

제1장 지질조사 개요

1-1 조 사 목 적

본 조사는 '진해공공임대형 지식산업센터 건립공사 지질조사'로서 설계를 보다 경제적이
며, 안전하게 수행하는데 필요한 제반토질 및 지질자료를 얻기 위하여 현장조사를 실시하
고 지반의 특성 및 지질 공학적인 제반 자료를 분석하여 본 설계가 합리적으로 이루어지기
위한 기본자료를 제공하는데 그 목적이 있다.

1-2 조 사 위 치

본 과업을 실시한 위치는 <그림 1-1>과 같다.

<그림 1-1> 조사위치도

조사위치 : 경상남도 창원시 진해구 여좌동 924-1번지 일원



1-3 조 사 범 위

본 과업구간에서 실시한 조사의 내용 및 범위는 <표 1-1>과 같다.

<표 1-1> 조사내용 및 범위

구 분	수 량	단 위	비 고
시 추 조 사	6	개소	NX size 물 순환 회전
표준관입시험(S.P.T)	112	회	KS.F 2307 규정에 의함
하향식 탄성파탐사	1	회	Down Hole Test
지하수위 측정	6	개소	조사당시의 공내 지하수위
실내토질시험	1	식	KS.F 규정에 의함

1-4 조 사 기 간

- * 현 장 조 사 : 2020 년 11 월 16 일 ~ 2020 년 11 월 21 일
- * 실 내 시 험 : 2020 년 11 월 23 일 ~ 2020 년 11 월 26 일
- * 보 고 서 작 성 : 2020 년 11 월 27 일 ~ 2020 년 12 월 11 일

1-5 사 용 장 비

본 과업에 사용된 주요 장비는 <표 1-2>와 같다.

가) 시추조사

장 비 명	규 격	수 량	비 고
시 추 기	POWER-4000, 4000SD	2 대	ROTARY-WASH
시 추 용 Pump	100 L/min	2 대	
디 젤 엔 진	80 HP	2 대	
표준관입 시험기	KS.F 2307	2 조	Split Spoon Sampler
기타 부대장비	각 종	1 식	

나) 하향식 탄성파탐사

구 분	내 용	장비 사진
탄성파탐사기	1. GEOMETRICS Geode.	
시추공수신기	2. 3D Borehole Geophone "BGK5"	

제4장 조 사 결 과

- 4-1 시 추 조 사
- 4-2 지 층 각 론
- 4-3 표준관입시험 결과
- 4-4 공내 지하수위 측정 결과
- 4-5 실내토질시험 결과
- 4-6 흙의 물리적 성질
- 4-7 흙의 역학적 성질
- 4-8 하향식 탄성파탐사 결과

제4장 조 사 결 과

4-1 시 추 조 사

본 조사부지 내에 6개소를 선정하여 시추조사를 실시하였다. 그 결과 지하지질은 상부로 부터 자갈질점토층, 풍화토층, 풍화암층의 순으로 지층 구조를 보이며, 지층의 총후는 다음과 같다.

〈표 4-1〉 시추성과표

H.No	지층명	자갈질점토	풍 화 토	풍 화 암	계
BH - 1		9.5	10.5	5.0	25.0
BH - 2		10.6	13.4	5.0	29.0
BH - 3		10.0	13.0	5.0	28.0
BH - 4		10.5	25.0	5.0	40.5
BH - 5		10.0	10.5	9.5	30.0
BH - 6		9.5	6.0	5.0	20.5
계		60.1	78.4	34.5	173.0

4-2 지 층 각 론

가) 자갈질점토

본 지층은 시추지점의 최상부에서 9.5 ~ 10.6m의 두께로 분포하며 황갈색의 색조를 띤다.

본 지층은 퇴적토층으로서 모래와 자갈 섞인 점토로 구성되고 자갈의 비율은 10% ~ 30% 내외이고 그 크기는 수 ~ 10cm 정도이다.

본 지층 중에서 실시한 표준관입시험 결과 N치는 06/30 ~ 50/05으로 부분적으로 N값이 과대측정된 경향이 있으나 전반적인 지층상태는 보통 견고 ~ 매우 견고한 상태이다.

나) 풍화토

본 지층은 자갈질점토층 하부에서 6.0 ~ 25.0m의 두께로 분포하며 황갈색의 색조를 띤다.

본 지층은 기반암이 화학적 · 물리적 풍화를 받아 변색, 변질되어 토사화 된 풍화잔적토층으로 점토 섞인 모래로 구성된다.

본 지층 중에서 실시한 표준관입시험 결과 N치는 11/30 ~ 50/11로 지층의 compactness는 보통 조밀 ~ 매우 조밀한 상태이다.

다) 풍화암

본 지층은 조사시 GL을 기준으로 심도 15.5 ~ 35.5m 이하부터 시추종료 심도까지 분포하며 황갈색의 색조를 띤다.

본 지층은 기반암의 풍화대로 모암의 역학적 성질은 상실하였으나 조직과 구조가 잔재하고 있으며 시추시 실트 섞인 모래로 파쇄된다.

본 지층 중에서 실시한 표준관입시험 결과 N치는 50/10 ~ 50/04로 지층의 compactness는 매우 조밀한 상태이다.

〈표 4-2〉 지층 구성상태

공 번	지 층	심도(GL.-m)	구성 상태	N값
BH - 1	자갈질점토	0.0~9.5	· 모래와 자갈 섞인 점토	10/30~41/30
	풍 화 토	9.5~20.0	· 점토 섞인 모래	20/30~50/14
	풍 화 암	20.0~25.0	· 실트 섞인 모래	50/07~50/06
BH - 2	자갈질점토	0.0~10.6	· 모래와 자갈 섞인 점토	16/30~50/05
	풍 화 토	10.6~24.0	· 점토 섞인 모래	30/30~50/14
	풍 화 암	24.0~29.0	· 실트 섞인 모래	50/10~50/05
BH - 3	자갈질점토	0.0~10.0	· 모래와 자갈 섞인 점토	08/30~23/30
	풍 화 토	10.0~23.0	· 점토 섞인 모래	40/30~50/11
	풍 화 암	23.0~28.0	· 실트 섞인 모래	50/06~50/05
BH - 4	자갈질점토	0.0~10.5	· 모래와 자갈 섞인 점토	06/30~19/30
	풍 화 토	10.5~35.5	· 점토 섞인 모래	24/30~50/14
	풍 화 암	35.5~40.5	· 실트 섞인 모래	50/08~50/05
BH - 5	자갈질점토	0.0~10.0	· 모래와 자갈 섞인 점토	09/30~50/07
	풍 화 토	10.0~20.5	· 점토 섞인 모래	20/30~50/14
	풍 화 암	20.5~30.0	· 실트 섞인 모래	50/10~50/04
BH - 6	자갈질점토	0.0~9.5	· 모래와 자갈 섞인 점토	06/30~42/30
	풍 화 토	9.5~15.5	· 점토 섞인 모래	11/30~50/13
	풍 화 암	15.5~20.5	· 실트 섞인 모래	50/06~50/04

4-3 표준관입시험 결과

개략적인 지반의 지지력, 지지층의 심도확인 및 시료채취를 위한 원위치시험으로 Split Spoon Sampler를 사용하여 표준관입시험을 실시하였으며, 그 결과는 다음과 같다.

〈표 4-3〉 표준관입시험 결과

H.No	구 분	심 도	토 질 명	N 치	지 층 상 태	비 고
BH - 1		1.50 - 1.80	자갈질점토	29/30	매우 견고	N값 과대측정됨 "
		3.00 - 3.30	"	12/30	견 고	
		4.50 - 4.80	"	10/30	"	
		6.00 - 6.30	"	41/30	--	
		7.50 - 7.80	"	36/30	--	
		9.00 - 9.30	"	18/30	매우 견고	
		10.50 - 10.80	풍 화 토	20/30	보통 조밀	
		12.00 - 12.30	"	22/30	"	
		13.50 - 13.80	"	27/30	"	
		15.00 - 15.30	"	31/30	조 밀	
		16.50 - 16.80	"	46/30	"	
		18.00 - 18.19	"	50/19	매우 조밀	
		19.50 - 19.64	"	50/14	"	
		21.00 - 21.07	풍 화 암	50/07	매우 조밀	
		22.50 - 22.57	"	50/07	"	
		24.00 - 24.06	"	50/06	"	

H.No	구 분	심 도	토 질 명	N 치	지 층 상 태	비 고
BH - 2		1.50 - 1.80	자갈질점토	42/30	--	N값 과대측정됨
		3.00 - 3.30	"	16/30	매우 견고	
		4.50 - 4.80	"	39/30	--	N값 과대측정됨
		6.00 - 6.30	"	45/30	--	"
		7.50 - 7.80	"	20/30	매우 견고	
		9.00 - 9.30	"	24/30	"	
		10.50 - 10.55	"	50/05	--	N값 과대측정됨
		12.00 - 12.30	풍 화 토	30/30	보통 조밀	
		13.50 - 13.80	"	42/30	조 밀	
		15.00 - 15.25	"	50/25	매우 조밀	
		16.50 - 16.70	"	50/20	"	
		18.00 - 18.15	"	50/15	"	
		19.50 - 19.68	"	50/18	"	
		21.00 - 21.18	"	50/18	"	
		22.50 - 22.64	"	50/14	"	
		24.00 - 24.10	풍 화 암	50/10	매우 조밀	
		25.50 - 25.59	"	50/09	"	
		27.00 - 27.07	"	50/07	"	
		28.50 - 28.55	"	50/05	"	
BH - 3		1.50 - 1.80	자갈질점토	15/30	견 고	
		3.00 - 3.30	"	08/30	보통 견고	
		4.50 - 4.80	"	11/30	견 고	
		6.00 - 6.30	"	23/30	매우 견고	
		7.50 - 7.80	"	12/30	견 고	
		9.00 - 9.30	"	17/30	매우 견고	
		10.50 - 10.80	풍 화 토	40/30	조 밀	
		12.00 - 12.30	"	42/30	"	
		13.50 - 13.80	"	50/30	매우 조밀	
		15.00 - 15.27	"	50/27	"	
		16.50 - 16.75	"	50/25	"	
		18.00 - 18.20	"	50/20	"	
		19.50 - 19.66	"	50/16	"	
		21.00 - 21.14	"	50/14	"	
		22.50 - 22.61	"	50/11	"	
		24.00 - 24.06	풍 화 암	50/06	매우 조밀	
		25.50 - 25.55	"	50/05	"	
		27.00 - 27.05	"	50/05	"	

H.No	구 분	심 도	토 질 명	N 치	지 층 상 태	비 고
BH - 4		1.50 - 1.80	자갈질점토	19/30	매우 견고	
		3.00 - 3.30	"	10/30	견 고	
		4.50 - 4.80	"	09/30	"	
		6.00 - 6.30	"	06/30	보통 견고	
		7.50 - 7.80	"	10/30	견 고	
		9.00 - 9.30	"	15/30	"	
		10.50 - 10.80	풍 화 토	37/30	조 밀	
		12.00 - 12.29	"	50/29	매우 조밀	
		13.50 - 13.78	"	50/28	"	
		15.00 - 15.22	"	50/22	"	
		16.50 - 16.75	"	50/25	"	
		18.00 - 18.24	"	50/24	"	
		19.50 - 19.70	"	50/20	"	
		21.00 - 21.22	"	50/22	"	
		22.50 - 22.78	"	50/28	"	
		24.00 - 24.30	"	31/30	조 밀	
		25.50 - 25.80	"	32/30	"	
		27.00 - 27.30	"	28/30	보통 조밀	
		28.50 - 28.80	"	26/30	"	
		30.00 - 30.30	"	24/30	"	
		31.50 - 31.80	"	25/30	"	
		23.00 - 33.30	"	27/30	"	
		34.50 - 34.64	"	50/14	매우 조밀	
		36.00 - 36.08	풍 화 암	50/08	매우 조밀	
		37.50 - 37.56	"	50/06	"	
		39.00 - 39.05	"	50/05	"	

H.No	구 분	심 도	토 질 명	N 치	지 층 상 태	비 고
BH - 5		1.50 - 1.80	자갈질점토	26/30	매우 견고	N값이 과대측정됨
		3.00 - 3.30	"	10/30	견 고	
		4.50 - 4.57	"	50/07	--	
		6.00 - 6.30	"	12/30	견 고	
		7.50 - 7.80	"	12/30	"	
		9.00 - 9.30	"	09/30	"	
		10.50 - 10.80	풍 화 토	20/30	보통 조밀	
		12.00 - 12.30	"	49/30	조 밀	
		13.50 - 13.78	"	50/28	매우 조밀	
		15.00 - 15.22	"	50/22	"	
		16.50 - 16.67	"	50/17	"	
		18.00 - 18.21	"	50/21	"	
		19.50 - 19.64	"	50/14	"	
		21.00 - 21.10	풍 화 암	50/10	매우 조밀	
		22.50 - 22.59	"	50/09	"	
		24.00 - 24.09	"	50/09	"	
		25.50 - 25.57	"	50/07	"	
		27.00 - 27.06	"	50/06	"	
		28.50 - 28.54	"	50/04	"	
		30.00 - 30.04	"	50/04	"	
BH - 6		1.50 - 1.80	자갈질점토	06/30	보통 견고	N값이 과대측정됨
		3.00 - 3.30	"	08/30	"	
		4.50 - 4.80	"	21/30	매우 견고	
		6.00 - 6.30	"	11/30	견 고	
		7.50 - 7.80	"	42/30	--	
		9.00 - 9.30	"	18/30	매우 견고	
		10.50 - 10.80	풍 화 토	12/30	보통 조밀	
		12.00 - 12.30	"	11/30	"	
		13.50 - 13.80	"	32/30	조 밀	
		15.00 - 15.13	"	50/13	매우 조밀	
		16.50 - 16.56	풍 화 암	50/06	매우 조밀	
		18.00 - 18.05	"	50/05	"	
		19.50 - 19.54	"	50/04	"	

N치에 의한 추정 지지력(점토층)

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
q_u (Ton/m ²)	1.10	2.30	3.50	4.60	5.80	7.00	8.10	9.30	10.70	12.00
상 태	매우 연약		연 약		보 통 견 고				견 고	
N	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
q_u (Ton/m ²)	13.40	14.80	16.20	17.60	19.00	20.20	21.50	22.80	24.00	25.30
상 태	견 고					매 우 견 고				
N	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
q_u (Ton/m ²)	26.80	27.80	29.10	30.40	31.60	32.90	34.20	35.40	36.70	38.00
상 태	매 우 견 고							30 이상 : 단단함		

N치에 의한 추정 지지력(사층)

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
q_u (Ton/m ²)	0.66	1.30	2.00	2.60	3.30	4.00	4.60	5.30	6.00	6.60
상 태	매 우 느 슨				느 슨					
N	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
q_u (Ton/m ²)	7.60	8.60	9.60	10.60	11.60	12.60	13.60	14.60	15.60	16.60
상 태	보 통 조 밀									
N	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
q_u (Ton/m ²)	17.50	18.30	19.10	20.00	20.80	21.60	22.50	23.30	24.10	25.00
상 태	보 통 조 밀									
N	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
q_u (Ton/m ²)	25.90	26.80	27.70	28.60	29.50	30.50	31.40	32.30	33.20	34.10
상 태	조 밀									
N	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
q_u (Ton/m ²)	35.00	36.00	36.90	37.80	38.70	39.60	40.50	41.50	42.40	43.30
상 태	조 밀							50 이상 : 매우 조밀		

※ 참고문헌

토목시공학 〈건설연구사, 1985년〉 224Page

: N치와 흙의 특성 관계 및 지지력 추정표에서 극한 지지력 { $T/m^2 / 3$ (안전율)}을 고려한 값

4-4 공내 지하수위 측정 결과

지하수의 유동 방향 및 지하수위 분포현황을 측정하여 기초굴착 설계 및 이에 따른 지하수 영향 등을 파악하기 위해 시추작업이 완료된 시추공내의 지하수위를 측정하였다.

그 결과 시추종료 심도 이내에는 지하수가 분포하지 않는 것으로 나타났다.

지질조사시의 공내 지하수위는 건기 및 우기 등의 계절적인 관계·굴진용수의 영향·대수층의 유무 등에 의해 많은 차이가 발생할 수 있으므로 시공 전 시험정·시험굴 굴착 등에 의해 재평가 되어야 한다.

4-5 실내토질시험 결과

조사대상 지역에 분포하는 흙의 물리적, 역학적 특성을 파악하기 위하여 현장에서 채취한 시료를 이용하여 실내토질시험을 실시하였으며, 그 결과는 다음과 같다.

〈표 4-5〉 실내토질시험 결과

Hole No	Depth (m)	MC (%)	Gs	Atterberg Limits(%)		Grain Size Distribution(%), Finer than					US CS
				LL	PI	No. 4	No. 10	No. 40	No. 200	0.002 (mm)	
BH-5	3.00	19.4	2.674	37.7	15.5	84.1	73.5	61.8	52.3	14.0	CL

4-6 흙의 물리적 성질

흙의 물리적 특성은 간극비, 함수비, 포화도, 밀도, 단위중량, 입도 및 Atterberg 한계 등으로 표현된다. 이들 특성치가 갖는 지반공학적 의미는 각종 해석에 직접 이용된다는 점과 이들 값이 다른 역학적 특성과 상관 관계를 맺고 있다는 점에서 찾을 수 있다. 흙을 분류하는 것은 흙의 공학적 성질을 추정하거나 건설재료로서의 적부를 판단하는데 도움이 된다. 흙의 공학적 성질을 입도에 따라 판단할 수 있는 것은 거친 흙 입자를 많이 포함하는 흙에 한정되어 있다. 미세한 흙입자를 많이 함유하는 흙은 공학적 입도 이외에 Consistency 한계에 지배되기 때문에 입도와 더불어 Consistency 한계를 기본으로 한 분류를 실시하고 있다. 분류법에는 AASHTO분류법이나 통일분류법이 있는데 분류된 흙의 성질이 어떠한가를 추정하는 데 현재로서는 통일분류법에 의한 방법이 널리 이용되고 있다. 본 조사지역에 대한 물리적 성질을 각 항목별로 언급하면 다음과 같다.

4-6-1 자연함수비(W_n)

흙의 성질은 자연 함수비에 따라 크게 달라진다. 자연 함수비는 흙의 성질을 개략적으로 판단할 수 있는 척도이며, 자연 함수비에 대한 점성토 지반의 판정 기준은 <표 4-6>과 같다.

<표 4-6> 자연함수비에 의한 점성토 지반의 개략적인 특성

자연함수비(%)	주 의 사 항
30% 이하	다소의 침하량은 있지만 거의 문제가 없는 흙이라 말할 수 있다. 간극비가 1 이하로 압축성이 작다.
30~70%	일축압축강도는 1kg/cm^2 이하의 흙이 많고 정밀한 토질조사가 필요한 경우가 많다.
70~100%	연약한 흙으로서 총후가 두꺼운 경우에는 침하대책이 문제가 된다. 안정에 대해서도 주의를 요한다.
100~200%	안정대책에는 충분한 검토가 필요하고 전 침하량도 크다. 일반적으로 유기물을 함유한다.
200% 이상	안정대책에는 충분한 검토가 필요하고 전 침하량도 대단히 크다. 이토등의 유기 질토이다.

자연함수비(w_n), 습윤단위중량(γ_t), 초기간극비(e_o)등은 유효응력의 변화 등의 외적조건에 의해 변화하는 물성치이다. 연약점토가 상재하중에 의한 압밀로 지반이 침하하게 되면 밀도가 증가하며 자연함수비와 간극비는 감소하게 된다. 시험결과에서 확인된 자연함수비의 분포범위는 19.4%로 나타났다.

4-6-2 밀도(G_s)

토립자의 밀도는 흙을 구성하는 주요 광물편의 밀도에 의해 결정되며, 구성 광물인 석영의 밀도 $2.65(\text{g/cm}^3)$ 에 가까운 값을 나타냄이 보통이다. 또한, 점성토의 경우에는 유기물 함유상태에 따라 토립자의 밀도가 크게 변화된다. 본 조사 지역의 실내시험 성과에 의한 밀도 분포 범위는 $2.674(\text{g/cm}^3)$ 로 나타났다. 일반적으로 퇴적된 연약토의 밀도는 <표 4-7>과 같다.

〈표 4-7〉 연약토의 밀도

연 약 토 의 종 류	비 중
화산재질 점성토 및 2차 퇴적토	2.70 ~ 2.80
자갈, 모래 및 사질토	2.65 ~ 2.75
점토 및 점성토	2.60 ~ 2.70
유기질 점토	2.30 ~ 2.65
이 탄 토	2.30 이 하

※ 참고문헌 : 「대한토목학회지」 제 35권 6호(1987. 12), page 6

4-6-3 입도 분석

흙의 입도조성은 흙의 공학적인 성질과 밀접한 관계가 있고 주로 흙 분류와 흙의 공학적 성질의 기초적인 판단자료로 활용된다. 시험결과에서 확인된 각 층별 입도구성은 〈표 4-8〉와 같이 분류된다.

〈표 4-8〉 공변별 입도구성 총괄표

공 변	심도 (GL.-m)	지층명	USCS	Soil Composition(%)			
				Gravel(G)	Sand(S)	Silt(M)	Clay(C)
BH-5	3.00	자갈질점토	CL	15.9	31.8	38.3	14.0

4-6-4 간극비

간극비는 흙 입자의 용적에 대한 간극 용적의 비로서 토립자의 크기가 작을 때 크고 입도 분포가 양호할 때 작다. 매우 촘촘하고 입도 분포가 좋은 사질토는 그 값이 0.3정도 밖에 되지 않는 반면, 어떤 점토는 2.00이나 그 이상이 되는 경우도 있다. 간극비는 흙속의 간극 체적과 토립자 체적의 비로서 흙속의 간극의 대소를 보이는 지표이다. 사질토의 경우, 간극비에 대한 일반적인 값인 〈표 4-9〉의 적용이 타당한 것으로 판단된다.

4-6-5 단위체적중량

단위체적중량은 지반의 다짐상태의 추정, 토압, 지지력, 사면안정 및 기초지반의 침하 등의 설계 계산에 필요한 흙의 자중의 산정에 이용되고, 습윤단위중량은 흙의 기본적 성질을 나타내는 지표의 하나이다. 습윤단위중량이 큰것은 잘 다져진 견고한 지반을 의미하고, 작은 것은 연약한 지반이나 유기물을 다량으로 포함한 흙으로 판단할 수 있다.

여기서, 습윤단위중량은 $\gamma_t = \frac{Gs + S \cdot e}{1 + e} \cdot \gamma_w = \frac{1 + W}{1 + e} \cdot Gs \cdot \gamma_w$ 로 산정하며, 포화단위중량($S = 100\%$ 인 경우)은 $\gamma_{sat} = \frac{Gs + e}{1 + e} \cdot \gamma_w$ 에 의해 산정한다.

그러나, 흙의 단위체적중량은 토질 시험 결과에 따라 정하는 것이 원칙이나, 자연시료의 채취가 곤란한 사질토층 등 토질 시험을 실시하지 못했을 경우 일반적인 값<표4-9>을 적용 할 수 있다.

〈표 4-9〉 흙의 간극률, 간극비 및 단위체적중량

흙의 종류	흙의 상태	간극률 (%)	간극비	단위체적중량 (kN/m ³)		
				건 조	전 체	포 화
모래질자갈	느 슨	38 ~ 42	0.61~0.72	14~17	18~20	19~21
	촉 촉	18 ~ 25	0.22~0.33	19~21	20~23	21~24
거친 모래, 중간 모래	느 슨	40 ~ 45	0.67~0.82	13~15	16~19	18~19
	촉 촉	25 ~ 32	0.33~0.47	17~18	18~21	20~21
균등한 가는 모래	느 슨	45 ~ 48	0.82~0.82	14~15	15~19	18~19
	촉 촉	33 ~ 36	0.49~0.56	17~18	18~21	20~21
거친 실트	느 슨	45 ~ 55	0.82~1.22	13~15	15~19	18~19
	촉 촉	35 ~ 40	0.54~0.67	16~17	17~21	20~21
실트	연 약	45 ~ 50	0.82~1.00	13~15	16~20	18~20
	중 간	35 ~ 40	0.54~0.67	16~17	17~21	20~21
	경 고	30 ~ 35	0.43~0.49	18~19	18~19	18~22
소성이 작은 점토	연 약	50 ~ 55	1.00~1.22	13~14	15~18	18~20
	중 간	35 ~ 45	0.54~0.82	15~18	17~21	19~21
	경 고	30 ~ 35	0.43~0.54	18~19	18~22	21~22
소성이 큰 점토	연 약	60 ~ 70	1.50~2.30	9~15	12~18	14~18
	중 간	40 ~ 55	0.67~1.22	15~18	15~20	17~21
	경 고	30 ~ 40	0.43~0.67	18~20	17~22	19~23

주) 참고문헌 : 정인준, 김상규(1983), 「토질역학」 동명사, page 15.

4-6-6 Atterberg 한계

점성토의 Consistency 는 외력에 대한 유동 및 변형에 저항하는 정도를 나타내는 것으로 흙의 거동을 개략적으로 판단하는데 있어서 좋은 지침이 된다. 이는 액성한계, 소성한계, 수축한계로 표현되는 Atterberg한계에 의해 규정되는데 이들 값은 교란된 시료로부터 얻어진 것임에도 불구하고 자연시료의 역학적 성질과 상관관계가 있으므로 널리 이용된다. 다음 <표 4-10>은 액성한계에 대한 소성 및 압축성의 정도를 표시한 것이며, <표 4-11>는 소성지수에 대한 소성정도를 나타낸 것이다.

<표 4-10> 액성한계와 흙의 소성 및 압축성

Liquid Limit	Soil Type
< 20	Cohesionless
20 ~ 30	Low Plasticity and Compressibility
30 ~ 50	Medium Plasticity and Compressibility
> 50	High Plasticity and Compressibility

<표 4-11> 소성지수에 따른 흙의 소성정도

Plasticity Index	Degree of Plasticity
0 ~ 5	Nonplastic
5 ~ 15	Moderately Plastic
15 ~ 40	Plastic
> 40	High Plasticity

흙에 있어서 함수량의 변화는 흙의 성질을 크게 변화시키지만 이 경향은 사질토보다는 점성토에 있어서 현저하다. 함수량의 변화에 의한 흙의 상태변화나 변형정도를 파악하기 위하여 Consistency를 평가한다.

여기서, 액성한계와 소성한계의 차이를 소성지수라 한다. 즉, 소성지수(PI)=LL-PL 가 된다. 소성 지수는 흙이 소성 상태로 존재할 수 있는 함수비의 범위를 가리킨다. 상기에 서와 같이 기술된 내용을 토대로 본 과업 대상 지역의 Atterberg한계값 및 관련지수는 <표 4-12>과 같다.

<표 4-12> 액·소성시험 분포범위

공 번	심도 (GL.-m)	지층명	USCS	액성한계 (LL, %)	소성한계 (PL, %)	소성지수 (PI)	비고
BH-5	3.00	자갈질점토	CL	37.7	22.2	15.5	

4-7 흙의 역학적 성질

4-7-1 사질토의 전단 특성

입상재(Granular Material or Cohesionless Material)의 원지반상태의 토질정수를 추정하기 위한 불교란 시료채취 및 실내시험은 극히 어려우며 많은 비용이 소요된다 (“Physical and Geotechnical for Soil” By Bowles 및 “Under water Soil Sampling Testing and Construction Control” SPT501 ASTM 참조).

따라서, 현장에서 관입시험(표준관입시험, Cone Penetration Test 등)을 통하여 상대 밀도를 추정하고 채취된 시료로 입도분석을 하여 흙의 전단강도를 결정하는 것이 일반적으로 사용되는 방법이다(“An Introduction to Geotechnical Engineering” By Holtz and Kovacs 및 “Under water Soil Sampling Testing and Construction Control” SPT501 ASTM 참조). 또한, Gibbs and Holtz는 유효상재압의 크기에 따라 N 치와 상대밀도간에 변화가 있음을 제안하였다.

N 치와 흙의 전단저항각과의 경험적인 관계에 대한 제안은 여러 가지가 있으며, Peck, Dunham 및 오오자끼 등은 전단저항각과 N 치의 관계를 수식으로 제시하고 있다. 그러나, 사질토층의 배수조건에서 전단강도 즉, 전단저항각(Φ)은 <표 4-13>에서 보는 바와 같은 요소들에 의해서 영향을 받는다.

<표 4-13> Summary of Factors Effecting

Factor	Effect
Void Ratio e	$e \uparrow$, $\Phi \downarrow$
Angularity A	$A \uparrow$, $\Phi \uparrow$
Grain Size Distribution C_u	$C_u \uparrow$, $\Phi \uparrow$
Surface roughness R	$R \uparrow$, $\Phi \uparrow$
Water Ratio W	$W \uparrow$, $\Phi \downarrow$ (Slightly)
Particle size S	Const(if $e = \text{const}$)
Intermediate principal stress	$\Phi_{ps} \geq \Phi_{tx}$: Angle internal friction from plane strain Φ_{tx} : Angle internal friction from triaxial test
Overconsolidation or prestress	Little effect

사질토의 경우 N치와 상대밀도 및 내부마찰각(전단저항각)의 관계를 Terzaghi-Peck, Meyerhof, Dunham, 오오자키 등은 <표 4-14~15>과 같이 제안하고 있다.

<표 4-14> N치와 Dr, Φ 와의 관계

흙의 종류	N 값	상대밀도	내부마찰각 Φ (deg.)	
			Peck et al.	Meyerhof
대단히 느슨함 (Very loose)	0 ~ 4	0.0 ~ 0.2	28.5 이하	30 이하
느슨함 (Loose)	4 ~ 10	0.2 ~ 0.4	28.5 ~ 30	30 ~ 35
보통 (Medium)	10 ~ 30	0.4 ~ 0.6	30 ~ 36	35 ~ 40
조밀함 (Dense)	30 ~ 50	0.6 ~ 0.8	36 ~ 41	40 ~ 45
대단히 조밀함 (Very dense)	50 이상	0.8 ~ 1.0	41 이상	45 이상

<표 4-15> 내부 마찰각(Φ) 추정식

제안자	제안식	비고
Dunham	$\Phi = \sqrt{12N} + 15$	모난 입자로 입도 분포 양호
	$\Phi = \sqrt{12N} + 20$	모난 입자로 입도 분포 불량 또는 둥근 입자로 입도 분포 양호
	$\Phi = \sqrt{12N} + 25$	둥근 입자로 입도 분포 불량
Meyerhof	$\Phi = \frac{1}{4} N + 32.5$	$10 \leq N \leq 50$
Peck	$\Phi = 0.3N + 27$	

본 조사지역의 사질토층에 대한 N치의 분포 및 추정식을 이용한 내부마찰각 산정값은 다음 <표 4-16>과 같다.

〈표 4-16〉 조사지역 사질토층의 내부마찰각(ϕ) 추정

공 번	지 층	심도(GL.-m)	N값		내부마찰각		
			범 위	평 균	Dunham	Meyerhof	Peck
BH-1	풍 화 토	9.5~20.0	20~50	35.1	35.5	41.3	37.5
	풍 화 암	20.0~25.0	50	50	39.5	45	42
BH-2	풍 화 토	10.6~24.0	30~50	46.5	38.6	44.1	41
	풍 화 암	24.0~29.0	50	50	39.5	45	42
BH-3	풍 화 토	10.0~23.0	40~50	48	39	44.5	41.4
	풍 화 암	23.0~28.0	50	50	39.5	45	42
BH-4	풍 화 토	10.5~35.5	24~50	40	36.9	42.5	39
	풍 화 암	35.5~40.5	50	50	39.5	45	42
BH-5	풍 화 토	10.0~20.5	20~50	45.6	38.4	43.9	40.7
	풍 화 암	20.5~30.0	50	50	39.5	45	42
BH-6	풍 화 토	9.5~15.5	11~50	26.3	32.8	39.1	34.9
	풍 화 암	15.5~20.5	50	50	39.5	45	42

4-7-2 점성토의 전단 특성

본 조사지역에 분포하는 지층 중 점성토층의 전단강도인 C 값을 추정한 결과는 다음과 같다.

〈표 4-17〉 점착력에 따른 점토지반의 분류(by Tschebotarioff)

Consistency	점착력 $C(kN/m^2)$	일축압축강도 $q_u = 2 \times C(kN/m^2)$
대단히 연약	15	30
연 약	15 - 30	30 - 60
중 간	30 - 60	60 - 120
약간 굳다	60 - 120	120 - 240
대단히 굳다	120	240

Tschebotarioff가 제안한 〈표 4-18〉의 점착력 및 일축압축강도에 따른 점토지반의 Consistency에 의하면 본 조사지역의 점토층은 직접전단시험 결과 연약한 강도를 갖는 것으로 나타났다.

가. N 치에 의한 C (점착력) 추정

일반적으로 점성토에 있어서 N 치와 일축압축강도와 관계는 〈표 4-18〉과 같으며, 또한 그 관계는 다음 식과 같이 나타낼 수 있다(Terzaghi & Peck).

$$q = 12 \sim 13N(kN/m^2) = 0.012 \sim 0.013N(MPa)$$

이 때, $C_u = q_u/2$ (단, $\Phi=0$ 로 가정)로 점착력을 구할 수 있다.

〈표 4-18〉 N 치와 일축압축강도(q_u)와의 관계(일본 기초토질 구조연구회, 1980)

Consistency	N 치	일축압축강도 $q_u(kN/m^2)$	현장관찰
대단히 연약	< 2	< 25	주먹이 10cm 정도 쉽게 관입된다.
연 약	2 - 4	25 - 50	손가락이 10cm 정도 쉽게 관입된다.
중간정도 단단	4 - 8	50 - 100	보통 힘으로 손가락이 10cm 정도 쉽게 관입된다.
단 단	8 - 15	100 - 200	손가락이 관입되기가 힘이 든다.
매우 단단	15 - 30	200 - 400	호미로 제거한다.
고 결	> 30	> 400	곡괭이로 제거해야 한다.

〈표 4-19〉 N치 분포 및 점착력의 추정 결과

공 번	지 층	심도(GL.-m)	N값(회/30cm)		qu (kN/m ²)	Cu (kN/m ²)	비 고
			범 위	평 균			
BH-1	자갈질점토	0.0~9.5	10~30	21.5	268.75	134.375	
BH-2	자갈질점토	0.0~10.6	16~30	25.7	321.25	160.625	
BH-3	자갈질점토	0.0~10.0	8~23	14.3	178.75	89.375	
BH-4	자갈질점토	0.0~10.5	6~19	11.5	143.75	71.875	
BH-5	자갈질점토	0.0~10.0	9~30	16.5	206.25	103.125	
BH-6	자갈질점토	0.0~9.5	6~30	15.7	196.25	98.125	

본 조사지역에 분포하는 점성토층은 부분적으로 자갈의 영향으로 N값이 과대측정된 경향이 있으므로 N치 최대 30으로 가정하여 점착력을 추정하였으며 그 결과에 따라 중간정도 단단한 상태로 나타났다.

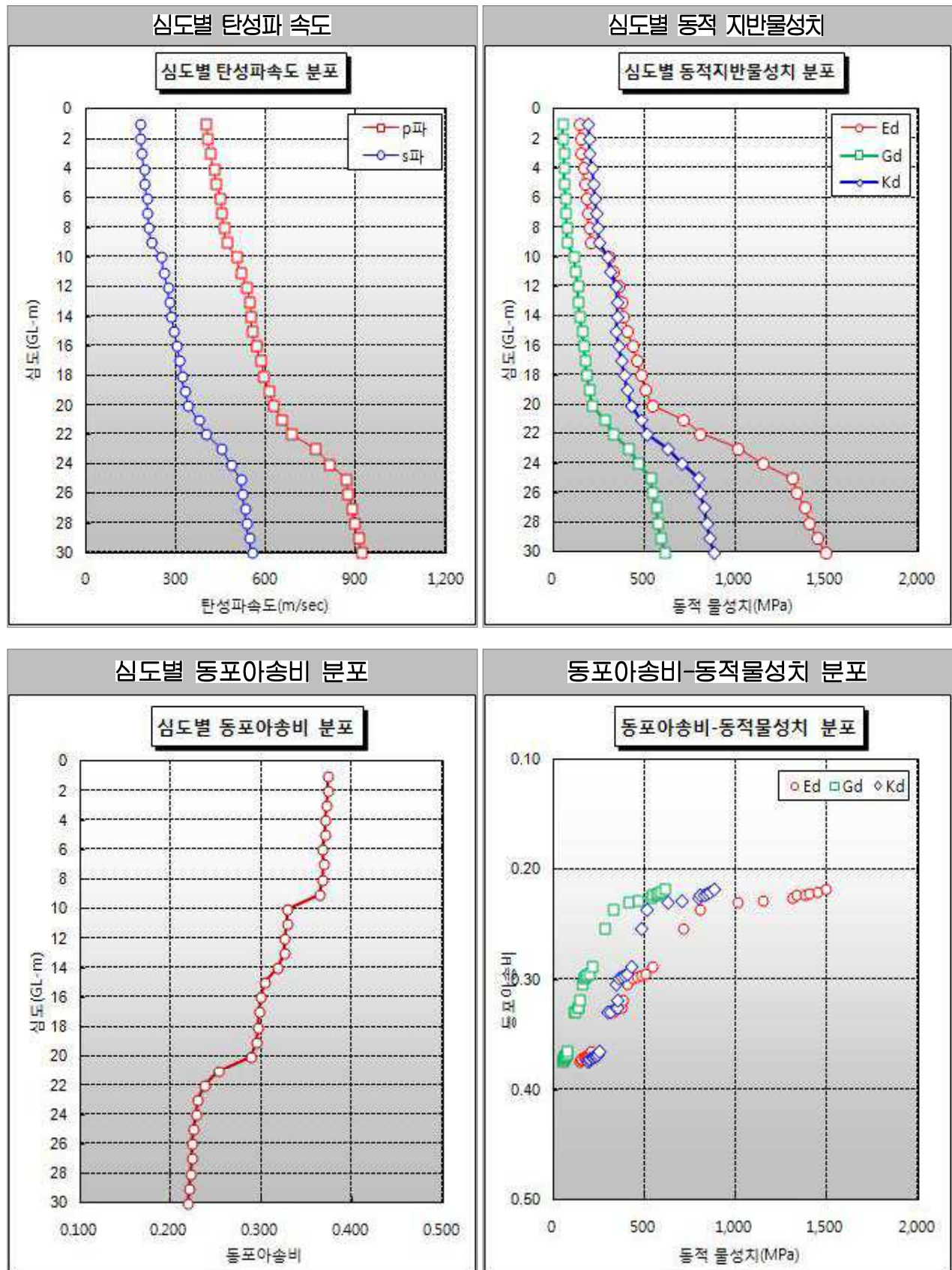
4-8 하향식 탄성파탐사 결과

본 조사지역에서 BH-5 시추지점에 대하여 구간별 P파, S파 속도를 구한 후에, P파와 S파 속도를 이용하여 동적 지반계수인 동강성률, 동탄성계수, 동체적계수 및 동포아송비를 산출하여, 그 결과를 아래 표와 같다.

[BH-5 구간별 지반 동적 물성치]

심도 (GL.-m)	Soil/Rock Type	Vp (m/sec)	Vs (m/sec)	Dynamic Parameter			v _d	γ (t/m ³)
				Ed (Mpa)	Gd (Mpa)	Kd (Mpa)		
1.0	자갈질점토	402	181	143.92	52.42	188.68	0.373	1.60
2.0	자갈질점토	408	184	148.68	54.17	194.12	0.372	1.60
3.0	자갈질점토	415	188	155.05	56.55	200.16	0.371	1.60
4.0	자갈질점토	427	194	164.99	60.22	211.44	0.370	1.60
5.0	자갈질점토	435	198	171.79	62.73	219.12	0.369	1.60
6.0	자갈질점토	448	205	183.91	67.24	231.47	0.368	1.60
7.0	자갈질점토	453	207	187.58	68.56	236.92	0.368	1.60
8.0	자갈질점토	461	211	194.82	71.23	245.06	0.367	1.60
9.0	자갈질점토	469	217	205.50	75.34	251.48	0.364	1.60
10.0	풍 화 토	502	254	308.43	116.13	298.77	0.328	1.80
11.0	풍 화 토	516	261	325.70	122.62	315.77	0.328	1.80
12.0	풍 화 토	538	274	358.08	135.14	340.82	0.325	1.80
13.0	풍 화 토	548	279	371.31	140.11	353.73	0.325	1.80
14.0	풍 화 토	551	285	385.21	146.21	351.54	0.317	1.80
15.0	풍 화 토	554	294	405.76	155.58	345.00	0.304	1.80
16.0	풍 화 토	569	305	434.83	167.45	359.51	0.298	1.80
17.0	풍 화 토	584	314	460.25	177.47	377.27	0.297	1.80
18.0	풍 화 토	594	320	477.59	184.32	389.34	0.296	1.80
19.0	풍 화 토	609	329	504.21	194.83	407.81	0.294	1.80
20.0	풍 화 토	627	342	542.44	210.54	426.92	0.288	1.80
21.0	풍 화 암	654	376	708.65	282.75	478.43	0.253	2.00
22.0	풍 화 암	686	403	803.28	324.82	508.10	0.237	2.00
23.0	풍 화 암	766	454	1,013.47	412.23	623.87	0.229	2.00
24.0	풍 화 암	814	483	1,146.19	466.58	703.09	0.228	2.00
25.0	풍 화 암	868	517	1,309.81	534.58	794.08	0.225	2.00
26.0	풍 화 암	874	522	1,332.71	544.97	801.13	0.223	2.00
27.0	풍 화 암	889	531	1,378.99	563.92	828.75	0.223	2.00
28.0	풍 화 암	896	536	1,403.56	574.59	839.51	0.221	2.00
29.0	풍 화 암	908	544	1,444.21	591.87	859.77	0.220	2.00
30.0	풍 화 암	921	553	1,490.04	611.62	880.99	0.218	2.00

〔 BH-5 〕



BH-5 구간별 전단파속도

심도 (m)	Vp (m/sec)	Vs (m/sec)	di (m)	di/Vsi
1.0	402	181	1.0	0.0055
2.0	408	184	1.0	0.0054
3.0	415	188	1.0	0.0053
4.0	427	194	1.0	0.0052
5.0	435	198	1.0	0.0051
6.0	448	205	1.0	0.0049
7.0	453	207	1.0	0.0048
8.0	461	211	1.0	0.0047
9.0	469	217	1.0	0.0046
10.0	502	254	1.0	0.0039
11.0	516	261	1.0	0.0038
12.0	538	274	1.0	0.0036
13.0	548	279	1.0	0.0036
14.0	551	285	1.0	0.0035
15.0	554	294	1.0	0.0034
16.0	569	305	1.0	0.0033
17.0	584	314	1.0	0.0032
18.0	594	320	1.0	0.0031
19.0	609	329	1.0	0.0030
20.0	627	342	1.0	0.0029
21.0	654	376	1.0	0.0027
22.0	686	403	1.0	0.0025
23.0	766	454	1.0	0.0022
24.0	814	483	1.0	0.0021
25.0	868	517	1.0	0.0019
26.0	874	522	1.0	0.0019
27.0	889	531	1.0	0.0019
28.0	896	536	1.0	0.0019
29.0	908	544	1.0	0.0018
30.0	921	553	1.0	0.0018
토층두께의합(m)			30.0	
토층별전단파속도비			0.10366	
평균전단파속도(m/sec)			289.40	

〈2018년 KBC 기준 지층별 평균 전단파 속도〉

	Soil&Rock type	심도(m)	층별속도비 (di/Vsi)	조사구간의 평균 전단탄성파속도 Vs (m/sec)	지반 분류	비 고
BH-5	자갈질점토	0.0~10.0	0.0455	197.63	S _D	단단한 토사지반
	풍 화 토	10.0~20.5	0.0375	293.61	S _D	단단한 토사지반
	풍 화 암	20.5~30.0	0.0207	484.04	S _C	매우 조밀한 토사지반 및 연암지반
	전체평균	0.0~30.0	0.1037	289.40	S _D	단단한 토사지반

〈2019년 KDS 기준 지층별 평균 전단파 속도〉

	Soil&Rock type	심도(m)	층별속도비 (di/Vsi)	조사구간의 평균 전단탄성파속도 Vs (m/sec)	전체평균 (m/sec)	지반 분류	비 고
BH-5	자갈질점토	0.0~10.0	0.0455	197.63	289.40	S ₂	알고 단단한 지반
	풍 화 토	10.0~20.5	0.0375	293.61			
	풍 화 암	20.5~30.0	0.0207	484.04			

제5장 결 언

5-1 지 반 상 태

5-2 하향식 탄성파탐사 결과

제5장 결 언

5-1 지 반 상 태

(1) 본 조사지역의 수직 지층상태는 조사시 GL을 기준으로 상부로부터 자갈질점토층, 풍화토층, 풍화암층의 순으로 지층구조를 보이고 있다.

(2) 시추조사 및 표준관입시험 결과 지층별 분포심도 및 N치는 다음과 같다.

(조사시 GL기준)

시 추 공	지층별 분포심도(m) 및 N치		
	자갈질점토	풍 화 토	풍 화 암
BH - 1	0.0 ~ 9.5 (10/30~41/30)	9.5 ~ 20.0 (20/30~50/14)	20.0 ~ 25.0 (50/07~50/06)
BH - 2	0.0 ~ 10.6 (16/30~50/05)	10.6 ~ 24.0 (30/30~50/14)	24.0 ~ 29.0 (50/10~50/05)
BH - 3	0.0 ~ 10.0 (08/30~23/30)	10.0 ~ 23.0 (40/30~50/11)	23.0 ~ 28.0 (50/06~50/05)
BH - 4	0.0 ~ 10.5 (06/30~19/30)	10.5 ~ 35.5 (24/30~50/14)	35.5 ~ 40.5 (50/08~50/05)
BH - 5	0.0 ~ 10.0 (09/30~50/07)	10.0 ~ 20.5 (20/03~50/14)	20/05 ~ 30.0 (50/10~50/04)
BH - 6	0.0 ~ 9.5 (06/30~42/30)	9.5 ~ 15.5 (11/30~50/13)	15.5 ~ 20.5 (50/06~50/04)
지층 특성	퇴 적 토 (부분적으로 N치 과대측정됨)	풍화잔적토	기반암의 풍화대

5-2 하향식 탄성파탐사 결과

지반조사 결과를 이용하여 건축 구조물의 바닥면 보다 깊은 위치에 지진입력의 기준점이 되는 기반면을 정하며 기반지반(기반면 보다 깊은 지층)에 대한 지반조사 결과를 이용하여 <표 5-1~2>과 같이 6종으로 기반지반을 분류하였으며, 이와 같이 분류된 기반지반은 기반면에 대한 설계 가속도응답 스펙트럼을 결정할 때 사용한다.

<표 5-1> 2018년 KBC 기반지반의 분류

지반 종류	지반종류의 호칭	상부 30.0m에 대한 평균 지반특성		
		전단파속도 (m/sec)	표준관입시험 N값 (blow/foot)	비배수 전단강도, S_u (kPa)
S_A	경암지반	1500 초과	-	-
S_B	보통암지반	760 ~ 1500		
S_C	매우 조밀한 토사지반 및 연암지반	360 ~ 760	> 50	> 100
S_D	단단한 토사지반	180 ~ 360	15 ~ 50	50 ~ 100
S_E	연약한 토사지반	180 미만	< 15	< 50
S_F	부지 고유의 특성평가가 요구되는 지반			

· 건설교통부 고시 “건축구조설계기준(KOREAN BUILDING CODE-STRUCTURAL)”
2018 사단법인 대한건축학회 발행

<표 5-2> 2019년 KDS 기반지반의 분류

지반 종류	지반종류의 호칭	분류기준	
		기반암 깊이, H (m)	토층평균전단파속도, $V_{s,soil}$ (m/s)
S_1	암반 지반	1 미만	-
S_2	얇고 단단한 지반	1~20 이하	260 이상
S_3	얇고 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		

· 건설교통부 고시 “건축물 내진설계기준(KOREAN DESIGN STANDARD)”
2019 국토교통부

- (1) 국지적인 토질조건, 지질조건과 지표 및 지하 지형이 지반운동에 미치는 영향을 고려하기 위하여 지반을 <표 6-2>에서와 같이 $S_1, S_2, S_3, S_4, S_5, S_6$ 의 6종으로 분류한다. 다만, 기반암은 전단파속도가 760 m/s 이상인 지층으로 정의한다.
- (2) 토층의 평균전단파속도($V_{s,soil}$)는 탄성파시험 결과가 있을 경우 이를 우선적으로 적용한다. 이때, 탄성파시험은 시추조사를 바탕으로 가장 불리한 시추공에서 수행하는 것을 원칙으로 한다.
- (3) 기반암 깊이와 무관하게 토층평균전단파속도가 120 m/s 이하인 지반은 S_5 지반으로 분류한다.
- (4) 지반종류 S_6 은 부지 고유의 특성평가 및 지반응답해석이 필요한 지반으로 다음과 같다.
- ① 액상화가 일어날 수 있는 흙, 예민비가 8 이상인 점토, 붕괴될 정도로 결합력이 약한 붕괴성 흙과 같이 지진하중 작용 시 잠재적인 파괴나 붕괴에 취약한 지반
 - ② 이탄 또는 유기성이 매우 높은 점토지반(지층의 두께 > 3 m)
 - ③ 매우 높은 소성을 띤 점토지반(지층의 두께 > 7 m이고, 소성지수 > 75)
 - ④ 층이 매우 두껍고 연약하거나 중간 정도로 단단한 점토(지층의 두께 > 36 m)
 - ⑤ 기반암이 깊이 50 m를 초과하여 존재하는 지반
- (5) 기반암깊이가 3m 미만인 경우 S_1 지반으로 볼 수 있다.
- (6) 기반암의 위치가 기준면으로부터 30m를 초과하는 경우 상부 30m에 대한 평균 전단파속도를 토층의 평균전단파속도($V_{s,soil}$)로 볼 수 있다.
- (7) 대상지역의 지반을 분류할 수 있는 자료가 충분하지 않고, 지반의 종류가 S_5 일 가능성이 없는 경우에는 지반종류 S_4 를 적용할 수 있다.

(8) 평균 전단파 속도

본 조사지역에서 전단파시험결과 상부지반의 토층별 전단파속도비에 의한 평균전단파 속도(V_s)를 다음 식으로 구하였다.

$$V_s = \frac{\sum d_i}{\sum \frac{d_i}{V_{si}}}$$

여기서, d_i = 토층의 i 의 두께, m
 V_{si} = 토층의 i 의 전단파속도. m/sec

〈표 5-3〉 2018년 KBC 기준 지층별 평균 전단파속도

	Soil&Rock type	심도(m)	층별속도비 (di/Vsi)	조사구간의 평균 전단파속도 Vs (m/sec)	지반 분류	비 고
BH-5	자갈질점토	0.0~10.0	0.0455	197.63	S _b	단단한 토사지반
	풍 화 토	10.0~20.5	0.0375	293.61	S _b	단단한 토사지반
	풍 화 암	20.5~30.0	0.0207	484.04	S _c	매우 조밀한 토사지반 및 연암지반
	전체평균	0.0~30.0	0.1037	289.40	S _b	단단한 토사지반

※ 전체 평균 전단파 속도는 289.40m/sec로 나타났으며 단단한 토사지반인 S_D 급으로 분류된다.

〈표 5-4〉 2019년 KDS 기준 지층별 평균 전단파속도

	Soil&Rock type	심도(m)	층별속도비 (di/Vsi)	조사구간의 평균 전단파속도 Vs (m/sec)	전체평균 (m/sec)	지반 분류	비 고
BH-5	자갈질점토	0.0~10.0	0.0455	197.63	289.40	S ₂	알고 단단한 지반
	풍 화 토	10.0~20.5	0.0375	293.61			
	풍 화 암	20.5~30.0	0.0207	484.04			

※ 본 조사지역의 하향식 탄성파탐사결과 BH-5 시추지점은 기반암의 속도층이 30m 초과 지점에 분포하고 있다.

전체 평균 전단파 속도는 289.40m/sec로 나타났으며, 〈표5-2〉와 (6)을 살펴보면 기반암의 위치가 기준면으로부터 30m를 초과하는 경우 상부 30m에 대한 평균 전단파속도를 토층의 평균전단파속도($V_{s,soil}$)로 볼 수 있으므로 알고 단단한 지반인 S_2 급으로 분류된다.

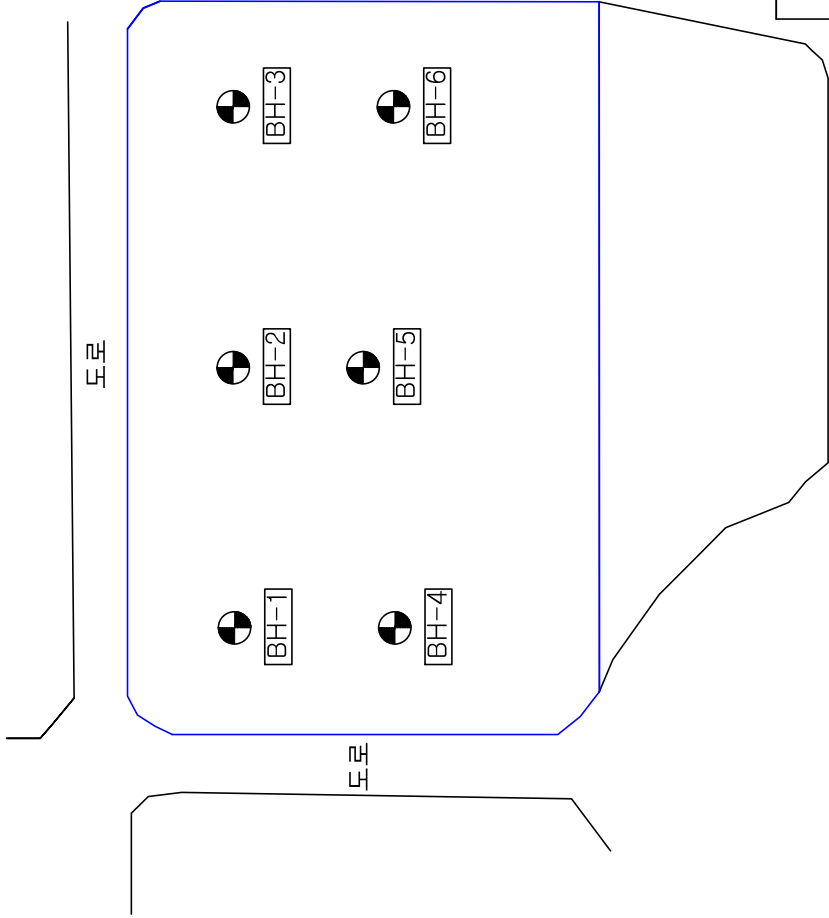
부 록

- 부록 1. 지질조사위치도
- 부록 2. 주상단면도
- 부록 3. 시추주상도
- 부록 4. 실내토질시험
- 부록 5. 현 장 사 진

부록 1. 지질조사위치도

지질조사위치도

S(A3)=1:1000



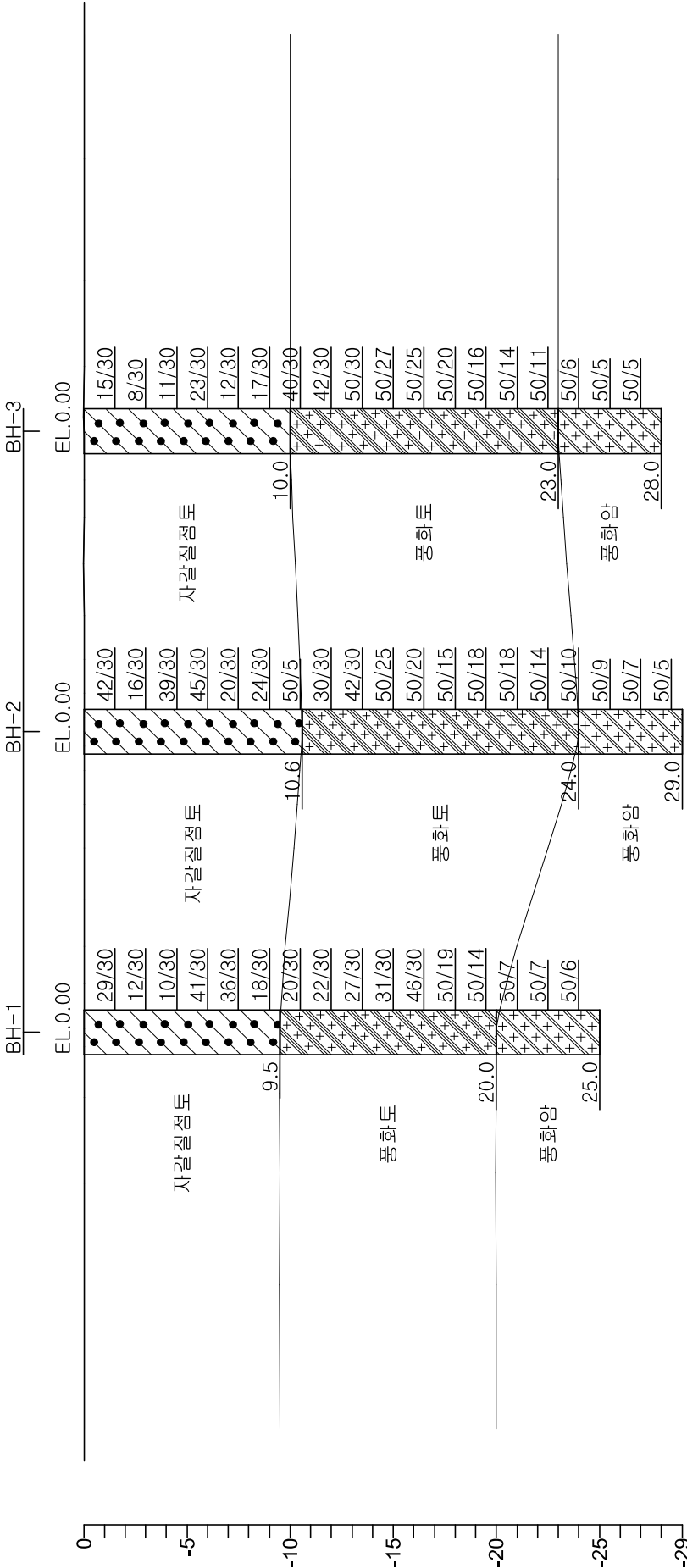
NO.	좌 표		비고
	위도(N)	경도(E)	
BH-1	35° 09' 22.08"	128° 40' 02.04"	
BH-2	35° 09' 22.21"	128° 40' 04.05"	
BH-3	35° 09' 22.16"	128° 40' 06.02"	
BH-4	35° 09' 21.06"	128° 40' 02.19"	
BH-5	35° 09' 21.57"	128° 40' 04.08"	다 온
BH-6	35° 09' 20.75"	128° 40' 05.85"	다 온

부록 2. 주 상 단 면 도

진해공공임대형 지식산업센터 건립공사

지질조사

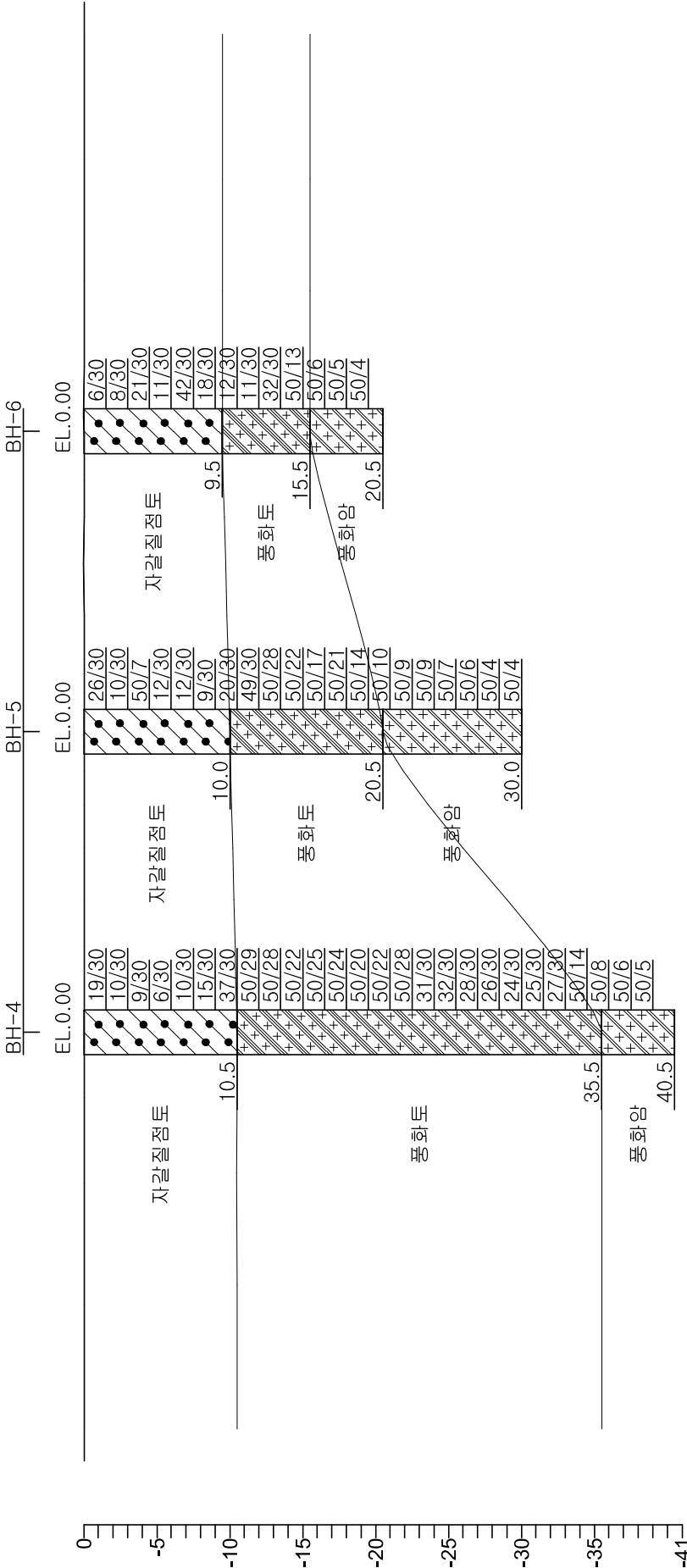
FREE SCALE



범례	자갈질점토	풍화암
	자갈질점토	풍화암

진해공공임대형 지식산업센터 건립공사 지질조사

FREE SCALE



범례		자갈질점토		풍화암
		자갈질점토		풍화암

진해공공임대형 지식산업센터 건립공사

지질조사

FREE SCALE

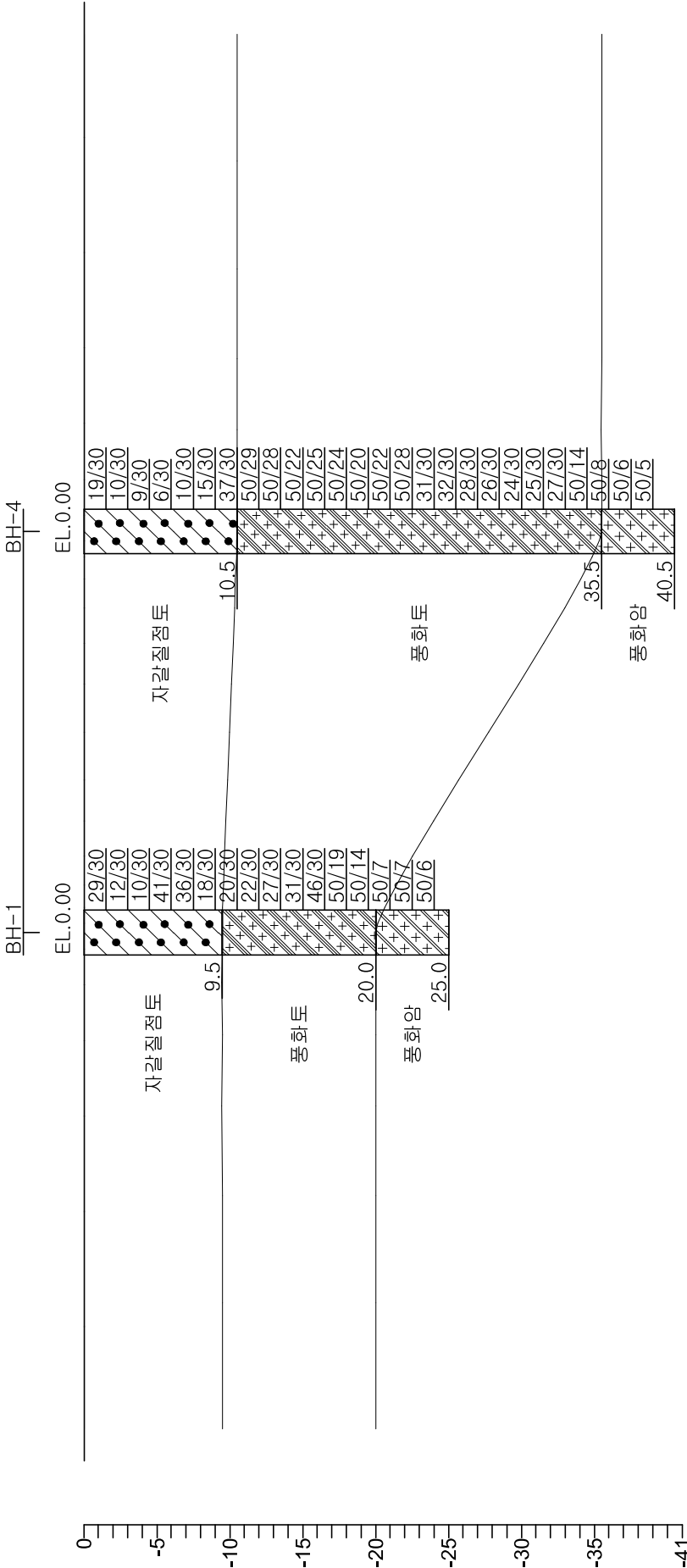
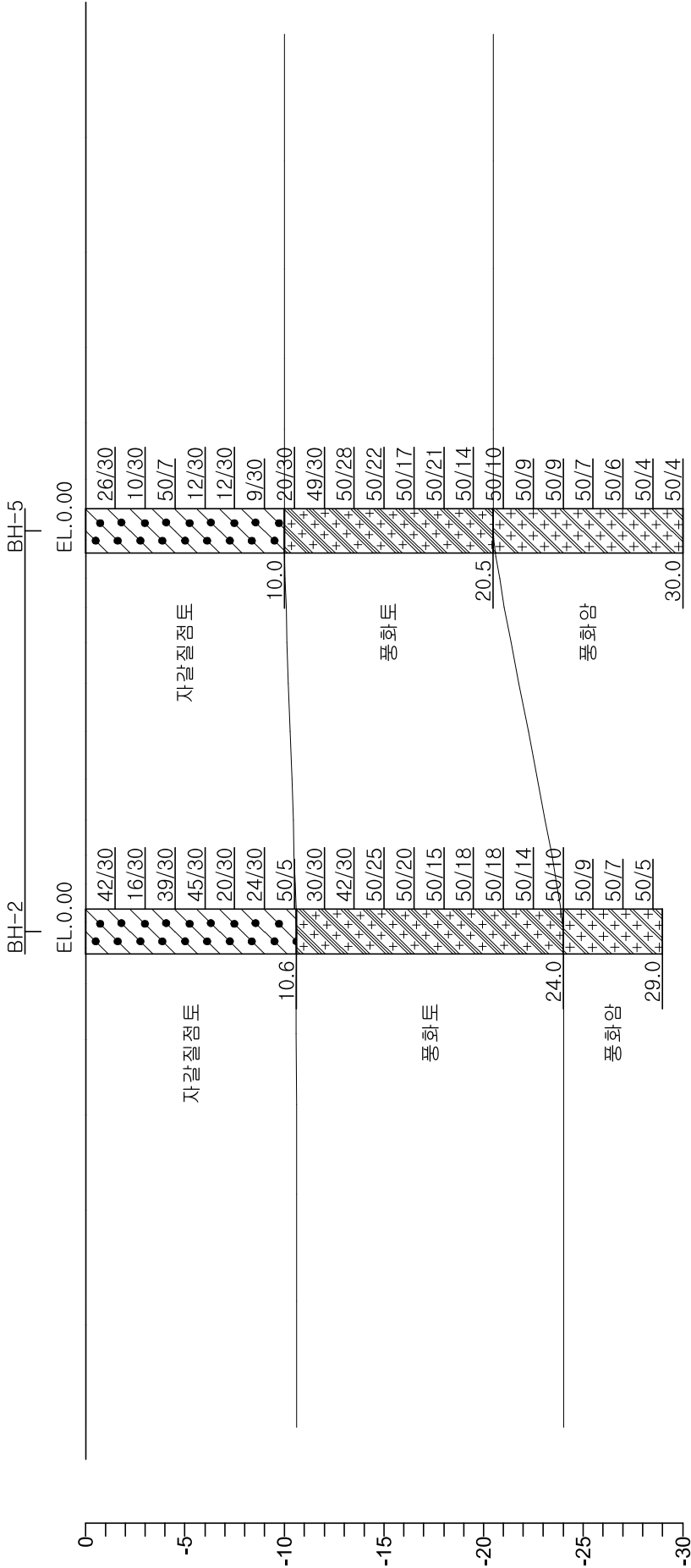


표	자갈질점토	풍화토
	풍화암	

진해공공임대형 지식산업센터 건립공사
지질조사

FREE SCALE



범례			
	자갈질점토	풍화토	풍화암

진해공공임대형 지식산업센터 건립공사

지질조사

FREE SCALE

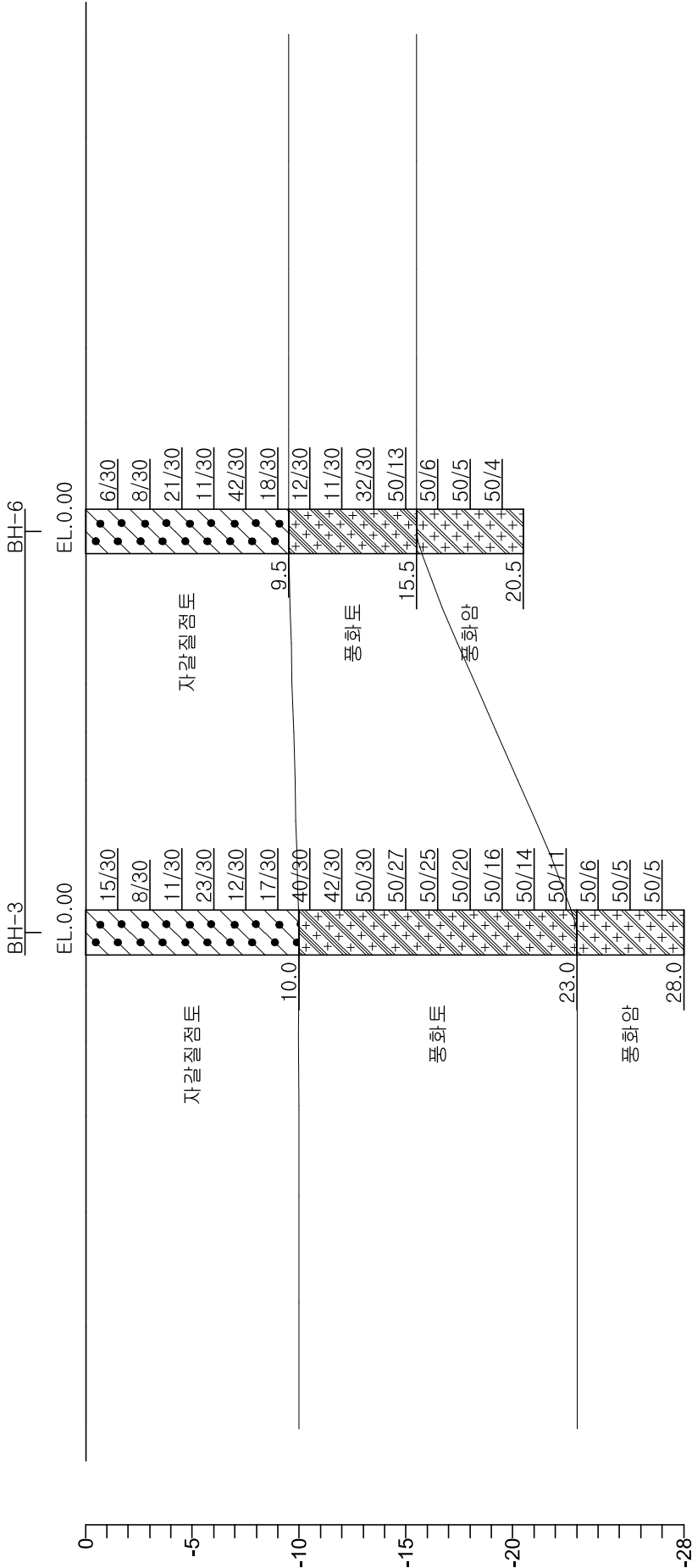


표	자갈점토	풍화토
표	풍화암	

부록 3. 시 추 주 상 도

토 질 주 상 도

2 매 중 1

[illegible]

일신지질주식회사

토 질 주 상 도

2 매 중 2

사 업 명		진해공공임대형 지식산업센터 건립 공사 지질조사			시 추 공 번	BH-1		(주) 시료채취방법의 기호							
조 사 위 치		창원시 진해구 여좌동 924-1번지 일원			지 하 수 위	(GL-)심도 이하 m		○ 표준관입시료 ● 코아시료 ○ 자연시료							
작 성 자					수 심	0.0 m		표 고		현지반고 m					
시 추 자		박용교			시추공좌표			보 링 규 격		NX					
현장조사기간		2020.11.20 ~ 11.21			시 추 장 비	P-4000SD		케이싱심도		m					
표 척 m	표 고 m	심 도 m	지 층 후 층 도	주 상 도	관 찰	배 수 관 구 경	시 료		표 준 관 입 시 험						
							채취 방법	채취 심도	N치 (회/ cm)	심도 (m)	N blow				
										10	20	30	40	50	
25	-25.00	25.0	5.0												

토 질 주 상 도

2 매 중 1

사 업 명		진해공공임대형 지식산업센터 건립 공사 지질조사			시 추 공 번	BH-2		(주) 시료채취방법의 기호							
조 사 위 치		창원시 진해구 여좌동 924-1번지 일원			지 하 수 위	(GL-)심도 이하 m		● 표준관입시료 ● 코아시료 ○ 자연시료							
작 성 자					수 심	0.0 m		표 고	현지반고 m						
시 추 자		박용교			시추공좌표			보 링 규 격	NX						
현장조사기간		2020.11.20 ~ 11.21			시 추 장 비	P-4000SD		케이싱심도	m						
표 척 m	표 고 m	심 도 m	지 층 후 상 도	주 상 도	관 찰	통 입 관 입 류	시 료		표 준 관 입 시 형						
							채취 방법	채취 심도	N치 (회/ cm)	심도 (m)	N blow				
										10	20	30	40	50	
5					◆자갈질점토(0.0 ~ 10.6m) -황갈색. -퇴적토층. -모래와 자갈 섞인 점토로 구성. -자갈의 비율은 30% 내외. -자갈의 크기는 수 ~ 10cm. -부분적으로 N값이 과대측정된 경향이 있음.		◎ S-1	1.5	42/30	1.5					
							◎ S-2	3.0	16/30	3.0					
							◎ S-3	4.5	39/30	4.5					
							◎ S-4	6.0	45/30	6.0					
							◎ S-5	7.5	20/30	7.5					
							◎ S-6	9.0	24/30	9.0					
10	-10.60	10.6	10.6		◆풍화토(10.6 ~ 24.0m) -황갈색. -풍화잔적토층. -점토 섞인 모래로 구성. -모통 조밀 ~ 매우 조밀함.		◎ S-7	10.5	50/5	10.5					
							◎ S-8	12.0	30/30	12.0					
							◎ S-9	13.5	42/30	13.5					
							◎ S-10	15.0	50/25	15.0					
							◎ S-11	16.5	50/20	16.5					
							◎ S-12	18.0	50/15	18.0					
							◎ S-13	19.5	50/18	19.5					

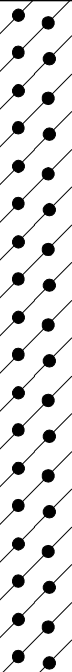
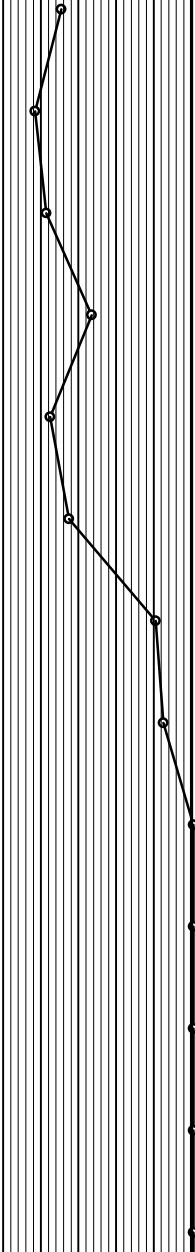
토 질 주 상 도

2 매 중 2

사 업 명		진해공공임대형 지식산업센터 건립 공사 지질조사			시 추 공 번	BH-2		(주) 시료채취방법의 기호					
조 사 위 치		창원시 진해구 여좌동 924-1번지 일원			지 하 수 위	(GL-)심도 이하 m		○ 표준관입시료 ● 코아시료 ○ 자연시료					
작 성 자					수 심	0.0 m		표	고	현지반고 m			
시 추 자		박용교			시추공좌표			보 링 규 격		NX			
현장조사기간		2020.11.20 ~ 11.21			시 추 장 비	P-4000SD		케이싱심도		m			
표 척 m	표 고 m	심 도 m	지 층 후 층 도	주 상 도	관 찰	배 수 관 구 분	시 료		표 준 관 입 시 험				
							채취 방법	채취 심도	N치 (회/ cm)	심도 (m)	N blow		
25	-24.00	24.0	13.4										

토 질 주 상 도

2 매 중 1

사 업 명		진해공공임대형 지식산업센터 건립 공사 지질조사			시 추 공 번	BH-3		(주) 시료채취방법의 기호								
조 사 위 치		창원시 진해구 여좌동 924-1번지 일원			지 하 수 위	(GL-)심도 이하 m		● 표준관입시료 ● 코아시료 ○ 자연시료								
작 성 자					수 심	0.0 m		표 고	현지반고 m							
시 추 자		박용교			시추공좌표			보 링 규 격	NX							
현장조사기간		2020.11.20 ~ 11.21			시 추 장 비	P-4000SD		케이싱심도	m							
표 척 m	표 고 m	심 도 m	지 층 후 층 도	주 상 도	관 찰	통과관입류	시 료		표 준 관 입 시 험							
							채취 방법	채취 심도	N치 (회/ cm)	심도 (m)	N blow					
										10	20	30	40	50		
5					◆자갈질 점토(0.0 ~ 10.0m) -황갈색. -퇴적토층. -모래와 자갈 섞인 점토로 구성. -자갈의 비율은 10% 내외. -자갈의 크기는 수 ~ 5cm. -보통 견고 ~ 매우 견고함.		○ S-1	1.5	15/30	1.5						
							○ S-2	3.0	8/30	3.0						
							○ S-3	4.5	11/30	4.5						
							○ S-4	6.0	23/30	6.0						
							○ S-5	7.5	12/30	7.5						
							○ S-6	9.0	17/30	9.0						
10					◆풍화토(10.0 ~ 23.0m) -황갈색. -풍화잔적토층. -점토 섞인 모래로 구성. -조밀 ~ 매우 조밀함.		○ S-7	10.5	40/30	10.5						
							○ S-8	12.0	42/30	12.0						
							○ S-9	13.5	50/30	13.5						
							○ S-10	15.0	50/27	15.0						
							○ S-11	16.5	50/25	16.5						
							○ S-12	18.0	50/20	18.0						
							○ S-13	19.5	50/16	19.5						

토 질 주 상 도

2 매 중 2

사 업 명		진해공공임대형 지식산업센터 건립 공사 지질조사			시 추 공 번	BH-3		(주) 시료채취방법의 기호																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
조 사 위 치		창원시 진해구 여좌동 924-1번지 일원			지 하 수 위	(GL-)심도 이하 m		○ 표준관입시료 ● 코아시료 ○ 자연시료																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
작 성 자					수 심	0.0 m		표 고	현지반고 m																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
시 추 자		박용교			시추공좌표			보 링 규 격	NX																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
현장조사기간		2020.11.20 ~ 11.21			시 추 장 비	P-4000SD		케이싱심도	m																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
표 척 m	표 고 m	심 도 m	지 층 후 층 도	주 상 도	관 찰	배 터 분 류	시 료		표 준 관 입 시 험																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
							채취 방법	채취 심도	N치 (회/ cm)	심도 (m)	N blow																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			

토 질 주 상 도

3 매 중 1

사 업 명		진해공공임대형 지식산업센터 건립 공사 지질조사			시 추 공 번	BH-4		(주) 시료채취방법의 기호								
조 사 위 치		창원시 진해구 여좌동 924-1번지 일원			지 하 수 위	(GL-)심도 이하 m		● 표준관입시료 ● 코아시료 ○ 자연시료								
작 성 자					수 심	0.0 m		표 고	현지반고 m							
시 추 자		이중송			시추공좌표			보 링 규 격	NX							
현장조사기간		2020.11.20 ~ 11.21			시 추 장 비	P-4000		케이싱심도	m							
표 척 m	표 고 m	심 도 m	지 층 후 층 도	주 상 상 도	관 찰	비 롚 가 나	시 료		표 준 관 입 시 형							
							채 취 방법	채 취 심도	N치 (회/ cm)	심도 (m)	N blow 10 20 30 40 50					
5					◆자갈질점토(0.0 ~ 10.5m) -황갈색. -퇴적토층. -모래와 자갈 섞인 점토로 구성. -자갈의 비율은 20% 내외. -자갈의 크기는 수 ~ 5cm. -보통 견고 ~ 매우 견고함.		◎ S-1	1.5	19/30	1.5						
							◎ S-2	3.0	10/30	3.0						
							◎ S-3	4.5	9 / 30	4.5						
							◎ S-4	6.0	6 / 30	6.0						
							◎ S-5	7.5	10/30	7.5						
							◎ S-6	9.0	15/30	9.0						
							◎ S-7	10.5	37/30	10.5						
							◎ S-8	12.0	50/29	12.0						
							◎ S-9	13.5	50/28	13.5						
							◎ S-10	15.0	50/22	15.0						
							◎ S-11	16.5	50/25	16.5						
							◎ S-12	18.0	50/24	18.0						
15					◆풍화토(10.5 ~ 35.5m) -황갈색. -풍화된 잔 적 토 층. -점토 섞인 모래로 구성. -조밀 ~ 매우 조밀함.		◎ S-13	19.5	50/20	19.5						

토 질 주 상 도

3 매 중 2

[illegible]

토 질 주 상 도

3 매 중 3

[illegible]

토 질 주 상 도

2 매 중 1

사 업 명	진해공공임대형 지식산업센터 건립 공사 지질조사	시 추 공 번	BH-5	(주) 시료채취방법의 기호	
조 사 위 치	창원시 진해구 여좌동 924-1번지 일원	지 하 수 위	(GL-)심도 이하 m	● 표준관입시료 ● 코아시료 ○ 자연시료	
작 성 자		수 심	0.0 m	표 고	현지반고 m
시 추 자	이종승	시추공좌표		보 링 규 격	NX
현장조사기간	2020.11.20 ~ 11.21	시 추 장 비	P-4000	케이싱심도	m

표 척 m	표 고 m	심 도 m	지 층 후 상 총 도	주 상 도	관 찰	배 치 방 법	시 료		표 준 관 입 시험														
							채취 방법	채취 심도	N치 (회/ cm)	심도 (m)	N blow												
										10	20	30	40	50									
5					◆자갈질점토(0.0 ~ 10.0m) - 황갈색. - 퇴적토층. - 모래와 자갈 섞인 점토로 구성. - 자갈의 비율은 30% 내외. - 자갈의 크기는 수 ~ 10cm. - 부분적으로 N값이 과대측정된 경향이 있음.		S-1	1.5	26/30	1.5													
							S-2	3.0	10/30	3.0													
							S-3	4.5	50/7	4.5													
							S-4	6.0	12/30	6.0													
							S-5	7.5	12/30	7.5													
							S-6	9.0	9/30	9.0													
							10						◆풍화토(10.0 ~ 20.5m) - 황갈색. - 풍화잔적토층. - 점토 섞인 모래로 구성. - 분포 조밀 ~ 매우 조밀함.		S-7	10.5	20/30	10.5					
															S-8	12.0	49/30	12.0					
															S-9	13.5	50/28	13.5					
															S-10	15.0	50/22	15.0					
															S-11	16.5	50/17	16.5					
															S-12	18.0	50/21	18.0					
15							S-13	19.5	50/14	19.5													

토 질 주 상 도

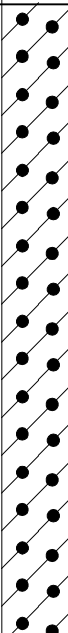
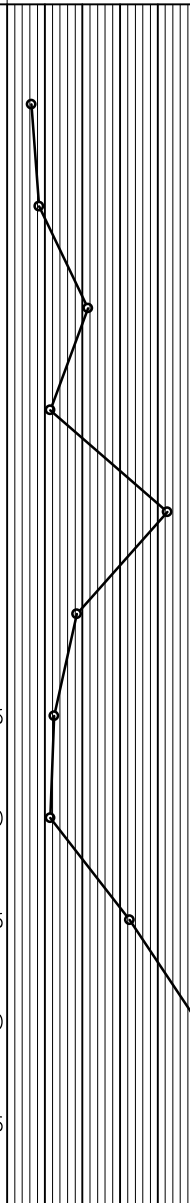
2 매 중 2

사 업 명		진해공공임대형 지식산업센터 건립 공사 지질조사			시 추 공 번	BH-5		(주) 시료채취방법의 기호							
조 사 위 치		창원시 진해구 여좌동 924-1번지 일원			지 하 수 위	(GL-)심도 이하 m		○ 표준관입시료 ● 코아시료 ○ 자연시료							
작 성 자					수 심	0.0 m		표 고		현지반고 m					
시 추 자		이종승			시추공좌표				보 링 규 격		NX				
현장조사기간		2020.11.20 ~ 11.21			시 추 장 비		P-4000		케이싱심도		m				
표 척 m	표 고 m	심 도 m	지 층 후 층 도	주 상 도	관 찰	배 터 관 류	시 료		표 준 관 입 시 형						
							채취 방법	채취 심도	N치 (회/ cm)	심도 (m)	N blow				
										10	20	30	40	50	
25	-20.50	20.5	10.5	</											

토 질 주 상 도

2 매 중 1

사 업 명	진해공공임대형 지식산업센터 건립 공사 지질조사	시 추 공 번	BH-6	(주) 시료채취방법의 기호	
조 사 위 치	창원시 진해구 여좌동 924-1번지 일원	지 하 수 위	(GL-)심도 이하 m	● 표준관입시료 ● 코아시료 ○ 자연시료	
작 성 자		수 심	0.0 m	표 고	현지반고 m
시 추 자	박용교	시추공좌표		보 링 규 격	NX
현장조사기간	2020.11.20 ~ 11.21	시 추 장 비	P-4000SD	케이싱심도	m

표 척 m	표 고 m	심 도 m	지 층 후 상 층 도	주 상 도	관 찰	비고	시 료		표 준 관 입 시 형						
							채취 방법	채취 심도	N치 (회/ cm)	심도 (m)	N blow				
											10	20	30	40	50
5	-9.50	9.5	9.5		◆자갈질점토(0.0 ~ 9.5m) -황갈색. -퇴적토층. -모래와 자갈 섞인 점토로 구성. -자갈의 비율은 10% 내외. -자갈의 크기는 수 ~ 10cm. -부분적으로 N값이 과대측정된 경향이 있음.		◎ S-1	1.5	6/30	1.5					
							◎ S-2	3.0	8/30	3.0					
							◎ S-3	4.5	21/30	4.5					
							◎ S-4	6.0	11/30	6.0					
							◎ S-5	7.5	42/30	7.5					
							◎ S-6	9.0	18/30	9.0					
10	-15.50	15.5	6.0		◆풍화토(9.5 ~ 15.5m) -황갈색. -풍화잔적토층. -점토 섞인 모래로 구성. -모통 조밀 ~ 매우 조밀함.		◎ S-7	10.5	12/30	10.5					
							◎ S-8	12.0	11/30	12.0					
							◎ S-9	13.5	32/30	13.5					
							◎ S-10	15.0	50/13	15.0					
15					◆풍화암(15.5 ~ 20.5m) -황갈색. -기반암의 풍화대. -모암의 조직과 구조가 잔재함. -시추시 실트 섞인 모래로 파쇄됨. -매우 조밀함.		◎ S-11	16.5	50/6	16.5					
							◎ S-12	18.0	50/5	18.0					
							◎ S-13	19.5	50/4	19.5					

토 질 주 상 도

2 매 중 2

사 업 명		진해공공임대형 지식산업센터 건립 공사 지질조사			시 추 공 번	BH-6		(주) 시료채취방법의 기호						
조 사 위 치		창원시 진해구 여좌동 924-1번지 일원			지 하 수 위	(GL-)심도 이하 m		☐ 표준관입시료 ☒ 코아시료 ☐ 자연시료						
작 성 자					수 심	0.0 m		표 고	현지반고 m					
시 추 자		박용교			시추공좌표			보 링 규 격	NX					
현장조사기간		2020.11.20 ~ 11.21			시 추 장 비	P-4000SD		케이싱심도	m					
표 척 m	표 고 m	심 도 m	지 층 후 층 도	주 상 도	관 찰	통 계 분 류	시 료		표 준 관 입 시 험					
							채취 방법	채취 심도	N치 (회/ cm)	심도 (m)	N blow			
										10	20	30	40	50
	-20.50	20.5	5.0	++	심도 20.5m에서 시추종료									
25														
30														
35														