2.2	1.0~3.0	30~35	10,000~20,000	0.30~0.40
연 암	2.3~2.5	3.0~6.0	30~40	20,000~40,000	0.25~0.30
보통암	2.5~2.7	15.0~20.0	35~40	40,000~80,000	0.20

■ 도로설계요령(한국도로공사, 2001)

암석종류(강도)	암 반 파 쇄 상 태		암반의 전단강도지수	
	T.C.R	R.Q.D	$\phi$ (°)	$C$ (kg/cm <sup>2</sup> )
강한 풍화암으로서 파쇄가 거의 없는 경우와 대부분의 연·경암	20~30%	10~25%	33	1.3
	40~50%	25~35%	35	1.5
	70% 이상	40~50%	40	2.0

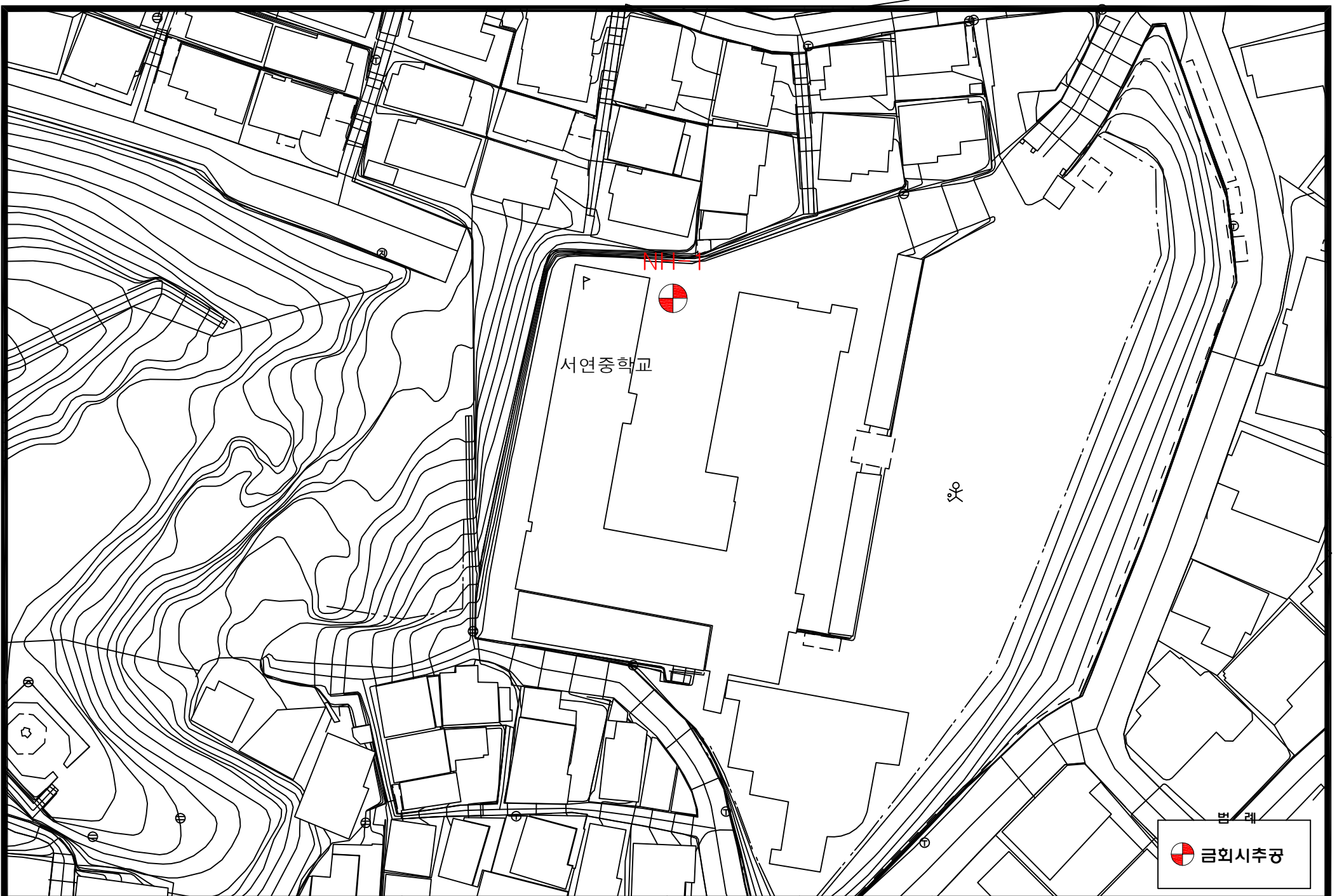
■ 기존사례

프로젝트명	분류	단위중량 (tonf/m <sup>3</sup> )	점착력 (tonf/m <sup>2</sup> )	내부마찰각 (°)	포아송비	비 고
서울시지반조사편람	풍화암	2.0~2.2	5.0	35	0.30~0.40	-
	연 암	2.3~2.5	3.0~6.0	30~40	0.25~0.30	-
	경 암	2.5~2.7	15.0~20.0	35~45	0.20	-
동해선 북면~매원간 철도기본설계	풍화암	2.1	5.0	33	0.30	-
	연 암	2.5	7.0	35	0.26	-
	경 암	2.7	5.0	47	0.22	-
경전선 삼량진~진주5공구 (마산~함양간) 복선전철 건설공사	풍화암	2.0	3.0	32	0.28	-
	연 암	2.5	6.0	35	0.22	-
	경 암	2.7	10.0	45	0.20	-
보성~임성리 7공구 철도건설	풍화암	2.1	3.0	30	0.30	-
	연 암	2.4	10.0	30	0.24	-
	경 암	2.5	15.0	43	0.22	-

## 부 록

1. 조사 위치 도
2. 시추 주상 도
3. 현장 조사 사진 성과

# 1. 조사 위치 도



PROJECT TITLE.

서울 서연중학교 내진성능 평가용역 지반조사

DRAWING TITLE.

조사위치도

SCALE.

NONE

DATE.

2019. 1 . .

SEET NO.

대한기초엔지니어링(주)

## 2. 시 추 주 상 도





### 3. 현장조사 사진성과

서울 서연중학교 내진성능 평가용역 지반조사	NH-1
-------------------------	------

공종	시추전경(원) NH-1	시험 날짜	2019년 1월
----	-----------------	----------	----------



공종	시추전경(근) NH-1	시험 날짜	2019년 1월
----	-----------------	----------	----------



공종	표준관입시험 NH-1	시험 날짜	2019년 1월
----	----------------	----------	----------



공종	시료채취 NH-1	시험 날짜	2019년 1월
----	--------------	----------	----------



공종	다운홀시험 NH-1	시험 날짜	2019년 1월
----	---------------	----------	----------

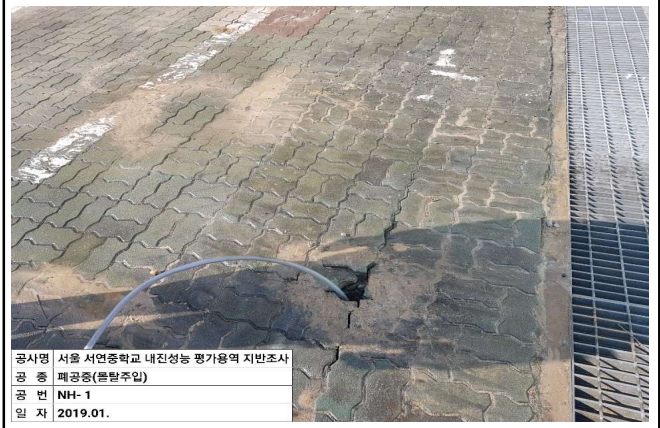


서울 서연중학교 내진성능 평가용역 지반조사	NH-1
-------------------------	------

공종	폐공전 NH-1	시험 날짜	2019년 1월
----	-------------	----------	----------



공종	폐공중 NH-1	시험 날짜	2019년 1월
----	-------------	----------	----------



공종	폐공중 NH-1	시험 날짜	2019년 1월
----	-------------	----------	----------



공종	폐공후 NH-1	시험 날짜	2019년 1월
----	-------------	----------	----------



서울 서연중학교 내진성능 평가용역 지반조사	NH-1
-------------------------	------

공 종	시료상자	시험 날짜	2019년 1월
			
공사명	서울 서연중학교 내진성능 평가용역 지반조사		
공 종	시료상자(1)		
공 번	NH- 1		
일 자	2019.01.		