

태산구조안전(주)

오류중학교(교사동) 내진성능평가 용역 중
지 질 조 사 보 고 서
-(Boring Test)-

2019. 06

(주) 동 양 지 반

DONG YANG GEO-TECHNICAL CO., LTD

제 출 문

태산구조안전(주) 귀중

귀사와 계약 체결된 “ 오류중학교(교사동) 내진성능평가 용역 ” 중 지질조사를 성실히 완료하고, 그 결과를 종합 분석하여 본 보고서를 제출합니다. 본 과업을 수행하는 동안 협조하여 주신 관계직원 여러분께 깊은 감사를 드립니다.

2019년 06월

■ (주) 동 양 지 반

■ 엔지니어링사업자 신고번호 제 E-9-2141호

■ 건설기술 용역업 등록번호 경기 1-3-20호

■ 평택사무소 : 경기도 평택시 서탄면 서탄로 470-16

■ TEL : 031)667-3942 FAX : 031)667-3941

■ 서울사무소 : 서울시 서초구 서운로 11, 대우디오빌 611호

■ TEL : 02)3452-3942

■ 대 표 이 사 : 白 雲 鶴 (印)

■ 토질 및 기초기술사 : 車 在 先 (印)



목 차

1. 조사개요	2
1-1. 조사목적	2
1-2. 조사지역	2
1-3. 조사 및 수행내용	2
1-4. 조사기간	3
1-5. 조사장비	3
2. 조사방법 및 내용	5
2-1. 위치선정	5
2-2. 시추조사	5
2-3. 하향식 탄성파 탐사(DHT)	7
2-4. 기타	13
3. 토질 및 암석의 기재와 분류방법	16
3-1. 토질의 분류와 기재방법	17
3-2. 암석의 분류와 기재방법	19
4. 지질개요	29
4-1. 지형	29
4-2. 지질개요	29
5. 조사결과	34
5-1. 시추조사 결과	34
5-2. 지하수위 측정결과	36
5-3. 하향식 탄성파탐사(DHT) 결과	37
6. 결 론	44
■ 부 록	
1. 시추위치도	2. 시추주상도
3. 지층단면도	4. 사진 대지

1. 조 사 개 요

1-1. 조사목적

1-2. 조사지역

1-3. 조사 및 수행내용

1-4. 조 사 기 간

1-5. 조 사 장 비

1. 조사 개요

1-1. 조사목적

본 조사는 [오류중학교(교사동) 내진성능평가 용역] 중 지질조사(시추조사, 표준관입 시험, 현장시험)를 실시하여, 본 조사지역에 분포하고 있는 지반의 구성상태 및 공학적 특성을 조사, 파악하여 시공에 필요한 지질공학적인 자료를 제공하는데 그 목적이 있다.

1-2. 조사지역

본 과업의 조사지역은 다음과 같다.

- 서울특별시 구로구 고척로27바길 19 오류중학교 내

1-3. 조사 및 수행내용

본 지역에 분포하고 있는 지반의 토질공학적인 특성 및 지지력 상태 등을 파악하기 위하여 시추조사, 표준관입시험, 현장시험을 실시하였다.

과업 수행 내용은 다음과 같다.

- 시추조사(Boring test) ————— 1 공
- 표준관입시험(Standard penetration test) ————— 22 회
- 하향식 탄성파 탐사(Down Hole Test) ————— 1 회
- 성과분석 및 보고서 작성 ————— 1 식

표 1-1. 조사수량

조 사 구 분		단 위	수 량	비 고	
현장 조사	시 추 조 사	NX	공	1	지하수위 측정 포함
	표준관입시험		회	22	1.0m 간격
	하향식 탄성파 탐사(DHT)		회	1	

1-4. 조사기간

- 현장조사 및 현장시험 ————— 2019년 06월 20일
- 성과분석 ————— 2019년 06월 20일 ~ 2019년 06월 21일
- 보고서 작성 ————— 2019년 06월 21일 ~ 2019년 06월 24일

1-5. 조사장비

현장 조사 시 사용된 장비는 다음과 같다.

표 1-2. 조사장비

품 목	규 격	수 량	비 고
시 추 기	P-4000SD	1 대	
원 동 기	15HP	1 대	
Pump	φ 100mm	1 대	
표준관입시험 장비	KS F 2307	1 조	
하향식 탄성파 탐사(DHT)		1 식	
기타 부대장비		1 식	

2. 조사방법 및 내용

2-1. 위치선정

2-2. 시추조사

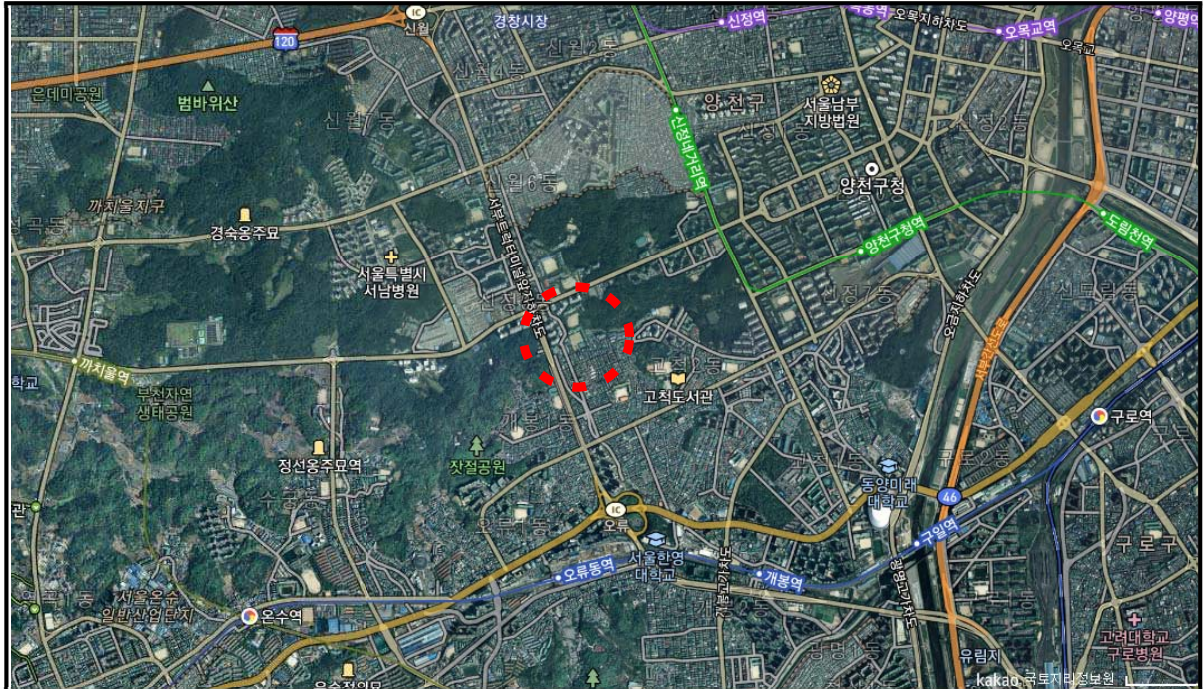
2-3. 하향식 탄성파 탐사(DHT)

2-4. 기 타

2. 조사방법 및 내용

2-1. 위치선정

본 과업 지역의 지반조사를 위한 조사위치의 선정은 현황도상에 조사위치를 계획하고 현장을 답사하여 조사종류, 조사방법, 조사회수 등을 합리적으로 계획한 후 설계사와 협의하여 조사지점을 선정하였다. 조사위치는 「부록1. 시추위치도」에 수록하였다.



[그림 2-1. 조사위치]

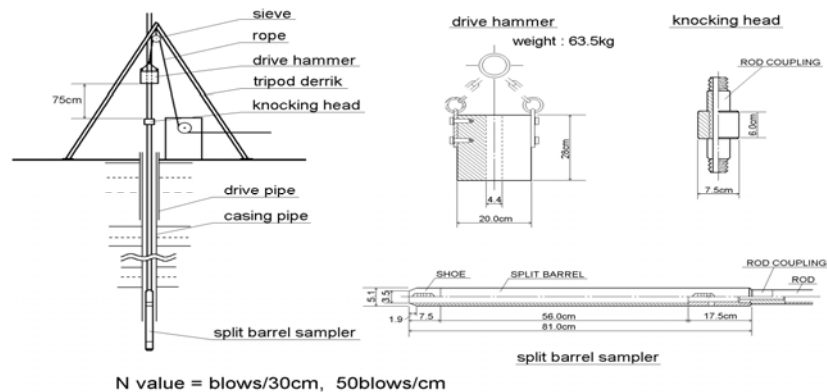
2-2. 시추조사(Boring test)

조사지역의 토층의 분포상태 및 토질공학적인 특성, 기반암의 분포상태, 풍화도 등을 파악하기 위하여 회전수세식(Rotary wash type), 시추기(P4000SD형)를 사용하여 NX 규격으로 조사하였다. 조사심도는 하향식 탄성과 탐사(DHT) 시험공은 지표면 하 30.0m까지 시추를 실시하고, BX공은 풍화암층 5.0m 내지 기반암 1.0m 중 택일하는 것을 원칙으로 하였다.

1) 표준관입시험(Standard Penetration Test)

시추작업과 병행하여 각 토층의 지내력 및 토층의 구성상태를 파악하기 위하여 한국공업규격(KSF-2307)에 의거 Rod선단에 직경 51mm, 길이 81cm의 표준관입시험용 Sampler(Split spoon sampler)를 부착시켜 63.5 Kg의 추를 76cm 높이에서 자유낙하시킬 때 Split spoon

sampler가 30cm 관입하는데 소요되는 타격회수를 측정하는 시험이며, 이때의 타격회수를 N치라 한다. 또한 토층이 매우 조밀하여 Split spoon sampler에 대한 타격을 50회 이상 가하여도 30cm 관입이 불가능한 토층에서는 50회 타격에 소요되는 관입량을 측정하여「부록3. 시추주상도」에 수록하였다.



[그림 2-2. 표준관입시험 모식도]

2) 시료채취(Sampling)

본 조사시 교란시료는 Split spoon sampler를 이용하여 채취하였으며, Split spoon sampler는 3부분으로 조립되어 있고[그림 2-1], 가운데에 있는 Split barrel은 세로방향으로 쪼개지도록 되어 있으므로 N치를 측정후 지상으로 Sampler를 올려서 분해하면 그 속에 들어있는 교란시료를 관찰할 수 있다. 또한 실내시험(물성)을 할 수 있으므로 표준관입시험은 토질조사 시 반드시 실시하여야 한다. 조사간격은 1.0m마다 또는 토층이 변할 때마다 실시함을 원칙으로 하였으며, 표준관입시험 과정에서 채취된 시료 중 일부는 현장에서의 흙의 분류 시 사용하였고, 나머지 시료는 시료병에 넣어 필요한 사항(조사명, 일자, 공번, N치, 토질명 등)을 기재한 후 Label을 붙여 시료상자에 정리하여 보관하였다.

3) 지하수위 측정

지하수위는 지하구조물의 설계 및 시공에 매우 중요한 사항이므로 시추조사(Boring test) 완료 후 24시간 이상 경과한 후에 정수위 상태에서 정확한 지하수위를 측정하기 위해 노력하였다.

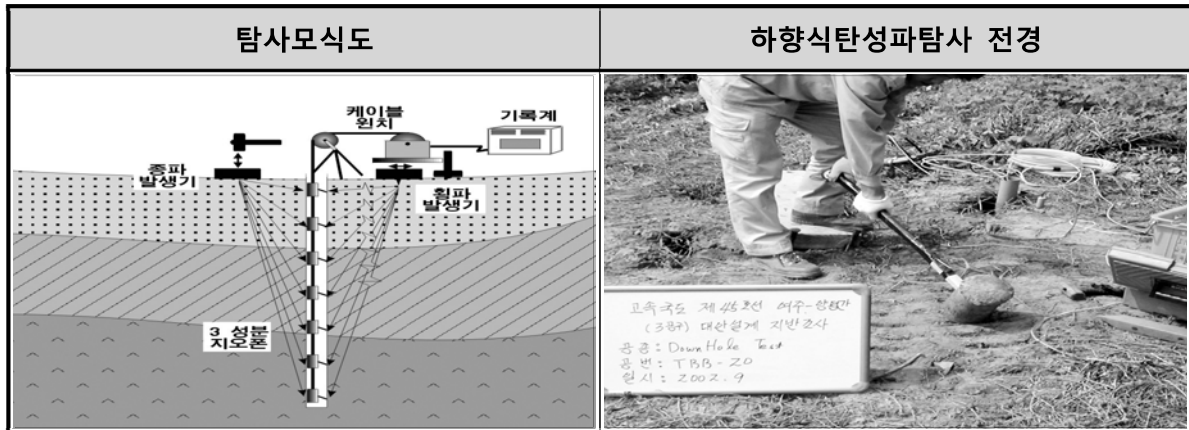
2-3. 하향식 탄성파 탐사(DHT)

1) 탐사 목적

하향식 탄성파탐사는 지반의 동적하중에 대한 역학적 특성을 파악하기 위하여 시추공에 대한 탄성파(P, S파) 속도의 수직적 분포를 분석하여 대상지반의 역학적 특성 파악 및 적합한 지반정수를 제공함으로써 합리적인 설계 및 시공이 수행될 수 있도록 하는데 그 목적이 있다.

2) 탐사 방법

- 지표에서 발생시킨 종파(P파) 및 횡파(S파)를 시추공내에서 3성분 지오폰으로 측정
- 자료처리는 전처리(자료 포맷변환 및 탄성파 기록정리 등) → 주파수 변환 및 필터링 → 초동 주시 발체 → 주시곡선 작성 → 구간속도 산출 → 동적물성치 산출순으로 수행
- 종파 및 횡파자료에서 초동 주시 발체, 시추공과 송신점간 이격거리에 따른 주시지연 보정 후 주시 곡선을 작성
- 주시곡선상의 일정한 기울기를 갖는 구간으로부터 암층별 종파 및 횡파 구간속도 산출
- 실내 시험 또는 밀도검층에서 구한 밀도값과 P파 및 S파 속도를 이용하여 지반의 동적물성치 산출



[그림 2-3. 탐사 모식도 및 탐사전경]

3) 탐사 장비

표 2-1. 하향식 탄성파탐사(DHT) 장비제원

구 분	장비제원 및 장비사진
기록 장비	<ul style="list-style-type: none"> · Seismograph : Smartseis (Geometrics), USA · 12x2 : 24채널 동시기록 가능 · PC 486 Dx2 기능내장(1,000Mb HDD, 3.5"FDD) · Geophone : New Borehole pick3040(OYO), JAPAN · 공벽고정용 Rubber tube · 고유주파수 28Hz 3축소진자 소자 : (X, Y, Z) 방향 고정
진원 장치	<ul style="list-style-type: none"> · Trench 형 - 도랑크기 : L=460~480cm x H=90~100cm x W=150cm · 타격해머 - 무게 10.0kg sledge hammer
장비 사진	

4) 기초공학에의 이용

토목공학 분야에서 지반의 역학적 성질은 각종 원위치 시험이나 실내시험으로부터 구할 수 있다. 이중 S파 속도는 이러한 역학적 성질과 밀접한 관계가 있는데 이들시험치중 표준 관입 시험의 N값, 일축압축강도 q_u , 압밀시험의 압밀항복응력 P_y , 지반반력계수 K등과는 실험결과 선형적인 관계가 있다(Imai et al., 1976). 또한 V_p/V_s 비로부터 동 포아송비를 산출할 수 있으며 조사대상 매질의 밀도를 알게 되면 체적탄성률, 강성률, 영률 등 각종 동 탄성계수를 계산할 수 있다. 따라서 탄성파 P파 및 S파 속도는 지반역학적·공학적 성질과 밀접한 관계가 있으므로 지반의 역학적 성질의 평가에 유익하다.

5) 기초 이론

5-1) 정적 탄성상수

물체에 압축이나 인장 응력(σ)을 가하면 응력 방향으로의 변형률(ϵ_σ)이 생기는데, 이 때의 비례상수를 영률(Young's modulus, E)이라 하며 이를 식으로 표현하면 다음과 같다.

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon_\sigma}$$

여기서 변형률(ϵ_σ)은 응력 방향으로의 길이 변화로 변형된 후의 길이 l_f 와 원래의 길이 l_0 의 차 (Δl)를 원래 길이로 나눈 것을 의미한다.

전단응력(τ)에 의하여 전단변형률(ϵ_τ)이 생기는데 이 두 값의 비를 전단계수(또는 강성률, Rigidity modulus, G)라고 한다. 이들의 관계를 식으로 표현하면 다음과 같다.

$$G = \frac{\tau}{\epsilon_\tau}$$

어느 등방성 매질인 물체에 세 방향에서 압력을 가하면 체적의 변화가 나타나서 원래 체적 V_0 가 V_f 가 될 것이며, 이 때 체적의 변화율 ΔV 에 대한 압력의 변화(ΔP)를 체적탄성률(Bulk modulus, K)이라 한다. 이를 식으로 나타내면 다음과 같다.

$$K = \frac{\Delta P}{\Delta V}$$

후크의 법칙이 성립하는 물체에 단축 압축 응력을 가하면 응력을 가한 방향으로의 변형과 동시에 이에 수직인 방향으로도 변형이 일어나는데 이 두 방향의 변형률 비를 포와송비(Poisson's ratio, ν)라고 하며 일반적으로 $\nu \leq 0.5$ 이다.

상기의 값들은 시추공에서 얻은 코아로부터 응력과 변형율의 관계에 의한 실내 시험을 통하여 구한 탄성상수들 이고 원지반 상태가 아니므로 이를 정적 탄성상수라 한다.

5-2) 동적 탄성상수

반면에 원지반 그대로의 상태에서 P파 및 S파의 속도 관계로부터 구한 여러 탄성상수를 동적 탄성상수라 한다. P파 및 S파의 속도를 동적 탄성상수들과의 관계로 나타내면 다음과 같다.

$$V_P = \sqrt{\frac{K_d + \frac{4}{3}G_d}{\rho}} = \sqrt{\frac{E_d}{\rho} \frac{(1-\nu_d)}{(1-2\nu_d)(1+\nu_d)}}$$

$$V_S = \sqrt{\frac{G_d}{\rho}} = \sqrt{\frac{E_d}{\rho} \frac{1}{2(1+\nu_d)}}$$

동체적탄성률과 동전단계수는 항상 양의 값을 가지며, 포와송비는 0.5보다 작기 때문에 P파의 속도는 S파의 속도보다 빠르다는 것을 알 수 있다. 이 두 속도의 비를 계산하고 간단히 하면 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$\frac{V_P}{V_S} = \sqrt{\frac{1-\nu_d}{\frac{1}{2}-\nu_d}}, \quad \nu_d = \frac{1-0.5\left(\frac{V_P}{V_S}\right)^2}{1-\left(\frac{V_P}{V_S}\right)^2}$$

이들 동적 탄성상수(G_d , E_d , K_d , ν_d)들은 상호 독립적이 아니며 다음과 같은 관계를 만족한다.

$$G_d = \frac{E_d}{2(1+\nu_d)}, \quad K_d = \frac{E_d}{3(1-2\nu_d)}$$

S파 속도로부터 동전단계수(G_d), 동탄성계수(E_d) 및 동체적탄성률(K_d)은 각각

$$G_d = \rho V_S^2, \quad E_d = 2\rho V_S^2(1+\nu_d), \quad K_d = \frac{2\rho V_S^2(1+\nu_d)}{3(1-2\nu_d)}$$

와 같이 나타낼 수 있다. 여기서, $\rho = \gamma/g$, γ =단위중량, $g = 9.8m/sec^2$ 이다.

6) 측정 원리

P파는 파동의 진행방향에 대하여 입자가 평행하게 전후운동을 하는 것으로 종파(Longitudinal wave, Compression wave, primary wave)라 한다. S파는 파의 진행방향에 대하여 입자의 운동이 수직이며 횡파(Transverse wave, Cross wave, Shear wave, Secondary wave)라고 한다. P파는 Primary wave로서 속도가 가장 빨라 탄성파 수신기에 가장 먼저 도달하며 입자운동에 의해 압축변형이 발생하고 S파는 P파 다음에 도달하므로 Secondary wave라하며 입자의 운동에 의해 전단변형을 일으킨다.

일반적으로 시험에 이용되는 장비는 크게 기진장치, 수신기, 증폭 및 기록장치로 구성된다. 기진장치는 P파와 S파를 발생시킬 수 있어야 하며 Hammer와 탄성파 발생용 Plate, 파의 발생시점을 알려주는 Trigger로 구성된다. 수신기는 탄성파의 진행방향에 대하여 각기 다른 방

향의 입자운동을 판별할 수 있어야 하며 이를 위하여 3성분 지오폰(3 Components geophone)을 사용하여야 한다. 특히 S/N비를 높이기 위해서는 수평성분의 방향을 알 수 있는 방향계가 설치되어 있어야 한다. 증폭 및 기록기는 기본적으로 여러 채널의 측정이 가능하여야 하며 진원으로부터 수진기가 멀리 떨어질수록 약해지는 탄성파를 여러 번 중첩시킬 수 있어야 하고 대상지반의 잡음(Noise)을 걸러 낼 수 있어야 한다.

측정시 진원은 시추공에 근접하여 설치하여야 전파경로가 멀어짐에 의한 대상지반의 실제 탄성파속도와 차이가 나게 됨을 방지하여 S/N비(신호/잡음)를 높게 할 수 있다. 수진기는 대상지반의 층속도를 산출하기 위한 소정의 깊이에 설치하며 S/N비를 향상시키기 위하여 수평 성분 중 1성분을 지표에 설치한 진원의 방향과 일치하게 한다.

증폭, 기록기는 측정심도 내에 수진기의 수신정도에 알맞게 Gain치를 설정하고 진원이 멀어져 파가 감쇠하여 수신신호가 미약할 경우 수회의 탄성파를 Stacking하여 S/N비를 높이며 수신된 탄성파의 해독이 쉽도록 측정시간의 Scale를 넓혀 시간의 진행에 따른 입자의 운동을 파악하기 쉽도록 한다. 필요시 각종 Filter를 사용하여 주변환경에 의한 Noise를 최소화한다. S파의 초동을 확인하기 위하여 시추공을 중심으로 서로 다른 방향에서 Plate를 타격하여 발생된 파형의 위상이 역전됨에 의해 S파의 도달을 확인한다. S파 관측 시 진원에서 발생한 파 중 P파의 After phase에 의해 S파의 초동해석이 곤란한 경우가 생길 수 있으며 이로 인해 S/N비가 저하될 가능성이 있으므로 주의하여야 한다.

P파와 S파의 파형에 대해 각 파의 초동을 분석하여 도달시간을 측정한 후 수진기의 위치와 측정하고자 하는 실제 대상구간을 이동한 시간을 산출하여 P파 속도(Vp)와 S파 속도(Vs)를 산출하고 이를 이용하여 Dynamic Elastic Modulus, Dynamic Shear Modulus, Dynamic Possion's Ratio를 다음 식에 의하여 구할 수 있다.

$$E_d = 2G_d(1+\nu)$$

$$K_d = E_d / 3(1-2\nu)$$

$$G_d = \rho V_s^2$$

$$\nu_d = [(V_p^2 / 2V_s^2) - 1] / [(V_p^2 / V_s^2) - 1]$$

여기서,

$$E_d = \text{Dynamic Elastic Modulus (kgf/cm}^2\text{)}$$

$$K_d = \text{Dynamic Bulk Modulus (kgf/cm}^2\text{)}$$

$$G_d = \text{Dynamic Shear Modulus (kgf/cm}^2\text{)}$$

V_p = Compressive Wave Velocity (m/sec)

V_s = Shear Wave Velocity (m/sec)

ρ = Rock Mass Unit (g/cm³)

ν_d = Dynamic Poisson's Ratio

7) 건축구조기준(2016)을 적용한 설계지반 등급산정

지반의 전단파 속도를 적용하여 지반등급을 산정하는 건축구조기준(KBC 2016)의 내용은 다음과 같다.

표 2-2. 설계지반등급(지반의 분류)

지반분류	지반종류의 호칭	평균 지반 특성		
		V's (m/sec)	표준관입시험(N')	비배수전단강도 (Su) (*10 ³ N/mm ²)
Sa	경암지반	1,500 초과	-	-
Sb	보통암 지반	760~1,500 미만		
Sc	매우조밀한 토사 또는 연암 지반	360~760 미만	>50	>100
Sd	단단한 토사 지반	180~360 미만	15~50	50~100
Se	연약한 토사 지반	180 미만	<15	<50

국지적인 지질조건과 지표 및 지하 지형이 지반운동에 미치는 영향을 고려하기 위하여 지반을 표 2-2와 같이 지반분류의 기준면으로부터 보통암(지층의 전단파속도, $V_s=760\text{m/s}$ 이상)까지의 지반에 대한 평균지반특성으로 분류하며, 보통암의 위치가 기준면으로부터 5m이하 혹은 30m 이상인 경우에는 상부 30m에 대한 평균지반특성으로 분류한다.

2-4. 기 타

1) N치의 문제점

샘플러의 최하단 내구경보다 지름이 큰 자갈 및 호박돌층에 대해서는 문제가 있고, 관입이 곤란하기 때문에 실제 N치보다 과대하게 측정되는 수가 있어서 측정 N치 적용 해석시 지반 전체의 강도를 과대하게 볼 위험성이 내재하고 있으므로 이에 유의하여야 한다.

또한, 조사심도가 깊게 되면 해머가 타격될 때 룯드(Rod)의 탄성압축에 대한 변형에너지로 인하여 타격에너지가 크게 손실되어 햄머 낙하 에너지 중 샘플러의 관입에 이용되는 비가 감소하므로 N치가 과대하게 측정된다.

따라서, 깊이(룯드 길이)에 대한 보정을 실시하여야 하며, 보정 없이 적용되는 조사심도는 대체로 15.0~20.0m 이하의 심도이다.

2) N치의 보정

측정된 N치를 보정한 후에 설계에 이용되는 것이 제안되어 있으므로 이 경우는 1) 포화된 미세사 및 실트질 모래층일 경우, 2) 상재하중의 영향을 고려할 경우, 3) 룯드길이가 길 경우에 대하여 보정식이 부여되고 있다.

□ 포화된 미세사 및 실트질 모래층에 대한 보정

$$N' = 15 + 1/2(N - 15)$$

여기서, N' ; 보정 N치

N ; 측정된 N치(N > 15)

□ 상재하중에 대한 보정

$$N' = 4N / (1 + 4P_o) \quad \text{—————} \quad P_o < 0.73(\text{Kg/cm}^2)$$

$$N' = 4N / (3.25 + P_o) \quad \text{—————} \quad P_o > 0.73(\text{Kg/cm}^2)$$

여기서, N' ; 보정 N치

N ; 측정된 N치

P_o ; 유효상재하중(Kg/cm²)

단, 적용에 대하여 상대밀도 $D_r < 0.5$ 일 때에는 이 식을 적용하지 말 것과 보정 N치의 한도로는 $N' < 2N$ 으로 하는 것을 유의하여야 한다.

□ 룯드(Rod)길이에 대한 보정

$$N' = N \text{ ————— } L \leq 20\text{m}$$

$$N' = (1.06 - 0.003L)N \text{ ————— } L > 20\text{m}$$

여기서, N' ; 보정 N치
 N ; 측정된 N치
 L ; 룯드의 길이(m)

3) N치의 이용

① 흙의 강도 측정

설계에 앞서 지지층의 분포심도, 지지층까지의 중간층의 강도를 N치로서 측정하게 되는데 N치와 흙의 강도(흙의 연경도, 다짐 등)의 관계는 흙의 종류에 따라 다르지만, 일반적으로 설계의 실무를 위한 강도의 산정식을 결정하므로 이에 대해 N치와 흙의 관계를 보면 제3장의 [표 3-1], [표 3-2]와 같다.

② 지지층의 판정

지지층으로의 판정여부는 각 구조물의 설계하중에 따라 각각 다르다.

일반적으로 대규모의 구조물에서는 N치가 50이상의 층을 지지층으로 간주하며 그 지지층의 두께도 연속적으로 5.0m정도 이상이어야 한다. 소규모의 구조물(옹벽, 관거, 가설구조물 등)의 경우는 N치 20정도라도 지지층으로 간주할 수 있을 것이다.

③ 설계 수치의 결정

N치로서 C , Φ 값을 추정하고, 또 각 토질에 따라 허용지지력을 계산할 수 있다.

3. 토질 및 암석의 기재와 분류방법

3-1. 토질의 분류와 기재방법

3-2. 암석의 분류와 기재방법

3. 토질 및 암석의 기재와 분류방법

토질과 암석의 구분은 그 목적에 따라 다양한 분류방법이 있으나, 건설교통부발행 표준품셈(46P)에 의하면 다음과 같이 분류할 수 있다.

① 보통토사

보통상태의 실트 및 점토 모래질 흙 및 이들의 혼합물로서 삽이나 괭이를 사용할 정도의 토질(삽작업을 하기 위하여 상체를 약간 구부릴 정도)

② 경질토사

견고한 모래질 흙이나 점토로서 괭이나 곡괭이를 사용할 정도의 토질(체중을 이용하여 2~3회 동작을 요할 정도)

③ 고사 점토 및 자갈 섞인 토사

자갈질 흙 또는 견고한 실트, 점토 및 이들의 혼합물로서 곡괭이를 사용하여 파낼 수 있는 단단한 토질

④ 호박돌 섞인 토사

호박돌 크기의 돌이 섞이고, 굴착에 약간의 화약을 사용해야 할 정도로 단단한 토질

⑤ 풍화암

일부는 곡괭이를 사용할 수 있으나 암질이 부식되고 균열이 1~10cm정도로서 굴착 또는 절취에는 약간의 화약을 사용해야 할 암질

⑥ 연암

혈암, 사암 등으로서 균열이 10~30cm정도로서 굴착 또는 절취에는 화약을 사용해야 하나 석축용으로는 부적합한 암질

⑦ 보통암

풍화상태는 엿볼 수 없으나 굴착 또는 절취에는 화약을 사용해야 하며 균열이 30~50cm정도의 암질

⑧ 경암

화강암, 안산암 등으로서 굴착 또는 절취에 화약을 사용해야 하며 균열상태가 1.0m이내로서 석축용으로 쓸수 있는 암질

⑨ 극경암

암질이 아주 밀착된 단단한 암질

이상과 같으며, 지질주상도의 기술(공학적 분류)에 의한 토질 및 암석의 분류는 다음과 같다.

3-1. 토질의 분류와 기재방법

토질에 대한 분류기준은 통일분류법(USCS)인 [표 3-3]에 따랐으며 기술내용은 점성토의 Consistency, 사질토의 Compactness, 함수상태, 색상, 구성입자의 크기 및 토질명 등이다. 토질의 조밀정도 및 연경도 상태는 N치를 바탕으로 [표 3-1], [표 3-2] 및 [표 3-4]와 같이 기술하였다.

표 3-1. 모래의 상대밀도와 N치와의 관계

N 치	조밀정도 (Gibbs-Holtz)	상대밀도(Relative Density)		현장 관찰 (Bowles)
		Gibbs-Holtz	Bowles	
0~4	매우 느슨 (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 삽질할 수 있다.
10~30	보통 조밀 (Medium Dense)	0.35~0.65	0.4~0.7	힘을 주어서 삽질할 수 있다.
30~50	조밀 (Dense)	0.65~0.85	0.7~0.9	손으로 삽질이 가능하거나 또는 손의 힘으로 삽을 이용하여 자국을 낼 수 있다.
50 이상	매우 조밀 (Very Dense)	0.85~1.00	0.9~1.0	발파 또는 중장비에 의해서만 자국을 낼 수 있다.

표 3-2. 점토의 Consistency, 일축압축강도와 N치와의 관계

점토의 Consistency	N 치	현 장 관 찰 (Peck-Hanson-Thornborn)	qu(kg/cm ²) (Terzaghi-Peck)
매우 연약 (Very Soft)	< 2	주먹이 쉽게 10cm 들어간다.	< 0.25
연약(Soft)	2~4	엄지손가락이 쉽게 10수cm 들어간다.	0.25~0.5
보통 견고 (Medium Stiff)	4~8	노력하면 엄지손가락이 쉽게 10수cm 들어간다.	0.5~1.0
견고(Stiff)	8~15	엄지손가락으로 흙을 움푹 들어가게 할 수 있지만 흙속에 엄지손가락을 넣기는 힘들다.	1.0~2.0
매우 견고 (Very Stiff)	15~30	손톱으로 흙에 자국을 낼 수 있다.	2.0~4.0
고결(Hard)	> 30	손톱으로 자국을 내기 힘들다.	> 4.0

표 3-3. UNIFIED SOIL CLASSIFICATION SYSTEM

주요구분		기호	대 표 적 인 흙	분 류 기 준			
조립토 (Coarse Grained Soils) 시료의 50%이상 이 75 μ m 체에 남는 흙	자갈 (Gravel) 조립토의 50%이상 이 4.75mm 체에 남는 흙	세립분 이 거의 없는 깨끗한 자갈	GW 입도분포가 양호한 자갈, 자갈.모래의 혼합토 세립분이 거의 없음	세립분의 함유율에 의한 분류 200번체 통과율 5%이하인 경우 GW, GP, SW, SP 200번체 통과율 12%이상 인 경우 GM, GC, SM, SC 200번체 통과율 5~12% 인 경우 2중 기호로 표시	$Cu > 4, Cu = D_{60}/D_{10}$ $1 < Cc < 3, Cc = (D_{30})^2 / (D_{10} \times D_{60})$		
			GP 입도분포가 불량한 자갈, 자갈.모래의 혼합토 세립분이 거의 없음		Cu 및 Cc가 GW의 조건에 만족되지 않을 때		
		세립분 을 함유한 자갈	GM 실트질 자갈, 자갈.모래.실트 혼합토		Atterberg 한계가 A선 밑에 있거나 소성지수가 4이하 Atterberg 한계가 A선 위에 있거나 소성지수가 7이상	소성지수가 4~7 이면서 Atterberg 한계가 A선 위에 존재할 때는 2중 기호로 표시	
			GC 점토질 자갈, 자갈.모래.점토 혼합토			Atterberg 한계가 A선 밑에 있거나 소성지수가 7이상	
	모래 (Sand) 조립토의 50%이상 이 4.75mm 체를 통과하는 흙	세립분 이 거의 없는 모래	SW 입도분포가 양호한 모래, 자갈질 모래	12%이상 인 경우 GM, GC, SM, SC 200번체 통과율 5~12% 인 경우 2중 기호로 표시	$Cu > 4$ $1 < Cc < 3$		
			SP 입도분포가 불량한 모래, 자갈질 모래		Cu 및 Cc가 SW의 조건에 만족되지 않을 때		
		세립분 을 상당량 함유한 모래	SM 실트질 모래, 모래.실트 혼합토		Atterberg 한계가 A선 밑에 있거나 소성지수가 5이하 Atterberg 한계가 A선 위에 있거나 소성지수가 7이상	소성지수가 4~7이면서 Atterberg 한계가 A선 위에 존재할 때는 2중기호(CL-ML)로 표시	
			SC 점토질 모래, 모래.점토의 혼합토			Atterberg 한계가 A선 위에 있거나 소성지수가 7이상	
			다음 소성도(Plastic Chart)는 조립토에 함유된 세립분이나 세립토를 자세하게 분류하기 위하여 사용되며 소성도의 벗어난 부분은 2중 기호(CL-ML)로 표기해야 하는 부분이다.				
			액성한계 50%이하인 저소성의 흙				
세립토 (Fine Grained Soils) 시료의 50%이상 이 75 μ m체를 통과하는 흙	저소성 실트 및 점토 (Low Plastic Silt & Clay) 액성한계 50%이하인 저소성의 흙	ML 무기질 실트, 매우 가는 모래, 암분, 저소성의 실트질 또는 점토질의 세립모래	다음 소성도(Plastic Chart)는 조립토에 함유된 세립분이나 세립토를 자세하게 분류하기 위하여 사용되며 소성도의 벗어난 부분은 2중 기호(CL-ML)로 표기해야 하는 부분이다.	다음 소성도(Plastic Chart)는 조립토에 함유된 세립분이나 세립토를 자세하게 분류하기 위하여 사용되며 소성도의 벗어난 부분은 2중 기호(CL-ML)로 표기해야 하는 부분이다.			
		CL 소성이 중간치 이하인 무기질 점토, 자갈질 점토, 모래질 점토, 실트질 점토		다음 소성도(Plastic Chart)는 조립토에 함유된 세립분이나 세립토를 자세하게 분류하기 위하여 사용되며 소성도의 벗어난 부분은 2중 기호(CL-ML)로 표기해야 하는 부분이다.			
		OL 소성이 작은 유기질 실트 및 유기질 실트.점토		다음 소성도(Plastic Chart)는 조립토에 함유된 세립분이나 세립토를 자세하게 분류하기 위하여 사용되며 소성도의 벗어난 부분은 2중 기호(CL-ML)로 표기해야 하는 부분이다.			
	고소성 실트 및 점토 (High Plastic Silt & Clay) 액성한계 50%이상인 고소성의 흙	MH 무기질 실트, 운모질 또는 규소질의 세립 모래 또는 실트질 흙, 탄성이 큰 실트		다음 소성도(Plastic Chart)는 조립토에 함유된 세립분이나 세립토를 자세하게 분류하기 위하여 사용되며 소성도의 벗어난 부분은 2중 기호(CL-ML)로 표기해야 하는 부분이다.			
		CH 소성이 큰 무기질 점토 소성이 큰 점토		다음 소성도(Plastic Chart)는 조립토에 함유된 세립분이나 세립토를 자세하게 분류하기 위하여 사용되며 소성도의 벗어난 부분은 2중 기호(CL-ML)로 표기해야 하는 부분이다.			
		OH 소성이 중간치 이상인 유기질 점토		다음 소성도(Plastic Chart)는 조립토에 함유된 세립분이나 세립토를 자세하게 분류하기 위하여 사용되며 소성도의 벗어난 부분은 2중 기호(CL-ML)로 표기해야 하는 부분이다.			
유기질 흙		Pt 이탄토(Peat) 유기질을 많이 함유한 흙	다음 소성도(Plastic Chart)는 조립토에 함유된 세립분이나 세립토를 자세하게 분류하기 위하여 사용되며 소성도의 벗어난 부분은 2중 기호(CL-ML)로 표기해야 하는 부분이다.				

표 3-4. 함수 상태

함수량(%)	상 태
0 ~ 10	건조(Dry)
10 ~ 30	습윤(Moist)
30 ~ 70	젖음(Wet)
70 이상	포화(Saturated)

3-2. 암석의 분류와 기재방법

암석(Core)에 대한 기술내용은 강도, 색상, 풍화도, 암석명, 암석조직과 구성광물, 절리간격과 각도, TCR, RQD 등이다.

절리간격 및 빈도를 정량적으로 판단하여 보기 위하여 TCR 및 RQD(SCR)을 측정한다. TCR 및 RQD(SCR)의 정의는 다음과 같으며, [표 3-5]는 RQD에 의한 암질지수를 나타낸 것이다.

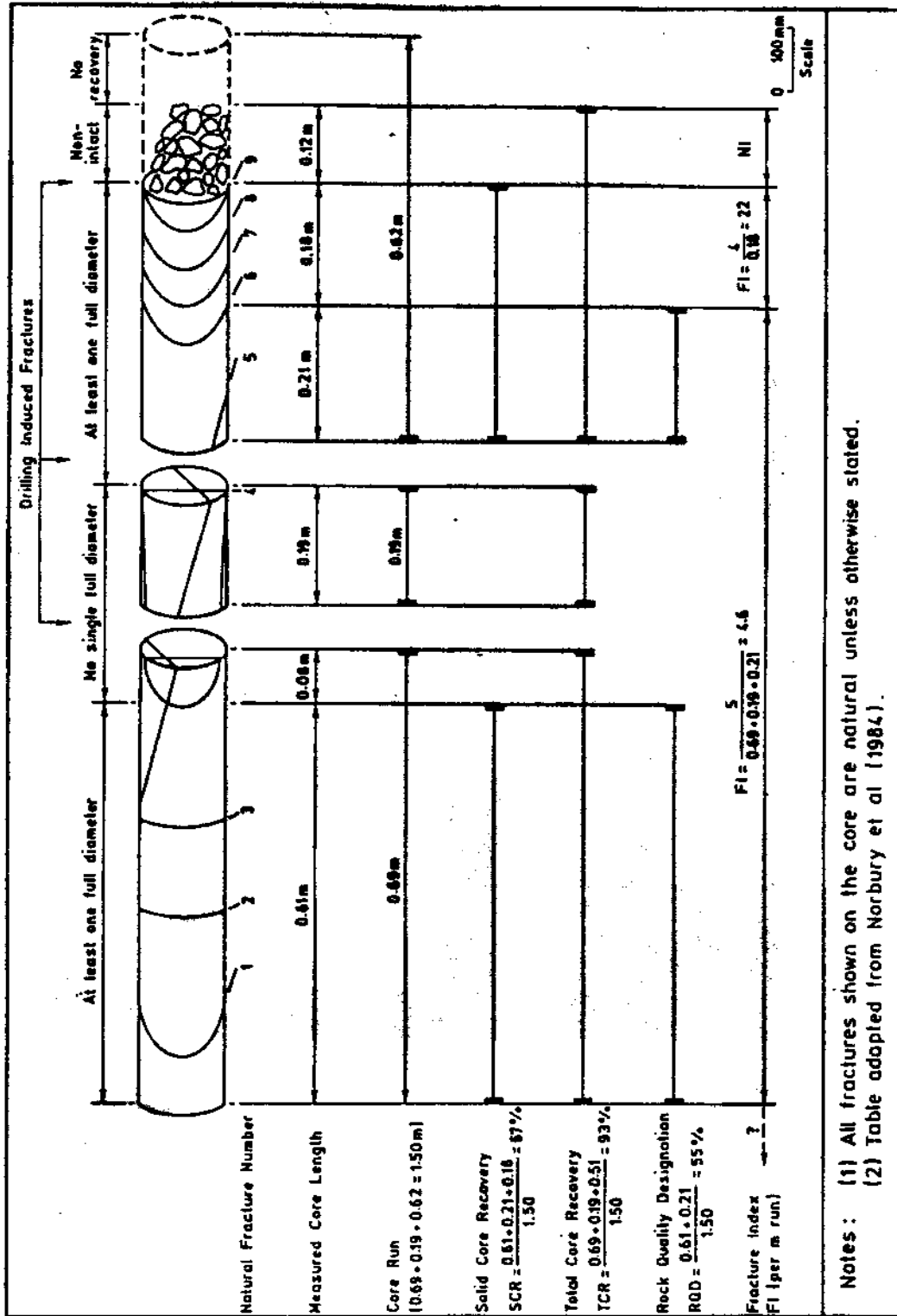
$$TCR = \frac{\sum \text{회수된 코아길이(m)}}{\sum \text{시추길이(m)}} \times 100(\%)$$

$$RQD = \frac{\sum \text{10cm 이상 회수된 코아길이의 합(m)}}{\sum \text{시추길이(m)}} \times 100(\%)$$

$$SCR = \frac{\sum \text{회수된 고체코아 길이의 합(m)}}{\sum \text{시추길이(m)}} \times 100(\%)$$

표 3-5. Rock Quality Designation(R.Q.D)와 연결

R.Q.D(%)	Description	Terzaghi분류
90 이상	매우 우수(Excellent)	1 ~ 3
75 ~ 90	우수(Good)	3 ~ 4
50 ~ 75	양호(Fair)	5
25 ~ 50	불량(Poor)	5 ~ 6
25 이하	매우불량(Very Poor)	6 ~ 7



[표 3-6. Schematic Illustration of Fracture Logging Terms]

표 3-7. Strength(Deere and Miller, 1966)

Grade Symbol	Strength	Unconfined comp. Strength(kg/cm ²)	Field Test
S-1	Very High Strength (Very hard rock)	> 2000 (> 2240)	망치로 치면 금속성 내며 튕겨나옴. 여러번 치면 신선한 면으로 갈라짐.
S-2	High Strength (Hard rock)	1000~2000 (1120~2240)	망치로 한번이상 치면 절리면을 따라 크게 갈라짐.
S-3	Medium Strength (Moderate rock)	500~1000 (560~1120)	망치로 치면 탁음을 내며 쉽게 균열면으로 갈라짐.
S-4	Low Strength (Soft rock)	250~500 (280~560)	망치로 가볍게 쳐도 부서짐.
S-5	Very Low Strength (Very soft rock)	10~250 (0~280)	손으로 비비면 쉽게 부서짐.

주) ()Value ; The Ministry of Construction(Korea)

표 3-8. Joint Spacing(Deere and Miller, 1966 Bieniawski, 1974)

Grade Symbol	Rock Mass Grading	Joint Spacing	Description
F-1	Solid	300 cm 이상	Very Widely Spaced, Very Wide Joint(매우 넓은)
F-2	Massive	100~300 cm	Widely Spaced, Wide Joint(넓음)
F-3	Blocky and Seamy	30~100 cm	Moderately Spaced, Moderately Closed(중간)
F-4	Fractured	5~30 cm	Closely Spaced, Close Joint(좁음)
F-5	Crushed and Shattered	5 cm 이하	Very Closely Spaced, Very Close Joint(매우 좁음)

표 3-9. Shape of core (코아의 형상)

Item	Shape	Length of core	Remark
I	Long Columnar (장주상)	more than 10cm	
II	Short Columnar (단주상)	5 ~ 10cm	Almost normal shape
III	Rock Fragment (각력상)	less than 5cm	Dominantly abnormal shape
IV	Crushed Stone (세편상)	Crushed	Almost abnormal shape

I.S.R.M(International Society Rock Mass)에 따른 분류는 [표 3-10], [표 3-11 ①, ②, ③, ④] 및 [표 3-12]와 같다.

표 3-10. 풍화상태에 따른 분류(SUGGESTED CLASSIFICATION FOR WEATHERED ROCK)

등 급(Grade)	기호 (Symbol)	상태(Diagnostic Features)
신선 (Fresh)	F (D-1)	변질이나 변색이 된 흔적이 보이지 않으며 해머 타격시 울림 (No visible sign of decomposition or discoloration. Rings under hammer impact.)
약간 풍화 (Slightly Weathered)	SW (D-2)	균열을 따라 약간 변색된 것을 제외하고는 신선한 상태와 유사함 (Slight discoloration inward from open fractures, otherwise similar to F.)
보통 풍화 (Moderately Weathered)	MW (D-3)	전체적으로 변색 장석과 같이 약한 광물이 변질됨. 신선한 암석에 비하여 강도는 떨어지나 코아를 손으로 부러뜨리거나 칼로 흠집을 낼 수 없음. 암석구조 유지. (Discoloration throughout. Weaker minerals such as feldspar decomposed. Strength somewhat less than fresh rock, but cores cannot be broken by hand or scraped by knife. Texture preserved.)
심한(높은) 풍화 (Highly Weathered)	HW (D-4)	광물 대부분이 변질 손으로 부스러트릴 수 있으며 칼로 흠집을 낼 수 있음. 암반내 Core stones 발달 암석구조는 불분명하나 조직은 그대로 유지. (Most minerals somewhat decomposed. Specimens can be broken by hand with effort or shaved with knife. Core stones present in rock mass. Texture becoming indistinct but fabric preserved.)
완전 풍화 (Completely Weathered)	CW (D-5)	광물이 모두 변질되어 토양화나 구조와 조직이 그대로 유지됨. 쉽게 부서짐. (Minerals decomposed to soil but fabric and structure preserved(saprolite). Specimens easily crumbled or penetrated.)
풍화토 (Residual Soil)	RS (D-6)	소성을 지닌 흙으로 완전히 변화하였으며 암석의 구조나 조직이 완전히 파괴, 부피가 변화함. (Advanced state of decomposition resulting in plastic soils. Rock fabric and structure completely destroyed. Large volume change.)

After ISRM Working Party(1982)

표 3-11. 암석의 분류기준①

서울시표준지반 분류안

지반명 및 점성적 특성(노두나 굴착지의 노출지반 조사시)	시추조사시의 분류기준 (동시 충족조건)
퇴적토층(DS) : 원지반에서 분리, 이동되어 다른곳에 퇴적된 층으로 대체로 원지반보다 연약하며 입자의 크기나 구성에 따라 세분	흙의 통일분류법으로 세분함
풍화토층(RS) : 조암광물이 대부분 완전풍화되어 암석으로서의 결합력을 상실한 풍화잔류토로서 절리의 대부분은 풍화산물인 점토등 2차 광물로 충전되어 흔적만 보이고 함수포화시에 전단강도가 현저히 저하되기도 하며, 손으로 쉽게 부수어지는 지반	$N < 50$ 회/10cm 흙의 통일분류법으로 세분함
풍화암층(WS) : 심한 풍화로 암석자체의 색조가 변색되었으며 충전물로 채워지거나 열린 절리가 많고, 가벼운 망치 타격에 쉽게 부수어지며 칼로 흠집을 낼 수 있음. 절리간격은 좁음이하이며, 시추시 불편만 회수되는 지반	$TCR \geq 10\%$, $RQD < 10\%$ $N \geq 50$ 회/10cm $q_u < 100$ kg/cm ²
연암층(SR) : 절리면 주변의 조암광물은 중간 풍화되어 변색되었으나 암석내는 부분적으로 약한 풍화가 진행중이며 망치 타격에 둔탁한 소리가 나면서 파괴되고 일부 열린 절리가 있으며, 절리간격은 중간 정도인 지반	$TCR \geq 30\%$ $RQD \geq 10\%$ $q_u \geq 100$ kg/cm ² $J_s \geq 20$ cm
보통암층(MR) : 절리면에서 약한 풍화가 진행되어 일부 변색되었으나 암석은 강한 망치 타격에 다소 맑은 소리가 나면서 깨어지고, 절리면의 대부분이 밀착되어 있고 절리간격이 넓은	$TCR \geq 60\%$ $RQD \geq 25\%$ $q_u \geq 500$ kg/cm ² $J_s \geq 60$ cm
경암층(HR) : 조암광물의 대부분이 거의 신선하며 암석은 강한 망치타격에 맑은 소리를 내며 깨어지고, 절리면은 잘 밀착되어 있고 절리간격이 매우 넓은	$TCR \geq 80\%$ $RQD \geq 50\%$ $q_u \geq 1000$ kg/cm ² $J_s \geq 200$ cm
극경암층(XHR) : 거의 완전하게 신선한 암으로서 절리면은 잘 밀착되어 있고 강한 망치 타격에 맑은 소리가 나며 잘 깨어지지 않으며 절리간격이 극히 넓은	$TCR \geq 80\%$ $RQD \geq 75\%$ $q_u \geq 1500$ kg/cm ² $J_s \geq 300$ cm

- ◎ N : 표준관입시험(SPT)의 관입저항치
- ◎ TCR : 코아회수율, RQD : 암질 표시율
- ◎ TCR, RQD-(NX공경 다이아몬드 비트와 이중 코아배럴을 사용한 시추시의 측정치임)
- ◎ q_u : 자연함수비 상태의 코아시료 일축압축강도
- ◎ J_s : 절리면 간격

(자료 - 지반조사편람, 서울특별시, p23)

표 3-11. 암석의 분류기준②

분류기준		암 종					비고
		극경암	경암	보통암	연암	풍화암	
시험 및 육안 관찰	현장 암반 탄성파속도 (km/sec)		4.0 이상	2.7~4.0	1.3~2.7	1.5 이하	
	암편의 탄성파속도(km/sec)	5.8 이상	4.7~5.8	3.7~4.7	2.7~3.7	2.0~2.7	
	RQD(%)		70 이상	40~70	20~40	20 이하	
	일축압축강도 (kg/cm ²)		1500 이상	800~1500	300~800	300 이하	
	절리간격(cm)	300 이상	100~300	30~100	5~30	5 이하	
	풍화상태	대단히 신선함	신선하며 균열 및 절리는 밀착됨	비교적 견고하나 조암공물이 다소 협재됨	암내부는 비교적 신선하나 산당히 풍화 변색됨	심하게 풍화되어 황갈색등으로 변색됨	
계측	NATM 예상변위량 (cm)		0~0.5	0.5~1.5	1.0~3.0	3.0~5.0	지질조사용 Hammer를 이용하면 편리
	해머에 의한 타격	큰해머로 타격시 튕기며 용이하게 깨어지지 않는다.	큰해머로 타격시 약간 깨어진다.	큰해머로 타격시 균열 및 절리를 따라 크게 떨어진다.	보통해머로 타격시 비교적 용이하게 깨진다.	보통해머로 용이하게 서편으로 깨어지며 때로는 송으로도 깨어진다.	

표 3-11. 암석의 분류기준③

구분	지층구분	분류방법				지층상태
		압축강도 (N)	탄성파속도 (P파 m/sec)	암 파쇄상태		
				코아 회수율 (TCR)	암질 분포상태 (RQD)	
토사	표토 및 풍화산류토	N < 50/15	1000 이하	-	-	-
리핑	풍화암	50/15 < N < 50/3	1000~1800 이하	5% 이하	0%	-
발파	연암 경암	50/3 < N	1800 이상	50% 이하	30% 이하	20~40
				50% 이상	30% 이상	41 이상

표 3-11. 암석의 분류기준④

물질의 특성	암석	암석	암석	암석과 토층의 중간물질	토층
국내에서 사용되는 지반물질의 분류방식	극경암 ~경암	경암	보통암+연암	풍화암	마사토
국제적으로 통용되는 지반물질의 분류방식	F (Fresh)	SW (Slightly Weathered)	MW (Moderately Weathered)	HW (Highly Weathered)	CW/RS (Completely Weathered/Resi- dual Soil)
일축압축강도 (kg/cm ²)	1600 이상	1300~1600	700~1300	300~700	
물질의 굴착 난이도(국내)	발파암 (Blasting Rock)			리핑암 (Ripping Rock)	토층 (Digging Soil)

[표 3-12. Colour Description Scheme]

Value	Chroma	Hue
Light Dark	Pinkish Reddish Yellowish Orangish Brownish Greenish Bluish Purplish Greyish	Pink Red Yellow Orange Brown Green Blue Purple White Grey Black
Colour Distribution		
Uniform	Non-uniform	
	Spotted	
	Mottled	
	Dappled	
	Streaked	
	Striped	
<p>Notes : (1) For uniform colour distribution, choose a hue and then supplement it if necessary with a value and/or chroma. (2) If the colour distribution is non-uniform, repeat this procedure for the two (or more) components of the distribution, employing the non-uniform descriptor to indicate which component is dominant, e.g. light pinkish grey spotted with black.</p>		

표 3-13. 불연속면 간격 분류

기 호	간 격	표 현
F5	50 mm 이하	매우심한균열 (Highly Fractured)
F4	50~100 mm	심한균열 (Fractured)
F3	100~200 mm	보통균열 (Moderately Fractured)
F2	0.2~1.0 m	약간균열 (Slightly Fractured)
F1	1.0 m 이상	괴상 (Solid)

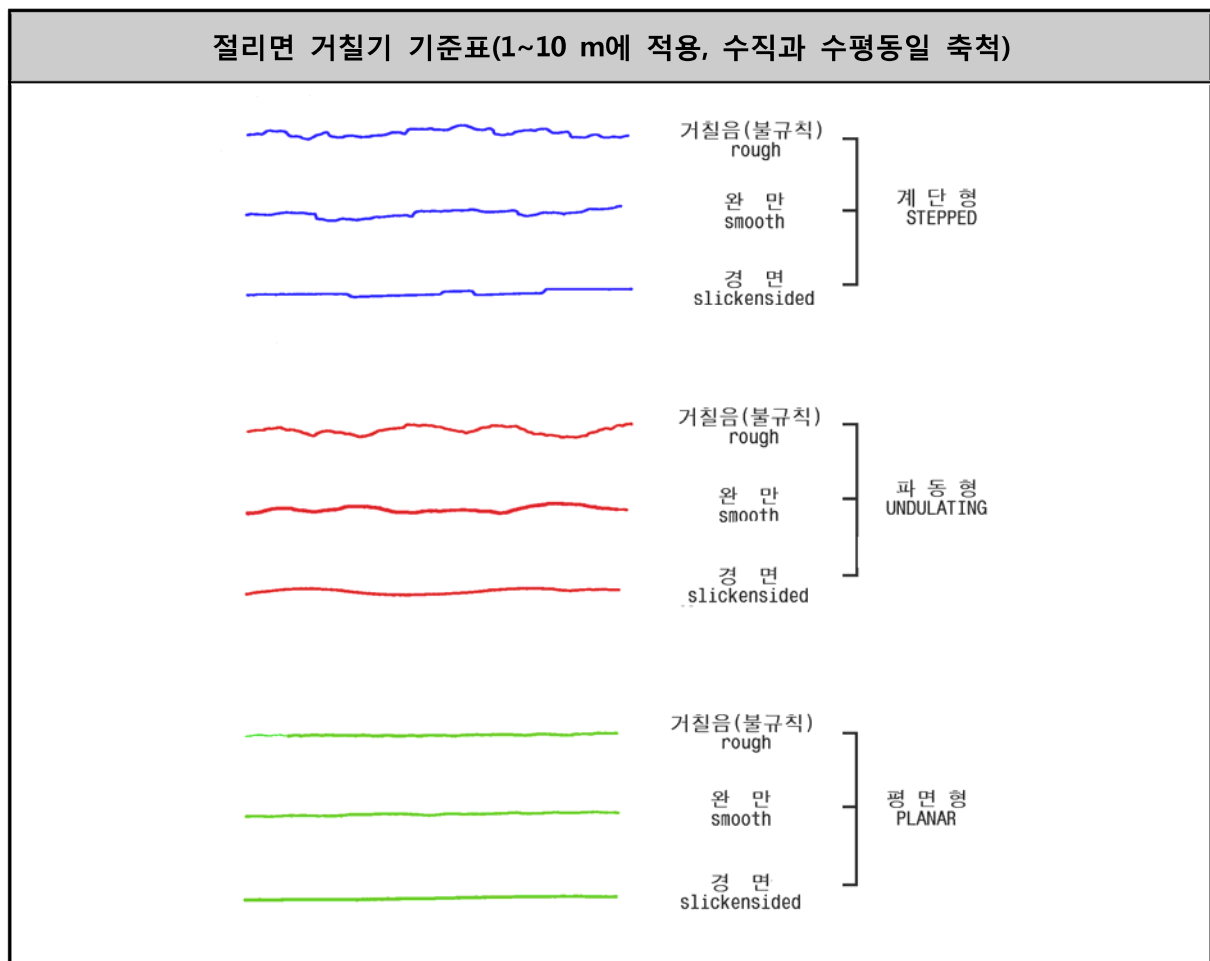
표 3-14. 풍화상태 분류

기호	표 현	설 명
D5	완전풍화 (Completely Weathered)	· 암석 전체가 완전풍화를 받아 흙으로 변화되었으나 모암의 원조직과 구조를 지니며, 간혹 풍화를 받지 않은 암편을 함유하는 상태
D4	심한풍화 (Highly Weathered)	· 암석 내부까지 풍화가 진행 중이며, 점토물질이 협재되어 있어 부분적으로 쉽게 부스러뜨릴 수 있는 상태
D3	보통풍화(Moderately Weathered)	· 전 암석 표면에서부터 풍화가 진행 중이며 색조는 변화했으나 손으로 부스러뜨릴 수 없는 상태
D2	약간풍화 (Slightly Weathered)	· 기반암 중에 발달된 불연속면을 따라 미약한 풍화작용이 시작되고 있으나 암석 자체에는 아무런 풍화작용이 일어나지 않은 상태
D1	신선(Fresh)	· 풍화작용의 흔적이 없는 상태

표 3-15. 강도(육안판정) 분류

기 호	표 현	설 명
S5	매우 약함 (Very Weak)	· 손가락 또는 엄지손가락의 압력으로 눌러 으스러지는 정도
S4	약함 (Weak)	· 함마로 눌러 으스러지는 정도
S3	보통 강함 (Moderately Strong)	· 1회의 약한 해머타격으로 쉽게 깨지며 모서리가 으스러지는 정도
S2	강함 (Strong)	· 1~2회의 강한 해머타격으로 깨지거나 모서리가 각이지는 정도
S1	매우 강함 (Very Strong)	· 여러 번의 강한 해머타격으로 패각상의 조각으로 깨지며 각이 날카로운 정도

표 3-16. 절리면의 거칠기 분류(ISRM)



4. 지질개요

4-1. 지형

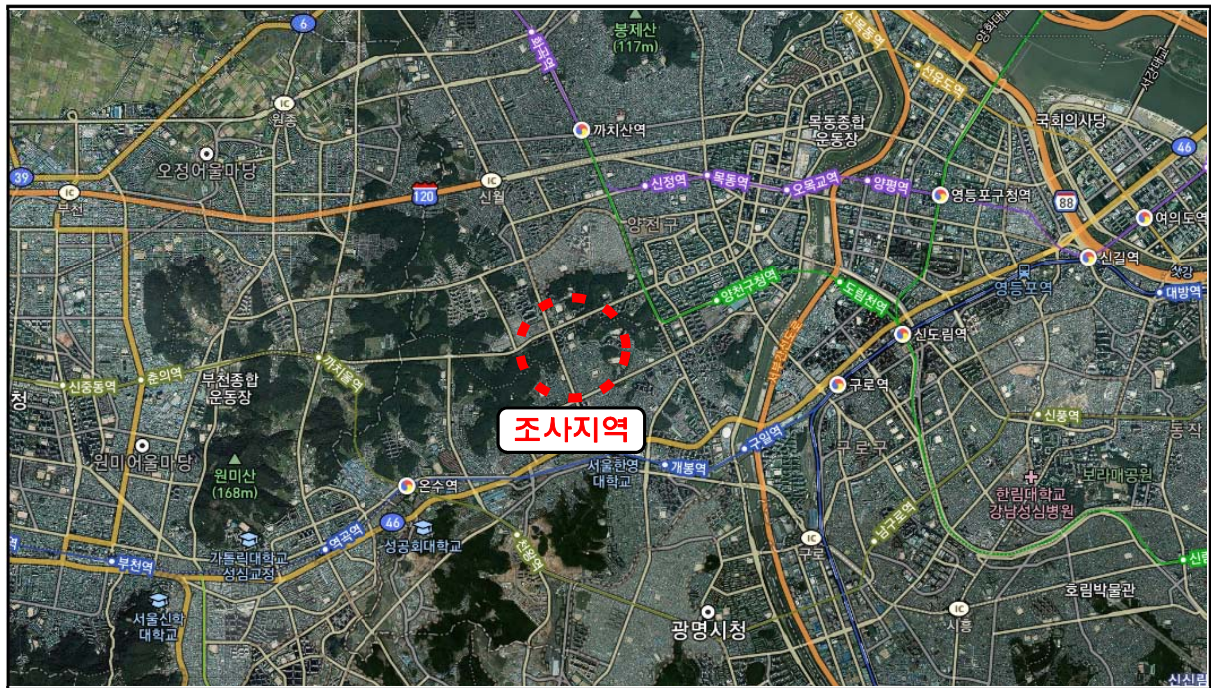
4-2. 지질개요

4. 지질개요

4-1. 지형

본 조사지역은 행정구역상 서울특별시 구로구 고척동 일대로 서울시의 남서쪽에 위치하고 있다. 조사지역 주변 산계를 살펴보면 조사지역 북쪽에 봉제산(▲117m), 남서쪽에 원미산(▲168m), 천왕산(▲144m), 북서쪽에 범바위산이 형성되어 있다.

이 지역의 주요 수계는 조사지역 동쪽에 안양천이 남북방향으로 흘러 한강에 유입되고 있다.



[그림 4-1. 조사지역의 산계 및 수계]

4-2. 지질개요

1) 지질개요

본 과업구간을 포함한 광역적인 지질은 주로 선캠브리아기의 편마암류와 이들을 관입한 중생대의 각종 화성암류로 대별할 수 있으며, 이들을 모두 부정합으로 덮고 있는 제4기의 충적층이 분포하고 있다.

이 지역에 분포하는 편마암류는 심한 변성작용을 받아 초기구조(Primary structure)를 별로 남기지 않고 수차에 걸친 변형 작용으로 구겨져 있어서 지질계통 수립에 많은 어려움이 있다.

이 지역에 분포하는 흑운모 화강암은 서울 부근에 분포하는 저반(Batholith)의 일부로서 대보 화강암의 연장부이다. 이것은 일명 서울 화강암이라 부르는 마그마 기원의 심성 관입암이다. 이 화강암체에 대한 절대 연령 측정이 몇 차례 이루어졌는데[N.Veder(1968), 김옥준(1971), 박병권(1973)], 대개 쥬라기에 관입하였음이 밝혀졌다.

2) 지질각론

① 호상 흑운모 편마암

이 편마암은 지형적으로 저지대를 이루면서 넓게 분포되어 있다. 이 편마암내에는 비록 소량이기는 하나 석회암, 석회규산염암, 규암등 퇴적암이 협재된다. 경기 편마암 복합체의 일부로서 이 편마암은 이 지역 내에서는 가장 고기의 것으로 기저를 이루고 있는 중생대의 화성암류에 의하여 관입되어 있다.

암상은 주로 흑운모로 이루어지는 암색대(Melasome)와 석영, 장석으로 되어 있는 명색대(Leucosome)로 이루어진 호상 구조를 나타내는 것이 특징이다. 명색대는 주로 화강암질 물질 주입호로 형성되어 있다.

② 화강암질 편마암

이 편마암은 주위의 호상 흑운모 편마암과는 조직 및 성분에서 거의 점변하는 양상을 가지며 후기의 암맥류들에 의해 곳곳에서 관입당하고 있다. 전술한 바와 같이 화강암질 편마암은 괴상으로 산출되나 엽리가 보이는 곳에서는 주위의 호상 흑운모 편마암과 조화적(Hamoniuous)으로 발달한다.

이 편마암의 입자는 중립 내지 조립질로서 입상 변정질 조직(Granoblastic texture)을 가지며 대체로 엽리의 발달이 불량하나 곳에 따라서는 희미한 엽리를 보이기도 한다.

화강암질 편마암은 어느곳에서나 자류석을 함유하고 있음이 특징이다. 자류석은 0.5~2mm정도의 크기를 가지나 1cm이상 되는 것도 있다.

이 편마암에 대한 현미경 관찰에 의하면 주 구성광물은 석영, 흑운모, 사장석이며 부성분 광물은 자류석, 백운모, 견운모, 녹염석, 규선석, 연니석, 불투명광물 등이다. 석영은 타형으로 파동소광을 하며 사장석은 대부분 경운모화 되었거나 반응하여 타광물로 되어 결정의 경계가 매우 불규칙한 타형을 이루고 있다.

③ 흑운모 화강암

흑운모 화강암은 본 지역 북동부 인수봉 일대에서 남산에 이르는 곳에 주로 분포하고 있다. 서울 북부의 이 화강암은 우리나라 중부에 대상으로 분포하는 큰 저반(Batholith)으로, 흔히 서울 화강암이라 불리는 것 중의 일부이다. 이 암석은 선 캄브리아기의 편마암류들을 관

입하고 있다. 이 화강암은 중립내지 조립질 입자를 가지면 괴상으로 등립상조직(Equigranular texture)을 가짐에 따라 화강암 지대 특유의 지형인 박리도움(Exfoliation dome)을 자주 형성한다. 육안적 관찰에 의하면 이 암석은 장석이 담홍색을 띠며 작동 부근을 제외하고는 비교적 흑운모의 양이 많지 않다.

흑운모 화강암에 대한 현미경 관찰에 의하면 주 구성광물은 석영, 사장석, 정장석, 미사장석 및 흑운모이며 부 성분광물은 고석, 백운모, 녹니석, 연회석, 스피, 각섬석, 휘석, 불투명광물 등이다.

④ 암맥류

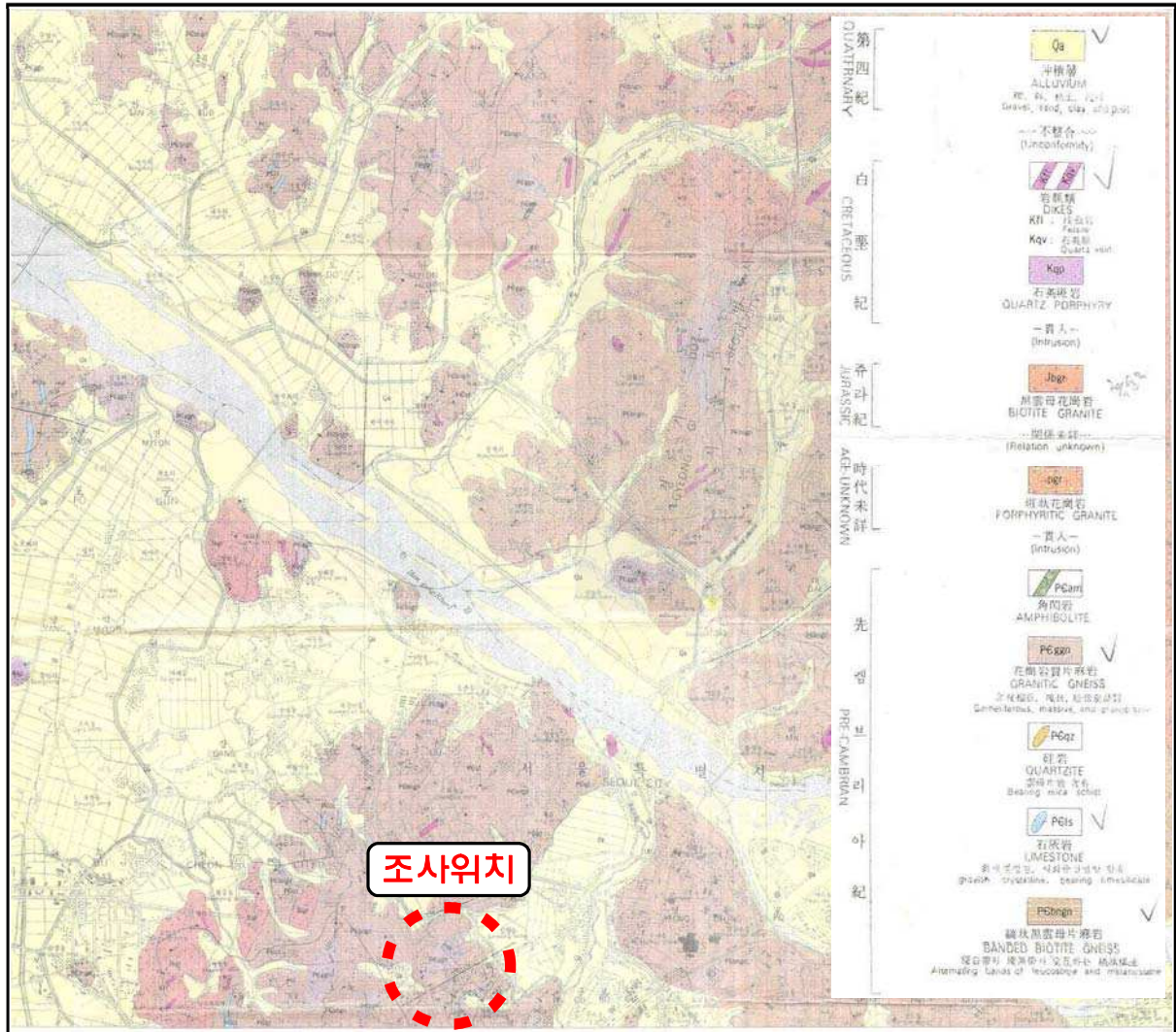
암맥류는 산성 암맥류로 석영맥과 규장암맥이며 그 외 흑운모 화강암 분포지 내에서는 반화강암도 산출된다. 이들은 서울도폭 지역내 도처에서 변성암류 및 심성 관입암류를 관입하고 있다.

⑤ 층적층

제4기 지층은 층적층으로서 나머지 다른 모든 암체를 부정합으로 피복하고 있다. 층적층은 이 지역에서 한강 주변과 김포평야 및 부평평야에 넓게 분포하며 역, 사, 점토 등으로 구성되며 아직 미고결 상태로 놓여 있다.

3) 지질구조

경기 편마암 복합체인 편마암류가 주로 분포되는 서울 도폭 지역은 오랜 지질시대를 거치는 동안 지각운동에 의하여 수차의 변형을 겪어왔다. 강한 변성작용에 의해 초생구조(Primary structure)는 모두 광물의 재배열 및 재결정에 의해 나타나지 않으며, 단지 현재의 가장 강한 엽리면(Foliation plane)을 생성시킨 시기 내지 그 이후의 변형작용에 관해서만 관찰될 수 있다. 중요한 구조적 요소는 습곡, 단층 및 절리, 관입들이다.



[그림 4-2. 지질도]

5. 조사 결과

5-1. 시추조사 결과

5-2. 지하수위 측정결과

5-3. 하향식 탄성파탐사(DHT)
결과

5. 조사 결과

5-1. 시추조사 결과

본 조사지역의 지층 구성상태는 지표에서부터 매립층, 퇴적층, 풍화대(토, 암), 기반암 순으로 분포하고 있다. 총 1공의 시추조사를 실시하였으며, 각 지층별 특징을 요약하면 다음과 같다.

표 5-1. 시추조사 결과

공 번	지 층	심 도 (GL, -m)	층 후 (m)	구성성분 및 상태	N값 (TCR/RQD)	비 고
NH-1	매립층	0.0~3.3	3.3	실트질 모래	14/30~17/30	
	퇴적층	3.3~5.5	2.2	실트질 모래	19/30~20/30	
	풍화토	5.5~19.4	13.9	실트질 모래	22/30~50/11	
	풍화암	19.4~23.2	3.8	굴진시 실트질 모래로 분해	50/8~50/5	
	연암	23.2~30.0	6.8	편마암의 연암	62.6% / 5.6%	23.2m~25.5m
			75.3% / 0.0%		25.5m~27.0m	
			88.3% / 10.6%		27.0m~30.0m	

표 5-2. 표준관입시험 결과

(회/cm)

공 번	표준관입시험(심도_m)												시험 횟수
	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	11.0	12.0	
	13.0	14.0	15.0	16.0	17.0	18.0	19.0	20.0	21.0	22.0	23.0	24.0	
NH-1	14/30	16/30	17/30	19/30	20/30	22/30	25/30	26/30	27/30	41/30	50/30	50/20	22회
	50/15	50/18	50/13	50/18	50/13	50/12	50/11	50/8	50/6	50/5	-	-	

① 매립층

본 층은 지표면 하에서 3.3m의 두께로 분포하고 있다. 토성은 실트질 모래로 구성되어 있고, 자갈 및 호박돌이 혼재되어 있으며, 표준관입시험에 의한 N치는 14/30~17/30(Blows/cm)로 보통 조밀(Medium dense)한 상대밀도를 나타내고 있다. 습윤도는 습윤(Moist) 상태를 보이며, 색조는 담갈색 및 암갈색을 보인다.

② 퇴적층

본 층은 지표면 하 3.3m에서 2.2m의 두께로 분포하고 있다. 토성은 실트질 모래로 구성되어 있으며, 표준관입시험에 의한 N치는 19/30~20/30(Blows/cm)로 보통 조밀(Medium dense)한 상대밀도를 나타내고 있다. 습윤도는 습윤(Moist) 상태를 보이며, 색조는 담갈색 및 암갈색을 보인다.

주) 풍화대층

오랜 기간동안 기반암이 기계적 및 화학적 풍화작용을 받아 입자간의 결합력을 상실하여 원위치에서 흙으로 변한 층으로 조사지역에 분포하고 있다. 본 층은 풍화진행정도에 따라 풍화토층, 그리고 암석조직의 분해는 완료되지 않았으나 암석내부까지 풍화가 진행되어 충격에 의하여 쉽게 흙으로 부서지는 풍화암층으로 구분된다.

풍화토층과 풍화암층의 구분은 한국도로공사 도로설계실무편람을 참조하면, 표준관입시험에 의한 N치에 근거하여 N치가 50/10 미만이면 풍화토층, 50/10 이상이면 풍화암층으로 구분.

③ 풍화토

본 층은 지표면 하 5.5m에서 13.9m의 두께로 분포하고 있다. 토성은 실트질 모래로 구성되어 있으며, 부분적으로 모암 조직이 잔존하고 있다. 풍화정도는 완전풍화(CW) 상태를 보이고 있다. 표준관입시험에 의한 N치는 22/30~50/11(Blows/cm)로 보통 조밀(Medium dense)~매우 조밀(Very dense)한 상대밀도를 나타내고 있다. 습윤도는 습윤(Moist) 상태를 보이며, 색조는 암갈색을 보인다.

④ 풍화암

본 층은 지표면 하 19.4m에서 3.8m의 두께로 분포하고 있다. 표준관입시험에 의한 N치는 50/8~50/5(Blows/cm)로 매우 조밀(Very dense)한 상대밀도를 나타내고 있다. 굴진 시 실트질 모래로 분해되며, 모암조직이 잔존하고 있으며, 풍화정도는 심한풍화(HW) 상태를 보인다. 습윤도는 습윤(Moist) 상태를 보이며, 색조는 암갈색을 보인다.

⑤ 연암

본 층은 지표면 하 23.2m에서 6.8m 이상의 두께로 분포하고 있다. 풍화정도는 약간 풍화(SW)~신선(F) 상태이며, 강도는 약함~강함을 보인다. 암질지수는 TCR : 62.6~88.3%, RQD : 0.0~10.6% 정도를 나타내고, 세편상~장주상 코어로 산출되었다. 색상은 담회색, 암회색 및 암갈색을 보인다.

5-2. 지하수위 측정결과

시추작업이 완료된 후 각 시추공별로 측정하였다. 본 조사부지의 지하수위는 지형, 지질 상태, 계절 및 우천이나 하상에 의한 영향이 매우 크므로 이를 고려하여 설계에 반영하여야 할 것으로 판단된다.

표 5-3. 지하수위 측정결과

공 번	지반표고	지 하 수 위		비 고
	EL (+)m	GL (-)m	EL (+)m	
NH-1	21.1	5.3	15.8	

지하수위를 측정한 결과, 지표면 하 5.3m에 분포하는 것으로 나타났다.

5-3. 하향식 탄성파탐사(DHT) 결과

1) 탐사 결과

표 5-4. NH-1번 공에서의 심도에 따른 탄성파 속도 및 동적 물성치

Depth (GL.-m)	지 층	탄성파 속도		동적 물성치				밀도 (t/m ³)	
		V _p (m/sec)	V _s (m/sec)	G _d (Kgf/cm ²)	E _d (Kgf/cm ²)	K _d (Kgf/cm ²)	v _d		
0.0~1.0	매립층	621	231	982	2,788	5,768	0.419	1.80	
1.0~2.0		659	248	1,133	3,212	6,460	0.417	1.80	
2.0~3.0		682	259	1,230	3,482	6,895	0.416	1.80	
3.0~4.0	퇴적층	739	287	1,602	4,520	8,455	0.411	1.90	
4.0~5.0		751	292	1,653	4,664	8,724	0.411	1.90	
5.0~6.0		786	315	1,926	5,408	9,396	0.404	1.90	
6.0~7.0	풍화토	802	328	2,081	5,827	9,693	0.400	1.90	
7.0~8.0		813	335	2,173	6,075	9,918	0.398	1.90	
8.0~9.0		836	346	2,325	6,492	10,455	0.396	1.90	
9.0~10.0		911	389	2,929	8,134	12,177	0.389	1.90	
10.0~11.0		979	425	3,502	9,693	13,929	0.384	1.90	
11.0~12.0		1,022	447	3,878	10,716	15,099	0.382	1.90	
12.0~13.0		1,068	471	4,306	11,877	16,389	0.379	1.90	
13.0~14.0		1,073	477	4,409	12,141	16,442	0.377	1.90	
14.0~15.0		1,121	501	4,871	13,397	17,872	0.375	1.90	
15.0~16.0		1,104	492	4,695	12,921	17,359	0.376	1.90	
16.0~17.0	풍화암	1,134	507	4,991	13,722	18,268	0.375	1.90	
17.0~18.0		1,144	515	5,141	14,117	18,526	0.373	1.90	
18.0~19.0		1,160	525	5,348	14,665	18,962	0.371	1.90	
19.0~20.0		1,181	540	5,950	16,277	20,514	0.368	2.00	
20.0~21.0		1,212	556	6,320	17,272	21,558	0.366	2.00	
21.0~22.0		1,236	569	6,618	18,072	22,358	0.365	2.00	
22.0~23.0		1,242	575	6,741	18,386	22,505	0.364	2.00	
23.0~24.0		연암	1,362	656	9,666	26,077	28,781	0.349	2.20
24.0~25.0			1,397	674	10,207	27,520	30,180	0.348	2.20
25.0~26.0			1,406	680	10,375	27,961	30,575	0.348	2.20
26.0~27.0	1,414		685	10,546	28,402	30,850	0.347	2.20	
27.0~28.0	1,443		700	10,993	29,600	32,087	0.346	2.20	
28.0~29.0	1,447		703	11,102	29,874	32,213	0.345	2.20	
29.0~30.0	1,453	707	11,228	30,201	32,456	0.345	2.20		

표 5-5. 구간속도와 구간주시

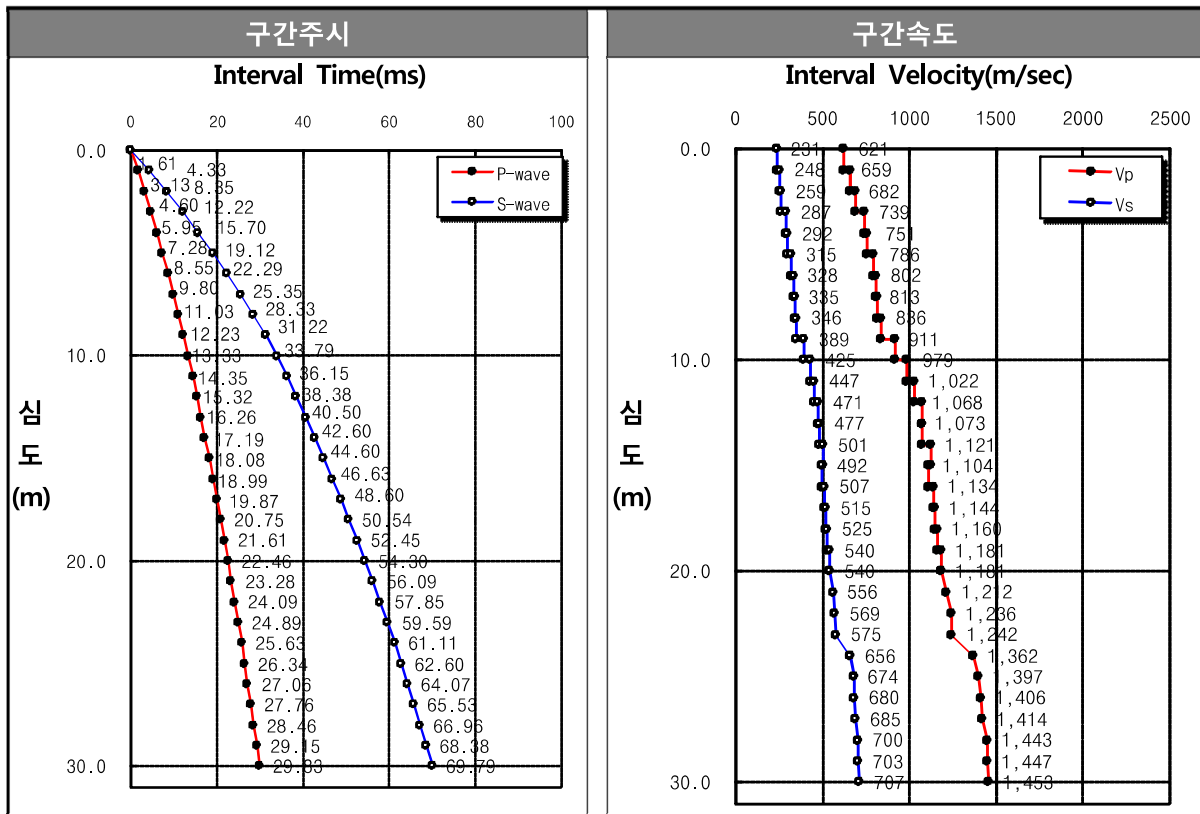


표 5-6. NH-1번 공의 지층에 따른 평균 동적 물성치

공 번	심도 (GL-m)	Soil/Rock Type	Vp (m/sec)	Vs (m/sec)	Dynamic Parameter			
					v_d	Gd (Kgf/cm ²)	Ed (Kgf/cm ²)	Kd (Kgf/cm ²)
NH-1	0.0 ~ 3.3	매립층	654	246	0.417	1,115	3,160	6,374
	3.3 ~ 5.5	퇴적층	758	298	0.409	1,727	4,864	8,858
	5.5 ~ 19.4	풍화토	997	434	0.384	3,755	10,370	14,606
	19.4 ~ 23.2	풍화암	1,218	560	0.366	6,407	17,502	21,734
	23.2 ~ 30.0	연암	1,418	687	0.347	10,588	28,519	31,020

- 매립층의 평균 Vp(P파속도)는 654m/sec, 평균 Vs(S파속도)는 246m/sec의 분포를 보이며, v_d (동포와송비)는 0.417의 분포를 보임.
- 매립층의 지반동적물성치중 평균 Gd는 1,115Kgf/cm², 평균 Ed는 3,160Kgf/cm², 평균 Kd는 6,374Kgf/cm²의 분포를 보임.
- 퇴적층의 평균 Vp(P파속도)는 758m/sec, 평균 Vs(S파속도)는 298m/sec의 분포를 보이며, v_d (동포와송비)는 0.409의 분포를 보임.

- 퇴적층의 지반동적물성치중 평균 Gd는 1,727Kgf/cm², 평균 Ed는 4,864Kgf/cm², 평균 Kd는 8,858Kgf/cm²의 분포를 보임.
- 풍화토의 평균 Vp(P파속도)는 997m/sec, 평균 Vs(S파속도)는 434m/sec의 분포를 보이며, v_d(동포와송비)는 0.384의 분포를 보임.
- 풍화토의 지반동적물성치중 평균 Gd는 3,755Kgf/cm², 평균 Ed는 10,370Kgf/cm², 평균 Kd는 14,606Kgf/cm²의 분포를 보임.
- 풍화암의 평균 Vp(P파속도)는 1,218m/sec, 평균 Vs(S파속도)는 560m/sec의 분포를 보이며, v_d(동포와송비)는 0.366의 분포를 보임.
- 풍화암의 지반동적물성치중 평균 Gd는 6,407Kgf/cm², 평균 Ed는 17,502Kgf/cm², 평균 Kd는 21,734Kgf/cm²의 분포를 보임.
- 연암의 평균 Vp(P파속도)는 1,418m/sec, 평균 Vs(S파속도)는 687m/sec의 분포를 보이며, v_d(동포와송비)는 0.347의 분포를 보임.
- 연암의 지반동적물성치중 평균 Gd는 10,588Kgf/cm², 평균 Ed는 28,519Kgf/cm², 평균 Kd는 31,020Kgf/cm²의 분포를 보임.

2) 결과 요약

본 시험은 하향식 공내 탄성파 탐사를 NH-1번 시추공에서 실시하여 전단탄성파(Vs)의 속도를 산출하였다. 시추공의 전단탄성파(Vs)의 평균속도는 아래 표와 같다.

표 5-7. 전단탄성파 결과

공 번	시추심도(m)	지반등급 고려 심도(m)	평균 지반 특성 전단탄성파속도(m/sec)	지반등급	지반종류의 호칭
NH-1	30.0	0.0 ~ 30.0	430	Sc	매우조밀한 토사 또는 연암 지반

주) NH-1번 시추공의 하향식 탄성파 탐사 결과임.

각 시험구간별 전단파속도의 결과는 [표 5-4. ~ 표 5-6. 하향식 탄성파탐사(DHT) 결과]에 나타내었고, 전단탄성파속도(Vs)는 760m/s 이상까지의 값을 평균내어 사용하였다.

6. 결 론

6. 결 론

6. 결 론

본 조사는 [오류중학교(교사동) 내진성능평가 용역] 중 지질조사로서 시추조사, 표준관입시험, 현장시험을 실시하였다. 이들 자료를 정리하여 분석 검토한 결과를 요약하면 다음과 같다.

1) 조사결과 지층분포상태는 다음과 같다.

공 번	Soil & Geology(m)					비고
	매립층	퇴적층	풍화대		기반암	
	실트질 모래	실트질 모래	풍화토	풍화암	연암	
NH-1	0.0~3.3	3.3~5.5	5.5~19.4	19.4~23.2	23.2~30.0	

2) 표준관입시험에 의한 지층별 N치 및 기반암의 암질지수는 다음과 같다.

- ① 매립층의 표준관입시험에 의한 N치는 14/30~17/30(Blows/cm)로 보통 조밀(Medium dense)한 상대밀도를 나타내고 있다.
- ② 퇴적층의 표준관입시험에 의한 N치는 19/30~20/30(Blows/cm)로 보통 조밀(Medium dense)한 상대밀도를 나타내고 있다.
- ③ 풍화토의 표준관입시험에 의한 N치는 22/30~50/11(Blows/cm)로 보통 조밀(Medium dense)~매우 조밀(Very dense)한 상대밀도를 나타내고, 풍화암은 50/8~50/5(Blows/cm)로 매우 조밀(Very dense)한 상대밀도를 나타내고 있다.
- ④ 연암의 암질지수는 TCR : 62.6~88.3%, RQD : 0.0~10.6% 정도를 나타낸다.

3) 지하수위를 측정한 결과, 지표면 하 5.3m에 분포하는 것으로 나타났다.

4) 본 조사구간에서 하향식 공내 탄성파 탐사를 NH-1번 시추공에서 실시하여 전단탄성파(Vs)의 속도를 산출하였다. 시추공의 전단탄성파(Vs)의 평균속도는 아래 표와 같다.

공 번	시추심도(m)	지반등급 고려 심도(m)	평균 지반 특성 전단탄성파속도(m/sec)	지반등급	지반종류의 호칭
NH-1	30.0	0.0 ~ 30.0	430	Sc	매우조밀한 토사 또는 연암 지반

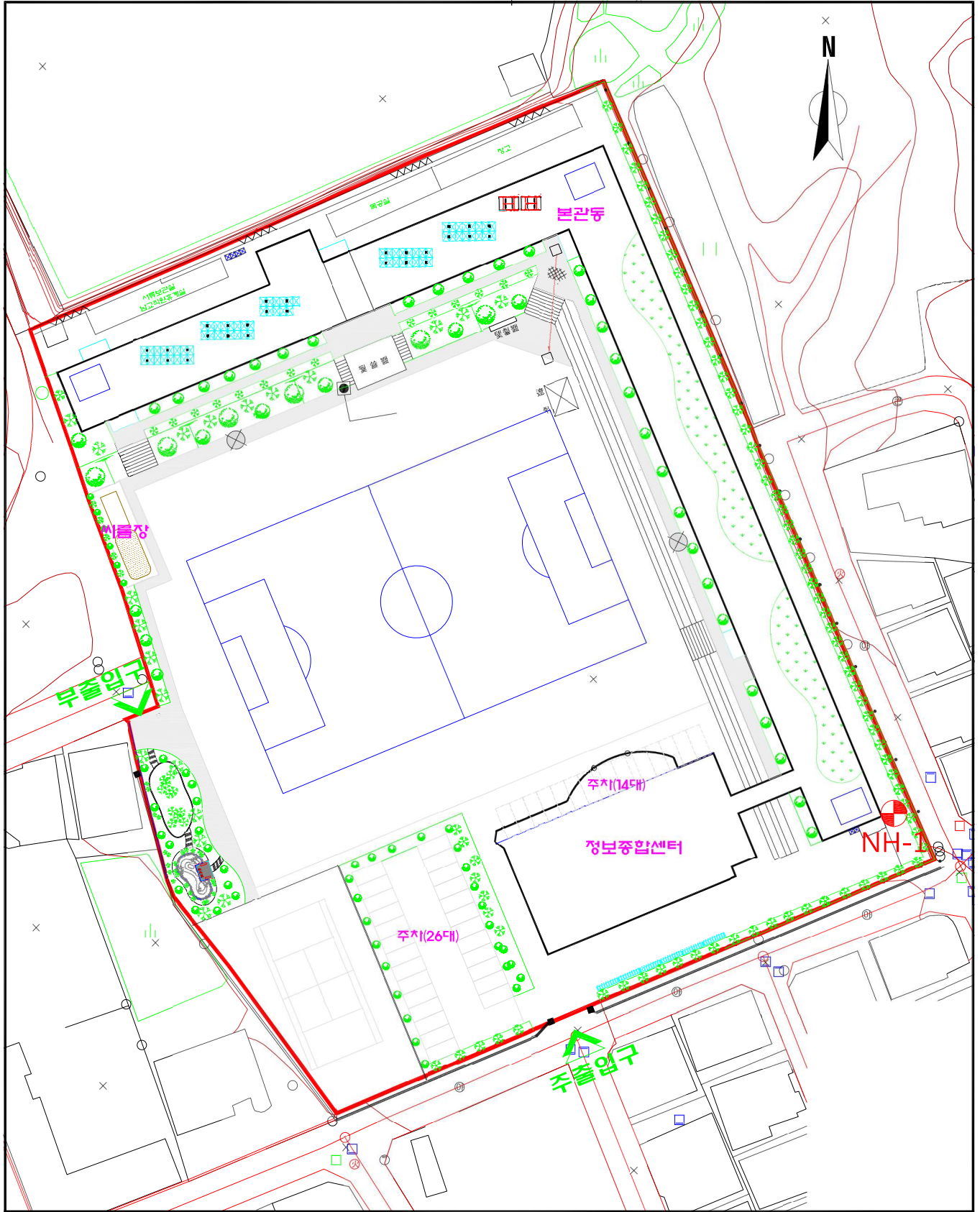
주) NH-1번 시추공의 하향식 탄성파 탐사 결과임.

< 부 록 >

1. 시추 위치도
2. 시추 주상도
3. 지층 단면도
4. 사진 대지

부 록 1

시추 위치도



오류중학교 내진성능평가 용역 중 지질조사

시추위치도

부 록 2

시추 주상도

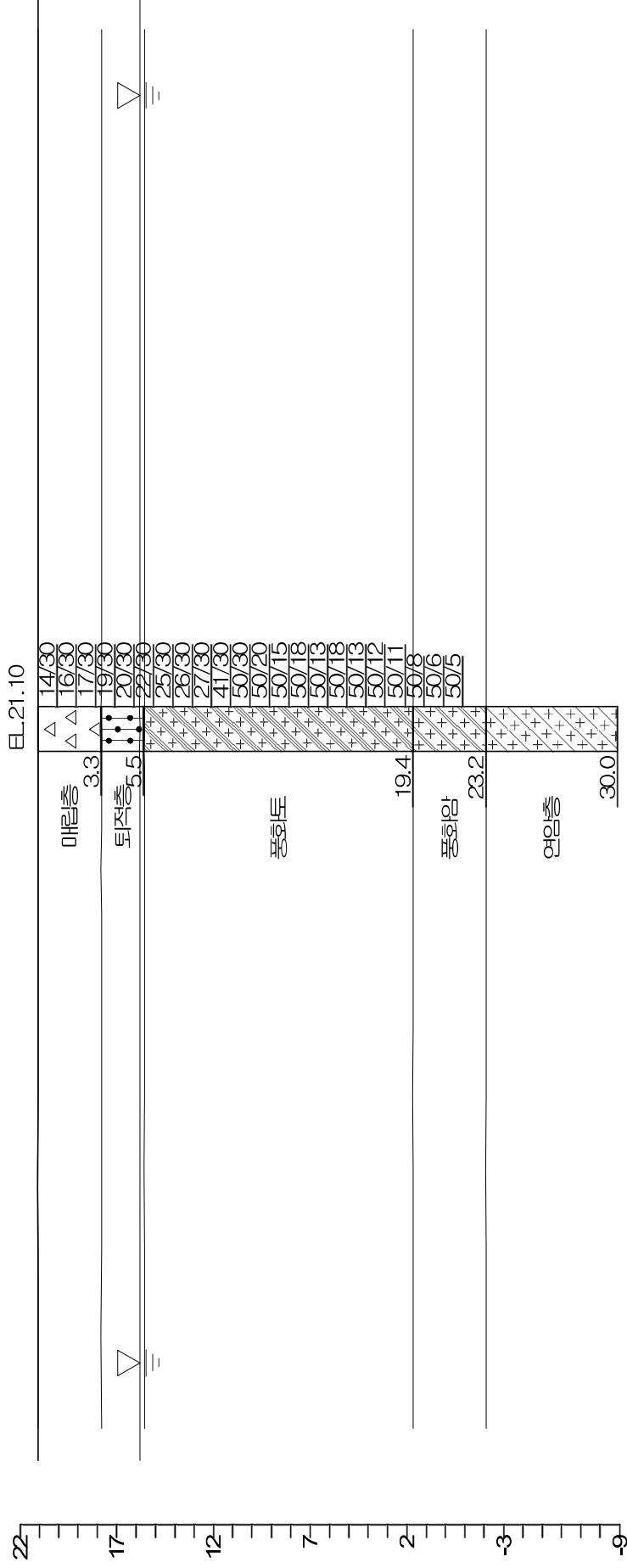
부 록 3

지층 단면도

지층 단면도

FREE SCALE

NF-1



범례	△ △ △	▲ ▲ ▲	⋮ ⋮ ⋮	⊕ ⊕ ⊕	⊕ ⊕ ⊕
매립층	△ △ △	▲ ▲ ▲	⋮ ⋮ ⋮	⊕ ⊕ ⊕	⊕ ⊕ ⊕
연암층	⊕ ⊕ ⊕	⊕ ⊕ ⊕	⊕ ⊕ ⊕	⊕ ⊕ ⊕	⊕ ⊕ ⊕
퇴적층	⊕ ⊕ ⊕	⊕ ⊕ ⊕	⊕ ⊕ ⊕	⊕ ⊕ ⊕	⊕ ⊕ ⊕
풍회토	⊕ ⊕ ⊕	⊕ ⊕ ⊕	⊕ ⊕ ⊕	⊕ ⊕ ⊕	⊕ ⊕ ⊕

부 록 4

사진 대지

사 진 대 지 (BORING)

SHEET 1

<p>공 번 ; NH-1</p>	<p>공 번 ; NH-1</p>																				
<p>공 종 ; 시추전경(원경)</p>	<p>공 종 ; 시추전경(근경)</p>																				
 <table border="1" data-bbox="185 728 319 846"> <tr><td>공사명</td><td>오류중학교 내진 성능평가 용역</td></tr> <tr><td>공 종</td><td>지반조사</td></tr> <tr><td>위 치</td><td>NH-1</td></tr> <tr><td>내 용</td><td>시추전경</td></tr> <tr><td>일 자</td><td>2019.06.</td></tr> </table>	공사명	오류중학교 내진 성능평가 용역	공 종	지반조사	위 치	NH-1	내 용	시추전경	일 자	2019.06.	 <table border="1" data-bbox="794 728 928 846"> <tr><td>공사명</td><td>오류중학교 내진 성능평가 용역</td></tr> <tr><td>공 종</td><td>지반조사</td></tr> <tr><td>위 치</td><td>NH-1</td></tr> <tr><td>내 용</td><td>시추전경</td></tr> <tr><td>일 자</td><td>2019.06.</td></tr> </table>	공사명	오류중학교 내진 성능평가 용역	공 종	지반조사	위 치	NH-1	내 용	시추전경	일 자	2019.06.
공사명	오류중학교 내진 성능평가 용역																				
공 종	지반조사																				
위 치	NH-1																				
내 용	시추전경																				
일 자	2019.06.																				
공사명	오류중학교 내진 성능평가 용역																				
공 종	지반조사																				
위 치	NH-1																				
내 용	시추전경																				
일 자	2019.06.																				
<p>공 번 ; NH-1</p>	<p>공 번 ; NH-1</p>																				
<p>공 종 ; 표준관입시험</p>	<p>공 종 ; 표준관입시험 시료</p>																				
 <table border="1" data-bbox="185 1323 319 1442"> <tr><td>공사명</td><td>오류중학교 내진 성능평가 용역</td></tr> <tr><td>공 종</td><td>지반조사</td></tr> <tr><td>위 치</td><td>NH-1</td></tr> <tr><td>내 용</td><td>표준관입시험</td></tr> <tr><td>일 자</td><td>2019.06.</td></tr> </table>	공사명	오류중학교 내진 성능평가 용역	공 종	지반조사	위 치	NH-1	내 용	표준관입시험	일 자	2019.06.	 <table border="1" data-bbox="794 1323 928 1442"> <tr><td>공사명</td><td>오류중학교 내진 성능평가 용역</td></tr> <tr><td>공 종</td><td>지반조사</td></tr> <tr><td>위 치</td><td>NH-1</td></tr> <tr><td>내 용</td><td>표준관입시험 시료</td></tr> <tr><td>일 자</td><td>2019.06.</td></tr> </table>	공사명	오류중학교 내진 성능평가 용역	공 종	지반조사	위 치	NH-1	내 용	표준관입시험 시료	일 자	2019.06.
공사명	오류중학교 내진 성능평가 용역																				
공 종	지반조사																				
위 치	NH-1																				
내 용	표준관입시험																				
일 자	2019.06.																				
공사명	오류중학교 내진 성능평가 용역																				
공 종	지반조사																				
위 치	NH-1																				
내 용	표준관입시험 시료																				
일 자	2019.06.																				
<p>공 번 ; NH-1</p>	<p>공 번 ; NH-1</p>																				
<p>공 종 ; 코어시료</p>	<p>공 종 ; 폐공전</p>																				
 <table border="1" data-bbox="185 1942 319 2051"> <tr><td>공사명</td><td>오류중학교 내진 성능평가 용역</td></tr> <tr><td>공 종</td><td>지반조사</td></tr> <tr><td>위 치</td><td>NH-1</td></tr> <tr><td>내 용</td><td>코어 시료</td></tr> <tr><td>일 자</td><td>2019.06.</td></tr> </table>	공사명	오류중학교 내진 성능평가 용역	공 종	지반조사	위 치	NH-1	내 용	코어 시료	일 자	2019.06.	 <table border="1" data-bbox="794 1942 928 2051"> <tr><td>공사명</td><td>오류중학교 내진 성능평가 용역</td></tr> <tr><td>공 종</td><td>지반조사</td></tr> <tr><td>위 치</td><td>NH-1</td></tr> <tr><td>내 용</td><td>폐공전</td></tr> <tr><td>일 자</td><td>2019.06.</td></tr> </table>	공사명	오류중학교 내진 성능평가 용역	공 종	지반조사	위 치	NH-1	내 용	폐공전	일 자	2019.06.
공사명	오류중학교 내진 성능평가 용역																				
공 종	지반조사																				
위 치	NH-1																				
내 용	코어 시료																				
일 자	2019.06.																				
공사명	오류중학교 내진 성능평가 용역																				
공 종	지반조사																				
위 치	NH-1																				
내 용	폐공전																				
일 자	2019.06.																				

사 진 대 지 (BORING)

공 번 ; NH-1	공 번 ; NH-1																				
공 종 ; 폐공중(1)	공 종 ; 폐공중(2)																				
 <table border="1" data-bbox="193 734 320 846"> <tr><td>공사명</td><td>오류중학교 내진 성능평가 용역</td></tr> <tr><td>공 종</td><td>지반조사</td></tr> <tr><td>위 치</td><td>NH-1</td></tr> <tr><td>내 용</td><td>폐공중</td></tr> <tr><td>일 자</td><td>2019.06.</td></tr> </table>	공사명	오류중학교 내진 성능평가 용역	공 종	지반조사	위 치	NH-1	내 용	폐공중	일 자	2019.06.	 <table border="1" data-bbox="802 734 930 846"> <tr><td>공사명</td><td>오류중학교 내진 성능평가 용역</td></tr> <tr><td>공 종</td><td>지반조사</td></tr> <tr><td>위 치</td><td>NH-1</td></tr> <tr><td>내 용</td><td>폐공중</td></tr> <tr><td>일 자</td><td>2019.06.</td></tr> </table>	공사명	오류중학교 내진 성능평가 용역	공 종	지반조사	위 치	NH-1	내 용	폐공중	일 자	2019.06.
공사명	오류중학교 내진 성능평가 용역																				
공 종	지반조사																				
위 치	NH-1																				
내 용	폐공중																				
일 자	2019.06.																				
공사명	오류중학교 내진 성능평가 용역																				
공 종	지반조사																				
위 치	NH-1																				
내 용	폐공중																				
일 자	2019.06.																				
공 번 ; NH-1	공 번 ; NH-1																				
공 종 ; 폐공후	공 종 ; 하향식탄성파탐사(DHT)																				
 <table border="1" data-bbox="193 1330 320 1442"> <tr><td>공사명</td><td>오류중학교 내진 성능평가 용역</td></tr> <tr><td>공 종</td><td>지반조사</td></tr> <tr><td>위 치</td><td>NH-1</td></tr> <tr><td>내 용</td><td>폐공후</td></tr> <tr><td>일 자</td><td>2019.06.</td></tr> </table>	공사명	오류중학교 내진 성능평가 용역	공 종	지반조사	위 치	NH-1	내 용	폐공후	일 자	2019.06.	 <table border="1" data-bbox="802 1330 962 1442"> <tr><td>공사명</td><td>오류중학교 내진 성능평가 용역</td></tr> <tr><td>공 종</td><td>지반조사</td></tr> <tr><td>위 치</td><td>NH-1</td></tr> <tr><td>내 용</td><td>하향식탄성파탐사(DHT)</td></tr> <tr><td>일 자</td><td>2019.06.</td></tr> </table>	공사명	오류중학교 내진 성능평가 용역	공 종	지반조사	위 치	NH-1	내 용	하향식탄성파탐사(DHT)	일 자	2019.06.
공사명	오류중학교 내진 성능평가 용역																				
공 종	지반조사																				
위 치	NH-1																				
내 용	폐공후																				
일 자	2019.06.																				
공사명	오류중학교 내진 성능평가 용역																				
공 종	지반조사																				
위 치	NH-1																				
내 용	하향식탄성파탐사(DHT)																				
일 자	2019.06.																				
공 번 ; NH-1																					
공 종 ; 하향식탄성파탐사(DHT)																					
 <table border="1" data-bbox="193 1935 352 2051"> <tr><td>공사명</td><td>오류중학교 내진 성능평가 용역</td></tr> <tr><td>공 종</td><td>지반조사</td></tr> <tr><td>위 치</td><td>NH-1</td></tr> <tr><td>내 용</td><td>하향식탄성파탐사(DHT)</td></tr> <tr><td>일 자</td><td>2019.06.</td></tr> </table>	공사명	오류중학교 내진 성능평가 용역	공 종	지반조사	위 치	NH-1	내 용	하향식탄성파탐사(DHT)	일 자	2019.06.											
공사명	오류중학교 내진 성능평가 용역																				
공 종	지반조사																				
위 치	NH-1																				
내 용	하향식탄성파탐사(DHT)																				
일 자	2019.06.																				

사 진 대 지 (BORING)

SHEET 3

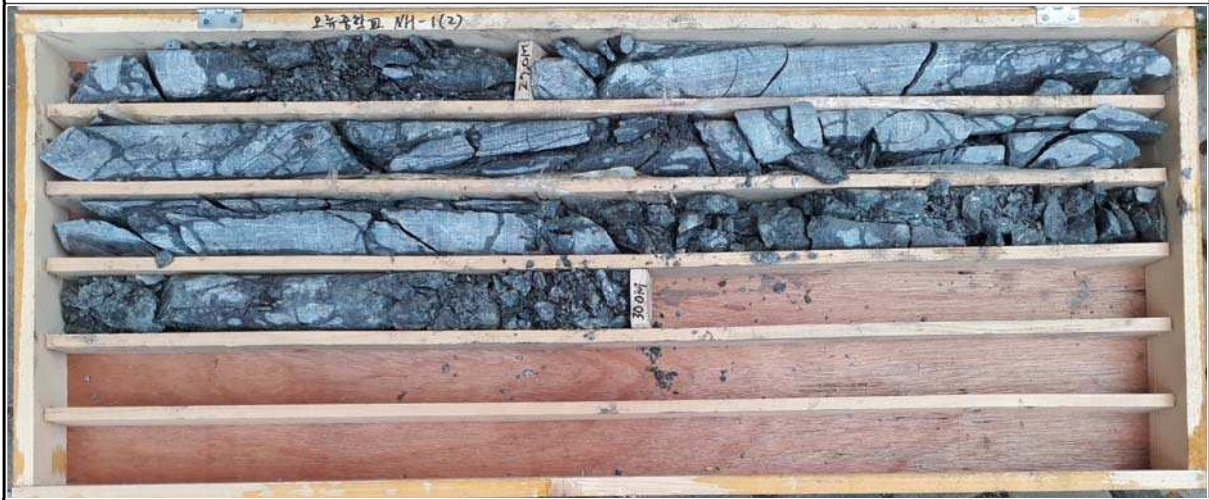
공 번 ; NH-1

공 종 ; 시료상자(1)



공 번 ; NH-1

공 종 ; 시료상자(2)



(주) 동양지반

DONG YANG GEO-TECHNICAL CO., LTD.

엔지니어링사업자 신고번호 제E-9-2141호
건설기술 용역업 등록번호 경기 1-3-20호
경기도 평택시 서탄면 서탄로 470-16
TEL:02)3452-3942 FAX:02)3452-3943