

오산중학교 본관동 주변 지반조사 보고서

2023. 2

오 산 중 학 교 본 관 동 주 변 지 반 조 사 보 고 서

2023. 2.



(주) 정 토 이 엔 씨

Jung-To Engineering & Consulting Co., Ltd.

TEL : 401-6465(대) FAX : 420-6776

제 출 문


건축주 귀중


2023년 2월 귀하로부터 의뢰 받은 “오산중학교 본관동 주변 지반조사” 용역을 과업지시에 의거하여 수행.완료하였기에 그 성과를 정리하여 본 보고서로 제출합니다.

2023년 2월

서울시 송파구 송파동 135-8

(주) 정 토 이 앤 씨

대 표 이 사 이 기  (인)

토질 및 기초 이 기  (인)

목차

제 1 장 조사개요

1.1 조사 목적	2
1.2 조사 위치	2
1.3 조사 항목	3
1.4 조사 기간	3
1.5 조사 장비	3

제 2 장 조사시험 및 방법

2.1 시추조사 및 현장시험	5
2.2 시추공 폐공처리 방법	8
2.3 토질의 분류 및 기재방법	9
2.4 암반의 분류 및 기재방법	12

제 3 장 지형 및 지질

3.1 지형	19
3.2 지질	20

제 4 장 조사결과

4.1 시추조사 결과	22
4.2 표준관입시험 결과	25
4.3 공내수위측정 결과	26

제 5 장 구조물기초에 대한 검토

5.1 건축 구조물의 기초형식	28
5.2 일반적인 허용지지력 및 허용침하량	32
5.3 직접기초의 일반적인 사항	35
5.4 말뚝기초의 일반적인 사항	38

제 6 장 결론

부록

1. 시추조사 위치도
2. 지층단면도
3. 시추주상도
4. 현장 사진첩

제 1 장

조사 개요

- 1.1 조사 목적
- 1.2 조사 위치
- 1.3 조사 항목
- 1.4 조사 기간
- 1.5 조사 장비

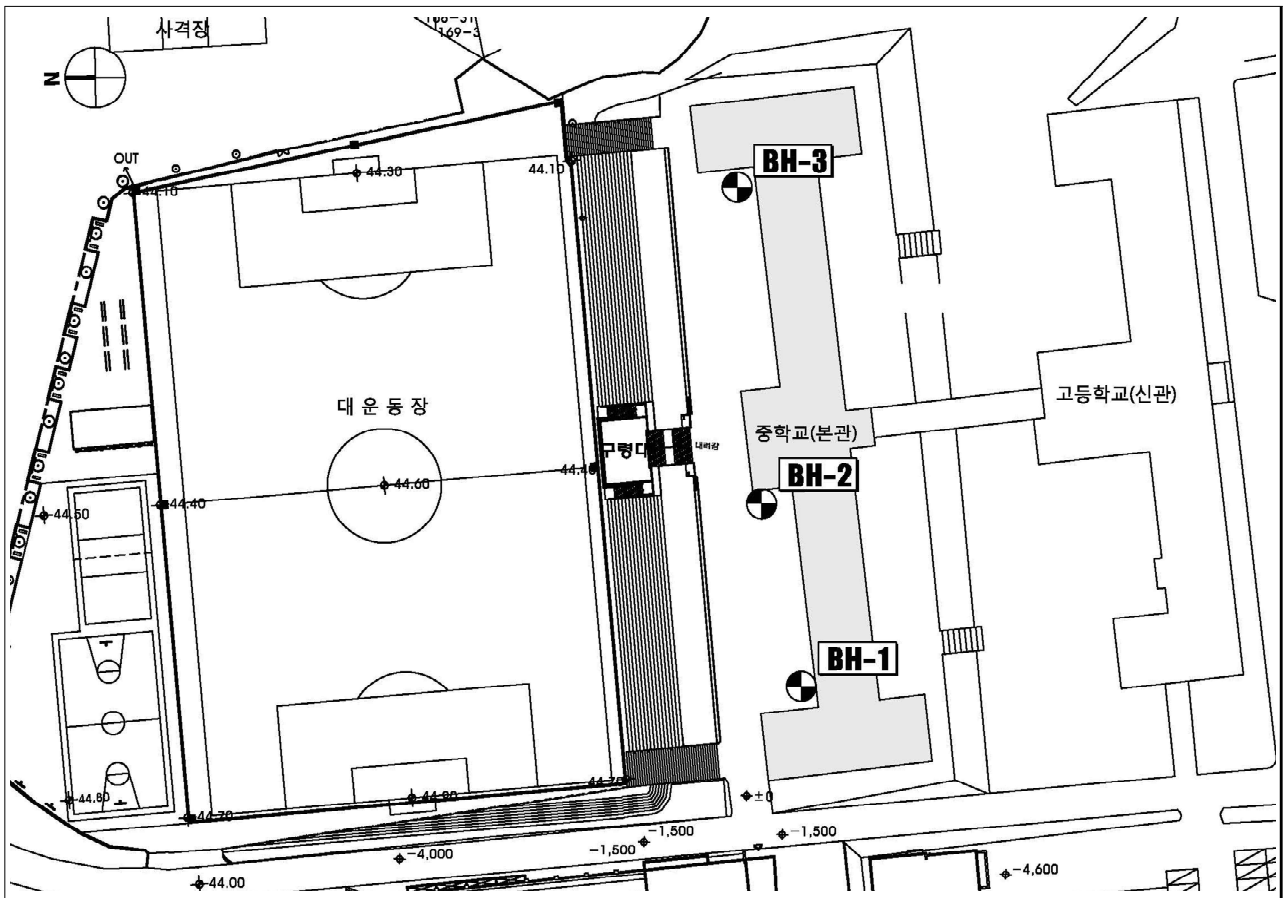
제1장 조사 개요

1.1 조사 목적

- 본 조사는 서울시 용산구 보광동 168-4번지에 위치한 “오산중학교 본관동 주변”부지에 대한 지반조사이다.
- 사업부지의 지질구조 및 지층분포 상태와 지층의 공학적 특성을 파악하여 과업이 수행될 수 있도록 설계 및 시공에 필요한 지반공학적 자료를 제공하는데 조사의 목적이 있다.
- 시추조사와 함께 현장원위치시험을 실시하였으며, 그 결과를 본 보고서에 수록하였다.

1.2 조사 위치

- 서울시 용산구 보광동 168-4번지(오산중학교 내)



1.3 조사 항목

구분	조사 항목	수량	조사 목적	비고
시추조사 및 현장조사	시추조사(NX Size)	3 개소	•상세 지층분포 상태 파악	
	표준관입시험	23 회	•지층의 상대밀도 및 연경도 확인	
	공내수위 측정	3 회	•지하수위 파악	

1.4 조사 기간

구분	2023년 2월 25일 ~ 2023년 2월 28일			비고
	10일	20일	28일	
시추조사 및 현장조사			■	
성과분석 및 보고서 작성			■	

1.5 조사 장비

조사 항목		조사 장비	수량	비고
시추조사	시추조사	•유압 시추기	1대	NX Size
현장시험	표준관입시험	•Split Spoon Sampler	1조	
	공내수위측정	•수위 측정기	1대	

제 2 장

조사시험 및 방법

- 2.1 시주조사 및 현장시험
- 2.2 시주공 폐공처리 방법
- 2.3 토질의 분류 및 기재방법
- 2.4 암반의 분류 및 기재방법

제2장 조사시험 및 방법

2.1 시추조사 및 현장시험

2.1.1 시추조사

● 목적

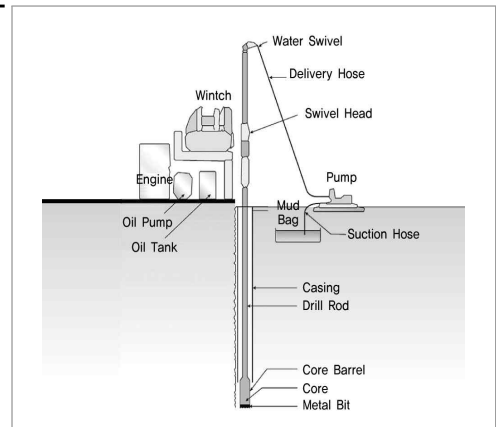
- 지층의 성상과 각 지층의 지반 공학적 특성, 기반암의 분포상태 및 풍화도 등을 파악한다.
- 시료의 채취 및 시추공내 시험을 실시하여 설계에 필요한 지반 자료를 제공한다.

● 개요

- 지층의 성층상태 및 구조물 하부의 지질 이상대 등을 파악하기 위해 실시하는 조사로 선정된 3개소에 대하여 회전 수세식 시추기를 이용하여 NX($\varnothing 75.7\text{mm}$) 규격으로 수직 시추조사를 실시한다.
- 굴진 심도는 조사목적 및 지층분포 특성을 감안하여 굴진한다.

● 원리 및 방법

- 시추구경은 NX(76mm) 규격
- 공벽붕괴방지를 위하여 풍화암까지 Casing을 설치한다.
- 토사 시료채취는 Split Spoon Sampler를 사용한다.
- 토사층 구간에서는 시추시의 굴진 속도, Slime의 상태, 순환수의 색조, 표준관입시험에 의하여 채취된 시료 및 N치를 근거로 하여 수직 지층 분포 상태를 확인한다.
- 조사결과는 시추 주상도에 심도, 토질상태 및 암질상태 등을 상세히 기록하며, 채취된 토층시료는 코아 상자(100×40×6cm)에 순서에 따라 정리 보관한다.



● 시추공 규격에 따른 제원(서울시 지반조사 편람 참고)

구분	비트규격 (mm)		케이싱 규격(mm)		코아직경 (mm)	비고
	내경	외경	내경	외경		
EX	21.5	37.7	41.3	46.0	20.2	
AX	30.0	48.0	50.8	57.2	28.6	
BX	42.0	59.9	65.1	73.0	41.3	
NX(적용)	54.7	75.7	81.0	83.9	54.0	
HX	68.3	98.4	104.8	114.3	67.5	

● 적용 현황 및 결과활용

적용 현황		결과 활용
대상 부지	•시추 종료심도(기초 지지층 확인)	•지층 분포상태 파악, 암반분류 및 시료채취 •구조물 기초계획 및 토공계획 •지층 분포 분석
		3공

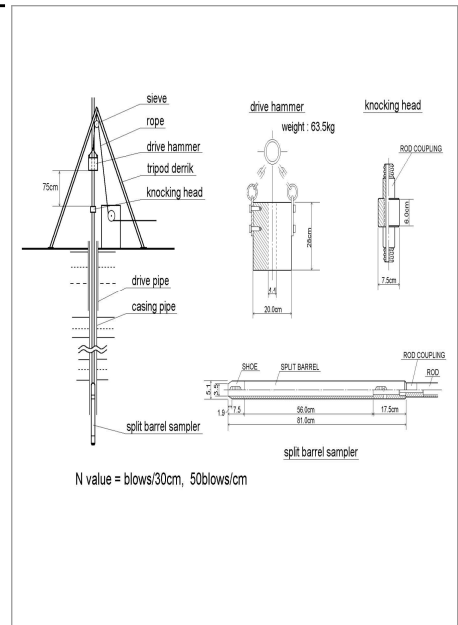
2.1.2 표준관입시험

● 개요

- N치로부터 지층의 상대밀도 및 연경도를 확인하고 지반의 강도 및 변형특성을 산정한다.
- 교란시료를 채취하여 육안판별시 이용한다.
- 변형 특성 파악 및 지지력 추정, 토사층의 설계 지반정수 산정시 활용한다.

● 원리 및 방법

- 64kg의 해머를 낙하고 76cm에서 자유낙하시켜 Split Spoon Sampler를 30cm 관입시키는데 소요되는 타격 횟수(N)를 측정하는 것으로 15cm씩 3단계로 시행하며 1단계 15cm 관입시 소요되는 타격수는 예비타로 간주하여 고려하지 않는다.
- 한국산업규격(KS F 2307)에 규정된 방법에 의거 실시한다.
- 지층이 변하는 구간 또는 매 1.0m마다 연속적으로 시행하는 것을 원칙으로 한다.
- 지층이 조밀 또는 견고하여 30cm 관입이 곤란할 때는 50회까지 타격하고 그 때의 관입량을 표시 50/3(50회 타격에 3cm관입)과 같이 기록한다.
- 시험결과 및 육안관찰 결과는 지반조사보고서의 시추주상도에 기재



● 적용 현황 및 결과활용

적용 현황		결과 활용			
•전체 시추공	23회	지반에 대한 종합 판정		<ul style="list-style-type: none"> •지층판별 및 토성추정 •기초의 지지층 분포심도 •연약층 유무 판단 	<ul style="list-style-type: none"> •말뚝의 관입성 •투수층의 유무 •지반개량 방법과 효과의 판정
		N치 이용 지반특성 추정	사질 토	<ul style="list-style-type: none"> •상대밀도(Dr) •지지력 계수 •간극비 •액상화 가능성 판단 	<ul style="list-style-type: none"> •내부마찰각(ϕ) •기초지반의 탄성침하 •기초지반의 허용 지지력
점성 토	<ul style="list-style-type: none"> •컨시스턴시 •기초지지력 		<ul style="list-style-type: none"> •일축압축강도(q_u) •비배수점착력(C_u) 		

2.1.3 공내 지하수위 측정

● 개요

•시추공내의 지하수위를 측정하여 기초 굴착시 배수대책 및 지하수위 변동을 측정한다.

● 원리 및 방법

- 지하수위 측정은 지하수체(Ground Water Body) 상면의 위치 또는 시추공에 나타나는 정수면(Piezometric Surface)의 위치를 지표면 또는 일정한 기준면부터 심도를 측정한다.
- 시추조사 완료후 측정한다.
- 각 시추공별 측정된 지하수위는 시추 주상도에 기록한다.



● 적용 현황 및 결과활용

적용 현황		결과 활용
구분	수량	•지하수위 변화에 따른 수압 및 유효상재하중 산정 •가설공사의 배수계획 및 침투류 해석에 활용
전체 시추공	3회	

2.2 시추공 폐공처리 방법

2.2.1 폐공처리 목적 및 주안점

● 목적

- 지하수 오염방지
- 폐공처리에 의한 지하수 오염방지 효과
 - 폐공내로 유입되는 지표오염원의 차단
 - 오염원의 수직적 이동통로 제거
 - 오염 유발시설(케이싱 등) 제거

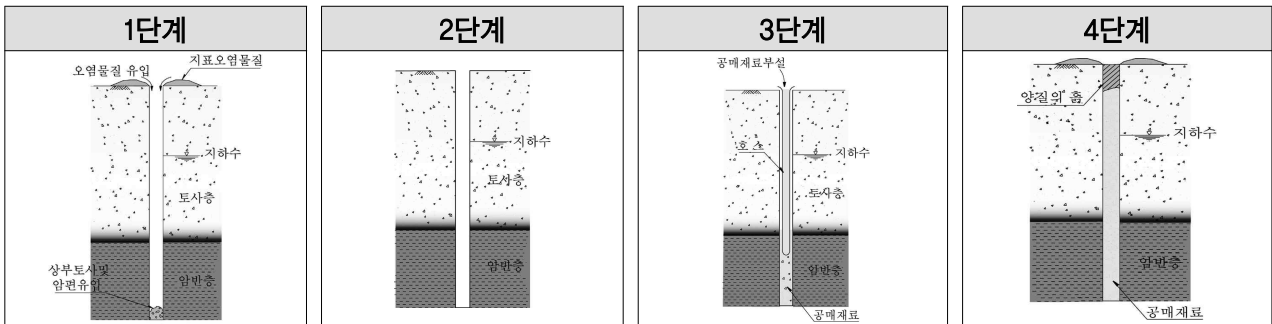
● 주안점

- 폐공처리 명문화 : 지반조사시 발생하는 폐공은 소기의 목적 달성 후 규정에 의거 처리토록 함
- 오염원의 수직적 이동통로 제거 : 폐공처리 위치, 폐공처리 사유, 폐공처리한 시추공의 구조(직경, 심도, 지하수위, 지질 등), 폐공처리 절차 및 공매재료의 사용량배합비 등을 내용으로 하여 폐공처리

2.2.2 폐공처리 방법

폐공의 정의	원상복구 명령(지하수법 제15조) (아래의 각호에 해당되는 경우)	처리 대책 (지하수의 수질보전에 관한 규칙)
•현재 또는 미래에 이용할 계획이 없고 오염방지를 위한 별도의 조치없이 방치되어 있는 지층을 굴착한 모든 공 (국토해양부)	1. 인허가등 취소, 개발·이용기간 만료경우 2. 지하수 개발·이용을 위하여 굴착한 장소에서 지하수가 채취되지 않은 경우 3. 소요수량이 확보되지 않았거나 수질불량으로 지하수를 개발·이용할 수 없는 경우 4. 지하수의 개발, 이용을 종료한 경우 5. 기타 원상복구가 필요한 경우로서 대통령이 정하는 경우	1. 암반층 처리 •암반 대수층을 대상으로 불투수성 재료 주입 •상부 토사층은 케이싱 제거시 자연함물 유도 및 주변흙으로 되메움 2. 토사층 처리 •케이싱을 제거하여 공내부 자연적 함물 유도 및 함물 이외부분 주변흙으로 되메움

● 폐공 처리 개념도



2.2.3 폐공처리 현황

구분	계획	실행	비고
전체 시추공	3개소	3개소	

2.3 토질의 분류 및 기재방법

• 토질의 분류는 성질이 다른 여러 흙을 간단한 시험을 근거로 몇 가지 Group으로 나누어 각 Group별 공학적 성질을 파악할 목적으로 시행한다.

구분	설명
토질의 분류	• 토질의 공학적 분류방법(KS F 2324)인 통일분류법(USCS)을 기준으로 분류한다.
기재 방법	• 시추주상도의 지층구분은 통일 분류법의 기호를 사용한다. • N치에 의해 상대밀도 및 연경도를 판단하고 채취 교란시료의 육안관찰 및 물성 시험에 근거하여 통일분류법으로 흙을 분류하여 기재한다.
기술 내용	• 연경도 및 사질토의 상대밀도와 습윤상태, 색조, N치 등을 고려하여 기재한다. • 함수상태는 건조(Dry), 습윤(Moist), 젖음(Wet) 및 포화상태(Saturated)로 구분한다. • 색조는 흑색, 갈색, 홍색, 적색, 황색 등에 담(연한)과 암(진한)의 접두어를 사용 한다.

2.3.1 토질의 분류방법

● 육안관찰에 의한 분류법

구 분	토립자의 육안적 판별과 일반적인 상태	손으로 쥐었다 놓음		습윤상태에서 손가락으로 끈모양으로 풀때
		건조 상태	습윤 상태	
모래 (Sand)	• 개개 입자의 크기가 판별 될 수 있는 입상을 보임 • 건조상태에서 흘러져 내림	• 덩어리로 되지 않고 흐트러짐	• 덩어리거나 가볍게 건드리면 흐트러짐	• 끈 모양으로 꼬아 지지 않음
실트섞인 모래 (Silty Sand)	• 입상이나 실트, 점토가 섞여서 약간 점성이 있음 • 모래질의 특성이 우세함	• 덩어리거나 가볍게 건드리면 흐트러짐	• 덩어리지며 조심스럽게 다루면 부서지지 않음	• 끈 모양으로 꼬아 지지 않음
모래섞인 실트 (Sandy Silt)	• 적당량 세립사와 소량의 점토를 함유하고 실트입자 50% 이상임 • 건조되면 덩어리가 쉽게 부서져서 가루가 됨	• 덩어리지며 만져도 부서지지 않음 • 부서지면 밀가루와 같은 감촉	• 덩어리지며 자유롭게 다루어도 부서지지 않음 • 물을 부으면 서로 엉킴	• 끈 모양으로 꼬아 지지 않으나 작게 끊어지고 부드럽고 약간의 점성이 있음
실트 (Silt)	• 세립사와 점토함량이 극소량 이고 실트입자 함량이 80% 이상 • 건조되면 덩어리거나 쉽게 부서져 밀가루 감촉의 가루가 됨	• 덩어리지며 자유롭게 만져도 부서지지 않음	• 덩어리지며 자유롭게 만져도 부서 지지 않으며 물에 젖으면 엉킴	• 완전히 꼬아 지지는 않으나 작게 끊어 지는 상태로 꼬아 지고 부드러움
점토 (Clay)	• 건조되면 아주 딱딱한 덩어리의 상태로 됨 • 건조상태에서 잘 부서지지 않음	• 덩어리지며 자유롭게 만져도 부서 지지 않음	• 덩어리지며 자유롭게 만져도 부서 지지 않으며 찰흙 상태로 됨	• 길고 얇게 꼬아 지고 점성이 큼

● 통일 분류법

주요 구분		기호	대표적인 흙	분류 기준		
조립토 (Coarse-Grained Soil)	자갈 (Gravel) 4번체 (4.76mm) 에 50% 이상 남음	세립분이 약간 또는 거의없는 자갈	GW 입도분포가 좋은 자갈 또는 자갈과 모래의 혼합토, 세립분이 약간 또는 없음	200번체 통과율이 5% 이하인 경우 GW, GP, SW, SP	$Cu > 4, Cu = D60/D10$ $1 < Cg < 3$ $Cg = (D30)^2 / (D10 \times D60)$	
		세립분을 함유한 자갈	GP 입도분포가 나쁜 자갈 또는 자갈과 모래의 혼합토, 세립분이 약간 또는 없음			GW의 조건이 만족되지 않을때
	200번체 (0.075mm) 에 50% 이상 남음	모래 (Sand) 4번체 (4.76mm) 에 50% 이상 통과	세립분이 약간 또는 거의없는 모래	SW 입도분포가 좋은 모래 또는 자갈질의 모래, 세립분은 약간 또는 없음	200번체 통과율이 5-12%인 경우 GM, GC, SM, SC	$Cu > 6$ $1 < Cg < 3$
		세립분을 함유한 모래	SP 입도분포가 불량한 모래 또는 자갈질 모래	SW의 조건이 만족되지 않을때		
세립토 (Fine-Grained Soil)	액성한계 50% 이하인 실트나 점토	ML 무기질의 실트, 매우 가는 모래, 암분, 소성이 작은 실트질의 세사나 점토질의 세립사	<ul style="list-style-type: none"> • 소성도(Plasticity Chart)는 세립토에 함유된 세립분과 세립토를 분류하기 위해 사용 • 소성도의 빗금 친 곳은 2중문자로 표기 	<p style="text-align: center;">세립토의 분류를 위한 소성도</p>		
		CL 소성이 중간치 이하인 유기질 점토, 자갈질 점토, 모래질 점토, 실트질 점토				
	200번체 (0.075mm) 에 50% 이상 통과	OH 탄성이 중간치 이상인 유기질 점토				
	고유기성 흙	Pt 이탄 및 그 밖의 유기질을 많이 함유한 흙				

2.3.2 토질의 기재방법

•토질의 상태에 대한 기재내용은 연경도, 함수상태, 색깔 등이며, 다음과 같은 방법에 의하여 그 결과를 시추 주상도에 기록한다.

● 토질의 기재사항

구분	기재 사항	비고
주상도	•토질의 분류, 상대밀도, 연경도, 습윤도, 색 등	시추시 채취된 교란시료의 육안관찰로 확인 및 기재
함수상태	•건조, 습윤, 젖음, 포화 등으로 표기 •현장에서 판단되는 함수비의 정도로부터 평가	
색조	•흑색, 갈색, 회색, 적색, 황색 등 기본색을 기준 •연함과 진함의 명암 및 혼색에 대한 서술용어를 접두어로 사용	

● 상대밀도 및 연경도

사질토의 상대밀도		점성토의 연경도	
관입저항값 (N치)	상대 밀도	관입저항값 (N치)	연경도
4 이하	매우 느슨 (Very Loose)	2 이하	매우 연약 (Very Soft)
4 ~ 10	느슨 (Loose)	2 ~ 4	연약 (Soft)
10 ~ 30	보통 조밀 (Medium Dense)	4 ~ 8	보통 굳음 (Medium Stiff)
30 ~ 50	조밀 (Dense)	8 ~ 15	굳음 (Stiff)
50 이상	매우 조밀 (Very Dense)	15 ~ 30	매우 굳음 (Very Stiff)
-	-	30 이상	단단함 (Hard)

● 시료의 함수상태

함수비 (%)	상태
0 ~ 10	건조 (Dry)
10 ~ 30	습윤 (Moist)
30 ~ 70	젖음 (Wet)
70 이상	포화 (Saturated)

● 시료의 색

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

※시료의 색조는 회색, 갈색, 황색 등의 기본색에 필요에 따라 연한(담), 짙은(암) 등과 같은 접두어를 사용

2.4 암반의 분류 및 기재방법

•암반 분류기준은 일반적으로 지질학적 분류, 품셈에 의한 분류, 공학적 분류가 있다.

구분	설명
암반의 분류	•암반은 “서울시 표준지반분류(안)”을 참고로 풍화암, 연암, 경암으로 구분한다.
기재 방법	•암석의 풍화상태, 불연속면의 간격(절리나 파쇄대의 간격), 및 암질 표기는 ISRM(국제암 반역학회)의 분류방법에 의거 분류한다. •조사과정에서 회수된 시추코어를 암석시험 및 육안 관찰하여 American Institute of Professional Geologist에서 제시한 “공학적 목적을 위한 암석시료의 채취방법 및 시추 주상도 작성방법”에 의거 시추주상도를 작성한다. •풍화정도, 파쇄정도는 암석분류 기준에 의거하여 분류한다.
기술 내용	•색, 불연속면(Discontinuity)의 간격과 상태, 풍화상태, 강도, 암석명 등 •색은 암석의 기본색(황색, 갈색, 회색, 청색 및 녹색)에 담(연한), 암(진한)의 명암 및 혼 색의 서술용어를 사용한다.

2.4.1 암반의 분류방법

구분	분류방법	개요
지질학적 분류	•성인에 따른 분류	•암석의 생성조건에 따라 분류
품셈에 의한 분류	•지반조사에 의한 분류 •탄성파 속도에 따른 분류 •일축압축강도에 의한 분류 •토공 작업성에 의한 분류	•지반조사시 암반분류기준에 의거 •해머타격 및 탄성파 속도에 의한 분류 •암석의 강도특성에 따른 분류 •R,Q,D, T,C,R 및 탄성파 속도에 따른 분류
공학적인 분류	•R,Q,D를 이용한 분류	•시추조사 시 회수된 Core를 이용 •암반상태를 등급화 하여 분류

● 지질학적 분류

•지질연대에 의한 분류와 성인에 의해 분류한다.
•지층의 층사와 암석의 경년을 기준으로 한 연대에 따라 대(代, Era), 기(紀, Period), 세(世, Age)로 구분
•암석을 생성조건에 화성암, 변성암, 퇴적암의 3가지로 구분한다.
•암석의 생성조건과 조암광물의 종류 및 성분, 쇠설물의 입경, 결정구조 등에 따라 세분화 한다.

화성암	심성암	: 화강암(Granite), 섬록암(Diorite), 반려암(Gabbro)
	화산암	: 유문암(Rhyorite), 안산암(Andesite), 현무암(Basalt)
퇴적암	쇄설암	: 역암(Conglomerate), 각력암(Breccia), 사암(Sandstone), 혈암(Shale), 이암(Mudstone), 비쇄설암 : 석회암(Limestone), 백운암(Dolomite), 규암(Chert)
	광역변성암	: 천매암(Phyllite), 편암(Schist), 편마암(Gneiss)
변성암	접촉변성암	: Hornfels,
	동력변성암	: Mylonite

● 지반조사시 암반분류(품셈에 의한 분류)

• 조사지역에 분포하는 기반암을 암반분류기준에 의거하여 연암, 보통암, 경암 등 3등급으로 분류한다.

구분	지질조사에 의한 분류기준	지질 특성
연암	<ul style="list-style-type: none"> •TCR : 20~40% RQD : <25% •Js : 6cm~20cm •일축압축강도(건조상태) : 700~1,000kgf/cm² 	<ul style="list-style-type: none"> •암의 내부를 제외하고 균열을 따라 다소 풍화가 진척되어 있으며, 장식 및 유색광물이 변색됨 (심한 풍화~보통 풍화) •햄머로 1~2회 치면 둔탁음을 내고 부서지거나 갈라짐
보통암	<ul style="list-style-type: none"> •TCR : 40~70% RQD : 25~50% •Js : 15cm~30cm •일축압축강도(건조상태) : 1,000~1,300kgf/cm² 	<ul style="list-style-type: none"> •절리면을 따라 다소 풍화 진행, 석영을 제외한 장식 및 유색광물 일부 변색됨(보통 풍화~약간 풍화) •햄머 타격시 탁음을 내고 2~3회에서 갈라지며 갈라진면이 날카로움
경암	<ul style="list-style-type: none"> •TCR : >70% RQD : >50% •Js : 20cm~50cm •일축압축강도(건조상태) : 1,300~1,600kgf/cm² 	<ul style="list-style-type: none"> •대체로 신선, 절리면을 따라 약간풍화, 암내부는 대체로 신선(약간 풍화~신선) •햄머 타격시 금속음을 내고 잘 부서지지 않으며 튀는 경향을 보임

● 토공작업성에 의한 분류기준(한국도로공사:도로설계 실무 편람)

구분		토공작업 리퍼빌리티		
		토사	리핑암	발파암
표준관입시험 (N치)		50/15 미만	50/15 이상	-
불연속면 발달빈도	BX 크기	-	TCR=5% 이하이고 RQD=0% 정도	TCR=5~10%이상이고 RQD=0~5% 이상
	NX 크기	-	TCR=25% 이하이고 RQD=0% 정도	TCR=25%이상이고 RQD=0~10% 이상
탄성파속도	A 암종	700m/sec 미만	700~1,200m/sec 미만	1,200m/sec 이상
	B 암종	1,000m/sec 미만	1,000~1,800m/sec 미만	1,800m/sec 이상

주) A그룹 암종 : 편마암, 사질편암, 석회암, 사암, 휘록응회암, 역암, 화강암, 안산암

B그룹 암종 : 흑색편암, 녹색편암

● 암석의 일축압축강도에 따른 분류기준(한국기술용역협회 지질조사 표준품셈)

구분	풍화암	연암	보통암	경암	극경암
제3기 퇴적암 화성암	각 암석의 풍화암	셰일, 이암, 응회암, 사암, 각력응회암	역암, 집괴암 현무암(다공질)	쳐트, 유문암, 규질아질라이트, 반암, 안산암, 조면암, 집괴암, 현무암	규질아질라이트 석영, 조면암, 석영, 안산암
중생대 퇴적암 화성암	각 암석의 풍화암	셰일, 탄질셰일	사질셰일, 실트스톤, 장석질사암	역암, 경사암, 규질셰일, 화강암, 반암, 규장암, 화강편마암, 쳐트, 훈펠스	석영맥, 쳐트, 훈펠스
고생대 및 선캠브리아기 퇴적암, 화성암 및 변성암	각 암석의 풍화암	셰일, 실트스톤, 탄질셰일, 석회암, 대리석, 점판암, 천매암, 사문암	슬레이트, 백운암, 흑운모편암, 흑연편암, 녹리석편암, 견운모편암	사암, 역암, 규질셰일, 규질석회암, 섬록암, 섬장암, 반려암, 석영반암, 화강반암, 페그마타이트반암, 화강편마암, 운모편마암, 각섬편마암, 호상편마암, 석영편암, 각섬편암, 운모편암	경사암, 규암, 석영맥
일축압축강도 (kgf/cm ²)	125 이하	125~400	400~800	800~1,200	1,200이상 경우에는 1,800

● 서울시 표준지반분류(안)

지반명 및 정성적 특징(노두조사 및 막장 조사시)	시추조사시의 분류기준 (충족조건)	개략 현장 탄성파속도 VP (km/s)
퇴적토층(DS) •원지반에서 분라이동되어 다른 곳에 퇴적된 층으로 대체로 원지반보다 연약하며 입자의 크기나 구성에 따라 세분	흙의 통일분류법 으로 세분함	-
풍화토층(RS) •조암광물이 대부분 완전 풍화되어 암석으로서의 결합력을 상실한 풍화잔류토로서 절리의 대부분은 풍화산물인 점토등 2차 광물로 충전되어 흔적만 보이고 함수포화시에 전단강도가 현저히 저하되기도 하며, 손으로 쉽게 부수어지는 지반	N < 50회/10cm 흙의 통일분류법 으로 세분함	<1.2
풍화암층(WR) •심한 풍화로 암석자체의 색조가 변색되었으며 충전물이 채워지거나 열린 절리가 많고, 가벼운 망치 타격에 쉽게 부수어지며 칼로 흠집을 낼수 있음. 절리간격은 좁음 이하이며 시추시 암편만 회수되는 지반	TCR ≥ 10 % N ≥ 50회/10cm qu < 100 kg/cm ²	1.0~2.5
연암층(SR) •절리면 주변의 조암광물은 중간 풍화되어 변색되었으나 암석 내부는 부분적으로 약한 풍화가 진행 중이며 망치 타격에 둔탁한 소리가 나면서 파괴되고, 일부 열린 절리가 있으며 절리간격은 중간 정도인 지반	TCR ≥ 30 % RQD ≥ 10 % qu ≥ 100 kg/cm ² Js ≥ 20 cm	2.0~3.2
보통암층(MR) •절리면에서 약한 풍화가 진행되어 일부 변색되었으나 암석은 강한 망치 타격에 다소 맑은 소리가 나면서 깨어지고, 절리면의 대부분이 밀착되어 있고 절리간격이 넓은	TCR ≥ 60 % RQD ≥ 25 % qu ≥ 500 kg/cm ² Js ≥ 60 cm	3.0~4.2
경암층(HR) •조암광물의 대부분이 거의 신선하며 암석은 강한 망치타격에 맑은 소리를 내며 깨어지고, 절리면은 잘 밀착되어 있고 절리간격이 매우 넓은	TCR ≥ 80 % RQD ≥ 50 % qu ≥ 1000 kg/cm ² Js ≥ 200 cm	4.0~5.0
극경암층(XHR) •거의 완전하게 신선한 암으로서 절리면은 잘 밀착되어 있고 강한 망치 타격에 맑은 소리가 나며 잘 깨어지지 않으며 절리간격이 극히 넓은	TCR ≥ 80 % RQD ≥ 75 % qu ≥ 1,500kg/cm ² Js ≥ 300 cm	>4.5

주) N:표준관입시험(SPT)의 관입저항치, TCR:코아 회수율, RQD:암질 표시율, qu:코아시료 일축압축강도, Js:절리면 간격, TCR 및 RQD는 Nx 공경 다이아몬드 비트와 이중 코아베럴을 사용한 시추시의 측정치임.

2.4.2 암반의 기재방법

● 색

• 암반의 기본색(황색, 갈색, 회색, 청색 또는 녹색)에 담(연한), 암(진한)의 명암 및 혼색에 대해 서술한다.

● 불연속면의 간격

기재 방법	기호	Joint 간격	균열 상태
불연속면 간격의 최대값, 최소값, 평균값을 주상도에 수록	F5	6 cm 이하	매우 심한균열 (Highly Fractured)
	F4	6~20 cm	심한 균열 (Fractured)
	F3	20~60 cm	보통 균열 (Moderately Fractured)
	F2	60~200 cm	약간 균열 (Slightly Fractured)
	F1	200 cm 이상	괴상 (Massive)


● 풍화상태

기호	용어	풍화 상태
D6	잔류토 (Residual Soil)	•완전풍화되고 토립자들의 재구성이 일어나 암석조직이 관찰되지 않는 흙
D5	완전 풍화 (Completely Weathered)	•암석전체가 완전풍화를 받아 흙으로 변화되었으나 모암의 원조직과 구조를 지니며 간혹 풍화를 받지 않은 암편을 함유한 상태
D4	심한 풍화 (Highly Weathered)	•암석내부까지 풍화가 진행 중이며 점토물질이 협재되어 있어 부분적으로 쉽게 부술 수 있는 상태
D3	보통 풍화 (Moderately Weathered)	•전 암석 표면에서부터 풍화가 진행 중이며 색조는 변화했으나 손으로 부술 수 없는 상태
D2	약간 풍화 (Slightly Weathered)	•기반암내 발달된 불연속면을 따라 미약한 풍화작용이 시작되고 있으나 암석 자체에는 아무런 풍화작용이 일어나지 않는 상태
D1	신선 (Fresh)	•풍화작용의 흔적이 없는 상태

● 강도

기호	용어	강도 상태
S5	매우 약함 (Very Weak)	•손가락 또는 엄지손톱의 압력으로 눌러 으스러지는 정도
S4	약함 (Weak)	•해머로 눌러 으스러지는 정도
S3	보통 강함 (Moderately Strong)	•1회의 약한 해머 타격으로 쉽게 깨지며 모서리가 으스러지는 정도
S2	강함 (Strong)	•1~2회의 강한 해머 타격으로 깨지거나 모서리가 각이지는 정도
S1	매우 강함 (Very Strong)	•여러번의 강한 해머 타격으로 패각상의 조각으로 깨지며 각이 날카로운 정도

● 절리면 거칠기

구분	계단형(Stepped)	파동형(Undulating)	평면형(Planar)
거칠음(Rough)			
완만(Smooth)			
경면(Slickensided)			

2.4.3 암반분류 기준

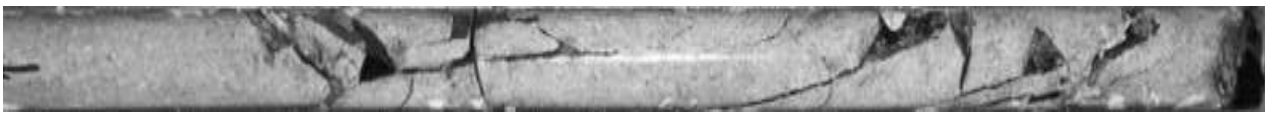
• 시추 코아 대상으로 RQD(%)를 이용한 암반분류를 수행한다.

① RQD에 의한 암반분류 방법

구분	설명
개요	<ul style="list-style-type: none"> • 1966년 Deere에 의해 제안 • 코아회수율(TCR: Total Core Recovery)을 발전시킨 개념인 RQD(Rock Quality Designation)는 절리의 발달간격을 나타내는 지수로서 암반특성을 파악하는 중요한 판단요소
평가 방법	<ul style="list-style-type: none"> • $RQD(\%) = \frac{10\text{cm이상인 Core 길이의 합}}{\text{총 시추길이}} \times 100(\%)$
특징	<ul style="list-style-type: none"> • 신속하게 불연속면의 간격을 정량화, 주관적인 차이가 적음 • 절리의 방향성, 밀착성, 충전물, 지반응력 등을 고려할 수 없음 • RQD 값이 반드시 암반양호도와 비례하지 않을 경우가 있음

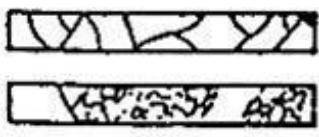
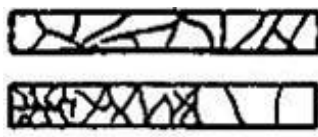
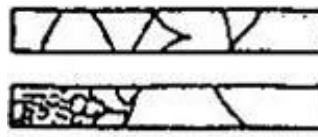
● RQD 산정 예

10cm 이상의 코아 길이 측정



– $RQD(\%) = \frac{10\text{cm이상인 Core 길이의 합}}{\text{총 시추길이}} \times 100(\%) = \frac{12+14}{100} \times 100\% = 26\%$

● RQD 값이 암반양호도와 비례하지 않는 경우

Core 형태			
암반 상황	• 아래 암반코아의 RQD값이 약 30%로 크지만 위쪽 코아의 암반상태가 양호함.	• 위 코아는 RQD=0 이고 아래는 RQD=40 이지만 암반상태는 아래쪽이 불량함.	• RQD는 모두 약 60%이지만 암반상태는 아래쪽이 불량.

• 동일한 RQD라고 하여도 실제로는 암반 특성 차이가 있어 코아형태로부터 암반을 정량적으로만 표현할 경우 주의하여야 함

● RQD에 의한 암반분류

RQD 범위(%)	100~91	90~76	75~51	50~26	25~10
암반 등급	I	II	III	IV	V
암질 상태	매우 양호	양호	보통	불량	매우 불량

제 3 장

지형 및 지질

3.1 지형

3.2 지질

제3장 지형 및 지질

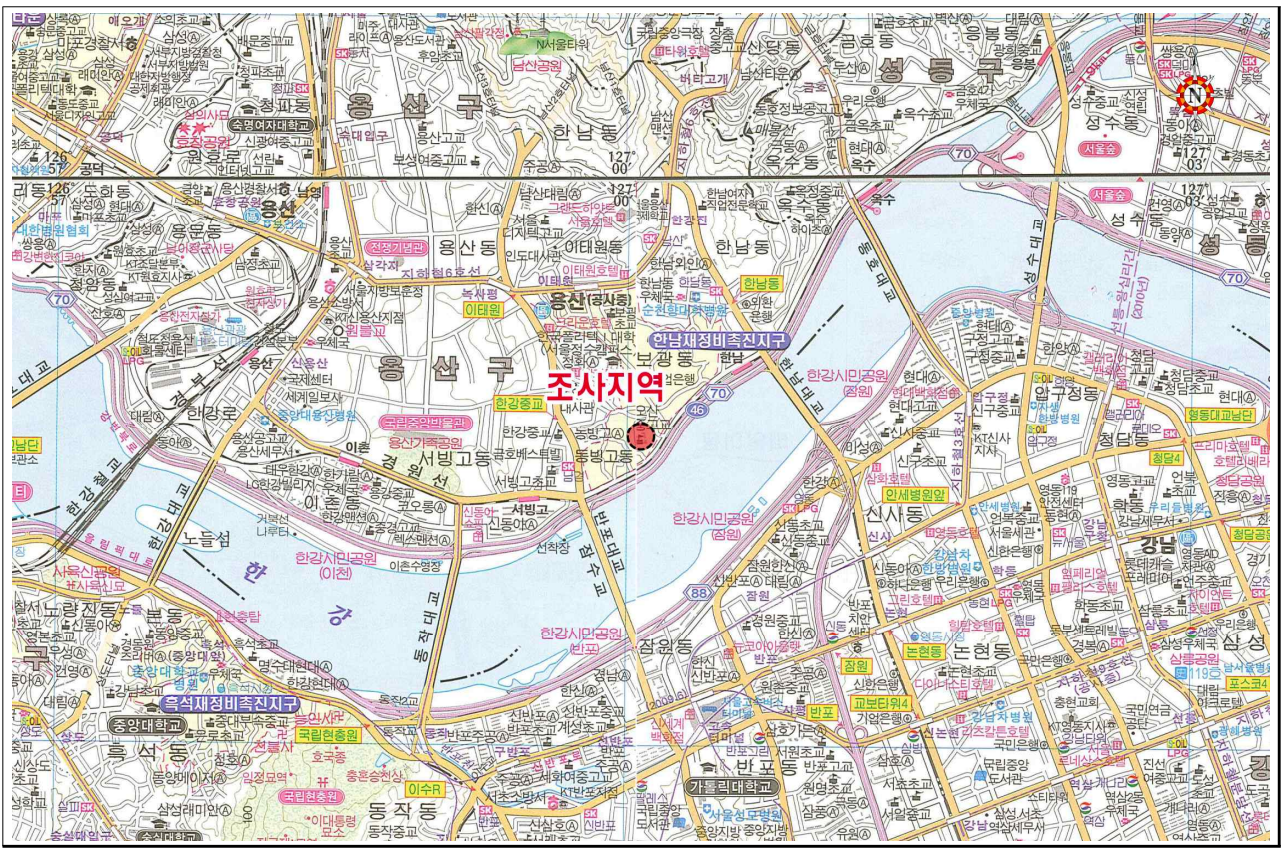
3.1 지형

3.1.1 위치

- 본 조사지역은 행정구역상 서울시 용산구 보광동 168-4번지로 오산중학교 본관동 근처이며 주변은 다가구주택과 아파트가 혼재되어 있다.
- 부지 동측으로는 경의-중앙선인 한남역이 영업중에 있으며, 남측으로는 성수동에서 용산으로 이어지는 서빙고로가 동서로 운행중에 있다.

3.1.2 산계 및 수계

- 본 조사부지는 산지형 가운데 정상부에 해당된다.
- 본 조사지역을 중심으로 주변의 산계를 살펴보면 남산(해발232m)이 북서측에 위치하고 있으며 멀리 북측으로 북한산(해발799.6m), 도봉산(해발716.7m)등이 자리잡고 있다.
- 본 과업구역은 지형적인 윤회로 판단할 때 노년기 지형에 속한다.
- 수계는 부지 남측에서 한강이 동서로 흐르고 있다.



3.2 지질

3.2.1 지질개요

- 본 지역은 경기육괴에 놓여있어 그 지질은 선캠브리아기에 속하는 경기편마암복합체, 쥐라기로 속하는 대보화강암과 시대미상의 반상화강암, 제4기에 속하는 홍적층과 충적층 등으로 구분된다.
- 본 조사지역의 기반암은 호상편마암으로 이루어져 있다.

3.2.2 지질상세

● 호상편마암

- 호상편마암**은 경기편마암복합체 중 가장 넓은 분포를 이룬다.
- 편암류는 본 암에 잔류되어 있고 혼성편마암을 제외한 다른 편암 및 편마암류들도 본 암에 협재되어 있으며 이들 사이는 서로 점이적 이어서 뚜렷한 경계가 없다. 이들 경계는 대체로 엽리방향과 일치한다.
- 본 암은 유색광물 부분(pleosome)과 유백질 부분(neosome)이 서로 교호되어 있음이 특징이다. 유색광물 부분은 대체로 흑운모이고 유백질 부분은 장석과 석영의 집합체로 되어있다. 흑운모는 세립의 석영 및 사장석의 집합체 주변부에서 흔히 변정질 조직을 보인다.

● 지질도 및 지질 계통표



제 4 장

조사 결과

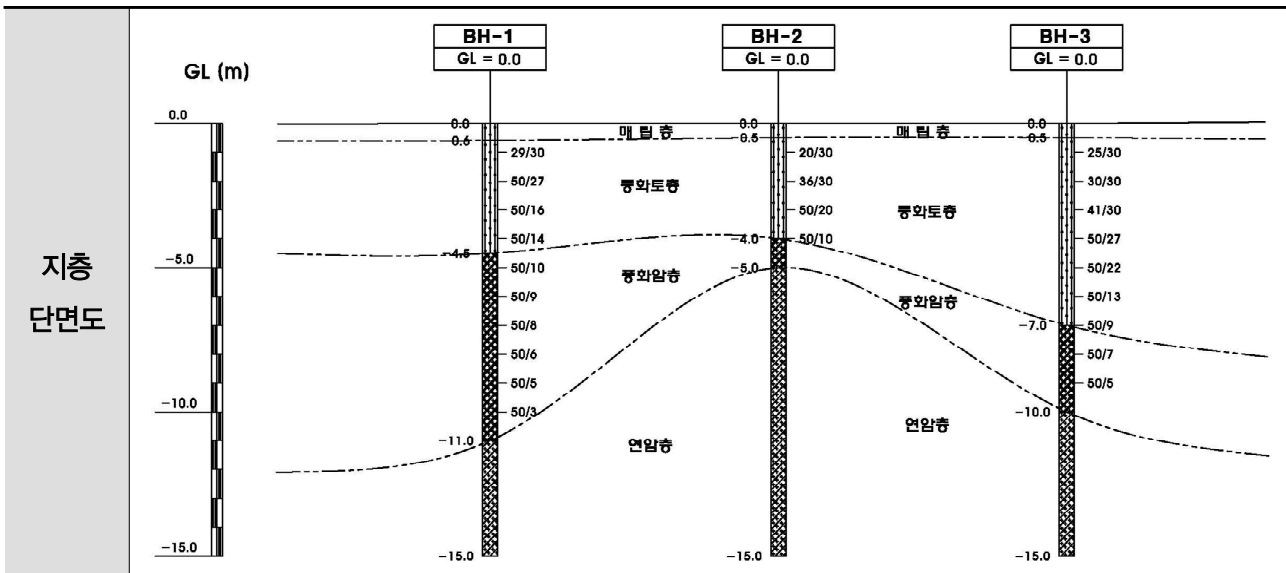
- 4.1 시주조사 결과
- 4.2 표준관입시험 결과
- 4.3 공내수위측정 결과

제4장 조사 결과

4.1 시추조사 결과

- 시추조사 결과 상부로부터 매립층, 풍화대층(풍화토층, 풍화암층), 연암층의 순으로 분포하고 있다.
- 각 지층별 요약은 다음과 같다.

공번	출현 심도 / 층 두께, GL (-)m				총 시추 심도(m)	SPT (회수)
	매립층	풍화대층		연암층		
		풍화토층	풍화암층			
BH-1	0.0~0.6 (0.6)	0.6~4.5 (3.9)	4.5~11.0 (6.5)	11.0~15.0 (4.0)	15.0	10
BH-2	0.0~0.5 (0.5)	0.5~4.0 (3.5)	4.0~5.0 (1.0)	5.0~15.0 (10.0)	15.0	4
BH-3	0.0~0.5 (0.5)	0.5~7.0 (6.5)	7.0~10.0 (3.0)	10.0~15.0 (5.0)	15.0	9
합계	1.6	13.9	10.5	19.0	45.0	23



❶ 지층현황

● 매립층

- 본 지층은 최상부로부터 0.5~0.6m의 두께로 분포하고 있다.
- 토층은 실트 섞인 모래로 구성되어 있으며 토층 상부를 약 0.1m 두께로 보도블럭이 피복하고 있다.

- 색조는 황갈색이 우세하다.
- 지층이 얇은 관계로 표준관입시험은 실시하지 못하였다.

● **풍화대층 (풍화토층 및 풍화암층)**

- 기반암의 풍화대층은 일반적으로 최종 풍화단계인 풍화토층과 기반암의 구조 및 조직은 보존하고 있으나, 풍화가 진행되어 역학적 성질은 상실한 풍화암층으로 분류된다.
- 풍화토층과 풍화암층의 구분은 표준관입시험 결과의 50회 타격시 Sampler 근입심도 10cm를 기준으로 하였으며, 근입심도 10cm 미만을 풍화암층, 그 이상을 풍화토층으로 구분하였다(서울시 지반조사편람 참고).

풍화토층

- 본 지층은 매립층 내지 퇴적층 하부 지표 하 0.5~0.6m로부터 3.5~6.5m의 두께로 확인되고 있다.
- 기반암의 조직 및 구조가 일부 나타나며 실트질 모래로 구성되어 있고 색조는 황갈색에서 암갈색을 보이고 있다.
- 표준관입시험 결과 N값은 20/30~50/13(타격회수/관입량(cm))으로 보통 조밀에서 매우 조밀한 상대밀도를 보이고 있다.

풍화암층

- 본 지층은 풍화토층 하부 지표 하 4.0~7.0m로부터 1.0~6.5m의 두께로 확인되고 있다.
- 기반암의 조직 및 구조가 잔존하고, 기반암의 암종 및 조직에 따라 실트섞인 모래로 분리, 산출되며 색조는 황갈색에서 암갈색을 보이고 있다.
- 표준관입시험 결과 N값은 50/10~50/3(타격회수/관입량(cm))으로 매우 조밀한 상대밀도를 보이고 있다.

● **연암층**

- 기반암은 편마암으로 이루어져 있으며, 풍화암층 하부 지표 하 5.0~11.0m로부터 4.0~10.0m의 두께로 확인되고 있다.
- 육안관찰에 의한 암 상태는 보통 풍화에서 높은 풍화, 보통 강함에서 약함의 강도를 보이며, 전체적으로는 절리 및 파쇄대 발달이 높은 상태이다.
- 전체 코아회수율(TCR)은 54~99%이고 암질지수(RQD)는 0~35%로 매우 불량에서 불량한 상태로 주로 암편상 내지 단편상 형태로 회수되고 있다.

㉓ 시추조사 총괄표

지층명		층후(m)	구성 상태	비고
매립층		0.5~0.6	<ul style="list-style-type: none"> •보도블럭, 실트섞인 모래로 구성 •황갈색 	N치 범위 -
풍화 대층	풍화 토층	3.5~6.5	<ul style="list-style-type: none"> •실트질 모래로 구성 •황갈색~암갈색 •보통 조밀~매우 조밀한 상대밀도 	N치 범위 20/30~50/13
	풍화 암층	1.0~6.5	<ul style="list-style-type: none"> •굴진시 충격에 의해 실트섞인 모래로 분해 •황갈색~암갈색 •매우 조밀한 상대밀도 	N치 범위 50/10~50/3
연암층		5.0~11.0	<ul style="list-style-type: none"> •편마암 •강도 : 보통 강함~약함 •풍화도 : 보통 풍화~높은 풍화 •암갈색~암회색 •TCR(%) : 54~99, RQD(%) : 0~35 	-

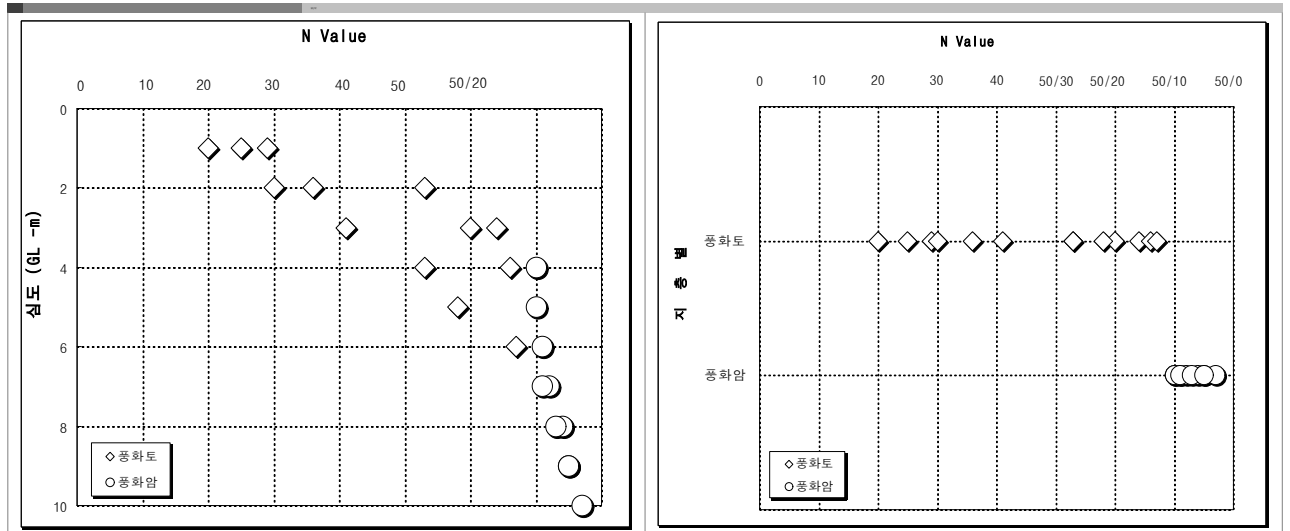
4.2 표준관입시험 결과

• 시추 작업시 병행하여 실시한 각 공의 표준관입시험 결과는 시추주상도에 기록하였으며 심도별 N값은 다음과 같다.

(단위:회/cm)

공번 \ 심도 (m)	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	계
BH-1	29/30	50/27	50/16	50/14	50/10	50/9	50/8	50/6	50/5	50/3	10
BH-2	20/30	36/30	50/20	50/10	-	-	-	-	-	-	4
BH-3	25/30	30/30	41/30	50/27	50/22	50/13	50/9	50/7	50/5	-	9

● 결과 분석



지층	N치 (타격횟수/관입량(cm))	상대밀도	지층	N치 (타격횟수/관입량(cm))	상대밀도
풍화토	20/30~50/13 (평균 46/30)	보통조밀~매우조밀	풍화암	50/10~50/3 (평균 50/7)	매우조밀

4.3 공내수위측정 결과

- 본 조사지역의 지하수위 분포상태를 확인하기 위하여 각 시추공에서 시추작업 완료 후 지하수위가 안정된 상태에서 측정하였다.
- 측정된 지하수위는 계절의 변화, 강우량, 지층조건 주변지역의 토공작업에 따른 지하수 유출 등과 같은 요인으로 인하여 변화될 수 있다.

공번	공내 수위 (G.L.(-)m)	지층
BH-1	11.4	연암층
BH-2	11.2	연암층
BH-3	11.6	연암층

● **결과 분석**

- 공내수위는 지표 하 11.2~11.6m로 연암층에 분포하고 있다.
- 금회 측정된 수위는 계절적 영향(우기, 건기)에 의한 지표수 유입에 따라 변화될 수 있으므로 추후 지하수위계를 설치하여 정확한 수위를 측정한 뒤 이에 대한 적절한 대책을 강구하여야 할 것으로 판단된다.

제 5 장

구조물기초에 대한 검토

- 5.1 건축 구조물의 기초형식
- 5.2 일반적인 허용지지력 및 허용침하량
- 5.3 직접기초의 일반적인 사항
- 5.4 말뚝기초의 일반적인 사항

제5장 구조물기초에 대한 검토

5.1 건축 구조물의 기초형식

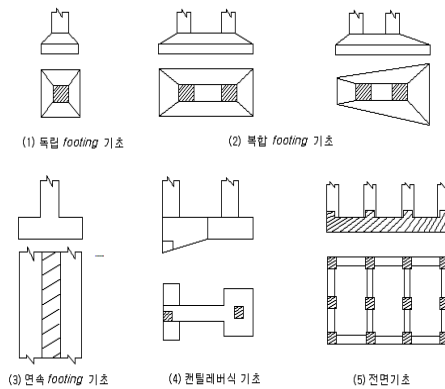
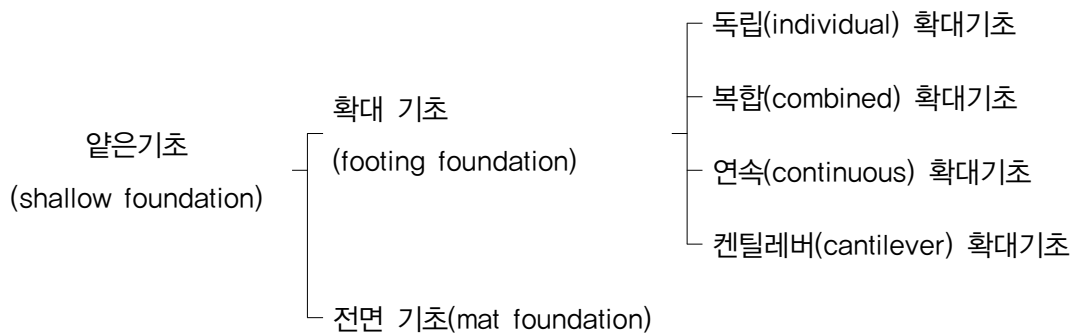
•구조물 기초의 형식은 구조물 설치계획에 따른 상부구조물의 규모, 형상, 구조, 강성 및 하중규모 등과 기초지반의 지층분포, 지지층의 심도, 연약지반 분포상태, 지하수위 등의 지반조건 및 토공계획에 따른 기초저면의 설치 계획고, 동결심도, 주변 지역여건 등의 제반조건을 고려하여 결정되어야 하며 또한, 시공성, 경제성, 안정성 등을 고려하여 선정되어야 한다.

5.1.1 기초형식의 분류

•기초형식은 일반적으로 얇은 기초(shallow foundation)와 깊은 기초(deep foundation)로 구분할 수 있으며, 그에 따른 내용들은 아래에 기술하였다.

① 얇은기초

•비교적 얇고, 넓게 굴착하여 확대기초 등을 설치하여 하중을 지지층에 직접 전달하는 기초로서 기초의 최소폭(B)과 근입 깊이(Df)의 비가 대체로 1.0이하인 경우에 널리 적용되는 기초형식이다.



2 말뚝기초

- 말뚝기초는 그 시공방법에 따라 타입 말뚝, 매입 말뚝 및 현장타설 말뚝 등으로 분류되며, 지지층이 깊은 경우에 적합하다.
- 타입말뚝은 진동소음이 문제가 되는 경우와 중간에 박기가 곤란한 단단한 층이나 자갈이 두껍게 분포하는 경우에는 부적당하다.



5.1.2 기초형식의 선정

1 기초형식 선정시 고려사항

- 건축구조물의 기초는 지상층 및 지하층구조에 작용하는 하중을 안전하게 지반에 지지하는 구조체로서 다음 표와 같은 조건을 만족시켜야 한다.

구분	안정성 요구 조건
지지력	기초하부 지반에 전달되는 하중으로 유발된 지반의 전단파괴에 대하여 충분한 안전율을 확보할 수 있는 지지력의 확보
변위	재하하중에 대한 연직 및 수평 방향의 변위량이 허용치 이내
단면	구조체에 발생한 응력이 허용치를 초과하지 않으면서 내구성이 구조물의 수명을 보장할 수 있는 단면

2 기초형식의 선정 내용

•일반적으로 기초형식은 지층조건, 하중조건, 시공조건, 환경조건등 여러 가지 조건에 따라 다음 자료를 근거로 하여 검토토록 한다.

선정 기준		직접 기초	말뚝기초		우물통 기초	
			PC말뚝	강관말뚝		
하중 규모 (1기당)	200t 이하	○	○	○	×	
	200 ~ 500t	○	○	○	×	
	200 ~ 1,500t	○	△	△	△	
	1,500 t 이상	○	×	△	○	
지지 방식 (선단지지)	완전지지 (선단지지)	지지층의 깊이(Df) 0 ~ 5m	○	△	△	△
		지지층의 깊이(Df) 5 ~ 10m	△	○	△	△
		지지층의 깊이(Df) 10 ~ 20m	×	○	△	○
		지지층의 깊이(Df) 20 ~ 30m	×	△	○	○
		지지층의 깊이(Df) 30 ~ 60m	×	×	○	×
마 찰 지 지		×	×	○	×	
지지기반 의 상태	평 탄 (30°정도이하)	○	○	○	○	
	경 사 (30°정도이상)	△	△	△	△	
	요 철 이 심 함	△	△	○	△	
중간층의 상태	점성토 (N치)	4 이하		○	○	○
		4 ~ 10		○	○	○
		10 ~ 20		△	○	○
	사질토 (N치)	15 이하		○	○	○
		15 ~ 30		○	○	○
		30 이상		×	△	△
	점착성이 없는 느슨한 모래(N치 10 이하의 층이 5m 이상 있는 경우)			○	○	△
	자 갈 호 박 돌 전 석 등	없 음		○	○	○
10 cm 이하			△	○	○	
10 ~ 30 cm			×	△	○	
30 cm 이상			×	×	△	
환경	수 상 시 공	△	○	○	△	
	소 음 · 진 동 대 책	○	×	×	△	
	인 접 구 조 물 에 대 한 영 향 방 지	△	△	△	△	
	작 업 공 간 이 좁 은 경 우	○	×	△	△	

주) ○ : 조건에 적합하며 설계시공상으로 문제가 없다.

△ : 부적합한 정도는 아니나, 일단의 문제가 있으므로 검토가 필요하다.

× : 조건에 적합치 않고 시공이 곤란, 신뢰성이 크게 부족하고 공사비가 극히 증대하는 등 큰 문제가 있다.

(도로설계 실무편람, 한국도로공사, 1996. 8, p251)

(계속)

선정조건	타입말뚝			매입말뚝		현장타설말뚝			
	RC 말뚝	PC PHC 말뚝	강관 말뚝	내부 굴착 공법	시멘트 밀크 공법	어스 드릴 공법	올케 이싱 공법	RCD 공법	심초 공법
시가자주택지등	×	×	×	○	○	○	△	○	○
지하수위가 높다	○	○	○	△	△	○	△	○	×
지지층이 깊다	×	△	○	△	△	△	△	○	×
다져진(호박돌이섞인) 중간층의 관통	×	×	△	△	△	×	○	△	○

주) ○ : 적당, △ : 시공에 충분히 주의하면 적용 가능, × : 곤란

(깊은기초, 한국지반공학회 1993, 2, p28)

③ 기초형식의 선정 기준

•기초형식 선정의 기준은 지지심도 및 지지층의 토성, 상부하중의 종류 및 크기, 지하수의 영향을 고려하여 크게 얕은기초와 깊은기초로 비교검토 후 결정한다.

가) 얕은 기초

- 지지층 : 상부구조물의 하중 및 기초형식에 따라 다르지만 표준관입시험 N치가 20~30이상의 양호한 기초지반에 지지토록 한다.
- 심 도 : 동상방지를 위해 1.0m 이상의 근입깊이를 갖게 하며 경제성을 고려하여 가능한 지표에서 5.0m 심도 내외에서 양호한 지지층이 있을 경우 적용한다.

나) 깊은 기초(말뚝기초)

- 지지층 : 상부하중이 기성말뚝으로 지지가 가능한 깊이에 N치 40이상의 양호한 지지층이 나타나고 지지층까지 항타 또는 시공이 가능할 경우에 적용하나, 일반적으로 풍화암 1.0m 또는 연암층(기반암) 상부에 지지한다.
- 심도 :
 - P.C PILE : 최소길이는 5.0m로 하고 이음을 설치할 경우 응력감소가 크므로 가능한 한 이음을 두지 않음($l \leq 15.0m$)
 - 강관 PILE : 최소길이는 5.0m로 하고 가능한 한 50m 이하로 함

5.2 일반적인 허용지지력과 허용침하량

5.2.1 허용지지력

•참고문헌에 의한 일반적인 경우로 지지지반에 따른 지지력을 요약하면 아래 표와 같다.

① 평상시에 있어서 최대지반반력의 상한값

지반의 종류	최대지반반력(tf/m ²)
자갈 지반	70
모래 지반	40
점성토 지반	20

② 암반의 최대지반반력의 상한치

암반의 종류		최대지반반력(tf/m ²)		기준으로 하는 값	
		평상시	지진시	일축압축강도 (kgf/cm ²)	공내수평재하시험에 의한 변형계수(kgf/cm ²)
경암	균열이 작음	250	375	100 이상	5,000 이상
	균열이 많음	100	150		10 이상
연암, 이암		60	90		

주) 다만, 폭풍시는 지진시의 값을 이용하는 것으로 한다.

③ 암질지수(RQD)에 따른 지반의 허용지지력

암질	강도	풍화 상태	절리 간격	qa (kgf/cm ²)	선택 방법
우수	매우 강함-강함	신선	매우넓음-넓음	≥ 100	암반 특성
양호	보통 강함	약간 풍화	매우 넓음-넓음	100~50	원위치 하중시험
보통	약함	약간 풍화	매우 넓음-넓음	50~25	원위치 하중시험, 재하시험
불량	매우 약함	보통 풍화	괴상	25~10	원위치 하중시험, 재하시험
매우 불량	매우 약함	심한 - 완전 풍화	심한 균열	≤ 10	원위치 하중시험, 재하시험, 실내토질시험

(Geotechnical Eng, Techniques and practices. R. E. Hunt, McGraw-Hill Book company)

4 지반종류별 허용지지력

지반 종류		허용지내력 (tonf/m ²)
암	1. 경암	300 ~ 400
	2. 중경암	180 ~ 240
	3. 연암	60 ~ 120
	4. 풍화암	40 ~ 60
자갈	5. 고결된 자갈층	50 ~ 70
	6. 자갈	35 ~ 40
	7. 모래질 자갈	25 ~ 35
모래	8. 조립	25 ~ 30
	9. 세립	10 ~ 20
	10. 사질점토	7 ~ 15
점토	11. 건경점토	35 ~ 50
	12. 단단한 점토	20 ~ 30
	13. 점토 (수분이 적음)	10 ~ 20
	14. 점토 (수분이 많음)	5 ~ 10

(구조물기초설계·시공 기준, 일본토질공학회)

5 암종에 따른 지반의 허용지지력

구성 지반	원지반 consistency	허용지지력 (tonf/ft ² ≒ kgf/cm ²)	
		범위	권장치
괴상의 결정질 화성암과 변성암 : 화강암, 섬록암, 현무암, 편마암, 역암 (미소균열 허용)	경 암	60 ~ 100	80.0
층상 구조를 가진 변성암 : 점판암, 편암 (미소균열 허용)	중 경 암	30 ~ 40	35.0
퇴적암 : 강하게 고화된 셰일, 실트스톤, 사암, 석회암	중 경 암	15 ~ 25	20.0
점질토 퇴적암을 제외한 균열이 발달한 풍화암 R.Q.D 25% 이하	연 암	8 ~ 12	10.0
점질토 퇴적암	연 암	8 ~ 12	10.0
입도 분포가 양호한 세립 및 조립토 (GW-GC, GC, SC)	매 우 조 밀	3 ~ 12	10.0
자갈, 자갈-모래 혼합토 호박돌-자갈혼합토 (SW, SP)	매 우 조 밀	6 ~ 10	7.0
	보통조밀 - 조밀	4 ~ 7	5.0
	느 슨	2 ~ 6	3.0
조립-중립의 모래 자갈섞인 모래 (SW, SP)	매 우 조 밀	4 ~ 6	4.0
	보통조밀 - 조밀	2 ~ 4	3.0
	느 슨	1 ~ 3	1.5
세립-중립의 모래 실트및 점토질 중조립 모래 (SW, SM, SC)	매 우 조 밀	3 ~ 5	3.0
	보통조밀 - 조밀	2 ~ 4	2.5
	느 슨	1 ~ 2	1.5
무기질 점토 모래질 또는 실트질 점토 (CL, CH)	매우단단 - 견고	3 ~ 5	3.0
	보통단단 - 단단	2 ~ 4	2.5
	연 약	1 ~ 2	1.5
무기질 실트 모래질 또는 점토질 실트 실트-점토-세립모래	매우단단 - 견고	3 ~ 6	4.0
	보통단단 - 단단	1 ~ 3	2.0
	연 약	0.5 ~ 1	0.5

(Soil Mechanics Design Manual, D.M-7)

④ 기초지반별 허용지지력 요약

기초지반의 종류		평상시 (tf/m ²)	지진시 (tf/m ²)	N치	일축압축강도 (kgf/cm ²)	비고
암반	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	-	-	
모래 지반	밀한 것	30	45	30~50	-	표준관입시험의 N치가 15이하인 경우 기초지반으로는 부적당
	중간인 것	20	30	15~30		
점성토 지반	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	

(도로교 표준시방서, 건설부)

5.2.2 허용 침하량

① 여러 가지 구조물의 최대허용침하량 (Sowers, 1962)

침하 형태	구조물의 종류	최대 침하량
전체 침하	배수시설	15.0 ~ 30.0cm
	출입구	30.0 ~ 60.0cm
	부등침하의 가능성	
	석적 및 벽돌구조	2.5 ~ 5.0cm
	뼈대 구조	5.0 ~ 10.0cm
	굴뚝, 사이로 매트	7.5 ~ 30.0cm
전도	탑, 굴뚝	0.004 S
	물품적재	0.01 S
	크레인 레일	0.003 S
부등 침하	빌딩의 벽돌 벽체	0.0005 S ~ 0.002 S
	철근 콘크리트 뼈대 구조	0.003 S
	강 뼈대 구조(연속)	0.002 S
	강 뼈대 구조(단순)	0.005 S

S : 기둥사이의 간격 또는 임의의 두 점사이의 거리

5.3 직접기초의 일반적인 사항

• 직접기초는 그 허용지지력이 상부구조물의 하중을 지지할 수 있도록 충분히 커야하며 상부구조물의 하중으로 인한 침하량이 허용치 이내이어야 한다.

5.3.1 극한지지력 산정(Terzaghi)

• $q_{ult} = \alpha \cdot c \cdot N_c + \beta \cdot B \cdot \gamma_1 \cdot N_r + \gamma_2 \cdot df \cdot N_q$

여기서, q_{ult} : 극한지지력 (tf/m²)
 α, β : 기초의 형태에 따라 결정되는 형상계수
 γ_1 : 기초의 저면에 관계되는 흙의 단위중량 (tf/m³)
 γ_2 : 기초의 근입깊이에 관계되는 흙의 단위중량 (tf/m³)
 c : 기초지반의 점착력 (tf/m²)
 B : 기초지반의 폭 (m)
 df : 기초의 근입 깊이 (m)

N_c, N_r, N_q : 지반의 내부마찰각에 의하여 결정되는 지지력 계수

❶ 형상계수

기초형식 형상계수	연속	정사각형	직사각형	원형
α	1.0	1.3	1 + 0.3 B/L	1.3
β	0.5	0.4	0.5 - 0.1 B/L	0.3

주) B: 기초의 단변길이, L: 기초의 장변길이

❷ 지지력 계수(Terzaghi)

φ	Nc	Nr	Nq	φ	Nc	Nr	Nq
0	5.7	0.0	1.0	30	37.2	19.7	22.5
10	9.6	1.2	2.7	35	57.8	42.4	41.4
15	12.9	2.5	4.4	40	95.7	100.4	81.3
20	17.7	5.0	7.4	45	172.3	297.5	173.3
25	25.1	9.7	12.7	50	347.5	1153.2	415.1

5.3.2 침하량 검토방법

- 침하량은 크게 탄성침하(Se), 압밀침하(Sc)로 구분할 수 있으며, 이 중 압밀침하는 일반적으로 점성토층에서 간극수의 배출에 의해 장기간에 걸쳐 발생하는 침하이고 탄성침하는 모래질 지반에서 단기간(공사기간중)에 발생하는 침하로 구분된다.
- 탄성침하에 의한 계산식은 다음과 같다.

$$Se = Cd \cdot p \cdot B \left(\frac{1 - \nu^2}{Es} \right)$$

여기서, Se : 탄성침하량 (m)
 Cd : 영향계수 ([표] 참조)
 p : 작용하중 (기초지반의 설계하중 적용, tf/m²)
 B : 기초의 폭 (m)
 ν : 포아송비
 Es : 지반의 탄성계수 (tf/m²)

① 영향 계수(Cd)

H/B	원형 (직경= B)	직사각형						연속기초 L/B=∞
		L/B=1	L/B=1.5	L/B=2	L/B=3	L/B=5	L/B=10	
0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.1	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09
0.25	0.24	0.24	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23
0.5	0.48	0.48	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47
1.0	0.70	0.75	0.81	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83
1.5	0.80	0.86	0.97	1.03	1.07	1.08	1.08	1.08
2.5	0.88	0.97	1.12	1.22	1.33	1.39	1.40	1.40
3.5	0.91	1.01	1.19	1.31	1.45	1.56	1.59	1.60
5.0	0.94	1.05	1.24	1.38	1.55	1.72	1.82	1.80
∞	1.00	1.12	1.36	1.52	1.78	2.10	2.53	∞

(Modified from Egorov, as cited by Harr.)

② 지반의 종류에 따른 탄성계수 및 포아송비

구분	Braja, M. Das (Principle of Foundation Engineering)		Joseph E. Bowels (1996)	
	변형계수(tonf/m ²)	포아송비(ν)	탄성계수(tonf/m ²)	포아송비(ν)
느슨한 모래	1,000~2,400	0.20~0.40	1,000~2,500	0.20~0.35
보통굳기 모래	1,700~2,800	0.25~0.40	-	-
조밀한 모래	3,500~5,500	0.30~0.45	5,000~8,100	0.30~0.40
실트질 모래	1,000~1,700	0.20~0.40	500~2,000	-
연약한 점토	200~500	-	200~2,500	0.4~0.5
중간 점토	500~1,000	0.20~0.50	1,500~5,000	
견고한 점토	1,000~2,400	-	5,000~10,000	
느슨한 모래섞인 자갈	6,900~17,200	0.15~0.35	5,000~15,000	0.3~0.4
조밀한 모래섞인 자갈			10,000~20,000	

③ Roy, E. Hunt

토층 상태		탄성계수 E, (tonf/m ²)	포아송비(ν)
점토	느슨	200~400	0.4~0.5
	중간 조밀	400~800	
	조밀	800~2,000	
모래	느슨	1,000~3,000	0.2~0.35
	중간 조밀	3,000~5,000	
	조밀	5,000~8,000	
자갈	느슨	3,000~8,000	0.3~0.4
	중간 조밀	8,000~10,000	
	조밀	10,000~12,000	

5.4 말뚝기초의 일반적인 사항

5.4.1 일반사항

- (1)말뚝기초는 양질인 지지층에 지지시키는 지지말뚝을 원칙으로 하며 근입깊이는 설계지지력, 재하시험 등을 고려하여 결정한다.
- (2)마찰말뚝의 사용은 장기간의 지지력 특성, 침하 성상에 명확치 않는 점이 있으므로 설계 반영시에는 유의
- (3)양질의 지지층의 두께가 얇고 그 아래에 연약층이 있는 경우 지지력 및 압밀침하에 대해 검토한다.

5.4.2 지지력 검토방법

- 말뚝의 지지력을 계산하는 방법은 정역학적인 방법, 동역학적인 방법, 말뚝재하시험에 의한 방법이 있으며 말뚝의 극한 지지력은 재하시험에 의하여 구하는 것이 가장 확실한 방법이지만 시간과 경비들의 이유로 정역학적인 공식에 의하여 구하는 것이 일반적이다.
- 정역학적인 방법에 의하여 말뚝의 지지력을 계산하는 방법은 일반적으로 Terzaghi식과 Meyerhof식이 이용
- Terzaghi식은 본래 얇은 기초를 대상으로 한 것이기 때문에 지지 선단이 얇을 경우 특히 N치가 30이하인 경우에 사용하는 것이 좋으며, 또한 불교란 시료채취가 선행되어야 하며 따라서 N치만으로 말뚝의 지지력을 간단히 구할 수 있는 Meyerhof식을 주로 사용하고 있는 실정이다.
- 말뚝의 연직지지력 계산시 사용되는 공식은 다음과 같으며 기초는 양질인 지지층에 지지시키는 지지말뚝을 원칙으로 하며 근입깊이는 설계지지력, 재하시험 등을 고려하여 결정한다.

① Meyerhof 제안식

- Meyerhof공식은 본래의 모래층에 대한 깊은 기초의 이론이지만, 점성토에서도 이용
- $q_{ult} = m \cdot N \cdot A_b + n \cdot N_s \cdot A_s + 0.5N_c \cdot A_c$ Meyerhof 공식

여기서, $m : (4L_b/B) \leq 30$ (타입말뚝)

$(4L_b/B) \leq 25$ (착공말뚝)

$n : 0.2$ [$0.2N \leq 10tf/m^2$ (타입말뚝)]

0.1 [$0.1N \leq 5tf/m^2$ (착공말뚝)]

A_b : 말뚝 선단지지면적 (m^2)

N : 말뚝의 선단, 위로 4D인 범위내의 평균N치 ($N \leq 50$)

N_s : 사질토층의 평균 N치

A_s : 사질토층의 말뚝의 겉면적 (m^2)

N_c : 점성토층의 평균 N치

A_s : 점성토층의 말뚝의 겉면적 (m^2)

제 6 장

결언

제6장 결론

1

●본 조사는 서울시 용산구 보광동 168-4번지에 위치한 “오산중학교 본관동 주변”부지에 대한 지반조사로서 시추조사, 원위치시험을 통해서 구조물 기초 지반의 분포현황, 구성상태 및 각 지층의 공학적 특성을 파악하여 본 과업이 합리적이고 경제적으로 수행될 수 있도록 설계 및 시공에 필요한 지반 공학적 자료를 수집·제공하는데 조사의 목적이 있다.

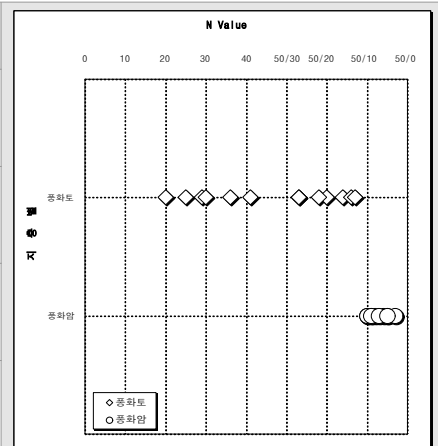
2

●본 지역은 선캠브리아기에 형성된 호상편마암이 기반암을 이루고 있으며, 그 상부를 매립층이 부정합의 관계를 보이며 피복하고 있다.

3

●시추조사 결과

지층	층후(m)	N값 분포	지반 현황
매립층	0.5~0.6	-	보도블럭, 실트섞인 모래
풍화토층	3.5~6.5	20/30~50/13	실트질 모래
풍화암층	1.0~6.5	50/10~50/3	실트섞인 모래
연암층	5.0~11.0	-	편마암 (TCR%) : 54~99, RQD(%) : 0~35)



4

●공내수위 측정 결과

공번	공내 수위 (G.L.(-)m)	지층	공번	공내 수위 (G.L.(-)m)	지층
BH-1	11.4	연암층	BH-3	11.6	연암층
BH-2	11.2	연암층	-	-	-

- 공내수위는 지표하 11.2~11.6m로 연암층에 분포하고 있다.
- 금회 측정된 수위는 계절적 영향(우기, 건기)에 의한 지표수 유입에 따라 변화될 수 있으므로 추후 지하 수위계를 설치하여 정확한 수위를 측정된 뒤 이에 대한 적절한 대책을 강구하여야 할 것으로 판단된다.

오산중학교 본관동
주변 지반조사

부
록

1. 시추조사 위치도
2. 지층단면도
3. 시추주상도
4. 현장 사진첩

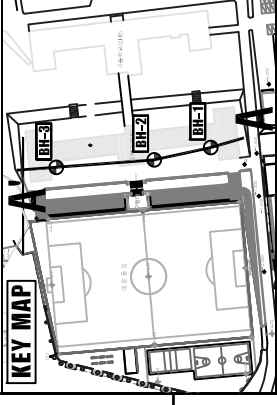
오산중학교 본관동
주변 지반조사

1. 시추조사 위치도

오산중학교 본관동
주변 지반조사

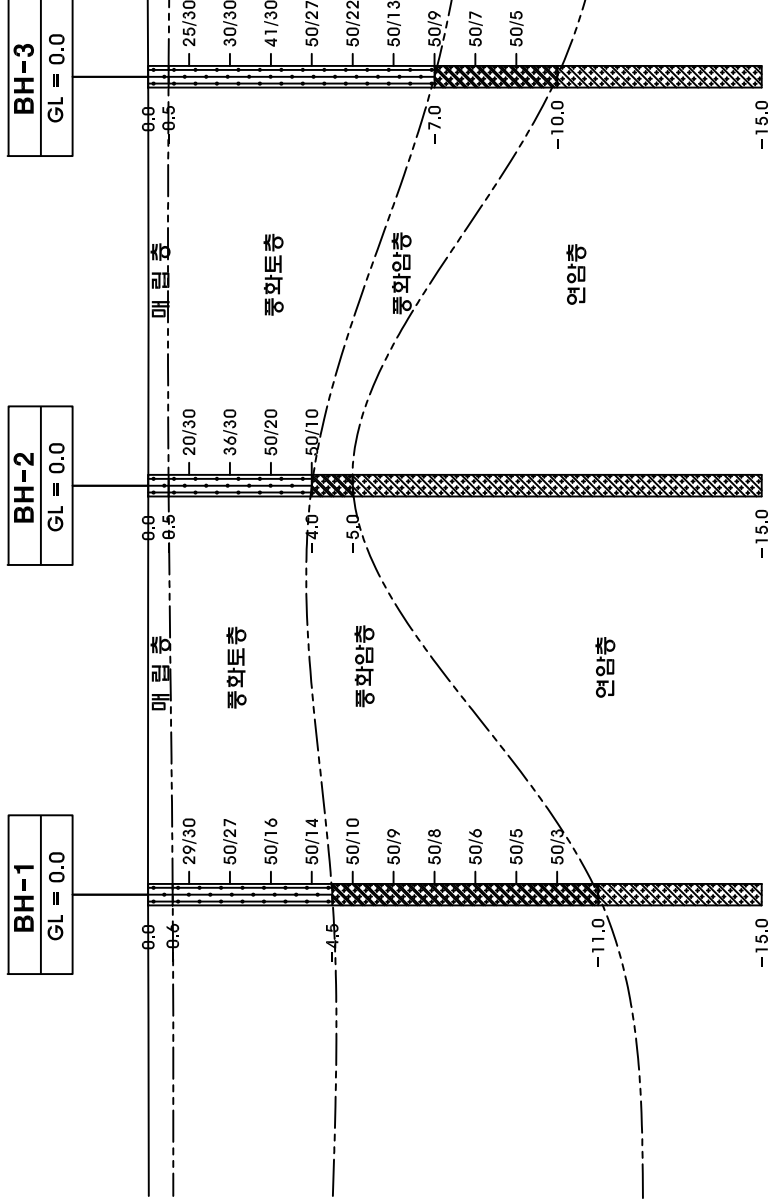
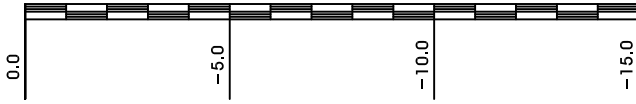
2. 지층단면도

지층 단면도 (A-A')



GRAPHIC SCALE

GL (m)



오산중학교 본관동 주변 지반조사

PROJECT
SCALE



LEGEND

V = 1 : 300

H = None

오산중학교 본관동
주변 지반조사

3. 시추주상도

시추주상도 DRILL LOG

조 사 명 PROJECT	오산중학교 본관동 주변 지반조사			시추번호 HOLE NO.	BH-1
위 치 LOCATION	서울시 용산구 보광동 168-4번지	좌 표 COORDINATES	X : Y :	표 고 ELEVATION	GL
시추완료일 DATE	2023.2.25.	시추구경 HOLE DIA.	NX	지하수위 G.W.L.	GL (-) 11.4 m
사용장비 DRILL RIG	유압기	시추자 DRILLER	박재영	조사자 INSPECTOR	손경호

심도 DEPTH	표고 ELEVATION	층후 THICKNESS	주상도 SYMBOLIC LOG	지반명 SOIL OR ROCK 색조 COLOR	현장관찰기록 DESCRIPTION OF MATERIAL	분쇄율 FRACTURE LOG (%)	시료형태 및 심도 SAMPLE TYPE & DEPTH	투수계수 PERMEABILITY, 10 ^N	
								cm/sec	투수계수 PERMEABILITY, 10 ^N
								BLOWS	표준관입시험 (S.P.T.)
								/30cm	10 20 30 40 50
0.6	-0.6	0.6	●●	모래 황갈색 풍화도 황갈색~암갈색	(매립층) * Depth : 0.0 - 0.6 m .0.1m 보도블럭 .실트섞인 모래 (풍화도) * Depth : 0.6 - 4.5 m .실트질 모래 .풍화도:완전풍화 .상대밀도:보통조밀~매우조밀 .습한		1.0 29/30 2.0 50/27 3.0 50/16 4.0 50/14		
4.5	-4.5	3.9	+ + + +	풍화암 황갈색~암갈색	(풍화암) * Depth : 4.5 - 11.0 m .기반암의 풍화대로 굴진과 타격에 의해 실트섞인 모래로 분해됨 .상대밀도:매우조밀		5.0 50/10 6.0 50/9 7.0 50/8 8.0 50/6 9.0 50/5 10.0 50/3		
11.0	-11.0	6.5	+ + + +	연암 암갈색~암회색	(연암층) * Depth : 11.0 - 15.0 m .편마암 .보통강함~약함 .보통풍화~높은풍화 *11.0~12.0m .Random .전체적으로 절리 및 파쇄대 발달 .암편상 코아 회수	80/0 84/11	● ●		
15.0	-15.0	4.0	+ + + +	시추종료	*12.0~15.0m .Random+3조의 절리군 .절리각:10,40,90도등 .파동형 완만~거침 .JRC=4-6,8-10 .13.6~13.8m 수직절리 발달 .14.7~14.9m 수직절리 발달 .전체적으로 절리 및 파쇄대 발달 .절리면 산화				

범례 LEGEND	: 자연시료 UNDISTURBED SAMPLE	: 흐트러진시료 DISTURBED SAMPLE	: 코아시료 CORE SAMPLE
	: 관입저항치 N VALUE	: 시료없음 LOST SAMPLE	: 투수계수 PERMEABILITY COEFF.

시추주상도 DRILL LOG

조 사 명 PROJECT	오산중학교 본관동 주변 지반조사			시추번호 HOLE NO.	BH-2
위 치 LOCATION	서울시 용산구 보광동 168-4번지	좌 표 COORDINATES	X : Y :	표 고 ELEVATION	GL
시추 완료일 DATE	2023.2.25.	시추구경 HOLE DIA.	NX	지하수위 G.W.L.	GL (-) 11.2 m
사용장비 DRILL RIG	유압기	시추자 DRILLER	박재영	조사자 INSPECTOR	손경호

심도 DEPTH	표고 ELEVATION	층후 THICKNESS	주상도 SYMBOLIC LOG	지반명 SOIL OR ROCK 색조 COLOR	현장관찰기록 DESCRIPTION OF MATERIAL	분쇄율 FRACTURE LOG (%)	시료형태 및 심도 SAMPLE TYPE & DEPTH	투수계수 PERMEABILITY, 10 ^N	
								cm/sec	표준관입시험 (S.P.T.)
								6	5 4 3 2 1
								BLOWS /30cm	10 20 30 40 50
0.5	-0.5	0.5	●●	모래 황갈색 풍화도 황갈색~암갈색	(매립층) * Depth : 0.0 - 0.5 m .0.1m 보도블럭 .실트섞인 모래 (풍화도) * Depth : 0.5 - 4.0 m .실트질 모래 .풍화도:완전풍화 .상대밀도:보통조밀~매우조밀 .습함		1.0 2.0 3.0 4.0	20/30 36/30 50/20 50/10	●●●●●
4.0	-4.0	3.5	+ + + +	풍화암 황갈색~암갈색	(풍화암) * Depth : 4.0 - 5.0 m .기반암의 풍화대로 굴진과 타격에 의해 실트섞인 모래로 분해됨 .상대밀도:매우조밀 (연암층) * Depth : 5.0 - 15.0 m .편마암 .보통강함~약함 .보통풍화~높은풍화 *5.0~6.0m .Random .전체적으로 절리 및 파쇄대 발달 .암편상 코아 회수 *6.0~9.0m .Random+3조의 절리군 .절리각:10,30,45도등 .파동형 완만~거침 .JRC=4-6 .전체적으로 절리 및 파쇄대 발달 .절리면 산화 *9.0~12.0m .Random+3조의 절리군 .절리각:10,30,50도등 .파동형 완만 .JRC=4-6 .전체적으로 절리 발달 .절리면 산화 *12.0~15.0m .Random+3조의 절리군 .절리각:10,30,70도등 .파동형 완만 .JRC=4-6 .전체적으로 절리 발달 .절리면 산화	54/0 77/17 98/14 95/14	●●●●●		●●●●●
5.0	-5.0	1.0	+ + + +	연암 암갈색~암회색					
6.0	-6.0		+ + + +						
9.0	-9.0		+ + + +						
12.0	-12.0		+ + + +						
15.0	-15.0	10.0	+ + + +						
시추 종료									

범례 LEGEND	: 자연시료 UNDISTURBED SAMPLE	: 흐트러진시료 DISTURBED SAMPLE	: 코아시료 CORE SAMPLE
	: 관입저항치 N VALUE	: 시료 없음 LOST SAMPLE	: 투수계수 PERMEABILITY COEFF.

오산중학교 본관동
주변 지반조사

4. 현장 사진첩

BH-1



공사명 오산중학교 지반조사
공 번 BH-1
날 짜 시추전경
날 짜 2023.02

시추전경(1)



공사명 오산중학교 지반조사
공 번 BH-1
날 짜 시추전경
날 짜 2023.02

시추전경(2)



공사명 오산중학교 지반조사
공 번 BH-1
날 짜 표준관입시험
날 짜 2023.02

표준관입시험(SPT)



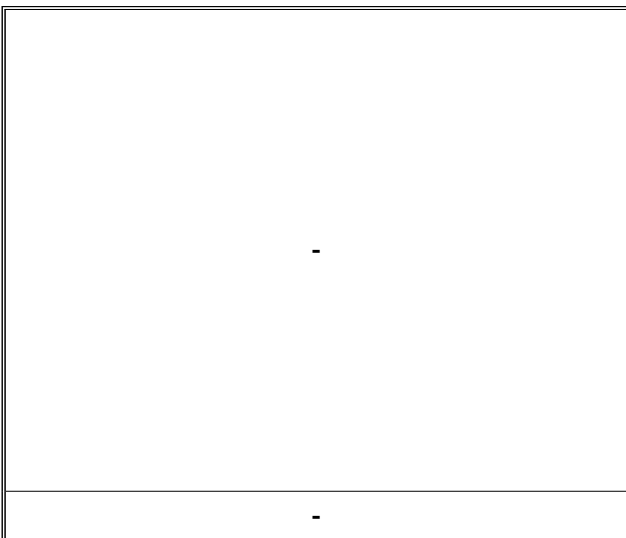
공사명 오산중학교 지반조사
공 번 BH-1
날 짜 SPT 시료
날 짜 2023.02

SPT 시료



공사명 오산중학교 지반조사
공 번 BH-1
날 짜 암코어 시료
날 짜 2023.02

암 코어 시료



BH-2



공사명	오산중학교 지반조사
공종	근경
공번	BH-2
일자	2023.02

시추전경(1)



공사명	오산중학교 지반조사
공종	원경
공번	BH-2
일자	2023.02

시추전경(2)



공사명	오산중학교 지반조사
공종	SPT
공번	BH-2
일자	2023.02

표준관입시험(SPT)



공사명	오산중학교 지반조사
공종	토사시료채취
공번	BH-2
일자	2023.02

SPT 시료



공사명	오산중학교 지반조사
공종	코아시료채취
공번	BH-2
일자	2023.02

암 코아 시료



-

BH-3



공사명 오산중학교 지반조사
공 번 BH-3
날 짜 시추전경
날 짜 2023.02

시추전경(1)



공사명 오산중학교 지반조사
공 번 BH-3
날 짜 시추전경
날 짜 2023.02

시추전경(2)



공사명 오산중학교 지반조사
공 번 BH-3
날 짜 표준관입시험
날 짜 2023.02

표준관입시험(SPT)



공사명 오산중학교 지반조사
공 번 BH-3
날 짜 SPT 시료
날 짜 2023.02

SPT 시료



공사명 오산중학교 지반조사
공 번 BH-3
날 짜 암코아 시료
날 짜 2023.02

암 코아 시료



BH-1



공사명	오산중학교 지반조사
공 번	BH-1
날 짜	케이싱인발
날 짜	2023.02

케이싱 인발



공사명	오산중학교 지반조사
공 번	BH-1
날 짜	폐공전
날 짜	2023.02

폐공전



공사명	오산중학교 지반조사
공 번	BH-1
날 짜	폐공중
날 짜	2023.02

폐공중(투수성재료)



공사명	오산중학교 지반조사
공 번	BH-1
날 짜	폐공중
날 짜	2023.02

폐공중(불투수성재료)



공사명	오산중학교 지반조사
공 번	BH-1
날 짜	폐공후
날 짜	2023.02

폐공후



BH-2



공사명	오산중학교 지반조사
공종	케이싱인발
공번	BH-2
일자	2023.02

케이싱 인발



공사명	오산중학교 지반조사
공종	폐공전
공번	BH-2
일자	2023.02

폐공전



공사명	오산중학교 지반조사
공종	폐공중
공번	BH-2
일자	2023.02

폐공중(투수성재료)



공사명	오산중학교 지반조사
공종	폐공중
공번	BH-2
일자	2023.02

폐공중(불투수성재료)



공사명	오산중학교 지반조사
공번	BH-2
날짜	폐공후
날짜	2023.02

폐공후



BH-3



공사명	오산중학교 지반조사
공 번	BH-3
날 짜	케이싱인발
날 짜	2023.02

케이싱 인발



공사명	오산중학교 지반조사
공 종	폐공전
공 번	BH-3
일 자	2023.02

폐공전



공사명	오산중학교 지반조사
공 종	폐공중
공 번	BH-3
일 자	2023.02

폐공중(투수성재료)



공사명	오산중학교 지반조사
공 종	폐공중
공 번	BH-3
일 자	2023.02

폐공중(불투수성재료)



공사명	오산중학교 지반조사
공 종	폐공후
공 번	BH-3
일 자	2023.02

폐공후



시료상자(BH-1~3)

