
부록 4 지질조사 보고서

서울구산초등학교 내진성능평가 용역

지 반 조 사 보 고 서

2019. 04.

 지오건설품질연구원

제 출 문

서울특별시서부교육지원청 귀중

용역명 : 서울구산초등학교 내진성능평가 용역

귀 관에서 의뢰하신 “서울구산초등학교 내진성능평가 용역” 중 지반공학적 기초 자료에 필요한 시추조사 및 현장시험을 실시하고 그 성과를 종합, 분석하여 본 지반조사보고서를 작성하여 제출합니다.

귀 현장의 무사고와 더불어 무궁한 발전이 있기를 기원합니다.

2019. 04.

지 오 건 설 품 질 연 구 원
전라북도 군산시 개정면 금강로 502

대 표 이 사 이 영 특 (인)

토질 및 기초기술사 이 춘 기 (인)



목차

1

제1장 조사 개요	1.1 조사목적	1-2
	1.2 조사개요	1-2
	1.3 조사범위	1-2
	1.4 조사기간	1-3
	1.5 조사수행과정	1-3
	1.6 조사장비	1-4
제2장 조사내용 및 방법	2.1 조사위치	2-2
	2.1.1 시추조사위치	2-2
	2.2 시추조사	2-3
	2.2.1 시추조사 기준	2-3
	2.2.2 시추조사 방법	2-3
	2.3 표준관입시험	2-4
	2.4 공내 지하수위 측정	2-5
	2.5 아향식 탄성파탐사	2-6
	2.5.1 조사목적	2-6
	2.5.2 시험현황	2-6
	2.5.3 조사내용	2-6
	2.6 폐공처리	2-10
제3장 토질 및 암반의 분류방법	3.1 토질의 분류 및 기재방법	3-2
	3.1.1 토질의 분류방법	3-2
	3.1.2 토질의 기재방법	3-7
	3.2 흙과 암반의 구분	3-9
	3.3 암반의 분류 및 기재방법	3-9
	3.3.1 암반의 분류방법	3-9
	3.3.2 암반의 기재방법	3-13

목차

2

제4장 구조물 기초형식	4.1 기초형식의 선정기준 4-2
	4.2 기초형식의 검토 4-4
제5장 연약지반의 공학적 문제점	5.1 연약지반의 의미 5-2
	5.2 연약지반의 판정기준 5-2
	5.3 연약지반의 공학적 문제점 5-3
제6장 지반조사결과	6.1 지형 및 지질 6-2
	6.1.1 지형 6-2
	6.1.2 지질 6-2
	6.2 지반조사 6-3
	6.2.1 지층현황 6-3
	6.3 지하수위측정 결과 6-4
	6.4 현장시험 결과 6-5
	6.4.1 표준관입시험 결과 6-5
	6.5 하향식 탄성파탐사 결과 6-6
	6.5.1 시추공 BH-1의 동적지반정수 산출 6-6
	6.5.2 시추공 BH-1의 하향식 탄성파탐사 분석결과 6-8
제7장 결 언	7.1 개 요 7-2
	7.2 결 언 7-2

부 록

- | | |
|-----------------|----------|
| 1. 시추주상도 | 3. 조사위치도 |
| 2. 하향식 탄성파탐사 결과 | 4. 현장사진첩 |

조사 개요

1.1 조사목적

1.2 조사개요

1.3 조사범위

1.4 조사기간

1.5 조사수행과정

1.6 조사장비

제1장 조사개요



제1장 조사개요

1.1 조사목적

본 과업은 『서울구산초등학교 내진성능평가 용역』 중 과업구간을 대상으로 현장조사를 실시하여 합리적이고 안정적인 진단을 위한 제반 지반공학적 자료를 제공하는 데 목적이 있다.

1.2 조사개요

조 사 명	서울구산초등학교 내진성능평가 용역
발 주 처	서울특별시 서부교육지원청
조사위치	서울구산초등학교
조사업체	(유)지오건설품질연구원

1.3 조사범위

<조사범위>

조사항목	위치	범위
지반조사	서울구산초등학교	현장 내 1개소

<조사항목 및 수량>

조사항목		단위	수량	비고
시추조사	수직시추	공	1	-
현장시험	표준관입시험	회	12	1.0m 마다
	공내수위측정	공	1	-
	하향식 탄성파탐사	회	1	지반의 동적특성 파악

제1장 조사개요

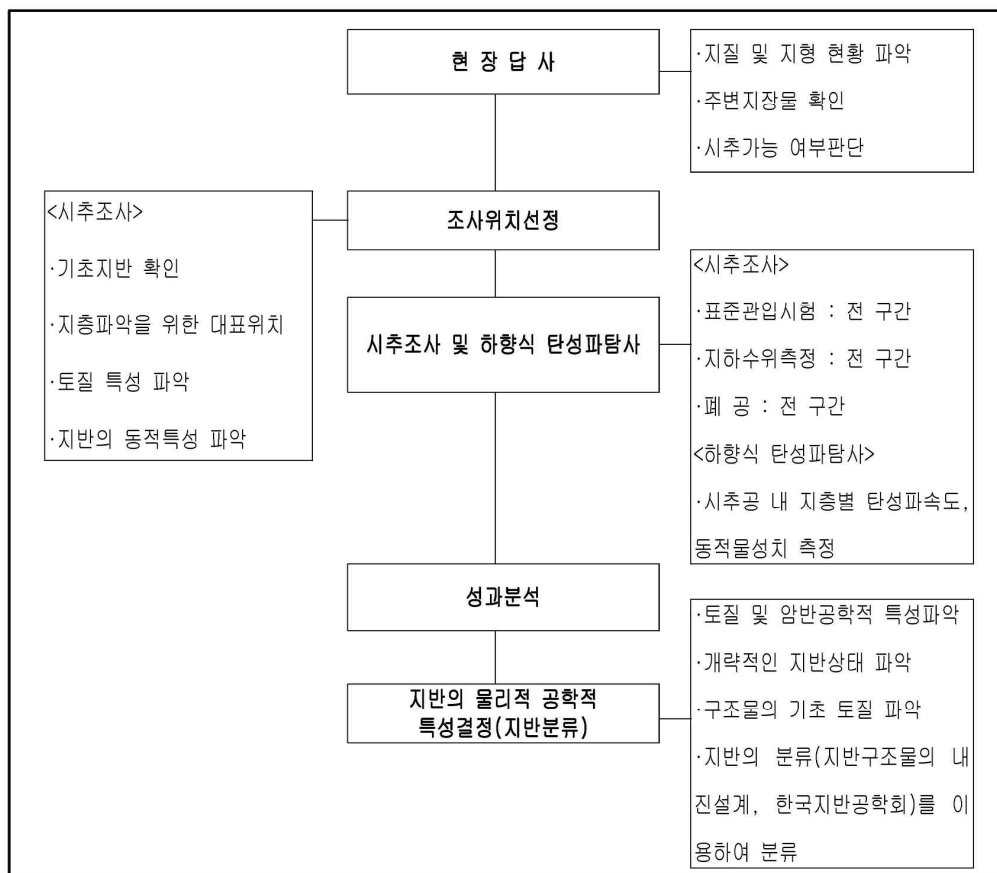
1.4 조사기간

조사기간은 시추조사와 현장시험, 보고서작성으로 구분하여 아래의 표와 같이 실시하였다.

<조사기간>

구분	조사내용	조사기간	비고
시추조사	시추조사, 현장시험	2019. 03. 16	-
하향식 탄성파탐사	동적물성치 파악	2019. 03. 17	-
보고서 작성	지층분포 및 공학적 특성 분석	2019. 03. 18 ~ 2019. 04. 05	-

1.5 조사수행과정



제1장 조사개요



1.6 조사장비

조사장비	수량
· 시추기(유압식 회전 시추기)	1대
· Pump(60L/min)	1대
· 지하수위 측정장비	1대
· 표준관입시험기(Split Spoon Sampler)	1식
· 기타 부대장비	1식
· 하향식 탄성파탐사 장비	1식

||

조사내용 및 방법

2.1 조사위치

2.2 시추조사

2.3 표준관입시험

2.4 공내 지하수위 측정

2.5 하향식 탄성파탐사

2.6 폐공처리

제2장 조사내용 및 방법

제2장 조사내용 및 방법

2.1 조사위치

본 조사 시 시추조사를 도상에서 계획한 후 현장답사를 통해 과업구간의 토질구성상태 및 제반 지반공학적 기초자료로 활용할 수 있는 지점을 조사 위치로 선정하였다.

2.1.1 시추조사위치

공번	시추 규격	위치	비 고
BH-1	NX	서울구산초등학교 부지 내	-



그림 2-1 조사지역

2-2 서울구산초등학교 내진성능평가 용역

제2장 조사내용 및 방법

2.2 시추조사

본 조사는 구조물의 내진성능평가를 위하여 계획하였으며 조사기준은 다음과 같다.

2.2.1 시추조사 기준

설계지반운동의 기준면은 보통암 지반으로 정의되고 지반분류에 준하여 진단파속도를 기준으로 760~1500m/s 범위의 지반으로 정의된다. 따라서 구조물 기초의 내진성능평가를 위해서는 시추조사가 풍화암 지층을 통과하여 보통암 지반까지 수행되어야 한다. 본 현장의 경우 현지반고하 30.0m를 기준으로 시추조사를 실시하였다.

<시추조사(현장적용)>

구분	조사공수	조사심도 기준
BH-1	1	GL-30.0m

2.2.2 시추조사 방법

- 시추조사는 회전수세식(Rotary Wash Type) 유압형 시추기를 이용하여 표준관입시험과 병행하는 방법으로 실시하였으며, 시추 후 형성된 시추공은 각종 원위치 시험에 이용하였다. 굴진은 구조물부에서 NX(\varnothing 76mm) 구경으로 실시하였으며, 연암층까지 Casing을 삽입하였다.
- 상부의 토사구간에 대해서는 원위치에서의 흙의 연경 및 다짐 정도를 파악하는데 지표가 되는 N치를 구하기 위하여 표준관입시험을 시행하였으며, 이와 병행하여 Split Spoon Sampler로 시료를 채취하였다.
- 본 조사에서는 채취된 시료에 대하여 흙의 상태 즉, 점성토의 경우 연경도(Consistency), 사질토의 경우 상대밀도(Relative Density)와 습윤도, 색, 토질 등을 육안 감별하여 기록하고 시료병에 넣어 보관하였으며, 시추주상도에 기록하였다. 기반암층 구간에서는 코아회수율을 높이고 정확한 암질상태를 파악하기 위해 Double Tube Core Barrel 및 Diamond Bit를 사용하여 굴진하였으며 채취된 코아에 대하여는 코아회수율, 암질지수를 측정하고 시추주상도에 기록하였다.

제2장 조사내용 및 방법

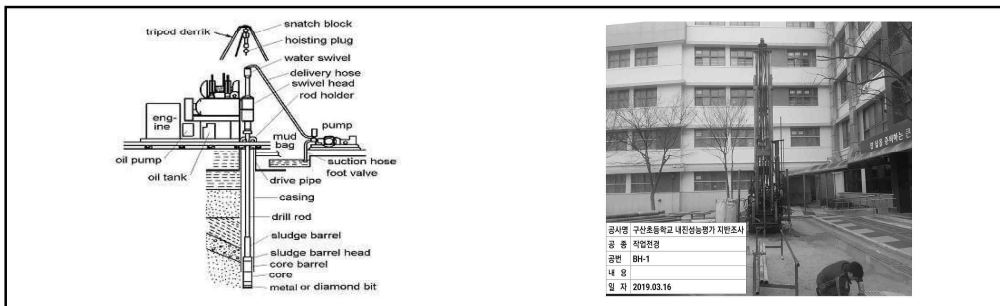


그림 2-2 시추작업 모식도 및 전경

2.3 표준관입시험

시추조사와 병행하여 지층의 상대밀도(Relative Density), 연경도(Consistency)와 구성성분을 파악하기 위하여 지층이 변화하는 경우 또는 동일지층의 경우라도 1.0m 간격으로 표준관입시험(KS F 2307 기준)을 연속성 있게 실시하였으며, 이 때 구성성분을 파악하기 위해서 교란된 시료도 함께 채취하였다. 표준관입시험에 의한 N치는 중량 63.5±0.5kgf 해머를 76±1cm 높이에서 자유낙하시켜 표준외경 51±1.0mm의 Split Spoon Sampler가 30cm 관입하는데 소요되는 타격횟수를 말하며, 매 15cm씩, 총 45cm에 관입에 대한 관입저항치를 구하고, 그 중 2, 3번째 관입저항치를 합하여 기록하였다. 표준관입시험으로 확인할 수 있는 사항을 요약하면 다음 표와 같다.

<N치에 의한 판정 및 추정사항>

사질토 지반	점성토 지반	일반사항
<ul style="list-style-type: none"> 상대밀도 내부마찰각 지반지지력 액상화 가능성 	<ul style="list-style-type: none"> Consistency 일축압축강도 	<ul style="list-style-type: none"> 지반의 극한지지력 말뚝의 연직지지력 지반반력계수 횡파속도

지층이 매우 조밀하여 50회 이상 타격을 가하여도 30cm 관입이 불가능한 지층에서는 50회 타격에 의한 관입량을 측정하여 주상도에 기록하였다. 표준관입시료는 Split Spoon Sampler로 채취하였으며, 함수비의 변화가 없도록 시료병에 넣어 필요한 사항을 기재하여 시료표본 상자에 정리 보관하였다.



제2장 조사내용 및 방법



2.5 아향식 탄성파탐사

2.5.1 조사목적

- 지층에 대한 탄성파속도 및 지반의 동적 물성치 파악

2.5.2 시험현황

<시험현황>

시험방법	공 번	지반고(m)	굴진심도G.L(-m)	시험심도G.L(-m)	검층간격(m)	비 고
Downhole Test	BH-1	현지반고	30.0	0.0~30	1.0	-

2.5.3 조사내용

가. 조사원리 및 방법

1) 조사원리

가) 토층에서의 탄성파 속도

토층에 있어서의 P파 속도는 함수상태가 가장 큰 변화의 요인이 된다. 예를 들어 P파의 파장이 토립자와 같은 정도의 크기를 가지는 경우에는 인접하는 토립자 사이에 서로 다른 움직임을 해서 물도 그 간섭을 받아 진동하고 간극수가 토립자에 대해 상대적으로 다른 운동을 일으키는 작용을 한다. 그렇지 않은 경우는 토립자와 간극수가 동시에 운동하기 때문에 양자의 상대변위는 일어나지 않는다. 다시 말하면 비배수 상태에서 변형이 일어나는 것이 되어 토립자의 변형에 큰 제약이 가해지는 것이 된다. 이것은 물의 압축성이 흙의 압축성에 비해 작으므로 일어나는 것이다. 간극이 물로 포화된 토층에서의 P파 속도는 실제의 속도보다 큰 수중속도에 근접하게 나타나게 된다. 한편 S파 속도는 함수상태에 의해 증감의 영향을 받지 않으므로 지반의 특성을 좀 더 정확하게 나타낸다고 알려져 있다. 일반적으로 지반을 구성하는 입자의 크기에 따라 영향을 받으므로 자갈층이 가장 큰 값을 가지며 지반상태가 조밀할수록 큰 값을 보인다. 이처럼 P파 속도는 함수량에 지배되므로 지반의 강도를 명확히 표현하지 못하는 경우가 많으나 이에 비해 S파 속도는 지반의 강도를 잘 반영하고 있으며 표준관입시험에 의한 N치와도 어느 정도의 연관성을 보인다. 경험에 의하면 실트 및 점토층에서의 S파 속도는 N치와 상당히 밀접한 상관관계를 보이고 있으며 모래층에서는 약간 불규칙한 분포를 보

제2장 조사내용 및 방법

인다. N치 50이하의 자갈층에서도 어느 정도의 상관관계를 나타낼 수 있다. 이상에서 기술한 바와 같이 토질의 성상을 정확하게 나타내기 위해서는 S파의 유용성이 주목되어지고 있다.

<S파와 N치의 경험적 관계식>

Sykora and stokoe(1983)	$V_s = 107 N_{60}^{0.27}$
yamazaki and umehara(1987)	$V_s = 89.1 N^{0.34}$
일본 토질공학회 및 도로교 시방서	$V_s = 80 N^{0.333}$
국내 준설 매립토지반(김동수 등, 1998)	$V_s = 98.38 N_{60}^{0.29}$

나) 암반에서의 탄성파 속도

암반에서의 탄성파 속도는 암석의 동적인 성질에 관한 정보로서 매우 중요하다. 암석의 탄성파 속도에 영향을 미치는 요소로는 다음의 것들이 있다.

- 암석의 종류 : 암석의 성인, - 조직 : 구성물질, 입자크기, 고결정도
- 밀도 : 밀도가 클수록 전파속도가 증가, - 공극률 : 공극률이 크면 전파속도 저하
- 이방성 : 층상을 나타내는 암석에서는 층에 평행한 방향의 속도는 수직방향의 속도보다 큼, - 구속응력 : 암석에 작용하는 구속응력이 증가할수록 속도 증가
- 함수상태 : 공극률이 큰 암석에서의 P파속도는 함수상태에 따라 변화하나 S파 속도는 거의 영향을 받지 않음
- 온도 : P파 속도는 온도상승과 함께 감소

<암반상태에 따른 탄성파속도>

연경도	관찰상태	R.Q.D(%)	탄성파속도(km/s)	
			Vp	Vs
극경암	해머로 때리면 금속음	75~100	5 <	2.9 <
경암	해머로 때리면 경, 금속음	60~90	4.8 <	2.6 <
중경암	해머로서 금속음~탁음을 발생. 코어표면 매끄럽고 칼로서 흠낸 굳기	25~75	4.1 ~ 5.0	2.0 ~ 2.5
연~경암	해머로서 쉽게 파괴되고 탁음 발생. 코어표면 약간 거칠며 손톱으로 흠낸 굳기	0~50	3.0 ~ 4.2	1.5 ~ 2.1
연암	해머로 쉽게 파쇄. 코어표면 매우 거칠며 손가락으로 눌러 깨지고 찌부러진다.	0~25	2.0 ~ 3.3	1.0 ~ 1.6
풍화암	해머로 분쇄됨	0~10	1.5 ~2.5	1.2 >

제2장 조사내용 및 방법



다) 지반분류

지진에 의한 지반운동은 지반의 특성에 따라 달라지므로 지반의 특성을 반영할 수 있도록 하기 위하여 지반을 분류하여 그에 따른 지반계수를 정의한다. 국지적인 토질조건, 지질조건과 지표 및 지하 지형이 지반운동에 미치는 영향을 고려하기 위하여 원칙적으로 지반을 다음과 같이 SA, SB, SC, SD, SE의 5종으로 분류한다.

<지반의 분류>

지반분류	지반종류의 호칭	상부 30m에 대한 평균 지반 특성		
		전단파 속도 (m/s)	표준관입시험 1M타격횟수/30cm	비배수전단강도 \bar{S}_u ($10^{-3}N/mm^2$)
S_A	경암 지반	1500 초과	-	-
S_B	보통암 지반	760에서 1500미만		
S_C	매우 조밀한 토사 지반 또는 연암 지반	360에서 760미만	> 50	> 100
S_D	단단한 토사 지반	180에서 360미만	15에서 50	50에서 100
S_E	연약한 토사 지반	180미만	< 15	< 50

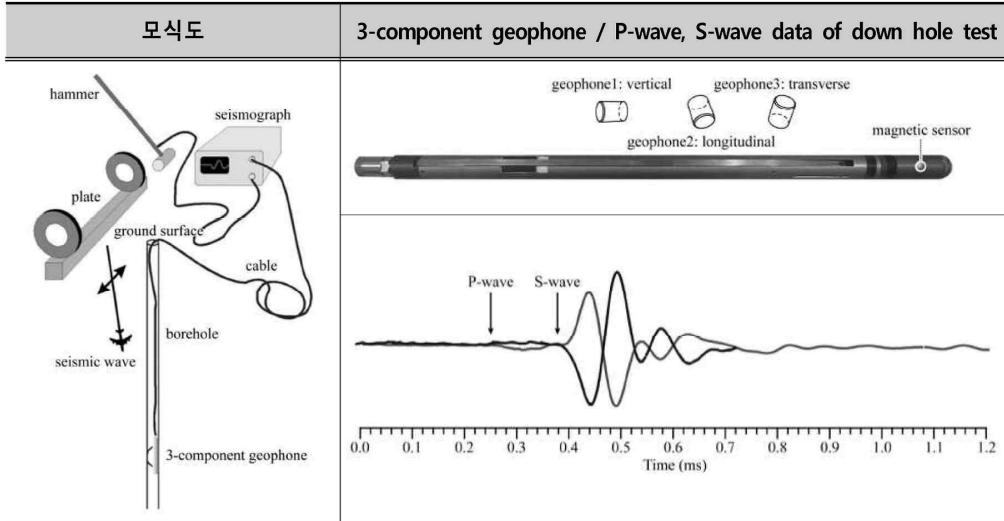
(건축구조기준, KBC 2016)

2) 조사방법

- 지표에서 탄성파를 발생시키고 시추공 내에 삽입된 수신기(3성분 지오폰)을 통하여 심도별로 탄성파 도달시간을 기록, 분석하여 원지반의 지층별 탄성파속도(P파 및 S파)를 측정한다.
- 탄성파의 발생 : 햄머를 이용하여 지표에 고정된 발생원을 수직방향과 수평방향으로 가격한다. 수직 가격을 통하여 매질내 입자의 진동과 파의 진행방향이 동일한 P파가 발생하도록 유도하고 수평 가격을 통하여 매질내 입자의 진동이 파의 진행방향에 수직인 S파가 발생하도록 유도한다.
- 탄성파의 수신 : 3성분(수직성분 1, 수평성분 2) Clamping Geophon을 이용하여 수신한다. P파의 경우 지오폰의 수직성분에 기록되고 S파의 경우 수평성분에 기록된다. 정확한 S파를 식별하기 위하여 180° 위상차의 가격을 함으로써 기록된 파형에 대하여 180°의 위상차를 확인한다.
- 자료처리는 자료 포맷변환 및 탄성파탐사의 기록정리, 주파수 분석 및 필터링, P파 및 S파의 도달시간의 판독, 구간속도의 결정 순서로 이루어지게 된다.

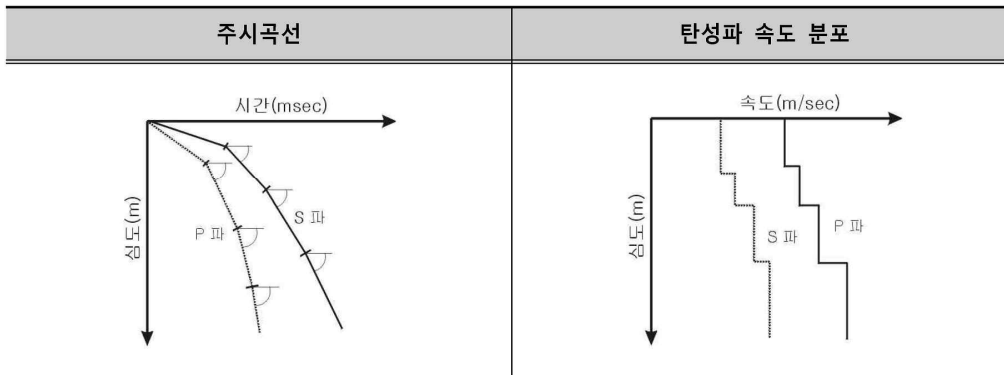
제2장 조사내용 및 방법

<하향식 탄성파탐사>



나. 자료분석 및 처리

1) 주시곡선 및 구간속도



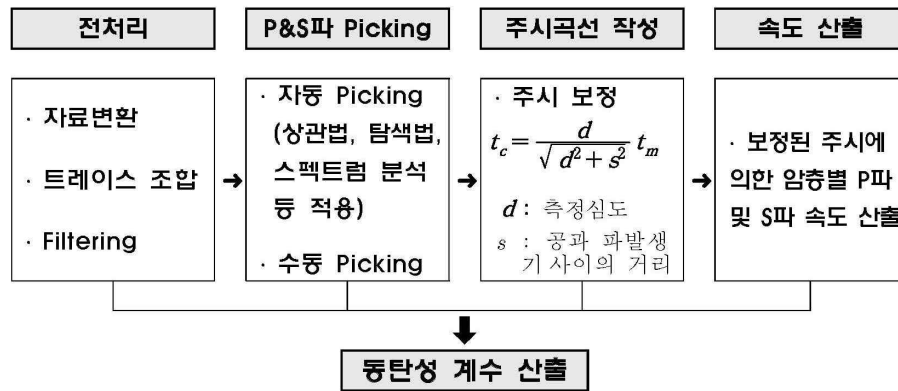
동적 물성치는 일반적인 값, 실내시험 또는 현장 밀도검층에서 구한 밀도값(ρ)을 이용하여 아래의 식으로 계산

- 동포아송비	$v = \frac{(V_p/V_s)^2 - 2}{2(V_p/V_s)^2 - 2}$	- 동전단계수	$G = \rho(V_s)^2$
- 동탄성계수	$E = 2G(1 + v)$	- 동체적계수	$K = E/3(1 - 2v)$

여기에서, V_p : P파 속도, V_s : S파 속도, ρ : 밀도값, v : 동포아송비

제2장 조사내용 및 방법

2) 자료처리 과정



2.6 폐공처리

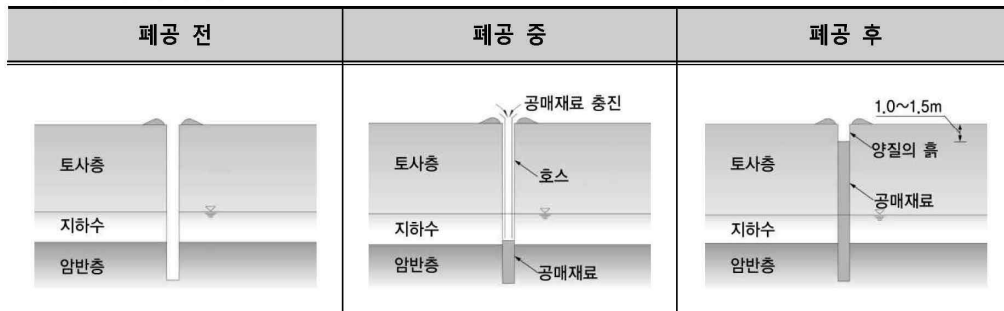
2.6.1 목적

- 지하수 오염방지, 오염 유발시설(케이싱 등) 제거
- 폐공처리에 의한 지하수 오염방지 효과, 폐공 내로 유입되는 지표오염원의 차단

2.6.2 주안점

- 폐공처리 명문화 : 지반조사 시 발생하는 폐공은 소기의 목적 달성 후 규정에 의거하여 처리하도록 함.
- 오염원의 수직적 이동통로 제어 : 폐공처리 위치 및 사유, 폐공처리한 시추공의 구조(직경, 심도, 지하수위, 지질 등) 폐공처리 절차 및 공매재료의 사용량 배합비 등을 확인 처리

<폐공순서 및 방법>





토질 및 암반의 분류방법

3.1 토질의 분류 및 기재방법

3.2 흙과 암반의 구분

3.3 암반의 분류 및 기재방법

제3장 토질 및 암반의 분류방법



제3장 토질 및 암반의 분류방법

3.1 토질의 분류 및 기재방법

3.1.1 토질의 분류방법

흙의 분류기준은 다음과 같은 방법을 사용하였다. 현장조사 시는 육안적 분류 방법을 이용, 지층구분에 활용하였다.

<입도에 따른 흙의 분류> _ 단위 : mm

흙입자 크기	점토	실트	모래			자갈		왕자갈	전석			
	0.002	0.006	0.02	0.07	0.4	2.0	4.75	19.0	76.5	304.8	600	2000

<흙의 육안적 분류>

구분	토립자의 육안적 판별과 일반적인 상태	손으로 쥐었다 놓음		습윤상태에서 손가락으로서 끈 모양으로 꿀 때
		건조 상태	습윤 상태	
모래 (Sand)	개개의 입자 크기가 판별될 수 있는 입상을 보임. 건조상태에서 흩어져 내림.	덩어리지지 않고 흐트러짐.	덩어리지만 가볍게 건드리면 흩어짐.	끈 모양으로 꼬아지지 않음.
실트질 모래 (Silty Sand)	입상이며, 실트나 점토가 섞여서 약간 점성이 있음. 모래질의 특성이 우세함.	덩어리지만 가볍게 건드리면 흩어짐.	덩어리지며 조심스럽게 다루면 부서지지 않음.	끈 모양으로 꼬아지지 않음.
모래질 실트 (Sandy Silt)	적당량의 세립사와 소량의 점토를 함유하고 실트 입자가 반 이상임. 건조되면 덩어리가 쉽게 부서져서 가루가 됨.	덩어리지며 자유롭게 만져도 부서지지 않음. 부서지면 밀가루와 같은 감촉.	덩어리지며 자유롭게 다루어도 부서지지 않음. 물을 부으면 서로 엉킨다.	끈 모양으로 꼬아지지 않으나 작게 끊어지고 부드러우며 약간의 점성이 있음.
실트 (Silt)	세립사와 점토는 극소량을 함유하고 실트입자의 함량이 80% 이상. 건조되면 덩어리지만 쉽게 부서져서 밀가루 감촉의 가루가 됨.	덩어리지며 자유롭게 만져도 부서지지 않음.	덩어리지며 자유롭게 만져도 부서지지 않으며 물에 젖으면 엉킨다.	완전히 꼬아지지는 않으나 작게 끊어지는 상태로 꼬아지고 부드러움.
점토 (Clay)	건조되면 아주 딱딱한 덩어리가 된다. 건조상태에서 잘 부서지지 않음.	덩어리지며 자유롭게 만져도 부서지지 않음.	덩어리지며 자유롭게 만져도 부서지지 않으며 찰흙 상태로 된다.	길고 얇게 꼬아짐. 점성이 큼.

제3장 토질 및 암반의 분류방법

흙의 입도와 Consistency 한계에 의하여 흙을 공학적으로 분류하는 방법으로 A. Casagrande가 고안한 통일분류법 (United standard classification system)은 흙의 공학적 성질을 분류하는데 많이 이용되며 분류방법을 요약하면 다음 표와 같다.

<흙의 통일분류>

구 분	분 류 방 법		기 호	
조립토 F<50%	자갈질 흙 F1 < $\frac{100-F}{2}$	No.200체 통과량<5% No.200체 통과량>5% No.200체 통과량>12% No.200체 통과량>12% No.200체 통과량>12% 5≤No.200체 통과량≤12% 5≤No.200체 통과량≤12% 5≤No.200체 통과량≤12% 5≤No.200체 통과량≤12%	Cu≥4이고 1<Cg<3 GW조건을 만족 못함 PI<4 또는 소성도의 A-선 아래 PI>7 이고 소성도의 A-선 위 소성도의 "CL-ML"부분 GW와 GM조건을 만족함 GW와 GC조건을 만족함 GP와 GM조건을 만족함 GP와 GC조건을 만족함	GW GP GM GC GC-GM GW-GM GW-GC GP-GM GP-GC
	모래질 흙 F1 ≥ $\frac{100-F}{2}$	No.200체 통과량<5% No.200체 통과량>5% No.200체 통과량>12% No.200체 통과량>12% No.200체 통과량>12% 5≤No.200체 통과량≤12% 소성도의 A-선 아래 5≤No.200체 통과량≤12% 소성도의 A-선상 또는 위 5≤No.200체 통과량≤12% 소성도의 A-선 아래 5≤No.200체 통과량≤12% 소성도의 A-선상 또는 위	Cu≥6이고 1<Cg<3 SW조건을 만족 못함 PI<4 또는 소성도의 A-선 아래 PI>7 이고 소성도의 A-선 위 소성도의 "CL-ML"부분 SW와 SM조건을 만족함 SW와 SC조건을 만족함 SP와 SM조건을 만족함 SP와 SC조건을 만족함	SW SP SM SC SC-SM SW-SM SW-SC SP-SM SP-SC
무기질 세립토 F≥50%	LL<50%	PI< 또는 소성도의 A-선 아래 PI>7 이고 소성도의 A-선 위 4≤PI≤7, 소성도의 "CL-ML"부분	<p><소성도></p>	ML CL CL-ML
	LL≥50%	소성도의 A-선 아래 소성도의 A-선 위		MH CH
유기질 세립토 F≥50%	LL<50%	노건조 시료의 액성한계 < 0.75	<p><소성도></p>	OL
	LL≥50%	공기 건조시료 액성한계		OH

주 1) F : No.200체 통과량(%)
 2) F1 : No.4체를 통과하고 No.200체에 남은 흙의 양(%)
 3) 『Das, 1990. ASTM D-2487(1986)에 기초함

(구조물 기초 설계기준 해설, 2016)

제3장 토질 및 암반의 분류방법



<조립토에 대한 토질명>

기호	자갈(%)	모래(%)	토질명
GW		<15	입도 양호한 자갈
		≥15	모래섞인 입도 양호한 자갈
GP		<15	입도 불량한 자갈
		≥15	모래섞인 입도 불량한 자갈
GM		<15	실트질 자갈
		≥15	모래섞인 실트질 자갈
GC		<15	점토질 자갈
		≥15	모래섞인 점토질 자갈
GC-GM		<15	실트질, 점토질 자갈
		≥15	모래섞인 실트질, 점토질 자갈
GW-GM		<15	실트섞인 입도 양호한 자갈
		≥15	실트 및 모래섞인 입도 양호한 자갈
GW-GC		<15	점토섞인 입도 양호한 자갈
		≥15	점토 및 모래섞인 입도 양호한 자갈
GP-GM		<15	실트섞인 입도 불량한 자갈
		≥15	실트 및 모래섞인 입도 불량한 자갈
GP-GC		<15	점토섞인 입도 불량한 자갈
		≥15	점토 및 모래섞인 입도 불량한 자갈
SW	<15		입도 양호한 모래
	≥15		자갈섞인 입도 양호한 모래
SP	<15		입도 불량한 모래
	≥15		자갈섞인 입도 불량한 모래
SM	<15		실트질 모래
	≥15		자갈섞인 실트질 모래
SC	<15		점토질 모래
	≥15		자갈섞인 점토질 모래
SC-SM	<15		실트질, 점토질 모래
	≥15		자갈섞인 실트질, 점토질 모래
SW-SM	<15		실트섞인 입도 양호한 모래
	≥15		실트 및 자갈섞인 입도 양호한 모래
SW-SC	<15		점토섞인 입도 양호한 모래
	≥15		점토 및 자갈섞인 입도 양호한 모래
SP-SM	<15		실트섞인 입도 불량한 모래
	≥15		실트 및 자갈섞인 입도 불량한 모래
SP-SC	<15		점토섞인 입도 불량한 모래
	≥15		점토 및 자갈섞인 입도 불량한 모래

주 1) 자갈 : 75mm체를 통과하고 No.4체에 남는 량. 즉, No.4체 잔류량

2) 모래 : No.4체를 통과하고 No.200체에 남는 량. 즉, No.200체 잔류량-No.4체 잔류량 값

(구조물 기초 설계기준 해설, 2016)

제3장 토질 및 암반의 분류방법

<세립토에 대한 토질명>

기호	No.200체 잔류량(%)	자갈에 대한 모래의 비	자갈(%)	모래(%)	토질명
CL	<15				저소성 점토 모래섞인 저소성 점토 자갈섞인 저소성 점토 모래질 저소성 점토 자갈섞인 모래질 저소성 점토 자갈질 저소성 점토 모래섞인 자갈질 저소성 점토
	15~29	≥1			
	≥30	<1	<15	<15	
ML	<15				실트 모래섞인 실트 자갈섞인 실트 모래질 실트 자갈섞인 모래질 실트 자갈질 실트 모래섞인 자갈질 실트
	15~29	≥1			
	≥30	<1	<15	<15	
CL-ML	<15				실트질 점토 모래섞인 실트질 점토 자갈섞인 실트질 점토 모래질, 실트질 점토 자갈섞인 모래질, 실트질 점토 자갈질 및 실트질 점토 모래섞인 자갈질 및 실트질 점토
	15~29	≥1			
	≥30	<1	<15	<15	
CH	<15				고소성 점토 모래섞인 고소성 점토 자갈섞인 고소성 점토 모래질 고소성 점토 자갈섞인 모래질 고소성 점토 자갈질 고소성 점토 모래섞인 자갈질 고소성 점토
	15~29	≥1			
	≥30	<1	<15	<15	
MH	<15				탄성이 있는 실트 모래섞인 탄성 실트 자갈섞인 탄성 실트 모래질 탄성 실트 자갈섞인 모래질 탄성 실트 자갈질 탄성 실트 모래섞인 자갈질 탄성 실트
	15~29	≥1			
	≥30	<1	<15	<15	

(구조물 기초 설계기준 해설, 2016)

제3장 토질 및 암반의 분류방법



<유기질토에 대한 토질명>

기호	소성특성	No.200체 잔류량(%)	자갈에 대한 모래의 비	자갈(%)	모래(%)	토질명
OL	PI ≥ 4 이고 A-선상 또는 위	<15 15~29 ≥30	≥1 <1 ≥1 ≥1 <1 <1	<15 ≥15	<15 ≥15	유기질 점토 모래섞인 유기질 점토 자갈섞인 유기질 점토 모래질 유기질 점토 자갈섞인 모래질 유기질 점토 자갈질 유기질 점토 모래섞인 자갈질 유기질 점토
	PI < 4 이고 A-선상 아래	<15 15~29 ≥30	≥1 <1 ≥1 ≥1 <1 <1	<15 ≥15	<15 ≥15	유기질 실트 모래섞인 유기질 실트 자갈섞인 유기질 실트 모래질 유기질 실트 자갈섞인 모래질 유기질 실트 자갈질 유기질 실트 모래섞인 자갈질 유기질 실트
OH	A-선상 또는 위	<15 15~29 ≥30	≥1 <1 ≥1 ≥1 <1 <1	<15 ≥15	<15 ≥15	유기질 점토 모래섞인 유기질 점토 자갈섞인 유기질 점토 모래질 유기질 점토 자갈섞인 모래질 유기질 점토 자갈질 유기질 점토 모래섞인 자갈질 유기질 점토
	A-선상 아래	<15 15~29 ≥30	≥1 <1 ≥1 ≥1 <1 <1	<15 ≥15	<15 ≥15	유기질 실트 모래섞인 유기질 실트 자갈섞인 유기질 실트 모래질 유기질 실트 자갈섞인 모래질 유기질 실트 자갈질 유기질 점토 모래섞인 자갈질 유기질 실트

(구조물 기초 설계기준 해설, 2016)

제3장 토질 및 암반의 분류방법

<흙에 대한 육안 판별>

구분	표시(또는 기술)	판별기준
입자크기	.호박돌(Boulder) .조약돌(Cobble) .자갈(Gravel)	.30cm 이상 .7.5~30cm .조립 2.0~7.5cm .세립 No.4~2cm
	.모래(Sand)	.조립 No.10~No.4 .중립 No.40~No.10 .세립 No.200~No.40
	.세립토(실트, 점토)	No.200체 통과 입자
조립토, 세립토의 혼성비율	.조금(trace) .약간(little) ~섞인(some) ~과, 및(and), ~질	.1~10% .10~20% .20~35% .35~50%
세립토	.호상의(alternating) .두꺼운(thick) .얇은(thin) .세부표시 .쌈(seam) .층(layer) .지층(또는 토층, stratum) .호상점토(varved clay) .포켓상(pocket) .렌즈상(lens) .가끔(occasional) .빈번함(frequent)	.0.15~1.3cm 두께 .1.3~30cm 두께 .두께 30cm 이상 .모래, 실트와 점토의 섞 또는 층이 교호됨 .보통 두께 30cm 이하의 작고 표류적 .퇴적 .렌즈모양의 퇴적 .두께 30cm당 1회 이하 .두께 30cm당 1회 이상

(NAVFAC, 1982)

3.1.2 토질의 기재방법

가. 색조

색조는 3단계로 나누어 기재하였다. 1단계는 담(Light)과 암(Dark)의 명암을 구분하였으며 2단계는 혼색에 대한 기술, 3단계는 기본색을 표현하였다.

<흙의 색조>

색	1	담				암			
	2	분홍	홍	황	갈	감람	논	회	

제3장 토질 및 암반의 분류방법

3.2 흙과 암반의 구분

<풍화토와 풍화암의 분류기준>

구분	분류기준	지질 특성
풍화토	$N \leq 50$ 회/10cm	조암광물이 대부분 풍화되어 암석으로서의 결합력을 상실한 풍화잔류토로서 절리의 대부분은 풍화산물인 점토 등 2차 광물로 충전되어 흔적만 보이고 함수포화시에 전단강도가 현저히 저하되기도 하며, 손으로 쉽게 부수어지는 지반
풍화암	$N > 50$ 회/10cm	심한 풍화로 암석자체의 색조가 변색되었으며 충전물이 채워지거나 열린 절리가 많고, 가벼운 망치 타격에 쉽게 부수어지며 칼로 흠집을 낼 수 있음. 절리 간격은 좁음 이하이며 시추시 암편만 회수되는 지반

3.3 암반의 분류 및 기재방법

암반은 구성광물의 종류 및 생성기원, 암종 및 불연속면의 크기와 수량, 일축압축강도, 풍화정도, 지하수 상태 등에 따라 다양하게 변화하기 때문에 일률적으로 그 기준을 설정하는 것은 매우 어려운 현실이나, 일반적인 분류방법을 참조하고 T.C.R, R.Q.D, 절리상태, 풍화상태, 일축압축강도 등의 암석 Core 상태를 면밀히 관찰한 후 구분하여야 한다.

3.3.1 암반의 분류방법

암반의 분류는 각 기관별로 다소의 차이는 있으나 연암, 보통암, 경암으로 분류하며 각 기관별 암반분류는 다음과 같다.

<암석의 일축압축강도에 따른 분류>

구분	일축압축강도 (Mpa - 건조)	점하중강도 (Mpa)	슈미트해머 수치(SHV)	급속흡수율(%) : QAI	비고 (해머에 의한 타격)
극경암	180이상	8.8이상	60이상	0.24이하	큰 해머로 타격시 튕기며 용이하게 깨어지지 않음.
경암	130~180	5.6~8.8	51~60	0.47~0.24	큰 해머로 타격시 약간 깨짐.
보통암	100~130	3.7~5.6	44~51	0.80~0.47	큰 해머로 타격시 균열을 따라 크게 떨어짐.
연암	70~100	1.8~3.7	34~44	1.65~0.80	보통 해머로 타격시 용이하게 깨어짐.
풍화암	30~70	0~1.8	10~34	9.25~1.65	보통 해머로 용이하게 소편으로 깨어지며 때로는 손으로도 쪼개짐.

제3장 토질 및 암반의 분류방법



<한국토지주택공사 암반 분류기준>

구분	풍화암	연암	보통암	경암
굴진 상황	Metal Crown Bit로 큰 저항 없이 굴진되며 암질에 따라 차이가 있으나 30cm 굴진에 대체로 1~3분 이내 소요.	Metal Crown Bit 굴진 시 다소의 저항이 있으며 압력을 가하여 굴진 가능	Metal Crown Bit로 굴진이 가능하나 Diamond Bit 사용시 Core회수율을 높일 수 있음.	Diamond Bit를 사용하지 않으면 굴진하기 곤란한 암반
CORE 형태	Core회수 거의 불가 하부에서 세편상태의 Core가 소량 산출될 경우도 있음.	세편내지 단주상으로 회수됨. (보통6~20cm정도) 암질에 따라 틀리나 TCR:20~40%이상(NX) R.Q.D :25%이하(NX)	단주상~장주상(봉상)으로 산출(보통15~30cm정도) TCR:40~70%(NX) R.Q.D :25~50%이하(NX)	대부분 장주상(봉상)으로 산출되나 일부 파쇄대에서는 단주상으로 산출되기도 함. 암질에 따라 틀리나 TCR:70%이상(NX) R.Q.D:50%이상(NX)
풍화질 상태	조암 광물은 완전히 변질됨.	균열부위를 따라 풍화가 상당히 진척되어 대부분의 광물이 다소 풍화된 상태에서 균열이 없는 곳은 다소 신선한 상태	균열부위를 따라 풍화가 약간 진척된 곳도 있으나 대체로 암반내부는 신선한편.	신선한 상태
조직	기반암의 조직은 유지하고 있으나 암반 내부까지 풍화가 완전히 진행되어 화학적·역학적 성질은 상실한 상태	기반암 조직 유지	기반암 조직	기반암 조직
원위치 시험 (S.P.T)	N치 50/10 이상 S.P.T.불가한 곳도 있음.	S.P.T 불가	S.P.T 불가	S.P.T 불가
비고	· 125kgf/cm ² 이하 (일축압축강도) · 300~700kgf/cm ² (암편내압강도)	일부 세립질 암석이나 석영맥, 규암 등은 Core 회수가 불가능한 경우가 있음. · 125~400kgf/cm ² (일축압축강도) · 700~1,000kgf/cm ² (암편내압강도)	· 400~800kgf/cm ² (일축압축강도) · 1000~1,300kgf/cm ² (암편내압강도)	· 800~1,200kgf/cm ² (일축압축강도) · 1,300~1,600kgf/cm ² (암편내압강도)

※ 암을 판정·분류하는 기준은 건설표준품셈을 비롯하여 발주기관별로 그 기준이 다양하며, 지반조사 시 채취되는 시편의 상태는 시공 중 채취되는 시편과 형상, 균열 상태 등 여러면에서 차이가 있으므로 조사 굴진 중 관찰되는 여러 가지 현상을 종합적으로 참조하여 판단할 수 있도록 상기와 같이 기준을 수립하였음. 그러나 일부 특수한 암반에서는 상기기준을 벗어날 수도 있으며, 특히 설계 시 풍화암은 리핑암으로 분류될 수 있도록 판단하여야 함.

(토질조사 표준과업내용서, 2008년 11월)

제3장 토질 및 암반의 분류방법

<한국기술용역협회의 암반분류 기준>

암반분류	풍화암	연암	보통암	경암	
시추굴진상황	금속비트로 용이하게 굴진가능하며로는 무수보링도 가능	금속비트로 용이하게 굴진 가능한 암반	금속비트로 굴진 가능하나 Diamond bit를 사용하면 코아회수율이 양호한 암반	Diamond bit를 사용하지 않으면 굴진하기 곤란한 암반	
암반의 성질	풍화 변질 상태	암 내부의 일부를 제외하고는 풍화진행, 장식, 운모등 이색, 변질	균열에 따라 다소 풍화 진행, 장식 및 유색광물은 일부 변색됨.	대체로 석괴, 균열을 따라 약간 풍화, 변질됨. 암내부는 신선함.	
	균열 상태	균열은 많으나 점토화의 진행으로 거의 밀착 상태임.	균열이 많이 발달. 균열간격은 5cm 이하이고 점토 협재.	균열발달 일부는 점토를 협재함. 세편 상태로 잘 부서짐. 균열간격은 10cm 내외.	균열의 발달이 적으며 균열 간격은 5~15cm 대체로 밀착 상태이나 일부는 open 됨.
	코아 상태	세편상 암편이 남아있고 손으로 부수면 가루가 되기도 함. 단형코아가 없음.	암편상~세편상 (각책상) 원형코아가 적고 복구가 곤란.	대 암편상 ~ 단주상 10cm 이하이며 특히 5cm 내외의 코아가 많음. 원형복구가 가능.	단주상~봉상대체로 20cm 이하이며 1m 당 5~6개 이상.
	함마 타격	손으로도 부서짐	함마로 치면 가볍게 부서짐.	함마로 치면 현저한 소리를 내고 부서짐.	함마로 치면 금속음을 내고 잘 부서지지 않으며 휘는 경향을 보임.
	용수 시험	원형보존이 거의 가능하며 세편상으로 분리됨	불세편상으로 분리되고 암괴로도 분리	암괴로 분리되나 입자의 분산은 거의 없고 변화하지 않음.	거의 변화하지 않음.
탄성파속도 (km/s)	< 1.2	1.2~2.5	2.5~3.5	3.5~4.5	
일축압축강도 (MPa)	< 12.5	12.5~40	40~80	80~120	

(건설공사 비탈면 설계기준, 2006)

제3장 토질 및 암반의 분류방법



<건설표준품셈에 의한 분류>

분류기준					
암석 분류	그룹	자연상태의 탄성파속도 V(km/sec)	암편의 탄성파 속도, Vc(km/sec)	암편내압강도 (kgf/cm ²)	비 고
풍화암	A	0.7~1.2	2.0~2.7	300~700	-내압강도 1. 시편 : 5cm입방체 2. 노건조 : 24시간 3. 수증침윤 : 2일 4. 내압시험 5. 시험방향(가압방향) : z축(결면에 수직, 탄성파속도가 가장 느린방향)
	B	1.0~1.8	2.5~3.0	100~200	
연암	A	1.2~1.9	2.7~3.9	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	
경암	A	2.9~4.2	4.7~5.8	1,300~1,600	-암편 탄성파 속도 1. 시편 : 두께 15~20cm 상하면이 평행선 2. 측정방향 : x축(탄성파속도가 가장 빠른 방향), (결면에 평행)
	B	4.1 이상	5.7 이상	800 이상	
극경암	A	4.2 이상	5.8 이상	1,600 이상	

암석 그룹의 분류		
구분	A그룹	B그룹
대표적인 암 석 명	편마암, 사질편암, 녹색편암, 각암, 석회암, 사암, 휘록응회암, 역암, 화강암, 섬록암, 감람암, 사문암, 유문암, 셰일, 안산암, 현무암	흑색편암, 녹색편암, 휘록응회암, 셰일이암, 응회암, 집괴암
함유물등에의한 시각판정	사질분, 석영분을 다량함유하고 암질이 단단한 것, 결정도가 높은 것	사질분, 석영분이 거의 없고 응회분이 거의없는 암석 천매상의 암석
500~1,000g 해머 타격에 의한 판정	타격점의 암은 작은 평평한 암편으로 되어 비상되나, 거의 암분을 남기지 않는 것	타격점에 암 자신이 부서지지 않고 분상이 되어 남고 암편이 별로 비상되지 않는 암석

(건설공사 비탈면 설계기준, 2006)

제3장 토질 및 암반의 분류방법

3.3.2 암반의 기재방법

암석 코아에 대한 기술내용은 색, 균열(Discontinuity)의 간격, 풍화상태, 강도, 암석명 등이다. 암석의 풍화상태, 균열의 간격(절리나 파쇄면의 간격), 강도 및 암질 표시는 아래 기준에 따라 기재하였다.

가. 색(color)에 의한 분류

암석의 기본색(황색, 갈색, 회색, 청색 또는 녹색)에 담(연한)과 암(진한)의 명암 및 혼색에 대한 서술용어를 사용하였다.

나. 풍화상태(Degree of Weathering)에 따른 분류

기호	용어	서술
D - 1	신 선 (Fresh)	모암의 색이 변하지 않고 결정이 광택을 보임. Joint 면이 부분적으로 얼룩져 있고 타격을 가했을 때 맑은 소리가 남.
D - 2	약간 풍화 (Slightly Weathered)	일반적으로 Fresh한 상태를 보이거나 구조면의 주변부가 다소 변색되어 있음. 모암의 강도는 Fresh한 경우와 별 차이가 없음. 장석이 다소 변색되어 있으며, Open Joint의 경우는 점토 등이 협재됨.
D - 3	중간 풍화 (Moderately Weathered)	상당히 많은부분이 변색되어 있으며 구조선은 Open Joint로서 구조선 안쪽까지 변질되어있음. 강도는 야외에서도 Fresh한 상태와 쉽게 구분됨. 대부분의 장석이 변질되어 있으며 일부는 점토화 됨.
D - 4	심한 풍화 (Highly Weathered)	석영을 제외한 대부분의 입자들이 변색되어 있으며, 구조선은 거의 Open Joint로서 구조선으로 부터 상당히 깊은 곳까지 변질되어 있음. Core의 상태는 그대로 유지함.
D - 5	완전 풍화 (Completely Weathered)	입자들이 부분적으로 존재하기는 하나, 완전히 변질을 받은 상태임. 이 단계에서 부터는 토질로 분류함.

다. 암반의 파쇄정도(Fracturing)에 의한 분류

기호	용어	절리 간격	절리 상태
F - 1	괴 상 (Solid)	300cm이상	매우 넓은 (Very Wide)
F - 2	약간 파쇄 (Slightly Fractured)	100 ~ 300cm	넓음 (Wide)
F - 3	보통 파쇄 (Moderately Fractured)	30 ~ 100cm	중간 (Moderately Close)
F - 4	심한 파쇄 (Fractured)	5 ~ 30cm	좁음 (Close)
F - 5	매우심한 파쇄 (Highly Fractured)	5cm이하	매우 좁음 (Very Close)

제3장 토질 및 암반의 분류방법



라. 강도 (Hardness)에 의한 분류

기호	용어	암질 상태	일축압축강도 (kg/cm ²)
S - 1	매우 강함 (Very High strength)	Hammer로 여러번 타격하여야 맑은 소리로 깨어짐	> 1000
S - 2	강 함 (High strength)	시편을 손에 들고 한 번 이상 Hammer로 타격하여야 깨어짐	250 ~ 1000
S - 3	보통 강함 (Medium strength)	칼로 흠집이 나지 않으며 손에 든 상태로 한 번 정도 약하게 Hammer로 타격하여도 깨어짐	250 ~ 100
S - 4	약 함 (Low strength)	칼로 흠집을 낼수 있으며 Hammer로 긁었을 때 1~3mm 깊이로 패임	100 ~ 30
S - 5	매우 약함 (Very Low strength)	Hammer로 약하게 타격할 때 부서리지며 칼로 흠집을 낼수 있으나 손으로 부술 수 없음	30 ~ 10

마. 절리면의 거칠기(Joint Roughness)

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

바. 코아회수율(Total Core Recovery), R.Q.D (Rock Quality Designation)

구분	관계식
코아회수율	$T.C.R = \frac{\text{회수된 Core 길이의 합}}{\text{전 체 시 추 길 이}} \times 100 (\%)$
암질지수(R.Q.D)	$R.Q.D = \frac{10\text{cm 이상 길이로 회수된 Core 길이의 합}}{\text{전 체 시 추 길 이}} \times 100 (\%)$

IV

구조물 기초형식

4.1 기초형식의 선정기준

4.2 기초형식의 검토

제4장 구조물 기초형식

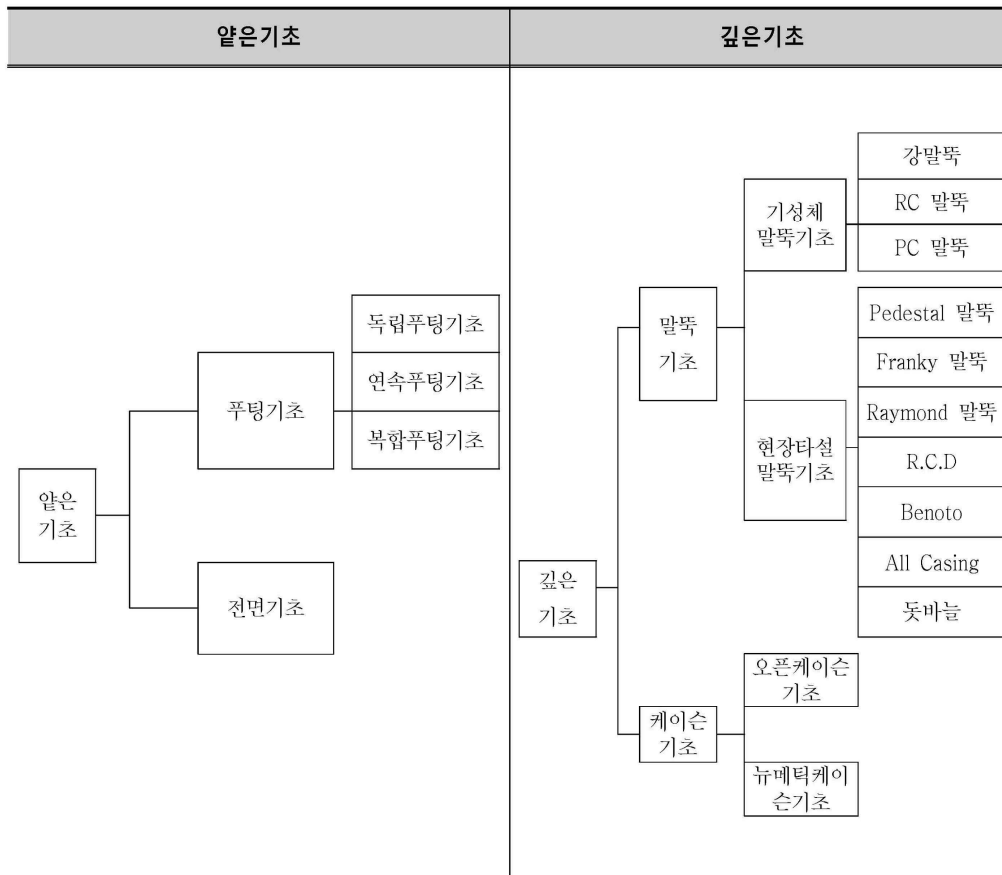


제4장 구조물 기초형식

4.1 기초형식의 선정기준

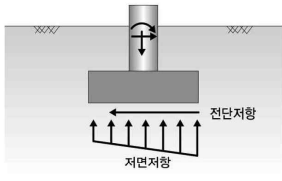
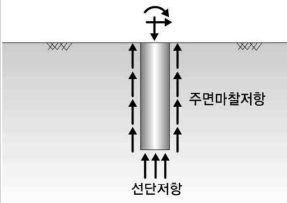
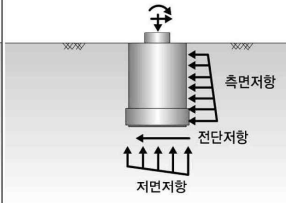
일반적인 구조물 기초형식은 구조물 설치계획에 따른 구조물의 종류, 형태와 특징, 작용 하중 등과 기초지반의 지층분포 심도, 지하수위 등의 도질조건 및 기초저면의 설치 계획고, 주변 지역여건 등의 제반조건을 고려하여 결정되어야 하며 또한 시공성, 경제성, 안정성 등을 고려하여 선정되어야 한다. 그러므로 본 건설공사에 따른 구조물의 기초형식으로 는 다음 표에 나타낸 바와 같이 얇은 기초와 깊은 기초의 두 가지를 고려할 수 있으며 지반조건 등을 감안하여 상부구조물에 적합한 형식을 채택하여야 한다.

<구조물 형식>



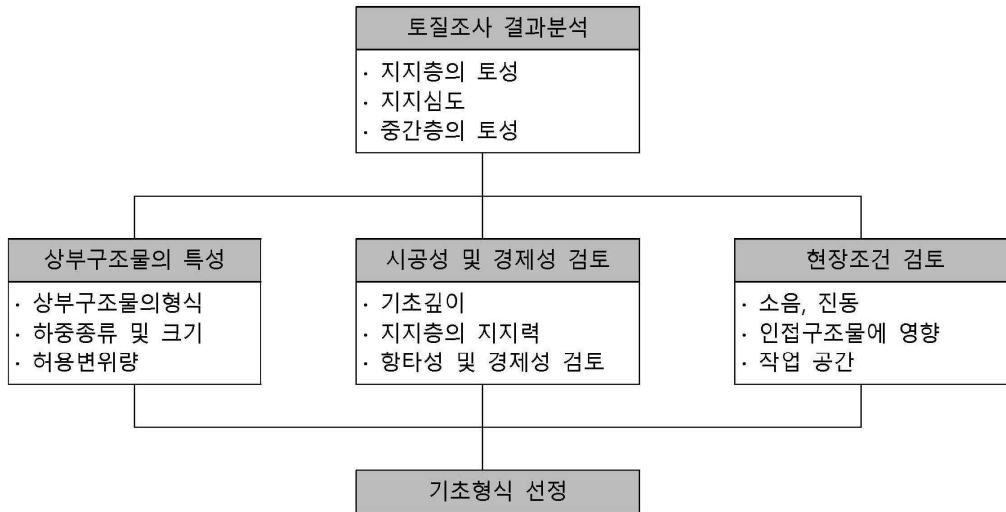
제4장 구조물 기초형식

<기초형식의 비교>

기초 형식	직 접 기 초	깊 은 기 초	
		말 뚝 기 초	케 이 슨 기 초
개 념 도			
하 중 지 지 개 념	<ul style="list-style-type: none"> · 연직력 : 저면 반력 · 수평력 : 기초저면 전단저항 	<ul style="list-style-type: none"> · 연직력 : 선단저항, 주면마찰저항 · 수평력 : 말뚝의 휨강성 및 주변지반의 수동저항 	<ul style="list-style-type: none"> · 연직력 : 저면 반력 · 수평력 : 측면반력 및 전단저항
장·단점	<ul style="list-style-type: none"> · 지지층 확인 가능 · 품질 양호 및 공사비 저렴 · 넓은 부지 필요 	<ul style="list-style-type: none"> · 취급과 시공이 용이 · 이음이 용이하여 길이조절 가능 · 공사비 다소 고가 	<ul style="list-style-type: none"> · 지지층 육안관찰 가능 · 공사비 고가 · 지지층 30m 이상 시공 곤란
적 용 기 준	<ul style="list-style-type: none"> · 지지층 심도 6m 이내 (Mass Con'c 6~9m) 	<ul style="list-style-type: none"> · 지지층 심도 9m 이상 	<ul style="list-style-type: none"> · 지지층 심도 6~30m
공법별 구 분	<ul style="list-style-type: none"> · 독립기초 · 복합기초 · 줄기초 · 전면(Mat)기초 	<ul style="list-style-type: none"> · 항타공법 · 속파기공법(PRD) · 선굴착 공법(SIP,SDA,SAIP) 	<ul style="list-style-type: none"> · Benoto 공법 · 뚫바늘 공법 · RCD 공법
적 용 검 토	<ul style="list-style-type: none"> · 지반조건을 고려한 기초 형식 선정 - 직접기초 : 지지층 심도 6.0m 이내의 얇은 경우 - 말뚝기초 : 지지층 심도 9.0m 이상에 적용 · 교량기초의 안정성과 해당부지의 시공성 및 경제성 분석을 통한 기초형식 선정 · 주변 환경과 상부형식을 고려한 기초형식 선정 		

제4장 구조물 기초형식

<구조물 기초 형식>



4.2 기초형식의 검토

구조물 기초는 기초지반의 지지력을 보강하여 직접기초를 적용하는 방법 또는 깊은기초 공법의 적용방법이 있다. 직접기초를 적용할 경우 침하에 대한 대책과 기초 지지력의 확보에 대하여 유의해야 한다. 다음 표는 구조물 기초 선정 시 적용 가능한 기초공법을 나타내고 있다.

<기초형식 선정표>

기초형식 선정표									
말뚝의 종류 선정조건	타입말뚝			매입말뚝			현장타설말뚝		
	RC 말뚝	PC PHC 말뚝	강관 말뚝	내부 관 공법	시멘트 밀크 공법	어스 드릴 공법	울케 싱 공법	RCD 공법	심초 공법
시가지, 주택지등	×	×	×	○	○	○	△	○	○
지하수위가 높다	○	○	○	△	△	○	△	○	×
지지층이 깊다	×	△	○	△	△	△	△	○	×
다져진(호박돌이섞임) 중간층의 관통	×	×	△	△	△	×	○	△	○

주) ○:적당, △:시공에 충분히 주의하면 적용 가능, ×:곤란
(깊은기초, 한국지반공학회, 2002)

제4장 구조물 기초형식

<기초형식 선정표>

기초형식 선정표(1)							
선 정 기 준		직접 기초	말뚝기초		우물통 기초		
			PC말뚝	강관말뚝			
하중규모 (1기당)	200t 이하		○	○	○	×	
	200 ~ 500 t		○	○	○	×	
	200 ~ 1,500 t		○	△	△	△	
	1,500t 이상		○	×	△	○	
지지방식 (선단지지)	완전지지	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 상 태	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 이상있는 경우)		-	○	○	△	
	자 갈 호 박 돌 전 석 등	없 음		-	○	○	○
		10 cm 이하		-	△	○	○
		10 ~ 30 cm		-	×	△	○
30 cm 이상		-	×	×	△		
환 경	수 상 시 공		△	○	○	△	
	소 음 . 진 동 대책		○	×	×	△	
	인 접 구조 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 공비가 극히 증대하는 등 큰 문제가 있다.

(도로설계 실무편람, 한국도로공사, 1997)

제4장 구조물 기초형식



<기초형식 선정표>

기초형식 선정조건		기초형식 선정표(2)											
		직접기초	타입말뚝			중관말뚝	현장타설말뚝			케이슨			
			R C 말뚝	P C 말뚝	강관말뚝		R C D 말뚝	올케이싱말뚝	어스드릴말뚝	심초말뚝	오픈케이슨	뉴매틱케이슨	
지형 및 지질조건	굴착하는 지반의 상태	중간층이 극히 연약	△	◎	◎	◎	△	○	○	×	×	○	△
		중간층이 연약	△	◎	◎	◎	○	○	◎	△	△	◎	○
		중간층에 극히 단단한 층이 있다.	○	×	△	○	○	○	○	○	○	△	◎
		중간층에 큰 자갈층이 있다.	○	×	×	×	△	△	△	△	○	△	◎
		중간층에 5m 이상의 세사층이 있다.	○	△	○	◎	△	○	△	△	○	△	◎
		상층연약으로 하층 양호	○	◎	◎	◎	○	○	◎	△	△	◎	○
		5cm이하의 자갈층이 있다.	◎	△	△	△	○	○	○	○	○	◎	◎
		5~10cm의 자갈층이 있다.	◎	△	△	△	○	○	○	△	○	◎	◎
	10~50cm의 자갈층이 있다.	○	×	×	△	△	×	△	×	○	△	○	
	지지지반의 상태	경사되었다.(30이상)	◎	△	△	○	○	△	◎	△	◎	△	○
요철이 심하다		◎	△	△	○	△	◎	◎	◎	◎	○	○	
지하수의 상태	지하수위가 지표면에 가깝다	△	◎	◎	◎	○	◎	◎	○	△	○	◎	
	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	×	◎	◎	◎	△	△	△	△	×	×	×
유동화되는 지반		×	△	○	◎	○	○	○	○	○	◎	◎	

주) ◎ : 시공실적이 많다. ○ : 시공실적이 있다.
 △ : 시공실적이 적다. × : 시공실적이 거의 없다.
 (깊은기초, 한국지반공학회, 2002)

제4장 구조물 기초형식

<기초형식 선정표>

		기초형식 선정표(2) 계속											
기초형식 선정조건		직접기초	타입말뚝				현장타설말뚝				케이슨		
			R C 말뚝	P C 말뚝	강관말뚝	중근말뚝	R C D 말뚝	올케이싱말뚝	어스드릴말뚝	심초말뚝	오픈케이슨	뉴매틱케이슨	
시공조건	시공심도 (m)	2 ~ 5	◎	○	△	△	△	×	×	△	○	△	×
		5 ~ 15	○	◎	○	○	○	△	○	○	◎	◎	◎
		15 ~ 25	△	○	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
		25 ~ 40	×	×	△	◎	△	◎	○	△	×	◎	○
		45 ~ 50	×	×	×	◎	×	◎	△	×	×	△	△
		50 ~ 60	×	×	×	◎	×	◎	×	×	×	△	×
	기초의 지름	15 ~ 30 cm	×	◎	△	×	×	×	×	×	×	×	×
		30 ~ 50 cm	×	◎	◎	◎	○	×	×	×	×	×	×
		50 ~ 80 cm	×	△	◎	◎	◎	×	×	×	×	×	×
		0.8 ~ 1.0 m	×	×	◎	◎	◎	◎	◎	◎	×	×	×
		1.0 ~ 1.2 m	×	×	○	○	○	◎	◎	◎	×	×	×
		1.2 ~ 1.5 m	×	×	△	○	△	◎	◎	◎	×	×	×
		1.5 ~ 2 m	○	×	×	△	×	○	○	×	○	×	×
		2 ~ 4 m	○	×	×	×	×	△	×	×	◎	×	×
	4 m 이상	◎	×	×	×	×	×	×	×	×	◎	◎	
시공조건	수상시공	수심 5m 미만	○	◎	◎	◎	△	◎	×	×	×	◎	◎
		수심 5m 이상	×	△	△	△	△	△	×	×	×	◎	◎
환경조건	작업공간이 좁다		◎	△	△	△	△	○	△	△	◎	○	○
	경사말뚝의 시공		-	◎	◎	◎	△	×	○	×	×	-	-
	저진동, 저소음		◎	×	×	×	○	◎	○	◎	◎	○	○
	인접구조물에 대한 영향		○	×	×	△	○	◎	◎	○	△	△	○
	유해가스의 영향		△	◎	◎	◎	◎	◎	○	○	×	◎	×

주) ◎ : 시공실적이 많다. ○ : 시공실적이 있다.
 △ : 시공실적이 적다. × : 시공실적이 거의 없다.
 (깊은기초, 한국지반공학회, 2002)

제4장 구조물 기초형식



<지반특성에 대한 기초 표준공법 선정(예)>

지반특성에 대한 기초 표준공법 선정(예)		
분류	분류 지 반 의 상 황	표 준 공 법
단 일 지 반	경 암	직접 기초
	연암, 풍화암, 단단한 자갈층	직접 기초
	다져지지 않은 호박돌, 전석층	우물통 또는 뉴매틱케이슨
	단단하지 않은 자갈층, 다져진 점토층	현장타설 말뚝
복 합 지 반	지지층 위에 2~4m 정도의 피복토층이 있는 경우	직접 기초
	지지층 위에 10m 정도까지의 피복토층이 있는 경우로 피복토층의 N치는 모래>15, 롬>7, 점토>4	프리캐스트 RC 말뚝
	지지층 위에 20m 정도까지의 피복토층이 있는 경우로 피복토층의 N치는 모래>10, 롬>3, 점토>2	현장타설 말뚝
	지지층 위에 30m 정도까지의 피복토층이 있는 경우로 피복토층의 N치는 모래>10, 롬>3, 점토>2	현장타설 말뚝 또는 강관경사말뚝
	지지층 위에 45m 정도까지의 피복토층이 있는 경우로 피복토층은 극연약층이 아닌 경우	강관경사 말뚝

V

연약지반의 공학적 문제점

5.1 연약지반의 의미

5.2 연약지반의 판정기준

5.3 연약지반의 공학적 문제점

제5장 연약지반의 공학적 문제점



제5장 연약지반의 공학적 문제점

5.1 연약지반의 의미

연약지반은 주어진 하중변화에 의해 변위가 많이 유발되는 강도가 약한 지반으로 정의될 수 있다. 즉, 상부 구조물이나 성토체를 지지할 수 없는 상태의 지반으로 강도가 약하고 압축되기 쉬운 흙을 말한다. 일반적으로 연약지반은 점토나 실트와 같은 토질로 된 지반으로서 지하수위가 높고 포화되어 있으며 지지력이 낮아 과도한 침하발생과 측방변형으로 인하여 성토와 구조물의 안전에 큰 문제를 주는 지반으로 정의할 수 있다. 보편적으로 모래는 연약성을 상대밀도로 표시하고 점토는 굳기(Consistency)로 표시한다. 모래의 경우 상대밀도가 35%이하이거나 표준관입시험 시 N치가 10이하이면 연약층이라 말할 수 있으며 점토의 경우는 표준관입시험 시 N치가 4미만일 때 연약지반으로 분류한다. 그러나 동일 토층이라 할지라도 그 지반 위에 축조되는 구조물의 종류 및 규모와 요구되는 성질 또는 시공 방법에 따라 연약지반으로 취급할 때도 있고 그렇지 않을 때도 있어서 정량적으로 구분하기는 대단히 어렵다.

5.2 연약지반의 판정기준

일반적으로 연약지반에 대한 판정기준은 다음과 같다.

<국도건설공사 설계실무요령[국토교통부, 2013], 도로설계요령[한국도로공사, 2009]>

구 분	층깊이	일축압축강도 $qu(kN/m^2)$	콘관입저항 $qc(kN/m^2)$	N치
점성토, 유기질토	10m 미만	60이하	800 이하	4이하
	10m 이상	100이하	1,200이하	6이하
사질토	-	-	4,000이하	10이하

<토목설계지침[한국토지주택공사, 2015]>

구 분	층깊이	일축압축강도 $qu(kN/m^2)$	콘관입저항 $qc(kN/m^2)$	N치
점성토, 유기질토	10m 미만	60이하	800 이하	3이하
	10m 이상	100이하	1,200이하	5이하
사질토	-	-	-	10이하

5-2

서울구산초등학교 내진성능평가 용역

제5장 연약지반의 공학적 문제점

5.3 연약지반의 공학적 문제점

5.3.1 지반침하

지반공학적인 관점에서 보면 어떤 특정지반을 연약지반이라 말하는 것은 불가능하다. 어떤 지반의 연약성 여부는 지반자체가 현재 갖고 있는 강도와 재하외력의 상대적 관계에 의한 것이기 때문이다. 이 경우의 외력에도 재하속도가 포함되어 있다. 난, 물리적인 조건이 같은 경우에도 그 곳에 건설하는 구조물의 설계조건 혹은 중요성에 따라서 상황이 달라지며 같은 구조물이라도 침하나 변형에 대한 조건이 크게 다를 수 있다. 지반파괴에 의한 구조물의 파괴에 대해서도 그 구조물의 파괴가 주변에 미치는 영향에 큰 차이가 있을 수 있다. 따라서 설계에 있어서는 물리적인 검토와 함께 사회적인 항목에 관해서도 배려하여야 한다. 지진의 경우를 제외하고 가장 단순한 경우로서 지반에 하중을 가해 가는 과정을 생각하면 먼저 최초의 침하가 일어난다. 하중이 작을 때는 이 침하량은 하중에 비례해서 증대하지만 일정 범위보다 크게 하중을 증가해가면 지반변형이 급격이 커져 지반 전체가 파괴된다. 건설공사에 있어서는 사전에 이러한 현상들을 예측해 둘 필요가 있고 장래의 유지관리상 악 영향을 미칠 수 있는 침하가 일어나지 않도록 시공계획을 세우는 것이 필요하다. 사질토의 경우에는 이 추정만으로 끝나지만 점성토, 중간토의 경우에는 장시간에 걸쳐서 계속되는 압밀현상을 압밀이론을 이용해서 추정하게 된다. 이 압밀이론에 의하여 침하량의 크기와 함께 침하 기간도 추정 할 수 있다. 지반파괴에 관해서는 지반의 지지력을 추정해서 안전하게 재하 할 수 있는 하중의 한도를 구해 둔다. 또 사면의 붕괴를 방지하기 위해서는 사면안정계산을 해둘 필요가 있다. 침하와 지반파괴의 현상은 지반에 가하는 하중을 증가시킬 때 연속적으로 발생하지만 실제 현장에서는 별개의 현상처럼 추정하는 것이 보통이다. 그 때문에 실제에서는 그 지반을 지지할 수 없는 큰 하중에 대해서는 침하량의 계산을 실시하는 경우가 허다하다. 침하와 지반파괴의 추정에 있어서는 먼저 지반파괴의 검토를 수행하고 일으키지 않는 범위내의 하중에 대해서 침하의 추정을 하는 것이 바람직하다. 지반에 하중을 가하면 정도의 차이는 있지만 주위 지반에서도 침하가 일어난다. 사질토지반의 경우에는 지반의 탄성체로 가정 한 침하계산을 실시하면 일반적으로 그 침하량은 그다지 크지 않다. 탄성체라는 가정으로부터 이 침하는 재하순간에 일어난다고 하나 실제로는 일정시간에 대해서 침하가 일

제5장 연약지반의 공학적 문제점



어난다. 단 그 시간은 시공기간에 비하여 짧기 때문에 침하 예측이 잘못된 경우에도 시공기간 내에 수정할 수 있는 경우가 많다. 점성토지반의 침하는 사질토와 비교해서 상당히 중요한 문제를 내포하고 있다. 재하에 따른 탄성적 침하에 대해서는 사질토와 거의 비슷하지만 그 후의 압밀에 의한 침하가 탄성침하량보다 큰 것이 보통 침하기간이 상당히 길다. 따라서 탄성침하는 시공기간 내에 대처할 수 있어도 압밀침하에 대해서는 경우에 따라 후세까지 문제가 남을 수 있다.

5.3.2 지반의 파괴

자연지반의 표면에 재하를 하면 지반중의 전단응력이 증가하다가 어느 한도를 넘으면 지반전체가 파괴된다. 지반의 파괴를 일으키는 하중의 강도는 재하의 조건에 따라서 결정된다. 이 조건이라는 것은 지반의 흙 강도 즉, 흙의 전단강도와 재하면의 형태와 크기고 이러한 특정조건들 하에서 지반이 지지할 수 있는 최대하중이 지반의 지지력 또는 기초의 지지력이라 한다. 지지력은 단위면적당의 하중 즉, 하중강도로 표현된다. 흙의 전단강도가 깊이 방향으로 일정한 경우에 사질토 지반의 지지력은 재하하는 면의 크기에 비례적으로 증대하는 것에 반해서 점성토지반에서는 전단강도만으로 지지력이 결정된다. 실제로 지반파괴가 일어나는 것은 흙 자체의 중량에 의해서 지반 중의 전단응력이 증가하는 경우이다. 이것은 수평지반 위에 성토를 하거나 지반 중에 굴착사면을 만드는 등 흙에 의해서 사면을 형성하는 경우에 지반파괴가 일어나는 것이다. 연약 점성토의 경우 재하에 따른 유효응력증가 속도는 상당히 작기 때문에 전단파괴발생이 용이하며 그 경우 유효응력은 급격히 감소하므로 예측 강도 이하의 현장강도를 유지하고 있는 경우가 많기 때문에 주의를 요한다. 또한 점성토 지반을 대상으로 증장비 작업을 수행하면 증기 주행에 기인하여 교란이 발생되므로 이에 따른 강도의 저하가 크게 나타나므로 이에 대한 주의도 요망된다. 지반파괴와 같은 현상을 취급하는 것을 안정문제라 하면 이 문제는 장기안정문제와 단기안정문제로 구별된다. 단기안정문제는 정규압밀상태의 점성토지반에 구조물 축조로 재하하는 경우에 발생하는 지반파괴를 취급하는 것이다. 이 경우 시공 완료시에 하중에 의해서 지반속의 전단응력이 최대가 되는 것에 대해서 압밀의 진행이 매우 느리므로 흙의 전단강도의 증가는 미소하기 때문에 이 시기에 파괴가 일어나기 쉽다. 한편 장기안정문제는 과압밀상태의 점성토지반의 굴착의 경우가 전형적인 것이다. 굴착 후 시간의 경과와 함께 부(-)의 간극수압이 정상의 압력으로 환원되면 굴착으로 제거된

제5장 연약지반의 공학적 문제점

하중만큼만 유효응력이 감소하고 파괴에 대한 안정성은 최소가 된다. 즉 이런 상황에서 굴착직후에는 안정하여도 장시간 경과한 후에 지반파괴가 일어날 수 있다. 점성토지반의 파괴는 기술자의 부주의에 의해서 일어나는 경우가 많으며 일단 파괴가 발생한 점성토는 강도가 급속히 감소하기 때문에 그 복구에 많은 노력과 시간을 필요로 하므로 취급에 세심한 주의를 요한다.

5.3.3 지하수의 중요성

지반의 문제 중에 물에 관련된 것은 지하수의 소산에 의한 지반의 침하와 투수력에 의한 지반파괴의 문제이다. 지하수의 소산에 의한 문제는 각각의 구조물 중량의 재하에 의한 침하와는 다소 차이가 있으며 일반적으로 광역지반침하라 부른다. 지하수를 소산시키면 지반 등의 대수층의 수압은 저하하여 그 감소량만큼 흙의 유효응력이 내부적으로 증가하여 압밀현상이 발생한다. 그 결과로서 지반표면이 침하한다. 또한 물의 영향으로서 고려해야 하는 것은 물이 흙 속을 침투할 경우 침투력의 영향이다. 흙의 간극이 작기 때문에 그 속을 침투하는 물이 흙의 저항을 받지만 그 반작용으로서 흙은 침투하는 수압에 의해 밀리게 된다. 이것이 침투력이고 중력과 같은 성질을 갖는다. 굴착을 하는 경우에는 토류벽의 안정과 함께 굴착 저면의 팽창을 반드시 검토해야 하는데 이는 침투력에 의해서 굴착저면부근의 흙을 들어 올리는 경향이 있기 때문이다(Heaving 현상). 따라서 이점에 대해서는 실무자는 유의할 필요가 있다.

5.3.4 부마찰력

연약지반에 말뚝을 박을 때에는 부마찰력의 가능성을 검토해야 한다. 부마찰력은 주위의 지반이 말뚝보다 더 많이 침하할 때 생긴다. 연약한 지반에 말뚝을 타설한 후 그 위에 구조물을 설치할 경우 구조물하중에 의하여 지반 내에 압밀이 일어나므로 말뚝을 끌어 내리며 침하하게 될 것이다. 또한 연약지반을 관통하여 견고한 지층까지 말뚝을 타설한다면 말뚝 타설에 의하여 지반이 교란되어 압축이 커지고 말뚝주위에는 과잉간극수압이 생기므로 압밀을 유발한다. 즉 연약층은 말뚝에 대해 하향하중으로 작용하므로 부마찰력이 생기게 되는 것이다. 일반적으로 점토의 소성이 낮을수록 부마찰력의 값은 작다. 또한 부마찰력은 말뚝의 전체길이에 걸쳐서 일정하게 분포하지 않고 아래로 갈수록 줄어든다. 이 값의 크기를 알면 지지력은 선단지지력으로부터 이 값을 감하여 구할 수 있다.

제5장 연약지반의 공학적 문제점



따라서 지지력은 현저히 줄어든다. 그런데 여기서 한가지 유의해야 할 것은 부마찰력이 생기면 지지력의 문제보다도 침하문제가 더 심각할 수 있다는 것이다. 만일 말뚝을 연약한 지반을 통하여 견고한 암반까지 타설한 경우는 부면마찰력은 0 또는 부(-)의 값이 되겠지만 선단에서 지지할 수 있는 능력이 충분히 크므로 지반이 지지할 수 있는 전체 지지력은 감소되지 않을 것이다. 그러나 말뚝자체가 부마찰력이 추가된 축력에 저항할 수 없다면 말뚝 자체의 파괴를 가져올 수 있다. 한편 말뚝의 선단이 견고한 지반에 놓이지 않았을 때에는 부마찰력으로 말미암아 과도한 침하가 발생한다.

5.3.5 액상화 현상

느슨한 모래나 실트와 같은 포화된 연약한 지반이 지지하중, 파랑하중, 진동과 같은 동하중을 받으면 갑작스럽게 지반의 강도가 저하되어 그 위에 있는 모든 구조물이 폐허화 될 수 있다. 지진으로 액상화 현상이 발생한 예는 1960년 칠레의 발디비아, 1964년 일본의 니이гада, 1964년 알래스카 앵카리지 등이 있다. 다행히 우리나라에서는 지진으로 인한 이러한 피해는 최근에는 보고되지 않고 있으나 이러한 현상을 예방하기 위해 댐, 고층건물, 항만구조물과 같은 중요구조물에 대해서는 동하중의 영향을 충분히 고려할 필요가 있다. 액상화현상에 대해서는 좀 더 구체적으로 기술하면 포화된 느슨한 모래가 진동을 받으면 순간적으로 다져지면서 체적이 감소된다. 비배수상태에서 체적이 감소된다면 간극수압이 유발 될 것이다. 이 값이 그 위치 위에 있는 하중과 동일하게 된다면 유효응력이 0이 되므로 그 모래는 완전히 강도를 잃게 되어 액상이 되는 것이다. 따라서 느슨한 모래지반의 경우는 동다짐공법 등의 적용으로 구조물 시공 전에 충분히 개량해 두는 것이 바람직하다.

VI

지 반 조 사 결 과

6.1 지형 및 지질

6.2 지층현황

6.3 지하수위 측정결과

6.4 현장시험 결과

6.5 하향식 탄성파탐사 결과

제6장 지반조사 결과



제6장 지반조사 결과

6.1 지형 및 지질

6.1.1 지형

본 조사지역은 행정구역상 서울특별시 은평구 서오릉로15길(구산동) 일원으로 은평구청에서 북서 방향으로 약 2.0km지점에 위치하고 있으며, 인근은 동쪽으로 지하철 구산역, 남쪽으로 구산동 주민센터, 은평중학교, 구산중학교 등이 인접해 위치한다. 본 조사지역 인근은 산지로 둘러싸여 있는데 서쪽의 봉산(▲209m)에서 시작하여 시계방향으로 앵봉산(▲235m), 북한산(▲836m) 그리고 남동쪽의 인왕산(▲340m)까지 산자락이 이어져 남쪽으로 일부만 평지가 분포한다. 수계의 발달은 산계의 발달과 밀접한 관련이 있는데, 본 조사지역 주위를 둘러싼 산계에서 발원하는 크고 작은 지류들은 남쪽의 평지로 흘러 불광천을 이루고 이는 남류하여 한강으로 유입된다. 이러한 산계와 수계의 발달 경향은 지질 성분 또는 지질 구조적 특징을 충분히 반영하고 있다.

6.1.2 지질

본 조사지역은 「서울」(1982) 지질도폭의 우측 상단으로 서울도폭의 지질은 선캠브리아기 편마암류(변성암류), 중생대 유라기의 화강암류 그리고 신생대 제4기의 퇴적암류 등으로 대별할 수 있다. 그 중 선캠브리아기의 호상흑운모편마암이 기반암으로 나타나며 저지대에는 제4기의 충적층이 부정합으로 피복하고 있다. 호상흑운모편마암은 본 도폭 대부분 지역에 분포하며, 인접도폭인 고양, 안양도폭 등으로 연장되어 분포한다. 호상흑운모편마암은 호상구조가 뚜렷한 편마암을 일컬으며, 주요구성광물은 석영, 장석, 흑운모 등이다. 조사지역 일대의 광역적인 지질계통은 다음과 같다.

<지질계통>

지질시대	지층구분	주성분
제4기	충적층(Qa) ~ 부정합 ~	현세의 퇴적층
선캠브리아기	호상흑운모편마암(PEbngn)	석영, 장석, 흑운모 등

제6장 지반조사 결과

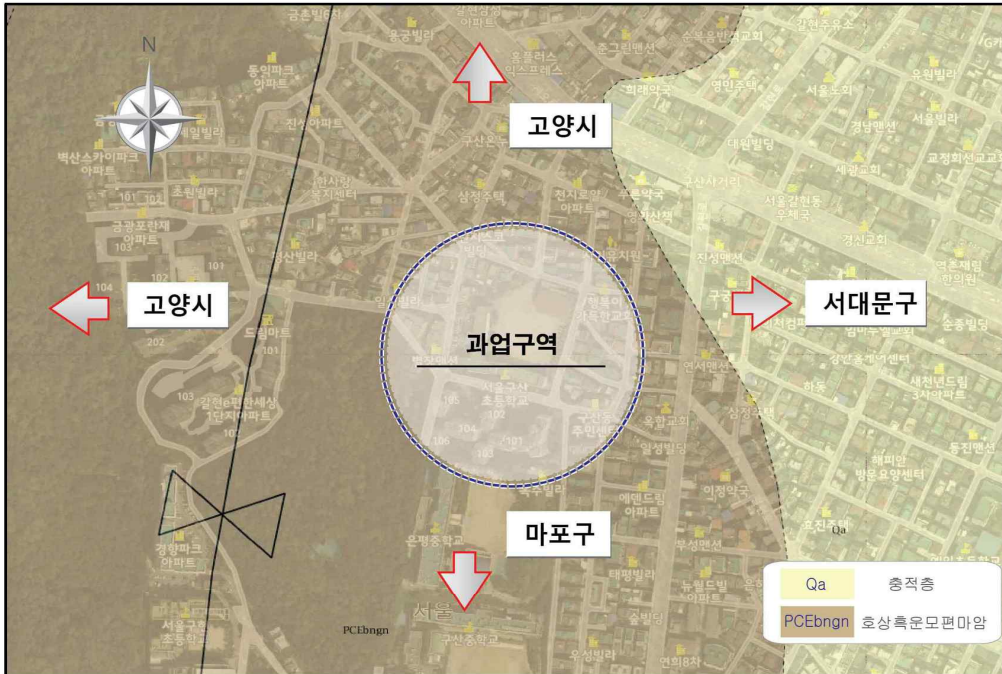


그림 6-1 지질도

6.2 지반조사

6.2.1 지층현황

본 조사는 총 1개소에 대하여 지층 분포 및 특성을 파악하기 위하여 시추조사를 실시하였으며 각 지층별 구성 상태는 매립층, 풍화토, 풍화암, 연암의 순으로 구성되어 있으며 각 층에 대해 기술하면 다음과 같다.

<지층현황>

시추공번	지층	심도(m)	두께(m)	구성상태	N값 (TCR/RQD)	비고
BH-1	매립층	0.0~2.7	2.7	세-중립질 모래	5/30	현장 내
	풍화토	2.7~8.0	5.3	실트질 모래	26/30~50/11	
	풍화암	8.0~12.7	4.7	실트질 모래	50/7~50/2	
	연 암	12.7~30.0	17.3	편마암	(99 / 29)	

제6장 지반조사 결과

**가. 매립층**

본 지층은 최상부의 지층으로 조사되었으며 현재와 같은 부지 조성시 인위적으로 매립한 토사층으로 2.7m의 층후를 보이고 주 구성성분은 세-중립질 모래로 구성되어 있다. 색조는 갈색을 띠고 있으며 표준관입시험 N값은 5/30(느슨)으로 조사되었다. 함수상태는 건조 내지 습윤한 상태를 보이고 있다.

나. 풍화토

기반암이 오랜 풍화과정을 통하여 완전풍화를 받아 생성된 지층으로 5.3m의 층후로 분포하고 있다. 구성성분은 기반암이 완전풍화된 실트질 모래로 구성되어 있다. 색조는 갈색을 띠고 있으며 표준관입시험 N값은 26/30~50/11(보통조밀~매우조밀)의 범위를 보이며 함수상태는 다소 건조한 상태를 보이고 있다.

다. 풍화암

기반암이 오랜 풍화과정을 통하여 심한풍화를 받아 생성된 지층으로 4.7m의 층후로 분포하고 있다. 구성토질은 실트질 모래로 구성(굴진 시 실트질 모래로 분해됨)되어 있으며, 표준관입시험에 의한 N값은 50/7~50/2(매우조밀)의 범위를 보이고 있다. 색조는 갈색, 암갈색 등을 띠고 있으며, 함수상태는 건조한 상태를 보이고 있다.

라. 연암

본 층은 과업구간의 기반암으로 풍화암 하부에 위치한다. 편마암의 연암으로 풍화도는 보통풍화 내지 약간풍화 상태이며 강함 내지 보통강함 정도이다. 코어회수율(TCR)은 93~100%이고 암질지수(RQD)는 8~60%이다. 색조는 갈색, 암회색을 보인다.

6.3 지하수위측정 결과

지하수위 변화에 따른 수압 및 유효상재하중을 고려하기 위하여 각 시추공에서 안정된 지하수위 분포현황을 파악하기 위해 지하수위를 측정하였다. 지하수위 측정은 지하수체(Ground Water Body) 상면의 위치 또는 시추공에 나타나는 정수면(Piezometric Surface)의 위치에 대해 지표면 또는 일정한 기준면부터의 심도를 측정할 수 있으며 본 조사지역 내 지하수위측정은 지표면을 기준으로 측정하였으며 각 시추공별 지하수위 측정은 24시간 경과 후에 측정하였다. 그 결과는 아래 표에 정리한 바와 같다.

<지하수위>

시추공번	공내지하수위	분포대상층	비고
	G.L_m(지반기준)		
BH-1	4.7	풍화토	현장 내

6-4

서울구산초등학교 내진성능평가 용역

제6장 지반조사 결과

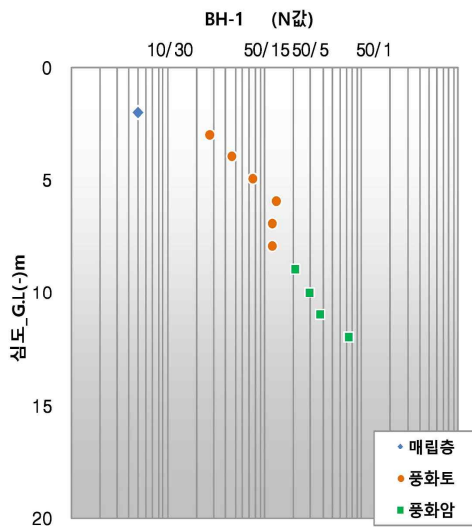
6.4 현장시험 결과

6.4.1 표준관입시험 결과

원위치에 있는 흙의 연경도 및 상대밀도 등을 파악하기 위하여 시추조사와 병행하여 표준관입시험을 수행하였다. 그 결과는 다음과 같다.

<표준관입시험>

시추공번	심도(m)										비고
	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	
BH-1	-	5/30	26/30	48/30	50/19	50/11	50/12	50/12	50/7	50/5	-
	50/4	50/2	-	-	-	-	-	-	-	-	



※1.0m지점은 매립층에 해당하나 터파기조사로 인하여 교란된 무의미한 값이므로 생략됨

제6장 지반조사 결과



6.5 하향식 탄성파탐사 결과

6.5.1 시추공 BH-1의 동적지반정수 산출

지층별 탄성파(P파, S파)속도를 파악하기 위하여 시추공 내 하향식 탄성파탐사를 실시하여 동역학적 특성파악 및 동적지반정수를 산출하였다.

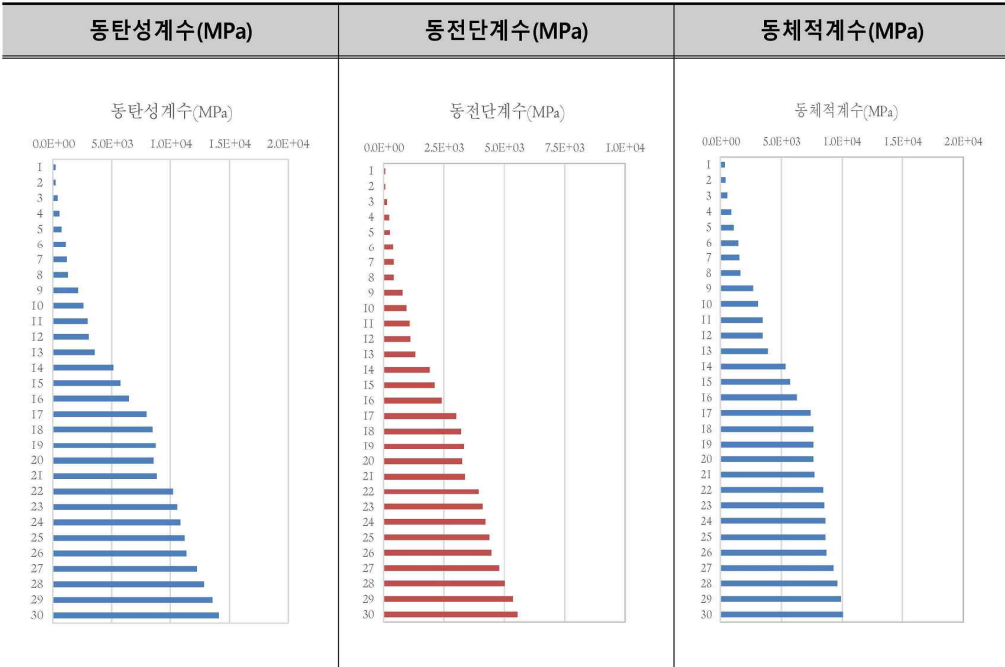
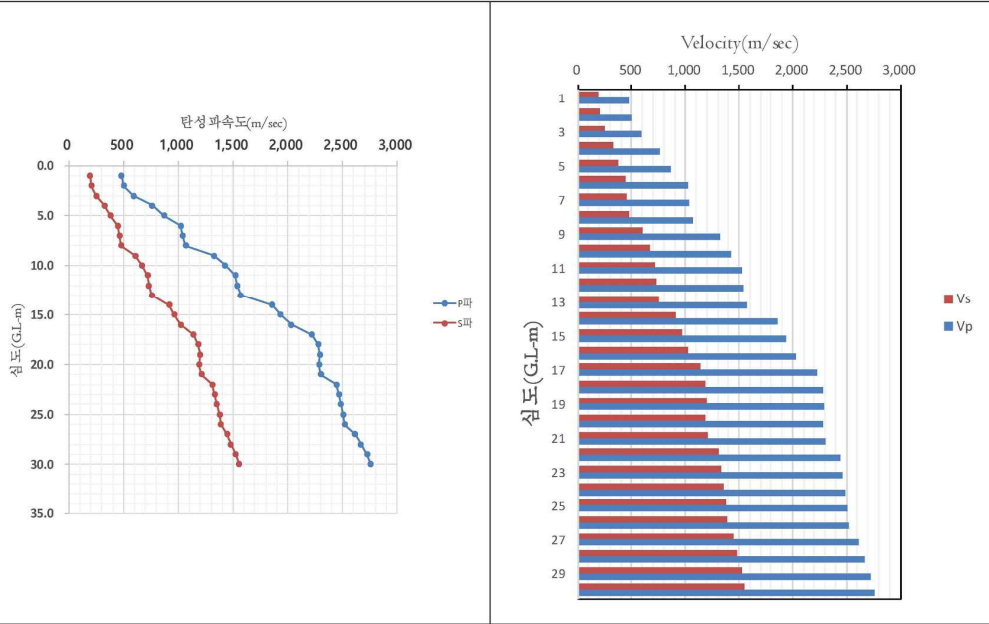
<시추공 BH-1의 심도에 따른 동적물성치>

심도(G.L-m)	지층	탄성파속도(m/sec)		동적 물성치				단위중량(kN/m ³)
		Vp	Vs	동탄성계수(MPa)	동전단계수(MPa)	동체적계수(MPa)	동포아송비(v)	
1.0	매립층	480	194	1.90E+02	6.77E+01	3.24E+02	0.402	18.00
2.0		498	206	2.13E+02	7.64E+01	3.45E+02	0.397	18.00
3.0	풍화토	590	250	3.30E+02	1.19E+02	5.03E+02	0.391	19.00
4.0		759	326	5.60E+02	2.02E+02	8.25E+02	0.387	19.00
5.0		870	377	7.48E+02	2.70E+02	1.08E+03	0.384	19.00
6.0		1,020	448	1.05E+03	3.81E+02	1.47E+03	0.380	19.00
7.0		1,038	460	1.11E+03	4.02E+02	1.51E+03	0.378	19.00
8.0		1,066	478	1.19E+03	4.34E+02	1.58E+03	0.374	19.00
9.0	풍화암	1,325	606	2.11E+03	7.71E+02	2.66E+03	0.368	21.00
10.0		1,425	666	2.53E+03	9.31E+02	3.02E+03	0.360	21.00
11.0		1,522	718	2.94E+03	1.08E+03	3.42E+03	0.357	21.00
12.0		1,536	730	3.03E+03	1.12E+03	3.46E+03	0.354	21.00
13.0	연암	1,570	755	3.54E+03	1.31E+03	3.92E+03	0.350	23.00
14.0		1,857	914	5.15E+03	1.92E+03	5.37E+03	0.340	23.00
15.0		1,934	963	5.70E+03	2.13E+03	5.76E+03	0.335	23.00
16.0		2,031	1,023	6.40E+03	2.41E+03	6.28E+03	0.330	23.00
17.0		2,222	1,140	7.90E+03	2.99E+03	7.37E+03	0.321	23.00
18.0		2,277	1,180	8.43E+03	3.20E+03	7.65E+03	0.316	23.00
19.0		2,292	1,201	8.70E+03	3.32E+03	7.66E+03	0.311	23.00
20.0		2,284	1,188	8.53E+03	3.25E+03	7.67E+03	0.315	23.00
21.0		2,302	1,212	8.84E+03	3.38E+03	7.68E+03	0.308	23.00
22.0		2,444	1,310	1.02E+04	3.95E+03	8.48E+03	0.298	23.00
23.0		2,468	1,333	1.06E+04	4.09E+03	8.56E+03	0.294	23.00
24.0		2,486	1,352	1.08E+04	4.20E+03	8.61E+03	0.290	23.00
25.0		2,506	1,378	1.12E+04	4.37E+03	8.62E+03	0.283	23.00
26.0		2,521	1,390	1.14E+04	4.44E+03	8.69E+03	0.282	23.00
27.0		2,613	1,444	1.23E+04	4.80E+03	9.31E+03	0.280	23.00
28.0		2,666	1,480	1.29E+04	5.04E+03	9.63E+03	0.277	23.00
29.0		2,724	1,525	1.36E+04	5.35E+03	9.93E+03	0.272	23.00
30.0		2,760	1,555	1.41E+04	5.56E+03	1.01E+04	0.267	23.00

제6장 지반조사 결과

<시추공 BH-1의 심도에 따른 동적 물성치> 계속

탄성파속도 분포곡선



제6장 지반조사 결과



<지층에 따른 평균 동적 물성치>

심도(G.L-m)	지층	탄성파속도(m/sec)		동적 물성치				단위중량(kN/m ³)
		Vp	Vs	동탄성계수(MPa)	동전단계수(MPa)	동체적계수(MPa)	동포아송비(v)	
0.0~2.7	매립층	489	200	202	72.0	334	0.400	18.0
2.7~8.0	풍화토	891	390	832	301	1,161	0.382	19.0
8.0~12.7	풍화암	1,452	680	2,653	976	3,141	0.360	21.0
12.7~30.0	연암	2,331	1,241	9,462	3,650	7,850	0.304	23.0

6.5.2 시추공 BH-1의 하향식 탄성파탐사 분석결과

현장의 하향식 탄성파탐사 결과 탄성파속도는 Vp 489~2,331m/sec, Vs 200~1,241m/sec로 포와송비 0.304~0.400, 동탄성계수 202~9,462MPa, 동전단계수 72.0~3,650MPa, 동체적계수 334~7,850MPa으로 나타났다. 전단파 속도에 의한 지반분류 결과 평균 388.5m/sec로 Sc(매우 조밀한 토사 지반 또는 연암 지반)으로 분류된다. 전단파 속도에 의한 지반의 분류를 이용하여 비배수전단강도를 확인 할 수 있었으며 하향식 탄성파탐사 결과를 내진설계의 기초자료로 활용 할 수 있다.

분 석	★ 토사지반에 의한 지진응답의 증폭을 고려하기 위하여 기준면으로부터 보통암(Vs=760m/s 이상)까지의 토사지반에 대한 평균 지반 특성으로 고려하여 BH-1의 경우 매립층, 풍화토, 풍화암, 연암(대상심도 G.L-13.0m)을 대상으로 분류를 실시하였다.
-----	---

<지반의 분류>

지반분류	지반종류의 호칭	상부 30m에 대한 평균 지반 특성			결과
		전단파 속도(m/s)	표준관입시험 N(타격횟수/30cm)	비배수전단강도 S _u (10 ⁻³ N/mm ²)	
전단파 속도	매립층, 풍화토, 풍화암, 연암(대상심도 G.L-13.0m) 적용			388.5	
S _A	경암 지반	1500 초과	-	-	
S _B	보통암 지반	760에서 1500미만			
S _C	매우 조밀한 토사 지반 또는 연암 지반	360에서 760미만	> 50	> 100	◎
S _D	단단한 토사 지반	180에서 360미만	15에서 50	50에서 100	
S _E	연약한 토사 지반	180미만	< 15	< 50	

(건축구조기준, KBC 2016)

VII

결

언

7.1 개요

7.2 결언

제7장 결론



제7장 결론

7.1 개요

시추조사 및 하향식 탄성파탐사를 실시하여 토질구성상태 및 지층별 탄성파(P파, S파)속도를 파악함으로써 조사지역의 동역학적 특성과 및 동적지반정수를 산출하여 구조물의 안전과 합리적인 설계를 위한 기초자료 제공을 위한 목적으로 실시하였다.

7.2 결론

본 조사는 총 1개소에 대하여 지층 분포 및 특성을 파악하기 위하여 시추조사를 실시하였으며 각 지층별 구성 상태는 매립층, 풍화토, 풍화암, 연암의 순으로 구성되어 있으며 각 층에 대해 기술하면 다음과 같다.

<지층현황>

시추공번	지층	심도(m)	두께(m)	구성상태	N값 (TCR/RQD)	비고
BH-1	매립층	0.0~2.7	2.7	세-중립질 모래	5/30	현장 내
	풍화토	2.7~8.0	5.3	실트질 모래	26/30~50/11	
	풍화암	8.0~12.7	4.7	실트질 모래	50/7~50/2	
	연 암	12.7~30.0	17.3	편마암	(99 / 29)	

본 조사지역의 지하수위는 현 지표하 4.7m에 분포하는 것으로 조사되었으며 이에 해당하는 지층은 풍화토에 수위를 형성하고 있다. 본 현장의 지하수위는 현장여건을 참고하여 불 때 건기 및 우기 등 계절적 요인과 지형적 요인에 의해 변화를 보일 것으로 판단된다.

<지하수위>

시추공번	공내지하수위		분포대상층	비고
	G.L_m(지반기준)			
BH-1	4.7		풍화토	현장 내

제7장 결론

본 조사지역에서 실시한 하향식 탄성파탐사 결과는 아래 표와 같다.

<시추공 BH-1의 전단파속도와 지반분류>

지반분류	지반종류의 호칭	상부 30m에 대한 평균 지반 특성			결과
		전단파 속도 (m/s)	표준관입시험 \sqrt{N} (타격횟수/30cm)	비배수전단강도 $\overline{S}_v(10^{-3}N/mm^2)$	
전단파 속도	매립층, 풍화토, 풍화암, 연암_대상심도 G.L-13.0m 적용				388.5
S_A	경암 지반	1500 초과	-	-	
S_B	보통암 지반	760에서 1500미만			
S_C	매우 조밀한 토사 지반 또는 연암 지반	360에서 760미만	> 50	> 100	◎
S_D	단단한 토사 지반	180에서 360미만	15에서 50	50에서 100	
S_E	연약한 토사 지반	180미만	< 15	< 50	

주) 여기서 분류된 지반등급은 현 지반고의 기준으로 산정된 결과이므로 향후 토공계획, 심도별 전단파의 속도 분포, 터파기 심도 및 이에 따른 기초형식에 따라 종합적으로 검토되어야 함.

부 록

부록 1. 시주주상도

부록 2. 하향식 탄성파탐사 결과

부록 3. 조사위치도

부록 4. 현장사진첩



부록 1. 시추주상도

시 추 주 상 도

DRILL LOG

페이지 : 2 중 1 페이지

공 사 명 PROJECT	서울구산초등학교 내진성능평가용역 지반조사	공 번 HOLE No.	BH-1	(주) 시료채취방법의 기호 REMARKS
위 치 LOCATION	BH-1	지반표고 ELEVATION	현지반고 M	○ 자연시료 U.D. SAMPLE ⊙ 표준관입시험에 의한 시료 S.P.T. SAMPLE ● 코어시료 CORE SAMPLE ⊗ 흐트러진 시료 DISTURBED SAMPLE
날 짜 DATE	2019-03-16 - 2019-03-16	지하수위 GROUND WATER	(GL-) 4.7 M	
		감독자 INSPECTOR	송유섭	

표고 Elev. M	Scale M	심도 Depth M	층후 Thic- kness M	주상도 Columnar Section	지층명	지층 설명 Description	통 U S 분 C 류 S	시 료 Sample			표준관입시험 Standard Penetration Test					
								시료 번호	채취 방법	채취 심도	N치 (회 /cm)	N blow				
											10	20	30	40	50	
-2.70		2.70	2.70	●●●●●●●●	매립층	▶매립층 * 매립층 - 심도 : 0.0~2.7m - 상부 토폰기 : 0.0~1.5m - 세-중립질모래 - 느슨 - 건조 내지 습윤 - 갈색	SM	S-1	○	2.0	5/30					
-8.00		8.00	5.30	+++++	풍화토	▶풍화토 * 풍화토 - 심도 : 2.7~8.0m - 기반암의 상부풍화대 - 실트질모래 - 부동조립-매우조립 - 다소 - 갈색	SM	S-2	○	3.0	26/30					
								S-3	○	4.0	48/30					
								S-4	○	5.0	50/19					
								S-5	○	6.0	50/11					
								S-6	○	7.0	50/12					
								S-7	○	8.0	50/12					
								S-8	○	9.0	50/7					
								S-9	○	10.0	50/5					
-12.70		12.70	4.70	+++++	풍화암	▶풍화암 * 풍화암 - 심도 : 8.0~12.7m - 불연시 실트질모래로 분해 - 매우조립 - 갈색, 암갈색	SM	N.S		11.0	50/4					
								N.S		12.0	50/2					
				+++++	연암	▶연암 * 편마암 - 부동중형-약간중형 - 간암-보통강암 - 부동균열-매우심한균열 - 갈색, 암회색 * 심도 : 12.7~15.0m -TCR:93%, ROD:8% -3set joint(30°, 50°, 70°) -파동형 거침 * 심도 : 15.0~18.0m -TCR:100%, ROD:36% -3set joint(10°, 50°, 80°) -파동형 거침 * 심도 : 18.0~21.0m -TCR:100%, ROD:20% -2set joint(30°, 70°) -파동형 거침										

(유)지오건설품질연구원

시 추 주 상 도

DRILL LOG

페이지 : 2 중 2 페이지

공 사 명 PROJECT	서울구산초등학교 내진성능평가용역 지반조사	공 번 HOLE No.	BH-1	(주) 시료채취방법의 기호 REMARKS
위 치 LOCATION	BH-1	지반표고 ELEVATION	현지반고 M	<input type="radio"/> 자연시료 U.D. SAMPLE
날 짜 DATE	2019-03-16 - 2019-03-16	지하수위 GROUND WATER	(GL-) 4.7 M	<input type="radio"/> 표준관입시험에 의한 시료 S.P.T. SAMPLE
		감독자 INSPECTOR	송유섭	<input type="radio"/> 코어시료 CORE SAMPLE
				<input checked="" type="radio"/> 흐트러진 시료 DISTURBED SAMPLE

표고 Elev. M	Scale M	심도 Depth M	층후 Thic- kness M	주상도 Columnar Section	지층명	지 층 설 명 Description	통 일 분 류	시 료 Sample			표준관입시험 Standard Penetration Test				
								시료 번호	채취 방법	채취 심도	N치 (회 /cm)	N blow			
											10	20	30	40	50
				+	연암	* 심도 : 21.0~24.0m -TCR:100%, RQD:10% -3set joint(20°, 50°, 80°) -파동형 거침									
			+	* 심도 : 24.0~27.0m -TCR:100%, RQD:36% -2set joint(20°, 40°) -파동형 거침											
			+	* 심도 : 27.0~30.0m -TCR:100%, RQD:60% -2set joint(20°, 50°) -파동형 거침											
			+												
			+												
			+												
			+												
			+												
			+												
			+												
			+												
-30.00		30.00	17.30	+			* 심도 30.00 M 에서 시추종료								

(유)지오건설품질연구원

부록 2. 하향식 탄성파탐사 결과

DOWN HOLE TEST SHEET

(서울구산초등학교 내진성능평가용역_ [BH-1])

지반등급

1. 건축구조설계기준(KBC, 2016)	
토층평균전단파속도(V_s)_m/sec	388.5
지반등급	SC

2. 내진설계기준 KDS 17 10 00 : 2018(국토교통부)	
기반암 깊이	1~20이하
토층평균전단파속도(V_s)_m/sec	388.5
지반등급	S2



지오건설품질연구원

**하향식 탄성파탐사
(Down Hole Test Sheet)**

용역명 : 서울구산초등학교 내진성능평가용역

위치 : BH-1

조사업체 : 지오건설품질연구원

Hole NO. : BH-1

시험일자 : 2019년 03월 16일

검토구간 : 현장 내

지하수위 : G.L(-)4.7m

심도 (m)	Soil/Rock Type	Vp (m/sec)	Vs (m/sec)	동탄성계수 (MPa)	동전단계수 (MPa)	동체적계수 (MPa)	v	단위중량 (kN/m ³)
1.0	매립층	480	194	1.90E+02	6.77E+01	3.24E+02	0.402	18.00
2.0	매립층	498	206	2.13E+02	7.64E+01	3.45E+02	0.397	18.00
3.0	풍화토	590	250	3.30E+02	1.19E+02	5.03E+02	0.391	19.00
4.0	풍화토	759	326	5.60E+02	2.02E+02	8.25E+02	0.387	19.00
5.0	풍화토	870	377	7.48E+02	2.70E+02	1.08E+03	0.384	19.00
6.0	풍화토	1,020	448	1.05E+03	3.81E+02	1.47E+03	0.380	19.00
7.0	풍화토	1,038	460	1.11E+03	4.02E+02	1.51E+03	0.378	19.00
8.0	풍화토	1,066	478	1.19E+03	4.34E+02	1.58E+03	0.374	19.00
9.0	풍화암	1,325	606	2.11E+03	7.71E+02	2.66E+03	0.368	21.00
10.0	풍화암	1,425	666	2.53E+03	9.31E+02	3.02E+03	0.360	21.00
11.0	풍화암	1,522	718	2.94E+03	1.08E+03	3.42E+03	0.357	21.00
12.0	풍화암	1,536	730	3.03E+03	1.12E+03	3.46E+03	0.354	21.00
13.0	연암	1,570	755	3.54E+03	1.31E+03	3.92E+03	0.350	23.00
14.0	연암	1,857	914	5.15E+03	1.92E+03	5.37E+03	0.340	23.00
15.0	연암	1,934	963	5.70E+03	2.13E+03	5.76E+03	0.335	23.00
16.0	연암	2,031	1,023	6.40E+03	2.41E+03	6.28E+03	0.330	23.00
17.0	연암	2,222	1,140	7.90E+03	2.99E+03	7.37E+03	0.321	23.00
18.0	연암	2,277	1,180	8.43E+03	3.20E+03	7.65E+03	0.316	23.00
19.0	연암	2,292	1,201	8.70E+03	3.32E+03	7.66E+03	0.311	23.00
20.0	연암	2,284	1,188	8.53E+03	3.25E+03	7.67E+03	0.315	23.00
21.0	연암	2,302	1,212	8.84E+03	3.38E+03	7.68E+03	0.308	23.00
22.0	연암	2,444	1,310	1.02E+04	3.95E+03	8.48E+03	0.298	23.00
23.0	연암	2,468	1,333	1.06E+04	4.09E+03	8.56E+03	0.294	23.00
24.0	연암	2,486	1,352	1.08E+04	4.20E+03	8.61E+03	0.290	23.00
25.0	연암	2,506	1,378	1.12E+04	4.37E+03	8.62E+03	0.283	23.00
26.0	연암	2,521	1,390	1.14E+04	4.44E+03	8.69E+03	0.282	23.00
27.0	연암	2,613	1,444	1.23E+04	4.80E+03	9.31E+03	0.280	23.00
28.0	연암	2,666	1,480	1.29E+04	5.04E+03	9.63E+03	0.277	23.00
29.0	연암	2,724	1,525	1.36E+04	5.35E+03	9.93E+03	0.272	23.00
30.0	연암	2,760	1,555	1.41E+04	5.56E+03	1.01E+04	0.267	23.00

하향식 탄성파탐사 (Down Hole Test / Result Analysis)

용역명 : 서울구산초등학교 내진성능평가용역

위치 : BH-1

조사업체 : 지오건설품질연구원

Hole NO. : BH-1

시험일자 : 2019년 03월 16일

검토구간 : 현장내

지하수위 : G.L(-)4.7m

지층두께 (m)	Soil/Rock Type	Vp (m/sec)	Vs (m/sec)	동탄성계수 (Mpa)	동전단계수 (MPa)	동체적계수 (MPa)	γ	단위중량 (kN/m ³)
0.0~2.7	매립층	489	200	202	72	334		0.400
2.7~8.0	풍화토	891	390	832	301	1,161	0.382	19.00
8.0~12.7	풍화암	1,452	680	2,653	976	3,141	0.360	21.00
12.7~30.0	연암	2,331	1,241	9,462	3,650	7,850	0.304	23.00

★ 토사지반에 의한 지진응답의 증폭을 고려하기 위하여 기준면으로부터 보통암(Vs=760m/s 이상)까지의 토사지반에 대한

평균 지반 특성으로 고려하여 BH-1의 경우 매립층, 풍화토, 풍화암, 연암(대상심도 G.L-13.0m)을 대상으로 분류를 실시

심도 (m)	Soil/Rock Type	Vp (m/sec)	Vs (m/sec)	동탄성계수 (Mpa)	동전단계수 (Mpa)	동체적계수 (Mpa)	di	di/Vsi
1.0	매립층	480	194	1.90E+02	6.77E+01	3.24E+02	1.0	0.005155
2.0	매립층	498	206	2.13E+02	7.64E+01	3.45E+02	1.0	0.004854
3.0	풍화토	590	250	3.13E+02	1.13E+02	4.77E+02	1.0	0.004000
4.0	풍화토	759	326	5.60E+02	2.02E+02	8.25E+02	1.0	0.003067
5.0	풍화토	870	377	7.48E+02	2.70E+02	1.08E+03	1.0	0.002653
6.0	풍화토	1,020	448	1.05E+03	3.81E+02	1.47E+03	1.0	0.002232
7.0	풍화토	1,038	460	1.11E+03	4.02E+02	1.51E+03	1.0	0.002174
8.0	풍화토	1,066	478	1.19E+03	4.34E+02	1.58E+03	1.0	0.002092
9.0	풍화암	1,325	606	2.11E+03	7.71E+02	2.66E+03	1.0	0.001650
10.0	풍화암	1,425	666	2.53E+03	9.31E+02	3.02E+03	1.0	0.001502
11.0	풍화암	1,522	718	2.94E+03	1.08E+03	3.42E+03	1.0	0.001393
12.0	풍화암	1,536	730	3.03E+03	1.12E+03	3.46E+03	1.0	0.001370
13.0	연암	1,570	755	3.54E+03	1.31E+03	3.92E+03	1.0	0.001325

하향식 탄성파탐사 [Down Hole Test / Result Analysis]

용역명 : 서울구산초등학교 내진성능평가용역

위치 : BH-1

조사업체 : 지오건설품질연구원

Hole NO. : BH-1

시험일자 : 2019년 03월 16일

검토구간 : 현장내

지하수위 : G.L(-)4.7m

지층두께 (m)	Soil/Rock Type	Vp (m/sec)	Vs (m/sec)	동탄성계수 (Mpa)	동전단계수 (MPa)	동체적계수 (MPa)	ν	단위중량 (kN/m ³)
0.0~2.7	매립층	489	200	202	72	334		0.400
2.7~8.0	풍화토	891	390	832	301	1,161	0.382	19.00
8.0~12.7	풍화암	1,452	680	2,653	976	3,141	0.360	21.00
12.7~30.0	연암	2,331	1,241	9,462	3,650	7,850	0.304	23.00
합계							13.0	0.033466
						지반분류	환산Vs	388.5
							지반등급	SC

하향식 탄성파탐사 [Down Hole Test / Result Analysis]

용역명 : 서울구산초등학교 내진성능평가용역

위치 : BH-1

조사업체 : 지오건설품질연구원

Hole NO. : BH-1

시험일자 : 2019년 03월 16일

검토구간 : 현장내

지하수위 : G.L(-)4.7m

지층두께 (m)	Soil/Rock Type	Vp (m/sec)	Vs (m/sec)	동탄성계수 (Mpa)	동전단계수 (MPa)	동체저계수 (MPa)	v	단위중량
								(kN/m ³)
0.0~2.7	매립층	489	200	202	72	334	0.400	18.0
2.7~8.0	풍화토	891	390	832	301	1,161	0.382	19.0
8.0~12.7	풍화암	1,452	680	2,653	976	3,141	0.360	21.0
12.7~30.0	연암	2,331	1,241	9,462	3,650	7,850	0.304	23.0

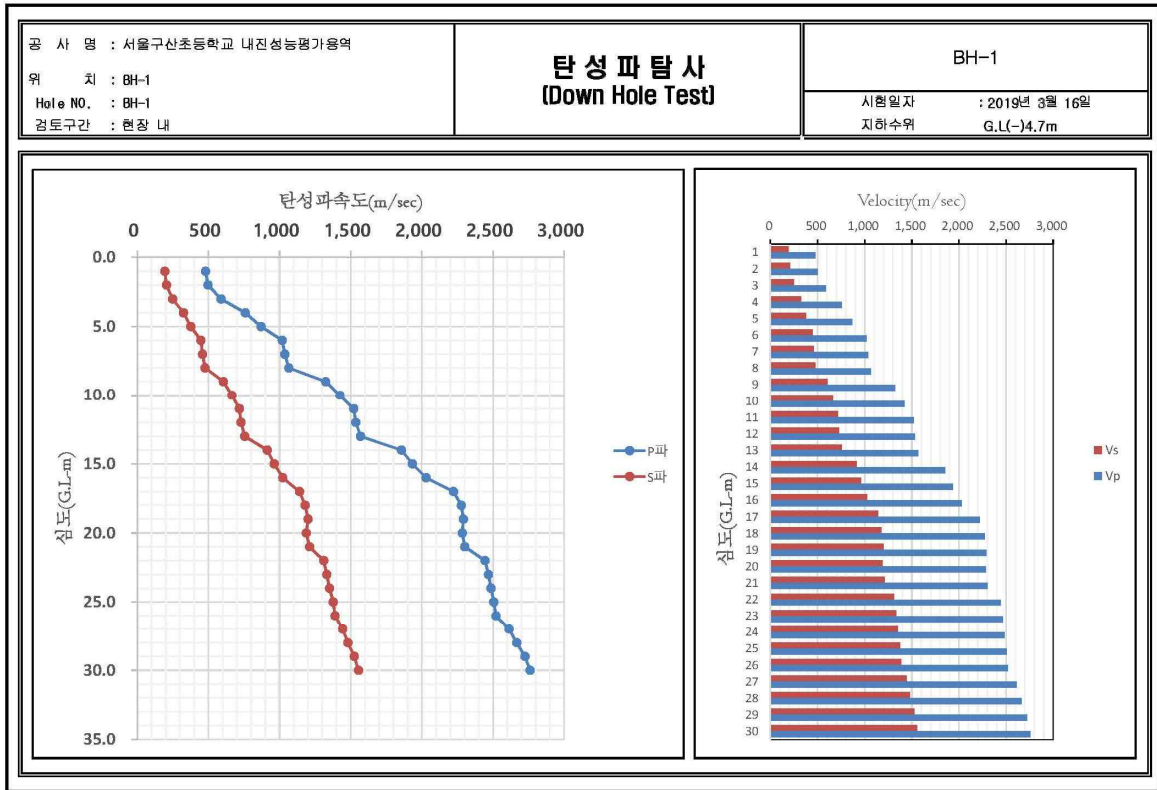
★ 토사지반에 의한 지진응답의 증폭을 고려하기 위하여 기준면으로부터 모종암(Vs=760m/s 이상)까지의 토사지반에 대한

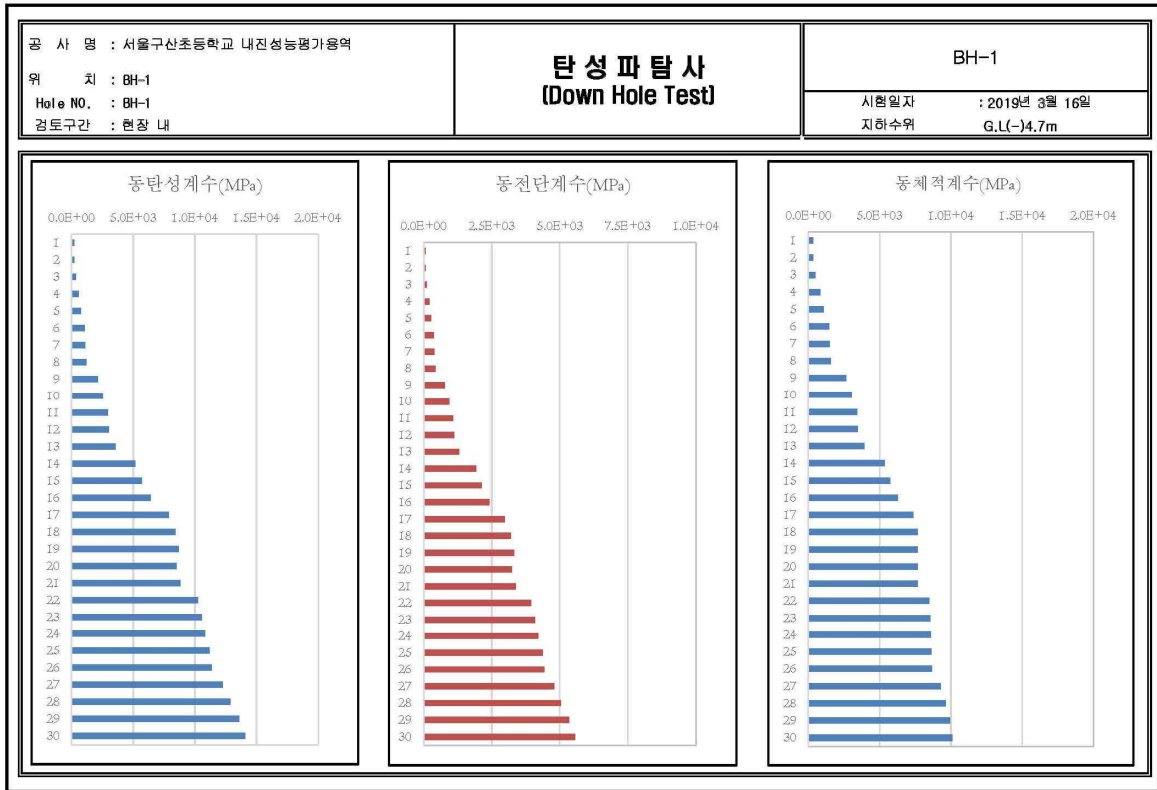
평균 지반 특성으로 고려하여 BH-1의 경우 매립층, 풍화토, 풍화암, 연암(대상심도 G.L-13.0m)을 대상으로 분류를 실시하였다

지반의 분류		기반암의 깊이, H(m)	1~20이하	토층평균전단파속도(m/s)	388.5
지반종류	지반종류의 호칭	분류기준			지반등급
		기반암의 깊이, H(m)	토층평균전단파속도(m/s)	S2	
S1	암반 지반	1 미만	-		
S2	알고 단단한 지반	1~20 이하	260 이상	◎	
S3	알고 연약한 지반		260 미만		
S4	깊고 단단한 지반	20 초과	180 이상		
S5	깊고 연약한 지반		180 미만		
S6	부지 고유의 특성평가 및 지반응답해석이 필요한 지반				

comment

1. 국지적인 토질조건, 지질조건과 지표 및 지하 지형이 지반운동에 미치는 영향을 고려하기 위하여 지반을 S1, S2, S3, S4, S5, S6의 6종으로 분류한다. 다만, 기반암은 전단파속도가 760m/s이상인 지층으로 정의한다.
2. 기반암 깊이와 무관하게 토층평균전단파속도가 120m/s 이하인 지반은 S5지반으로 분류한다.
3. 지반종류 S6은 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 > 3m)
 - ③ 매우 높은 소성을 띤 점토지반(지층의 두께 > 7m이고, 소성지수 > 75)
 - ④ 층이 매우 두껍고 연약하거나 중간 정도로 단단한 점토(지층의 두께 > 36m)
 - ⑤ 기반암의 깊이 50m를 초과하여 존재하는 지반







부록 3. 조사위치도

조사명 : 서울구산초등학교 내진성능평가 용역 지반조사



서울구산초등학교




공사명 구산초등학교 내진성능평가 지반조사
 공 종 작업현경
 공번 BH-1
 내 용
 일 차 2019.03.16







부록 4. 현장사진첩

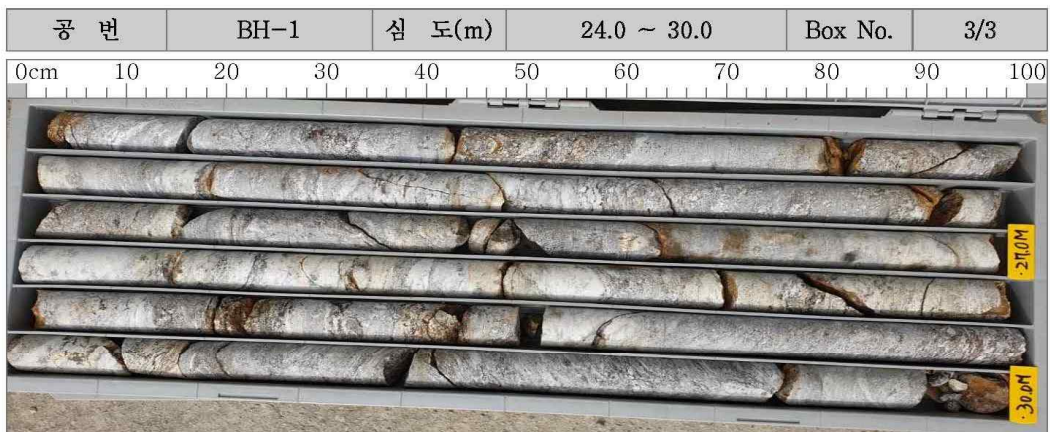
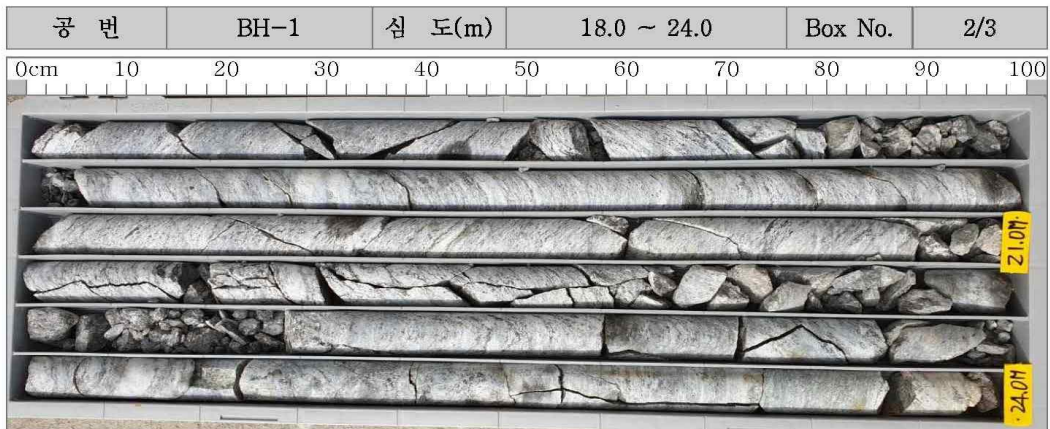
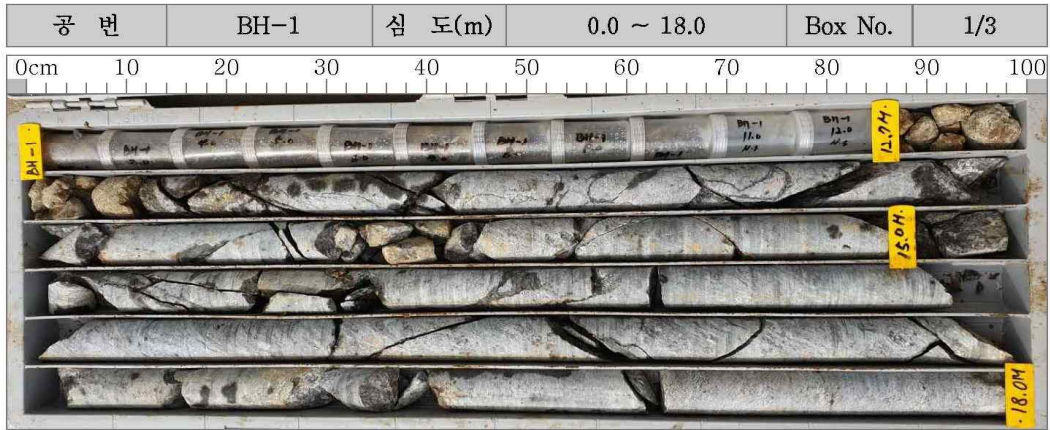
BH-1 **현 장 사 진 첩**

용역명	서울구산초등학교 외 2교 내진성능평가 용역
위 치	서울구산초등학교
공 번	BH-1
시공업체명	 지오건설품질연구원
작업종료일	2019. 03.

사 진 대 지(시추조사)


 <p style="font-size: small;">공사명 구산초등학교 내진성능평가 지반조사 공 종 작업환경 공번 BH-1 내 용 일 자 2019.03.16</p>	 <p style="font-size: small;">공사명 구산초등학교 내진성능평가 지반조사 공 종 S P T 공번 BH-1 내 용 일 자 2019.03.16</p>				
조사일자	공 번	공 정	조사일자	시험위치	공 정
2019. 03.	BH-1	시추전경	2019. 03.	BH-1	표준관입시험
 <p style="font-size: small;">공사명 구산초등학교 내진성능평가 지반조사 공 종 S P T 시료 공번 BH-1 내 용 일 자 2019.03.16</p>	 <p style="font-size: small;">공사명 구산초등학교 내진성능평가 지반조사 공 종 Q3 CORE 공번 BH-1 내 용 일 자 2019.03.17</p>				
조사일자	시험위치	공 정	조사일자	시험위치	공 정
2019. 03.	BH-1	표준관입시험 시료	2019. 03.	BH-1	코어 시료
<div style="border: 1px solid black; height: 150px; margin: 10px auto; width: 80%;"></div>	<div style="border: 1px solid black; height: 150px; margin: 10px auto; width: 80%;"></div>				

사 진 대 지(시료상자)



지오건설품질연구원 2019-04

사 진 대 지(다운홀 테스트)

					
조사일자	공 번	공 정	조사일자	시험위치	공 정
2019. 03.	BH-1	다운홀 테스트	2019. 03.	BH-1	다운홀 테스트
-			-		
-			-		

사 진 대 지(원상복구)

					
조사일자	공 번	공 정	조사일자	시험위치	공 정
2019. 03.	BH-1	폐공전	2019. 03.	BH-1	폐공중
					
조사일자	시험위치	공 정	조사일자	시험위치	공 정
2019. 03.	BH-1	폐공중	2019. 03.	BH-1	폐공 완료
					