

Halla 주|한리 귀중

서울대 시흥 스마트캠퍼스 M1블럭
지 반 조 사 보 고 서

2019. 12.



지 에스 이 앤 씨(주)
G.S. Engineering & Construction Co., Ltd.



지 에스 이 엔 씨(주)

G.S. Engineering & Construction Co., Ltd.
Tel 02-525-3933 Fax 02-525-3132
gsenc@chol.com www.gsenc.co.kr

JOB NO. SI-92416
2019. 12. 14.

수신 : **Halla** 주 | 한리 대표이사 귀하

제목 : 서울대 시흥 스마트캠퍼스 M1블럭 지반조사 보고서

서울대 시흥 스마트캠퍼스 M1블럭 지반조사 업무를 과업 지시서에 의거
완료하고 그 결과를 종합하여 본 보고서로 제출합니다.

서울특별시 서초구 효령로2길 9, 3층

지 에스 이 엔 씨 (주)

대표이사 채수근

용역수행자 채수근 / 공학박사
토질 및 기초기술사

부사장(연구소장) 박정호

상무(기술사) 류경렬

부장 김준호



[www. gsenc. co. kr](http://www.gsenc.co.kr)

- 목 차 -

제1장 조사 개요	1
1.1 조사명	1
1.2 조사 목적	1
1.3 조사 위치	1
1.4 조사 범위	2
1.5 조사 기간	2
1.6 조사 장비	2
제2장 조사 내용 및 방법	3
2.1 시추공 위치 선정	3
2.2 시추조사 및 표준관입시험	5
2.3 현장 투수시험	6
2.4 공내 지하수위 측정	6
2.5 하향식 탄성파탐사	6
2.6 실내 토질시험	7
2.7 지하수 및 토양 화학분석	7
제3장 지층 개요 및 특성	8
3.1 지형 및 지질 특성	8
3.2 지층 개요	9
3.3 지층 특성	18
제4장 현장 및 실내시험 성과	20
4.1 현장 투수시험 결과	20
4.2 지하수위 측정 결과	20
4.3 하향식 탄성파탐사 결과	22
4.4 실내 토질시험 결과	29

4.5 지하수 및 토양 화학분석 결과	30
제5장 기초형식 검토	33
5.1 기초형식 개요	33
5.2 기초형식 분류	33
5.3 기초지반의 허용지내력 제안	35
제6장 결 론	39
6.1 지층 개요 및 특성	39
6.2 현장 및 실내시험 결과	39
6.3 허용지내력 및 기초형식 제안	40
참고문헌	41
제7장 부 록	42
7.1 시추공 배치도	
7.2 지층단면도	
7.3 등고선도	
7.4 흙의 공학적 분류방법 및 기재방법	
7.5 암석과 암반의 분류방법 및 기재방법	
7.6 시추주상도에 사용한 기호 및 시추주상도	
7.7 현장 투수시험 성과	
7.8 하향식 탄성파탐사 성과	
7.9 실내 토질시험 성과	
7.10 지하수 및 토양 화학분석 성과	
7.11 시료사진	

제 1 장 조사 개요

1.1 조사명

1.2 조사 목적

1.3 조사 위치

1.4 조사 범위

1.5 조사 기간

1.6 조사 장비

제 1 장 조사 개요

1.1 조사명

서울대 시흥 스마트캠퍼스 M1블럭 지반조사

1.2 조사 목적

본 조사는 「서울대 시흥 스마트캠퍼스 M1블럭」 신축부지 기초지반의 성층상태 및 기초공학적인 지반특성을 파악하여 건축물 기초지반의 허용지내력을 추정하고, 그 결과에 따라 기초공법을 검토할 목적으로 실시하였다.

이러한 목적을 위하여 18개소에 시추조사와 동시에 표준관입시험(standard penetration test), 현장 투수시험(falling head method), 공내 지하수위 측정, 하향식 탄성파탐사(down hole test)를 실시하였다. 또한, 연약 점성토지반에서 자연시료를 채취하여 물성시험과 역학시험을 실시하였으며, 시추조사할 때 채취한 지하수와 교란시료를 지하수 및 토양 화학성분시험을 실시하였다.

1.3 조사 위치

경기도 시흥시 정왕동 2554번지 (시흥 배곧신도시 특별계획구역 M1 블럭)



1.4 조사 범위

구 분		수 량	비 고
시추조사 및 현장시험	시추조사	18개소	NX규격
	표준관입시험	852회	
	현장 투수시험	9회	
	공내 지하수위 측정	18개소	
	하향식 탄성파탐사	3회	
실 내 시 험	토질시험	1식	
	지하수 및 토양 화학분석	3개소	

1.5 조사 기간

구 분	조 사 기 간	비 고
유관기관 협의	2019년 11월 01일	
시추조사 및 현장시험	2019년 11월 12일 ~ 2019년 11월 27일	
실내시험	2019년 11월 20일 ~ 2019년 12월 13일	
성과분석 및 보고서작성	2019년 11월 27일 ~ 2019년 12월 14일	

1.6 조사 장비

구 분	조 사 장 비	수 량	
시추조사 및 현장시험	시추조사	유압식 회전시추기	1대
	표준관입시험	KS F 2307 규정에 의한 split barrel sampler	1대
	현장 투수시험	투수시험 기구	1조
	공내 지하수위 측정	지하수위계	1조
	하향식 탄성파탐사	McSeis SX (OYO, Japan)	1조
실 내 시 험	토질시험	토질 시험기	1식
	자연시료 토질시험	수질 및 토양 오염 공정시험기	1식

제 2 장 조사 내용 및 방법

2.1 시추공 위치 선정

2.2 시추조사 및 표준관입시험

2.3 현장 투수시험

2.4 공내 지하수위 측정

2.5 하향식 탄성파탐사

2.6 실내 토질시험

2.7 지하수 및 토양 화학분석

제2장 조사 내용 및 방법

2.1 시추공 위치 선정

시추공은 과업지시서에 따라 시추조사가 가능한 위치 18개소를 선정하여 지반조사를 수행하였다.

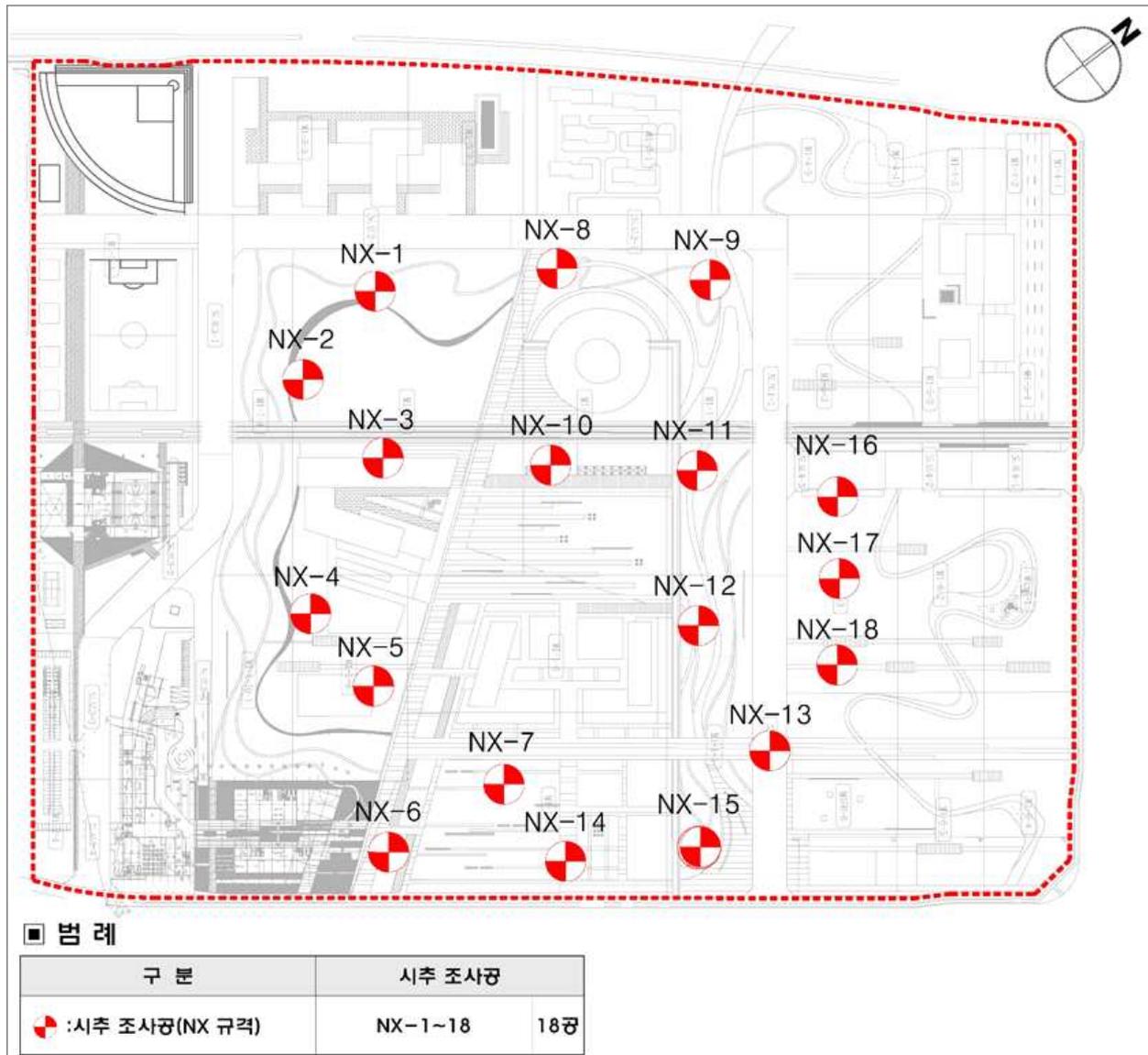


그림 2.1 시추공 배치도

표 2.1 시추공 지반고

시추공 번호	지반고(EL.+m)	비 고
NX-1	11.46	
NX-2	12.13	
NX-3	11.94	
NX-4	11.44	
NX-5	11.98	
NX-6	12.34	
NX-7	11.71	
NX-8	9.91	
NX-9	9.47	
NX-10	10.25	
NX-11	10.18	
NX-12	11.48	
NX-13	9.59	
NX-14	12.08	
NX-15	11.65	
NX-16	10.73	
NX-17	9.73	
NX-18	10.33	

2.2 시추조사 및 표준관입시험

시추조사는 시추공 배치도에 표시된 바와 같이 18개소 시추지점에서 지층의 수직분포 상태와 지반 특성을 파악하기 위해 실시하였다.

시추조사는 회전수세식(rotary wash type) 유압시추기를 사용하였으며, NX규격($\varnothing 76\text{mm}$)으로 시행하였다. 시추조사시 채취된 토질시료는 시추공 번호, 지층명 및 두께, 심도, 색상 등을 시추주상도에 기록하여 시료상자에 보관하였다. 채취된 암석 core는 육안관찰에 의하여 절리 상태, 코어회수율(TCR), 암질지수(RQD) 등을 시추주상도에 기록하였다.

표준관입시험은 시추조사와 병행하여 실시하였으며 한국산업규격(KS F 2307)에 규정된 방법에 따라 토층이 변화되거나 동일 지층이라도 1m 간격으로 연속성 있게 실시하였으며 표준관입시험 결과는 시추주상도에 기록하였다.

한편 N치는 $63.5 \pm 0.5\text{kg}$ 의 해머를 $76 \pm 1\text{cm}$ 높이에서 자유낙하시켜 관입시험용 sampler를 지반에 30cm 관입시키는데 필요한 타격회수를 말하며, 시험은 15cm의 예비타와 15, 15cm의 본 타로 나누어 실시하였다. N값은 예비타를 제외한 본 타의 값으로 하였다.

지층이 매우 조밀하여 50회를 타격하여도 30cm이상 관입되지 않을 경우에는 50회 타격시 관입량을 측정하여 시추주상도에 기록하고 시험을 종료하였다.

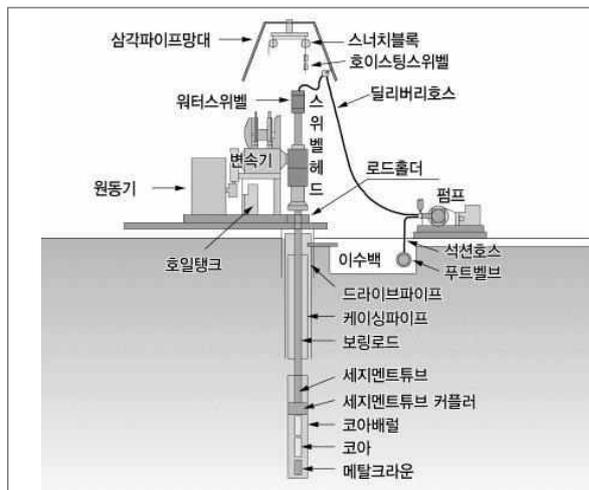


그림 2.2 시추조사 모식도

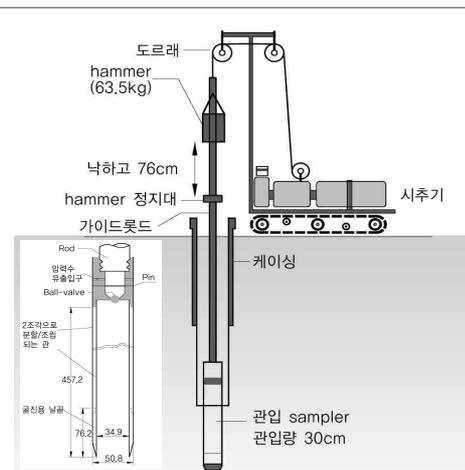


그림 2.3 표준관입시험 모식도

2.3 현장 투수시험

본 조사지역에 분포되어 있는 지층의 투수성을 파악하기 위하여 시추조사와 병행하여 falling head method(Bowles, 1973 ; Hubbert, 1956)를 적용하여 현장 투수시험을 실시하였다. 그리고 식(2.1)을 이용하여 투수계수를 산정하였다.

$$k = \frac{R^2}{2L(t_2 - t_1)} \ln\left(\frac{L}{R}\right) \ln\left(\frac{H_0}{H_t}\right) \quad (2.1)$$

여기서, k : 투수계수 (cm/sec)

R : 시추공의 반경 (cm), t : 경과시간 (sec)

H_0 : t_1 시간에서의 공내수위와 자연지하수위와의 차(cm)

H_t : t_2 시간에서의 공내수위와 자연지하수위와의 차(cm)

2.4 공내 지하수위 측정

모든 시추공에서 지하수위 측정은 시추작업 종료 후 1차적으로 실시하였으며, 가능한 시추공에서 시추작업 후 24시간 단위로 최대 72시간까지 지하수위를 측정하였다. 폐공 및 원상 복구시 측정이 가능한 시추공에서 추가로 측정하여 지하수위 분포상태를 파악하기 위한 자료로 이용하도록 하였다.

2.5 하향식 탄성파탐사

내진해석용 지반등급을 결정하기 위해 압축파와 전단파 속도를 측정하는 하향식 탄성파탐사(down hole test)를 실시하였다. 하향식 탄성파탐사는 3성분 지오폰을 시추공 내에 패커를 이용하여 공벽에 밀착·고정시킨 후에 지표에서 시추공과 같은 방향의 송신원과 직각방향의 송신원을 이용하여 P파 및 S파를 1m 간격으로 30m 심도까지 측정하였다.

가. 기초지반의 동적 특성과 내진해석을 위한 자료를 얻기 위해 송신원과 시추공 내에 패커로 고정시킬 수 있는 3성분 지오폰을 이용하여 down hole test를 시행하였다. 시험은 시추공과 같은 방향의 송신원을 이용하여 P파를 측정하고, 직각 방향의 송신원을 이용하여 S파를 측정하였다.

나. 분석은 P파 음원에 의한 P파의 초동을 발취하여 구간별 기울기(속도)를 결정하여 구간별 P파 속도, 그리고 좌/우 방향의 각기 다른 위상을 가진 2개의 송신을 이용하여 S파의 위상 역전을

확인하여 S파를 구별하고, S파의 초동을 발췌하여 구간별 기울기를 분석하여 S파 속도를 결정하였다.

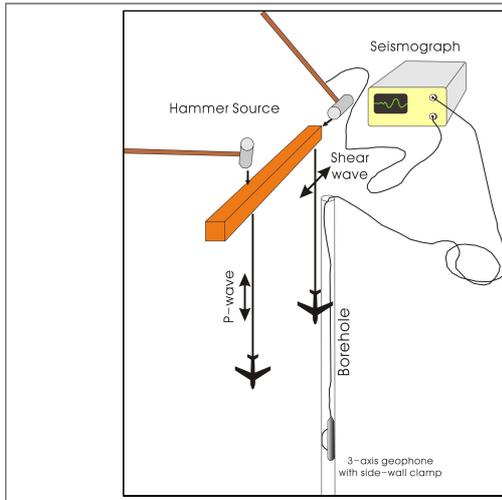


그림 2.4 하향식 탄성파탐사 모식도

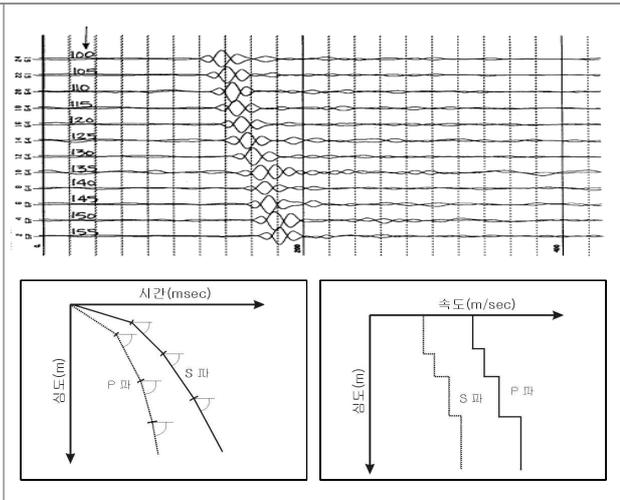


그림 2.5 하향식 탄성파탐사 자료해석 과정

2.6 실내 토질시험

시추조사와 병행하여 실시한 표준관입시험 과정에서 채취된 흐트러진 시료 중 대표적인 시료를 선정하여 다음과 같은 종류의 실내시험을 KS 규정에 따라 실시하였다.

또한, 자연시료 채취가 가능한 3개소 시추공에서 thin wall sample로 자연시료를 채취하여 물성시험과 역학시험(강도 및 변형시험)을 KS 시험규정에 따라 실시하였다.

- 침강 분석 시험 (KS F 2302)
- 액성 한계 시험 (KS F 2303)
- 소성 한계 시험 (KS F 2304)
- 자연 함수비 시험 (KS F 2306)
- 비중 측정 시험 (KS F 2308)
- 체 분석 시험 (KS F 2309)
- 일축압축시험 (KS F 2314)
- 압밀시험 (KS F 2316)
- 직접전단시험 (KS F 2343)
- 삼축압축시험(UU) (KS F 2346)

2.7 지하수 및 토양 화학분석

시추공내 지하수 및 토양을 채취하여 지하수 및 토양 성분 분석 시험을 실시하였다. 본 시험은 신축부지내 유입된 지하수의 부식초래 여부를 파악하고 기초 및 지하구조물 설계시 구조물의 내구성에 대한 영향유무를 판단하는 자료로 이용할 수 있도록 하였다.

제 3 장 지층 개요 및 특성

3.1 지형 및 지질 특성

3.2 지층 개요

3.3 지층 특성

제3장 지층 개요 및 특성

3.1 지형 및 지질 특성

조사부지는 경기도 시흥시 정왕동 2554번지에 위치하고 있다. 조사부지 인근에는 아파트, 공원, 상가가 있으며, 조사부지 동측에는 4호선인 오이도역이 위치하고 있으며, 남측에는 배곧한라비발디 캠퍼스아파트가 위치에 있다.

조사부지의 지질은 시추조사 성과와 인천도폭(한국지질자원연구원, 1995) 지질도에 의하면 중생대 백악기(cretaceous period of the mesozoic era)의 유문암(rhyolite)을 기반암으로 하여 중생대 쥐라기(mesozoic age jurassic)의 흑운모 화강암(granitite), 선캠브리아(precambrian) 운모암편과 제4기(quaternary)의 매립층(fill), 충적층(alluvium)이 덮고 있다.

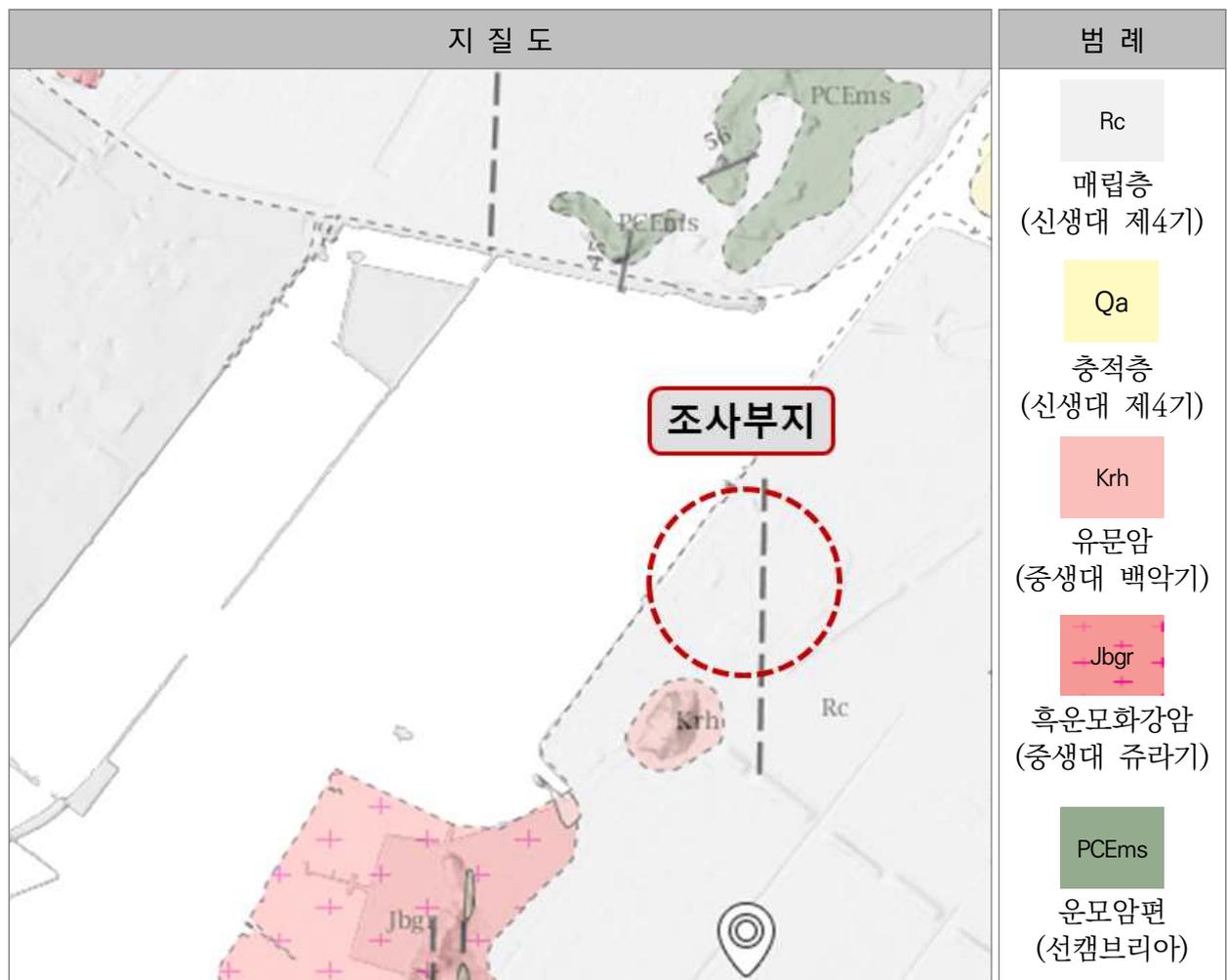


그림 3.1 조사지역 지질도

3.2 지층 개요

조사부지의 지층은 매립층(fill), 퇴적층(transported soil), 풍화잔류토층(residual soil), 풍화암반(weathered rock mass)으로 구성되어 있다.

각 시추공별로 지층(매립층, 퇴적층, 풍화잔류토층, 풍화암반)의 분포심도와 두께, 통일분류(USCS), N값, 코아회수율(TCR, Total Core Recovery)과 암질지수(RQD, Rock Quality Designation)를 분석한 결과는 표 3.1과 같으며, 지층단면도는 그림 3.2에서 보는 바와 같다.

표 3.1 시추공별 조사결과(1/8)

시추공 번호	지층	심도 (GL.-m)	층 두께 (m)	통일분류	N값 (TCR/RQD)	비고
NX-1	매립층	0.0~12.0	12.0	SM/GP	5/30~50/2	
	퇴적층	12.0~23.4	11.4	SM	4/30~14/30	
	퇴적층	23.4~27.7	4.3	CL	9/30~11/30	
	퇴적층	27.7~31.4	3.7	SP	20/30~44/30	
	퇴적층	31.4~31.6	0.2	GP	-	
	풍화잔류토층	31.6~46.0	14.4	SM	17/30~50/20	
	풍화암반	46.0~56.0	10.0	SM/GP	50/10~50/2	
NX-2	매립층	0.0~8.4	8.4	SM/GP	6/30~34/30	
	퇴적층	8.4~11.5	3.1	CL	6/30~7/30	
	퇴적층	11.5~17.7	6.2	SM	8/30~11/30	
	퇴적층	17.7~32.1	14.4	SP	10/30~50/30	
	퇴적층	32.1~32.5	0.4	GP	-	
	풍화잔류토층	32.5~44.0	11.5	SM	30/30~50/11	
	풍화암반	44.0~51.0	7.0	SM/GP	50/10~50/2	

표 3.1 시추공별 조사결과(2/8)

시추공 번호	지 층	심 도 (GL.-m)	층 두께 (m)	통일분류	N값 (TCR/RQD)	비 고
NX-3	매립층	0.0~9.6	9.6	SM/GP	5/30~12/30	
	퇴적층	9.6~17.7	8.1	SM	7/30~11/30	
	퇴적층	17.7~23.8	6.1	SP	10/30~21/30	
	퇴적층	23.8~25.5	1.7	CL	6/30~10/30	
	퇴적층	25.5~32.4	6.9	SP	23/30~45/30	
	퇴적층	32.4~33.5	1.1	GP	48/30	
	풍화잔류토층	33.5~40.0	6.5	SM	34/30~50/13	
	풍화암반	40.0~46.0	6.0	SM/GP	50/10~50/2	
NX-4	매립층	0.0~8.0	8.0	SM/GP	6/30~20/30	
	퇴적층	8.0~8.8	0.8	SP	9/30	
	퇴적층	8.8~9.4	0.6	SC	50/3	
	퇴적층	9.4~21.3	11.9	SM	5/30~9/30	
	퇴적층	21.3~33.8	12.5	SP	19/30~47/30	
	퇴적층	33.8~34.3	0.5	SM/GP	44/30	
	풍화잔류토층	34.3~39.0	4.7	SM	22/30~50/11	
	풍화암반	39.0~48.0	9.0	SM/GP	50/10~50/2	
NX-5	매립층	0.0~8.0	8.0	SM/GP	7/30~11/30	
	퇴적층	8.0~9.3	1.3	SP	10/30~12/30	
	퇴적층	9.3~10.2	0.9	CL	3/30	
	퇴적층	10.2~20.0	9.8	SM	7/30~11/30	
	퇴적층	20.0~29.8	9.8	SP	12/30~39/30	
	퇴적층	29.8~31.9	2.1	SM	21/30~30/30	

표 3.1 시추공별 조사결과(3/8)

시추공 번호	지층	심도 (GL.-m)	층 두께 (m)	통일분류	N값 (TCR/RQD)	비고
NX-5	퇴적층	31.9~35.5	3.6	SM/GP	30/30~50/19	
	풍화잔류토층	35.5~38.0	2.5	SM	50/26~50/17	
	풍화암반	38.0~43.0	5.0	SM/GP	50/10~50/4	
NX-6	매립층	0.0~13.3	13.3	SM/GP	6/30~23/30	
	퇴적층	13.3~23.0	9.7	SM	6/30~12/30	
	퇴적층	23.0~27.3	4.3	CL	11/30~13/30	
	퇴적층	27.3~29.0	1.7	SM/GP	16/30	
	퇴적층	29.0~35.0	6.0	SP	20/30~36/30	
	퇴적층	35.0~38.7	3.7	GP	33/30~46/30	
	풍화잔류토층	38.7~39.0	0.3	SM	-	
	풍화암반	39.0~44.0	5.0	SM/GP	50/10~50/2	
NX-7	매립층	0.0~8.7	8.7	SM/GP	6/30~24/30	
	퇴적층	8.7~10.3	1.6	CL	2/30	
	퇴적층	10.3~21.7	11.4	SM	5/30~16/30	
	퇴적층	21.7~24.3	2.6	SP	9/30~22/30	
	퇴적층	24.3~26.8	2.5	CL	8/30~11/30	
	퇴적층	26.8~28.7	1.9	SM/GP	22/30~28/30	
	퇴적층	28.7~35.0	6.3	SP	24/30~36/30	
	퇴적층	35.0~35.7	0.7	GP	35/30	
	풍화잔류토층	35.7~38.0	2.3	SM	37/30~50/19	
	풍화암반	38.0~43.0	5.0	SM/GP	50/10~50/2	

표 3.1 시추공별 조사결과(4/8)

시추공 번호	지 층	심 도 (GL.-m)	층 두께 (m)	통일분류	N값 (TCR/RQD)	비 고
NX-8	매립층	0.0~12.0	12.0	SM/GP	4/30~10/30	
	퇴적층	12.0~17.5	5.5	SM	5/30~8/30	
	퇴적층	17.5~21.3	3.8	SM/GP	9/30~15/30	
	퇴적층	21.3~29.2	7.9	CL	8/30~22/30	
	풍화잔류토층	29.2~35.0	5.8	SM	34/30~50/12	
	풍화암반	35.0~43.0	8.0	SM/GP	50/10~50/4	
NX-9	매립층	0.0~12.2	12.2	SM/GP	4/30~15/30	
	퇴적층	12.2~15.3	3.1	SM	8/30~9/30	
	퇴적층	15.3~19.3	4.0	CL	9/30~13/30	
	퇴적층	19.3~21.6	2.3	SM/GP	50/14~50/22	
	퇴적층	21.6~24.3	2.7	GP	35/30~45/30	
	풍화잔류토층	24.3~27.0	2.7	SM	50/19~50/14	
	풍화암반	27.0~32.0	5.0	SM/GP	50/5~50/2	
NX-10	매립층	0.0~6.2	6.2	SM/GP	5/30~12/30	
	퇴적층	6.2~17.0	10.8	SM	4/30~13/30	
	퇴적층	17.0~22.0	5.0	SP	8/30~23/30	
	퇴적층	22.0~26.3	4.3	CL	12/30~17/30	
	퇴적층	26.3~29.8	3.5	GP	30/30~36/30	
	풍화잔류토층	29.8~43.0	13.2	SM	20/30~50/9	
	풍화암반	43.0~49.0	6.0	SM/GP	50/10~50/2	

표 3.1 시추공별 조사결과(5/8)

시추공 번호	지 층	심 도 (GL.-m)	층 두께 (m)	통일분류	N값 (TCR/RQD)	비 고
NX-11	매립층	0.0~9.3	9.3	SM/GP	4/30~14/30	
	퇴적층	9.3~12.7	3.4	SM	7/30~9/30	
	퇴적층	12.7~20.0	7.3	SP	8/30~13/30	
	퇴적층	20.0~20.2	0.2	SM/GP	25/30	
	퇴적층	20.2~21.4	1.2	ML	12/30	
	퇴적층	21.4~27.6	6.2	SM	13/30~22/30	
	퇴적층	27.6~29.6	2.0	SP	29/30~37/30	
	퇴적층	29.6~30.5	0.9	GP	50/22	
	풍화잔류토층	30.5~40.0	9.5	SM	26/30~50/10	
	풍화암반	40.0~45.0	5.0	SM/GP	50/7~50/2	
NX-12	매립층	0.0~10.8	10.8	SM/GP	7/30~33/30	
	퇴적층	10.8~19.9	9.1	SM	9/30~14/30	
	퇴적층	19.9~24.7	4.8	SP	22/30~31/30	
	퇴적층	24.7~27.2	2.5	CL	9/30~20/30	
	퇴적층	27.2~29.3	2.1	SP	17/30~22/30	
	퇴적층	29.3~30.2	0.9	ML	29/30	
	퇴적층	30.2~33.0	2.8	SM/GP	41/30~48/30	
	풍화잔류토층	33.0~48.0	15.0	SM	27/30~50/4	
	풍화암반	48.0~53.0	5.0	SM/GP	50/10~50/2	

표 3.1 시추공별 조사결과(6/8)

시추공 번호	지 층	심 도 (GL.-m)	층 두께 (m)	통일분류	N값 (TCR/RQD)	비 고
NX-13	매립층	0.0~7.3	7.3	SM/GP	4/30~10/30	
	퇴적층	7.3~13.0	5.7	SM	7/30~9/30	
	퇴적층	13.0~20.0	7.0	SC	8/30~13/30	
	퇴적층	20.0~22.0	2.0	SP	17/30~21/30	
	퇴적층	22.0~28.8	6.8	SM	25/30~35/30	
	퇴적층	28.8~33.4	4.6	SP	37/30~50/30	
	퇴적층	33.4~37.2	3.8	GP	30/30~50/28	
	풍화잔류토층	37.2~49.0	11.8	SM	22/30~50/3	
	풍화암반	49.0~57.0	8.0	SM/GP	50/10~50/3	
NX-14	매립층	0.0~9.3	9.3	SM/GP	5/30~8/30	
	퇴적층	9.3~19.4	10.1	SM	8/30~12/30	
	퇴적층	19.4~21.5	2.1	SC	6/30~9/30	
	퇴적층	21.5~22.6	1.1	SP	8/30	
	퇴적층	22.6~24.5	1.9	ML	9/30~10/30	
	퇴적층	24.5~34.4	9.9	SP	15/30~44/30	
	퇴적층	34.4~36.6	2.2	GP	37/30~41/30	
	풍화잔류토층	36.6~38.0	1.4	SM	50/19	
	풍화암반	38.0~43.0	5.0	SM/GP	50/10~50/3	

표 3.1 시추공별 조사결과(7/8)

시추공 번호	지 층	심 도 (GL.-m)	층 두께 (m)	통일분류	N값 (TCR/RQD)	비 고
NX-15	매립층	0.0~7.6	7.6	SM/GP	6/30~9/30	
	퇴적층	7.6~8.1	0.5	SP	2/30	
	퇴적층	8.1~10.0	1.9	CL	-	
	퇴적층	10.0~20.7	10.7	SM	5/30~16/30	
	퇴적층	20.7~26.0	5.3	CL	8/30~21/30	
	퇴적층	26.0~33.7	7.7	SP	27/30~42/30	
	퇴적층	33.7~38.3	4.6	GP	43/30~50/24	
	풍화잔류토층	38.3~45.0	6.7	SM	50/21~50/11	
	풍화암반	45.0~50.0	5.0	SM/GP	50/9~50/3	
NX-16	매립층	0.0~10.2	10.2	SM/GP	5/30~39/30	
	퇴적층	10.2~17.0	6.8	SM	6/30~10/30	
	퇴적층	17.0~21.0	4.0	SP	7/30~9/30	
	퇴적층	21.0~28.3	7.3	SM	7/30~13/30	
	퇴적층	28.3~31.0	2.7	SP	26/30~34/30	
	퇴적층	31.0~31.3	0.3	SM/GP	50/23	
	풍화잔류토층	31.3~42.0	10.7	SM	15/30~50/16	
	풍화암반	42.0~47.0	5.0	SM/GP	50/10~50/3	

표 3.1 시추공별 조사결과(8/8)

시추공 번호	지 층	심 도 (GL.-m)	층 두께 (m)	통일분류	N값 (TCR/RQD)	비 고
NX-17	매립층	0.0~9.3	9.3	SM/GP	3/30~16/30	
	퇴적층	9.3~14.0	4.7	SM	6/30~8/30	
	퇴적층	14.0~17.3	3.3	SP	5/30~9/30	
	퇴적층	17.3~24.5	7.2	SM	7/30~22/30	
	퇴적층	24.5~29.7	5.2	SP	17/30~26/30	
	퇴적층	29.7~31.7	2.0	GP	21/30~30/30	
	풍화잔류토층	31.7~40.0	8.3	SM	27/30~50/14	
	풍화암반	40.0~45.0	5.0	SM/GP	50/10~50/4	
NX-18	매립층	0.0~9.4	9.4	SM/GP	6/30~18/30	
	퇴적층	9.4~14.5	5.1	SM	7/30~11/30	
	퇴적층	14.5~22.8	8.3	SP	9/30~13/30	
	퇴적층	22.8~27.7	4.9	SM	15/30~25/30	
	퇴적층	27.7~28.5	0.8	SP	27/30	
	퇴적층	28.5~30.4	1.9	SM/GP	34/30~43/30	
	퇴적층	30.4~32.7	2.3	SP	39/30~44/30	
	퇴적층	32.7~34.4	1.7	GP	50/25~50/19	
	풍화잔류토층	34.4~51.0	16.6	SM	16/30~50/11	
	풍화암반	51.0~57.0	6.0	SM/GP	50/10~50/4	

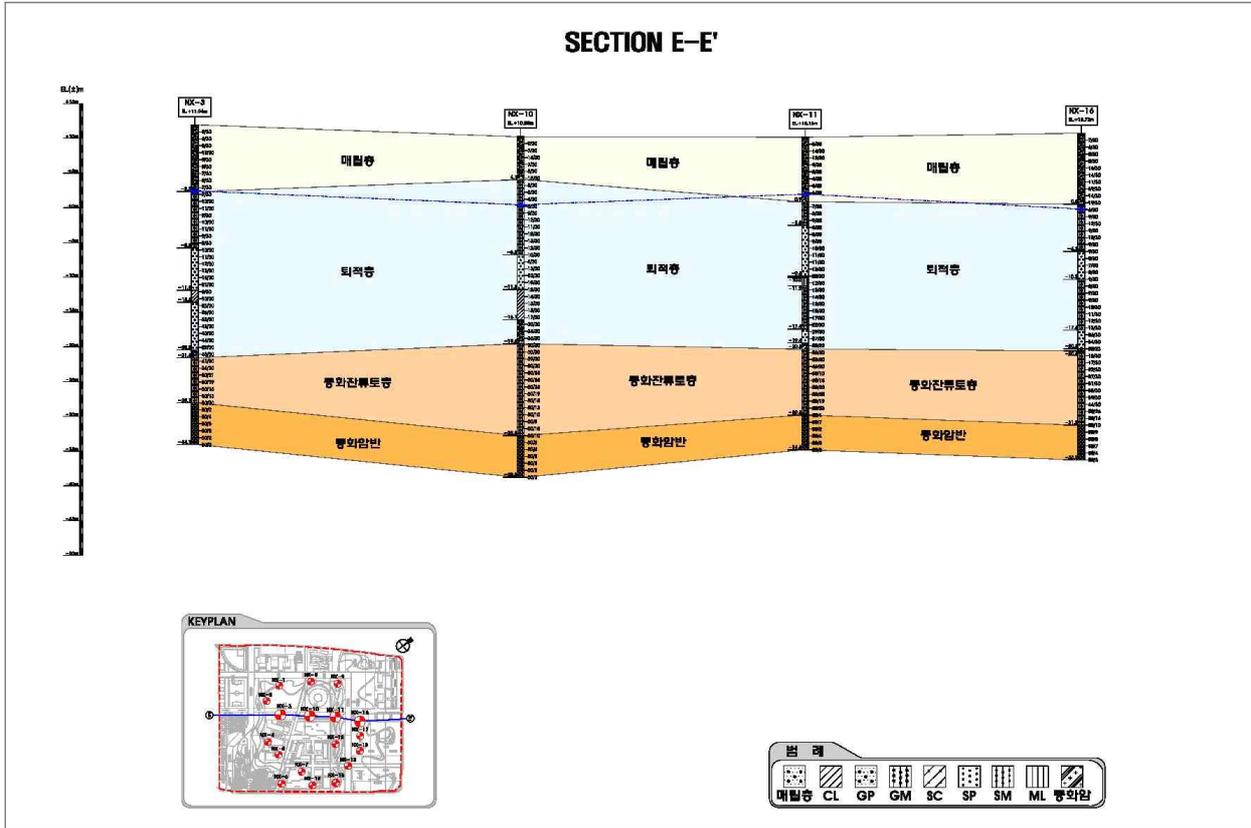


그림 3.2 지층단면도(1)

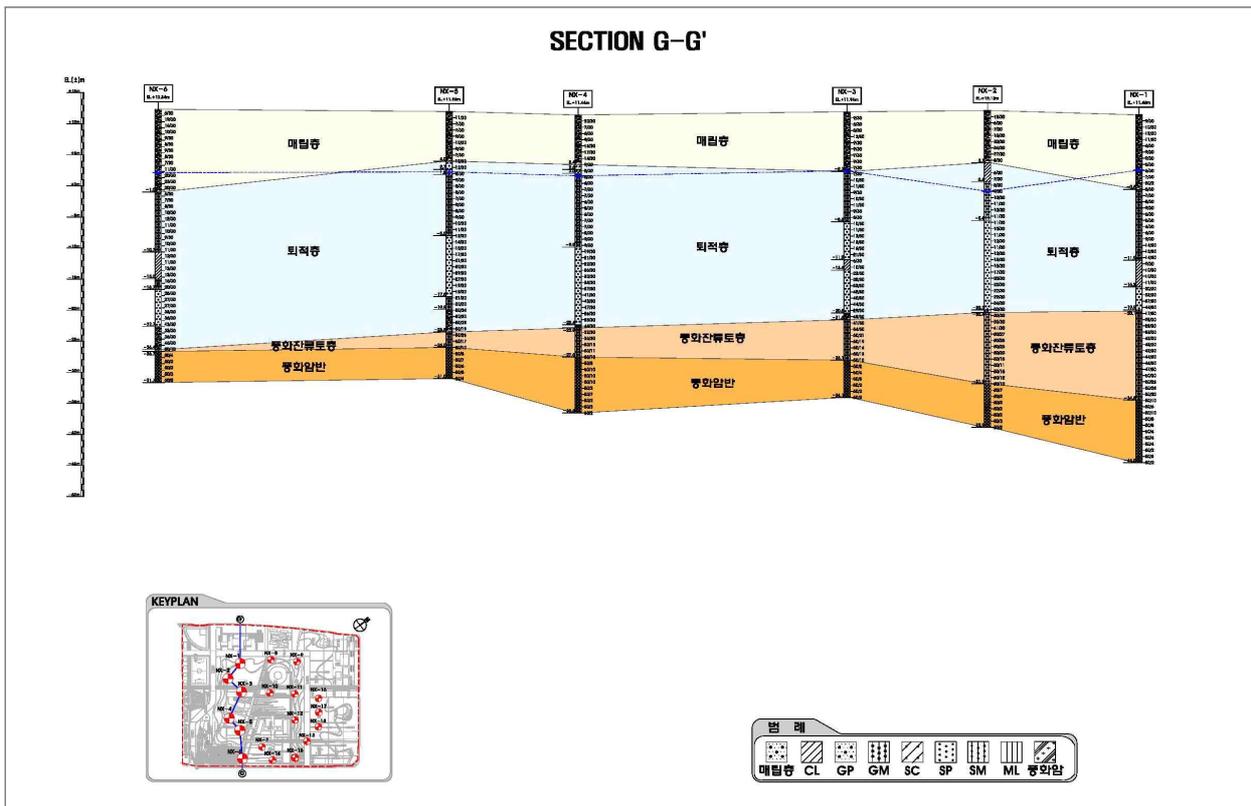


그림 3.2 지층단면도(2)

3.3 지층 특성

3.3.1 매립층(fill)

부지조성 당시 인위적으로 매립·성토된 층으로써 조사부지내 약 6.2~13.3m 정도의 두께로 분포되어 있는 것으로 확인되었다. 매립층 상부에는 건축물 폐기물(토목섬유, 폐목 등)이 분포하며 하부에는 대체적으로 실트질 세립 내지 조립 모래(SM)와 세립 내지 조립 자갈(GP)로 매립되어 있다. 또한, 일부 구간은 점토가 혼재되어 있으며 cobble(옥석, $\phi 7.5 \sim \phi 30.0\text{cm}$) 및 boulder(전석, $\phi 30\text{cm}$ 이상)이 분포하여 일부 채취되었다(사진 3.1 참조). 표준관입시험치(N)는 4~50 이상으로 매우 느슨(very loose) 내지 매우 조밀(very dense)한 상대밀도를 보인다. 함수비는 습윤상태이고 암회색 내지 황갈색을 띤다.



사진 3.1 매립층내 자갈, cobble 및 boulder 분포

3.3.2 퇴적층(transported soil)

퇴적층은 유수의 퇴적작용에 의하여 형성된 지층으로써 조사부지내 시추공에서 매립층 하부에 약 12.1~30.7m 정도의 두께로 모래·자갈·점성토층이 분포되어 있는 것으로 확인되었다.

가. 모래·자갈층(SM/GP/SP/SC)

본 층의 조사부지내 모든 시추공에서 약 0.2~14.4m 정도의 두께로 분포되어 있는 것으로 확인되었다. 대체적으로 상부는 실트질 세립 모래(SM)로 구성되어 있으며, 하부로 갈수록 입경이 큰 세립 내지 조립 모래(SP)로 구성되며 최하부는 세립 내지 조립 자갈(GP)도 함께 구성되어 있다. NX-4, 13, 14 시추공의 경우 일부 구간에서 점토질 세립 내지 중립 모래(SC)로 구성되어 있고 전체적으로 패각류(조개껍질)가 부분적으로 분포되어 있다. 표준관입시험치(N)는 4~50 이상으로 매우 느슨(very loose) 내지 매우 조밀(very dense)한 상대밀도를 나타낸다. 함수비는 습윤상태이며 암회색 내지 황갈색을 띠고 있다.

나. 점성토층(CL/ML)

본 층의 조사부지내 NX-1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 15 시추공에서 약 0.9~7.9m

정도의 두께로 분포되어 있는 것으로 확인되었다. 대체적으로 실트질 점토(CL)로 구성되어있고, NX-11, 12, 14 시추공의 경우 일부 구간에서 모래질 점토(ML)로 구성되어 있다. 또한 일부 시추공에서 패각류(조개껍질)도 함께 구성되어있다. 표준관입시험치(N)는 2~29 정도로 연약(soft) 내지 매우 견고(very stiff)한 consistency로 나타낸다. 함수비는 습윤상태이며 담회색, 암회색 내지 황갈색을 띠고 있다.

3.3.3 풍화잔류토층(residual soil)

기반암이 오랜 지질시대를 통하여 풍화작용을 받아 흙으로 변해 원위치에 잔류하고 있는 지층으로써 조사부지내 약 0.3~16.6m 정도의 두께로 분포되어 있는 것으로 확인되었다. 기반암의 조직과 형태를 상실하여 실트질 세립 내지 조립 모래(SM)로 구성되어 있다. 표준관입시험치(N)는 15~50 이상으로 중간 조밀(medium dense) 내지 매우 조밀(very dense)한 상대밀도를 보인다. 풍화도에 의한 분류는 D-6(RS) 상태이고 함수비는 습윤상태이며 황갈색을 띤다.

3.3.4 풍화암반(highly weathered rock mass)

이 지역의 풍화암반의 중생대 백악기(cretaceous period of the mesozoic era)의 유문암(rhyolite)을 기반암으로써 모든 시추공에서 확인되었다. 풍화암반은 풍화도와 표준관입시험치(N)에 의하여 50회 타격시의 관입량이 10cm 이하인 경우를 기준으로 하여 구분하였다. 본 층은 조사부지내 약 5.0~10.0m 정도의 두께로 분포되어 있는 것으로 확인되었다.

대체적으로 실트질 세립 내지 조립 모래(SM)가 관입시료 형태로 채취되었다. 또한 일부 구간에서 부분적으로 풍화암편 및 미풍화된 핵석(核石, core stone)이 분포하며 일부 력상 내지 암편상 코아 형태로 채취되었다(사진 3.2 참조). 이 지층은 공기 중에 노출되면 충격으로 실트, 모래와 암편의 혼합물로 분해되며(SM/GP), 대부분 완전풍화(D-5, completely weathered) 내지 심한풍화(D-4, highly weathered) 상태이다. 또한 매우 조밀(very dense)하나 경도는 연약 내지 매우 연약하고 코어회수율(TCR, total core recovery ratio)과 암질지수(RQD, rock quality designation)는 0%이다. 함수비는 습윤상태이며 암갈색을 띤다.

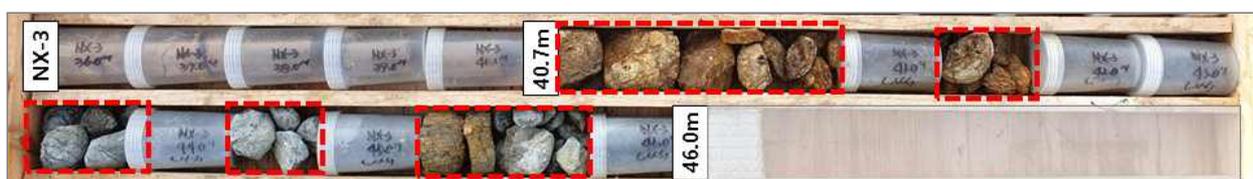


사진 3.2 풍화암반내 핵석(核石, core stone) 분포

제 4 장 현장 및 실내시험 성과

4.1 현장 투수시험 결과

4.2 지하수위 측정 결과

4.3 하향식 탄성파탐사 결과

4.4 실내 토질시험 결과

4.5 지하수 및 토양 화학분석 결과

제4장 현장 및 실내시험 성과

4.1 현장 투수시험 결과

본 조사지역에 분포되어 있는 지층의 투수성을 파악하기 위해 실시하였으며, 결과는 표 4.1과 같다.

표 4.1 현장 투수시험 결과

시추공 번호	지반분류	심도 (GL.-m)	투수계수 (k, cm/sec)	비고
NX-1	매립층	9.0~10.0	4.038×10^{-3}	Falling Head Method
NX-3	퇴적층(SM)	15.0~16.0	1.321×10^{-3}	
NX-4	퇴적층(SM)	12.0~13.0	1.481×10^{-3}	
NX-7	퇴적층(SP)	33.0~34.0	1.385×10^{-3}	
NX-8	매립층	6.0~7.0	3.476×10^{-3}	
NX-9	매립층	12.0~13.0	2.301×10^{-3}	
NX-12	풍화잔류토층	33.0~34.0	5.291×10^{-4}	
NX-13	퇴적층(SP)	30.0~31.0	1.300×10^{-3}	
NX-14	퇴적층(SP)	33.0~34.0	1.173×10^{-3}	

4.2 지하수위 측정 결과

본 신축부지의 시추공내 지하수위는 표 4.2와 같으며 시추공 내에서 측정된 것이므로 시추용 작업수와 지층의 투수성에 영향을 받기 때문에 실제 지하수위와 다를 수 있다.

따라서, 설계지하수위는 기상 및 계절적인 변화요소, 지형 및 지리적인 조건, 각 지층의 투수성 등을 종합적으로 고려하여 결정하는 것이 타당하다.

표 4.2 지하수위 측정 결과

시추공 번호	지반고 (EL.+m)	시추종료일	지하수위		비 고
			(GL.-m)	(EL.+m)	
NX-1	11.46	19.11.14	8.9	2.56	
NX-2	12.13	19.11.15	13.0	-0.87	
NX-3	11.94	19.11.16	9.5	2.44	
NX-4	11.44	19.11.25	9.8	1.64	
NX-5	11.98	19.11.26	9.7	2.28	
NX-6	12.34	19.11.26	10.2	2.14	
NX-7	11.71	19.11.23	9.9	1.81	
NX-8	9.91	19.11.12	7.8	2.11	
NX-9	9.47	19.11.12	9.6	-0.13	
NX-10	10.25	19.11.17	9.8	0.45	
NX-11	10.18	19.11.19	8.2	1.98	
NX-12	11.48	19.11.23	12.0	-0.52	
NX-13	9.59	19.11.20	7.8	1.79	
NX-14	12.08	19.11.27	10.1	1.98	
NX-15	11.65	19.11.27	9.8	1.85	
NX-16	10.73	19.11.20	10.9	-0.17	
NX-17	9.73	19.11.21	9.2	0.53	
NX-18	10.33	19.11.22	10.8	-0.47	

4.3 하향식 탄성파탐사 결과

기초지반의 동적 특성과 내진해석을 위한 자료를 얻기 위해 하향식 탄성파탐사(down hole test)를 실시하였으며, 결과는 그림 4.1~4.6 및 표 4.3~4.8과 같다.

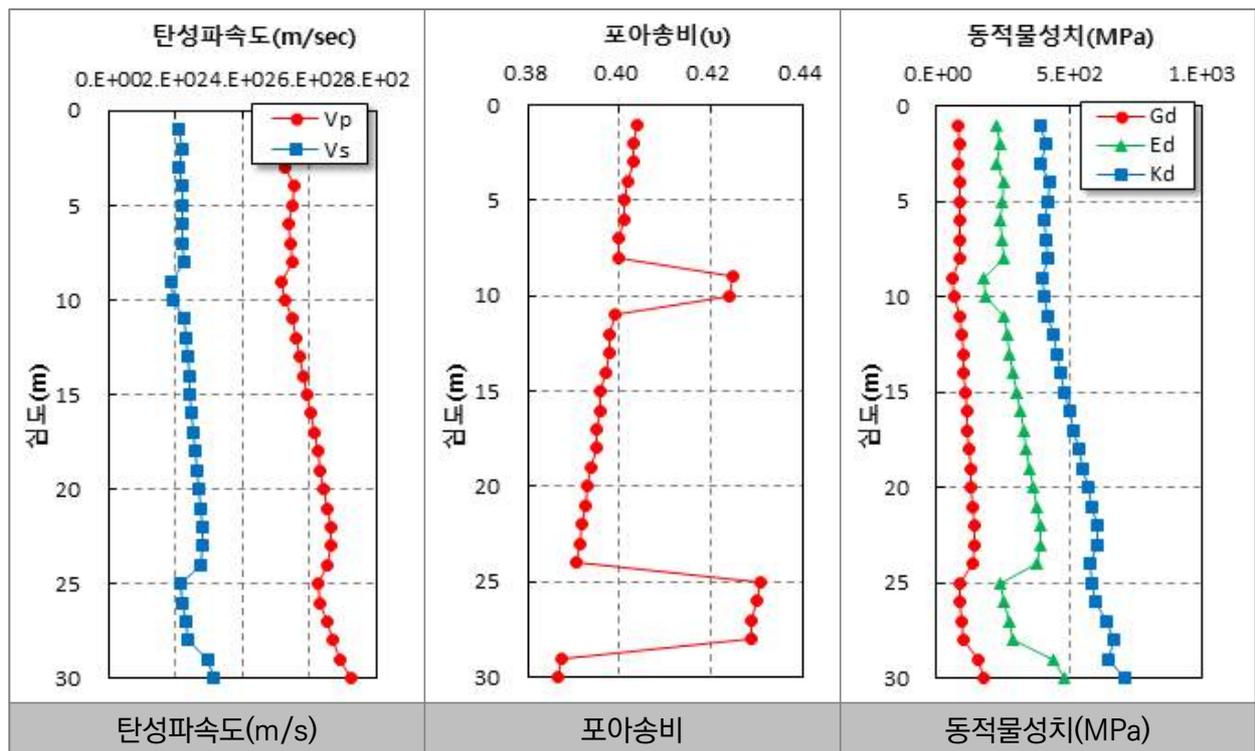


그림 4.1 심도별 P파 및 S파 속도, 동적산정계수(NX-7)

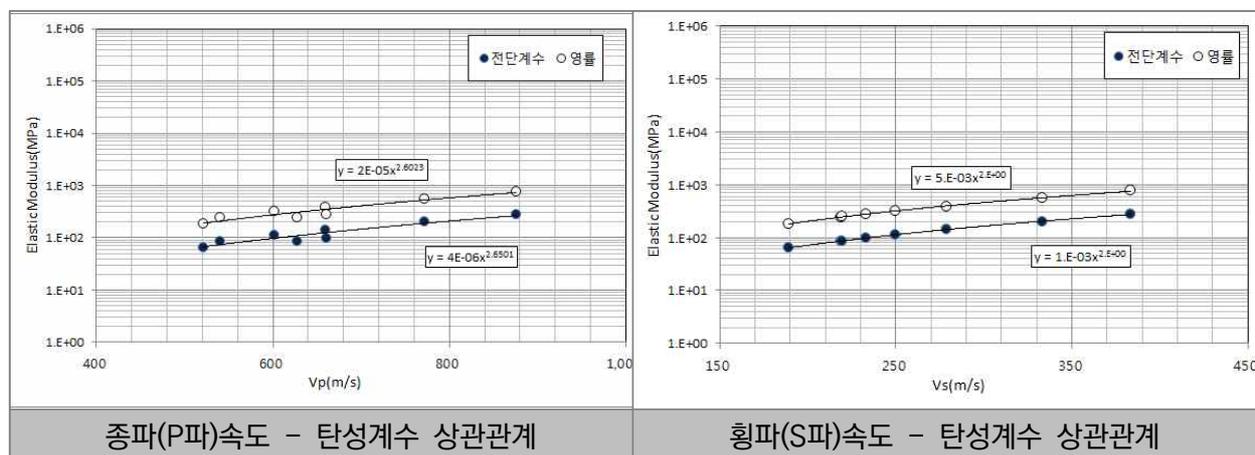


그림 4.2 P파 및 S파와 탄성계수의 상관관계(NX-7)

표 4.3 하향식 탄성파 탐사 결과자료(NX-7)

지 층	V_p (m/sec)	V_s (m/sec)	포아송비 (ν_d)	동전단계수 (G_d , MPa)	동탄성계수 (E_d , MPa)	동체적계수 (K_d , MPa)	밀도 (kN/m^3)
매립층	541	219	0.402	86.1	242	411	18.0
퇴적층(CL)	521	189	0.424	64.2	183	404	18.0
퇴적층(SM)	602	250	0.396	113	315	503	18.0
퇴적층(SP)	660	279	0.391	140	390	597	18.0
퇴적층(CL)	628	219	0.430	86.6	248	594	18.0
퇴적층(SM/GP)	661	233	0.429	97.8	279	656	18.0
퇴적층(GP)	771	333	0.385	201	556	807	18.0
풍화잔류토층	876	383	0.382	279	770	770	19.0
풍화암반	1,010	445	0.379	418	1,150	1,590	21.0

표 4.4 전단파속도(NX-7)

심 도(m)	V_p (m/sec)	V_s (m/sec)	심 도(m)	V_p (m/sec)	V_s (m/sec)
1.0	526	211	16.0	602	250
2.0	541	218	17.0	612	255
3.0	527	212	18.0	623	259
4.0	552	223	19.0	633	265
5.0	547	222	20.0	644	270
6.0	540	220	21.0	654	275
7.0	544	222	22.0	665	280
8.0	548	224	23.0	664	281
9.0	518	187	24.0	651	276
10.0	525	191	25.0	624	217
11.0	547	224	26.0	632	221
12.0	561	231	27.0	653	230
13.0	570	235	28.0	669	236
14.0	581	240	29.0	691	296
15.0	591	245	30.0	724	311

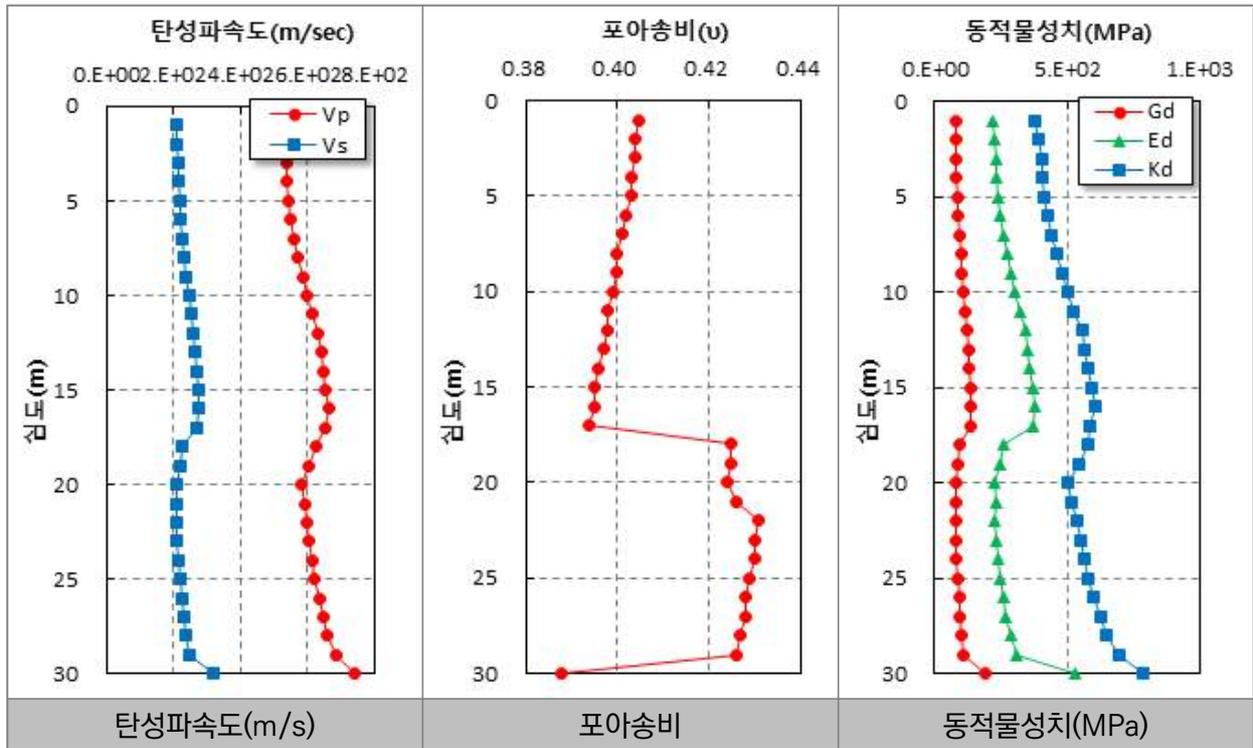


그림 4.3 심도별 P파 및 S파 속도, 동적산정계수(NX-8)

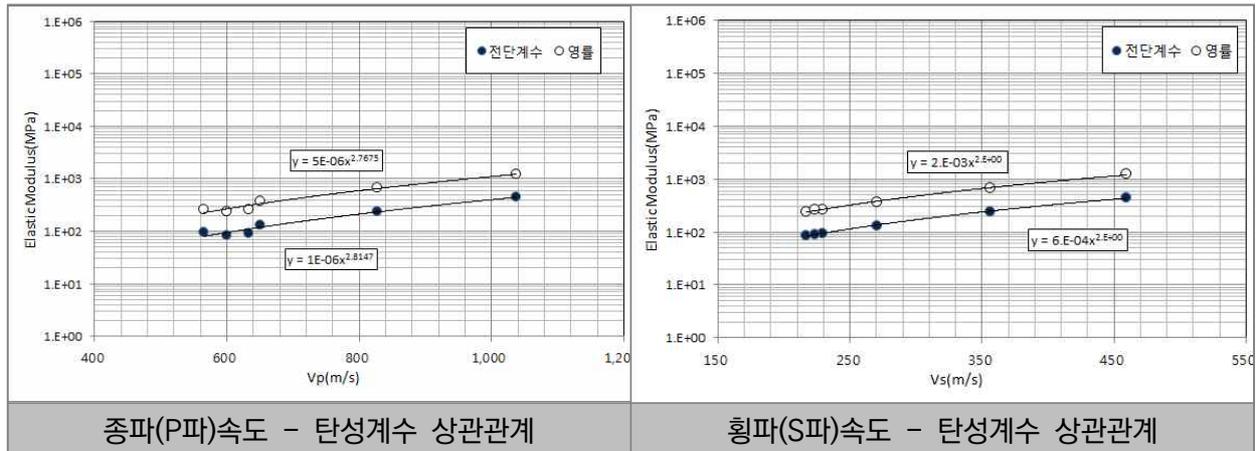


그림 4.4 P파 및 S파와 탄성계수의 상관관계(NX-8)

표 4.5 하향식 탄성파 탐사 결과자료(NX-8)

지 층	V_p (m/sec)	V_s (m/sec)	포아송비 (ν_d)	동전단계수 (G_d , MPa)	동탄성계수 (E_d , MPa)	동체적계수 (K_d , MPa)	밀도 (kN/m^3)
매립층	564	229	0.401	95.1	266	449	18.0
퇴적층(SM)	650	270	0.395	132	367	585	18.0
퇴적층(SM/GP)	600	217	0.425	84.5	241	535	18.0
퇴적층(CL)	633	224	0.429	90.3	258	601	18.0
풍화잔류토층	828	356	0.386	242	672	984	19.0
풍화암반	1,038	460	0.378	445	1230	1670	21.0

표 4.6 전단파속도(NX-8)

심 도(m)	V_p (m/sec)	V_s (m/sec)	심 도(m)	V_p (m/sec)	V_s (m/sec)
1.0	518	207	16.0	661	275
2.0	527	212	17.0	650	272
3.0	538	216	18.0	624	225
4.0	535	216	19.0	604	218
5.0	542	218	20.0	582	211
6.0	549	222	21.0	590	212
7.0	561	228	22.0	597	208
8.0	573	234	23.0	604	212
9.0	585	239	24.0	615	216
10.0	599	246	25.0	622	219
11.0	614	253	26.0	634	225
12.0	633	261	27.0	647	230
13.0	640	264	28.0	660	236
14.0	646	268	29.0	683	245
15.0	654	272	30.0	741	317

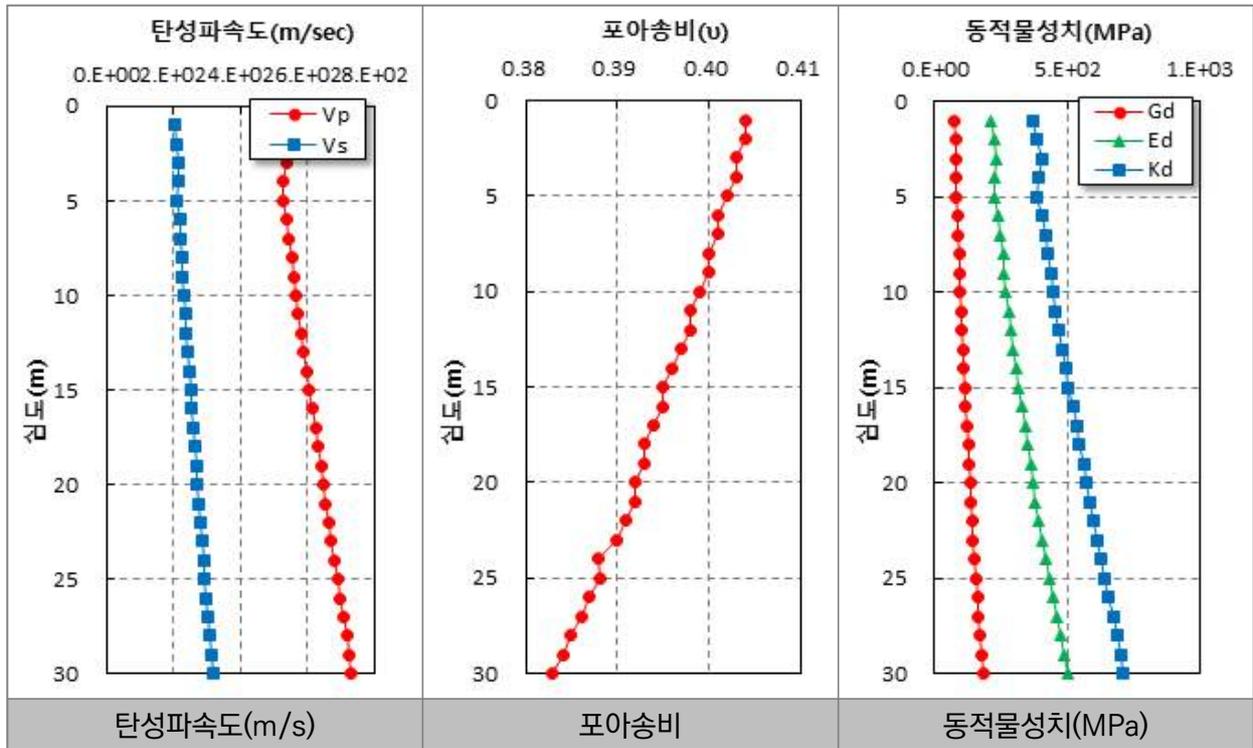


그림 4.5 심도별 P파 및 S파 속도, 동적산정계수(NX-17)

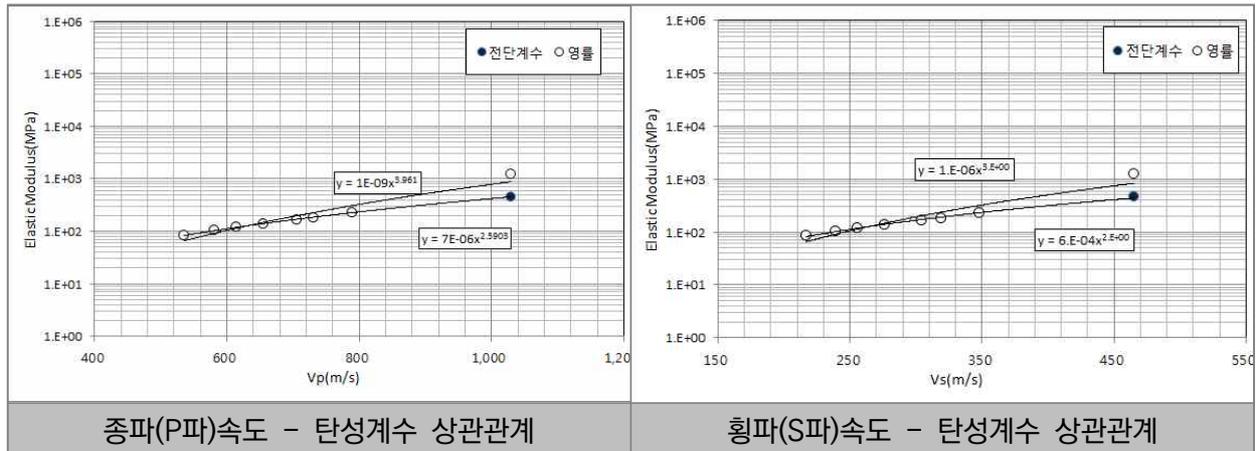


그림 4.6 P파 및 S파와 탄성계수의 상관관계(NX-17)

표 4.7 하향식 탄성파 탐사 결과자료(NX-17)

지 층	V_p (m/sec)	V_s (m/sec)	포아송비 (ν_d)	동전단계수 (G_d , MPa)	동탄성계수 (E_d , MPa)	동체적계수 (K_d , MPa)	밀도 (kN/m^3)
매립층	535	217	0.402	84.7	84.7	403	18.0
퇴적층(SM)	581	240	0.398	103	103	470	18.0
퇴적층(SP)	614	256	0.395	118	118	520	18.0
퇴적층(SM)	655	277	0.391	138	138	588	18.0
퇴적층(SP)	706	304	0.386	167	167	676	18.0
퇴적층(GP)	732	319	0.382	183	183	719	18.0
풍화잔류토층	790	348	0.380	231	23.1	880	19.0
풍화암반	1,029	465	0.372	456	125	1620	21.0

표 4.8 전단파속도(NX-17)

심 도(m)	V_p (m/sec)	V_s (m/sec)	심 도(m)	V_p (m/sec)	V_s (m/sec)
1.0	512	205	16.0	614	256
2.0	523	210	17.0	625	261
3.0	535	216	18.0	631	265
4.0	527	212	19.0	640	269
5.0	524	212	20.0	646	272
6.0	538	219	21.0	654	276
7.0	546	222	22.0	663	281
8.0	554	226	23.0	670	284
9.0	560	229	24.0	679	290
10.0	566	232	25.0	688	294
11.0	573	236	26.0	697	299
12.0	582	240	27.0	707	305
13.0	588	243	28.0	716	310
14.0	597	248	29.0	724	314
15.0	602	251	30.0	729	317

• 시추공 평균 전단파속도 및 지반 분류

$$V_s' = \frac{\sum_{i=1}^n d_i}{\sum_{i=1}^n \frac{d_i}{V_{si}}} \quad (4.1)$$

$$NX-7 = 30 / \left(\frac{1}{211} + \frac{1}{218} + \dots + \frac{1}{296} + \frac{1}{311} \right) = 237 \text{ m/s}$$

$$NX-8 = 30 / \left(\frac{1}{207} + \frac{1}{212} + \dots + \frac{1}{245} + \frac{1}{317} \right) = 233 \text{ m/s}$$

$$NX-17 = 30 / \left(\frac{1}{205} + \frac{1}{210} + \dots + \frac{1}{314} + \frac{1}{317} \right) = 252 \text{ m/s}$$

여기서, V_s' : 평균 전단파속도(m/s)

d_i : 측정 두께(m)

V_{si} : 측정심도의 전단파속도(m/s)

NX-7, 8, 17 시추공에서 지표면으로부터 기반암(여기서 기반암은 전단파속도가 760m/s 이상인 지층으로 정의함)의 위치가 기준면으로부터 30m를 초과함에 따라 상부 30m에 대한 평균 전단파속도를 산정하였다. 그 결과 평균 전단파속도는 233~252 m/s가 되어 표 4.10의 기준에 따라 지반을 분류하면, S_4 등급이 되는 것으로 나타났다.

표 4.9 하향식 탄성파탐사 결과

시추공번	측정심도(m)	분석심도(m)	전단파속도(m/s)	지반종류	지반종류의 호칭
NX-7	0.0~43.0	0.0~30.0	237	S_4	깊고 단단한 지반
NX-8	0.0~43.0	0.0~30.0	233	S_4	
NX-17	0.0~45.0	0.0~30.0	252	S_4	

표 4.10 지반의 분류(KDS 17 10 00 : 2018)

지반 종류	지반종류의 호칭	분류기준	
		기반암 깊이, H (m)	토층평균전단파속도, $V_{s, soil}$ (m/s)
S_1	암반 지반	1 미만	-
S_2	얕고 단단한 지반	1~20 이하	260 이상
S_3	얕고 연약한 지반		260 미만
S_4	깊고 단단한 지반	20 초과	180 이상
S_5	깊고 연약한 지반		180 미만
S_6	부지 고유의 특성평가 및 지반응답해석이 필요한 지반		

4.4 실내 토질시험 결과

표 4.11 실내 토질시험 결과

시추공 번호	심도 (GL.-m)	W_n (%)	G_s	Atterberg Limits (%)		Direct shear		Unconfined comp Strength (kPa)			Triaxial comp. Strength (kPa)			Consoli- dation		Sieve Analysis Passing sieve size					US CS
				LL	PI	C	ϕ	q_u	q_{ur}	S_t	C_{uu}	C_{cu}	ϕ_{uu}	P_c (kPa)	C_c	#4	#10	#40	#200	2μ	
NX-2	9.0-9.8	42.1	2.696	51.2	25.6	26.2	24.4	51.8	12.5	4.2	26.5	-	-	172.2	0.433	100	100	86.8	52.1	26.5	CH
NX-4	15.0	31.6	2.663	33.2	8.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100	100	100	97.1	8.8	ML
NX-6	26.0	29.6	2.702	57.8	32.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100	100	100	99.7	42.1	CH
NX-7	9.0-9.8	31.9	2.664	29.1	3.6	22.0	27.1	49.0	17.4	2.8	26.8	-	-	158.5	0.205	100	100	99.9	97.3	10.4	ML
NX-9	20.0	8.5	2.657	NP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	57.6	40.6	25.3	17.3	-	GM
NX-10	20.0	18.2	2.658	NP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	92.9	80.1	42.6	19.0	-	SM
NX-15	9.0-9.8	32.5	2.661	29.7	3.9	15.3	27.5	54.1	18.3	2.9	29.7	-	-	171.8	0.199	100	100	99.9	97.4	7.7	ML
NX-16	27.0	28.8	2.688	38.4	15.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100	100	100	98.6	18.5	CL
NX-18	25.0	30.2	2.690	44.6	20.9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100	100	100	99.2	25.4	CL

4.5 지하수 및 토양 화학분석 결과

본 조사부지의 NX-2, 11 시추공에서 지하수 시료의 pH 시험 분석결과 6.8~7.4로 중성 또는 약알칼리성을 띠고 있다. 염소이온(Cl^-)은 1,550~7,800 mg/L가 검출되어 콘크리트 배합수로는 적합하지 않은 것으로 나타났다. 황산이온(SO_4^{2-})은 335~751 mg/L이 검출되어 콘크리트에 약한 부식 내지 강한부식을 발생시킬 수 있으며 지하수 생활용수로 부적합한 것으로 나타났다. 마그네슘(Mg)은 121~453 mg/L으로 검출되어 콘크리트 부식에 미치는 영향은 약한 부식 내지 강한 부식으로 나타났다.

NX-2, 10 시추공에서 토양 시료의 pH 시험 분석결과 8.7~11.8로 알칼리성을 띠고 있다. 염소이온(Cl^-)은 553.98~566.44 mg/L가 검출되었다. 황산이온(SO_4^{2-})은 113.11~1,890.78 mg/L이 검출되어 콘크리트 부식에 미치는 영향은 약한 부식 내지 강한부식으로 나타났다. 마그네슘(Mg)은 3,596.31~4,457.09 mg/L으로 검출되어 콘크리트 부식에 미치는 영향은 매우 강한 부식으로 나타났다.

표 4.12 지하수 분석 결과

시험항목	단위(mg/L)	결과치	
		NX-2	NX-11
SO_4^{2-} (황산이온)	mg/L	751	335
pH(수소이온농도)	-	6.8	7.4
Cl^- (염소이온)	mg/L	7,800	1,550
Mg(마그네슘)	mg/L	453	121

표 4.13 토양 분석 결과

시험항목	단위(mg/L)	결과치	
		NX-2	NX-10
SO_4^{2-} (황산이온)	mg/L	1,890.78	113.11
pH(수소이온농도)	-	11.8	8.7
Cl^- (염소이온)	mg/L	566.44	553.98
Mg(마그네슘)	mg/L	4,457.09	3,596.31

표 4.14 노출된 콘크리트의 범주 및 등급(건축구조기준 및 해설, 2016)

항목	등급		토양 내의 수용성 황산염(SO ₄)의 질량비(%)	물속에 용해된 황산염(SO ₄) (ppm)
	S (황산염)	무시	S0	SO ₄ < 0.10
보통		S1	0.10 ≤ SO ₄ < 0.20	150 ≤ SO ₄ < 1,500, 해수
심함		S2	0.20 ≤ SO ₄ < 2.00	1,500 ≤ SO ₄ ≤ 10,000
매우심함		S3	SO ₄ > 2.00	SO ₄ > 10,000

표 4.15 콘크리트 배합수 추천수질

항 목	검토기준 한계값
pH	7 이상
Cl-(mg/L)	1,500 이하
SO ₄ ²⁻ (mg/L)	250 이하
Mg(mg/L)	200 이하

표 4.16 노출등급에 따른 내구성 허용기준(건축구조기준 및 해설, 2016)

항목	등급	최대 물-결합재비	최소 설계기준 압축강도 f_{ck} (MPa)	추가적인 최소 요구 사항	
				공기량	결합재 사용제한
S (황산염)	S0	-	21	제한 없음	제한 없음
	S1	0.5	27	보통 포틀랜드시멘트(1종)+포졸란 혹은 슬래그 플라이애시시멘트(KS L 5211) 중용열포틀랜드시멘트(2종)(KS L 5201) 고로슬래그시멘트(KS L 5210)	제한 없음
	S2	0.45	30	내황산염포틀랜드시멘트(5종) (KS L 5201) 고로슬래그시멘트(KS L 5210)+플라이애시	허용 안됨
	S3	0.45	30	내황산염포틀랜드시멘트(5종) (KS L 5201) +포졸란 혹은 슬래그	허용 안됨

표 4.17 지하수 수질기준

시험항목	생활용수	농업용수, 어업용수	공업용수
pH(수소이온농도)	5.5~8.5	6.0~8.5	5.0~9.0
Cl^- (염소이온)	250 이하	250 이하	250 이하
SO_4^{2-} (황산이온)	200mg/L 이하	-	-

표 4.18 콘크리트 부식정도 기준(DIN 4030)

시험항목	약한 부식	강한 부식	매우 강한 부식
pH(수소이온농도)	5.5~6.5	4.5~5.5	4.5 이하
SO_4^{2-} (황산이온)	200 ~ 600	600 ~ 3,000	3,000 이상
Mg(마그네슘)	100 ~ 300	300 ~ 1,500	1,500 이상

제 5 장 기초형식 검토

5.1 기초형식 개요

5.2 기초형식 분류

5.3 기초지반의 허용지내력 제안

제5장 기초형식 검토

5.1 기초형식 개요

- 가. 기초는 상부건물의 하중을 지반에 전달하여 건물의 안정성과 사용성을 유지하는 기능을 가진 하부구조물로써 ‘기초판+지정(버림con'c, 잡석, 말뚝)’을 의미한다.
- 나. 기초는 상부건물로부터 전달되는 하중에 대해 충분한 강도(기초구조체의 강도 및 지반지지력, bearing capacity)를 가지면서 동시에 상부구조물에 유해한 변형(기초구조체의 변형 및 기초지반의 침하)을 주지 않아야 한다.
- 다. **그림 5.1**에서 보는 바와 같이 얇은기초는 상부건물의 하중을 기초바닥에서 수직응력과 전단응력 형태로 지지하며, 깊은기초는 지지력이 큰 깊은 지층에 상부구조물의 하중을 전달하는 기초로써 선단지지력과 주변마찰력으로 지지한다.

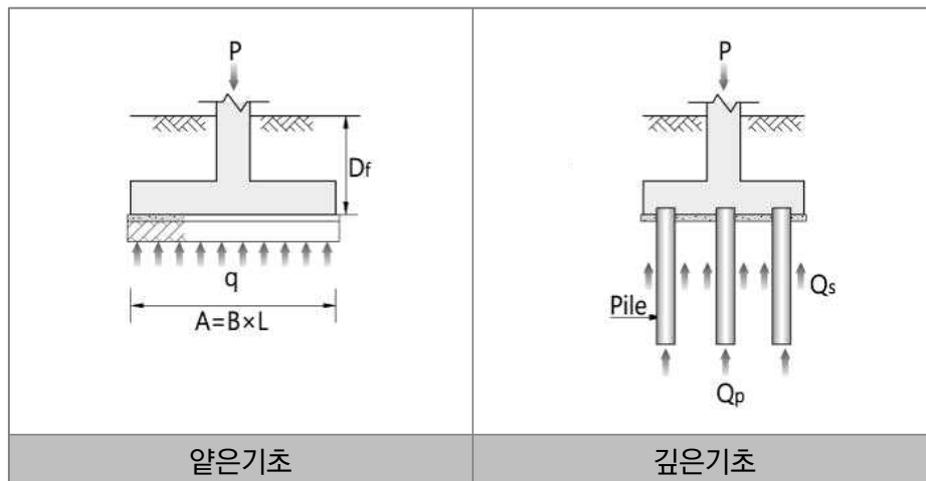


그림 5.1 기초의 지지원리

5.2 기초형식 분류

- 가. 기초는 **그림 5.2**에서와 같이 지지하중과 전달방식에 따라 얇은기초(shallow foundation)와 깊은 기초(deep foundation)로 분류한다.
- 나. 얇은기초는 상부구조물의 하중을 기초지반에 전달시키기 위하여 직접 지반위에 놓이는 기초구조이며, 細長기초(연속기초 또는 줄기초), 擴大기초(spread footing, mat foundation) 등이 이에 속한다.
- 깊은기초는 기성 말뚝(PHC, steel pile 등)이나 현장타설 콘크리트말뚝(CIP공법, M/P공법

등 소구경과 PRD공법, all casing, earth drill, RCD 및 barrette 공법 등 중·대구경) 통해서 상부하중을 연약지층 하부에 지내력이 충분히 확보된 지반으로 전달하는 기초구조다.

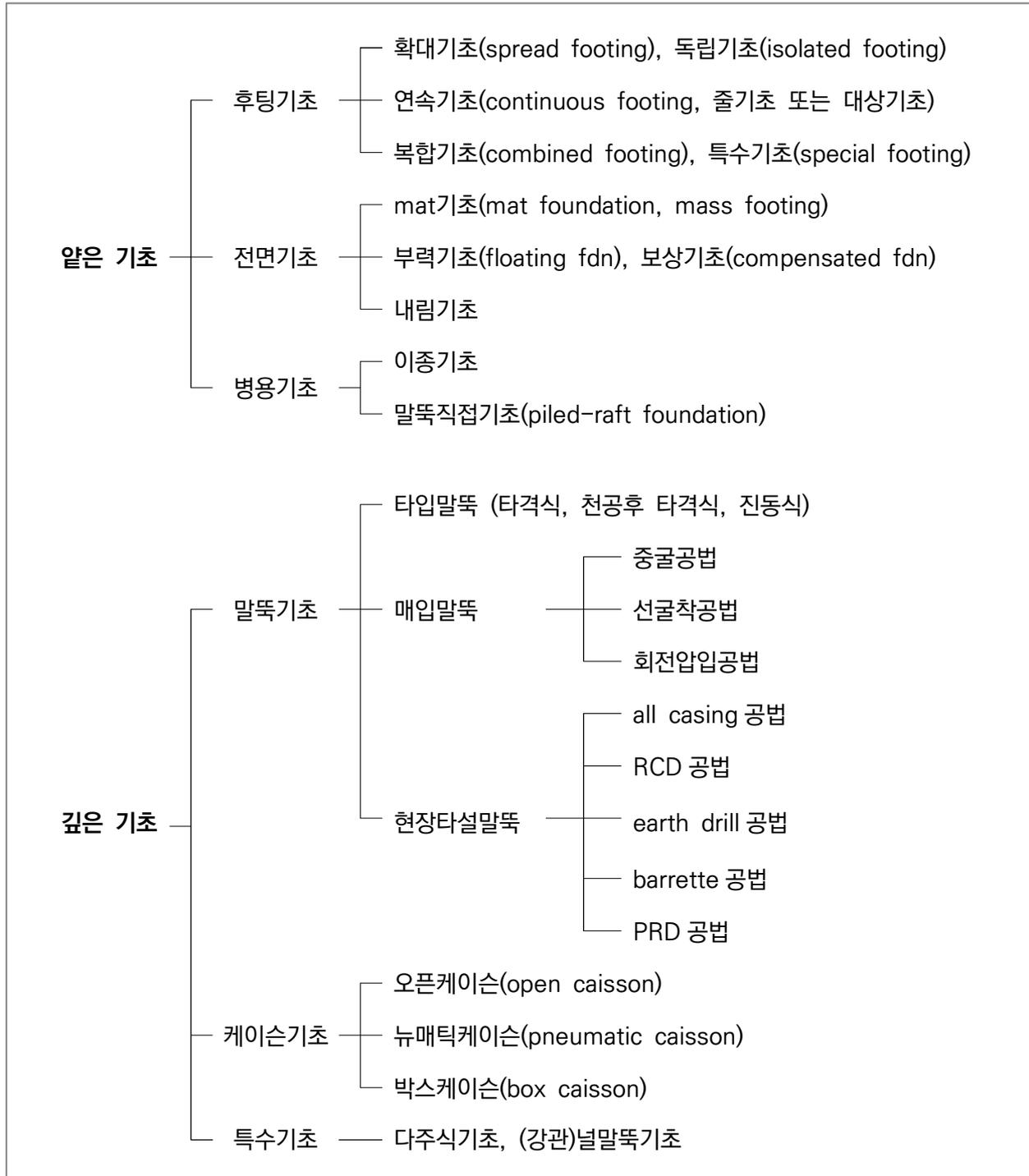


그림 5.2 기초형식 분류

5.3 기초지반의 허용지내력 제안

5.3.1 기초지반의 허용지내력 추정

가. 허용지내력은 기초지반의 전단파괴와 침하를 모두 고려한 지반의 하중 지지능력으로서 허용지내력을 구하는 방법은 다양하나 주로 현장시험 결과를 이용해서 추정하는 방법이 대부분이며 특히 표준관입시험에서 얻은 N 치로 지반의 허용지내력을 직접 추정할 수 있다.

현장시험 결과를 이용해서 기초지반의 허용지내력을 추정하는 방법중에서 Meyerhof(1974)의 방법을 개선한 Bowles(1988)의 방법이 널리 이용되며 침하량 25mm를 기준으로 한 허용지내력 (Q_a)을 식(5.1)과 식(5.2)로 구할 수 있다.

$$Q_a = \frac{N}{0.5} (tf/m^2) (B \leq 1.2m) \quad (5.1)$$

$$Q_a = \frac{N}{0.8} \left(\frac{B+0.3}{B} \right)^2 (tf/m^2) (B > 1.2m) \quad (5.2)$$

여기서, N : 표준관입시험치 (=수정된 N 치)

B : 기초의 최소폭 (m)

기초바닥이 굴착면 아래에 있다면 깊이계수(K_d)를 식(5.3)으로 계산하여 위에서 계산된 허용지내력에 곱한 값을 허용지내력으로 한다.

$$K_d = \left(1 + 0.33 \frac{D_f}{B} \right) (\leq 1.33 : D_f < B) \quad (5.3)$$

여기서, K_d : 깊이계수

D_f : 기초의 근입깊이 (m)

(mat기초는 지표면으로부터 기초바닥슬래브 하단까지, 바닥슬래브 아래의 줄기초나 독립확대 기초 등은 슬래브 상단으로부터 기초바닥 하단까지의 깊이)

이 지내력 공식에 의하면 사질토인 경우 지내력은 기초폭의 함수이고 폭이 커짐에 따라 증가하는 것이 분명하다. 그러나 기초바닥에 놓인 하중은 기초폭이 증가 할수록 지중으로 응력이 전달되는 깊이가 커지므로 결과적으로 더 큰 침하량을 유발하게 된다. 따라서 허용 침하량을 25mm로 한정할 때에는 기초폭이 크면 오히려 지내력이 감소한다.

만일, 허용침하량이 25mm가 아닌 경우 침하량은 하중강도에 비례한다고 가정하고 허용침하량에 대한 허용지내력은 식(5.4)와 같이 수정하여야 한다.

$$Q_a(S_j) = \frac{S_j}{S_o} Q_a \quad (5.4)$$

여기서, $Q_a(S_j)$: 허용침하량(S_j)에 대한 허용지내력

S_o : 25mm 침하량

S_j : 허용침하량(mm)

그러나, mat 기초의 경우 기초지반의 허용지내력은 식(5.5)로 구할 수 있다.

$$Q_a = \frac{N}{0.8} K_d (tf/m^2) \quad (5.5)$$

나. 경험적 방법으로는 표 5.1를 사용할 수 있으며, 지반의 특성을 고려하여 그 적용성을 확인한 후 이용한다.

표 5.1 확대기초의 허용 지지력 경험치(U. S. Navy, 1982)

지지층	현장 연경도 상태	허용 지지력(kN/m ²)	
		범위	추천값
괴상의 결정질 화강암, 변성암 : 화강암, 섬록암, 현무암, 완전히 고결된 역암	경질의 신선한 암	6,000~10,000	8,000
염리성의 변성암 : 슬레이트, 편암	중간 경질의 신선한 암	3,000~4,000	3,500
퇴적암 : 시멘트화된 경질의 셰일, 실트암, 사암, 공동이 없는 석회암	중간 경질의 신선한 암	1,500~2,500	2,000
풍화되거나 파쇄된 모암, 이질암(셰일) 이외의 모든 암, RQD<25	연암	800~1,200	1,000
컴팩션 셰일(compaction shale)이나 신선한 이질암	연암	800~1,200	1,000
입도분포가 양호한 세립토 모래자갈의 혼합물 : 빙하 퇴적물, 하드팬(hardpan), 점성토 섞인 자갈(GW-GC, GC, SC)	매우 조밀함	800~1,200	1,000
자갈, 자갈-모래 혼합물, 호박돌-자갈 혼합물(GW, GP, SW, SP)	매우 조밀함	600~1,000	700
	중간 정도 조밀	400~700	500
	느슨함	200~600	300
입자가 굵거나 중간 정도의 모래, 자갈이 약간 섞인 모래(SW, SP)	매우 조밀함	400~600	400
	중간 정도 조밀	200~400	300
	느슨함	100~300	150
가는 모래, 실트질이나 점토질 중간 정도 입도가 굵은 모래(SW, SM, SC)	매우 조밀함	300~500	300
	중간 정도 조밀	200~400	250
	느슨함	100~200	150
균질한 점토, 모래질이나 실트질, 점토	균음	300~600	400
	중간 정도 균음	100~300	200
	느슨함	50~100	50
실트, 모래질 실트, 점토질 실트, 교호된(varved) 실트-점토-세사층	매우 균음	200~400	300
	중간 정도 균음	100~300	150
	연함	50~100	50

다. 당 현장에 신축되는 건물의 기초지반 시공기준면은 대략 EL.(+)2.40~3.18m에 예상될 경우 불안정한 매립층 및 느슨한 퇴적층에 위치하게 되므로 기초지반의 허용지내력은 50kN/m² 이하가 될 것으로 예상된다.

5.3.2 기초형식 제안

본 건축물 기초가 불안정한 매립층 및 퇴적층에 위치하며 그 하부에 연약한 점토층이 분포하기 때문에 즉시 침하량과 압밀침하량이 장기간에 걸쳐 발생하고 불균질한 지층조건으로 인해 부등침하가 발생할 것으로 예상되므로 직접기초형식을 적용할 수 없다.

따라서 깊은기초형식을 채택해야 하며, 시공과 품질관리가 용이한 기성말뚝(PHC말뚝)을 매입공법으로 시공할 것을 추천한다.

제 6 장 결 론

6.1 지층 개요 및 특성

6.2 현장 및 실내시험 결과

6.3 허용지내력 및 기초형식 제안

〈참고 문헌〉

제6장 결론

경기도 시흥시 정왕동 2554번지(시흥 배곧신도시 특별계획구역 M1 블럭)에 신축예정인 「서울대 시흥 스마트캠퍼스 M1블럭」 신축부지에 대해 지반조사를 시행한 결과는 다음과 같다.

6.1 지층 개요 및 특성

가. 조사부지는 경기도 시흥시 정왕동 2554번지에 위치하고 있다. 조사부지 인근에는 아파트, 공원, 상가가 있으며, 조사부지 동측에는 4호선인 오이도역이 위치하고 있으며, 남측에는 배곧한라비발 디캠퍼스아파트가 위치에 있다.

조사부지의 지질은 시추조사 성과와 인천도폭(한국지질자원연구원, 1995) 지질도에 의하면 중생대 백악기(cretaceous period of the mesozoic era)의 유문암(rhyolite)을 기반암으로 하여 중생대 쥐라기(mesozoic age jurassic)의 흑운모 화강암(granitite), 선캄브리아(precambrian) 운모암편과 제4기(quaternary)의 매립층(fill), 충적층(alluvium)이 덮고 있다.

조사부지의 지층은 매립층(fill), 퇴적층(transported soil), 풍화잔류토층(residual soil), 풍화암반(weathered rock mass)으로 구성되어 있다.

나. 최상부는 매립층으로써 대체적으로 실트질 세립 내지 조립 모래(SM)와 세립 내지 조립 자갈(GP)로 매립되어 있으며 일부 건축물 폐기물(토목섬유, 폐목 등)이 채취되었다. 또한, 일부 구간은 점토가 혼재되어 있으며 자갈, cobble(옥석, $\phi 7.5 \sim \phi 30.0\text{cm}$) 및 boulder(전석, $\phi 30\text{cm}$ 이상)이 분포하여 채취되었다.

매립층 하부에는 퇴적층이 모래·자갈·점성토층으로 채취되었으며, 퇴적층 하부에는 풍화대가 실트질 세립 내지 조립 모래(SM)가 관입시료 형태로 채취되었으며, 일부 구간에 풍화암편 및 미풍화된 핵석(核石, core stone)이 분포하였다.

6.2 현장 및 실내시험 결과

가. 현장 투수시험한 결과, 매립층의 투수계수는 $2.301 \times 10^{-3} \sim 5.051 \times 10^{-3} \text{cm/sec}$ 정도로 측정되었으며, 퇴적층은 $1.173 \times 10^{-3} \sim 1.481 \times 10^{-3} \text{cm/sec}$ 정도로 측정되었다. 또한, 풍화잔류토층의 투수계수는 $5.291 \times 10^{-4} \text{cm/sec}$ 정도로 측정되었다. 상세한 투수시험 결과는 본문의 표 4.1에서 보는 바와 같다.

나. 본 신축부지의 지하수위는 현 지표면으로부터 GL.(-)7.8m~GL.(-)13.0m 깊이에 분포하는 것으로 확인되었으나 시추공에서 측정된 것이므로 시추용 작업수와 지층의 투수성에 영향을 받기 때문에 실제 지하수위와 다를 수 있다. 따라서 설계지하수위는 기상 및 계절적인 변화요소, 건물이 시공되는 구간의 지형 및 지리적인 조건, 각 지층의 투수성 등을 종합적으로 고려하여 결정하는 것이 타당하다. 상세한 지하수위 측정 결과는 본문의 표 4.2에서 보는 바와 같다.

다. 내진설계를 위한 지반등급을 선정하기 위해 NX-7, 8, 17 시추공에서 하향식 탄성파탐사를 실시하였다. NX-7, 8, 17 시추공에서 지표면으로부터 30m에 대한 전단파속도의 평균치는 233~252 m/s 으로서 내진설계기준(KDS 17 10 00 : 2018)에 따라 지반을 분류하면, S_4 등급이 되는 것으로 나타났다.

라. 표준관입시험에서 채취한 교란시료로 실내 토질시험을 실시한 결과는 본문의 표 4.11에서 보는 바와 같다.

마. NX-2, 11 시추공에서의 지하수는 시료의 pH 시험 분석결과, 6.8~7.4로 중성 또는 약알칼리성을 띠고 있으며 염소이온(Cl^-)은 1,550~7,800 mg/L가 검출되어 콘크리트 배합수로는 적합하지 않은 것으로 나타났다. 황산이온(SO_4^{2-})은 335~751 mg/L이 검출되어 콘크리트에 약한 부식 내지 강한 부식으로 나타났다.

NX-2, 10 시추공에서 토양 시료의 pH 시험 분석결과, 8.7~11.8로 알칼리성을 띠고 있으며 염소이온(Cl^-)은 553.98~566.44 mg/L가 검출되었다. 황산이온(SO_4^{2-})은 113.11~1,890.78 mg/L이 검출되어 콘크리트 부식에 미치는 영향은 약한 부식 내지 강한 부식으로 나타났다. 상세한 분석 결과는 본문의 표 4.12와 표 4.13에서 보는 바와 같다.

6.3 허용지내력 및 기초형식 제안

가. 본 건축물의 기초시공기준면이 대략 EL.(+)2.40~3.18m로 계획될 경우, 기초지반은 불안정한 매립층 및 느슨한 퇴적층에 위치하게 되므로 기초지반의 허용지내력은 $50kN/m^2$ 이하가 될 것으로 예상된다.

나. 본 건축물 기초가 불안정한 매립층 및 퇴적층에 위치하며 그 하부에 연약한 점토층이 분포하기 때문에 즉시 침하량과 압밀침하량이 장기간에 걸쳐 발생하고 불균질한 지층조건으로 인해 부등침하가 발생할 것으로 예상되므로 직접기초형식을 적용할 수 없다. 따라서 깊은기초형식을 채택해야 하며, 시공과 품질관리가 용이한 기성말뚝(PHC말뚝)을 매입공법으로 시공할 것을 추천한다.

<참고 문헌>

1. 국토교통부(2018) “내진 설계기준, 내진설계 일반”, KDS 17 10 00 : 2018
2. 국토교통부(2019) “건축 구조기준, 건축물 내진설계기준”, KDS 41 17 00 : 2019
3. 서울특별시(2006) “지반조사편람”, pp.1~130
4. 이명환(1992) “실측에 의한 표준관입시험 해머의 낙하속도분석”, 한국지반공학회지
5. 한국지반공학회(2002) “깊은기초”
6. 한국지반공학회(2018) “구조물기초설계기준 해설”
7. 한국지질자원연구원(1995) “한국지질도 : 인천도폭”
8. 한국표준협회(2017) “표준관입시험 방법”, KS F 2307, pp.1~12.
9. B.M. DAS (1992) “Principles of Geotechnical Engineering”
10. Bowles, J. E.,(1973) “Permeability Coefficient Using a New Plastic Device”, Highway Research Record NO. 431, pp.55~61
11. Bowles, J. E. (1988) “Foundation Analysis and Design”, pp.179~236
12. Hubbert, M. K.(1956) “Darcy's law and the field equations of the flow of underground fluids.“, Trans. Am. Inst. Min. Metall. Eng. 207.
13. Roy E. Hunt (1986) “Geotechnical Engineering Investigation Manual”

제 7 장 부 록

7.1 시추공 배치도

7.2 지층단면도

7.3 등고선도

7.4 흙의 공학적 분류방법 및 기재방법

7.5 암석과 암반의 분류방법 및 기재방법

7.6 시추주상도에 사용한 기호 및 시추주상도

7.7 현장 투수시험 성과

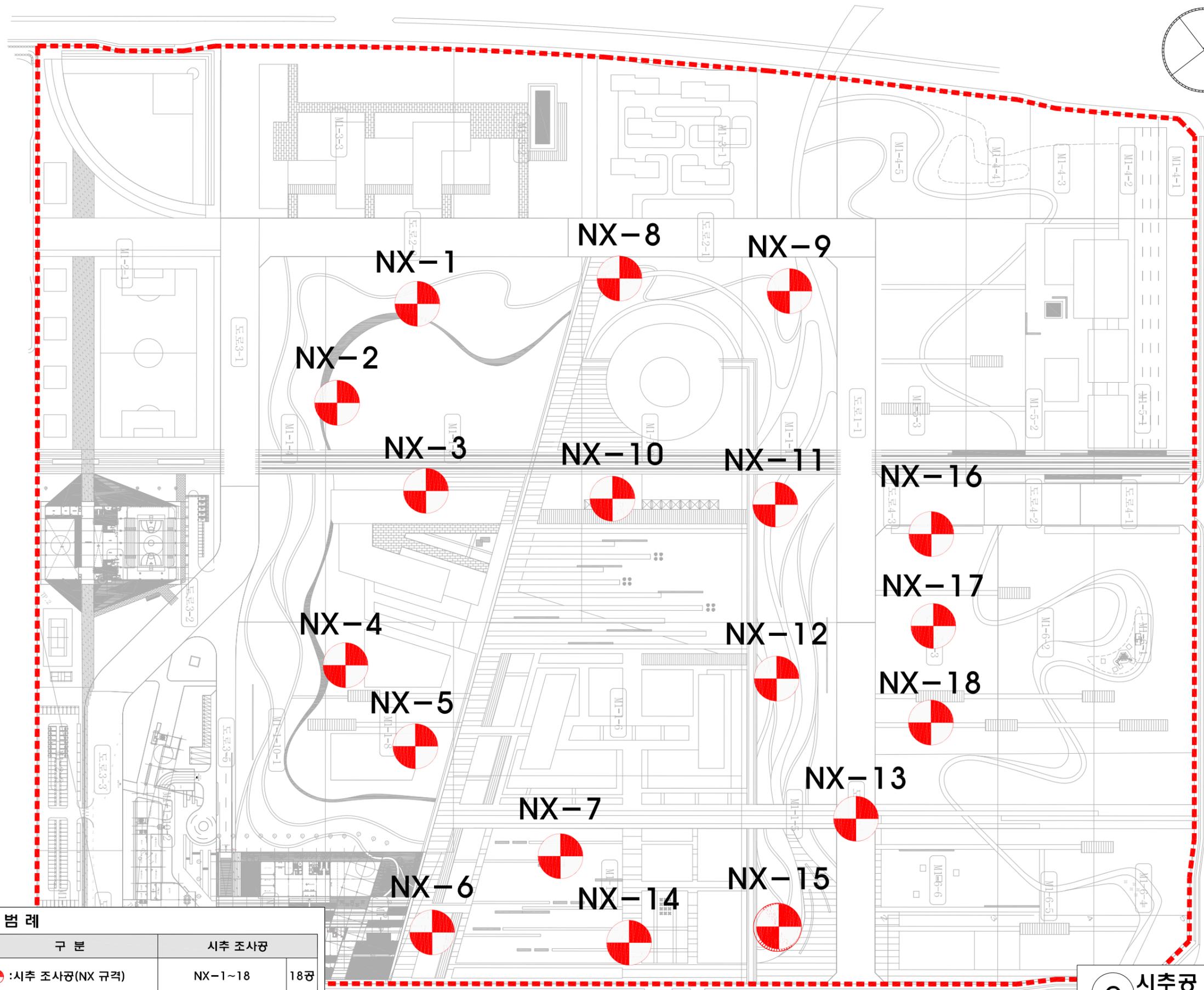
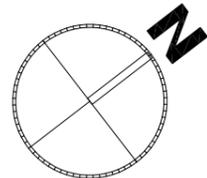
7.8 하향식 탄성파탐사 성과

7.9 실내 토질시험 성과

7.10 지하수 및 토양 화학분석 성과

7.11 시료사진

7.1 시추공 배치도



범례 구분 시추 조사공		
: 시추 조사공(NX 규격)	NX-1~18	18공

C 시추공 배치도
SCALE : 1/2400(A3)

DATE	REVISION

APPROVED BY 재수근	DESIGNED BY 김준호
CHECKED BY 류경렬	DRAWN BY 이주연

지에스이앤씨(주)
 G.S. Engineering & Construction Co., Ltd.
 Tel 02-525-3933 Fax 02-525-3132

PROJECT TITLE
서울대 시흥 스마트캠퍼스
M1블럭 지반조사

DRAWING TITLE
시추공 배치도

A1 : 1200 A3 : 2400

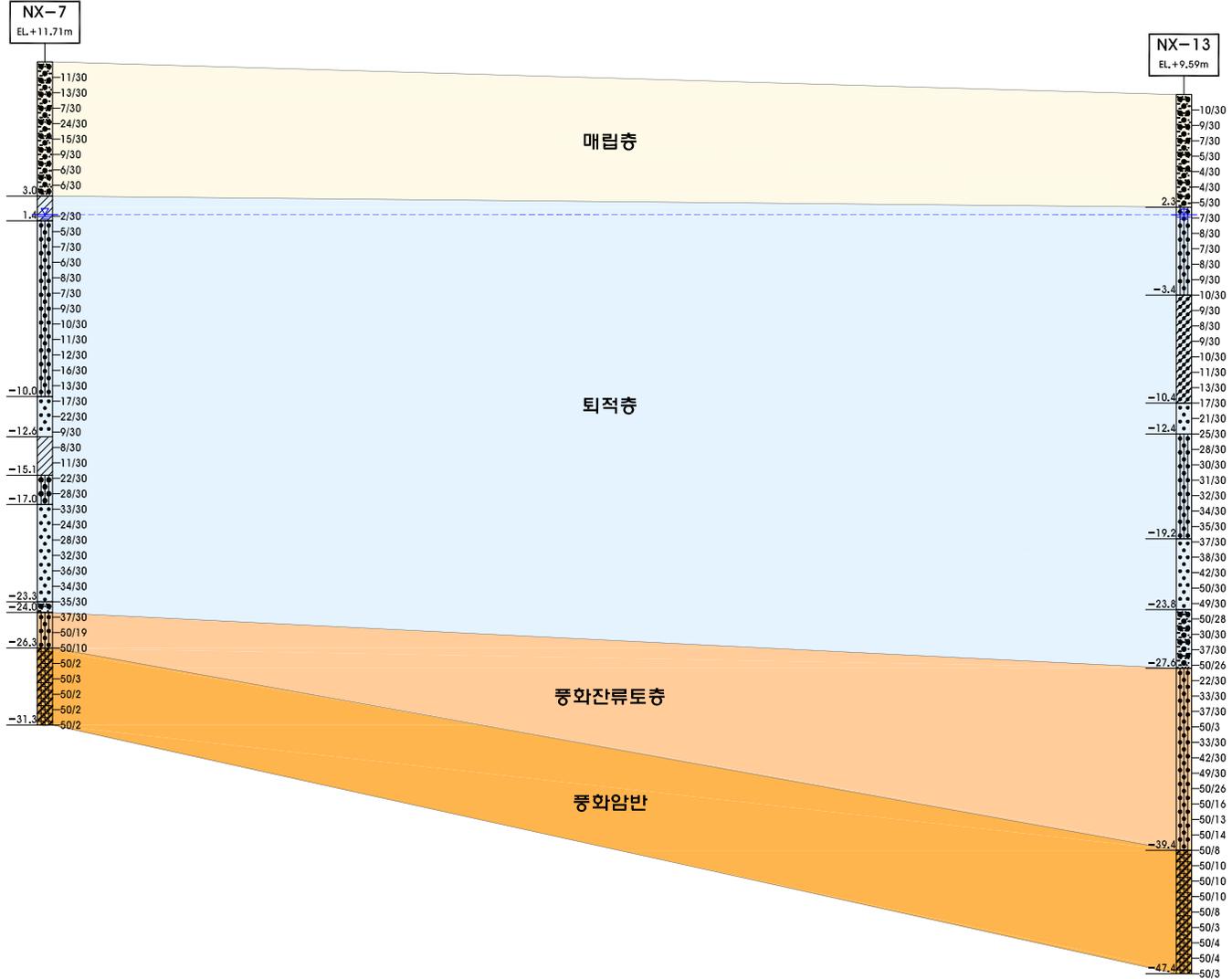
PROJECT NO. DATE
- 2019. 12. 14.

DRAWING NO. -

7.2 지층 단면도

SECTION B-B'

EL.(±)m
 +15m
 +10m
 +5m
 +0m
 -5m
 -10m
 -15m
 -20m
 -25m
 -30m
 -35m
 -40m
 -45m
 -50m



범례

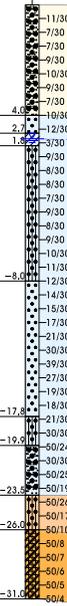
매립층	CL	GP	GM	SC	SP	SM	ML	중화암

SECTION C-C'

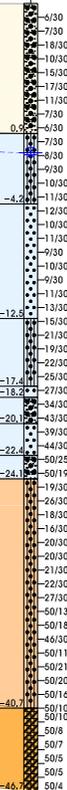
EL.(±)m



NX-5
El. +11.98m



NX-18
El. +10.33m



매립층

퇴적층

중화잔류토층

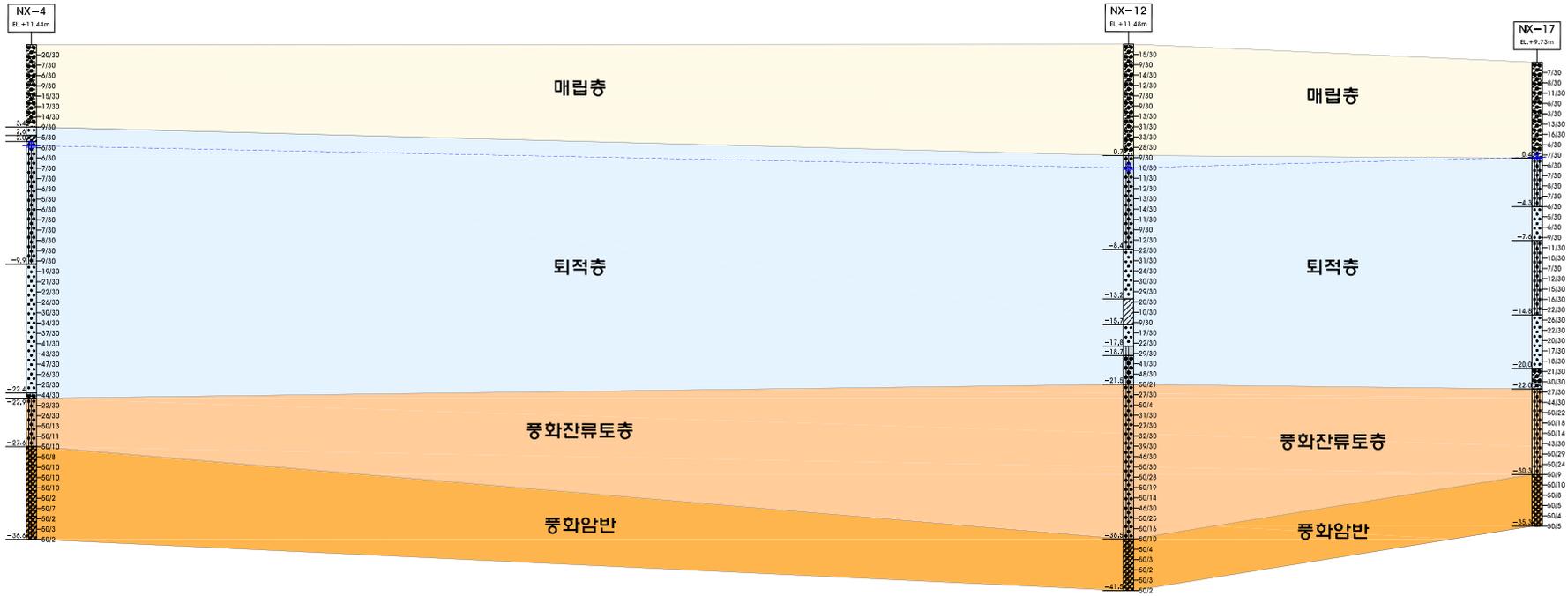
중화암반

범례

매립층	CL	GP	GM	SC	SP	SM	ML	중화암

SECTION D-D'

EL.(±)m

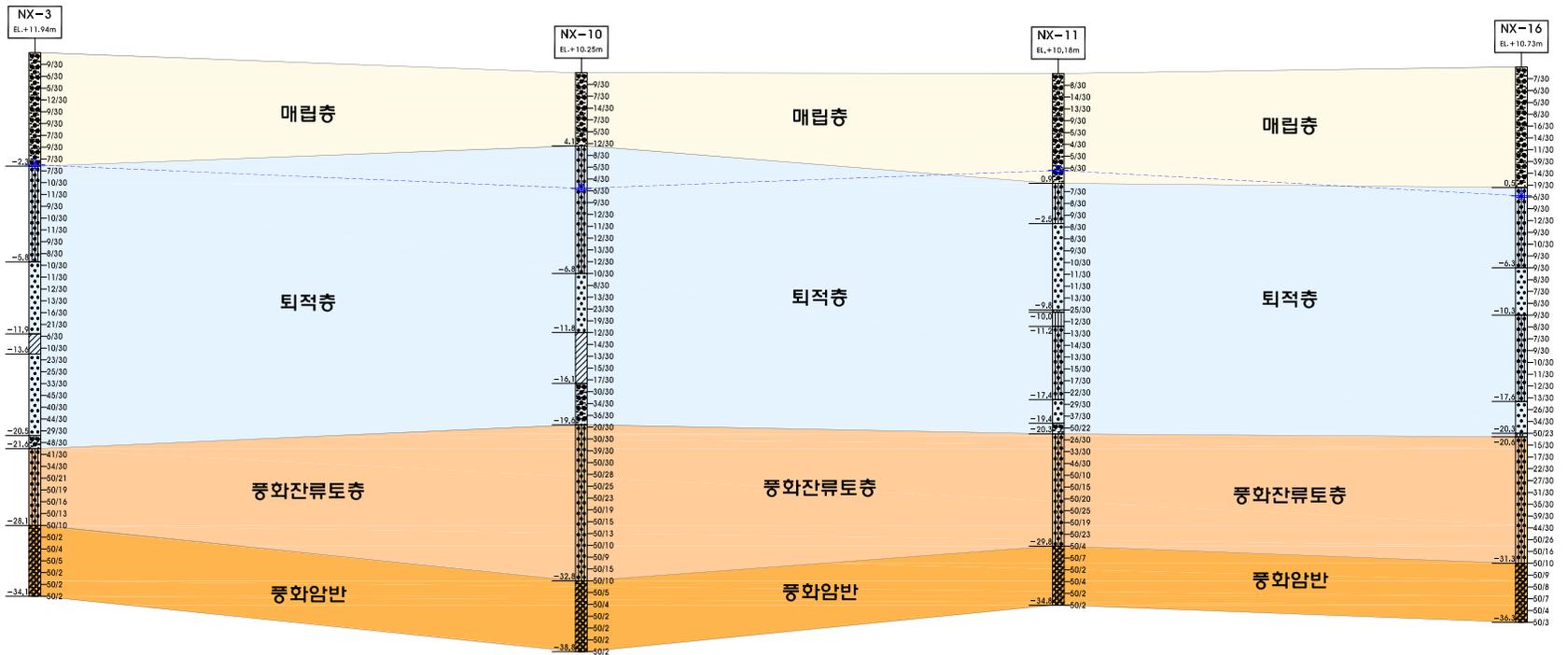


범례

매립층	CL	GP	GM	SC	SP	SM	ML	중화암반

SECTION E-E'

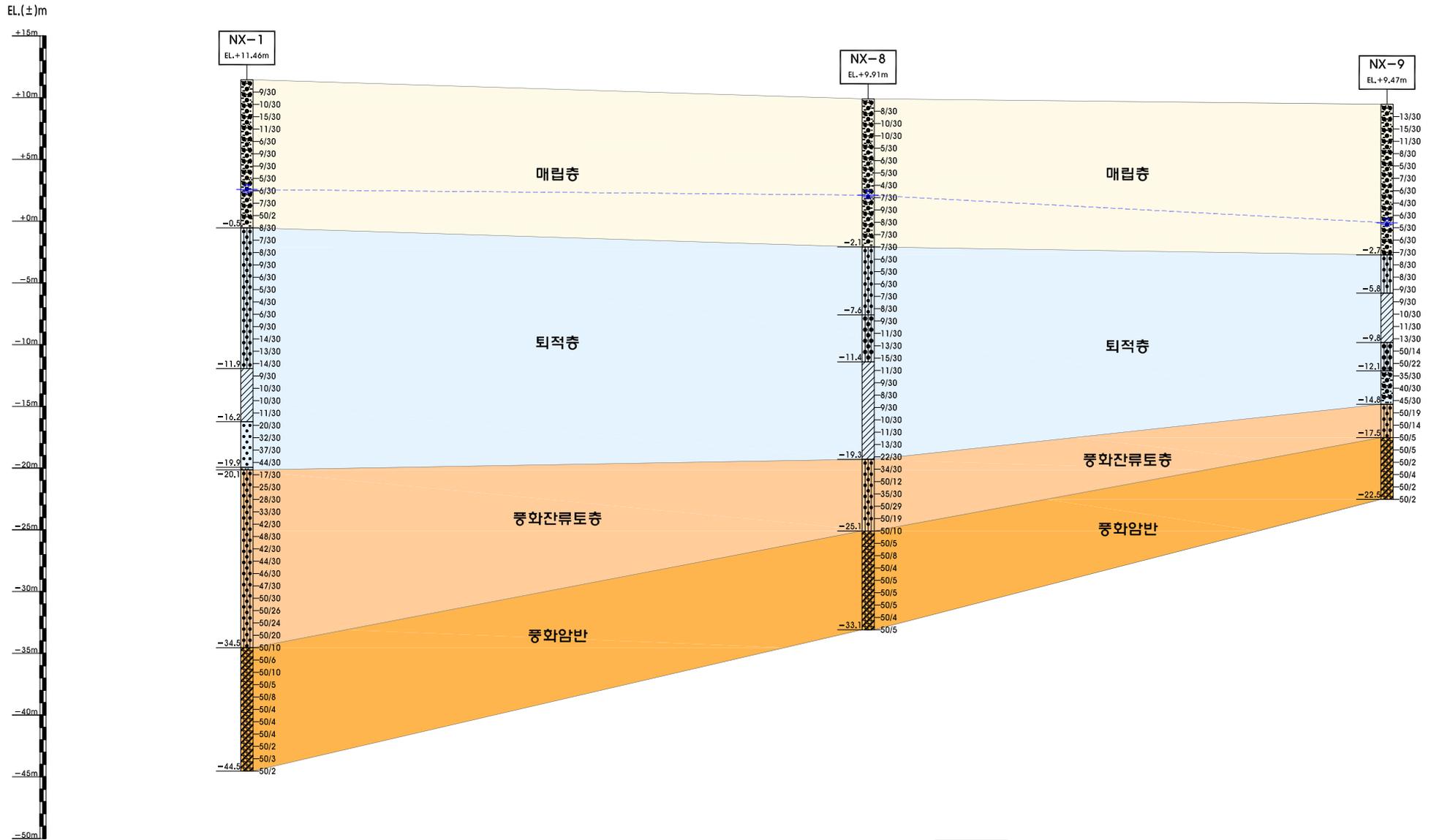
EL.(±)m



범례

매립층	CL	GP	GM	SC	SP	SM	ML	중화암반

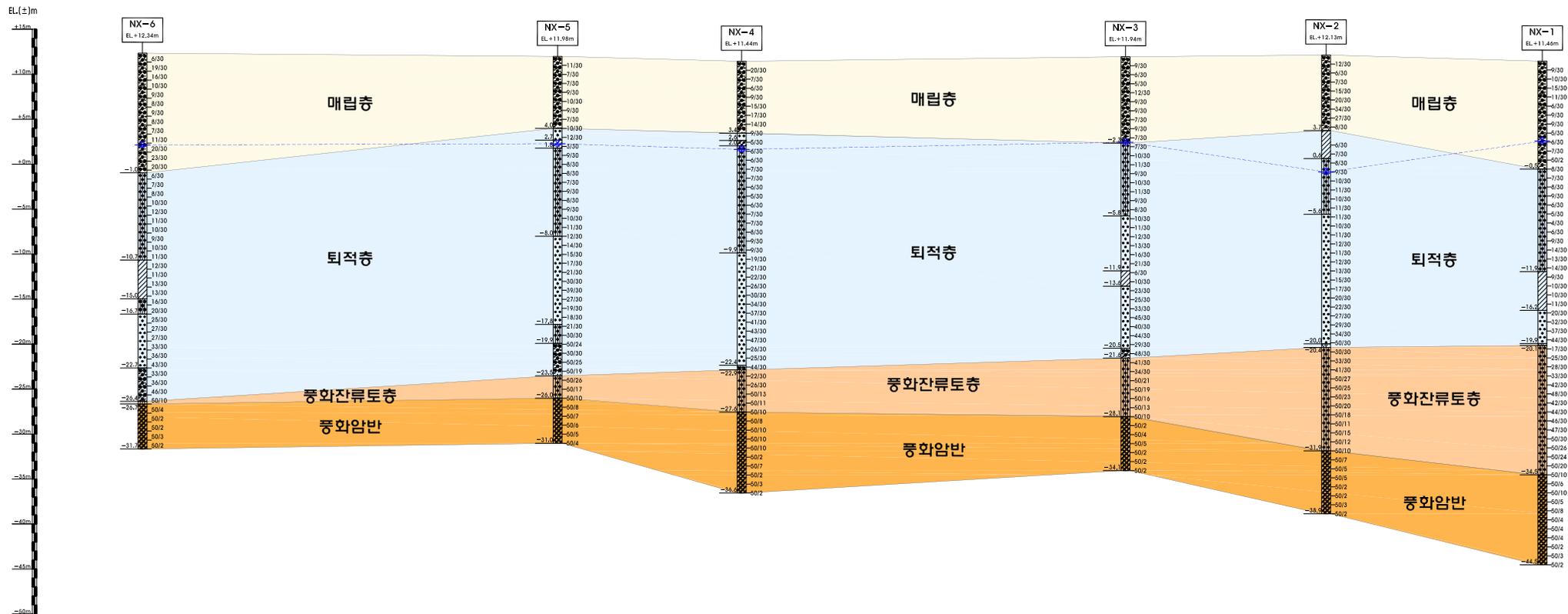
SECTION F-F'



범례

매립층	CL	GP	GM	SC	SP	SM	ML	풍화암

SECTION G-G'

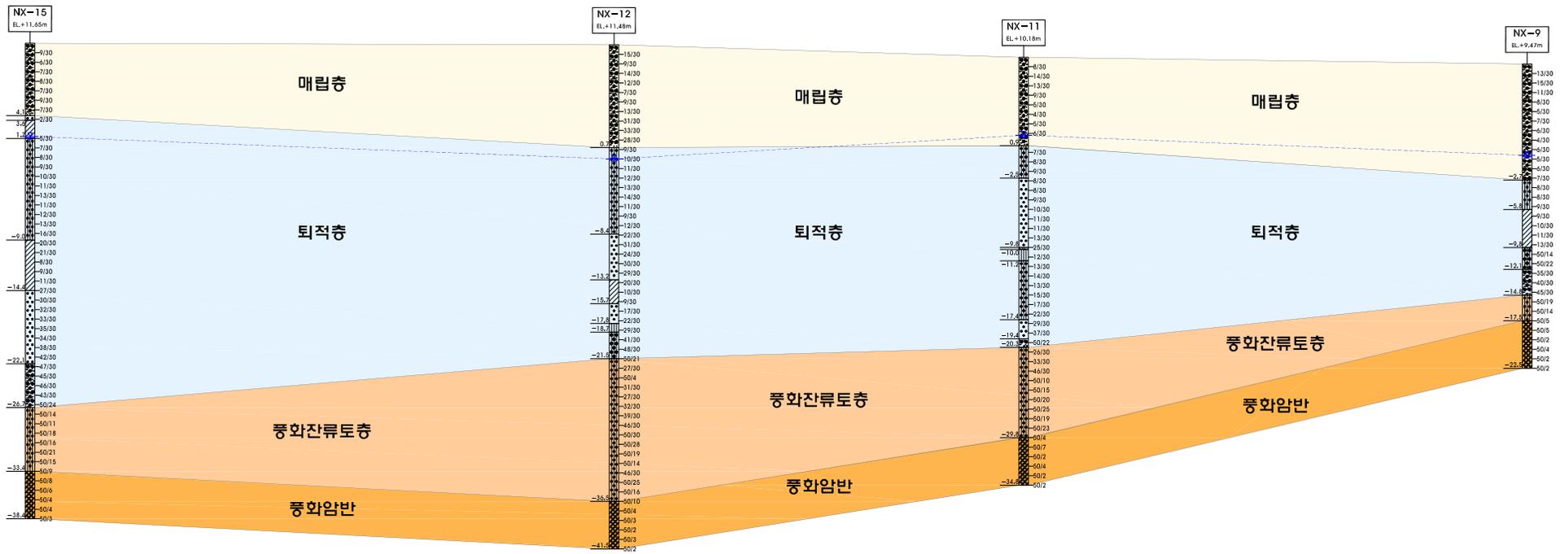


범례

매립층	CL	GP	GM	SC	SP	SM	ML	중화암반

SECTION I-I'

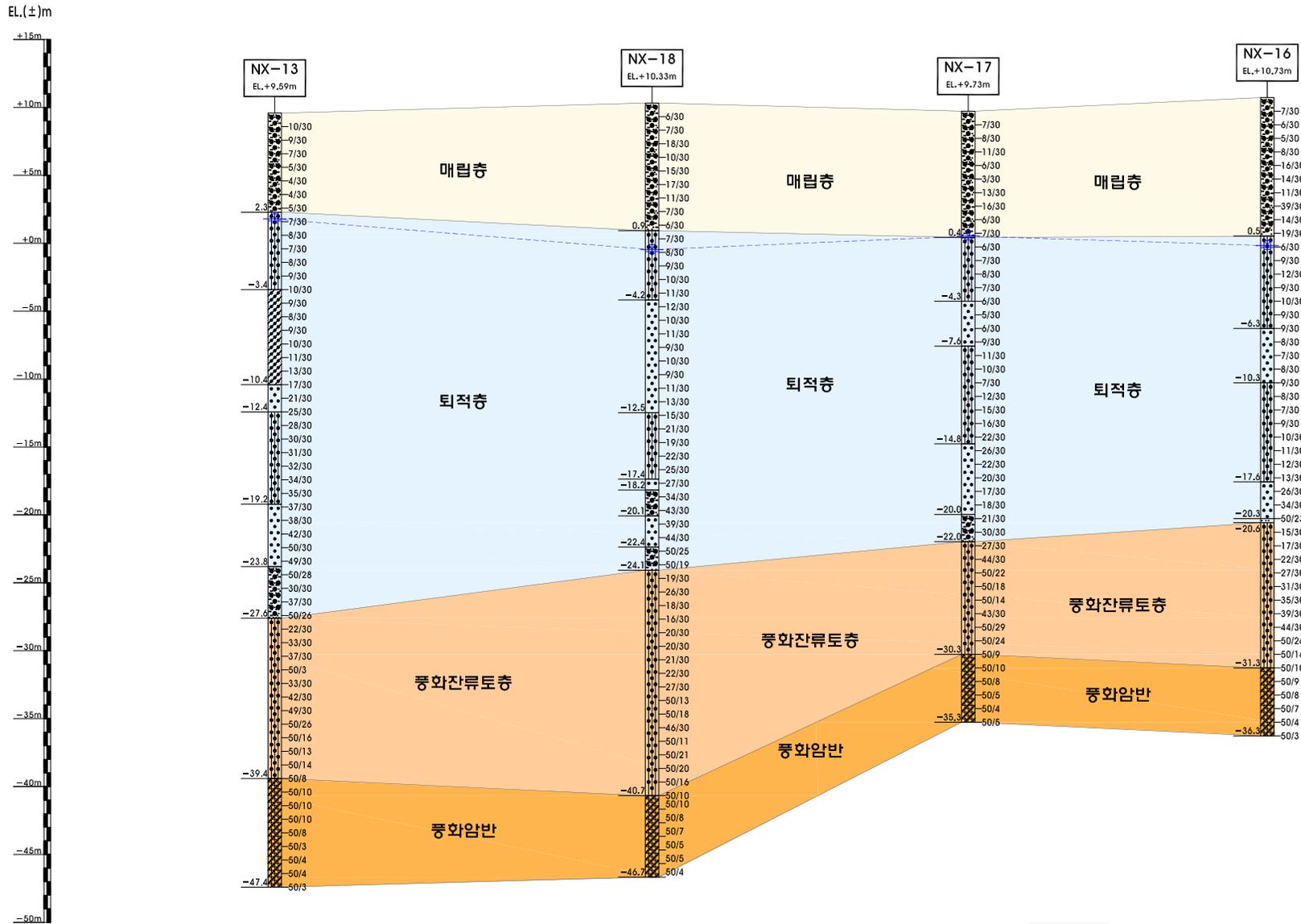
EL.(±)m



범례

매립층	CL	GP	GM	SC	SP	SM	ML	중화암

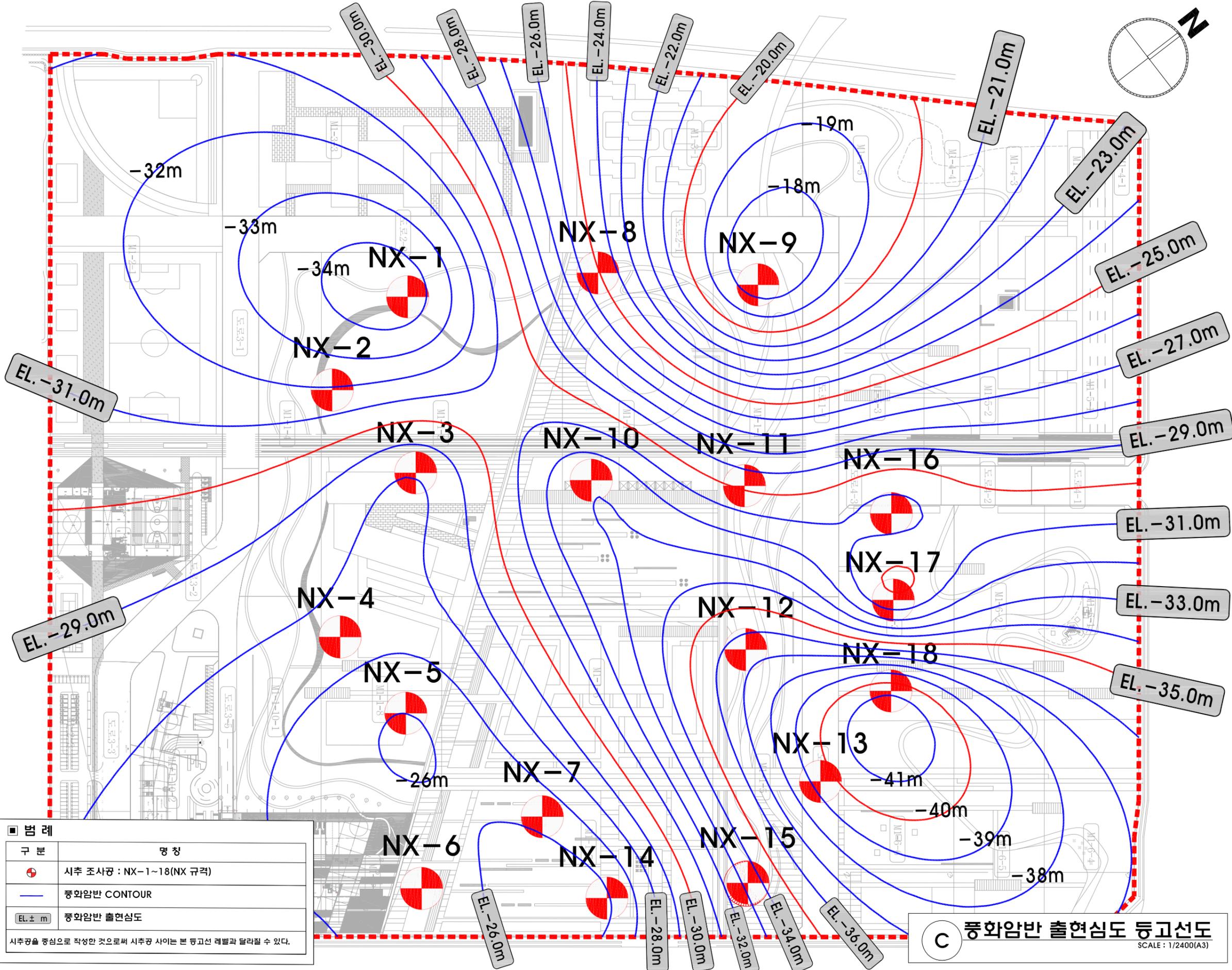
SECTION J-J'



범례

매립층	CL	GP	GM	SC	SP	SM	ML	중화암반

7.3 등고선도



범례	
구분	명칭
	시추 조사구 : NX-1~18(NX 규격)
	중화암반 CONTOUR
	중화암반 출현심도

시추구를 중심으로 작성한 것으로서 시추구 사이는 본 등고선 레벨과 달라질 수 있다.

C 중화암반 출현심도 등고선도
SCALE : 1/2400(A3)

DATE	REVISION

APPROVED BY 재수근	DESIGNED BY 김준호
CHECKED BY 류경렬	DRAWN BY 박제정

지에스이앤씨(주)
G.S. Engineering & Construction Co., Ltd.
Tel 02-525-3933 Fax 02-525-3132

PROJECT TITLE
서울대 시흥 스마트캠퍼스
M1블럭 지반조사

DRAWING TITLE
중화암반
출현심도 등고선도

A1 : 1200 A3 : 2400

PROJECT NO. - DATE 2019. 12. 14.

DRAWING NO. -

7.4 흙의 공학적 분류방법 및 기재방법

I. 흙의 공학적 분류 방법

구분		기호	흙의 종류	실내시험기준	
조립토 200번체 통과량 50% 이하	자갈 (4번체 통과량이 50%이하)	세립분이 약간 또는 거의 없는 깨끗한 자갈	GW	입도분포가 양호한 자갈, 자갈모래의 혼합토, 세립분이 약간 또는 거의 없음	$Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 4 : Cc = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}} ; 1 \sim 3$ Cu, Cc가 GW조건이 아닌경우
			GP	입도분포가 불량한 자갈, 자갈모래의 혼합토, 세립분이 약간 또는 거의 없음	
		상당량의 세립분을 함유한 자갈	GM	실트질 자갈, 입도분포가 불량한 자갈·모래·실트의 혼합토	아터버그 한계가 "A"선 아래에 있거나 PI가 4보다 작은 경우 아터버그 한계가 "A"선 아래에 있거나 PI가 7보다 큰 경우
			GC	점토질 자갈, 입도분포가 불량한 자갈·모래·점토의 혼합토	
	모래 (4번체 통과량이 50%이상)	세립분이 약간 또는 거의 없는 깨끗한 모래	SW	입도분포가 양호한 모래, 자갈질 모래, 세립분이 약간 또는 거의 없음	$Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 6 : Cc = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}} ; 1 \sim 3$ Cu, Cc가 SW조건이 아닌경우
			SP	입도분포가 불량한 모래, 자갈질 모래, 세립분이 약간 또는 거의 없음	
		상당량의 세립분을 함유한 깨끗한 모래	SM	실트질 모래, 입도분포가 불량한 모래·실트 혼합토	아터버그 한계가 "A"선 아래에 있거나 PI가 4보다 작은 경우 아터버그 한계가 "A"선 아래에 있거나 PI가 7보다 큰 경우
			SC	점토질 모래, 입도분포가 불량한 모래·점토 혼합토	
	세립토 200번체 통과량 50% 이상	실트나 점토 (액성한계 50 이하)	ML	무기질 실트와 매우 가는 모래, 암분, 약간의 소성을 갖는 실트질 또는 점토질 세립모래	① 입도분포 곡선으로부터 자갈과 모래의 %결정 ② 세립분의 함유율, %에 따라 조립토는 다음과같이분류다. · 200번체 통과율이 5%보다 작은 경우 :GW, GP, SW, SP · 12%보다 큰 경우 :GM, GC, SM, SC · 5% ~ 12% :이중기호 사용 塑性圖(Plasticity Chart)는 組粒土에 함유된 細粒粉과 細粒土를 분류하기 위해 사용된다. 塑性圖의 빗금친 곳은 2중표기해야 하는 부분이다.
			CL	작은 내지 중간소성의 무기질 점토, 자갈질 점토, 모래질 점토, 실트질 점토, 소성이 작은 점토	
OL			작은 소성의 유기질 실트 및 유기질 실트·점토		
실트나 점토 (액성한계 50 이상)		MH	무기질 실트, 운모질 또는 규소성의 세립 모래질 또는 실트질 흙, 탄성이 큰 실트(plastic silts)		
		CH	소성이 큰 무기질 점토, fat clays		
		OH	중간 내지 큰 소성의 유기질 점토		
		Pt	Peat 및 그밖의 유기질을 많이 함유한 흙		
고 유기질흙					

II. 흙의 육안적 분류 기준

구 분	흙입자의 육안적 판별과 일반적인 상태	손으로 쥐었다 놓음		습윤상태에서 손가락으로 끈모양으로 풀 때.
		건 조 상 태	습 윤 상 태	
모 래 (Sand)	개개의 입자의 크기가 판별될 수 있는 입상을 보임. 건조 상태에서 흩어져 내림.	덩어리지지 않고 흐트러짐.	덩어리거나 가볍게 건드리면 흩어짐.	끈모양으로 꼬아지지 않음.
실트질 모래 (Silty Sand)	입상이지만 실트와 점토가 섞여서 약간 점성이 있음. 모래질의 특성이 우세함.	덩어리거나 가볍게 건드려도 흩어짐.	덩어리지며 조심스럽게 다루면 부서지지 않음.	끈모양으로 꼬아지지 않음.
모래질 실트 (Sandy Silt)	적당량의 세립질 모래와 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 않으며 물을 부으면 서로 엉킨다.	끈모양으로 꼬아지지 않으나 작게 끊어지고 부드러우며 약간의 점성이 있음.
실 트 (Silt)	세립질 모래와 점토는 극소량만 함유하고 실트입자의 함유량이 80%이상임. 건조되면 덩어리거나 쉽게 부서져서 밀가루감촉의 가루가 됨.	덩어리지며 자유롭게 만져도 부서지지 않음.	덩어리지며 자유롭게 만져도 부서지지 않으며 물을 부으면 서로 엉킨다.	완전히 꼬아지지 않는으나 작게 끊어지는 상태로 꼬아지고 부드러움.
점 토 (Clay)	건조되면 아주 딱딱한 덩어리가 된다. 건조상태에서 잘 부서지지 않음.	덩어리지며 자유롭게 만져도 부서지지 않음.	덩어리지며 자유롭게 만져도 부서지지 않고 찰흙상태로 됨.	길고 얇게 꼬아짐. 점성이 큼.

Ⅲ. 흙에 대한 육안 판별(NAVFAC, 1982)

구 분	표 시(또는 기술)	판 별 기 준
입자크기	호박돌(boulder)	30cm 이상
	조약돌(cobble)	7.5~30cm
	자갈(gravel)	조립 2~7.5cm 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)	1~10%
	약간(little)	10~20%
	~ 섞인(some)	20~35%
	~ 과, 및(and)	35~50%
세립토	호상의(alternating)	
	두꺼운(thick)	
	얇은(thin)	
	세부표시	
	섬(seam)	0.15~1.3cm 두께
	층(layer)	1.3~30cm 두께
	지층(또는 토층, stratum)	두께 30cm 이상
	호상 점토(varved clay)	모래, 실트와 점토의 섬 또는 층이 교호됨
	포켓상(pocket)	보통 두께 30cm 이하의 작고 표류적 퇴적
	렌즈상(lens)	렌즈모양의 퇴적
	가끔(occasional)	두께 30cm 당 1회 이하
빈번함(frequent)	두께 30cm 당 1회 이상	

IV. 사질토의 상대밀도(Relative density) 및 점성토의 Consistency

사질토의 상대밀도와 N치와의 관계

N 치 (SPT)	조 밀 정 도 (Gibbs-Holtz)	상대밀도(Relative density, %)		현 장 관 찰 (Bowles)
		Gibbs-Holtz	Meyerhof	
< 4	매우 느슨 (Very loose)	< 15	0 ~ 20	엄지손가락 또는 주먹으로 쉽게 자국을 낼 수 있다.
4 ~ 10	느슨 (Loose)	15 ~ 35	20 ~ 40	쉽게 삽질할 수 있다. 손가락으로 자국을 낼 수 있다.
10 ~ 30	중간 (Medium dense)	35 ~ 65	40 ~ 60	힘을 주어서 삽질할 수 있다.
30 ~ 50	조밀 (Dense)	65 ~ 85	60 ~ 80	손으로 삽질이 가능하거나 또는 손의 힘으로 삽을 이용하여 자 국을 낼 수 있다.
> 50	매우 조밀 (Very dense)	85 ~ 100	80 ~ 100	발파 또는 중장비에 의해서만 자국을 낼 수 있다.

N치와 내부마찰각과의 관계

N 치 (SPT)	조 밀 정 도 (Gibbs-Holtz)	내부마찰각(ψ)			
		Peck $\phi=0.3N+27$	Meyerhof (triaxial)	Meyerhof (plane strain)	오오자끼 $\phi = \sqrt{20N} + 15$
< 4	매우 느슨 (Very Loose)	28.5° 이하	30° 이하	30°	23.9° 이하
4 ~ 10	느슨 (Loose)	28.5° ~ 30°	30° ~ 35°	31° ~ 37°	23.9° ~ 29.1°
10 ~ 30	중간 (Medium dense)	30° ~ 36°	35° ~ 40°	37° ~ 44°	29.1° ~ 39.4°
30 ~ 50	조밀 (Dense)	36° ~ 41°	40° ~ 45°	44° ~ 49°	39.4° ~ 46.6°
> 50	매우 조밀 (Very dense)	41° 이상	45° 이상	49 이상	46.6° 이상

※ $\psi_{\text{plane strain}} \cong \psi_{\text{triaxial}} + (3\sim 4^\circ) \cong 1.1\psi_{\text{triaxial}}$

점성토의 Consistency, 일축압축강도(q_u)와 N치와의 관계

N치 (SPT)	Consistency	현장관찰 (Peck-Hansen-Thornborn)	q_u (kg/cm ²) (Terzaghi-Peck)	c_u (kg/cm ²) (Terzaghi-Peck)
< 2	매우 연약 (Very soft)	주먹이 쉽게 10cm 이상 들어간다.	0 ~ 0.25	0 ~ 0.125
2 ~ 4	연약(Soft)	엄지손가락이 쉽게 10수 cm 들어간다.	0.25 ~ 0.50	0.125 ~ 0.25
4 ~ 8	중간 (Medium)	노력하면 엄지손가락이 10수 cm 들어간다.	0.50 ~ 1.00	0.25 ~ 0.50
8 ~ 15	견고(Stiff)	엄지손가락으로 흙을 움푹 들어가게 할 수 있지만 흙 속에 엄지손가락을 넣기는 힘들다.	1.00 ~ 2.00	0.50 ~ 1.00
15 ~ 30	매우 견고 (Very stiff)	손톱으로 흙에 자국을 낼 수 있다.	2.00 ~ 4.00	1.00 ~ 2.00
> 30	고결(Hard)	손톱으로 자국을 내기 힘들다.	> 4.00	> 2.00

V. 함수상태 (Moisture condition)

시료의 함수상태는 건조, 습함, 젖은, 포화상태로 구분하였다.

VI. 색(Color)

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

VII. 간극율, 간극비 및 단위중량

흙의 간극율(%), 간극비 및 단위중량(t/m³)

흙의 종류	흙의 상태	간극율 (%)	간극비	단위중량(t/m ³)		
				건 조	전 체	포 화
모래질 자갈	느 슨	38~42	0.61~0.72	1.4~1.7	1.8~2.0	1.9~2.1
	조 밀	18~25	0.22~0.33	1.9~2.1	2.0~2.3	2.1~2.4
거친 모래, 중간 모래	느 슨	40~45	0.67~0.82	1.3~1.5	1.6~1.9	1.8~1.9
	조 밀	25~32	0.33~0.47	1.7~1.8	1.8~2.1	2.0~2.1
균등한 가는 모래	느 슨	45~48	0.82~0.82	1.4~1.5	1.5~1.9	1.8~1.9
	조 밀	33~36	0.49~0.56	1.7~1.8	1.8~2.1	2.0~2.1
거친 실트	느 슨	45~55	0.82~1.22	1.3~1.5	1.5~1.9	1.8~1.9
	조 밀	35~40	0.54~0.67	1.6~1.7	1.7~2.1	2.0~2.1
실트	연 약	45~50	0.82~1.00	1.3~1.5	1.6~2.0	1.8~2.0
	중 간	35~40	0.54~0.67	1.6~1.7	1.7~2.1	2.0~2.1
	견 고	30~35	0.43~0.49	1.8~1.9	1.8~1.9	1.8~2.2
소성이 작은 점토	연 약	50~55	1.00~1.22	1.3~1.4	1.5~1.8	1.8~2.0
	중 간	35~45	0.54~0.82	1.5~1.8	1.7~2.1	1.9~2.1
	견 고	30~35	0.43~0.54	1.8~1.9	1.8~2.2	2.1~2.2
소성이 큰 점토	연 약	60~70	1.50~2.30	0.9~1.5	1.2~1.8	1.4~1.8
	중 간	40~55	0.67~1.22	1.5~1.8	1.5~2.0	1.7~2.1
	견 고	30~40	0.43~0.67	1.8~2.0	1.7~2.2	1.9~2.3

7.5 암석과 암반의 분류방법 및 기재방법

I. 암석

암석 코아에 대한 기술내용은 색, 강도, 불연속면(Discontinuity)의 간격, R.Q.D., 코아의 형성 및 풍화상태를 다음의 기준에 따라 기술하였다.

* 색(Color)

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

<표A1.1> 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)	망치로치면 금속성 내며 튕겨나옴. 여러번 치면 신선한 면으로 갈라짐.
S-2	High Strength (hard rock)	1000~2000 (1120~2240)	망치로 한번이상 치면 절리면을 따라 크게갈라짐.
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.

() Value : the Ministry of Construction (Korea)

<표A1.2> 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 (매우넓음)
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 (매우좁음)

<표A1.3> R. Q. D. (Deere, 1964)

R. Q. D. (%)	Rock Description	Fracture spacing	Fracture frequency per m	E_{field}/E_{lab}
0 ~ 25	Very poor	Very close	> 15	0.15
25 ~ 50	Poor	close	8 ~ 15	0.20
50 ~ 75	Fair	Moderately wide	5 ~ 8	0.2 ~ 0.5
75 ~ 90	Good	Wide	1 ~ 5	0.5 ~ 0.8
90 ~ 100	Excellent	Very Wide	< 1	0.8 ~ 1.0

$$R.Q.D. = \frac{\sum \text{lengths of intact pieces of core } > 100 \text{ mm}}{\text{lengths of core advance}}$$

<표A1.4> 암석코아 (Rock Core)의 형성

구 분	코아의 형성	코아의 길이 (cm)	비 고
I	장 주 상 (長 柱 狀)	10cm 이상	원형코아
II	단 주 상 (短 柱 狀)	5~10cm	대부분 원형코아
III	암 편 상 (岩 片 狀)	5cm 이하	원형코아가 아닌 코아가 우세함
IV	력 상 (礫 狀)		코아의 형태가 남아있음

<표A1.5> 풍화도(Weathering Intensity)와 경도(Hardness)에 따른 암석분류 (ISRM, 1982)

Grade Symbol	Weathering grade	Diagnostic features () = Weathering effects	Hardness
D-1 (F)	Fresh (Unweathered) (신선)	Rings under hammer impact ; many blows required to break specimen. (No visible sings of decomposition or discoloration) : 변질이나 변색된 흔적이 보이지 않으며 해머타격 시 울림	Extremely hard (or very strong) (매우 강함)
D-2 (WS)	Slightly Weathered (약간풍화)	Hand-held specimen breaks with hammer under more than one blow. (Slight discoloration inwards from open fractures, otherwise similar to F) : 불연속면을 따라 약간 변색된것을 제외하고는 신선한 상태(F)와 유사함	Very hard to hard (or strong) (강함)
D-3 (WM)	Moderately Weathered (중간풍화)	Cannot be scraped or peeled with knife. Hand-held specimen can be broken with single moderate hammer blow. (Discoloration throughout ; Weaker minerals, such as feldspar, decomposed.: Texture preserved) : 전체적으로 변색. 장석과 같이 약한 광물이 변질됨. 신선한 암석에 비하여 강도는 떨어지나 코어를 손으로 부러트리거나 칼로 흠집을 낼 수 없음. 암석구조 유지	Moderate (or medium strong) (중간)
D-4 (WH)	Highly Weathered (심한풍화)	Can just be scraped or peeled with knife. Indentations 1 to 3 mm show in specimen with moderate blow with pick end ; lower strength specimens can be broken by hand with effort. (Most minerals somewhat decomposed ; Texture becoming indistinct but fabric preserved) : 광물 대부분이 변질. 손으로 부러트릴 수 있으며 칼로 흠집을 낼 수 있음. 암반내 핵석 발달. 암석구조는 불분명하나 조직은 그대로 유지	Soft (or weak) (연약)
D-5 (WC)	Completely Weathered (완전풍화)	Material crumbles under moderate blow with pick and can be peeled with knife, but is hard to hand-trim for test specimen. (Minerals decomposed to soil but fabric and structure preserved ; i.e., Saprolite) : 광물이 모두 변질되어 토양화되어 있으나 구조와 조직이 그대로 유지됨. 쉽게 부서짐.	Very soft (or very weak) (매우 연약)
D-6 (RS)	Residual Soil (풍화토)	Advanced state of decomposition resulting is plastic soils. (Fabric and structure completely destroyed. Larg volume change) : 소성을 지닌 흙으로 완전히 변화하였으며 암석의 구조나 조직이 완전히 파괴. 부피가 변화함.	Extremely soft or weak

II. 암반

<표 A1.6> 대전도시철도설계 지반분류방법

구분 암종	시추코아상태			현장육안관찰			일축압축 강도 (kg/cm ²)	탄성파 속도 (km/sec)	탄성계수 (x10 ⁴ kg/cm ²)	RMR 평가
	시추시료 검증	T.C.R(%)	R.Q.D(%)	풍화변질상태	해머타격	균열상태				
풍화토 (RS)	· 토사화되어 코아형성이 불가능하여 교란된 토사상으로 채취가능 N<100회/30cm	-	-	· 조암광물들이 완전풍화(토사화)되어 있으나 일부는 암의 구조 및 조직을 보존하고 있음(완전풍화)	· 손으로 쉽게 부서짐	-	< 50	< 0.7	< 0.1	< 20
풍화암 (WR)	· 세편상으로 암편이 남아 있음 N>100회/30cm	< 20	-	· 암의 내부까지 풍화가 진척되어 있고 암의 구조 및 조직이 남아 있음(완전-심한풍화)	· 약한 해머 타격에 부서지고 일부 손으로도 부서짐	< 5cm	50~250	0.7~1.2	0.1~1.0	21~35
연암 (SR)	· 단주상-세편상(각력상)으로 5cm 내외의 코아가 많고 원형복구가 곤란하며 간혹 파쇄대형성	20~40	< 25	· 암의 내부를 제외하고 균열을 따라 다소 풍화가 진척되어 있으며, 장식 및 유색광물이 변색됨(심한-보통풍화)	· 해머로 1~2회 치면 둔탁음을 내고 부서지거나 갈라짐	6~20cm	250~500	1.2~2.5	1.0~2.0	36~45
보통암 (MR)	· 단주상-봉상으로 시료의 길이가 10~20cm가 많음 원형복구가 가능	40~70	25~50	· 절리면을 따라 다소 풍화 진행, 석영을 제외한 장식 및 유색광물 일부 변색됨(보통-약간풍화)	· 해머로 치면 탁음을 내고 2~3회에서 갈라지며 갈라진 면이 날카로움	> 15~30cm	500~1,000	2.5~3.5	2.0~5.0	46~52
경암 (HR)	· 장주상-봉상으로 코아 길이가 10~20cm 이상이나 다소 세편을 포함함	> 70	> 50	· 대체로 신선하며 절리면을 따라 약간풍화, 암 내부는 대체로 신선(약간풍화-신선)	· 해머로 치면 금속음을 내고 잘부서지지 않으며, 튀는 경향을 보임	> 20~50cm	> 1,000	> 3.5	> 5.0	> 53

주) ·본 분류는 CSIR(RMR), ISRM, 지질조사 품셈 및 국내 적용사례를 기준으로 작성한 것임.

·중생대 퇴적암류는 경암이하, 화산암 및 응회암류는 보통암 이하 적용

·절리균열상태는 화성암을 기준으로 한 것이며, 퇴적암(세일, 슬레이드, 실트스톤 등)은 제외

·시추시료 검증은 코아직경 5.1cm 이상(NX규격), 더블코아바렐이상, 타이아몬드 비트 사용

·탄성파속도는 현장 탄성파속도이며 터널상부 15cm범위내에서 복수의 속도층이 있을 경우 저속도층 이용

·RMR평가는 강도, RQD, 절리간격, 절리상태의 평점합으로 동기준에서 지하수 상태, 절리방위는 평점에서 제외한 값임

<표 A1.7> 서울지역 지반분류(2006)

지반명 및 정성적 특징 (노두조사, 막장조사)	지반조사시 지반분류 기준	개략 현장 탄성파속도 (km/s)
【퇴적토층(DS)】원지반에서 분리, 이동되어 다른 곳에 퇴적된층으로 대체로 원지반보다 연약하며 입자의 크기나 구성에 따라 세분	흙의 통일분류법으로 세분함	-
【풍화토층(RS)】조암광물이 대부분 완전풍화되어 암석으로서의 결합력을 상실한 풍화산류토로서 절리의 대부분은 풍화산물인 점토 등 2차광물로 충전되어 흔적만 보이고 함수포화시에 전단강도가 현저히 저하되기도 하며, 손으로 쉽게 부수어지는 지반	N<50회/10cm 흙의 통일분류법으로 세분함	< 1.2
【풍화암층(WR)】심한 풍화로 암석자체의 색조가 변색 되었으며 충전물이 채워지거나 열린 절리가 많고 가벼운 망치 타격에 쉽게 부수어지며 칼로 흡집을 낼 수 있음. 절리간격은 좁음 이하이며 시추시 암편만 회수되는 지반	TCR≥10% N≥50회/10cm qu<100kg/cm ²	1.0~2.5
【연암층(SR)】절리면 주변의 조암광물은 중간 풍화되어 변색 되었으나 암석 내부는 부분적으로 약한 풍화가 진행중이며, 망치 타격에 둔탁한 소리가 나면서 파괴되고, 일부 열린 절리가 있으며 절리간격은 중간정도인 지반	TCR≥30% RQD≥10% qu≥100kg/cm ² Js≥20cm	2.0~3.2
【보통암층(MR)】절리면에서 약한 풍화가 진행되어 변색되었으나 암석은 강한 망치 타격에 다소 맑은 소리가 나면서 깨지고, 절리면의 대부분 밀착되어 있고 절리간격이 넓음	TCR≥60% RQD≥25% qu≥500kg/cm ² Js≥60cm	3.0~4.2
【경암층(HR)】조암광물의 대부분이 거의 신선하며 암석은 강한 망치타격에 맑은 소리를 내며 깨어지고, 절리면은 잘 밀착되어 있고 절리간격이 매우 넓음	TCR≥80% RQD≥50% qu≥1000kg/cm ² Js≥200cm	4.0~5.0
【극경암층(XHR)】거의 완전하게 신선한 암으로서 절리면은 잘 밀착되어 있고 강한 망치타격에 맑은 소리가 나며 잘 깨어지지 않으며 절리간격이 극히 넓음	TCR≥80% RQD≥75% qu≥1500kg/cm ² Js≥300cm	>4.5

주) N : 표준관입시험(SPT)의 관입저항치, TCR : 코아회수율, RQD : 암질표시율, qu : 코아시료의 일축압축 강도, Js : 절리면 간격, TCR 및 RQD는 NX 공경 다이아몬드 비트와 이중 코아베럴을 사용한 시추 시의 측정치임.

<표 A1.8> 건교부 표준품셈의 정량적 현장 암판정 기준

암석의 종류	극경암	경 암	보통암	연 암	풍화암
일축압축강도 건조상태(MPa)	160 <	130~160	100~130	70~100	30~70
점하중강도 (MPa)	88 <	56~88	37~56	18~37	0~18
Schmidt hammer	60 <	51~60	44~51	34~44	10~34
해머에 의한 타격	큰 해머로 타격시 튀기며 용이하게 깨지지 않음	큰 해머로 타격시 약간 깨짐	큰 해머로 타격시 균열을 따라 크게 떨어짐	보통 해머로 타격시 비교적 용이하게 깨짐	보통 해머로 타격시 용이하게 깨어지며 때로는 손으로도 쪼개짐

<표 A1.9> 암반 분류표(서울 지하철공사)

구분		암반				
		경 암	보통암	연 암	풍화암	잔류토
탄성파속도		4.5km/sec 이상	4.0~4.5km/sec	3.5~4.0km/sec	3.5km/sec	2.0km/sec 이하
암질상태		경도가 아주 높고 균열이 적으며 풍화변질이 양된 상태	균열 및 절리가 다소 발달되어 있으며 풍화가 양된 상태	풍화작용으로 암상에 층리 및 절리가 발달되어 있는 암체로서 파쇄질	물리 화학적 교대작용으로 파쇄대가 매우 발달되어 있는 상태로 다소의 단층이 포함되어 점토질이 많이 발달되어 있는 암상	완전 풍화되고 암의 조직이 보존되어 있으나 토사화 됨
관찰에 의한 판정		망치가 튕겨 나옴. 강하게 치면 신선한면으로 갈라짐	강하게 치면 균열면이나 절리면을 따라 크게 갈라짐.	망치로 쉽게 갈라지며 쉽게 균열면으로 갈라짐	망치로 쉽게 부서지며 망치가 아니더라도 쉽게 부서짐	손으로 문지르면 쉽게 부서짐
코아 상태	채취율	90% 이상	70% 이상	40~70%	40% 이하	
	균열 상태	주상코아	다소의 세편포함	다량의 세편포함	세편을 이루고 있음	
	암 괴	20cm 이상	5cm 이상	5cm 이하, 세편		
점착력(t/m ²)		10~500	5~300	2.5~200	2~50	0.5~50
내부마찰각		35~50°	35~50°	25~50°	20~45°	20~45°
단위중량(t/m ³)		2.6~2.7	2.6	2.5~2.56	2.0~2.4	1.8~2.2

7.6 시추주상도에 사용한 기호 및 시추주상도

시추주상도 BORING LOG

조사명 PROJECT	서울대 시흥 스마트캠퍼스 M1블록 지반조사				
위치 LOCATION	시흥 배곧신도시 특별계획구역 M1블록				
좌표 COORDINATES	X = 529,751.951 Y = 174,822.818	시추공번 HOLE No.	NX-1	지하수위 G.W.L	GL(-)8.9m
조사일 YY/MM/DD	2019. 11. 14	표고 ELEVATION	EL(+11.46m)	검토자 INSPECTOR	채수근

심도 (m) DEPTH	표고 (m) ELEVATION	두께 (m) THICKNESS	주상도 GRAPHIC LOG	지반명 SOIL/ROCK TYPE	현장 관찰 기록 DESCRIPTION	FRACTURE	RQD/ TCR (%)	시료 형태 및 번호	투수계수 PERMEABILITY			
									cm/sec BLOWS /cm	표준관입시험 S. P. T		
									10 ⁻⁸ 10 ⁻⁶ 10 ⁻⁴ 10 ⁻² 10 ⁰ 10 20 30 40 50			
1				매립층	<p style="text-align: center;">< 매립층 ></p> 실트질 세립 내지 조립 모래와 세립 내지 조립 자갈로 매립됨. 자갈 및 cobble(7.5~30.0cm)이 분포하며 장주상(L=12cm) 코아 형태로 채취됨. 일부 폐기물(토목섬유)이 채취됨. 느슨 내지 중간 조밀함. 습윤. 암회색 내지 황갈색.			9/30				
2											10/30	
3											15/30	
4											11/30	
5											6/30	
6											9/30	
7											9/30	
8											5/30	
9											6/30	
10											7/30	
11											50/2	
12	12.0	-0.5				12.0					8/30	
13				퇴적층	<p style="text-align: center;">< 퇴적층 ></p> 실트질 세립 모래. 부분적으로 폐각류(조개껍질)가 채취됨. 느슨함. 습윤. 암회색.			7/30				
14											8/30	
15											9/30	
16											6/30	
17											5/30	

범례
LEGEND

- | | | |
|------------------------------|--------------------------------|------------------------------|
| ○ 자연시료
UNDISTURBED SAMPLE | ⊙ 관입시험에 의한 시료
SAMPLE BY SPT | ● 코아시료
CORE SAMPLE |
| △ 슬라임 시료
SLIME SAMPLE | ⊗ 시료없음
LOST SAMPLE | □ 투수계수
PERMEABILITY COEFF |

시추주상도 BORING LOG

조사명 PROJECT	서울대 시흥 스마트캠퍼스 M1블록 지반조사				
위치 LOCATION	시흥 배곧신도시 특별계획구역 M1블록				
좌표 COORDINATES	X = 529,751.951 Y = 174,822.818	시추공번 HOLE No.	NX-1	지하수위 G.W.L	GL(-)8.9m
조사일 YY/MM/DD	2019. 11. 14	표고 ELEVATION	EL(+)11.46m	검토자 INSPECTOR	채수근

심도 (m) DEPTH	표고 (m) ELEVATION	두께 (m) THICKNESS	주상도 GRAPHIC LOG	지반명 SOIL/ROCK TYPE	현장 관찰 기록 DESCRIPTION	RQD/ TCR (%)	시료 형태 및 번호	투수계수 PERMEABILITY
								cm/sec BLOWS /cm 표준관입시험 S. P. T
								10 ⁻⁸ 10 ⁻⁶ 10 ⁻⁴ 10 ⁻² 10 ⁰ 10 20 30 40 50
35			●	풍화암 화토	중간 조밀 내지 매우 조밀함. 습윤. 황갈색.		35 ○ 33/30	●
36			●			36 ○ 42/30		
37			●			37 ○ 48/30		
38			●			38 ○ 42/30		
39			●			39 ○ 44/30		
40			●			40 ○ 46/30		
41			●			41 ○ 47/30		
42			●			42 ○ 50/30		
43			●			43 ○ 50/26		
44			●			44 ○ 50/24		
45			●			45 ○ 50/20		
46	46.0	-34.5	14.4			46 ○ 50/10		
47			+			< 풍화암반 > 기반암의 풍화암반. 완전풍화(D-5) 내지 심한풍화(D-4). 실트질 세립 내지 조립 모래인 관입시 료 형태와 세립 내지 중립 모래인 slime 형태로 채취됨. *심도 53.4 ~ 56.0m 부분적으로 핵석(core stone)이 분포함. 매우 조밀하나 경도는 연약 내지 매우 연약함. 황갈색. TCR=0%, RQD=0%	47 ○ 50/6	
48			+			48 ○ 50/10		
49			+			49 △ 50/5		
50			+			50 ○ 50/8		
51			+	51 △ 50/4				

범례
LEGEND

- 자연시료
UNDISTURBED SAMPLE
- ⊙ 관입시험에 의한 시료
SAMPLE BY SPT
- 코아시료
CORE SAMPLE
- △ 슬라임 시료
SLIME SAMPLE
- ⊗ 시료없음
LOST SAMPLE
- 투수계수
PERMEABILITY COEFF

시추주상도 BORING LOG

조사명 PROJECT	서울대 시흥 스마트캠퍼스 M1블록 지반조사				
위치 LOCATION	시흥 배곧신도시 특별계획구역 M1블록				
좌표 COORDINATES	X = 529,751.951 Y = 174,822.818	시추공번 HOLE No.	NX-1	지하수위 G.W.L	GL(-)8.9m
조사일 YY/MM/DD	2019. 11. 14	표고 ELEVATION	EL(+)11.46m	검토자 INSPECTOR	채수근

심도 (m) DEPTH	표고 (m) ELEVATION	두께 (m) THICKNESS	주상도 GRAPHIC LOG	지반명 SOIL/ROCK TYPE	현장관찰기록 DESCRIPTION	FRACTURE	RQD/ TCR (%)	시료 형태 및 번호	투수계수 PERMEABILITY
									cm/sec BLOWS /cm
52			+ + + + + + + + + +	풍화암				52 (△) 50/4	10 ⁻⁸ 10 ⁻⁶ 10 ⁻⁴ 10 ⁻² 10 ⁰
53								53 (△) 50/4	
54								54 (△) 50/2	
55								55 (△) 50/3	
56	56.0	-44.5	10.0		* 심도 56.0m 에서 시추종료			56 (△) 50/2	
57									
58									
59									
60									
61									
62									
63									
64									
65									
66									
67									
68									

범례 LEGEND	○	자연시료 UNDISTURBED SAMPLE	⊙	관입시험에 의한 시료 SAMPLE BY SPT	●	코어시료 CORE SAMPLE
	△	슬라임 시료 SLIME SAMPLE	⊗	시료없음 LOST SAMPLE	□	투수계수 PERMEABILITY COEFF

시추주상도 BORING LOG

조사명 PROJECT	서울대 시흥 스마트캠퍼스 M1블록 지반조사				
위치 LOCATION	시흥 배곧신도시 특별계획구역 M1블록				
좌표 COORDINATES	X = 529,674.787 Y = 174,842.123	시추공번 HOLE No.	NX-2	지하수위 G.W.L	GL(-)13.0m
조사일 YY/MM/DD	2019. 11. 15	표고 ELEVATION	EL(+).12.13m	검토자 INSPECTOR	채수근

심도 (m)	표고 (m)	두께 (m)	주상도 GRAPHIC LOG	지반명 SOIL/ROCK TYPE	현장 관찰 기록 DESCRIPTION	FRACTURE	RQD/ TCR (%)	시료 형태 및 번호	cm/sec	투수계수 PERMEABILITY				
									BLOWS /cm	표준관입시험 S. P. T				
										10 ⁻⁸	10 ⁻⁶	10 ⁻⁴	10 ⁻²	10 ⁰
										10	20	30	40	50
1				매립층	< 매립층 > 실트질 세립 내지 조립 모래와 세립 내지 조립 자갈로 매립됨. 일부 폐기물(폐목)이 채취됨. 느슨 내지 조밀함. 습윤. 암회색 내지 황갈색.			1	12/30					
2						2	6/30							
3						3	7/30							
4						4	15/30							
5						5	20/30							
6						6	34/30							
7						7	27/30							
8	8.4	3.7				8	8/30							
9				퇴적층	< 퇴적층 > 실트질 점토. 중간 정도의 consistency로 나타남. 습윤. 암회색. *심도 9.0 ~ 9.8m 자연시료 채취.			U.D						
10						10	6/30							
11	11.5	0.6				11	7/30							
12				퇴적층	< 퇴적층 > 실트질 세립 모래. 느슨 내지 중간 조밀함. 습윤. 암회색.			12	8/30					
13						13	9/30							
14						14	10/30							
15						15	11/30							
16						16	10/30							
17						17	11/30							

범례 LEGEND	○	자연시료 UNDISTURBED SAMPLE	⊙	관입시험에 의한 시료 SAMPLE BY SPT	●	코어시료 CORE SAMPLE
	△	슬라임 시료 SLIME SAMPLE	⊗	시료없음 LOST SAMPLE	□	투수계수 PERMEABILITY COEFF

시추주상도 BORING LOG

조사명 PROJECT	서울대 시흥 스마트캠퍼스 M1블록 지반조사				
위치 LOCATION	시흥 배곧신도시 특별계획구역 M1블록				
좌표 COORDINATES	X = 529,674.787 Y = 174,842.123	시추공번 HOLE No.	NX-2	지하수위 G.W.L	GL(-)13.0m
조사일 YY/MM/DD	2019. 11. 15	표고 ELEVATION	EL(+).12.13m	검토자 INSPECTOR	채수근

심도 (m)	표고 (m)	두께 (m)	주상도 GRAPHIC LOG	지반명 SOIL/ROCK TYPE	현장 관찰 기록 DESCRIPTION	FRACTURE	RQD/ TCR (%)	시료 형태 및 번호	투수계수 PERMEABILITY
								cm/sec	표준관입시험 S. P. T
DEPTH	ELEVATION	THICKNESS						BLOWS /cm	10 ⁻⁸ 10 ⁻⁶ 10 ⁻⁴ 10 ⁻² 10 ⁰
17.7	-5.6	6.2		퇴적층					
18				퇴적층	< 퇴적층 > 세립 내지 중립 모래. 부분적으로 폐각류(조개껍질)가 채취됨. 중간 조밀 내지 조밀함. 습윤. 암회색.			18 ○ 11/30	
19								19 ○ 10/30	
20								20 ○ 11/30	
21								21 ○ 12/30	
22								22 ○ 11/30	
23								23 ○ 12/30	
24								24 ○ 13/30	
25				퇴적층				25 ○ 15/30	
26								26 ○ 17/30	
27								27 ○ 20/30	
28								28 ○ 22/30	
29								29 ○ 27/30	
30								30 ○ 29/30	
31								31 ○ 34/30	
32	32.1	-20.0	14.4					32 ○ 50/30	
32.5	-20.4	0.4		퇴적층	< 퇴적층 > 세립 내지 조립 모래와 세립 내지 조립 자갈. 매우 조밀함. 습윤. 황갈색.			33 ○ 30/30	
33				풍화 잔류토				34 ○ 33/30	

범례 LEGEND	○	자연시료 UNDISTURBED SAMPLE	⊙	관입시험에 의한 시료 SAMPLE BY SPT	●	코어시료 CORE SAMPLE
	△	슬라임 시료 SLIME SAMPLE	⊗	시료없음 LOST SAMPLE	□	투수계수 PERMEABILITY COEFF

시추주상도 BORING LOG

조사명 PROJECT	서울대 시흥 스마트캠퍼스 M1블록 지반조사				
위치 LOCATION	시흥 배곧신도시 특별계획구역 M1블록				
좌표 COORDINATES	X = 529,686.135 Y = 174,919.348	시추공번 HOLE No.	NX-3	지하수위 G.W.L	GL(-)9.5m
조사일 YY/MM/DD	2019. 11. 16	표고 ELEVATION	EL(+11.94m	검토자 INSPECTOR	채수근

심도 (m) DEPTH	표고 (m) ELEVATION	두께 (m) THICKNESS	주상도 GRAPHIC LOG	지반명 SOIL/ROCK TYPE	현장 관찰 기록 DESCRIPTION	FRACTURE	RQD/ TCR (%)	시료 형태 및 번호	cm/sec	투수계수 PERMEABILITY				
									BLOWS /cm	표준관입시험 S. P. T				
										10 ⁻⁸	10 ⁻⁶	10 ⁻⁴	10 ⁻²	10 ⁰
										10	20	30	40	50
1				매립층	< 매립층 > 실트질 세립 내지 조립 모래와 세립 내지 조립 자갈로 매립됨. 자갈이 약 2~6cm 크기로 채취됨. 느슨 내지 중간 조밀함. 습윤. 암회색 내지 황갈색.			1 ○ 9/30						
2						2 ○ 6/30								
3						3 ○ 5/30								
4						4 ○ 12/30								
5						5 ○ 9/30								
6						6 ○ 9/30								
7						7 ○ 7/30								
8						8 ○ 9/30								
9	9.6	2.3				9.6					9 ○ 7/30			
10				퇴적층	< 퇴적층 > 실트질 세립 모래. 느슨 내지 중간 조밀함. 습윤. 암회색.			10 ○ 7/30						
11						11 ○ 10/30								
12						12 ○ 11/30								
13						13 ○ 9/30								
14						14 ○ 10/30								
15						15 ○ 11/30								
16						16 ○ 9/30								
17											17 ○ 8/30			

범례 LEGEND	○	자연시료 UNDISTURBED SAMPLE	⊙	관입시험에 의한 시료 SAMPLE BY SPT	●	코어시료 CORE SAMPLE
	△	슬라임 시료 SLIME SAMPLE	⊗	시료없음 LOST SAMPLE	□	투수계수 PERMEABILITY COEFF

시추주상도 BORING LOG

조사명 PROJECT	서울대 시흥 스마트캠퍼스 M1블록 지반조사				
위치 LOCATION	시흥 배곧신도시 특별계획구역 M1블록				
좌표 COORDINATES	X = 529,686.135 Y = 174,919.348	시추공번 HOLE No.	NX-3	지하수위 G.W.L	GL(-)9.5m
조사일 YY/MM/DD	2019. 11. 16	표고 ELEVATION	EL(+11.94m)	검토자 INSPECTOR	채수근

심도 (m)	표고 (m)	두께 (m)	주상도 GRAPHIC LOG	지반명 SOIL/ROCK TYPE	현장관찰기록 DESCRIPTION	RQD/ TCR (%)	시료 형태 및 번호	투수계수 PERMEABILITY
								cm/sec BLOWS /cm
								10 ⁻⁸ 10 ⁻⁶ 10 ⁻⁴ 10 ⁻² 10 ⁰
								10 20 30 40 50
17.7	-5.8	8.1		퇴적층				
18				퇴적층	< 퇴적층 > 세립 내지 중립 모래. 부분적으로 패각류(조개껍질)가 채취됨. 중간 조밀함. 습윤. 암회색.		18 ○ 10/30	
19							19 ○ 11/30	
20							20 ○ 12/30	
21							21 ○ 13/30	
22							22 ○ 16/30	
23							23 ○ 21/30	
23.8	-11.9	6.1						
24				퇴적층	< 퇴적층 > 실트질 점토. 중간 내지 견고한 consistency로 나타남. 습윤. 황갈색.		24 ○ 6/30	
25							25 ○ 10/30	
25.5	-13.6	1.7						
26				퇴적층	< 퇴적층 > 세립 내지 조립 모래. 중간 조밀 내지 조밀함. 습윤. 황갈색.		26 ○ 23/30	
27							27 ○ 25/30	
28							28 ○ 33/30	
29							29 ○ 45/30	
30							30 ○ 40/30	
31							31 ○ 44/30	
32							32 ○ 29/30	
32.4	-20.5	6.9						
33				퇴적층	< 퇴적층 > 세립 내지 조립 모래와 세립 내지 조립 자갈. 조밀함. 습윤. 황갈색.		33 ○ 48/30	
34							34 ○ 41/30	

범례 LEGEND	○	자연시료 UNDISTURBED SAMPLE	⊙	관입시험에 의한 시료 SAMPLE BY SPT	●	코어시료 CORE SAMPLE
	△	슬라임 시료 SLIME SAMPLE	⊗	시료없음 LOST SAMPLE	□	투수계수 PERMEABILITY COEFF

시추주상도 BORING LOG

조사명 PROJECT	서울대 시흥 스마트캠퍼스 M1블록 지반조사				
위치 LOCATION	시흥 배곧신도시 특별계획구역 M1블록				
좌표 COORDINATES	X = 529,686.135 Y = 174,919.348	시추공번 HOLE No.	NX-3	지하수위 G.W.L	GL(-)9.5m
조사일 YY/MM/DD	2019. 11. 16	표고 ELEVATION	EL(+11.94m)	검토자 INSPECTOR	채수근

심도 (m) DEPTH	표고 (m) ELEVATION	두께 (m) THICKNESS	주상도 GRAPHIC LOG	지반명 SOIL/ROCK TYPE	현장 관찰 기록 DESCRIPTION	RQD/ TCR (%)	시료 형태 및 번호	cm/sec	투수계수 PERMEABILITY				
								BLOWS /cm	10 ⁻⁸	10 ⁻⁶	10 ⁻⁴	10 ⁻²	10 ⁰
35			●	풍화 관류토	< 풍화관류토층 > 실트질 세립 내지 조립 모래(D-6). 조밀 내지 매우 조밀함. 습윤. 황갈색.		35 ○	34/30					
36			●			36 ○	50/21						
37			●			37 ○	50/19						
38			●			38 ○	50/16						
39			●			39 ○	50/13						
40	40.0	-28.1	6.5			●	40 ○	50/10					
41			+			풍화암	< 풍화암반 > 기반암의 풍화암반. 완전풍화(D-5) 내지 심한풍화(D-4). 상부는 실트질 세립 내지 조립 모래인 관입시료 형태로 채취되며 하부는 세립 내지 중립 모래인 slime 형태로 채취됨. *심도 40.7 ~ 46.0m 부분적으로 핵석(core stone)이 분포하며 력상 내지 단주상 코아 형태로 채취됨. 매우 조밀하나 경도는 연약 내지 매우 연약함. 황갈색 내지 담회색. TCR=8%, RQD=0%	41 △	50/2				
42			+	42 △	50/4								
43			+	43 △	50/5								
44			+	44 △	50/2								
45			+	45 △	50/2								
46	46.0	-34.1	6.0	+	46 △			50/2					
47					*								
48													
49													
50													
51													

범례 LEGEND	○	자연시료 UNDISTURBED SAMPLE	⊙	관입시험에 의한 시료 SAMPLE BY SPT	●	코아시료 CORE SAMPLE
	△	슬라임 시료 SLIME SAMPLE	⊗	시료없음 LOST SAMPLE	□	투수계수 PERMEABILITY COEFF

시추주상도 BORING LOG

조사명 PROJECT	서울대 시흥 스마트캠퍼스 M1블록 지반조사				
위치 LOCATION	시흥 배곧신도시 특별계획구역 M1블록				
좌표 COORDINATES	X = 529,580.649 Y = 174,976.122	시추공번 HOLE No.	NX-4	지하수위 G.W.L	GL(-)9.8m
조사일 YY/MM/DD	2019. 11. 25	표고 ELEVATION	EL(+11.44m)	검토자 INSPECTOR	채수근

심도 (m) DEPTH	표고 (m) ELEVATION	두께 (m) THICKNESS	주상도 GRAPHIC LOG	지반명 SOIL/ROCK TYPE	현장 관찰 기록 DESCRIPTION	RQD/ TCR (%)	시료 형태 및 번호	cm/sec	투수계수 PERMEABILITY				
								BLOWS /cm	표준관입시험 S. P. T				
									10 ⁻⁸	10 ⁻⁶	10 ⁻⁴	10 ⁻²	10 ⁰
									10	20	30	40	50
1				매립층	< 매립층 > 실트질 세립 내지 조립 모래와 세립 내지 조립 자갈로 매립됨. 자갈이 약 2~4cm 크기로 채취됨. 느슨 내지 중간 조밀함. 습윤. 황갈색 내지 암회색.		1 ○ 20/30						
2						2 ○ 7/30							
3						3 ○ 6/30							
4						4 ○ 9/30							
5						5 ○ 15/30							
6						6 ○ 17/30							
7						7 ○ 14/30							
8	8.0	3.4				8 ○ 9/30							
9	8.8	2.6	0.8	퇴적층	< 퇴적층 > 세립 내지 중립 모래. 부분적으로 폐각류(조개껍질)가 채취됨. 느슨함. 습윤. 황갈색.		8 ○ 9/30						
10	9.4	2.0	0.6	퇴적층		< 퇴적층 > 점토질 세립 모래. 느슨함. 습윤. 암회색.		9 ○ 5/30					
11				퇴적층		< 퇴적층 > 실트질 세립 모래. 느슨함. 습윤. 암회색.		10 ○ 6/30					
12				퇴적층			11 ○ 6/30						
13						12 ○ 7/30							
14						13 ○ 7/30							
15						14 ○ 6/30							
16						15 ○ 5/30							
17						16 ○ 6/30							
17							17 ○ 7/30						

범례 LEGEND	○	자연시료 UNDISTURBED SAMPLE	⊙	관입시험에 의한 시료 SAMPLE BY SPT	●	코어시료 CORE SAMPLE
	△	슬라임 시료 SLIME SAMPLE	⊗	시료없음 LOST SAMPLE	□	투수계수 PERMEABILITY COEFF

시추주상도 BORING LOG

조사명 PROJECT	서울대 시흥 스마트캠퍼스 M1블록 지반조사				
위치 LOCATION	시흥 배곧신도시 특별계획구역 M1블록				
좌표 COORDINATES	X = 529,580.649 Y = 174,976.122	시추공번 HOLE No.	NX-4	지하수위 G.W.L	GL(-)9.8m
조사일 YY/MM/DD	2019. 11. 25	표고 ELEVATION	EL(+11.44m)	검토자 INSPECTOR	채수근

심도 (m) DEPTH	표고 (m) ELEVATION	두께 (m) THICKNESS	주상도 GRAPHIC LOG	지반명 SOIL/ROCK TYPE	현장 관찰 기록 DESCRIPTION	FRACTURE	RQD/ TCR (%)	시료 형태 및 번호	투수계수 PERMEABILITY
									cm/sec BLOWS /cm
									10 ⁻⁸ 10 ⁻⁶ 10 ⁻⁴ 10 ⁻² 10 ⁰ 10 20 30 40 50
18			●	퇴적층				18 ○ 7/30	
19			●					19 ○ 8/30	
20			●					20 ○ 9/30	
21			●					21 ○ 9/30	
21.3	-9.9	11.9	●						
22			●	퇴적층	< 퇴적층 > 세립 내지 중립 모래. 부분적으로 폐각류(조개껍질)가 채취됨. 중간 조밀 내지 조밀함. 습윤. 암회색 내지 황갈색.			22 ○ 19/30	
23			●					23 ○ 21/30	
24			●					24 ○ 22/30	
25			●					25 ○ 26/30	
26			●					26 ○ 30/30	
27			●					27 ○ 34/30	
28			●					28 ○ 37/30	
29			●					29 ○ 41/30	
30			●					30 ○ 43/30	
31			●					31 ○ 47/30	
32			●					32 ○ 26/30	
33			●					33 ○ 25/30	
33.8	-22.4	12.5	●						
34			●					34 ○ 44/30	

범례 LEGEND	○	자연시료 UNDISTURBED SAMPLE	⊙	관입시험에 의한 시료 SAMPLE BY SPT
	△	슬라임 시료 SLIME SAMPLE	⊗	시료없음 LOST SAMPLE
			●	코어시료 CORE SAMPLE
			□	투수계수 PERMEABILITY COEFF

시추주상도 BORING LOG

조사명 PROJECT	서울대 시흥 스마트캠퍼스 M1블록 지반조사				
위치 LOCATION	시흥 배곧신도시 특별계획구역 M1블록				
좌표 COORDINATES	X = 529,586.897 Y = 175,043.071	시추공번 HOLE No.	NX-5	지하수위 G.W.L	GL(-)9.7m
조사일 YY/MM/DD	2019. 11. 26	표고 ELEVATION	EL(+11.98m)	검토자 INSPECTOR	채수근

심도 (m) DEPTH	표고 (m) ELEVATION	두께 (m) THICKNESS	주상도 GRAPHIC LOG	지반명 SOIL/ROCK TYPE	현장 관찰 기록 DESCRIPTION	FRACTURE	RQD/ TCR (%)	시료 형태 및 번호	cm/sec	투수계수 PERMEABILITY				
									BLOWS /cm	표준관입시험 S. P. T				
										10 ⁻⁸	10 ⁻⁶	10 ⁻⁴	10 ⁻²	10 ⁰
										10	20	30	40	50
1				매립층	< 매립층 > 실트질 세립 내지 조립 모래와 세립 내지 조립 자갈로 매립됨. 자갈이 약 2~5cm 크기로 채취됨. 일부 폐기물(나무조각)이 채취됨. 느슨 내지 중간 조밀함. 습윤. 황갈색 내지 암회색.			11/30						
2						7/30								
3						7/30								
4						9/30								
5						10/30								
6						9/30								
7						7/30								
8	8.0	4.0				8.0					10/30			
9	9.3	2.7	1.3	퇴적층	< 퇴적층 > 세립 내지 중립 모래. 부분적으로 폐각류(조개껍질)가 채취됨.			12/30						
10	10.2	1.8	0.9	퇴적층	< 퇴적층 > 중간 조밀함. 습윤. 황갈색.			3/30						
11				퇴적층	< 퇴적층 > 실트질 점토. 연약한 consistency로 나타남. 습윤. 암회색.			9/30						
12					< 퇴적층 > 실트질 세립 모래. 느슨 내지 중간 조밀함. 습윤. 암회색.				8/30					
13					8/30									
14					7/30									
15					9/30									
16					8/30									
17					9/30									

범례 LEGEND	○	자연시료 UNDISTURBED SAMPLE	⊙	관입시험에 의한 시료 SAMPLE BY SPT	●	코어시료 CORE SAMPLE
	△	슬라임 시료 SLIME SAMPLE	⊗	시료없음 LOST SAMPLE	□	투수계수 PERMEABILITY COEFF

시추주상도 BORING LOG

조사명 PROJECT	서울대 시흥 스마트캠퍼스 M1블록 지반조사				
위치 LOCATION	시흥 배곧신도시 특별계획구역 M1블록				
좌표 COORDINATES	X = 529,586.897 Y = 175,043.071	시추공번 HOLE No.	NX-5	지하수위 G.W.L	GL(-)9.7m
조사일 YY/MM/DD	2019. 11. 26	표고 ELEVATION	EL(+)11.98m	검토자 INSPECTOR	채수근

심도 (m) DEPTH	표고 (m) ELEVATION	두께 (m) THICKNESS	주상도 GRAPHIC LOG	지반명 SOIL/ROCK TYPE	현장 관찰 기록 DESCRIPTION	FRACTURE	RQD/ TCR (%)	시료 형태 및 번호	투수계수 PERMEABILITY
									cm/sec BLOWS /cm
									10 ⁻⁸ 10 ⁻⁶ 10 ⁻⁴ 10 ⁻² 10 ⁰ 10 20 30 40 50
18			●	퇴적층				18 ○ 10/30	
19			●	퇴적층				19 ○ 11/30	
20	20.0	9.8	●	퇴적층				20 ○ 12/30	
21			●	퇴적층	< 퇴적층 > 세립 내지 중립 모래. 부분적으로 패각류(조개껍질)가 채취됨. 중간 조밀 내지 조밀함. 습윤. 암회색 내지 황갈색.			21 ○ 14/30	
22			●	퇴적층				22 ○ 15/30	
23			●	퇴적층				23 ○ 17/30	
24			●	퇴적층				24 ○ 21/30	
25			●	퇴적층				25 ○ 30/30	
26			●	퇴적층				26 ○ 39/30	
27			●	퇴적층				27 ○ 27/30	
28			●	퇴적층				28 ○ 19/30	
29			●	퇴적층				29 ○ 18/30	
30	29.8	9.8	●	퇴적층	< 퇴적층 > 실트질 세립 모래. 실트와 모래가 교호로 퇴적됨 중간 조밀함. 습윤. 황갈색.			30 ○ 21/30	
31			●	퇴적층				31 ○ 30/30	
32	31.9	2.1	●	퇴적층	< 퇴적층 > 세립 내지 조립 모래와 세립 내지 조립 자갈. 조밀 내지 매우 조밀함. 습윤. 황갈색.			32 ○ 50/24	
33			●	퇴적층				33 ○ 30/30	
34			●	퇴적층				34 ○ 50/25	

범례 LEGEND	○	자연시료 UNDISTURBED SAMPLE	⊙	관입시험에 의한 시료 SAMPLE BY SPT	●	코어시료 CORE SAMPLE
	△	슬라임 시료 SLIME SAMPLE	⊗	시료없음 LOST SAMPLE	□	투수계수 PERMEABILITY COEFF

시추주상도 BORING LOG

조사명 PROJECT	서울대 시흥 스마트캠퍼스 M1블록 지반조사				
위치 LOCATION	시흥 배곧신도시 특별계획구역 M1블록				
좌표 COORDINATES	X = 529,586.897 Y = 175,043.071	시추공번 HOLE No.	NX-5	지하수위 G.W.L	GL(-)9.7m
조사일 YY/MM/DD	2019. 11. 26	표고 ELEVATION	EL(+11.98m)	검토자 INSPECTOR	채수근

심도 (m) DEPTH	표고 (m) ELEVATION	두께 (m) THICKNESS	주상도 GRAPHIC LOG	지반명 SOIL/ROCK TYPE	현장 관찰 기록 DESCRIPTION	FRACTURE	RQD/ TCR (%)	시료 형태 및 번호	투수계수 PERMEABILITY
									cm/sec 10 ⁻⁸ 10 ⁻⁶ 10 ⁻⁴ 10 ⁻² 10 ⁰
									표준관입시험 S. P. T
									10 20 30 40 50
35 35.5	-23.5	3.6		퇴적층				35 ○ 50/19	
36 37				풍화 잔류토	< 풍화잔류토층 > 실트질 세립 내지 조립 모래(D-6). 매우 조밀함. 습윤. 황갈색.			36 ○ 50/26 37 ○ 50/17	
38 38.0	-26.0	2.5			< 풍화암반 > 기반암의 풍화암반. 완전풍화(D-5) 내지 심한풍화(D-4). 상부는 실트질 세립 내지 조립 모래인 관입시료 형태로 채취되며 하부는 세립 내지 중립 모래인 slime 형태로 채취됨. 매우 조밀하나 경도는 연약 내지 매우 연약함. 황갈색. TCR=0%, RQD=0%			38 ○ 50/10 39 ○ 50/8 40 ○ 50/7 41 ○ 50/6 42 △ 50/5	
43 43.0	-31.0	5.0		풍화암				43 △ 50/4	
44 45 46 47 48 49 50 51					* 심도 43.0m 에서 시추종료				

범례 LEGEND	○	자연시료 UNDISTURBED SAMPLE	⊙	관입시험에 의한 시료 SAMPLE BY SPT	●	코어시료 CORE SAMPLE
	△	슬라임 시료 SLIME SAMPLE	⊗	시료없음 LOST SAMPLE	□	투수계수 PERMEABILITY COEFF

시추주상도 BORING LOG

조사명 PROJECT	서울대 시흥 스마트캠퍼스 M1블록 지반조사				
위치 LOCATION	시흥 배곧신도시 특별계획구역 M1블록				
좌표 COORDINATES	X = 529,523.62 Y = 175,141.874	시추공번 HOLE No.	NX-6	지하수위 G.W.L	GL(-)10.2m
조사일 YY/MM/DD	2019. 11. 26	표고 ELEVATION	EL(+).12.34m	검토자 INSPECTOR	채수근

심도 (m) DEPTH	표고 (m) ELEVATION	두께 (m) THICKNESS	주상도 GRAPHIC LOG	지반명 SOIL/ROCK TYPE	현장 관찰 기록 DESCRIPTION	FRACTURE	RQD/ TCR (%)	시료 형태 및 번호	cm/sec	투수계수 PERMEABILITY				
									BLOWS /cm	표준관입시험 S. P. T				
										10 ⁻⁸	10 ⁻⁶	10 ⁻⁴	10 ⁻²	10 ⁰
										10	20	30	40	50
1				매립층	< 매립층 > 실트질 세립 내지 조립 모래와 세립 내지 조립 자갈로 매립됨. 자갈이 약 2~8cm 크기로 채취됨. 느슨 내지 중간 조밀함. 습윤. 암회색 내지 황갈색.			1	6/30					
2						2	19/30							
3						3	16/30							
4						4	10/30							
5						5	9/30							
6						6	8/30							
7						7	9/30							
8						8	8/30							
9						9	7/30							
10						10	11/30							
11						11	20/30							
12						12	23/30							
13	13.3	-1.0				13	20/30							
14				퇴적층	< 퇴적층 > 실트질 세립 모래. 부분적으로 점토가 혼재됨. 느슨 내지 중간 조밀함. 습윤. 암회색.			14	6/30					
15						15	7/30							
16						16	8/30							
17						17	10/30							

범례
LEGEND

- | | | |
|------------------------------|--------------------------------|------------------------------|
| ○ 자연시료
UNDISTURBED SAMPLE | ⊙ 관입시험에 의한 시료
SAMPLE BY SPT | ● 코어시료
CORE SAMPLE |
| △ 슬라임 시료
SLIME SAMPLE | ⊗ 시료없음
LOST SAMPLE | □ 투수계수
PERMEABILITY COEFF |

시추주상도 BORING LOG

조사명 PROJECT	서울대 시흥 스마트캠퍼스 M1블록 지반조사				
위치 LOCATION	시흥 배곧신도시 특별계획구역 M1블록				
좌표 COORDINATES	X = 529,523.62 Y = 175,141.874	시추공번 HOLE No.	NX-6	지하수위 G.W.L	GL(-)10.2m
조사일 YY/MM/DD	2019. 11. 26	표고 ELEVATION	EL(+) 12.34m	검토자 INSPECTOR	채수근

심도 (m) DEPTH	표고 (m) ELEVATION	두께 (m) THICKNESS	주상도 GRAPHIC LOG	지반명 SOIL/ROCK TYPE	현장관찰기록 DESCRIPTION	FRACTURE	RQD/ TCR (%)	시료 형태 및 번호	cm/sec	투수계수 PERMEABILITY				
									BLOWS /cm	10 ⁻⁸	10 ⁻⁶	10 ⁻⁴	10 ⁻²	10 ⁰
									표준관입시험 S. P. T					
									10	20	30	40	50	
35	35.0	-22.7	6.0	퇴적층	< 퇴적층 >			35 ○	43/30					
36				퇴적층	세립 내지 조립 모래와 세립 내지 조립 자갈. 조밀함. 습윤. 황갈색.			36 ○	33/30					
37				퇴적층				37 ○	36/30					
38				퇴적층				38 ○	46/30					
38.7	-26.4	3.7												
39	39.0	-26.7	0.3	풍화 잔류토	< 풍화잔류토층 > 실트질 세립 내지 조립 모래(D-6). 습윤. 황갈색.			39 ○	50/10					
40				풍화암	< 풍화암반 > 기반암의 풍화암반.			40 △	50/4					
41				풍화암	완전풍화(D-5) 내지 심한풍화(D-4). 상부는 실트질 세립 내지 조립 모래인 관입시료 형태로 채취되며 하부는 세립 내지 중립 모래인 slime 형태로 채취됨.			41 △	50/2					
42				풍화암	*심도 39.6 ~ 44.0m 부분적으로 핵석(core stone)이 분포하며 력상 내지 단주상 코아 형태로 채취됨.			42 △	50/2					
43				풍화암	매우 조밀하나 경도는 연약 내지 매우 연약함. 황갈색. TCR=5%, RQD=0%			43 △	50/3					
44	44.0	-31.7	5.0	풍화암	* 심도 44.0m 에서 시추종료			44 △	50/2					
45														
46														
47														
48														
49														
50														
51														

범례 LEGEND	○	자연시료 UNDISTURBED SAMPLE	⊙	관입시험에 의한 시료 SAMPLE BY SPT	●	코아시료 CORE SAMPLE
	△	슬라임 시료 SLIME SAMPLE	⊗	시료없음 LOST SAMPLE	□	투수계수 PERMEABILITY COEFF

시추주상도 BORING LOG

조사명 PROJECT	서울대 시흥 스마트캠퍼스 M1블록 지반조사				
위치 LOCATION	시흥 배곧신도시 특별계획구역 M1블록				
좌표 COORDINATES	X = 529,616.295 Y = 175,152.01	시추공번 HOLE No.	NX-7	지하수위 G.W.L	GL(-)9.9m
조사일 YY/MM/DD	2019. 11. 23	표고 ELEVATION	EL(+11.71m)	검토자 INSPECTOR	채수근

심도 (m) DEPTH	표고 (m) ELEVATION	두께 (m) THICKNESS	주상도 GRAPHIC LOG	지반명 SOIL/ROCK TYPE	현장 관찰 기록 DESCRIPTION	FRACTURE	RQD/ TCR (%)	시료 형태 및 번호	투수계수 PERMEABILITY														
									cm/sec BLOWS /cm	표준관입시험 S. P. T 10 20 30 40 50													
1				매립층	< 매립층 > 실트질 세립 내지 조립 모래와 세립 내지 조립 자갈로 매립됨. 자갈 및 cobble(7.5~30.0cm)이 분포하며 약 2~6cm 크기로 채취됨. 느슨 내지 중간 조밀함. 습윤. 암회색 내지 황갈색.																		
2										11/30													
3										13/30													
4										7/30													
5										24/30													
6										15/30													
7										9/30													
8	8.7	3.0				8.7				6/30													
9				퇴적층	< 퇴적층 > 실트질 점토. 매우 연약한 consistency로 나타남. 습윤. 암회색. *심도 9.0 ~ 9.8m 자연시료 채취.		U.D																
10	10.3	1.4	1.6						2/30														
11				퇴적층	< 퇴적층 > 실트질 세립 모래. 느슨 내지 중간 조밀함. 습윤. 암회색.																		
12									5/30														
13									7/30														
14									6/30														
15									8/30														
16									7/30														
17									9/30														
17							10/30																

범례 LEGEND	○	자연시료 UNDISTURBED SAMPLE	⊙	관입시험에 의한 시료 SAMPLE BY SPT	●	코어시료 CORE SAMPLE
	△	슬라임 시료 SLIME SAMPLE	⊗	시료없음 LOST SAMPLE	□	투수계수 PERMEABILITY COEFF

시추주상도 BORING LOG

조사명 PROJECT	서울대 시흥 스마트캠퍼스 M1블록 지반조사				
위치 LOCATION	시흥 배곧신도시 특별계획구역 M1블록				
좌표 COORDINATES	X = 529,616.295 Y = 175,152.01	시추공번 HOLE No.	NX-7	지하수위 G.W.L	GL(-)9.9m
조사일 YY/MM/DD	2019. 11. 23	표고 ELEVATION	EL(+)11.71m	검토자 INSPECTOR	채수근

심도 (m) DEPTH	표고 (m) ELEVATION	두께 (m) THICKNESS	주상도 GRAPHIC LOG	지반명 SOIL/ROCK TYPE	현장 관찰 기록 DESCRIPTION	FRACTURE	RQD/ TCR (%)	시료 형태 및 번호	cm/sec	투수계수 PERMEABILITY				
									BLOWS /cm	표준관입시험 S. P. T				
										10 ⁻⁸	10 ⁻⁶	10 ⁻⁴	10 ⁻²	10 ⁰
										10	20	30	40	50
18			●●●●●●●●●●	퇴적층				18 ○ 11/30						
19			●●●●●●●●●●	퇴적층				19 ○ 12/30						
20			●●●●●●●●●●	퇴적층				20 ○ 16/30						
21			●●●●●●●●●●	퇴적층				21 ○ 13/30						
21.7	-10.0	11.4												
22			●●●●●●●●●●	퇴적층	< 퇴적층 > 세립 내지 중립 모래. 부분적으로 패각류(조개껍질)가 채취됨. 느슨 내지 중간 조밀함. 습윤. 암회색 내지 황갈색.			22 ○ 17/30						
23			●●●●●●●●●●	퇴적층				23 ○ 22/30						
24			●●●●●●●●●●	퇴적층				24 ○ 9/30						
24.3	-12.6	2.6												
25			/ / / / / / / /	퇴적층	< 퇴적층 > 실트질 점토. 점토와 실트가 교호로 퇴적됨. 부분적으로 자갈이 혼재됨. 견고한 consistency로 나타남. 습윤. 황갈색.			25 ○ 8/30						
26			/ / / / / / / /	퇴적층				26 ○ 11/30						
26.8	-15.1	2.5												
27			●●●●●●●●●●	퇴적층	< 퇴적층 > 실트질 세립 내지 조립 모래와 세립 내 지 조립 자갈. 중간 조밀함. 습윤. 황갈색.			27 ○ 22/30						
28			●●●●●●●●●●	퇴적층				28 ○ 28/30						
28.7	-17.0	1.9												
29			●●●●●●●●●●	퇴적층	< 퇴적층 > 세립 내지 조립 모래. 중간 조밀 내지 조밀함. 습윤. 황갈색.			29 ○ 33/30						
30			●●●●●●●●●●	퇴적층				30 ○ 24/30						
31			●●●●●●●●●●	퇴적층				31 ○ 28/30						
32			●●●●●●●●●●	퇴적층				32 ○ 32/30						
33			●●●●●●●●●●	퇴적층				33 ○ 36/30						
34			●●●●●●●●●●	퇴적층				34 ○ 34/30						

범례 LEGEND	○	자연시료 UNDISTURBED SAMPLE	⊙	관입시험에 의한 시료 SAMPLE BY SPT	●	코어시료 CORE SAMPLE
	△	슬라임 시료 SLIME SAMPLE	⊗	시료없음 LOST SAMPLE	□	투수계수 PERMEABILITY COEFF

시추주상도 BORING LOG

조사명 PROJECT	서울대 시흥 스마트캠퍼스 M1블록 지반조사				
위치 LOCATION	시흥 배곧신도시 특별계획구역 M1블록				
좌표 COORDINATES	X = 529,616.295 Y = 175,152.01	시추공번 HOLE No.	NX-7	지하수위 G.W.L	GL(-)9.9m
조사일 YY/MM/DD	2019. 11. 23	표고 ELEVATION	EL(+)11.71m	검토자 INSPECTOR	채수근

심도 (m)	표고 (m)	두께 (m)	주상도 GRAPHIC LOG	지반명 SOIL/ROCK TYPE	현장관찰기록 DESCRIPTION	FRACTURE	RQD/ TCR (%)	시료 형태 및 번호	투수계수 PERMEABILITY
									cm/sec
									10 ⁻⁸ 10 ⁻⁶ 10 ⁻⁴ 10 ⁻² 10 ⁰
									표준관입시험 S. P. T
									10 20 30 40 50
35	35.0	-23.3	6.3	퇴적층				35 ○ 35/30	
36	35.7	-24.0	0.7	퇴적층	< 퇴적층 > 세립 내지 조립 모래와 세립 내지 조립 자갈. 조밀함. 습윤. 황갈색.			36 ○ 37/30	
37				풍화 간류토	< 풍화간류토층 > 실트질 세립 내지 조립 모래(D-6). 조밀 내지 매우 조밀함. 습윤. 황갈색.			37 ○ 50/19	
38	38.0	-26.3	2.3					38 ○ 50/10	
39				풍화암	< 풍화암반 > 기반암의 풍화암반. 완전풍화(D-5) 내지 심한풍화(D-4). 상부는 실트질 세립 내지 조립 모래인 관입시료 형태로 채취되며 하부는 세립 내지 중립 모래인 slime 형태로 채취됨. *심도 38.3 ~ 43.0m 부분적으로 핵석(core stone)이 분포하며 력상 내지 암편상 코아 형태로 채취됨.			39 △ 50/2	
40								40 △ 50/3	
41								41 △ 50/2	
42								42 △ 50/2	
43	43.0	-31.3	5.0		매우 조밀하나 경도는 연약 내지 매우 연약함. 황갈색. TCR=5%, RQD=0%			43 △ 50/2	
44					* 심도 43.0m 에서 시추종료				
45									
46									
47									
48									
49									
50									
51									

범례 LEGEND	○	자연시료 UNDISTURBED SAMPLE	⊙	관입시험에 의한 시료 SAMPLE BY SPT
	⊗	슬라임 시료 SLIME SAMPLE	⊗	시료없음 LOST SAMPLE
	●	코아시료 CORE SAMPLE	□	투수계수 PERMEABILITY COEFF

시추주상도 BORING LOG

조사명 PROJECT	서울대 시흥 스마트캠퍼스 M1블록 지반조사				
위치 LOCATION	시흥 배곧신도시 특별계획구역 M1블록				
좌표 COORDINATES	X = 529,862.396 Y = 174,886.104	시추공번 HOLE No.	NX-8	지하수위 G.W.L	GL(-)7.8m
조사일 YY/MM/DD	2019. 11. 12	표고 ELEVATION	EL(+)9.91m	검토자 INSPECTOR	채수근

심도 (m) DEPTH	표고 (m) ELEVATION	두께 (m) THICKNESS	주상도 GRAPHIC LOG	지반명 SOIL/ROCK TYPE	현장 관찰 기록 DESCRIPTION	FRACTURE	RQD/ TCR (%)	시료 형태 및 번호	투수계수 PERMEABILITY				
									cm/sec BLOWS /cm	표준관입시험 S. P. T			
									10 ⁻⁸ 10 ⁻⁶ 10 ⁻⁴ 10 ⁻² 10 ⁰ 10 20 30 40 50				
1				매립층	<p style="text-align: center;">< 매립층 ></p> 실트질 세립 내지 조립 모래와 세립 내지 조립 자갈로 매립됨. 자갈이 약 2~4cm 크기로 채취됨. 느슨함. 습윤. 암회색 내지 황갈색.			1	8/30				
2											2	10/30	
3											3	10/30	
4											4	5/30	
5											5	6/30	
6											6	5/30	
7											7	4/30	
8											8	7/30	
9											9	9/30	
10											10	8/30	
11											11	7/30	
12	12.0	-2.1				12.0					12	7/30	
13				퇴적층	<p style="text-align: center;">< 퇴적층 ></p> 실트질 세립 모래. 부분적으로 폐각류(조개껍질)가 채취됨. 느슨함. 습윤. 암회색.			13	6/30				
14											14	5/30	
15											15	6/30	
16											16	7/30	
17											17	8/30	

범례
LEGEND

- | | | |
|------------------------------|--------------------------------|------------------------------|
| ○ 자연시료
UNDISTURBED SAMPLE | ⊙ 관입시험에 의한 시료
SAMPLE BY SPT | ● 코어시료
CORE SAMPLE |
| △ 슬라임 시료
SLIME SAMPLE | ⊗ 시료없음
LOST SAMPLE | □ 투수계수
PERMEABILITY COEFF |

시추주상도 BORING LOG

조사명 PROJECT	서울대 시흥 스마트캠퍼스 M1블록 지반조사				
위치 LOCATION	시흥 배곧신도시 특별계획구역 M1블록				
좌표 COORDINATES	X = 529,862.396 Y = 174,886.104	시추공번 HOLE No.	NX-8	지하수위 G.W.L	GL(-)7.8m
조사일 YY/MM/DD	2019. 11. 12	표고 ELEVATION	EL(+)9.91m	검토자 INSPECTOR	채수근

심도 (m)	표고 (m)	두께 (m)	주상도 GRAPHIC LOG	지반명 SOIL/ROCK TYPE	현장 관찰 기록 DESCRIPTION	FRACTURE	RQD/ TCR (%)	시료 형태 및 번호	투수계수 PERMEABILITY
								cm/sec	표준관입시험 S. P. T
DEPTH	ELEVATION	THICKNESS						BLOWS /cm	10 ⁻⁸ 10 ⁻⁶ 10 ⁻⁴ 10 ⁻² 10 ⁰
17.5	-7.6	5.5		퇴적층	< 퇴적층 > 실트질 세립 내지 조립 모래와 세립 내지 조립 자갈. 부분적으로 점토가 혼재됨. 느슨 내지 중간 조밀함. 습윤. 암회색.			18 ○ 9/30	
18				퇴적층		19 ○ 11/30			
19				퇴적층		20 ○ 13/30			
20				퇴적층		21 ○ 15/30			
21	21.3	-11.4	3.8						
22				퇴적층	< 퇴적층 > 실트질 점토. 실트와 점토가 교호로 퇴적됨. 견고 내지 매우 견고한 consistency로 나타남. 습윤. 황갈색 내지 암회색.			23 ○ 9/30	
23				퇴적층		24 ○ 8/30			
24				퇴적층		25 ○ 9/30			
25				퇴적층		26 ○ 10/30			
26				퇴적층		27 ○ 11/30			
27				퇴적층		28 ○ 13/30			
28				퇴적층		29 ○ 22/30			
29	29.2	-19.3	7.9						30 ○ 34/30
30				풍화 잔류토	< 풍화잔류토층 > 실트질 세립 내지 조립 모래(D-6). 중간 조밀 내지 매우 조밀함. 습윤. 황갈색.			31 ○ 50/12	
31				풍화 잔류토		32 ○ 35/30			
32				풍화 잔류토		33 ○ 50/29			
33				풍화 잔류토		34 ○ 50/19			

범례
LEGEND

- 자연시료
UNDISTURBED SAMPLE
- ⊙ 관입시험에 의한 시료
SAMPLE BY SPT
- 코어시료
CORE SAMPLE
- △ 슬라임 시료
SLIME SAMPLE
- ⊗ 시료없음
LOST SAMPLE
- 투수계수
PERMEABILITY COEFF

시추주상도 BORING LOG

조사명 PROJECT	서울대 시흥 스마트캠퍼스 M1블록 지반조사				
위치 LOCATION	시흥 배곧신도시 특별계획구역 M1블록				
좌표 COORDINATES	X = 529,942.546 Y = 174,956.213	시추공번 HOLE No.	NX-9	지하수위 G.W.L	GL(-)9.6m
조사일 YY/MM/DD	2019. 11. 12	표고 ELEVATION	EL(+).9.47m	검토자 INSPECTOR	채수근

심도 (m)	표고 (m)	두께 (m)	주상도 GRAPHIC LOG	지반명 SOIL/ROCK TYPE	현장 관찰 기록 DESCRIPTION	FRACTURE	RQD/ TCR (%)	시료 형태 및 번호	투수계수 PERMEABILITY
								cm/sec	표준관입시험 S. P. T
								BLOWS /cm	10 ⁻⁸ 10 ⁻⁶ 10 ⁻⁴ 10 ⁻² 10 ⁰
1				매립층	< 매립층 > 실트질 세립 내지 조립 모래와 세립 내지 조립 자갈로 매립됨. 자갈이 약 2~6cm 크기로 채취됨. 느슨 내지 중간 조밀함. 습윤. 암회색 내지 황갈색.			13/30	
2						15/30			
3						11/30			
4						8/30			
5						5/30			
6						7/30			
7						6/30			
8						4/30			
9						6/30			
10						5/30			
11						6/30			
12	12.2	-2.7				12.2			
13				퇴적층	< 퇴적층 > 실트질 세립 모래. 부분적으로 폐각류(조개껍질)가 채취됨. 느슨함. 습윤. 암회색.			8/30	
14						8/30			
15	15.3	-5.8				3.1			
16				퇴적층	< 퇴적층 > 실트질 점토. 점토와 실트가 교호로 퇴적됨. 견고한 consistency로 나타남.			9/30	
17									

범례 LEGEND	○	자연시료 UNDISTURBED SAMPLE	⊙	관입시험에 의한 시료 SAMPLE BY SPT	●	코어시료 CORE SAMPLE
	△	슬라임 시료 SLIME SAMPLE	⊗	시료없음 LOST SAMPLE	□	투수계수 PERMEABILITY COEFF

시추주상도 BORING LOG

조사명 PROJECT	서울대 시흥 스마트캠퍼스 M1블록 지반조사				
위치 LOCATION	시흥 배곧신도시 특별계획구역 M1블록				
좌표 COORDINATES	X = 529,776.916 Y = 174,993.163	시추공번 HOLE No.	NX-10	지하수위 G.W.L	GL(-)9.8m
조사일 YY/MM/DD	2019. 11. 17	표고 ELEVATION	EL(+)10.25m	검토자 INSPECTOR	채수근

심도 (m)	표고 (m)	두께 (m)	주상도 GRAPHIC LOG	지반명 SOIL/ROCK TYPE	현장 관찰 기록 DESCRIPTION	FRACTURE	RQD/ TCR (%)	시료 형태 및 번호	투수계수 PERMEABILITY			
									cm/sec			
DEPTH	ELEVATION	THICKNESS	GRAPHIC LOG	SOIL/ROCK TYPE	DESCRIPTION				S. P. T			
								BLOWS /cm	10 ⁻⁸ 10 ⁻⁶ 10 ⁻⁴ 10 ⁻² 10 ⁰ 10 20 30 40 50			
1				매립층	< 매립층 > 실트질 세립 내지 조립 모래와 세립 내지 조립 자갈로 매립됨. 자갈이 약 2~5cm 크기로 채취됨. 느슨 내지 중간 조밀함. 습윤. 암회색 내지 황갈색.			9/30				
2											7/30	
3											14/30	
4											7/30	
5											5/30	
6	6.2	4.0									12/30	
7				퇴적층	< 퇴적층 > 실트질 세립 모래. 부분적으로 패각류(조개껍질)가 채취됨. 느슨함. 습윤. 암회색.			8/30				
8											5/30	
9											4/30	
10											6/30	
11											9/30	
12											12/30	
13											11/30	
14											12/30	
15											13/30	
16											12/30	
17	17.0	-6.8						10/30				

범례 LEGEND	○	자연시료 UNDISTURBED SAMPLE	⊙	관입시험에 의한 시료 SAMPLE BY SPT	●	코어시료 CORE SAMPLE
	△	슬라임 시료 SLIME SAMPLE	⊗	시료없음 LOST SAMPLE	□	투수계수 PERMEABILITY COEFF

시추주상도 BORING LOG

조사명 PROJECT	서울대 시흥 스마트캠퍼스 M1블록 지반조사				
위치 LOCATION	시흥 배곧신도시 특별계획구역 M1블록				
좌표 COORDINATES	X = 529,776.916 Y = 174,993.163	시추공번 HOLE No.	NX-10	지하수위 G.W.L	GL(-)9.8m
조사일 YY/MM/DD	2019. 11. 17	표고 ELEVATION	EL(+) 10.25m	검토자 INSPECTOR	채수근

심도 (m) DEPTH	표고 (m) ELEVATION	두께 (m) THICKNESS	주상도 GRAPHIC LOG	지반명 SOIL/ROCK TYPE	현장관찰기록 DESCRIPTION	FRACTURE	RQD/ TCR (%)	시료 형태 및 번호	투수계수 PERMEABILITY
									cm/sec BLOWS /cm
35			●	풍화암 관류토				35 ○ 50/25	
36			●					36 ○ 50/23	
37			●					37 ○ 50/19	
38			●					38 ○ 50/15	
39			●					39 ○ 50/13	
40			●					40 ○ 50/10	
41			●					41 ○ 50/9	
42			●					42 ○ 50/15	
43	43.0	13.2	●					43 ○ 50/10	
44			+					풍화암	<p style="text-align: center;">< 풍화암반 ></p> 기반암의 풍화암반. 완전풍화(D-5) 내지 심한풍화(D-4). 상부는 실트질 세립 내지 조립 모래인 관입시료 형태로 채취되며 하부는 세립 내지 중립 모래인 slime 형태로 채취됨. *심도 45.7 ~ 49.0m 부분적으로 핵석(core stone)이 분포하며 력상 내지 단주상 코아 형태로 채취됨. 매우 조밀하나 경도는 연약 내지 매우 연약함. 황갈색. TCR=7%, RQD=0%
45			+	45 △ 50/4					
46			+	46 △ 50/2					
47			+	47 △ 50/2					
48			+	48 △ 50/2					
49	49.0	6.0	+	49 △ 50/2					
50	-38.8			* 심도 49.0m 에서 시추종료					
51									

범례 LEGEND	○	자연시료 UNDISTURBED SAMPLE	◎	관입시험에 의한 시료 SAMPLE BY SPT	●	코아시료 CORE SAMPLE
	△	슬라임 시료 SLIME SAMPLE	⊗	시료없음 LOST SAMPLE	□	투수계수 PERMEABILITY COEFF

시추주상도 BORING LOG

조사명 PROJECT	서울대 시흥 스마트캠퍼스 M1블록 지반조사				
위치 LOCATION	시흥 배곧신도시 특별계획구역 M1블록				
좌표 COORDINATES	X = 529,776.916 Y = 174,993.163	시추공번 HOLE No.	NX-11	지하수위 G.W.L	GL(-)8.2m
조사일 YY/MM/DD	2019. 11. 19	표고 ELEVATION	EL(+) 10.18m	검토자 INSPECTOR	채수근

심도 (m) DEPTH	표고 (m) ELEVATION	두께 (m) THICKNESS	주상도 GRAPHIC LOG	지반명 SOIL/ROCK TYPE	현장 관찰 기록 DESCRIPTION	FRACTURE	RQD/ TCR (%)	시료 형태 및 번호	투수계수 PERMEABILITY
									cm/sec BLOWS /cm
1				매립층	< 매립층 > 실트질 세립 내지 조립 모래와 세립 내지 조립 자갈로 매립됨. cobble(7.5~30.0cm) 및 boulder (30cm 이상)이 분포하며 장주상(L=30cm) 코아 형태로 채취됨. 느슨 내지 중간 조밀함. 습윤. 암회색 내지 황갈색.				
2						8/30			
3						14/30			
4						13/30			
5						9/30			
6						5/30			
7						4/30			
8						5/30			
9	9.3	0.9				9.3			
10				퇴적층	< 퇴적층 > 실트질 세립 모래. 느슨함. 습윤. 암회색.				
11						7/30			
12						8/30			
13				퇴적층	< 퇴적층 > 세립 내지 중립 모래. 부분적으로 패각류(조개껍질)가 채취됨. 느슨 내지 중간 조밀함. 습윤. 암회색.				
14						9/30			
15						8/30			
16						9/30			
17						10/30			

범례 LEGEND	○	자연시료 UNDISTURBED SAMPLE	⊙	관입시험에 의한 시료 SAMPLE BY SPT	●	코아시료 CORE SAMPLE
	△	슬라임 시료 SLIME SAMPLE	⊗	시료없음 LOST SAMPLE	□	투수계수 PERMEABILITY COEFF

시추주상도 BORING LOG

조사명 PROJECT	서울대 시흥 스마트캠퍼스 M1블록 지반조사				
위치 LOCATION	시흥 배곧신도시 특별계획구역 M1블록				
좌표 COORDINATES	X = 529,776.916 Y = 174,993.163	시추공번 HOLE No.	NX-11	지하수위 G.W.L	GL(-)8.2m
조사일 YY/MM/DD	2019. 11. 19	표고 ELEVATION	EL(+) 10.18m	검토자 INSPECTOR	채수근

심도 (m) DEPTH	표고 (m) ELEVATION	두께 (m) THICKNESS	주상도 GRAPHIC LOG	지반명 SOIL/ROCK TYPE	현장 관찰 기록 DESCRIPTION	FRACTURE	RQD/ TCR (%)	시료 형태 및 번호	투수계수 PERMEABILITY
									cm/sec BLOWS /cm
									10 ⁻⁸ 10 ⁻⁶ 10 ⁻⁴ 10 ⁻² 10 ⁰ 10 20 30 40 50
18			●●●●●	퇴적층				18 ○ 11/30	
19			●●●●●	퇴적층				19 ○ 13/30	
20	20.0 20.2	7.3 0.2	●●●●●	퇴적층	< 퇴적층 > 실트질 세립 내지 조립 모래와 세립 내지 조립 자갈. 중간 조밀함. 습윤. 황갈색.			20 ○ 25/30	
21	21.4	1.2	●●●●●	퇴적층	< 퇴적층 > 점토질 실트. 점토와 실트가 교호로 퇴적됨. 견고한 consistency로 나타남. 습윤. 황갈색.			21 ○ 12/30	
22			●●●●●	퇴적층	< 퇴적층 > 실트질 세립 내지 조립 모래. 중간 조밀함. 습윤. 암회색.			22 ○ 13/30	
23			●●●●●	퇴적층				23 ○ 14/30	
24			●●●●●	퇴적층				24 ○ 13/30	
25			●●●●●	퇴적층				25 ○ 15/30	
26			●●●●●	퇴적층				26 ○ 17/30	
27	27.6	6.2	●●●●●	퇴적층				27 ○ 22/30	
28			●●●●●	퇴적층	< 퇴적층 > 세립 내지 조립 모래. 중간 조밀 내지 조밀함. 습윤. 황갈색.			28 ○ 29/30	
29	29.6	2.0	●●●●●	퇴적층				29 ○ 37/30	
30	30.5	0.9	●●●●●	퇴적층	< 퇴적층 > 세립 내지 조립 모래와 세립 내지 조립 자갈. 매우 조밀함. 습윤. 황갈색.			30 ○ 50/22	
31			●●●●●	퇴적층	< 풍화잔류토층 > 실트질 세립 내지 조립 모래(D-6). 중간 조밀 내지 매우 조밀함. 습윤. 황갈색.			31 ○ 26/30	
32			●●●●●	풍화 잔류토				32 ○ 33/30	
33			●●●●●	풍화 잔류토				33 ○ 46/30	
34			●●●●●	풍화 잔류토				34 ○ 50/10	

범례 LEGEND	○	자연시료 UNDISTURBED SAMPLE	⊙	관입시험에 의한 시료 SAMPLE BY SPT	●	코어시료 CORE SAMPLE
	△	슬라임 시료 SLIME SAMPLE	⊗	시료없음 LOST SAMPLE	□	투수계수 PERMEABILITY COEFF

시추주상도 BORING LOG

조사명 PROJECT	서울대 시흥 스마트캠퍼스 M1블록 지반조사				
위치 LOCATION	시흥 배곧신도시 특별계획구역 M1블록				
좌표 COORDINATES	X = 529,776.916 Y = 174,993.163	시추공번 HOLE No.	NX-11	지하수위 G.W.L	GL(-)8.2m
조사일 YY/MM/DD	2019. 11. 19	표고 ELEVATION	EL(+) 10.18m	검토자 INSPECTOR	채수근

심도 (m)	표고 (m)	두께 (m)	주상도 GRAPHIC LOG	지반명 SOIL/ROCK TYPE	현장 관찰 기록 DESCRIPTION	FRACTURE	RQD/ TCR (%)	시료 형태 및 번호	cm/sec	투수계수 PERMEABILITY						
									BLOWS /cm	10 ⁻⁸	10 ⁻⁶	10 ⁻⁴	10 ⁻²	10 ⁰		
									표준관입시험 S. P. T							
									10	20	30	40	50			
35			●	풍화 암 류 토				35 ○ 50/15								
36			●					36 ○ 50/20								
37			●					37 ○ 50/25								
38			●					38 ○ 50/19								
39			●					39 ○ 50/23								
40	40.0	-29.8	9.5					●	40 △ 50/4							
41			+	풍화 암	<p style="text-align: center;">< 풍화암반 ></p> 기반암의 풍화암반. 완전풍화(D-5) 내지 심한풍화(D-4). 실트질 세립 내지 조립 모래인 관입시 료 형태와 세립 내지 중립 모래인 slime 형태로 채취됨. *심도 41.0 ~ 45.0m 부분적으로 핵석(core stone)이 분포하며 력상 내지 암편상 코아 형태로 채취됨. 매우 조밀하나 경도는 연약 내지 매우 연약함. 황갈색. TCR=10%, RQD=0%		41 ○ 50/7									
42			+				42 △ 50/2									
43			+				43 △ 50/4									
44			+				44 △ 50/2									
45	45.0	-34.8	5.0				+	45 △ 50/2								
46					* 심도 45.0m 에서 시추종료											
47																
48																
49																
50																
51																

범례 LEGEND	○	자연시료 UNDISTURBED SAMPLE	◎	관입시험에 의한 시료 SAMPLE BY SPT	●	코아시료 CORE SAMPLE
	△	슬라임 시료 SLIME SAMPLE	⊗	시료없음 LOST SAMPLE	□	투수계수 PERMEABILITY COEFF

시추주상도 BORING LOG

조사명 PROJECT	서울대 시흥 스마트캠퍼스 M1블록 지반조사				
위치 LOCATION	시흥 배곧신도시 특별계획구역 M1블록				
좌표 COORDINATES	X = 529,790.276 Y = 175,150.105	시추공번 HOLE No.	NX-12	지하수위 G.W.L	GL(-)12.0m
조사일 YY/MM/DD	2019. 11. 23	표고 ELEVATION	EL(+)11.48m	검토자 INSPECTOR	채수근

심도 (m) DEPTH	표고 (m) ELEVATION	두께 (m) THICKNESS	주상도 GRAPHIC LOG	지반명 SOIL/ROCK TYPE	현장 관찰 기록 DESCRIPTION	RQD/ TCR (%)	시료 형태 및 번호	투수계수 PERMEABILITY
								cm/sec BLOWS /cm
								10 ⁻⁸ 10 ⁻⁶ 10 ⁻⁴ 10 ⁻² 10 ⁰ 10 20 30 40 50
18			●●●●●●●●●●	퇴적층			18 ○ 9/30	
19			●●●●●●●●●●	퇴적층			19 ○ 12/30	
20	19.9	-8.4	9.1				20 ○ 22/30	
21			●●●●●●●●●●	퇴적층	< 퇴적층 > 세립 내지 중립 모래. 부분적으로 폐각류(조개껍질)가 채취됨. 중간 조밀 내지 조밀함. 습윤. 암회색.		21 ○ 31/30	
22			●●●●●●●●●●	퇴적층			22 ○ 24/30	
23			●●●●●●●●●●	퇴적층			23 ○ 30/30	
24			●●●●●●●●●●	퇴적층			24 ○ 29/30	
25	24.7	-13.2	4.8				25 ○ 20/30	
26			/ / / / / / / /	퇴적층	< 퇴적층 > 실트질 점토. 점토와 실트가 교호로 퇴적됨. 견고 내지 매우 견고한 consistency로 나타남. 습윤. 암회색 내지 황갈색.		26 ○ 10/30	
27	27.2	-15.7	2.5				27 ○ 9/30	
28			●●●●●●●●●●	퇴적층	< 퇴적층 > 세립 내지 중립 모래. 중간 조밀함. 습윤. 황갈색.		28 ○ 17/30	
29	29.3	-17.8	2.1				29 ○ 22/30	
30	30.2	-18.7	0.9		< 퇴적층 > 모래질 실트. 매우 견고한 consistency로 나타남. 습윤. 황갈색.		30 ○ 29/30	
31			●●●●●●●●●●	퇴적층	< 퇴적층 > 실트질 세립 내지 조립 모래와 세립 내 지 조립 자갈. 중간 조밀 내지 조밀함. 습윤. 황갈색.		31 ○ 41/30	
32			●●●●●●●●●●	퇴적층			32 ○ 48/30	
33	33.0	-21.5	2.8				33 ○ 50/21	
34			●●●●●●●●●●	풍화 잔류토	< 풍화잔류토층 > 실트질 세립 내지 조립 모래(D-6).		34 ○ 27/30	

범례 LEGEND	○	자연시료 UNDISTURBED SAMPLE	⊙	관입시험에 의한 시료 SAMPLE BY SPT	●	코어시료 CORE SAMPLE
	△	슬라임 시료 SLIME SAMPLE	⊗	시료없음 LOST SAMPLE	□	투수계수 PERMEABILITY COEFF

시추주상도 BORING LOG

조사명 PROJECT	서울대 시흥 스마트캠퍼스 M1블록 지반조사				
위치 LOCATION	시흥 배곧신도시 특별계획구역 M1블록				
좌표 COORDINATES	X = 529,777.936 Y = 175,244.285	시추공번 HOLE No.	NX-13	지하수위 G.W.L	GL(-)7.8m
조사일 YY/MM/DD	2019. 11. 20	표고 ELEVATION	EL(+).9.59m	검토자 INSPECTOR	채수근

심도 (m) DEPTH	표고 (m) ELEVATION	두께 (m) THICKNESS	주상도 GRAPHIC LOG	지반명 SOIL/ROCK TYPE	현장 관찰 기록 DESCRIPTION	FRACTURE	RQD/ TCR (%)	시료 형태 및 번호	투수계수 PERMEABILITY	
									cm/sec BLOWS /cm	표준관입시험 S. P. T
									10 ⁻⁸ 10 ⁻⁶ 10 ⁻⁴ 10 ⁻² 10 ⁰ 10 20 30 40 50	
1				매립층	< 매립층 > 실트질 세립 내지 조립 모래와 세립 내지 조립 자갈로 매립됨. 자갈이 약 2~4cm 크기로 채취됨. 느슨함. 습윤. 황갈색 내지 암회색.	-		1	10/30	
2		2						9/30		
3		3						7/30		
4		4						5/30		
5		5						4/30		
6		6						4/30		
7	7.3	2.3						7.3	7	
8				퇴적층	< 퇴적층 > 실트질 세립 모래. 느슨함. 습윤. 암회색.	-		8	7/30	
9		9						8/30		
10		10						7/30		
11		11						8/30		
12		12						9/30		
13	13.0	-3.4						5.7	13	10/30
14				퇴적층	< 퇴적층 > 점토질 세립 내지 조립 모래. 부분적으로 패각류(조개껍질)가 채취됨. 점토와 모래가 교호로 퇴적됨. 느슨 내지 중간 조밀함. 습윤. 암회색.	-		14	9/30	
15		15						8/30		
16		16						9/30		
17		17						10/30		

범례 LEGEND	자연시료 UNDISTURBED SAMPLE	관입시험에 의한 시료 SAMPLE BY SPT	코어시료 CORE SAMPLE
	슬라임 시료 SLIME SAMPLE	시료없음 LOST SAMPLE	투수계수 PERMEABILITY COEFF

시추주상도 BORING LOG

조사명 PROJECT	서울대 시흥 스마트캠퍼스 M1블록 지반조사				
위치 LOCATION	시흥 배곧신도시 특별계획구역 M1블록				
좌표 COORDINATES	X = 529,777.936 Y = 175,244.285	시추공번 HOLE No.	NX-13	지하수위 G.W.L	GL(-)7.8m
조사일 YY/MM/DD	2019. 11. 20	표고 ELEVATION	EL(+)9.59m	검토자 INSPECTOR	채수근

심도 (m) DEPTH	표고 (m) ELEVATION	두께 (m) THICKNESS	주상도 GRAPHIC LOG	지반명 SOIL/ROCK TYPE	현장 관찰 기록 DESCRIPTION	FRACTURE	RQD/ TCR (%)	시료 형태 및 번호	투수계수 PERMEABILITY
									cm/sec BLOWS /cm 표준관입시험 S. P. T
									10 ⁻⁸ 10 ⁻⁶ 10 ⁻⁴ 10 ⁻² 10 ⁰ 10 20 30 40 50
18				퇴적층				11/30	
19				퇴적층				13/30	
20	20.0	7.0		퇴적층				17/30	
21				퇴적층	< 퇴적층 > 세립 내지 조립 모래. 부분적으로 패각류(조개껍질)가 채취됨. 중간 조밀함.			21/30	
22	22.0	2.0		퇴적층	습윤. 암회색 내지 황갈색.			25/30	
23				퇴적층	< 퇴적층 > 실트질 세립 모래. 부분적으로 점토가 혼재됨. 중간 조밀 내지 조밀함. 습윤. 암회색.			28/30	
24				퇴적층				30/30	
25				퇴적층				31/30	
26				퇴적층				32/30	
27				퇴적층				34/30	
28				퇴적층				35/30	
29				퇴적층	< 퇴적층 > 세립 내지 조립 모래. 조밀함. 습윤. 황갈색.			37/30	
30				퇴적층				38/30	
31				퇴적층				42/30	
32				퇴적층				50/30	
33	33.4	4.6		퇴적층				49/30	
34				퇴적층	< 퇴적층 >			50/28	

범례 LEGEND	○	자연시료 UNDISTURBED SAMPLE	⊙	관입시험에 의한 시료 SAMPLE BY SPT	●	코어시료 CORE SAMPLE
	△	슬라임 시료 SLIME SAMPLE	⊗	시료없음 LOST SAMPLE	□	투수계수 PERMEABILITY COEFF

시추주상도 BORING LOG

조사명 PROJECT	서울대 시흥 스마트캠퍼스 M1블록 지반조사				
위치 LOCATION	시흥 배곧신도시 특별계획구역 M1블록				
좌표 COORDINATES	X = 529,618.11 Y = 175,220.932	시추공번 HOLE No.	NX-14	지하수위 G.W.L	GL(-)10.1m
조사일 YY/MM/DD	2019. 11. 27	표고 ELEVATION	EL(+).12.08m	검토자 INSPECTOR	채수근

심도 (m) DEPTH	표고 (m) ELEVATION	두께 (m) THICKNESS	주상도 GRAPHIC LOG	지반명 SOIL/ROCK TYPE	현장 관찰 기록 DESCRIPTION	FRACTURE	RQD/ TCR (%)	시료 형태 및 번호	투수계수 PERMEABILITY
									cm/sec BLOWS /cm
									10 ⁻⁸ 10 ⁻⁶ 10 ⁻⁴ 10 ⁻² 10 ⁰ 10 20 30 40 50
1				매립층	< 매립층 > 실트질 세립 내지 조립 모래와 세립 내지 조립 자갈로 매립됨. 자갈이 약 2~4cm 크기로 채취됨. 느슨함. 습윤. 황갈색 내지 암회색.			7/30	
2						6/30			
3						5/30			
4						6/30			
5						6/30			
6						8/30			
7						9/30			
8						8/30			
9	9.3	2.8				9.3			
10				퇴적층	< 퇴적층 > 실트질 세립 모래. 느슨 내지 중간 조밀함. 습윤. 암회색.			8/30	
11						9/30			
12						10/30			
13						9/30			
14						10/30			
15						11/30			
16						12/30			
17									

범례
LEGEND

- | | | |
|------------------------------|--------------------------------|------------------------------|
| ○ 자연시료
UNDISTURBED SAMPLE | ⊙ 관입시험에 의한 시료
SAMPLE BY SPT | ● 코어시료
CORE SAMPLE |
| △ 슬라임 시료
SLIME SAMPLE | ⊗ 시료없음
LOST SAMPLE | □ 투수계수
PERMEABILITY COEFF |

시추주상도 BORING LOG

조사명 PROJECT	서울대 시흥 스마트캠퍼스 M1블록 지반조사				
위치 LOCATION	시흥 배곧신도시 특별계획구역 M1블록				
좌표 COORDINATES	X = 529,618.11 Y = 175,220.932	시추공번 HOLE No.	NX-14	지하수위 G.W.L	GL(-)10.1m
조사일 YY/MM/DD	2019. 11. 27	표고 ELEVATION	EL(+).12.08m	검토자 INSPECTOR	채수근

심도 (m) DEPTH	표고 (m) ELEVATION	두께 (m) THICKNESS	주상도 GRAPHIC LOG	지반명 SOIL/ROCK TYPE	현장 관찰 기록 DESCRIPTION	FRACTURE	RQD/ TCR (%)	시료 형태 및 번호	투수계수 PERMEABILITY
									cm/sec BLOWS /cm
									10 ⁻⁸ 10 ⁻⁶ 10 ⁻⁴ 10 ⁻² 10 ⁰ 10 20 30 40 50
18			●●●●●●●●●●	퇴적층				18 ○ 10/30	
19	-7.3	10.1	●●●●●●●●●●	퇴적층				19 ○ 10/30	
20			●●●●●●●●●●	퇴적층	< 퇴적층 > 점토질 세립 내지 조립 모래와 세립 자갈. 느슨함. 습윤. 황갈색.			20 ○ 9/30	
21	-9.4	2.1	●●●●●●●●●●	퇴적층				21 ○ 6/30	
22			●●●●●●●●●●	퇴적층	< 퇴적층 > 세립 내지 조립 모래. 부분적으로 폐각류(조개껍질)가 채취됨.			22 ○ 8/30	
23	-10.5	1.1	●●●●●●●●●●	퇴적층	느슨함. 습윤. 암회색.			23 ○ 9/30	
24			●●●●●●●●●●	퇴적층	< 퇴적층 > 점토질 실트. 점토와 실트가 교호로 퇴적됨. 견고한 consistency로 나타남.			24 ○ 10/30	
25	-12.4	1.9	●●●●●●●●●●	퇴적층	습윤. 황갈색.			25 ○ 15/30	
26			●●●●●●●●●●	퇴적층	< 퇴적층 > 세립 내지 조립 모래. 중간 조립 내지 조밀함. 습윤. 황갈색 내지 암회색.			26 ○ 17/30	
27			●●●●●●●●●●	퇴적층				27 ○ 29/30	
28			●●●●●●●●●●	퇴적층				28 ○ 30/30	
29			●●●●●●●●●●	퇴적층				29 ○ 31/30	
30			●●●●●●●●●●	퇴적층				30 ○ 32/30	
31			●●●●●●●●●●	퇴적층				31 ○ 36/30	
32			●●●●●●●●●●	퇴적층				32 ○ 44/30	
33			●●●●●●●●●●	퇴적층				33 ○ 42/30	
34			●●●●●●●●●●	퇴적층				34 ○ 38/30	

범례 LEGEND	○	자연시료 UNDISTURBED SAMPLE	⊙	관입시험에 의한 시료 SAMPLE BY SPT	●	코어시료 CORE SAMPLE
	△	슬라임 시료 SLIME SAMPLE	⊗	시료없음 LOST SAMPLE	□	투수계수 PERMEABILITY COEFF

시추주상도 BORING LOG

조사명 PROJECT	서울대 시흥 스마트캠퍼스 M1블록 지반조사				
위치 LOCATION	시흥 배곧신도시 특별계획구역 M1블록				
좌표 COORDINATES	X = 529,618.11 Y = 175,220.932	시추공번 HOLE No.	NX-14	지하수위 G.W.L	GL(-)10.1m
조사일 YY/MM/DD	2019. 11. 27	표고 ELEVATION	EL(+).12.08m	검토자 INSPECTOR	채수근

심도 (m) DEPTH	표고 (m) ELEVATION	두께 (m) THICKNESS	주상도 GRAPHIC LOG	지반명 SOIL/ROCK TYPE	현장 관찰 기록 DESCRIPTION	FRACTURE	RQD/ TCR (%)	시료 형태 및 번호	투수계수 PERMEABILITY
									cm/sec 10 ⁻⁸ 10 ⁻⁶ 10 ⁻⁴ 10 ⁻² 10 ⁰
									표준관입시험 S. P. T
									10 20 30 40 50
34.4	-22.3	9.9	●●●●●●●●●●	퇴적층	< 퇴적층 >				
35			●●●●●●●●●●	퇴적층	세립 내지 조립 모래와 세립 내지 조립 자갈.			○ 41/30	
36			●●●●●●●●●●	퇴적층	조밀함. 습윤. 황갈색.			○ 37/30	
36.6	-24.5	2.2	●●●●●●●●●●						
37			●●●●●●●●●●	풍화 잔류토	< 풍화잔류토층 > 실트질 세립 내지 조립 모래(D-6). 매우 조밀함. 습윤. 황갈색.			○ 50/19	
38	38.0	1.4	●●●●●●●●●●					△ 50/3	
39			+ + + + + + + + + +	풍화암	< 풍화암반 > 기반암의 풍화암반. 완전풍화(D-5) 내지 심한풍화(D-4). 실트질 세립 내지 조립 모래인 관입시 료 형태와 세립 내지 중립 모래인 slime 형태로 채취됨. *심도 38.0 ~ 43.0m 부분적으로 핵석(core stone)이 분포하며 력상 내지 압편상 코아 형태로 채취됨. 매우 조밀하나 경도는 연약 내지 매우 연약함. 황갈색.			○ 50/10	
40			+ + + + + + + + + +	풍화암				○ 50/9	
41			+ + + + + + + + + +	풍화암				○ 50/6	
42			+ + + + + + + + + +	풍화암				△ 50/4	
43	43.0	5.0	+ + + + + + + + + +	풍화암				△ 50/3	
44					TCR=5%, RQD=0%				
45					* 심도 43.0m 에서 시추종료				
46									
47									
48									
49									
50									
51									

범례 LEGEND	○	자연시료 UNDISTURBED SAMPLE	◎	관입시험에 의한 시료 SAMPLE BY SPT	●	코아시료 CORE SAMPLE
	△	슬라임 시료 SLIME SAMPLE	⊗	시료없음 LOST SAMPLE	□	투수계수 PERMEABILITY COEFF

시추주상도 BORING LOG

조사명 PROJECT	서울대 시흥 스마트캠퍼스 M1블록 지반조사				
위치 LOCATION	시흥 배곧신도시 특별계획구역 M1블록				
좌표 COORDINATES	X = 529,698.942 Y = 175,269.099	시추공번 HOLE No.	NX-15	지하수위 G.W.L	GL(-)9.8m
조사일 YY/MM/DD	2019. 11. 27	표고 ELEVATION	EL(+11.65m)	검토자 INSPECTOR	채수근

심도 (m) DEPTH	표고 (m) ELEVATION	두께 (m) THICKNESS	주상도 GRAPHIC LOG	지반명 SOIL/ROCK TYPE	현장 관찰 기록 DESCRIPTION	FRACTURE	RQD/ TCR (%)	시료 형태 및 번호	투수계수 PERMEABILITY		
									cm/sec BLOWS /cm	표준관입시험 S. P. T 10 20 30 40 50	
1				매립층	< 매립층 > 실트질 세립 내지 조립 모래와 세립 내지 조립 자갈로 매립됨. 자갈이 약 2~7cm 크기로 채워짐. 느슨함. 습윤. 황갈색 내지 암회색.						
2									1	9/30	
3									2	6/30	
4									3	7/30	
5									4	8/30	
6									5	7/30	
7	7.6	4.1							6	9/30	
8	8.1	3.6		퇴적층	< 퇴적층 > 세립 내지 조립 모래. 매우 느슨함. 습윤. 황갈색.						
9				퇴적층	< 퇴적층 > 실트질 점토. *심도 9.0~9.8m 자연시료 채취. 연약한 consistency로 나타남. 습윤. 암회색.						
10	10.0	1.7			퇴적층	< 퇴적층 > 실트질 세립 모래. 느슨 내지 중간 조밀함. 습윤. 암회색.					
11				퇴적층							
12									8	2/30	
13									9	5/30	
14									10	7/30	
15									11	7/30	
16									12	8/30	
17									13	9/30	

범례 LEGEND	○	자연시료 UNDISTURBED SAMPLE	⊙	관입시험에 의한 시료 SAMPLE BY SPT	●	코어시료 CORE SAMPLE
	△	슬라임 시료 SLIME SAMPLE	⊗	시료없음 LOST SAMPLE	□	투수계수 PERMEABILITY COEFF

시추주상도 BORING LOG

조사명 PROJECT	서울대 시흥 스마트캠퍼스 M1블록 지반조사				
위치 LOCATION	시흥 배곧신도시 특별계획구역 M1블록				
좌표 COORDINATES	X = 529,698.942 Y = 175,269.099	시추공번 HOLE No.	NX-15	지하수위 G.W.L	GL(-)9.8m
조사일 YY/MM/DD	2019. 11. 27	표고 ELEVATION	EL(+11.65m)	검토자 INSPECTOR	채수근

심도 (m) DEPTH	표고 (m) ELEVATION	두께 (m) THICKNESS	주상도 GRAPHIC LOG	지반명 SOIL/ROCK TYPE	현장 관찰 기록 DESCRIPTION	FRACTURE	RQD/ TCR (%)	시료 형태 및 번호	투수계수 PERMEABILITY
								cm/sec BLOWS /cm	표준관입시험 S. P. T 10 20 30 40 50
18			●●●●●●●●●●	퇴적층				18 ○ 12/30	
19			●●●●●●●●●●					19 ○ 13/30	
20			●●●●●●●●●●					20 ○ 16/30	
20.7	-9.0	10.7	●●●●●●●●●●					20.7 ○ 20/30	
21			/ / / / / / / / / /	퇴적층	< 퇴적층 > 실트질 점토. 점토와 실트가 교호로 퇴적됨. 견고 내지 매우 견고한 consistency로 나타남. 습윤. 황갈색 내지 암회색.			21 ○ 21/30	
22			/ / / / / / / / / /					22 ○ 8/30	
23			/ / / / / / / / / /					23 ○ 9/30	
24			/ / / / / / / / / /					24 ○ 11/30	
25			/ / / / / / / / / /	25 ○ 27/30					
26	-14.3	5.3	/ / / / / / / / / /	퇴적층	< 퇴적층 > 세립 내지 조립 모래. 조밀함. 습윤. 암회색 내지 황갈색.			26 ○ 30/30	
27			●●●●●●●●●●					27 ○ 32/30	
28			●●●●●●●●●●					28 ○ 33/30	
29			●●●●●●●●●●					29 ○ 35/30	
30			●●●●●●●●●●	30 ○ 34/30					
31			●●●●●●●●●●	31 ○ 38/30					
32			●●●●●●●●●●	32 ○ 42/30					
33	-22.0	7.7	●●●●●●●●●●	33 ○ 47/30					
34			* * *	< 퇴적층 >				34 ○	

범례 LEGEND	○	자연시료 UNDISTURBED SAMPLE	◎	관입시험에 의한 시료 SAMPLE BY SPT	●	코어시료 CORE SAMPLE
	△	슬라임 시료 SLIME SAMPLE	⊗	시료없음 LOST SAMPLE	□	투수계수 PERMEABILITY COEFF

시추주상도 BORING LOG

조사명 PROJECT	서울대 시흥 스마트캠퍼스 M1블록 지반조사				
위치 LOCATION	시흥 배곧신도시 특별계획구역 M1블록				
좌표 COORDINATES	X = 529,922.271 Y = 175,130.645	시추공번 HOLE No.	NX-16	지하수위 G.W.L	GL(-)10.9m
조사일 YY/MM/DD	2019. 11. 20	표고 ELEVATION	EL(+)10.73m	검토자 INSPECTOR	채수근

심도 (m) DEPTH	표고 (m) ELEVATION	두께 (m) THICKNESS	주상도 GRAPHIC LOG	지반명 SOIL/ROCK TYPE	현장 관찰 기록 DESCRIPTION	FRACTURE	RQD/ TCR (%)	시료 형태 및 번호	투수계수 PERMEABILITY
									cm/sec BLOWS /cm
									10 ⁻⁸ 10 ⁻⁶ 10 ⁻⁴ 10 ⁻² 10 ⁰ 10 20 30 40 50
1				매립층	< 매립층 > 실트질 세립 내지 조립 모래와 세립 내지 조립 자갈로 매립됨. 자갈이 약 2~6cm 크기로 채워짐. 느슨 내지 조밀함. 습윤. 암회색 내지 황갈색.			7/30	
2						6/30			
3						5/30			
4						8/30			
5						16/30			
6						14/30			
7						11/30			
8						39/30			
9						14/30			
10	10.2	0.5				19/30			
11				퇴적층	< 퇴적층 > 실트질 세립 모래. 느슨 내지 중간 조밀함. 습윤. 암회색.			6/30	
12						9/30			
13						12/30			
14						9/30			
15						10/30			
16						9/30			
17	17.0	-6.3				6.8	9/30		

범례 LEGEND	○	자연시료 UNDISTURBED SAMPLE	◉	관입시험에 의한 시료 SAMPLE BY SPT	●	코어시료 CORE SAMPLE
	△	슬라임 시료 SLIME SAMPLE	⊗	시료없음 LOST SAMPLE	□	투수계수 PERMEABILITY COEFF

시추주상도 BORING LOG

조사명 PROJECT	서울대 시흥 스마트캠퍼스 M1블록 지반조사				
위치 LOCATION	시흥 배곧신도시 특별계획구역 M1블록				
좌표 COORDINATES	X = 529,888.776 Y = 175,177.236	시추공번 HOLE No.	NX-17	지하수위 G.W.L	GL(-)9.2m
조사일 YY/MM/DD	2019. 11. 21	표고 ELEVATION	EL(+).9.73m	검토자 INSPECTOR	채수근

심도 (m) DEPTH	표고 (m) ELEVATION	두께 (m) THICKNESS	주상도 GRAPHIC LOG	지반명 SOIL/ROCK TYPE	현장 관찰 기록 DESCRIPTION	FRACTURE	RQD/ TCR (%)	시료 형태 및 번호	투수계수 PERMEABILITY
									cm/sec BLOWS /cm
									10 ⁻⁸ 10 ⁻⁶ 10 ⁻⁴ 10 ⁻² 10 ⁰
									10 20 30 40 50
17.3	-7.6	3.3		퇴적층	< 퇴적층 > 실트질 세립 모래. 부분적으로 점토가 혼재됨. 느슨 내지 중간 조밀함. 습윤. 암회색 내지 황갈색.				
18				퇴적층			18	11/30	
19						19	10/30		
20						20	7/30		
21						21	12/30		
22						22	15/30		
23						23	16/30		
24						24	22/30		
24.5	-14.8	7.2			< 퇴적층 > 세립 내지 조립 모래. 중간 조밀함. 습윤. 암회색 내지 황갈색.				
25				퇴적층			25	26/30	
26						26	22/30		
27						27	20/30		
28						28	17/30		
29						29	18/30		
29.7	-20.0	5.2			< 퇴적층 > 세립 내지 조립 모래와 세립 내지 조립 자갈. *심도 29.9~30.3m 점토질 모래가 혼재됨. 중간 조밀함. 습윤. 황갈색.				
30				퇴적층			30	21/30	
31						31	30/30		
31.7	-22.0	2.0			< 풍화잔류토층 > 실트질 세립 내지 조립 모래(D-6). 중간 조밀 내지 매우 조밀함. 습윤. 황갈색.				
32				풍화 잔류토			32	27/30	
33						33	44/30		
34						34	50/22		

범례 LEGEND	○	자연시료 UNDISTURBED SAMPLE	⊙	관입시험에 의한 시료 SAMPLE BY SPT	●	코어시료 CORE SAMPLE
	△	슬라임 시료 SLIME SAMPLE	⊗	시료없음 LOST SAMPLE	□	투수계수 PERMEABILITY COEFF

시추주상도 BORING LOG

조사명 PROJECT	서울대 시흥 스마트캠퍼스 M1블록 지반조사				
위치 LOCATION	시흥 배곧신도시 특별계획구역 M1블록				
좌표 COORDINATES	X = 529,888.776 Y = 175,177.236	시추공번 HOLE No.	NX-17	지하수위 G.W.L	GL(-)9.2m
조사일 YY/MM/DD	2019. 11. 21	표고 ELEVATION	EL(+)9.73m	검토자 INSPECTOR	채수근

심도 (m) DEPTH	표고 (m) ELEVATION	두께 (m) THICKNESS	주상도 GRAPHIC LOG	지반명 SOIL/ROCK TYPE	현장 관찰 기록 DESCRIPTION	FRACTURE	RQD/ TCR (%)	시료 형태 및 번호	cm/sec	투수계수 PERMEABILITY						
									BLOWS /cm	10 ⁻⁸	10 ⁻⁶	10 ⁻⁴	10 ⁻²	10 ⁰		
35			●	풍화암 관류토		-		35 ○ 50/18								
36			●					36 ○ 50/14								
37			●					37 ○ 43/30								
38			●					38 ○ 50/29								
39			●					39 ○ 50/24								
40	40.0	8.3	●					40 ○ 50/9								
41			+					풍화암	< 풍화암반 > 기반암의 풍화암반. 상부는 실트질 세립 내지 조립 모래인 관입시료 형태로 채취되며 하부는 세립 내지 중립 모래인 slime 형태로 채취됨. *심도 43.0 ~ 45.0m 부분적으로 핵석(core stone)이 분포함. 매우 조밀하나 경도는 연약 내지 매우 연약함. 암갈색. TCR=0%, RQD=0%	41 ○ 50/10						
42			+							42 ○ 50/8						
43			+							43 △ 50/5						
44			+							44 △ 50/4						
45	45.0	5.0	+	45 △ 50/5												
46					*											
47					*											
48					*											
49					*											
50					*											
51					*											

범례 LEGEND	○	자연시료 UNDISTURBED SAMPLE	◎	관입시험에 의한 시료 SAMPLE BY SPT	●	코어시료 CORE SAMPLE
	△	슬라임 시료 SLIME SAMPLE	⊗	시료없음 LOST SAMPLE	□	투수계수 PERMEABILITY COEFF

시추주상도 BORING LOG

조사명 PROJECT	서울대 시흥 스마트캠퍼스 M1블록 지반조사				
위치 LOCATION	시흥 배곧신도시 특별계획구역 M1블록				
좌표 COORDINATES	X = 529,851.339 Y = 175,224.375	시추공번 HOLE No.	NX-18	지하수위 G.W.L	GL(-)10.8m
조사일 YY/MM/DD	2019. 11. 22	표고 ELEVATION	EL(+) 10.33m	검토자 INSPECTOR	채수근

심도 (m) DEPTH	표고 (m) ELEVATION	두께 (m) THICKNESS	주상도 GRAPHIC LOG	지반명 SOIL/ROCK TYPE	현장 관찰 기록 DESCRIPTION	FRACTURE	RQD/ TCR (%)	시료 형태 및 번호	투수계수 PERMEABILITY
									cm/sec BLOWS /cm
									10 ⁻⁸ 10 ⁻⁶ 10 ⁻⁴ 10 ⁻² 10 ⁰ 10 20 30 40 50
1				매립층	< 매립층 > 실트질 세립 내지 조립 모래와 세립 내지 조립 자갈로 매립됨. 자갈이 약 2~4cm 크기로 채취됨. 느슨 내지 중간 조밀함. 습윤. 암회색 내지 황갈색.			6/30	
2						7/30			
3						18/30			
4						10/30			
5						15/30			
6						17/30			
7						11/30			
8						7/30			
9	9.4	0.9				6/30			
10				퇴적층	< 퇴적층 > 실트질 세립 모래. 느슨 내지 중간 조밀함. 습윤. 암회색.			7/30	
11						8/30			
12						9/30			
13						10/30			
14	14.5	-4.2						11/30	
15				퇴적층	< 퇴적층 > 세립 내지 중립 모래. 부분적으로 패각류(조개껍질)가 채취됨. 느슨 내지 중간 조밀함. 습윤. 암회색.			12/30	
16						10/30			
17						11/30			

범례
LEGEND

- | | | |
|------------------------------|--------------------------------|------------------------------|
| ○ 자연시료
UNDISTURBED SAMPLE | ⊙ 관입시험에 의한 시료
SAMPLE BY SPT | ● 코어시료
CORE SAMPLE |
| △ 슬라임 시료
SLIME SAMPLE | ⊗ 시료없음
LOST SAMPLE | □ 투수계수
PERMEABILITY COEFF |

시추주상도 BORING LOG

조사명 PROJECT	서울대 시흥 스마트캠퍼스 M1블록 지반조사				
위치 LOCATION	시흥 배곧신도시 특별계획구역 M1블록				
좌표 COORDINATES	X = 529,851.339 Y = 175,224.375	시추공번 HOLE No.	NX-18	지하수위 G.W.L	GL(-)10.8m
조사일 YY/MM/DD	2019. 11. 22	표고 ELEVATION	EL(+) 10.33m	검토자 INSPECTOR	채수근

심도 (m) DEPTH	표고 (m) ELEVATION	두께 (m) THICKNESS	주상도 GRAPHIC LOG	지반명 SOIL/ROCK TYPE	현장 관찰 기록 DESCRIPTION	FRACTURE	RQD/ TCR (%)	시료 형태 및 번호	투수계수 PERMEABILITY
									cm/sec BLOWS /cm
									10 ⁻⁸ 10 ⁻⁶ 10 ⁻⁴ 10 ⁻² 10 ⁰ 10 20 30 40 50
18			●●●●●●●●●●	퇴적층				18 ○ 9/30	
19			●●●●●●●●●●					19 ○ 10/30	
20			●●●●●●●●●●					20 ○ 9/30	
21			●●●●●●●●●●					21 ○ 11/30	
22			●●●●●●●●●●					22 ○ 13/30	
22.8	-12.5	8.3	●●●●●●●●●●					23 ○ 15/30	
23			●●●●●●●●●●	퇴적층	< 퇴적층 > 실트질 세립 모래. 부분적으로 점토가 혼재됨. 중간 조밀함. 습윤. 암회색.			24 ○ 21/30	
24			●●●●●●●●●●					25 ○ 19/30	
25			●●●●●●●●●●					26 ○ 22/30	
26			●●●●●●●●●●					27 ○ 25/30	
27.7	-17.4	4.9	●●●●●●●●●●					28 ○ 27/30	
28	28.5	0.8	●●●●●●●●●●	퇴적층	< 퇴적층 > 세립 내지 중립 모래. 중간 조밀함. 습윤. 황갈색.			29 ○ 34/30	
29			●●●●●●●●●●					30 ○ 43/30	
30	30.4	1.9	●●●●●●●●●●	퇴적층	< 퇴적층 > 세립 내지 조립 모래와 세립 내지 조립 자갈. 조밀함. 습윤. 황갈색.			31 ○ 39/30	
31			●●●●●●●●●●					32 ○ 44/30	
32	32.7	2.3	●●●●●●●●●●	퇴적층	< 퇴적층 > 세립 내지 조립 모래. 조밀함. 습윤. 황갈색.			33 ○ 50/25	
33			●●●●●●●●●●					34 ○ 50/19	
34			●●●●●●●●●●	퇴적층	< 퇴적층 > 세립 내지 조립 모래와 세립 내지 조립 자갈.				

범례 LEGEND	○	자연시료 UNDISTURBED SAMPLE	⊙	관입시험에 의한 시료 SAMPLE BY SPT	●	코어시료 CORE SAMPLE
	△	슬라임 시료 SLIME SAMPLE	⊗	시료없음 LOST SAMPLE	□	투수계수 PERMEABILITY COEFF

시추주상도 BORING LOG

조사명 PROJECT	서울대 시흥 스마트캠퍼스 M1블록 지반조사				
위치 LOCATION	시흥 배곧신도시 특별계획구역 M1블록				
좌표 COORDINATES	X = 529,851.339 Y = 175,224.375	시추공번 HOLE No.	NX-18	지하수위 G.W.L	GL(-)10.8m
조사일 YY/MM/DD	2019. 11. 22	표고 ELEVATION	EL(+) 10.33m	검토자 INSPECTOR	채수근

심도 (m) DEPTH	표고 (m) ELEVATION	두께 (m) THICKNESS	주상도 GRAPHIC LOG	지반명 SOIL/ROCK TYPE	현장 관찰 기록 DESCRIPTION	FRACTURE	RQD/ TCR (%)	시료 형태 및 번호	투수계수 PERMEABILITY
								cm/sec BLOWS /cm	10 ⁻⁸ 10 ⁻⁶ 10 ⁻⁴ 10 ⁻² 10 ⁰ 표준관입시험 S. P. T 10 20 30 40 50
34.4	-24.1	1.7	● ○	퇴적층	매우 조밀함. 습윤. 황갈색. < 풍화잔류토층 > 실트질 세립 내지 조립 모래(D-6). 중간 조밀 내지 매우 조밀함. 습윤. 황갈색.				
35			● ○	풍 화 잔 류 토				35 ○ 19/30	
36			● ○					36 ○ 26/30	
37			● ○					37 ○ 18/30	
38			● ○					38 ○ 16/30	
39			● ○					39 ○ 20/30	
40			● ○					40 ○ 20/30	
41			● ○					41 ○ 21/30	
42			● ○					42 ○ 22/30	
43			● ○					43 ○ 27/30	
44			● ○					44 ○ 50/13	
45			● ○				45 ○ 50/18		
46			● ○				46 ○ 46/30		
47			● ○				47 ○ 50/11		
48			● ○				48 ○ 50/21		
49			● ○				49 ○ 50/20		
50			● ○				50 ○ 50/16		
51	51.0	-40.7	16.6					51 ○ 50/10	

범례 LEGEND	○	자연시료 UNDISTURBED SAMPLE	⊙	관입시험에 의한 시료 SAMPLE BY SPT	●	코어시료 CORE SAMPLE
	△	슬라임 시료 SLIME SAMPLE	⊗	시료없음 LOST SAMPLE	□	투수계수 PERMEABILITY COEFF

7.7 현장 투수시험 성과

FIELD PERMEABILITY TEST

sheet 1 of 9

Project : 서울대 시흥 스마트캠퍼스 M1블록 신축부지 지반조사

Borehole : NX - 1	Depth of Tested(L) : GL- 9.0 m ~ - 10.0 m
Soil Class(USCS) : 매립층	Radius of Casing (r) : 3.8 cm
Ground Water Depth : 890 cm	Total Head(H ₀) : 910 cm
Date : 2019. 11. 14.	Tested by : 송 제 덕

FALLING HEAD METHOD

time(s)	draw-down(cm)	H ₀ (cm)	H _t (cm)	k (cm/s)
10	146.0	910.0	764.0	4.129E-03
20	264.0	764.0	646.0	3.961E-03
30	388.0	646.0	522.0	5.032E-03
40	468.0	522.0	442.0	3.928E-03
60	567.0	442.0	343.0	2.994E-03
90	716.0	343.0	194.0	4.485E-03
120	816.0	194.0	94.0	5.702E-03
180	874.0	94.0	36.0	3.777E-03
300	899.0	36.0	11.0	2.333E-03
			k_{ave} =	4.038E-03

REMARKS :

$$k = \frac{R^2}{2L(t_2 - t_1)} \ln\left(\frac{L}{R}\right) \ln\left(\frac{H_0}{H_t}\right) \quad \text{FOR FALLING HEAD TEST}$$

Polymer 사용안함.

FIELD PERMEABILITY TEST

sheet 2 of 9

Project : 서울대 시흥 스마트캠퍼스 M1블록 신축부지 지반조사

Borehole : NX - 3	Depth of Tested(L) : GL- 15.0 m ~ - 16.0 m
Soil Class(USCS) : 퇴적층(SM)	Radius of Casing (r) : 3.8 cm
Ground Water Depth : 950 cm	Total Head(H ₀) : 970 cm
Date : 2019. 11. 16.	Tested by : 송 제 덕

FALLING HEAD METHOD

time(s)	draw-down(cm)	H ₀ (cm)	H _t (cm)	k (cm/s)
10	76.0	970.0	894.0	1.926E-03
20	114.0	894.0	856.0	1.026E-03
30	182.0	856.0	788.0	1.954E-03
40	214.0	788.0	756.0	9.788E-04
60	329.0	756.0	641.0	1.948E-03
90	411.0	641.0	559.0	1.077E-03
120	474.0	559.0	496.0	9.411E-04
180	590.0	496.0	380.0	1.048E-03
300	740.0	380.0	230.0	9.879E-04
			k_{ave} =	1.321E-03

REMARKS :

$$k = \frac{R^2}{2L(t_2 - t_1)} \ln\left(\frac{L}{R}\right) \ln\left(\frac{H_0}{H_t}\right) \quad \text{FOR FALLING HEAD TEST}$$

Polymer 사용안함.

FIELD PERMEABILITY TEST

sheet 3 of 9

Project : 서울대 시흥 스마트캠퍼스 M1블록 신축부지 지반조사

Borehole : NX - 4	Depth of Tested(L) : GL- 12.0 m ~ - 13.0 m
Soil Class(USCS) : 퇴적층(SM)	Radius of Casing (r) : 3.8 cm
Ground Water Depth : 980 cm	Total Head(H ₀) : 1000 cm
Date : 2019. 11. 25.	Tested by : 송 제 덕

FALLING HEAD METHOD

time(s)	draw-down(cm)	H ₀ (cm)	H _t (cm)	k (cm/s)
10	98.0	1000.0	902.0	2.435E-03
20	151.0	902.0	849.0	1.430E-03
30	207.0	849.0	793.0	1.611E-03
40	264.0	793.0	736.0	1.761E-03
60	343.0	736.0	657.0	1.340E-03
90	428.0	657.0	572.0	1.090E-03
120	517.0	572.0	483.0	1.331E-03
180	639.0	483.0	361.0	1.146E-03
300	802.0	361.0	198.0	1.182E-03
			k_{ave} =	1.481E-03

REMARKS :

$$k = \frac{R^2}{2L(t_2 - t_1)} \ln\left(\frac{L}{R}\right) \ln\left(\frac{H_0}{H_t}\right) \quad \text{FOR FALLING HEAD TEST}$$

Polymer 사용안함.

FIELD PERMEABILITY TEST

sheet 4 of 9

Project : 서울대 시흥 스마트캠퍼스 M1블록 신축부지 지반조사

Borehole : NX - 7	Depth of Tested(L) : GL- 33.0 m ~ - 34.0 m
Soil Class(USCS) : 퇴적층(SP)	Radius of Casing (r) : 3.8 cm
Ground Water Depth : 990 cm	Total Head(H ₀) : 1010 cm
Date : 2019. 11. 23.	Tested by : 송 제 덕

FALLING HEAD METHOD

time(s)	draw-down(cm)	H ₀ (cm)	H _t (cm)	k (cm/s)
10	48.0	1010.0	962.0	1.150E-03
20	123.0	962.0	887.0	1.916E-03
30	177.0	887.0	833.0	1.483E-03
40	228.0	833.0	782.0	1.492E-03
60	315.0	782.0	695.0	1.392E-03
90	423.0	695.0	587.0	1.329E-03
120	507.0	587.0	503.0	1.215E-03
180	654.0	503.0	356.0	1.360E-03
300	809.0	356.0	201.0	1.125E-03
			k_{ave} =	1.385E-03

REMARKS :

$$k = \frac{R^2}{2L(t_2 - t_1)} \ln\left(\frac{L}{R}\right) \ln\left(\frac{H_0}{H_t}\right) \quad \text{FOR FALLING HEAD TEST}$$

Polymer 사용안함.

FIELD PERMEABILITY TEST

sheet 5 of 9

Project : 서울대 시흥 스마트캠퍼스 M1블록 신축부지 지반조사

Borehole : NX - 8	Depth of Tested(L) : GL- 6.0 m ~ - 7.0 m
Soil Class(USCS) : 매립층	Radius of Casing (r) : 3.8 cm
Ground Water Depth : 780 cm	Total Head(H ₀) : 800 cm
Date : 2019. 11. 13.	Tested by : 송 제 덕

FALLING HEAD METHOD

time(s)	draw-down(cm)	H ₀ (cm)	H _t (cm)	k (cm/s)
10	103.0	800.0	697.0	3.254E-03
20	229.0	697.0	571.0	4.708E-03
30	339.0	571.0	461.0	5.052E-03
40	419.0	461.0	381.0	4.500E-03
60	537.0	381.0	263.0	4.376E-03
90	640.0	263.0	160.0	3.911E-03
120	693.0	160.0	107.0	3.167E-03
180	732.0	107.0	68.0	1.784E-03
300	748.0	68.0	52.0	5.278E-04
			k_{ave} =	3.476E-03

REMARKS :

$$k = \frac{R^2}{2L(t_2 - t_1)} \ln\left(\frac{L}{R}\right) \ln\left(\frac{H_0}{H_t}\right) \quad \text{FOR FALLING HEAD TEST}$$

Polymer 사용안함.

FIELD PERMEABILITY TEST

sheet 6 of 9

Project : 서울대 시흥 스마트캠퍼스 M1블록 신축부지 지반조사

Borehole : NX - 9	Depth of Tested(L) : GL- 12.0 m ~ - 13.0 m
Soil Class(USCS) : 매립층	Radius of Casing (r) : 3.8 cm
Ground Water Depth : 960 cm	Total Head(H ₀) : 980 cm
Date : 2019. 11. 12.	Tested by : 송 제 덕

FALLING HEAD METHOD

time(s)	draw-down(cm)	H ₀ (cm)	H _t (cm)	k (cm/s)
10	73.0	980.0	907.0	1.828E-03
20	166.0	907.0	814.0	2.554E-03
30	292.0	814.0	688.0	3.971E-03
40	391.0	688.0	589.0	3.668E-03
60	533.0	589.0	447.0	3.257E-03
90	663.0	447.0	317.0	2.705E-03
120	718.0	317.0	262.0	1.500E-03
180	779.0	262.0	201.0	1.043E-03
300	797.0	201.0	183.0	1.846E-04
			k_{ave} =	2.301E-03

REMARKS :

$$k = \frac{R^2}{2L(t_2 - t_1)} \ln\left(\frac{L}{R}\right) \ln\left(\frac{H_0}{H_t}\right) \quad \text{FOR FALLING HEAD TEST}$$

Polymer 사용안함.

FIELD PERMEABILITY TEST

sheet 7 of 9

Project : 서울대 시흥 스마트캠퍼스 M1블럭 신축부지 지반조사

Borehole : NX - 12

Depth of Tested(L) : GL- 33.0 m ~ - 34.0 m

Soil Class(USCS) : 풍화잔류토층

Radius of Casing (r) : 3.8 cm

Ground Water Depth : 1200 cm

Total Head(H₀) : 1220 cm

Date : 2019. 11. 23.

Tested by : 송 제 덕

FALLING HEAD METHOD

time(s)	draw-down(cm)	H ₀ (cm)	H _t (cm)	k (cm/s)
10	28.0	1220.0	1192.0	5.482E-04
20	53.0	1192.0	1167.0	5.005E-04
30	77.0	1167.0	1143.0	4.906E-04
40	103.0	1143.0	1117.0	5.433E-04
60	153.0	1117.0	1067.0	5.406E-04
90	226.0	1067.0	994.0	5.578E-04
120	291.0	994.0	929.0	5.323E-04
180	411.0	929.0	809.0	5.443E-04
300	594.0	809.0	626.0	5.046E-04
			k_{ave} = 5.291E-04	

REMARKS :

$$k = \frac{R^2}{2L(t_2 - t_1)} \ln\left(\frac{L}{R}\right) \ln\left(\frac{H_0}{H_t}\right) \quad \text{FOR FALLING HEAD TEST}$$

Polymer 사용안함.

FIELD PERMEABILITY TEST

sheet 8 of 9

Project : 서울대 시흥 스마트캠퍼스 M1블록 신축부지 지반조사

Borehole : NX - 13	Depth of Tested(L) : GL- 30.0 m ~ - 31.0 m
Soil Class(USCS) : 퇴적층(SP)	Radius of Casing (r) : 3.8 cm
Ground Water Depth : 780 cm	Total Head(H ₀) : 800 cm
Date : 2019. 11. 20.	Tested by : 송 제 덕

FALLING HEAD METHOD

time(s)	draw-down(cm)	H ₀ (cm)	H _t (cm)	k (cm/s)
10	48.0	800.0	752.0	1.461E-03
20	83.0	752.0	717.0	1.125E-03
30	122.0	717.0	678.0	1.321E-03
40	168.0	678.0	632.0	1.659E-03
60	239.0	632.0	561.0	1.407E-03
90	301.0	561.0	499.0	9.217E-04
120	383.0	499.0	417.0	1.413E-03
180	488.0	417.0	312.0	1.142E-03
300	635.0	312.0	165.0	1.253E-03
			k_{ave} =	1.300E-03

REMARKS :

$$k = \frac{R^2}{2L(t_2 - t_1)} \ln\left(\frac{L}{R}\right) \ln\left(\frac{H_0}{H_t}\right) \quad \text{FOR FALLING HEAD TEST}$$

Polymer 사용안함.

FIELD PERMEABILITY TEST

sheet 9 of 9

Project : 서울대 시흥 스마트캠퍼스 M1블럭 신축부지 지반조사

Borehole : NX - 14	Depth of Tested(L) : GL- 33.0 m ~ - 34.0 m
Soil Class(USCS) : 퇴적층(SP)	Radius of Casing (r) : 3.8 cm
Ground Water Depth : 1010 cm	Total Head(H ₀) : 1030 cm
Date : 2019. 11. 25.	Tested by : 송 제 덕

FALLING HEAD METHOD

time(s)	draw-down(cm)	H ₀ (cm)	H _t (cm)	k (cm/s)
10	24.0	1030.0	1006.0	5.567E-04
20	98.0	1006.0	932.0	1.804E-03
30	135.0	932.0	895.0	9.564E-04
40	191.0	895.0	839.0	1.526E-03
60	266.0	839.0	764.0	1.105E-03
90	379.0	764.0	651.0	1.260E-03
120	474.0	651.0	556.0	1.241E-03
180	610.0	556.0	420.0	1.104E-03
300	778.0	420.0	252.0	1.005E-03
			k_{ave} =	1.173E-03

REMARKS :

$$k = \frac{R^2}{2L(t_2 - t_1)} \ln\left(\frac{L}{R}\right) \ln\left(\frac{H_0}{H_t}\right) \quad \text{FOR FALLING HEAD TEST}$$

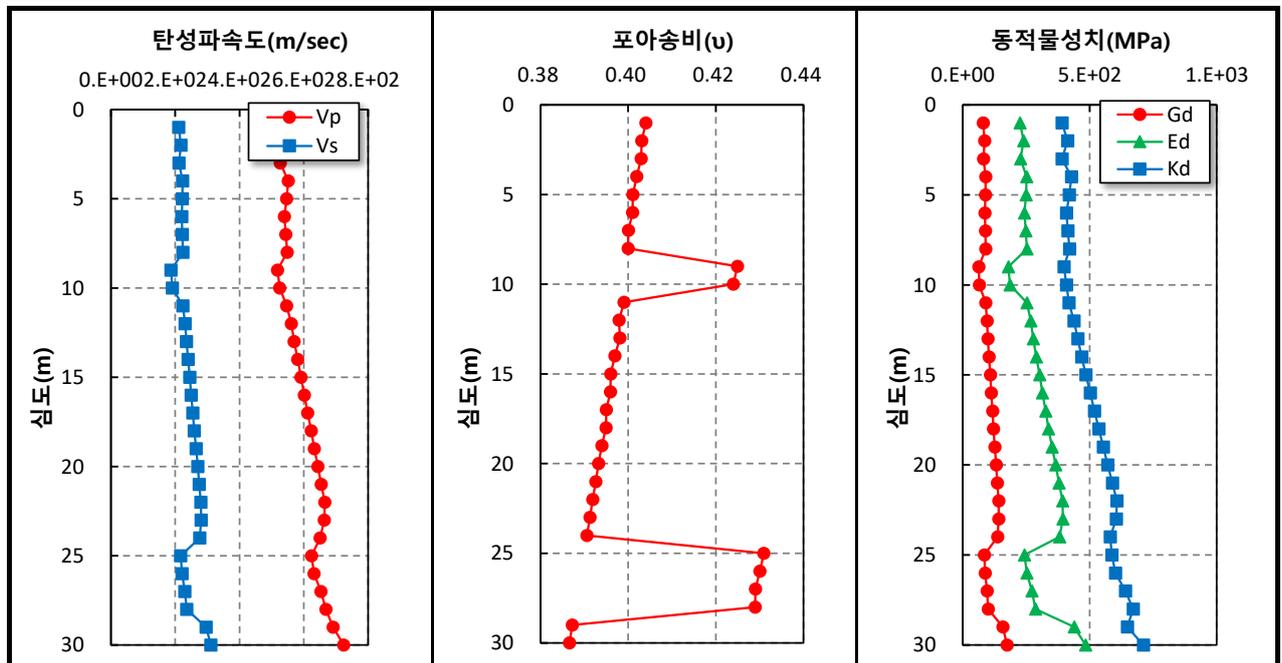
Polymer 사용안함.

7.8 하향식 탄성파탐사 성과

Down Hole Test

조사명	서울대 시흥 스마트캠퍼스 M1블럭 신축부지 지반조사				
공번	NX-7	시험자	유형규	발주처	
시험장비	Borehole Pick	검토자	채수근	시험일자	2019. 11. 25

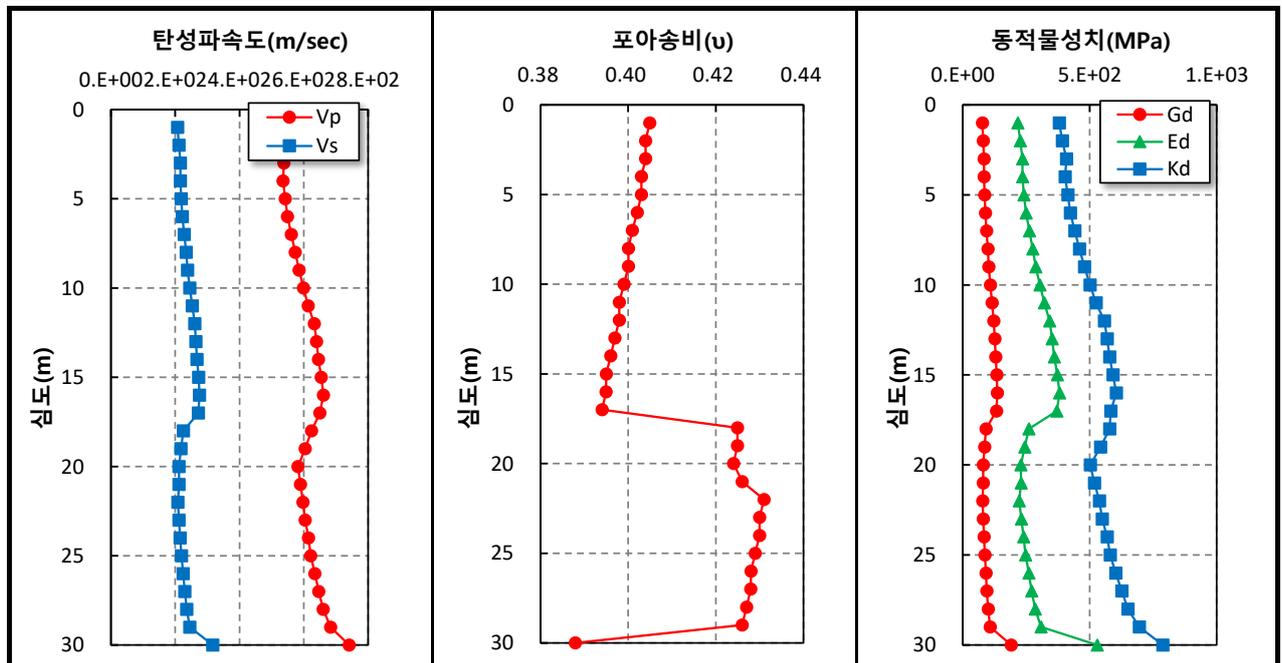
심도	Vp	Vs	포아송비	전단탄성율	동탄성계수	체적탄성율
1.0	526	211	0.404	80	225	391
2.0	541	218	0.403	86	240	413
3.0	527	212	0.403	81	228	391
4.0	552	223	0.402	90	252	428
5.0	547	222	0.401	89	249	420
6.0	540	220	0.401	87	243	409
7.0	544	222	0.400	89	248	414
8.0	548	224	0.400	90	252	420
9.0	518	187	0.425	63	179	399
10.0	525	191	0.424	65	186	409
11.0	547	224	0.399	90	253	418
12.0	561	231	0.398	96	268	438
13.0	570	235	0.398	99	277	453
14.0	581	240	0.397	104	290	469
15.0	591	245	0.396	108	303	485
16.0	602	250	0.396	112	313	502
17.0	612	255	0.395	117	327	519
18.0	623	259	0.395	121	338	536
19.0	633	265	0.394	126	352	553
20.0	644	270	0.393	131	366	571
21.0	654	275	0.393	136	380	589
22.0	665	280	0.392	141	394	607
23.0	664	281	0.391	142	394	604
24.0	651	276	0.391	137	381	580
25.0	624	217	0.431	85	243	587
26.0	632	221	0.430	88	252	601
27.0	653	230	0.429	95	273	640
28.0	669	236	0.429	100	286	672
29.0	691	296	0.387	158	439	649
30.0	724	311	0.387	174	484	711



Down Hole Test

조사명	서울대 시흥 스마트캠퍼스 M1블럭 신축부지 지반조사				
공번	NX-8	시험자	유형규	발주처	
시험장비	Borehole Pick	검토자	채수근	시험일자	2019. 11. 25

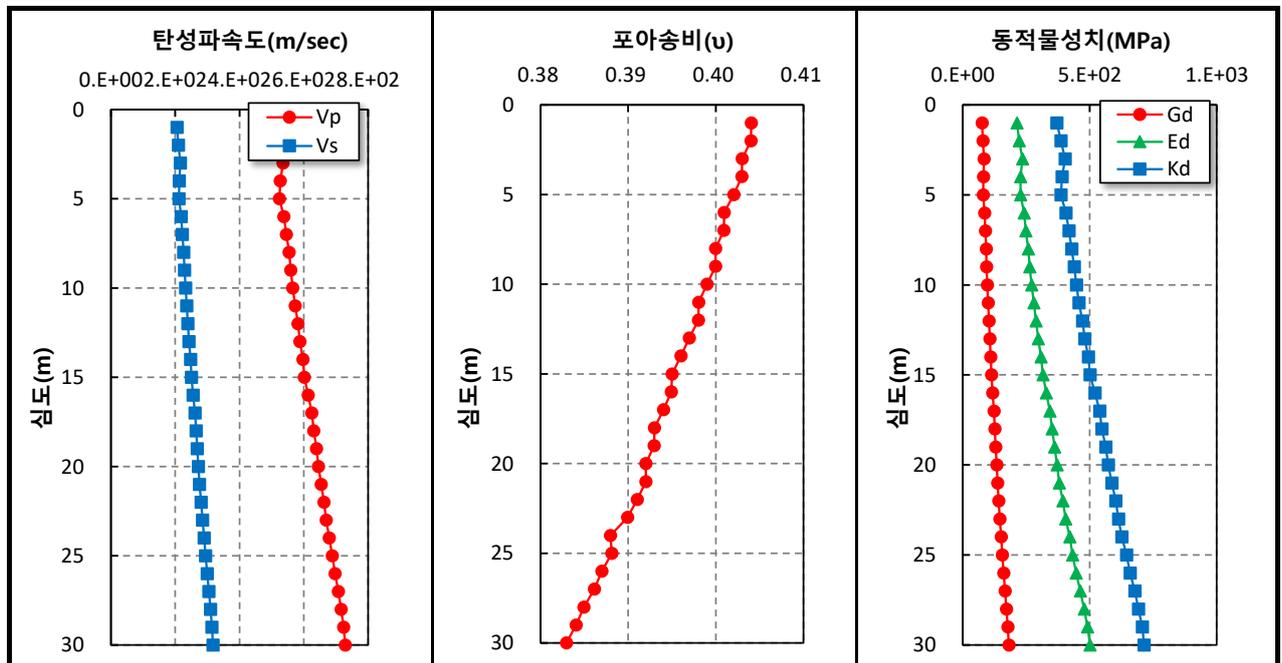
심도	Vp	Vs	포아송비	전단탄성율	동탄성계수	체적탄성율
1.0	518	207	0.405	77	217	380
2.0	527	212	0.404	80	226	392
3.0	538	216	0.404	84	236	409
4.0	535	216	0.403	84	235	404
5.0	542	218	0.403	86	241	414
6.0	549	222	0.402	89	249	424
7.0	561	228	0.401	94	262	441
8.0	573	234	0.400	98	276	460
9.0	585	239	0.400	103	287	479
10.0	599	246	0.399	109	304	501
11.0	614	253	0.398	115	321	525
12.0	633	261	0.398	122	342	558
13.0	640	264	0.397	126	352	569
14.0	646	268	0.396	129	361	579
15.0	654	272	0.395	134	373	592
16.0	661	275	0.395	136	381	604
17.0	650	272	0.394	133	371	583
18.0	624	225	0.425	91	260	578
19.0	604	218	0.425	86	244	542
20.0	582	211	0.424	80	229	502
21.0	590	212	0.426	81	230	519
22.0	597	208	0.431	78	223	538
23.0	604	212	0.430	81	231	549
24.0	615	216	0.430	84	239	569
25.0	622	219	0.429	87	247	580
26.0	634	225	0.428	91	260	602
27.0	647	230	0.428	95	271	626
28.0	660	236	0.427	100	285	651
29.0	683	245	0.426	108	309	695
30.0	741	317	0.388	191	530	788



Down Hole Test

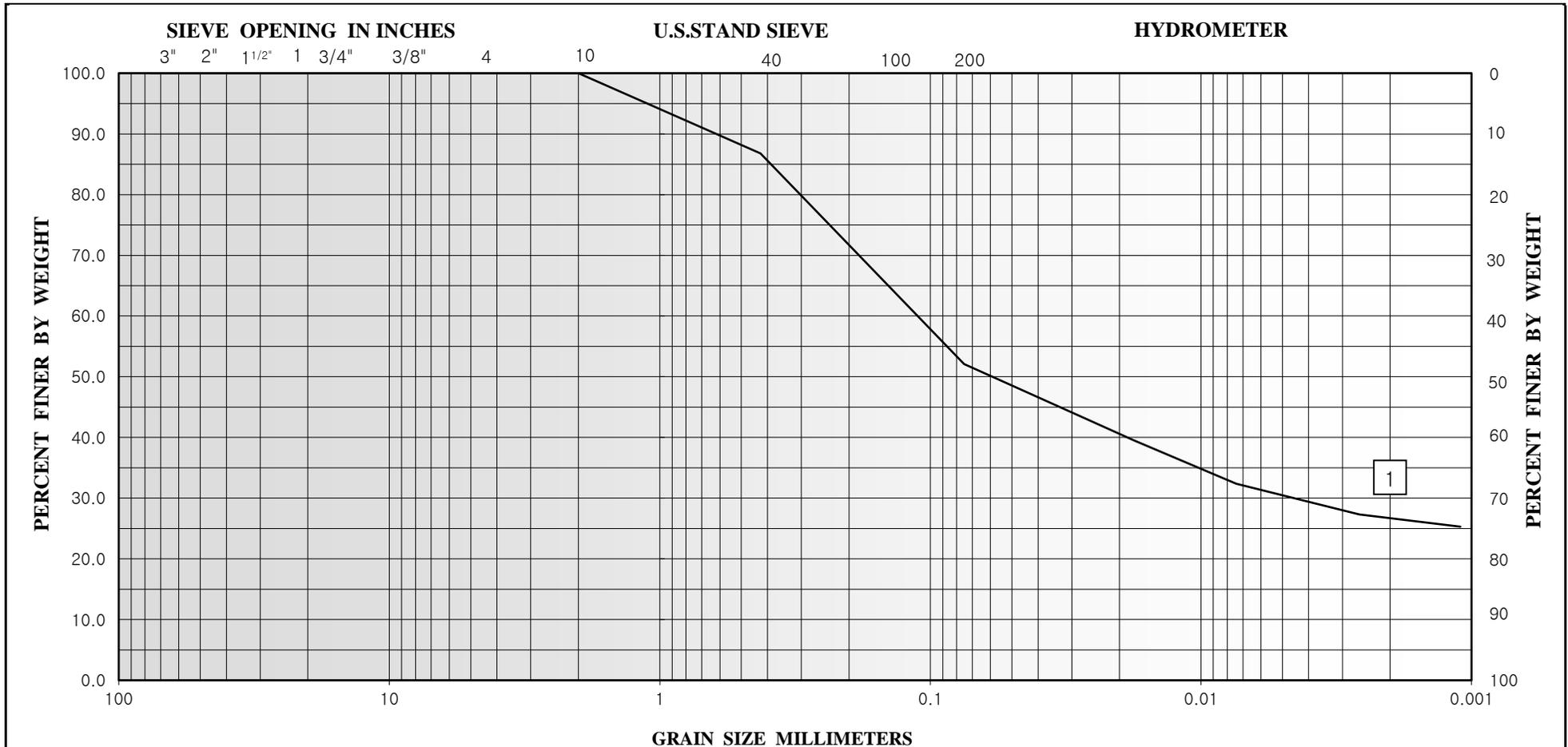
조사명	서울대 시흥 스마트캠퍼스 M1블럭 신축부지 지반조사				
공번	NX-13	시험자	유형규	발주처	
시험장비	Borehole Pick	검토자	채수근	시험일자	2019. 11. 25

심도	Vp	Vs	포아송비	전단탄성율	동탄성계수	체적탄성율
1.0	512	205	0.404	76	213	370
2.0	523	210	0.404	79	223	386
3.0	535	216	0.403	84	235	404
4.0	527	212	0.403	81	228	391
5.0	524	212	0.402	81	227	386
6.0	538	219	0.401	86	241	406
7.0	546	222	0.401	89	248	418
8.0	554	226	0.400	92	258	430
9.0	560	229	0.400	94	263	439
10.0	566	232	0.399	97	271	447
11.0	573	236	0.398	100	280	457
12.0	582	240	0.398	103	289	472
13.0	588	243	0.397	106	297	480
14.0	597	248	0.396	110	308	494
15.0	602	251	0.395	113	316	501
16.0	614	256	0.395	118	329	521
17.0	625	261	0.394	123	343	539
18.0	631	265	0.393	126	352	548
19.0	640	269	0.393	130	362	563
20.0	646	272	0.392	133	371	573
21.0	654	276	0.392	137	381	587
22.0	663	281	0.391	142	394	602
23.0	670	284	0.390	146	405	613
24.0	679	290	0.388	152	421	627
25.0	688	294	0.388	156	433	645
26.0	697	299	0.387	161	447	659
27.0	707	305	0.386	167	463	677
28.0	716	310	0.385	172	478	692
29.0	724	314	0.384	178	492	707
30.0	729	317	0.383	181	502	714



7.9 실내 토질시험 성과

Gradation Curves

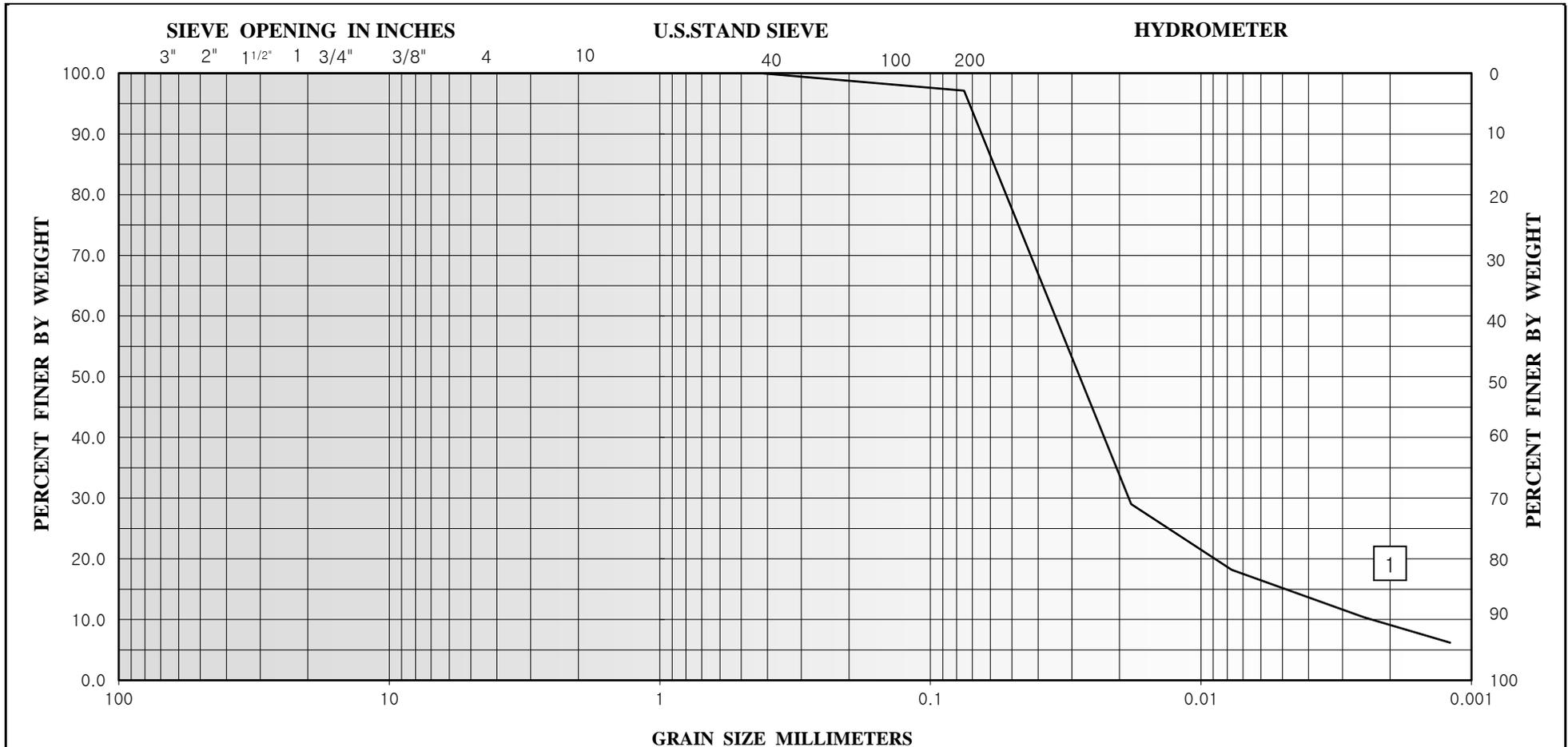


COBBLE	GRAVEL		SAND			SILT OR CLAY
	COARSE	FINE	COARSE	MEDIUM	FINE	

Sample No.	Depth(m)	Classification	W _n (%)	ρ _s (g/cm ³)	LL (%)	PI	USCS	Borehole No.	
NX - 02	9.0-9.8	SANDY FAT CLAY	42.1	2.696	51.2	25.6	CH	NX - 02	
								Test Method	KS F 2302 - 2017
								Date	2019. 12.

■ **Project :** 서울대 시흥 스마트캠퍼스 M1블럭 지반조사

Gradation Curves

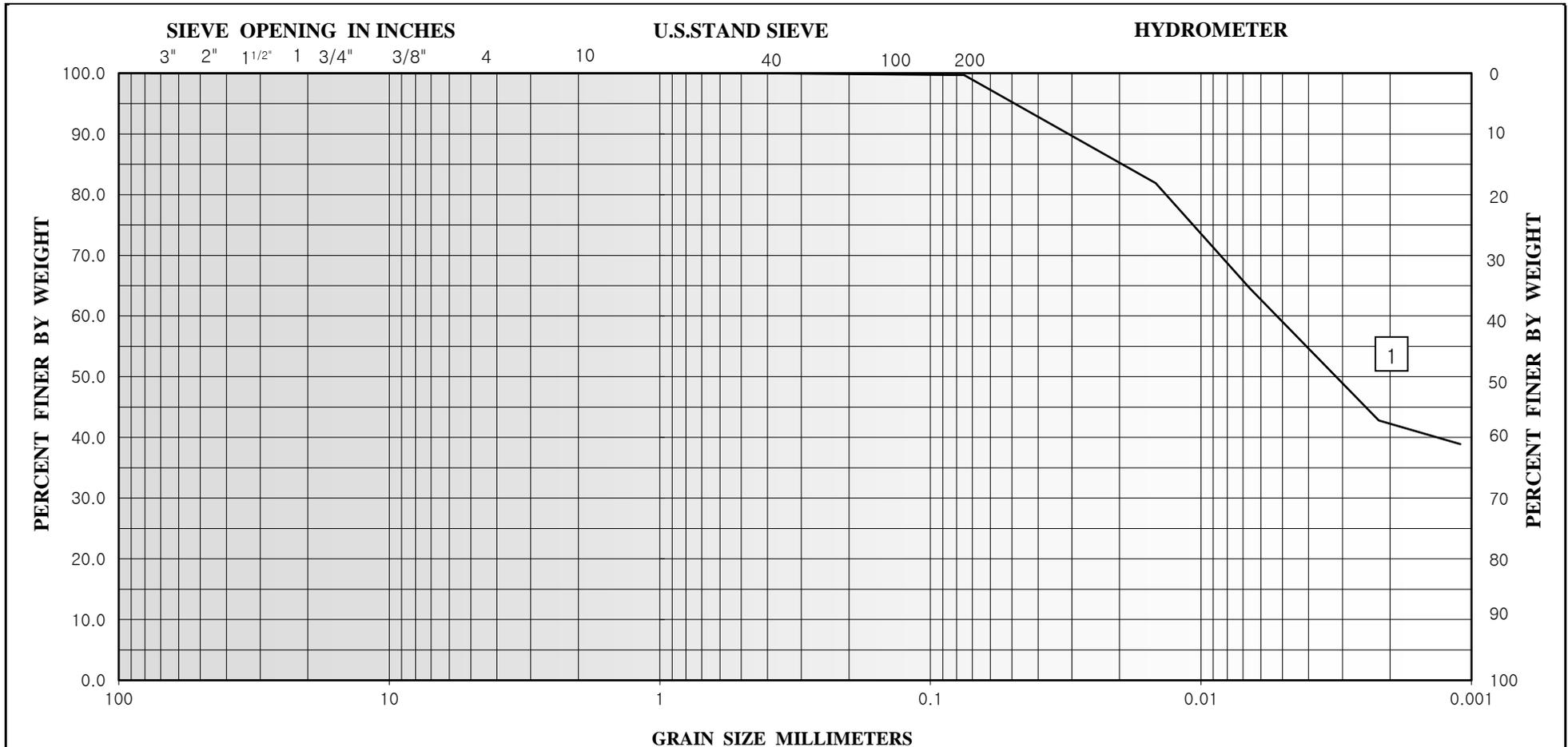


COBBLE	GRAVEL		SAND			SILT OR CLAY
	COARSE	FINE	COARSE	MEDIUM	FINE	

Sample No.	Depth(m)	Classification	W _n (%)	ρ _s (g/cm ³)	LL (%)	PI	USCS		
NX - 04	15.00	SILT	31.6	2.663	33.2	8.3	ML	Borehole No.	NX - 04
								Test Method	KS F 2302 - 2017
								Date	2019. 12.

■ **Project :** 서울대 시흥 스마트캠퍼스 M1블럭 지반조사

Gradation Curves

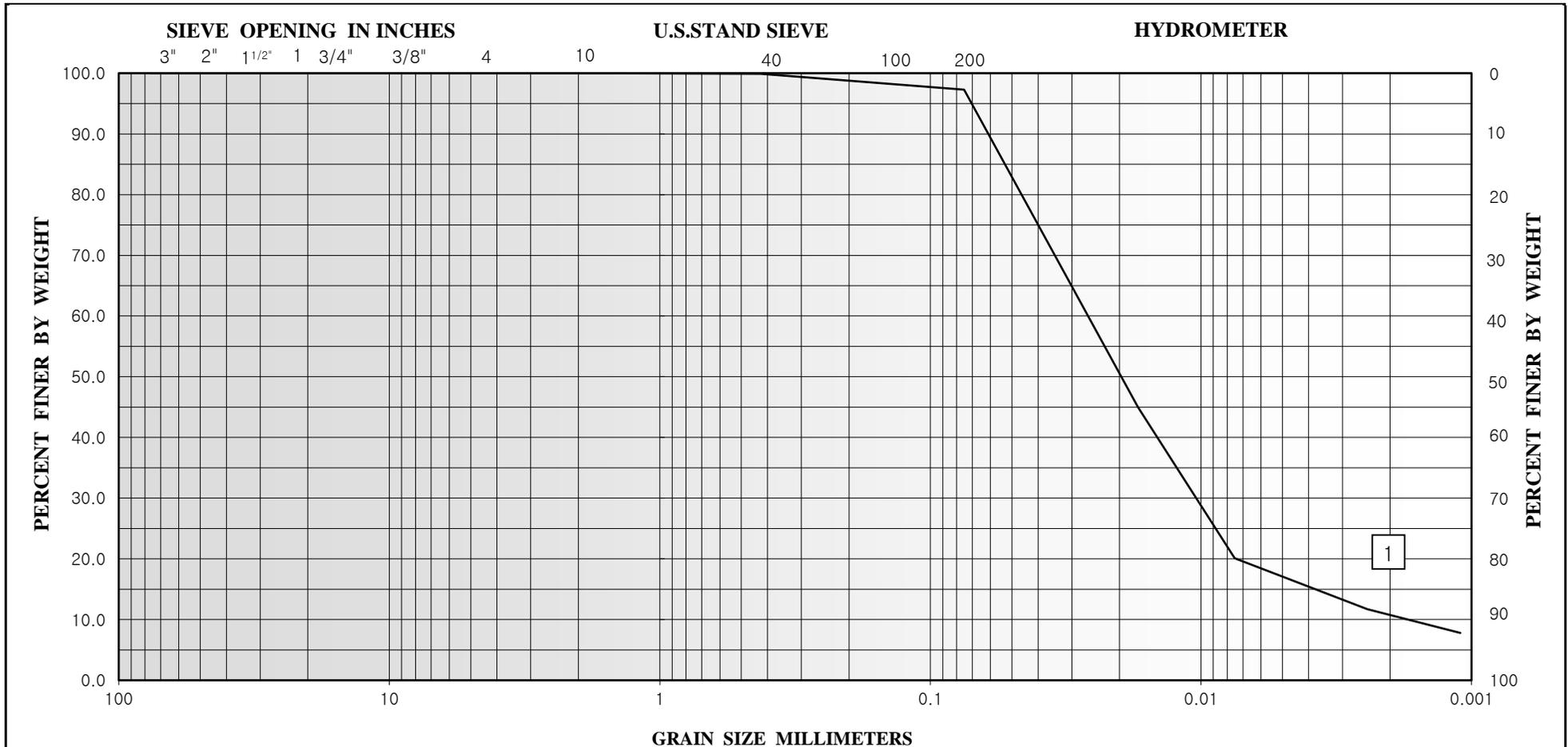


COBBLE	GRAVEL		SAND			SILT OR CLAY	
	COARSE	FINE	COARSE	MEDIUM	FINE		

Sample No.	Depth(m)	Classification	W _n (%)	ρ _s (g/cm ³)	LL (%)	PI	USCS	Borehole No.	
NX - 06	26.00	FAT CLAY	29.6	2.702	57.8	32.2	CH		NX - 06
									KS F 2302 - 2017
									2019. 12.

■ **Project :** 서울대 시흥 스마트캠퍼스 M1블럭 지반조사

Gradation Curves

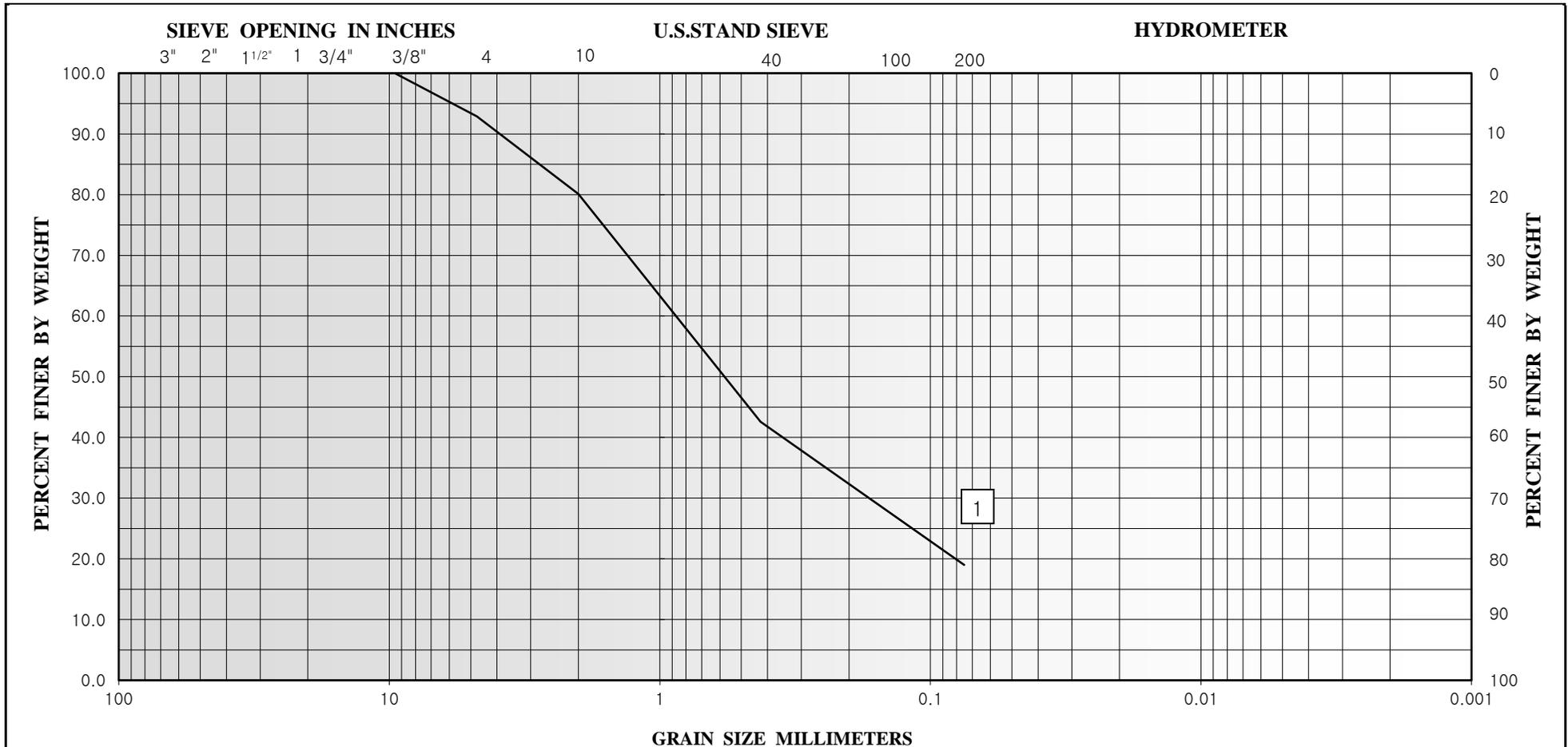


COBBLE	GRAVEL		SAND			SILT OR CLAY	
	COARSE	FINE	COARSE	MEDIUM	FINE		

Sample No.	Depth(m)	Classification	W _n (%)	ρ _s (g/cm ³)	LL (%)	PI	USCS		
NX - 07	9.0-9.8	SILT	31.9	2.664	29.1	3.6	ML	Borehole No.	NX - 07
								Test Method	KS F 2302 - 2017
								Date	2019. 12.

■ **Project :** 서울대 시흥 스마트캠퍼스 M1블럭 지반조사

Gradation Curves

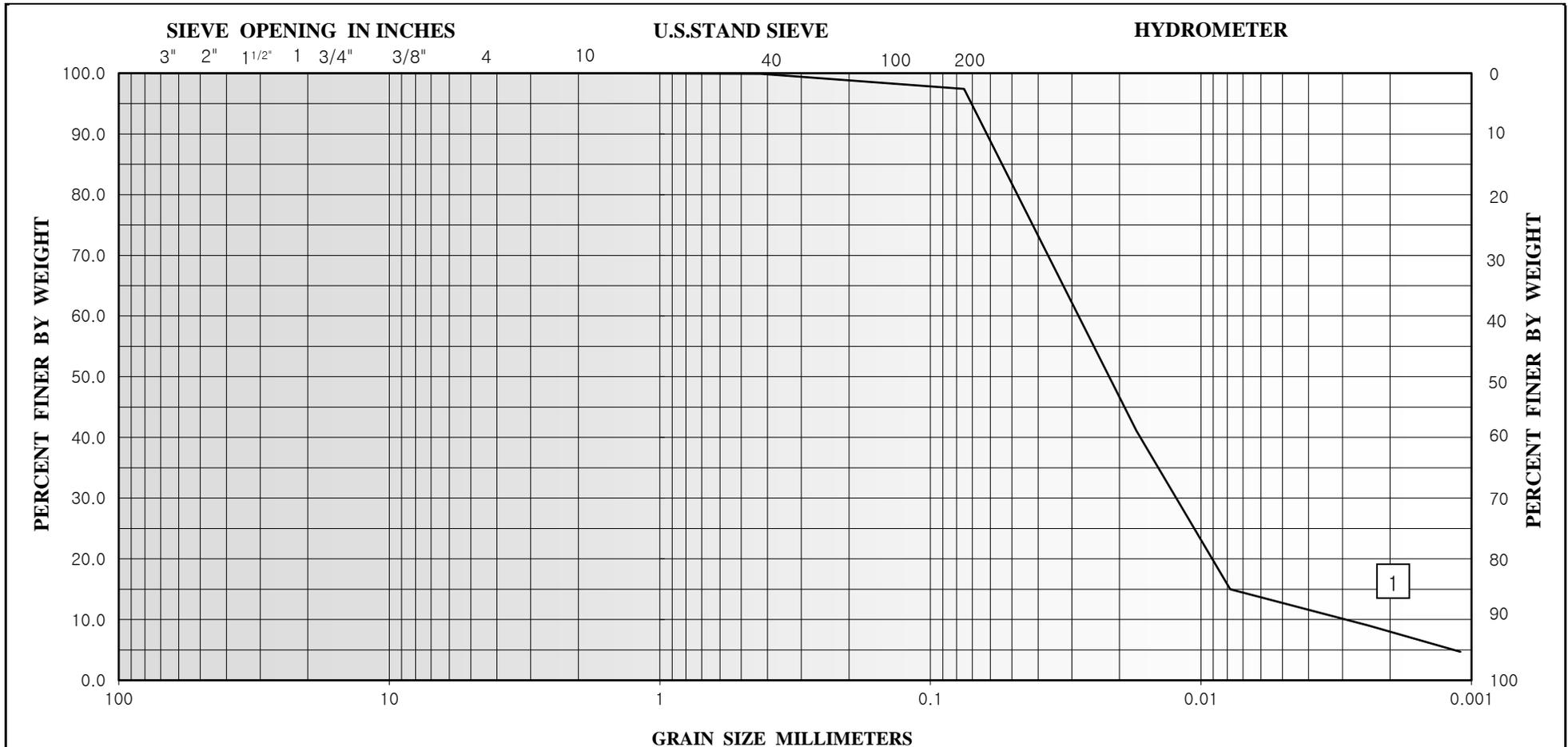


COBBLE	GRAVEL		SAND			SILT OR CLAY	
	COARSE	FINE	COARSE	MEDIUM	FINE		

Sample No.	Depth(m)	Classification	W _n (%)	ρ _s (g/cm ³)	LL (%)	PI	USCS	Borehole No.		
NX - 10	20.00	SILTY SAND	18.2	2.658	NP	-	SM		NX - 10	
									Test Method	KS F 2302 - 2017
									Date	2019. 12.

■ **Project :** 서울대 시흥 스마트캠퍼스 M1블럭 지반조사

Gradation Curves

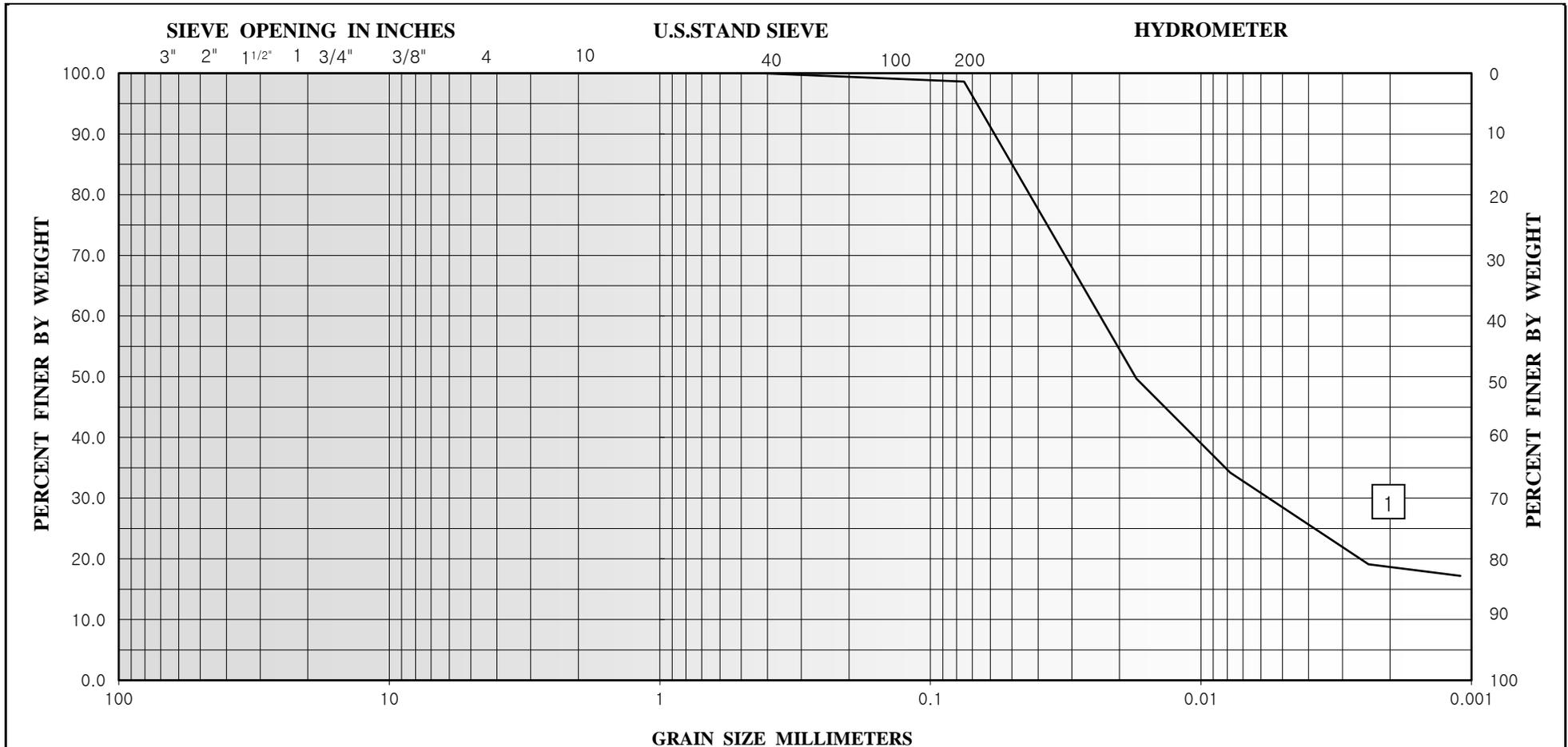


COBBLE	GRAVEL		SAND			SILT OR CLAY	
	COARSE	FINE	COARSE	MEDIUM	FINE		

Sample No.	Depth(m)	Classification	W _n (%)	ρ _s (g/cm ³)	LL (%)	PI	USCS		
NX - 15	9.0-9.8	SILT	32.5	2.661	29.7	3.9	ML	Borehole No.	NX - 15
								Test Method	KS F 2302 - 2017
								Date	2019. 12.

■ **Project :** 서울대 시흥 스마트캠퍼스 M1블럭 지반조사

Gradation Curves

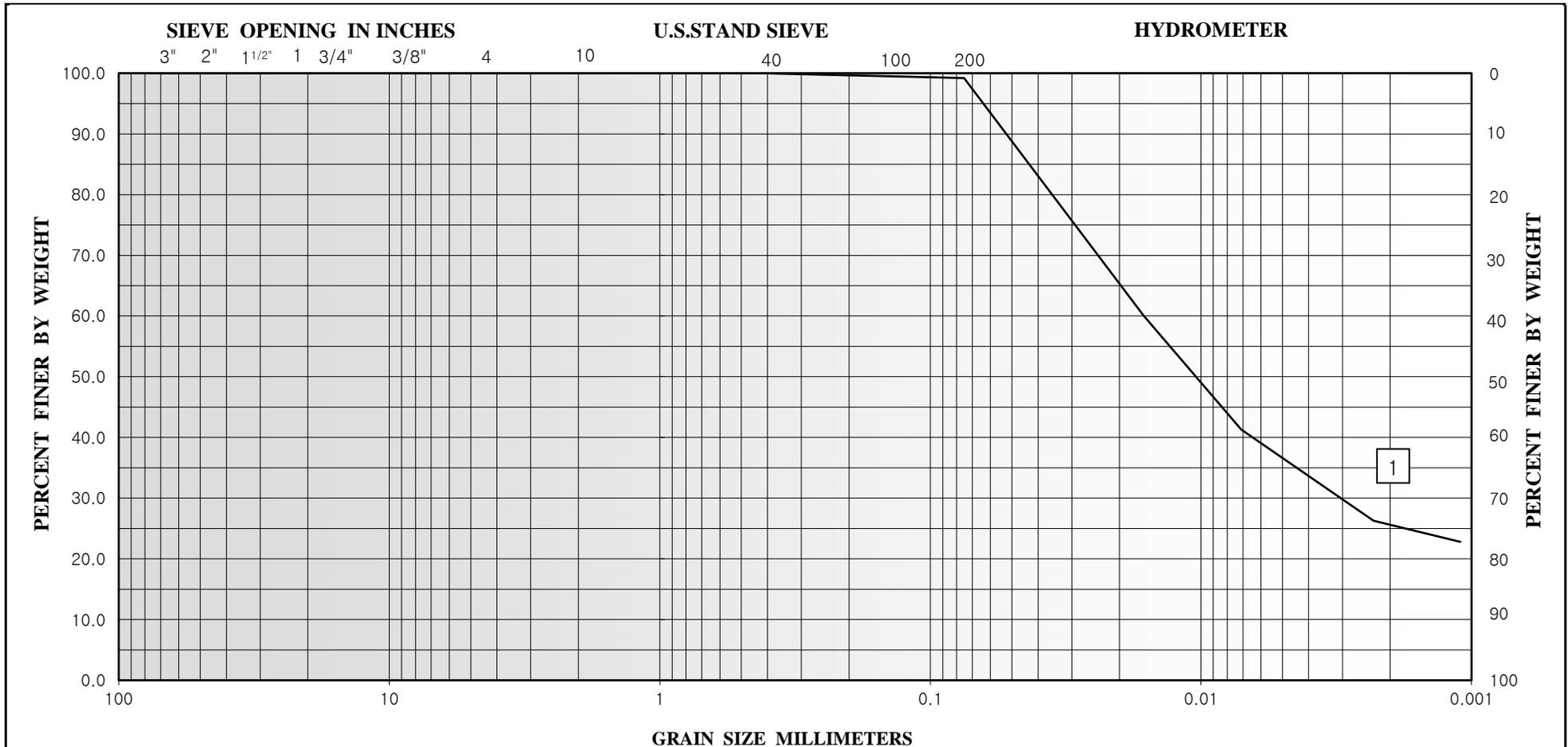


COBBLE	GRAVEL		SAND			SILT OR CLAY	
	COARSE	FINE	COARSE	MEDIUM	FINE		

Sample No.	Depth(m)	Classification	W _n (%)	ρ _s (g/cm ³)	LL (%)	PI	USCS	Borehole No.		
NX - 16	27.00	LEAN CLAY	28.8	2.688	38.4	15.1	CL		NX - 16	
									Test Method	KS F 2302 - 2017
									Date	2019. 12.

■ **Project :** 서울대 시흥 스마트캠퍼스 M1블럭 지반조사

Gradation Curves



COBB LE	GRAVEL		SAND			SILT OR CLAY	
	COARSE	FINE	COARSE	MEDIUM	FINE		

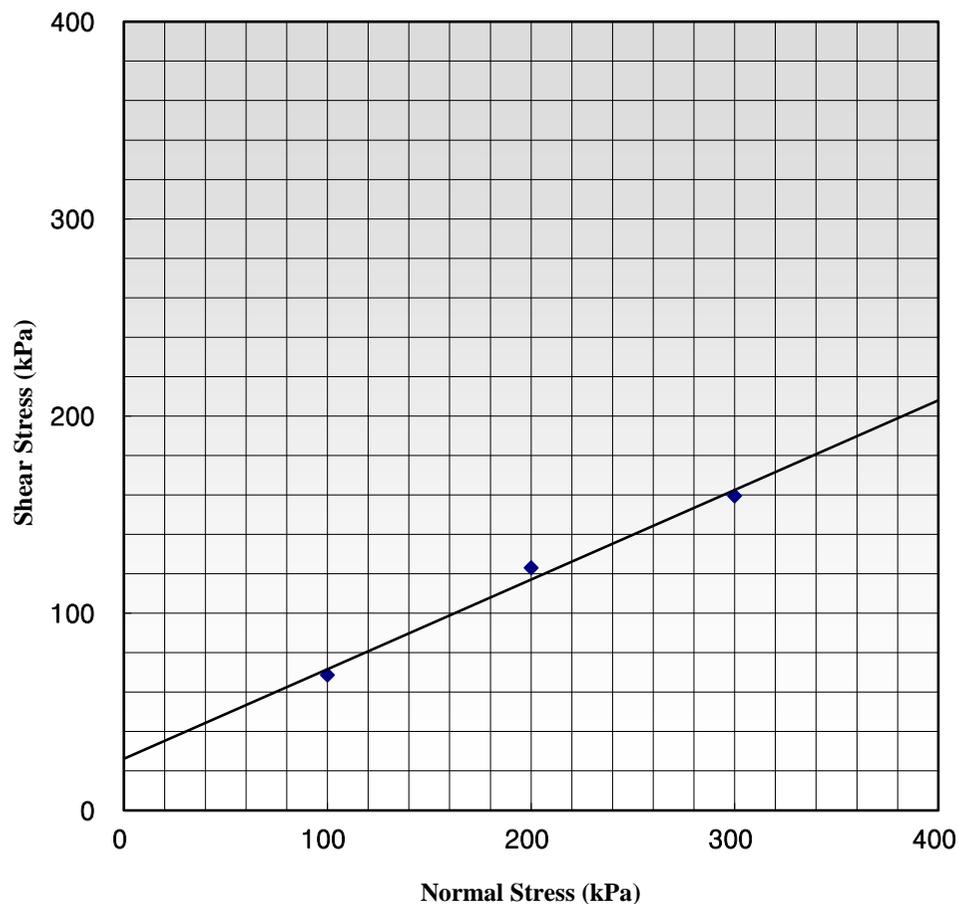
Sample No.	Depth(m)	Classification	W _n (%)	ρ _s (g/cm ³)	LL (%)	PI	USCS	Borehole No.	
NX - 18	25.00	LEAN CLAY	30.2	2.690	44.6	20.9	CL	NX - 18	
								Test Method	KS F 2302 - 2017
								Date	2019. 12.

■ **Project :** 서울대 시흥 스마트캠퍼스 M1블럭 지반조사

Direct Shear Test

Project	서울대 시흥 스마트캠퍼스 M1블록 지반조사	Borehole No.	NX - 2
Test Method	KS F 2343: 2012	Depth	9.0~9.8 m
		Date	2019. 12

c = 26.2 kPa	φ = 24.4 °	tan φ = 0.455
---------------------	-------------------	----------------------



Sample Type	U/D	Deformation Rate	0.05 mm/min
Initial diameter (D)	60.0 mm	Method of Shear	Q
Initial height (H)	30.0 mm	Method of Test	Strain Control
Sample Area (A)	2827 mm ²	Gs	2.696

<i>TEST</i>	<i>No.</i>	1	2	3	4
<i>Sample Weight (g)</i>	<i>W</i>	149.62	148.15	148.36	
<i>Wet Density (kN/m³)</i>	<i>r_t</i>	17.64	17.47	17.49	
<i>Water Content (%)</i>	<i>w</i>	41.6	41.3	42.4	
<i>Dry Density (kN/m³)</i>	<i>r_d</i>	12.46	12.36	12.28	
<i>Void Ratio</i>	<i>e</i>	1.122	1.139	1.153	
<i>Saturation (%)</i>	<i>S</i>	99.9	97.8	99.2	
<i>Normal Stress (kPa)</i>	<i>σ_n</i>	100	200	300	
<i>Max. Shear Stress (kPa)</i>	<i>τ</i>	68.61	123.08	159.51	

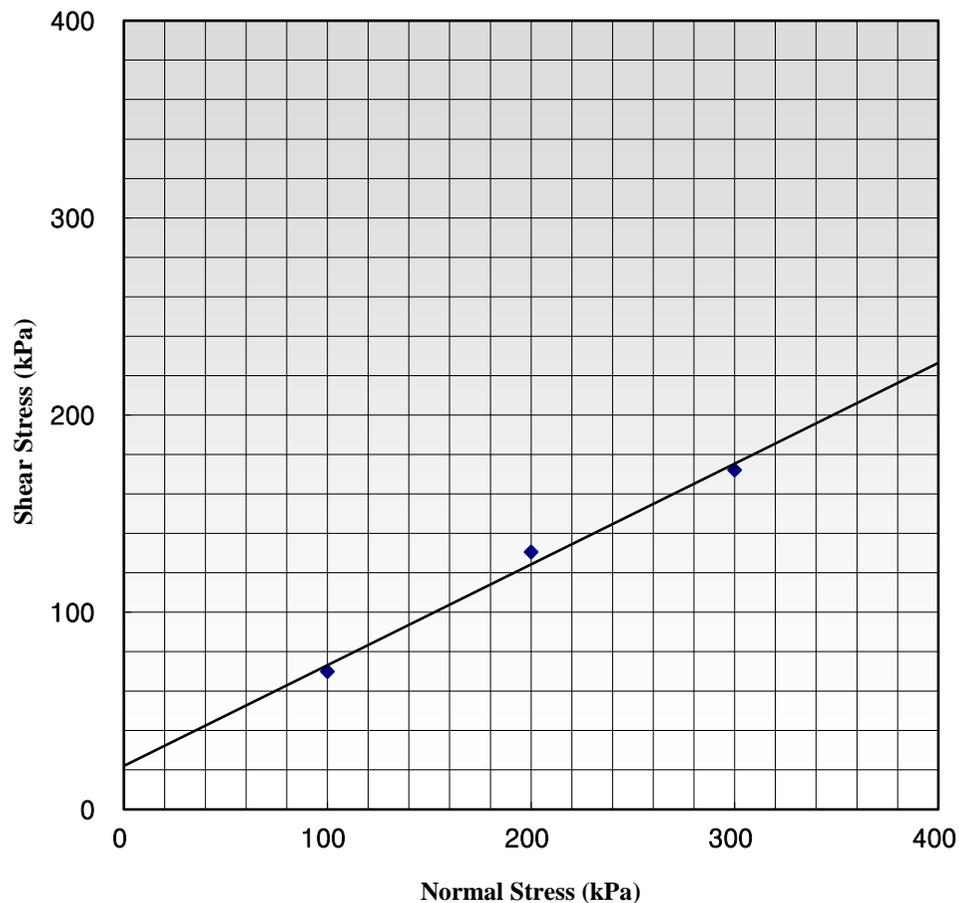
Description : 1 kgf/cm² = 98.07 kPa, 1 g/cm³ = 9.807 kN/m³

Remark	Operator	Approved
---------------	-----------------	-----------------

Direct Shear Test

Project	서울대 시흥 스마트캠퍼스 M1블록 지반조사	Borehole No.	NX - 7
Test Method	KS F 2343: 2012	Depth	9.0~9.8 m
		Date	2019. 12

c = 22.0 kPa	φ = 27.1 °	tan φ = 0.511
---------------------	-------------------	----------------------



Sample Type	U/D	Deformation Rate	0.05 mm/min
Initial diameter (D)	60.0 mm	Method of Shear	Q
Initial height (H)	30.0 mm	Method of Test	Strain Control
Sample Area (A)	2827 mm ²	Gs	2.664

TEST No.		1	2	3	4
Sample Weight (g)	W	158.26	158.91	157.43	
Wet Density (kN/m ³)	r _t	18.66	18.73	18.56	
Water Content (%)	w	30.8	30.6	31.4	
Dry Density (kN/m ³)	r _d	14.26	14.34	14.12	
Void Ratio	e	0.832	0.821	0.850	
Saturation (%)	S	98.7	99.3	98.5	
Normal Stress (kPa)	σ _n	100	200	300	
Max. Shear Stress (kPa)	τ	70.03	130.51	172.24	

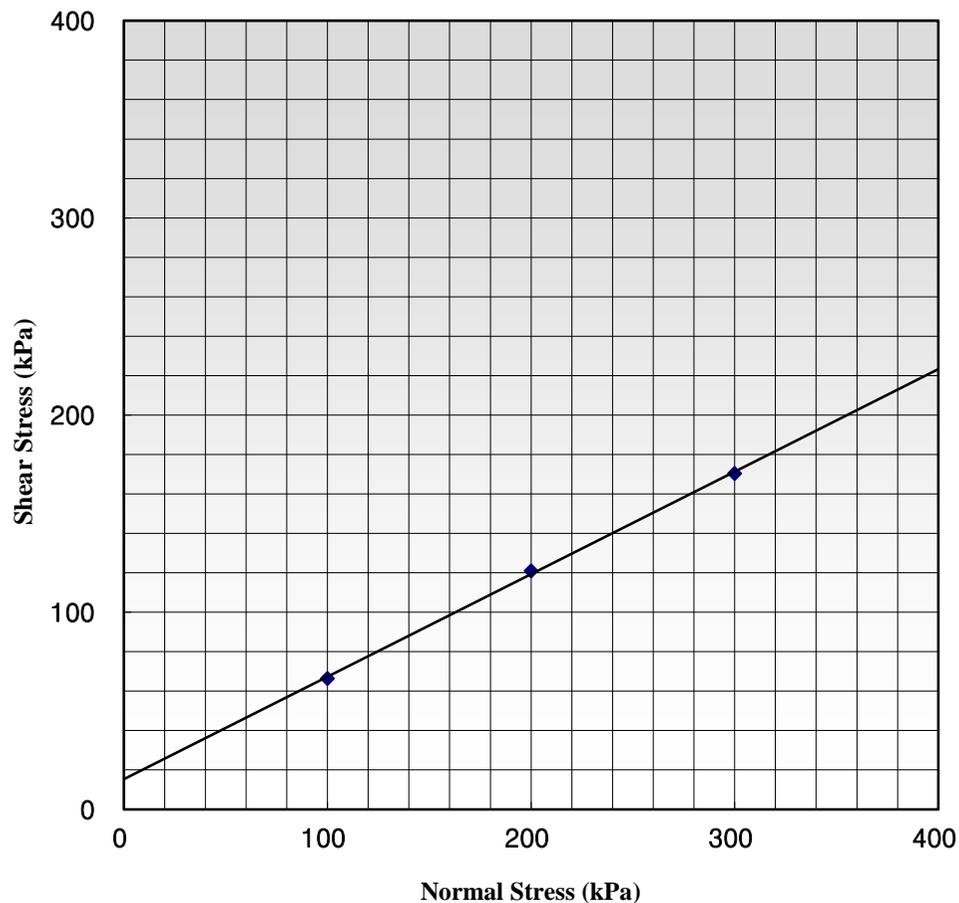
Description : 1 kgf/cm² = 98.07 kPa, 1 g/cm³ = 9.807 kN/m³

Remark	Operator	Approved
---------------	-----------------	-----------------

Direct Shear Test

Project	서울대 시흥 스마트캠퍼스 M1블록 지반조사	Borehole No.	NX - 15
Test Method	KS F 2343: 2012	Depth	9.0~9.8 m
		Date	2019. 12

c = 15.3 kPa	φ = 27.5 °	tan φ = 0.520
---------------------	-------------------	----------------------



Sample Type	U/D	Deformation Rate	0.05 mm/min
Initial diameter (D)	60.0 mm	Method of Shear	Q
Initial height (H)	30.0 mm	Method of Test	Strain Control
Sample Area (A)	2827 mm ²	Gs	2.661

TEST No.		1	2	3	4
Sample Weight (g)	W	155.42	156.35	156.12	
Wet Density (kN/m ³)	r _t	18.32	18.43	18.41	
Water Content (%)	w	32.4	31.8	31.6	
Dry Density (kN/m ³)	r _d	13.84	13.99	13.99	
Void Ratio	e	0.886	0.866	0.866	
Saturation (%)	S	97.3	97.7	97.1	
Normal Stress (kPa)	σ _n	100	200	300	
Max. Shear Stress (kPa)	τ	66.49	120.96	170.47	

Description : 1 kgf/cm² = 98.07 kPa, 1 g/cm³ = 9.807 kN/m³

Remark	Operator	Approved
---------------	-----------------	-----------------

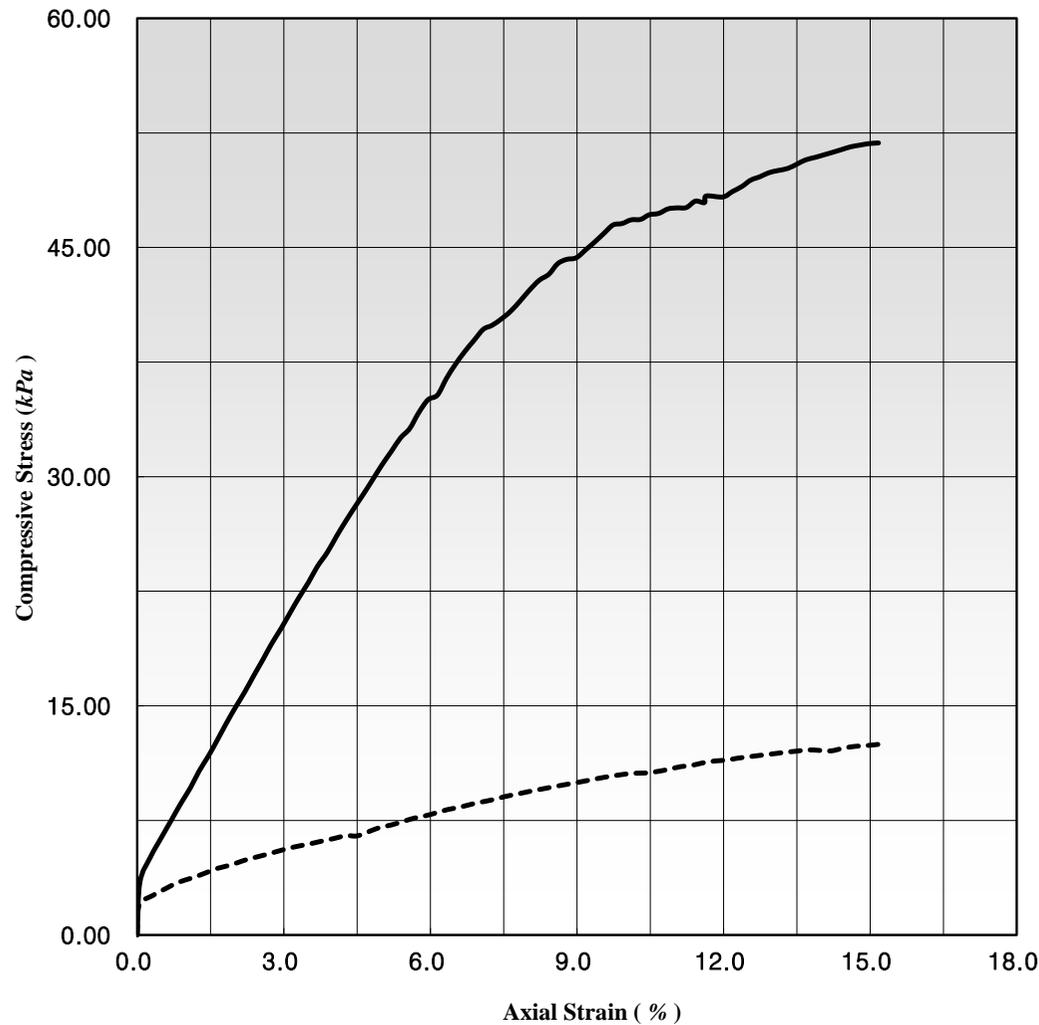
Unconfined Compression Test

Project	서울대 시흥 스마트캠퍼스 M1블럭 지반조사	Borehole No.	NX - 02
Test Method	KS F 2314 : 2018	Depth	9.0-9.8 m
		Date	2019. 12.

<i>LL</i> : 51.2 %	<i>G_s</i> : 2.696
<i>PI</i> : 25.6 %	<i>USCS</i> : CH

Test Type	Undisturbed	Remolded
<i>Water Content (%)</i>	42.1	42.1
<i>Dry Density (kN/m³)</i>	12.363	12.101
<i>Void Ratio</i>	1.138	1.185
<i>Saturation (%)</i>	99.7	95.8
<i>Comp. Strength (kPa)</i>	51.8	12.5
<i>Sensitivity</i>	4.2	
<i>Specimen Diameter (mm)</i>	73.0	60.0
<i>Specimen Height (mm)</i>	146.0	118.0

Description : 1 kgf/cm² = 98.07 kPa, 1 g/cm³ = 9.807 kN/m³



Undisturbed Sample



Remolded Sample

Remark	Operator	Approved
---------------	-----------------	-----------------

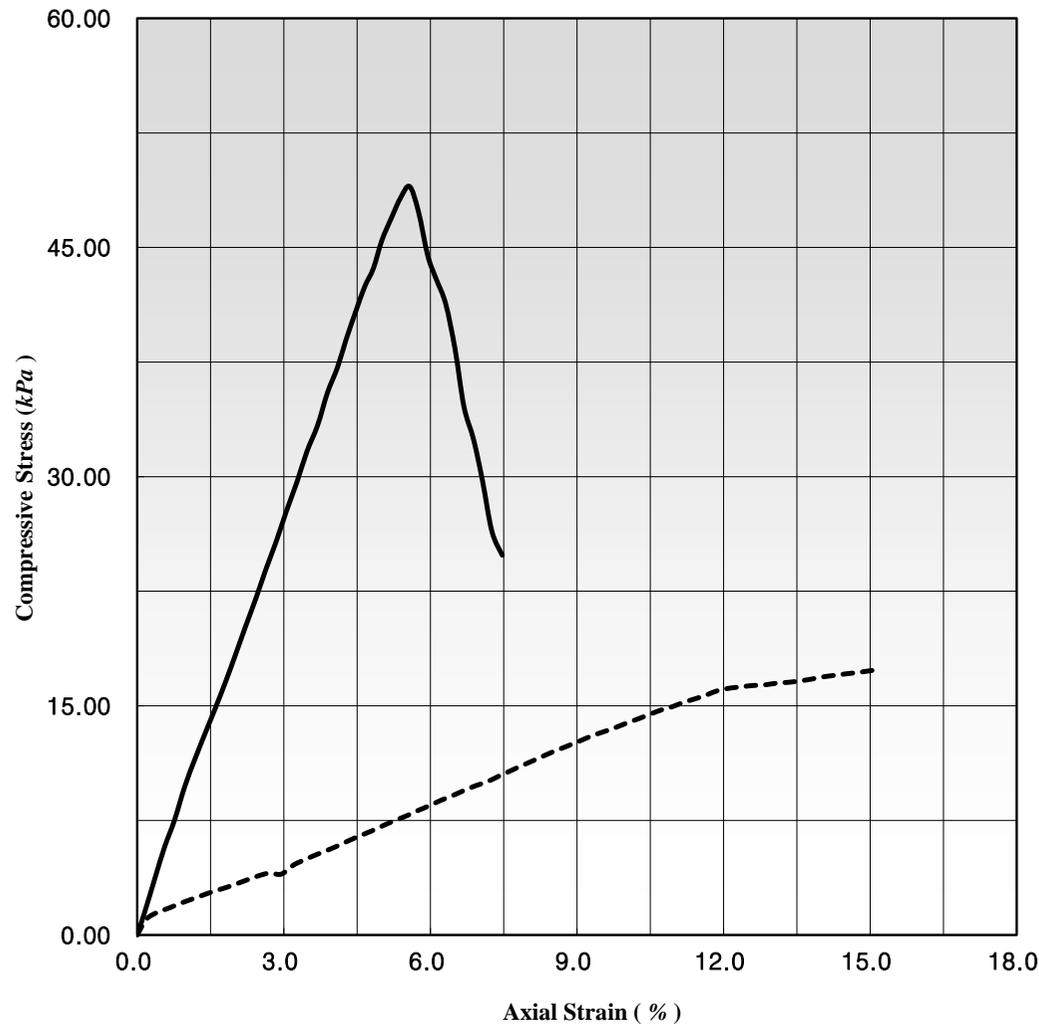
Unconfined Compression Test

Project	서울대 시흥 스마트캠퍼스 M1블럭 지반조사	Borehole No.	NX - 07
Test Method	KS F 2314 : 2018	Depth	9.0-9.8 m
		Date	2019. 12.

LL : 29.1 %	G_s : 2.664
PI : 3.6 %	USCS : ML

Test Type	Undisturbed	Remolded
Water Content (%)	31.9	31.9
Dry Density (kN/m ³)	14.110	13.720
Void Ratio	0.851	0.904
Saturation (%)	99.8	94.0
Comp. Strength (kPa)	49.0	17.4
Sensitivity	2.8	
Specimen Diameter (mm)	73.0	60.0
Specimen Height (mm)	150.0	118.0

Description : 1 kgf/cm² = 98.07 kPa, 1 g/cm³ = 9.807 kN/m³



Undisturbed Sample



Remolded Sample

Remark	Operator	Approved
---------------	-----------------	-----------------

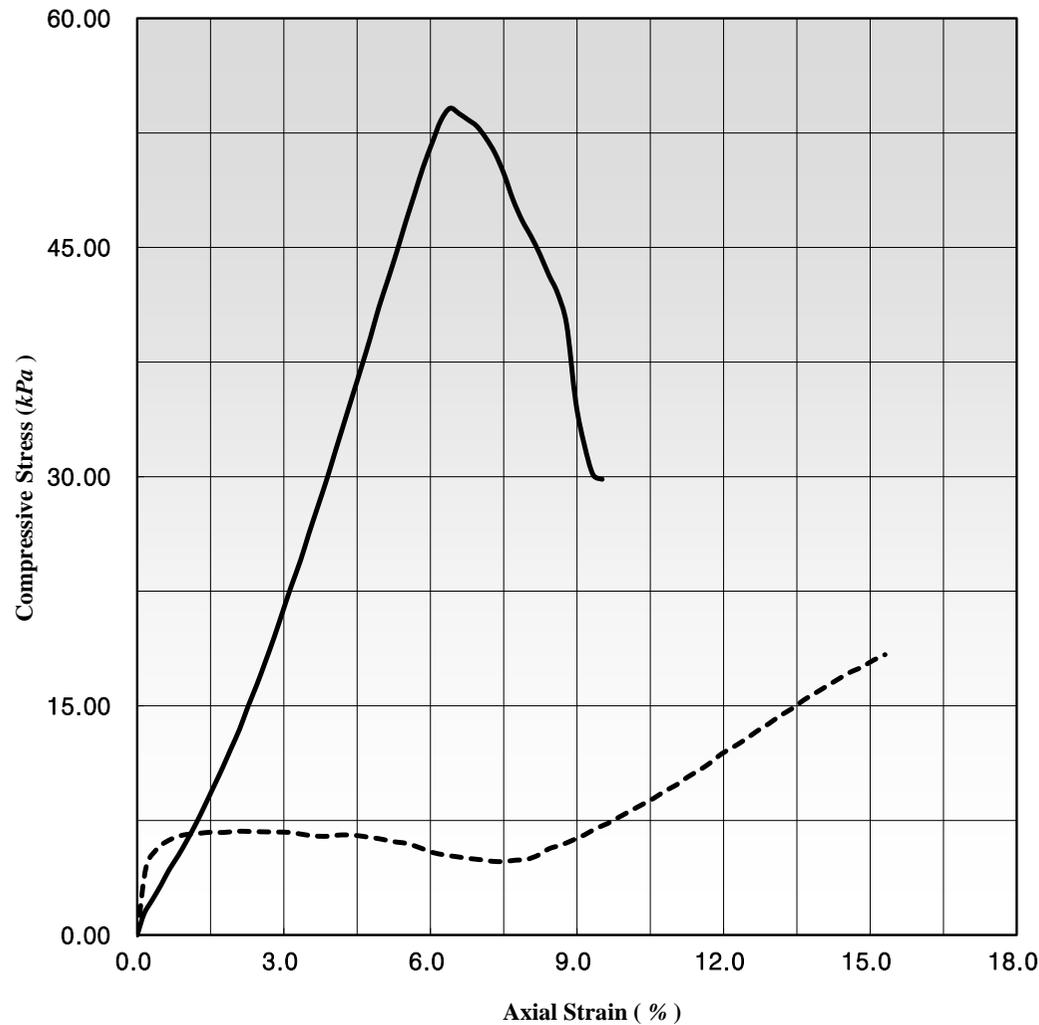
Unconfined Compression Test

Project	서울대 시흥 스마트캠퍼스 M1블럭 지반조사	Borehole No.	NX - 15
Test Method	KS F 2314 : 2018	Depth	9.0-9.8 m
		Date	2019. 12.

LL : 29.7 %	G_s : 2.661
PI : 3.9 %	USCS : ML

Test Type	Undisturbed	Remolded
Water Content (%)	32.5	32.5
Dry Density (kN/m ³)	13.881	13.452
Void Ratio	0.880	0.940
Saturation (%)	98.3	92.0
Comp. Strength (kPa)	54.1	18.3
Sensitivity	2.9	
Specimen Diameter (mm)	73.0	60.0
Specimen Height (mm)	155.0	118.0

Description : 1 kgf/cm² = 98.07 kPa, 1 g/cm³ = 9.807 kN/m³



Undisturbed Sample



Remolded Sample

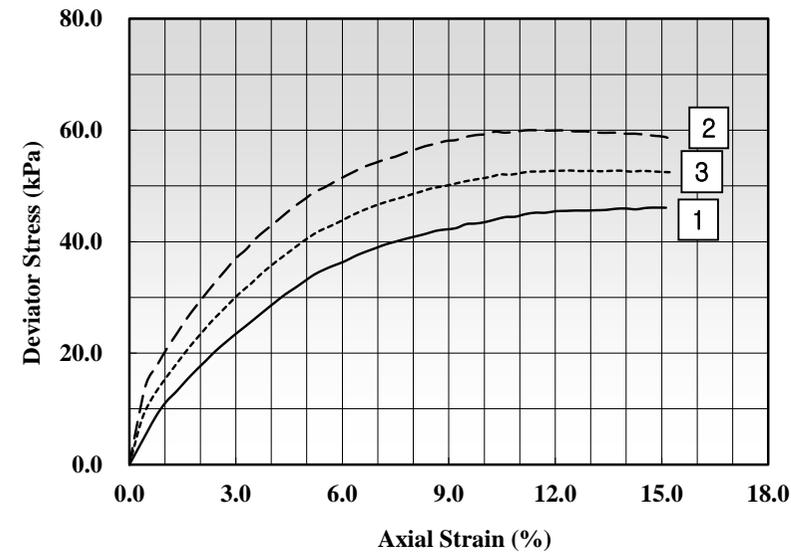
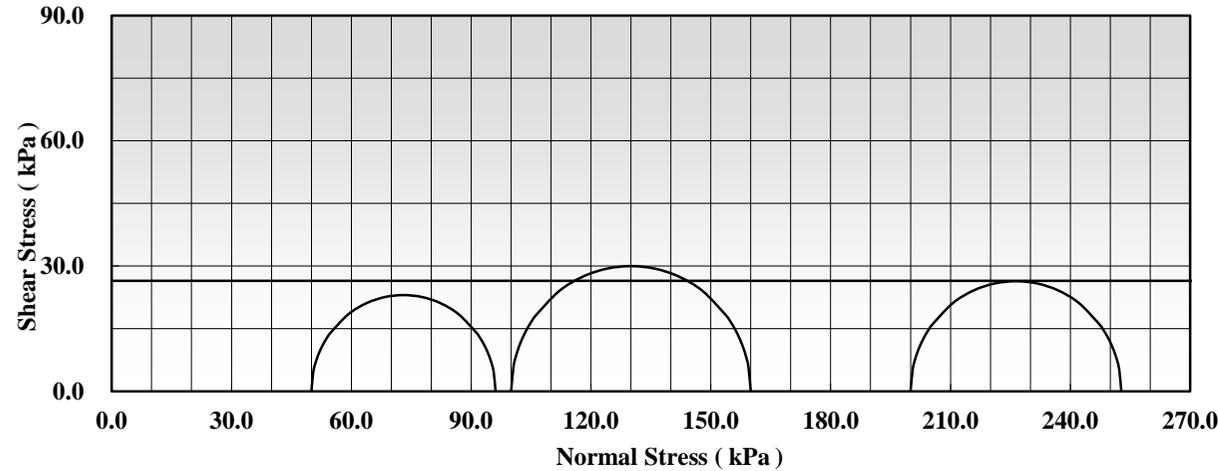
Remark	Operator	Approved
---------------	-----------------	-----------------

Triaxial Compression Test

Project	서울대 시흥 스마트캠퍼스 M1블록 지반조사	Borehole No.	NX - 02
Test Method	KS F 2346 : 2017	Depth	9.0-9.8 m
		Date	2019. 12.

LL : 51.2 %	G_s : 2.696
PI : 25.6 %	USCS : CH

Test No.		1	2	3	
Natural	Water Content(%)	w _o	43.9	42.3	43.6
	Dry Density(kN/m ³)	γ _{do}	11.75	12.30	12.00
	Saturation(%)	S _o	94.7	99.1	97.8
	Void Ratio	e _o	1.250	1.150	1.203
Before Shear	Water Content(%)	w _c			
	Dry Density(kN/m ³)	γ _{dc}			
	Saturation(%)	S _c			
	Void Ratio	e _c			
Final Back Pressure (kPa)		u _o			
Minor Principal Stress (kPa)		σ ₃	50.0	100.0	200.0
Max.Dev.Stress (kPa)(σ ₁ -σ ₃)max			46.1	60.0	52.8
Pore Pressure(kPa)		u _f			
Initial Diameter (mm)		D _o	50.0	50.0	50.0
Initial Height (mm)		H _o	100.0	100.0	100.0
After Consoildation Diameter (mm)		D _c			
After Consoildation Height (mm)		H _c			



c = 26.5 kPa

Deformation rate : 1.0 %/min
Strain Control Test
Type of specimen : UD
Type of Test : UU

Description : No. 1(upper), 2(middle), 3(lower)
 1 kgf/cm² = 98.07 kPa, 1 g/cm³ = 9.807 kN/m³

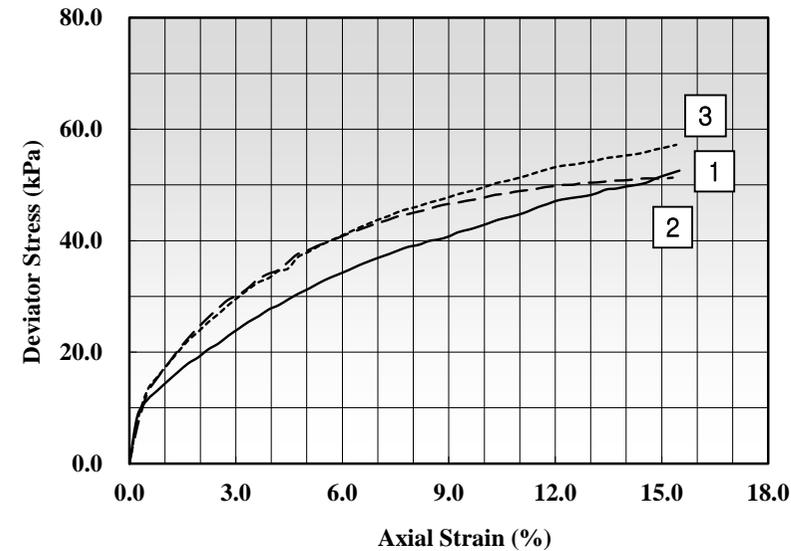
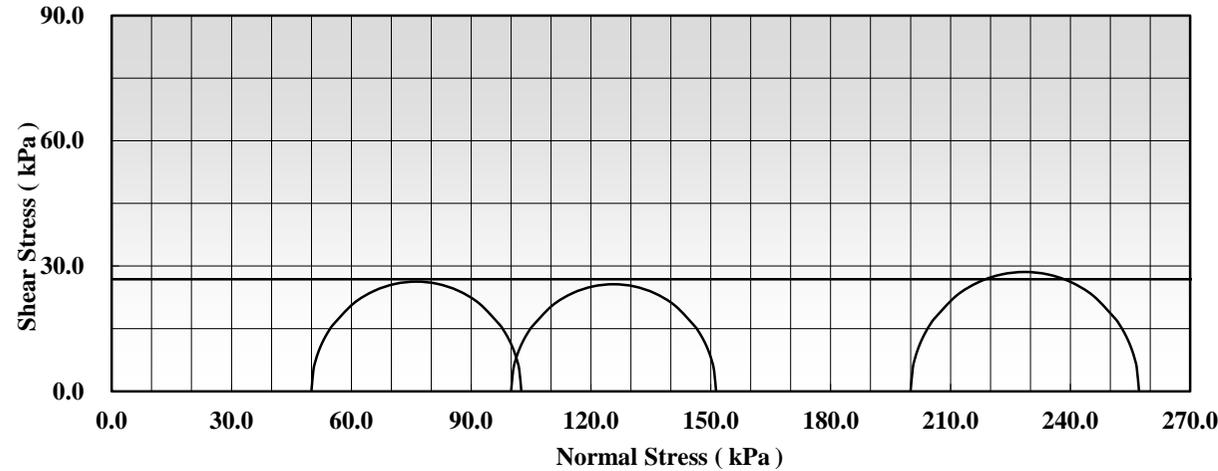
Remark	Operator	Approved
---------------	-----------------	-----------------

Triaxial Compression Test

Project	서울대 시흥 스마트캠퍼스 M1블록 지반조사	Borehole No.	NX - 07
Test Method	KS F 2346 : 2017	Depth	9.0-9.8 m
		Date	2019. 12.

LL : 29.1 %	Gs : 2.664
PI : 3.6 %	USCS : ML

Test No.		1	2	3	
Natural	Water Content(%)	w _o	32.5	33.8	32.4
	Dry Density(kN/m ³)	γ _{do}	13.47	13.26	13.51
	Saturation(%)	S _o	92.2	92.9	92.5
	Void Ratio	e _o	0.940	0.970	0.934
Before Shear	Water Content(%)	w _e			
	Dry Density(kN/m ³)	γ _{dc}			
	Saturation(%)	S _e			
	Void Ratio	e _e			
Final Back Pressure (kPa)		u _o			
Minor Principal Stress (kPa)		σ ₃	50.0	100.0	200.0
Max.Dev.Stress (kPa)(σ ₁ -σ ₃)max			52.6	51.3	57.2
Pore Pressure(kPa)		u _f			
Initial Diameter (mm)		D _o	50.0	50.0	50.0
Initial Height (mm)		H _o	100.0	100.0	100.0
After Consoildation Diameter (mm)		D _e			
After Consoildation Height (mm)		H _e			



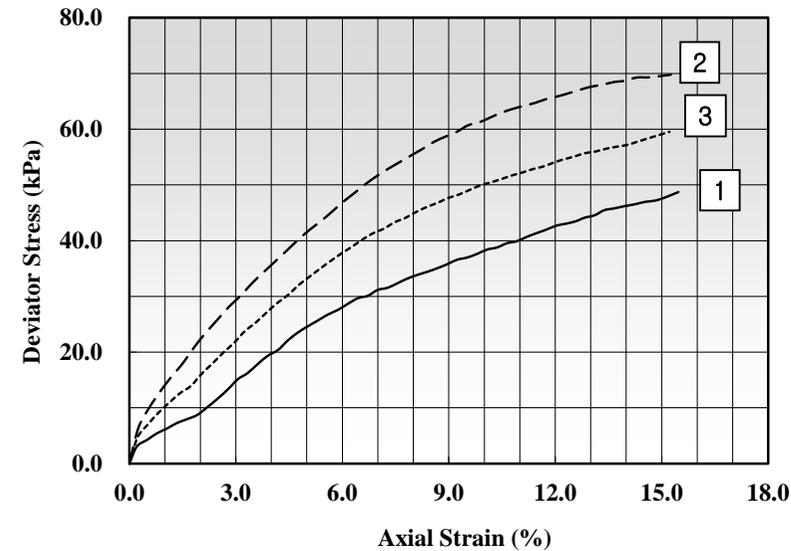
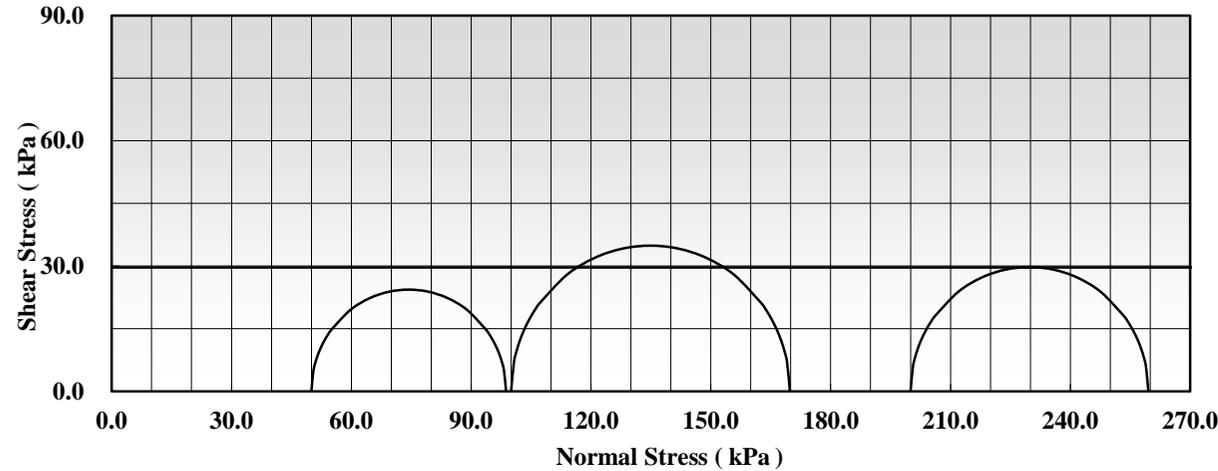
c = 26.8 kPa
Deformation rate : 1.0 %/min
Strain Control Test
Type of specimen : UD
Type of Test : UU

Description : No. 1(upper), 2(middle), 3(lower)
 1 kgf/cm² = 98.07 kPa, 1 g/cm³ = 9.807 kN/m³

Remark	Operator	Approved
---------------	-----------------	-----------------

Triaxial Compression Test

Project	서울대 시흥 스마트캠퍼스 M1블록 지반조사	Borehole No.	NX - 15
Test Method	KS F 2346 : 2017	Depth	9.0-9.8 m
		Date	2019. 12.



c = 29.7 kPa

Deformation rate : 1.0 %/min
Strain Control Test
Type of specimen : UD
Type of Test : UU

LL : 29.7 %	G_s : 2.661
PI : 3.9 %	USCS : ML

Test No.		1	2	3	
Natural	Water Content(%)	w _o	33.7	33.8	33.8
	Dry Density(kN/m ³)	γ _{do}	13.25	13.16	13.28
	Saturation(%)	S _o	92.5	91.5	93.3
	Void Ratio	e _o	0.969	0.983	0.965
Before Shear	Water Content(%)	w _c			
	Dry Density(kN/m ³)	γ _{dc}			
	Saturation(%)	S _c			
	Void Ratio	e _c			
Final Back Pressure (kPa)		u _o			
Minor Principal Stress (kPa)		σ ₃	50.0	100.0	200.0
Max.Dev.Stress (kPa)(σ ₁ -σ ₃)max			48.7	69.8	59.5
Pore Pressure(kPa)		u _f			
Initial Diameter (mm)		D _o	50.0	50.0	50.0
Initial Height (mm)		H _o	100.0	100.0	100.0
After Consoildation Diameter (mm)		D _c			
After Consoildation Height (mm)		H _c			

Description : No. 1(upper), 2(middle), 3(lower)
 1 kgf/cm² = 98.07 kPa, 1 g/cm³ = 9.807 kN/m³

Remark	Operator	Approved
---------------	-----------------	-----------------

7.10 지하수 및 토양 화학분석 성과



TEST REPORT

우 13810 경기도 과천시 교육원로 98(중앙동)

TEL (02)3667-9134 FAX (02)3667-9140

성적서번호 : TAK-2019-201375

접 수 일 자 : 2019년 11월 25일

대 표 자 : 채수근

시험완료일자 : 2019년 12월 11일

업 체 명 : 지에스이앤씨(주)

주 소 : 서울특별시 서초구 방배동 478-6 302호

시 료 명 : 토양 (NX-2)

시험 결과

시험항목	단위	시료구분	결과치	시험방법
pH	-	-	11.8	토양오염공정시험기준 : 2018
Cl ⁻	mg/kg	-	566.44	KS I ISO 11048 : 2008(준용), KS M 0035 : 2008
SO ₄ ²⁻	mg/kg	-	1890.78	KS I ISO 11048 : 2008, KS M 0035 : 2008
마그네슘	mg/kg	-	4457.09	KS I ISO 11466 : 2008, KS M 0032 : 2009

- 용 도 : 품질관리용

- 비 고 : 1. 이 성적서는 의뢰자가 제시한 시료 및 시료명으로 시험한 결과로써 전체 제품에 대한 품질을 보증하지 않으며, 성적서의 진위확인은 홈페이지(www.ktr.or.kr) 또는 QR code로 확인 가능합니다.
2. 이 성적서는 홍보, 선전, 광고 및 소송용 등으로 사용될 수 없으며, 용도 이외의 사용을 금합니다.
3. 이 성적서는 원본(재발행 포함)만 유효하며, 사본 및 전자 인쇄본/파일본은 결과치 참고용입니다.

Yoo Changwan

작성자 : 유창완

Tel : 02-2092-3833

Jae-Sang Ryu

기술책임자 : 유재상

Tel : 1577-0091(ARS ①-④)

2019년 12월 11일

KTR 한국화학융합시험연구원



위변조 확인용 QR code



TEST REPORT

우 13810 경기도 과천시 교육원로 98(중앙동)

TEL (02)3667-9134 FAX (02)3667-9140

성적서번호 : TAK-2019-201376

접 수 일 자 : 2019년 11월 25일

대 표 자 : 채수근

시험완료일자 : 2019년 12월 11일

업 체 명 : 지에스이앤씨(주)

주 소 : 서울특별시 서초구 방배동 478-6 302호

시 료 명 : 토양 (NX-10)

시험 결과

시험항목	단위	시료구분	결과치	시험방법
pH	-	-	8.7	토양오염공정시험기준 : 2018
Cl ⁻	mg/kg	-	553.98	KS I ISO 11048 : 2008(준용), KS M 0035 : 2008
SO ₄ ²⁻	mg/kg	-	113.11	KS I ISO 11048 : 2008, KS M 0035 : 2008
마그네슘	mg/kg	-	3596.31	KS I ISO 11466 : 2008, KS M 0032 : 2009

- 용 도 : 품질관리용

- 비 고 : 1. 이 성적서는 의뢰자가 제시한 시료 및 시료명으로 시험한 결과로써 전체 제품에 대한 품질을 보증하지 않으며, 성적서의 진위확인은 홈페이지(www.ktr.or.kr) 또는 QR code로 확인 가능합니다.
 2. 이 성적서는 홍보, 선전, 광고 및 소송용 등으로 사용될 수 없으며, 용도 이외의 사용을 금합니다.
 3. 이 성적서는 원본(재발행 포함)만 유효하며, 사본 및 전자 인쇄본/파일본은 결과치 참고용입니다.

Yoo Changwan

작성자 : 유창완

Tel : 02-2092-3833

Jae-Sang Ryu

기술책임자 : 유재상

Tel : 1577-0091(ARS ①→④)

2019년 12월 11일

KTR 한국화학융합시험연구원



위변조 확인용 QR code



TEST REPORT

우 13810 경기도 과천시 교육원로 98(중앙동)

TEL (02)3667-9134 FAX (02)3667-9140

성적서번호 : TAK-2019-201377

접 수 일 자 : 2019년 11월 25일

대 표 자 : 채수근

시험완료일자 : 2019년 12월 11일

업 체 명 : 지에스이앤씨(주)

주 소 : 서울특별시 서초구 방배동 478-6 302호

시 료 명 : 지하수 (NX-2)

시험결과

시험항목	단위	시료구분	결과치	시험방법
pH	-	-	6.8	수질오염공정시험기준 : 2018
Cl ⁻	mg/L	-	7800	수질오염공정시험기준 : 2018
SO ₄ ²⁻	mg/L	-	751	수질오염공정시험기준 : 2018
Mg	mg/L	-	453	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 23rd Edition (APHA, AWWA, WEF) : 2017

- 용 도 : 품질관리용

- 비 고 : 1. 이 성적서는 의뢰자가 제시한 시료 및 시료명으로 시험한 결과로써 전체 제품에 대한 품질을 보증하지 않으며, 성적서의 진위확인은 홈페이지(www.ktr.or.kr) 또는 QR code로 확인 가능합니다.
 2. 이 성적서는 홍보, 선전, 광고 및 소송용 등으로 사용될 수 없으며, 용도 이외의 사용을 금합니다.
 3. 이 성적서는 원본(재발행 포함)만 유효하며, 사본 및 전자 인쇄본/파일본은 결과치 참고용입니다.

Lee Jeonghee

작성자 : 이정희

Tel : 02-2092-3822

Jae-Sang Ryu

기술책임자 : 유재상

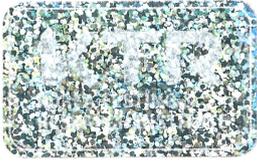
Tel : 1577-0091(ARS ①-④)

2019년 12월 11일

KTR 한국화학융합시험연구원



위변조 확인용 QR code



TEST REPORT

우 13810 경기도 과천시 교육원로 98(중앙동)

TEL (02)3667-9134 FAX (02)3667-9140

성적서번호 : TAK-2019-201378

접 수 일 자 : 2019년 11월 25일

대 표 자 : 채수근

시험완료일자 : 2019년 12월 11일

업 체 명 : 지에스이앤씨(주)

주 소 : 서울특별시 서초구 방배동 478-6 302호

시 료 명 : 지하수 (NX-11)

시험 결과

시험항목	단위	시료구분	결과치	시험방법
pH	-	-	7.4	수질오염공정시험기준 : 2018
Cl ⁻	mg/L	-	1550	수질오염공정시험기준 : 2018
SO ₄ ²⁻	mg/L	-	335	수질오염공정시험기준 : 2018
Mg	mg/L	-	121	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 23rd Edition (APHA, AWWA, WEF) : 2017

- 용 도 : 품질관리용

- 비 고 : 1. 이 성적서는 의뢰자가 제시한 시료 및 시료명으로 시험한 결과로써 전체 제품에 대한 품질을 보증하지 않으며, 성적서의 진위확인은 홈페이지(www.ktr.or.kr) 또는 QR code로 확인 가능합니다.
 2. 이 성적서는 홍보, 선전, 광고 및 소송용 등으로 사용될 수 없으며, 용도 이외의 사용을 금합니다.
 3. 이 성적서는 원본(재발행 포함)만 유효하며, 사본 및 전자 인쇄본/파일본은 결과치 참고용입니다.

COPY 복사본

Lee Jeonghee

작성자 : 이정희

Tel : 02-2092-3822

Jae-Sang Ryu

기술책임자 : 유재상

Tel : 1577-0091(ARS ①-④)

2019년 12월 11일

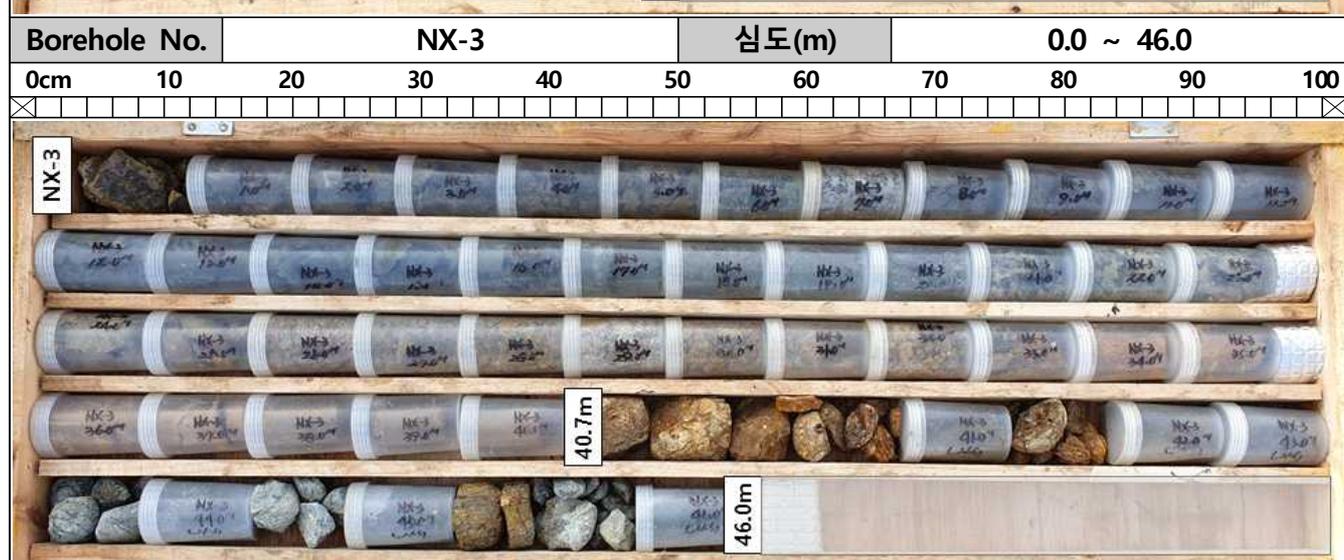
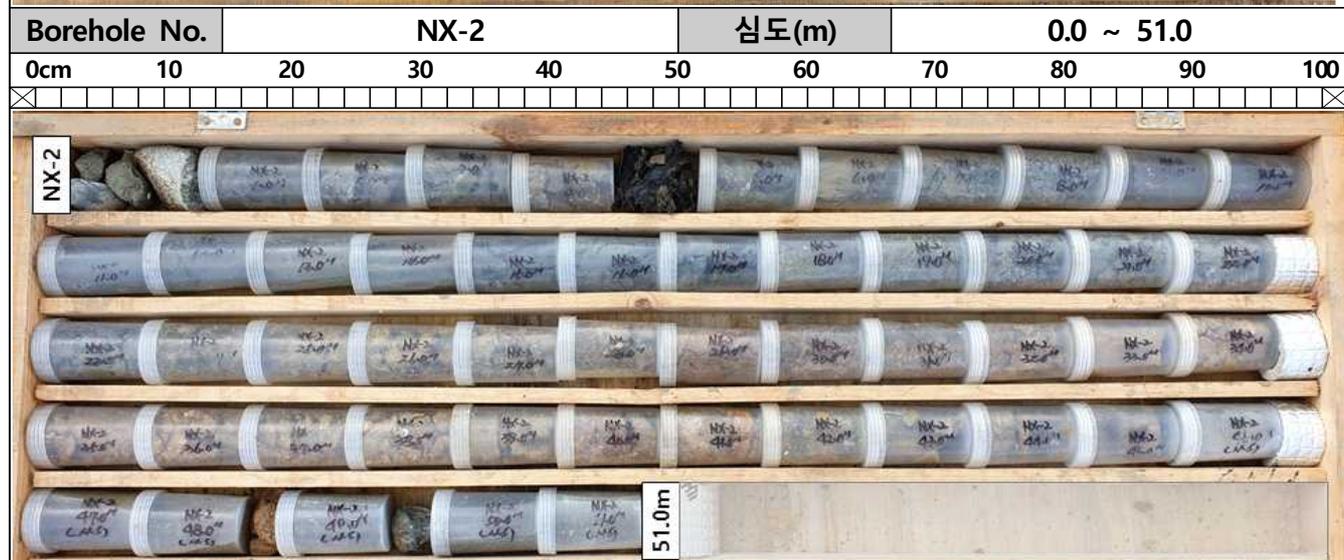
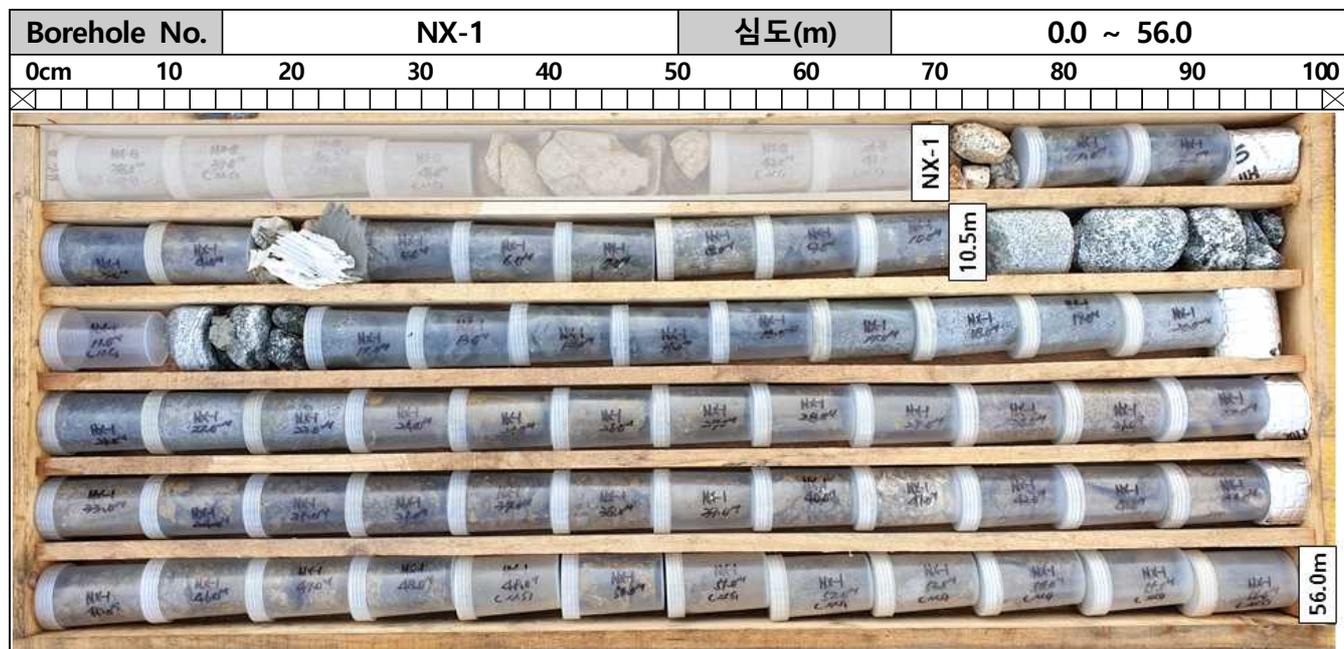
KTR 한국화학융합시험연구원



위변조 확인용 QR code

7.11 시료사진

PROJECT : 서울대 시흥 스마트캠퍼스 M1블럭 신축부지 지반조사



PROJECT : 서울대 시흥 스마트캠퍼스 M1블럭 신축부지 지반조사

Borehole No.	NX-4										심도(m)	0.0 ~ 48.0	
0cm	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100			



Borehole No.	NX-5										심도(m)	0.0 ~ 43.0	
0cm	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100			



Borehole No.	NX-6										심도(m)	0.0 ~ 44.0	
0cm	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100			



PROJECT : 서울대 시흥 스마트캠퍼스 M1블럭 신축부지 지반조사

Borehole No.	NX-7					심도(m)	0.0 ~ 43.0				
0cm	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	



Borehole No.	NX-8					심도(m)	0.0 ~ 43.0				
0cm	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	



Borehole No.	NX-9					심도(m)	0.0 ~ 32.0				
0cm	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	



PROJECT : 서울대 시흥 스마트캠퍼스 M1블럭 신축부지 지반조사

Borehole No.	NX-10					심도(m)	0.0 ~ 49.0				
0cm	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	



Borehole No.	NX-11					심도(m)	0.0 ~ 45.0				
0cm	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	



Borehole No.	NX-12					심도(m)	0.0 ~ 53.0				
0cm	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	



PROJECT : 서울대 시흥 스마트캠퍼스 M1블럭 신축부지 지반조사

Borehole No.	NX-13					심도(m)	0.0 ~ 57.0				
0cm	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	



Borehole No.	NX-14					심도(m)	0.0 ~ 43.0				
0cm	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	



Borehole No.	NX-15					심도(m)	0.0 ~ 50.0				
0cm	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	



PROJECT : 서울대 시흥 스마트캠퍼스 M1블럭 신축부지 지반조사

Borehole No.	NX-16					심도(m)	0.0 ~ 47.0				
0cm	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	



Borehole No.	NX-17					심도(m)	0.0 ~ 45.0				
0cm	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	



Borehole No.	NX-18					심도(m)	0.0 ~ 57.0				
0cm	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	

