

인천국제공항 4단계
공항내부 연결도로공사

확 인 지 반 조 사 보 고 서

[3차]

2021. 02



목 차

제1장 조사개요

1.1 조사개요	1
1.1.1 조사목적 및 수행 방향	1
1.1.2 과업범위	1
1.1.3 조사기간	2
1.1.4 조사장비	3
1.2 사전검토사항	3
1.3 조사항목 및 빈도	3
1.3.1 시추조사	4
1.3.2 현장시험	4
1.3.3 실내시험	4
1.3.4 조사항목 및 수량	5

제2장 조사방법

2.1 조사위치 선정	7
2.1.1 조사위치	7
2.2 조사내용	8
2.2.1 현장조사	8
2.2.2 원위치 시험	10
2.2.3 실내시험	11
2.3 지반의 공학적 분류	11
2.3.1 지반의 분류 및 기재방법	11
2.3.2 점토 광물과 입자구조	17

제3장 지형 및 지질

3.1 지형	20
3.2 지질	20

제4장 조사결과

4.1 현장조사결과	23
4.1.1 시추조사 결과	23
4.2 원위치 시험 결과	25
4.2.1 표준관입시험 결과	25
4.2.2 지하수위 측정 결과	26
4.3 실내시험 결과	26
4.3.1 물성시험 결과	26

제5장 결론

5.1 결론	28
--------------	----

■ 부록

1. 평면도 및 종단면도
2. 시추주상도
3. 실내시험결과
4. 작업사진대지

제1장 조사개요

- 1.1 조사개요
- 1.2 사전검토사항
- 1.3 조사항목 및 빈도

1. 조사개요

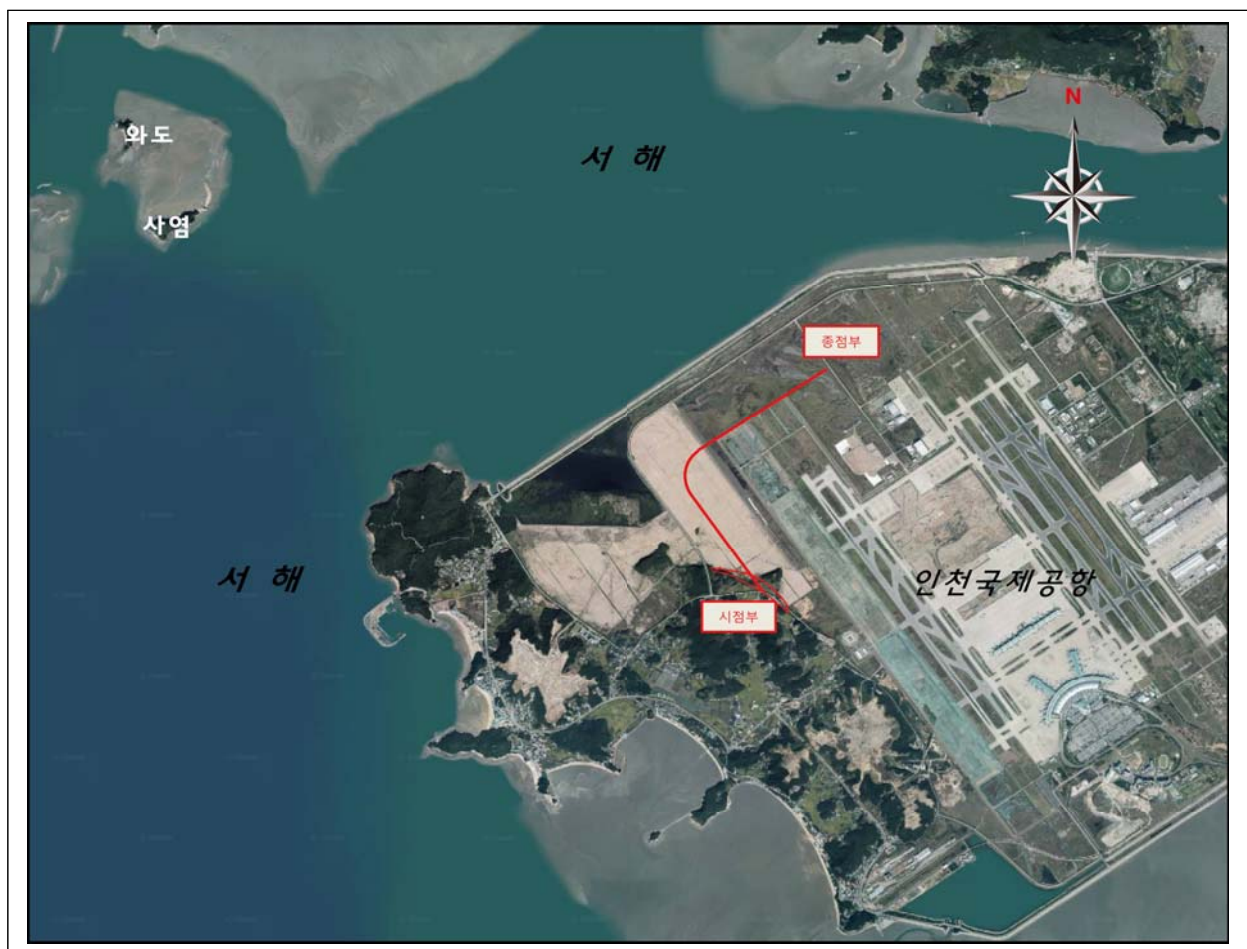
1.1 조사개요

1.1.1 조사목적 및 수행 방향

- 본 조사의 목적은 인천국제공항 4단계 공항내부 연결도로공사 중 확인조사로서 지층 구성 상태 및 지반특성을 파악하여 시공에 필요한 자료를 제공하는데 있다.

1.1.2 과업범위

- 공간적 범위



〈그림 1-1-1〉 지반조사 위치도

〈표 1-1-1〉 공간적 과업범위

구 분	조 사 지 역
구 역	인천국제공항 4단계 공항내부 연결도로

○ 내용적 범위

- 인천국제공항 4단계 공항내부 연결도로공사 확인 지반조사를 수행하였으며 본 지역에 예정된 구조물은 다음과 같다.

〈표 1-1-2〉 과업 범위

과 업 지 역	계 획 구 조 물
공항내부 연결도로	■ 교량 1개소

1.1.3 조사기간

○ 현장조사

〈표 1-1-3〉 시추조사 기간

구 분	기 간
시추조사	2021. 01. 26 ~ 2021. 01. 27

○ 원위치 시험

〈표 1-1-4〉 원위치 시험 기간

구 분	기 간
원위치 시험	표준관입시험 2021. 01. 26 ~ 2021. 01. 27
	현장베인시험 —
	피에조콘 관입시험 —

- 실내시험 및 성과물 작성

〈표 1-1-5〉 실내시험 및 성과물 작성 기간

구 분		기 간
실내시험	실내 토성 및 역학 시험	2021. 01. 28 ~ 2021. 02. 10
성과분석	시험결과 분석	2021. 02. 10 ~ 2021. 02. 15
	보고서 작성	2021. 01. 28 ~ 2021. 02. 17

1.1.4 조사장비

- 본 조사에 사용된 주요장비는 다음과 같다.

〈표 1-1-6〉 조사장비 및 수량

조 사 장 비	용 도	수 량
시추기(KHY-2002, NX)	시추조사, 시료채취	1 대
Split Spoon Sampler	표준관입시험	1 조
Hydraulic Piston Sampler	불교란 시료채취	—
베인시험 장비	베인시험	—
피에조콘 관입시험 장비	콘 관입시험	—
각종 실내시험기구	토성시험	1 식
기타 부대장비	장비별 유지관리 등	1 식

1.2 사전검토사항

- 인천국제공항 4단계 Landside 기본 및 실시설계 용역에서 수행한 지반조사 자료 중 본 지역에 해당하는 지반조사 결과를 충분히 활용하여 지반조사를 수행하였다.

1.3 조사항목 및 빈도

- 본 지반조사는 국토교통부 지반조사 시방서 2016. 6월에 개정된 “KDS 11 10 10 : 2016”에 의한 설계기준을 고려하여 선정하였다.
- 본 지반조사는 인천국제공항 4단계 공항내부 연결도로공사 공사시방서에 의거해 선정하였다.

1.3.1 시추조사

〈표 1-3-1〉 위치별 시추 조사 및 빈도

구분	과업지역	시 추 조 사	
		조 사 간 격	근 거
포장지역	공항내부 연결도로	확인조사 위치	· KDS 11 10 10 : 2016 · 공사시방서

1.3.2 현장시험

〈표 1-3-2〉 현장시험 종류 및 빈도

구 분	현장시험	
	시험 빈도	근 거
자연시료 채취(UD)	연약지반 구간	· 공사시방서
표준관입시험(SPT)	1m 간격	
현장투수시험	1회 / 2공당	
현장베인시험	1회 / 2공당	
피에조콘관입시험 (정적콘관입)	1회 / 공당	
피에조콘관입시험 (소산)	1회 / 2공당	

1.3.3 실내시험

〈표 1-3-3〉 실내시험 종류 및 빈도

구 분			시험 빈도	근 거
실내 시험	물리시험	함수량, 비중, 입도분석 #200 통과량, 액성한계, 소성한계	1회 / 1공당	· 공사시방서
	역학시험	일축압축, 직접전단, 압밀시험	1회 / 1공당	
		삼축압축시험(UU)	1회 / 2공당	
		삼축압축시험(CU)	1회 / 4공당	

1.3.4 조사항목 및 수량

〈표 1-3-4〉 조사항목 및 수량

구 분		조 사 수 량		비고
		단위	금회수행	
시추조사	NX	공	1	
현장시험	표준관입시험	회	49	
	현장투수시험	회	—	
	현장베인시험	회	—	
	피조콘관입시험 (정적콘관입)	회	—	
	피조콘관입시험 (소산)	회	—	
실내시험	함수비	회	1	
	비중	회	1	
	입도분석	회	1	
	#200 통과량	회	1	
	액성한계	회	1	
	소성한계	회	1	
	일축압축	회	—	
	삼축압축 (UU)	회	—	
	삼축압축 (CU)	회	—	
	압밀시험	회	—	
	직접전단	회	—	

제2장 조사방법

2.1 조사위치 선정

2.2 조사내용

2.3 지반의 공학적 분류

2. 조사방법

2.1 조사위치 선정

- 본 지반조사를 위한 위치선정은 과업구간을 대상으로 기 작성된 평면도와 종단면도를 참조하여 시추조사 지점을 계획한 후, 현장을 답사하여 현장 여건에 따라 조사에 적합한 위치를 최종 선정하였다. 세부 조사위치는 부록 [지반조사 위치도]에 수록하였다. 금회 실시한 현장조사 위치 현황은 다음 <표2-1-1> 과 같다.

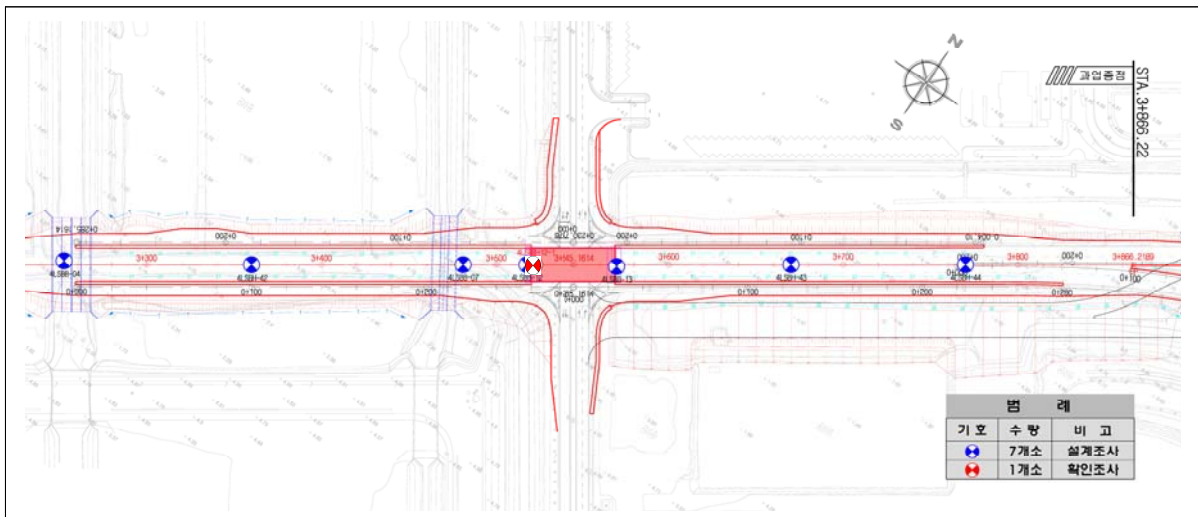
2.1.1 조사위치

가. 시추조사 위치

- 공항내부 연결도로에 대한 지층 구성상태 및 특성 파악을 위해 시추조사를 계획하였으며 인천국제공항 4단계 LandSide시설 기본 및 실시설계 용역에서 수행한 기 시추공을 인근에 확인 지반조사 1공을 실시하여 기 시추공 자료와 비교 평가하였다.

<표 2-1-1> 시추조사 위치 좌표

설계조사	위 치		확인조사	위 치	
	X	Y		X	Y
4LSBB-12	48338.476	25115.884	4LSBB-12-1	48344.984	25155.932



<그림 2-1-1> 지반조사 위치도

2.2 조사내용

2.2.1 현장조사

가. 시추조사

○ 본 조사지역의 설계에 필요한 지반의 분포상태 및 기반암의 분포상태, 풍화도 등의 지반공학적 특성을 파악하기 위하여 실시한 시추조사는 부록 [지반조사 위치도]에 표시된 바와 같이 총 2개 소의 조사지점에 대하여 시추조사를 실시하였다. 조사는 회전수세식(Rotary-Wash)시추기를 사용하여 굴진하였으며, 굴착작업과 병행하여 표준관입시험을 실시하였다. 그리고 작업시 조사의 정확도를 향상시키기 위해 풍화암 상부까지 케이싱을 설치하여 공벽붕괴를 방지하였다. 시추조사에 있어서 시추시 굴진속도, Slime 상태, 순환수의 색조, SPT, 시료상태 및 N치 등을 근거로 하여 토층상태를 파악하고 또한, 각 토층의 층후를 규명하였으며, 채취된 토질 및 암석시료는 시료상자에 넣어 공변, 심도, 지층명, N치 등을 기록하여 정리·보관하였다. 암석시료는 육안관찰에 의하여 암석내 분포된 불연속면 즉, 절리, 층리 및 충전물 등을 파악하고, 절리 분포상태(간격 및 경사), 코아회수율(TCR), 암질양호도(RQD) 등의 암반특성을 평가할 수 있는 자료를 조사하여 부록 [시추주상도]에 수록하고, 각 지층별 층서와 지층의 층후를 규명하였으며 회수된 시료는 시료상자에 보관하였다.

$$TCR = \frac{\text{회수된 코아의 총길이}}{\text{총 굴진길이}} \times 100(\%)$$

$$RQD = \frac{10\text{cm 이상의 코아의 총길이}}{\text{총 굴진길이}} \times 100(\%)$$

〈표 2-2-1〉 시추조사 모식도 및 조사전경

시추조사 모식도	조사전경
	공사명 공항내부 연결도로공사 지반조사 공 종 굴진현장 위 치 4L5BB-12-1 일 자 2021.01.26

나. 지하수위 측정

1) 조사목적

- 시추공 내의 지하수위 측정을 통한 지하수위 분포현황을 파악한다.

2) 조사방법

- 시추종료 후 지하수위가 안정화 된 후 공내지하수위를 측정하였다.

〈표 2-2-2〉 지하수위 시험장비

시험장비	수동수위계측기
· 장비명 : WL-50 · 제조사 : YAMAYO(일본) · 특징 - 측정깊이 최대 50m - 프로브 직경 19mm	

3) 측정결과 활용

- 지하수위 변화에 따른 수압 및 유효상재하중 선정에 활용한다.

다. 자연시료채취

1) 개요

- 연약 점성지반을 대상으로 실내 물성시험 및 역학시험을 실시하기 위하여 KS F 2317 규정에 의거 자연시료(불교란시료)를 채취하였다.

2) 채취방법

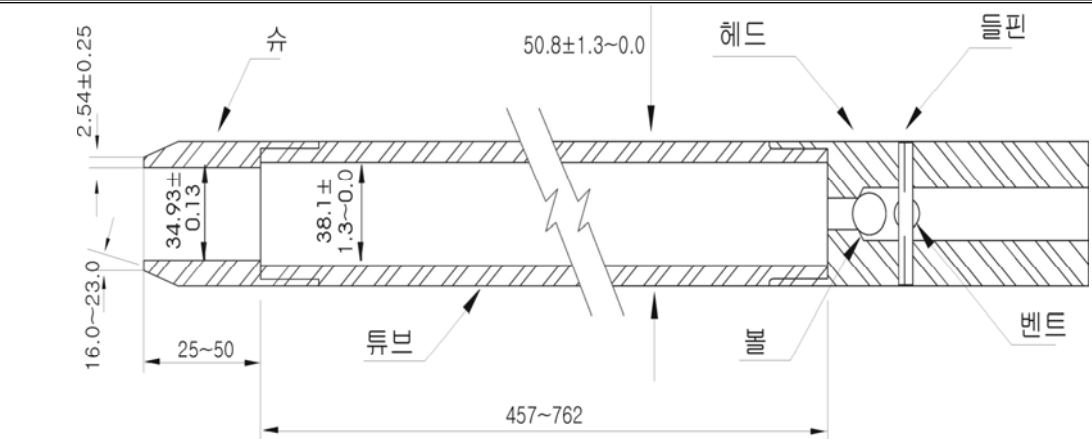
- 연약한 점성지반이 1m이상일 경우에는 필히 불교란시료(U/D)를 채취한다.
- 동일 층에 대해 수평적으로 다수의 시추공에서 U/D를 채취하여 대표성을 확보한다.
- Hydraulic Piston Sampler 사용을 원칙으로 시료를 채취한다.
- 채취된 자연시료는 함수비가 변하지 않도록 즉시 튜브 양단의 파라핀으로 양단을 밀봉하여 자연시료 보관 상자에 넣어 시험실로 운반한다.
- 채취된 자연시료는 지체 없이 실내시험을 실시한다.

2.2.2 원위치 시험

가. 표준관입시험(Standard Penetration Test)

- 시추작업과 병행하여 토층의 상대밀도와 구성상태를 파악하기 위하여 지층이 변하거나 또는 동일한 지층의 경우라도 한국산업규격 KS F-2307 규정에 의하면 1.0m 간격으로 표준관입시험을 실시함이 원칙이므로 금회 조사에서도 기준을 적용하여 실시하였다. 시험방법은 Rod선단부에 Sampler를 부착하여 타격으로부터 $76 \pm 1\text{cm}$ 높이에서 $63.5 \pm 0.5\text{Kg}$ 중량의 햄머를 자유낙하시켜 샘플러가 30cm 관입하는데 소요되는 타격회수를 측정하는 것으로 매 15cm를 관입시키는데 소요되는 타격회수를 측정하여 총 45cm를 관입시키는데 필요한 타격회수를 측정하였다. 이때 처음 15cm를 관입시키는데 필요한 타격회수는 예비타로 하고 마지막 30cm 관입에 소요되는 타격회수를 관입저항치(N치)로 하여 주상도에 기입하였다. 이때 50회 타격후에도 30cm가 관입되지 않을 경우에는 타격회수 50회 관입량을 측정하여 시추주상도에 기록하였다(예, 50회/7cm). 표준관입시험으로 확인할 수 있는 사항을 요약하면 <표 2.2-7>와 같다.

<표 2-2-3> 표준관입시험 및 스플릿 배럴 샘플러 규격

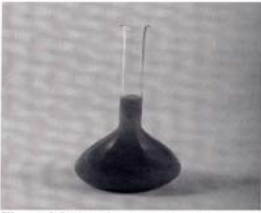
스플릿 배럴 샘플러(Split Barrel Sampler)		
		
표준관입시험 N값의 정의		• $63.5 \pm 0.5\text{kgf}$의 햄머를 $76 \pm 1\text{cm}$ 높이에서 자유낙하시켜 샘플러가 30cm 관입하는데 소요되는 타격횟수를 측정
시험 방법	예비타격	• 처음 15cm의 관입은 타격 준비로 간주
	본 타격	• 30cm 관입에 소요된 타격(15cm식 2회)
	후 타격	• 후 타격 5cm 는 경우에 따라 생략 가능

2.2.3 실내시험

가. 기본물성시험

- 시추조사와 병행하여 실시한 표준관입시험에서 채취된 흐트러진 시료 중 각 지층의 대표적인 시료를 선정하여 지반의 물리적 특성을 파악하였다.
- 실내시험은 한국인정기구(KOLAS)에서 공인된 한국건설시험원에서 수행하였다.

〈표 2-2-4〉 실내물성시험의 방법 및 적용

시험명칭		시험결과치	시험결과의 이용	표준방법
함수비시험		함수비	지반의 자연함수상태 파악	KS F 2306
비중시험		비 중	지반의 단위중량 추정	KS F 2308
입도분석 시험	체분석시험	입도분포 곡선	입도 분포 파악 지반 분류, 점토의 압축성 판별 사질지반의 안정성 및 액상화 판별	KS F 2309
	비중계분석시험			KS F 2302
액성한계시험		액성한계	자연상태의 점성지반의 안정성 판정	KS F 2303
소성한계시험		소성한계	재료로서의 성토재 품질 판정	KS F 2304
				
비중시험		체분석	액성한계	소성한계

2.3 지반의 공학적 분류

2.3.1 지반의 분류 및 기재방법

가. 개 요

- 지반의 상태에 대한 기재내용은 연경도, 함수상태 및 색깔 등이며 다음과 같은 방법에 의하여 그 결과를 시추주상도에 기록하였다.

1) 지반의 분류

- 공학적 분류방법(KS F 2324)인 통일분류법(U.S.C.S)을 기준으로 지반을 분류하였다.

2) 기재방법

- 시추주상도에 지층구분은 공중에 관계없이 통일된 기호를 사용한다.
- 표준관입시험시 관입저항치(N치)에 의해 상대밀도 및 연경도를 고려하고 채취된 교란시료에 대해 육안관찰 및 물성시험에 의하여 통일분류법으로 분류한다.

3) 기술내용

- 연경도 및 사질지반의 상대밀도, 습윤상태, 색조, N치등을 고려하여 기재한다.
- 함수상태는 건조(Dry), 습윤(Moist), 젖음(Wet) 및 포화상태(Saturated)로 구분하였으며, 색은 흑색, 갈색, 홍색, 적색, 황색 등에 담(연한)과 암(진한)의 접두어를 사용한다.

나. 분류를 위한 평가방법

- 지반을 공학적으로 분류하기 위해서는 점성지반의 경우 Consistency와 N치와 의 관계, 사질지반의 경우 상대밀도와 N치와 관계, 함수비, 색깔 및 육안에 의한 판정법을 이용해 지반분류시 자료로 활용한다.

〈표 2-3-1〉 점성토의 Consistency, 일축압축강도와 N값과의 관계

점토의 연경도 (Consistency)	N 치	현 장 관 찰 (Peck - Hansen)	일축압축강도 q_u (kg/cm ²)
매우 연약 (Very Soft)	< 2	주먹이 쉽게 10cm 들어감	< 0.25
연 약(Soft)	2 ~ 4	엄지손가락이 쉽게 들어감	0.25 - 0.50
보통 견고(Medium)	4 ~ 8	노력하면 엄지손가락이 들어감	0.50 - 1.00
견 고(Stiff)	8 ~ 15	엄지손가락으로 흙을 움푹 들어가게 할 수 있지만 흙속에 엄지손가락을 넣기는 힘듦	1.00 - 2.00
매우 견고 (Very Stiff)	15 ~ 30	손톱으로 흙에 자국을 낼 수 있음	2.00 - 4.00
고 결(Hard)	> 30	손톱으로 자국을 내기 힘듦	> 4.00

〈표 2-3-2〉 사질토의 상대밀도(Relative Density), 내부마찰각과 N값과의 관계

N 치	조 밀 상 태 (Gibbs-Holtz)	상 대 밀 도		현 장 관 찰 (Bowles)
		Gibbs-Holtz	Bowles	
0 ~ 4	매우 느슨 (Very Loose)	< 0.15	0.0 - 0.2	엄지손가락 또는 주먹으로 쉽게 자국을 낼 수 있음
4 ~ 10	느슨 (Loose)	0.15 - 0.35	0.2 - 0.4	쉽게 삽질할 수 있으며, 손가락으로 자국을 낼 수 있음
10 ~ 30	보통조밀 (Medium Dense)	0.35 - 0.65	0.4 - 0.7	힘을 주어서 삽질할 수 있음
30 ~ 50	조밀 (Dense)	0.65 - 0.85	0.7 - 0.9	손으로 삽질이 가능하거나 손의 힘으로 삽을 이용하여 자국을 낼 수 있음
50 이상	매우 조밀 (Very Dense)	0.85 - 1.00	0.9 - 1.0	발파 또는 중장비에 의해서만 자국을 낼 수 있음

3) 함수비에 따른 지반상태

〈표 2-3-3〉 함수비에 따른 분류

함 수 비(%)	상 태	함 수 비(%)	상 태
0 ~ 10	건 조 (Dry)	30 ~ 70	젖 음 (Wet)
10 ~ 30	습 윤 (Moist)	70 이상	포 화 (Saturated)

4) 색깔에 따른 표기 방식

〈표 2-3-4〉 색 표기 방식

색	1	담					암				
	2	분홍	홍	황	갈	검	검	검	검	검	검
	3	분홍	적	황	갈	검	검	검	검	검	검

5) 육안분류법

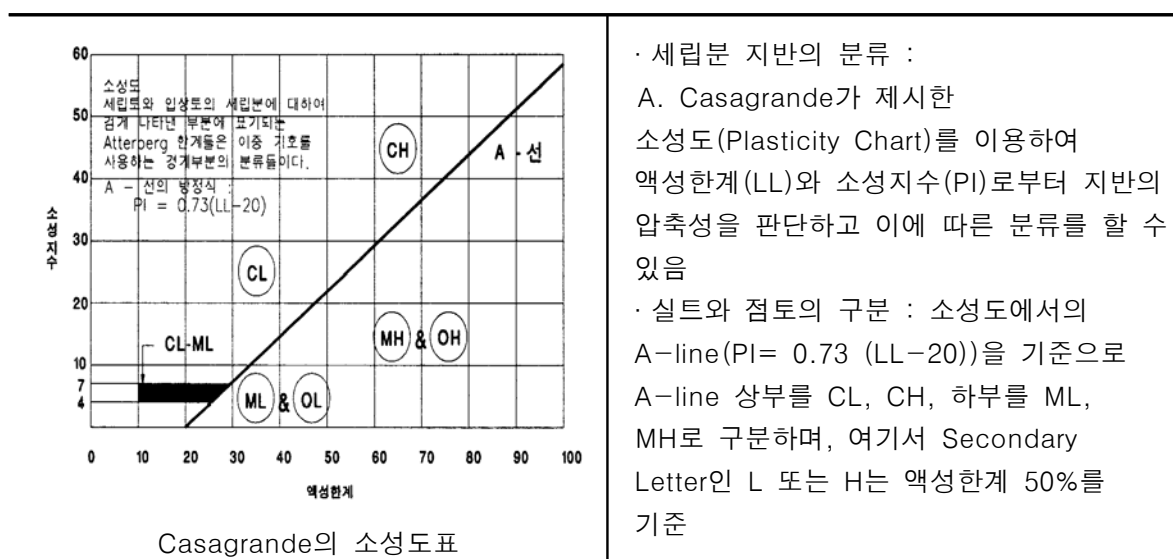
〈표 2-3-5〉 육안분류법

구 분	토립자의 육안적 판별과 일반적인 상태	손으로 쥐었다 놓음		습윤상태에서 손가락으로 끈 모양으로 끌때
		건조상태	습윤상태	
모 래 (Sand)	· 개개의 입자크기가 판별되며 입상을 보임 · 건조상태시 흩어져 내림	· 덩어리지지 않고 흐트러짐	· 덩어리지나 가볍게 건드리면 흩어짐	· 끈 모양으로 꼬아지지 않음
실트질모래 (Silty Sand)	· 입상이나 실트나 점토가 섞여서 약간 점성이 있음 · 모래질의 특성이 우세함	· 덩어리가 지나 가볍게 건드리면 흐트러짐	· 덩어리지며 조심 스럽게 다루면 부서지지 않음	· 끈 모양으로 꼬아지지 않음
모래질실트 (Sandy Silty)	· 적당량의 세립사와 소량의 점토를 함유하고 실트입자가 반 이상임 · 건조되면 덩어리가 쉽게 부서져서 가루가 됨	· 덩어리지며 자유롭게 만져도 부서지지 않음 · 부서지면 밀가루와 같은 감촉	· 덩어리지며 자유롭게 다루어도 부서지지 않음 · 물을 부으면 서로 엉킴	· 끈 모양으로 꼬아지나 작게 끊어지고 부드우며 약간의 점성이 있음
실 트 (Silt)	· 세립사와 점토는 극소량을 함유하고 실트입자의 함량이 80% 이상 · 건조되면 덩어리지나 쉽게 부서져서 밀가루 감촉의 가루가 됨	· 덩어리지며 자유롭게 만져도 부서지지 않음	· 덩어리지며 자유롭게 만져도 부서지지 않고 물에 젖으면 서로 엉킴	· 완전히 꼬아 지지는 않으나 작게 끊어지는 상태로 꼬아 지고 부드러움
점 토 (Clay)	· 건조되면 딱딱한 덩어리 · 건조상태에서 잘 부서지지 않음	· 덩어리지며 자유롭게 만져도 부서지지 않음	· 덩어리지며 자유롭게 만져도 부서지지 않으며 찰흙상태로 됨	· 길고 얇게 꼬아짐 · 점성이 큼

다. 지반의 분류 및 기재방법

- 지반은 입자의 입도분포 특성 및 소성에 의해 분류되며, 흙은 여러 가지 크기의 입자가 혼합된 상태로 퇴적되거나 또는 잔류된다.
- 조립분과 세립분 분류에 있어서 조립분의 경우는 입도가 지반을 분류하는데 결정적 요소이지만 세립분에서는 입도 뿐만 아니라 연경도(Consistency)와 같은 특성을 고려하여 지반을 분류한다.
- 입경은 자갈과 같은 큰 입자에서부터 콜로이드와 같이 0.001 mm 이하의 작은 입자에 이르기까지 그 분포가 매우 넓기 때문에 입도 분석시 체분석 뿐만 아니라 입자의 침강속도로부터 입도를 추정해야한다.
- 입도분류법은 통일분류법(U.S.C.S), AASHTO 분류법, FAA법과 그 외 각국에서 기준으로 하는 분류법들이 있다.
- 지반의 분류방법으로 가장 널리 이용되어지고 있는 방법은 통일분류법이므로 본 3단계 실시설계에서도 통일분류법을 기준으로 분류를 시행하였다.
- 통일분류법에서 조립분과 세립분 구분은 #200체(0.075 mm) 및 #4체(4.76 mm)로 하고 있으며, 세립분의 구분은 액성한계(LL)와 소성지수(PI)를 기준으로 하며 이는 실내물성시험을 통해서 결정되어야 한다.

〈표 2-3-6〉 조립분과 세립분 지반의 분류



〈표 2-3-7〉 지반의 공학적 분류방법 (통일분류법, U.S.C.S)

구 분		흙의 통일분류방법		분류기호
조립토 F<50%	자갈질 흙 $F_1 < \frac{100-F}{2}$	No.200체 통과량 < 5% No.200체 통과량 < 5% No.200체 통과량 > 12% No.200체 통과량 > 12% No.200체 통과량 > 12% 5 No.200체 통과량 12% 5 No.200체 통과량 12% 5 No.200체 통과량 12% 5 No.200체 통과량 12%	Cu 4 이고 1<Cg<3 GW 조건을 만족 못함 PI<4또는 소성도의 A-선 아래 PI>7 이고 소성도의 A-선 위 소성도의 "CL-ML"부분 GW와 GM조건을 만족함 GW와 GC조건을 만족함 GP와 GM조건을 만족함 GP와 GC조건을 만족함	GW GP GM GC GC-GM GW-GM GW-GC GP-GM GP-GC
	모래질 흙 $F_1 \geq \frac{100-F}{2}$	No.200체 통과량 < 5% No.200체 통과량 < 5% No.200체 통과량 > 12% No.200체 통과량 > 12% No.200체 통과량 > 12% 5 No.200체 통과량 12% 소성도의 A-선 아래 5 No.200체 통과량 12% 소성도의 A-선 아래 5 No.200체 통과량 12% 소성도의 A-선 아래 5 No.200체 통과량 12% 소성도의 A-선상 또는 위	Cu 6 이고 1<Cg<3 SW 조건 만족 못함 PI<4또는소성도의 A-선 아래 PI>7 이고 소성도의 A-선 위 소성도의 "CL-ML"부분 SW와 SM조건을 만족함 SW와 SC조건을 만족함 SP와 SM조건을 만족함 SP와 SC조건을 만족함	SW SP SM SC SC-SM SW-SM SW-SC SP-SM SP-SC
무기질 세립토 F 50%	LL < 50%	PI<4또는 소성도의 A-선 아래(PI>7이고 소성도의 A-선 위) 4 PI 7, 소성도의 "CL-ML"부분		ML(CL) CL-ML
	LL 50%	소성도의 A-선 아래(소성도의 A-선 위)		MH(CH)
유기질 세립토 F 50%	LL < 50%	{노건조시료 ````액성한계} over {공기건조시료 ````액성한계} < 0.75		OL(OH)
	LL 50%			

주 : 1. F : No.200체 통과량 (%)

2. F₁ : No.4체를 통과하고 No.200체에 남은 흙의 양(%)

2.3.2 점토 광물과 입자구조

가. 기본구조

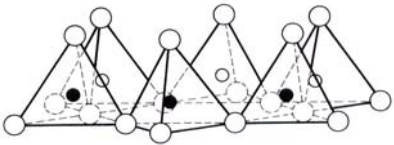
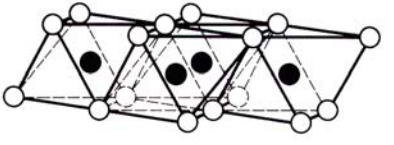
- 자갈이나 모래와 같은 사질지반의 광물성분은 지반의 공학적 성질에 영향을 미치지 못하지만, 세립질의 점성지반의 경우 광물성분의 구조 및 배열은 지반의 강도 및 거동에 큰 영향을 미치므로 이에 대한 검토가 필요하다.

나. 대표적인 점토광물의 특성

1) 기본구조

- 점토광물의 종류는 수없이 많으나 그 광물을 구성하고 있는 기본단위는 Tetrahedron과 Octahedron로 나눌 수 있다.

〈표 2-3-8〉 점토광물 기본구조

구 분	구 성	원자구조	결합상태
Tetrahedron	규소(Si)원자 4개 산소(O)원자		Silica sheet
Octahedron	알루미늄(Al), 마그네슘(Mg)원자 6개 수산기(OH)		Gibbsite Brucite

2) 복합구조

○ Kaolinite

- Gibbsite의 하면에 Silica의 상면이 끼워진 2개의 sheet가 기본이 되어 이루어진 점토 광물이다. (1 : 1 mineral)
- 0.72nm의 기본 layer가 70~100이상 모여 하나의 광물을 이룬다
수소결합(hydrogen bond)으로 매우 강한 조직을 형성한다.

○ Montmorillonite

- 2장의 Silica sheet 사이에 Gibbsite가 끼어있는 구조로 이루어진 점토 광물이다 (2 : 1 mineral)
- 물과의 접착력이 매우 좋고 함수비 변화에 따라 swelling에 매우 민감하게 반응하므로 포장체 또는 구조물 하부에 적합하지 않은 광물이다.

○ Illite

- 2장의 Silica sheet 사이에 Gibbsite가 끼어있는 구조가 칼륨(K) 원자로 연결된 점토 광물이다. (2 : 1 mineral)
- Montmorillonite와 같이 활동성이 좋은 점토광물이다.

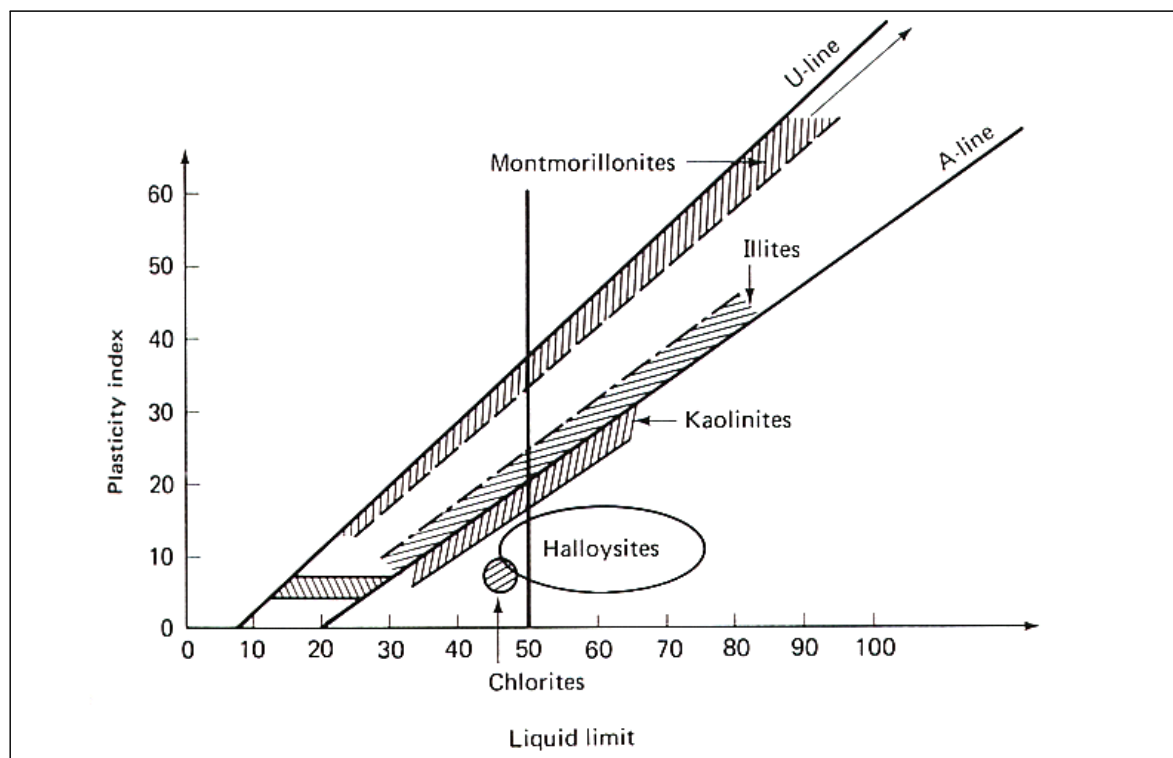
○ Chlorite

- Silica sheet와 Gibbsite의 연속 구조로 이루어진 광물이다. (2:1:1 mineral)
- 일반적인 점토광물이며 상대적으로 활동성이 적은 점토광물이다.

3) 점토광물의 특성 비교

〈표 2-3-9〉 점토광물의 평균 특성 (Yong and Warkentin, 1975)

구분	두께(nm)	지름(nm)	단면적(km ² /kg)
Montmorillonite	3	100~1,000	0.8
Illite	30	10,000	0.08
Chlorite	30	10,000	0.08
Kaolinite	50~2,000	300~4,000	0.015



〈그림 2-3-1〉 Casagrande의 소성도표에서의 점토광물 분포

제3장 지형 및 지질

3.1 지형

3.2 지질

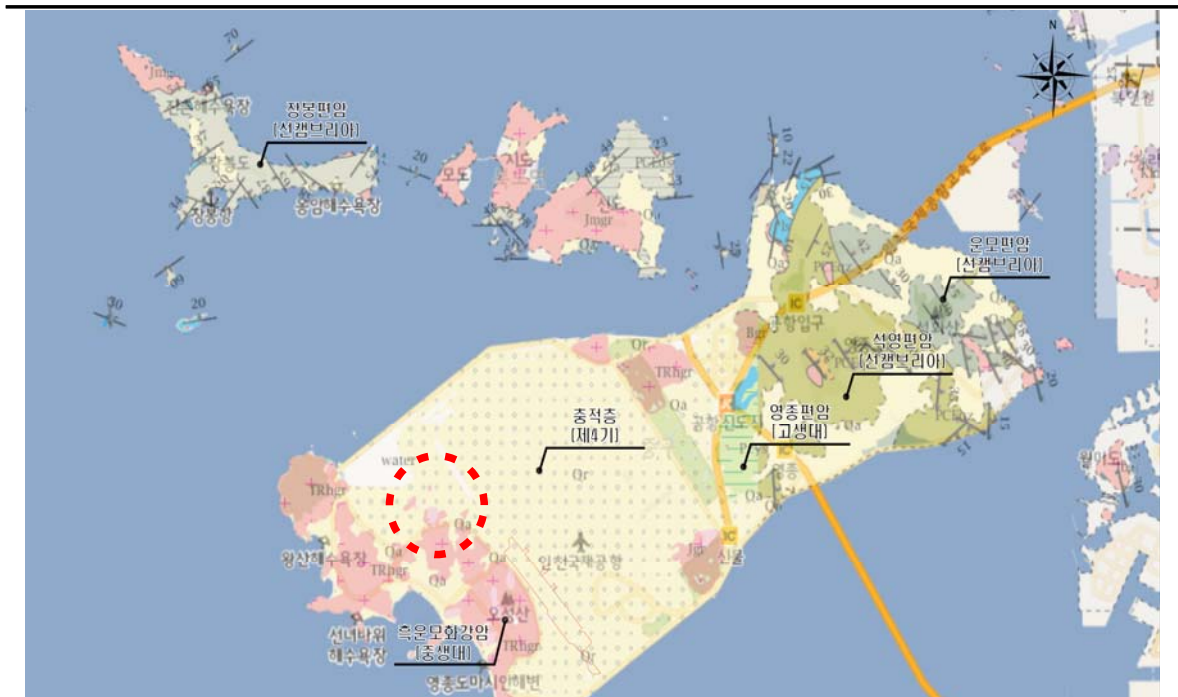
3. 지형 및 지질

3.1 지형

- 본 과업지역은 인천광역시 중구에 속한 섬으로 용유도와 삼목도, 신불도 사이 얇은 바다를 방조제로 연결하여 간척을 해서 만들어진 섬이다. 본 과업지역의 동측에 과업지역과 인접하여 인천국제공항이 위치하고 있다.

3.2 지질

- 과업지역의 기반암은 대부분 주로 트라이아스기의 각섬석 흑운모화강암과 반화강암으로 이루어져 있으며, 각섬석 흑운모화강암의 분포를 통해 간척 이전의 해안선을 유추해 볼 수 있다.
- 지질구조는 고기 변성암 복합체에서 복잡한 양상을 보이나 각섬석 흑운모화강암 분포지역에서는 단순하게 나타나고 있다.
- 각섬석 흑운모화강암의 구성 광물은 중·조립질의 각섬석, 석영, 장석류, 운모류로 주로 구성됨
- 불연속면의 분포현황으로 주 절리는 북서-남동($230^{\circ} \sim 240^{\circ}$)방향, 경사는 $49^{\circ} \sim 85^{\circ}$ 를 보인다. 경사는 저각부터 고각까지 분포하는 것으로 서로 다른 암종의 기반암으로 이루어져 있다.
- 변성암의 경우 엽리방향으로 저각의 절리가 형성되고 관입암인 화강암은 노출되는 과정에서 팽창으로 인해 수직절리가 우세하여 발달하였다.



〈그림 3-2-1〉 조사지역 지질도

〈표 3-2-1〉 인천지역 지질계통표

지질시대	지 층	비 고
제 4 기	매 립 지	
	충 적 층	
~~~ 부 정 합 ~~~		
백 악 기	암 맥 류	
	----- 관 입 -----	
	화강반암	
	섬 록 암	
	----- 관 입 -----	
	안 산 암	
	----- 관 입 -----	
	김포유문암	
	----- 용 류 -----	
	화산쇄설성퇴적암	
	김포응회암	
	----- 관계미상 -----	
	유 문 암	
	----- 관 입 -----	
	계양산응회암/철마산응회암	
----- 분 출 -----		
쥐 라 기	홍색장석화강암	
	섬 장 암	
	흑운모화강암	
	----- 관 입 -----	
	통 진 층	대동층군
----- 단층접촉 -----		
선캠브리아기	화강편마암	
	----- 관 입 -----	
	운모편암/석영편암	
	안구상편마암	
	흑운모편마암	

주) 용유도, 김포-인천 지질도폭 설명서(1:50,000), 참조 한국지질자원연구원

# 제4장 조사결과

---

4.1 현장조사결과

4.2 원위치 시험 결과

4.3 실내시험 결과

## 4. 조사결과

### 4.1 현장조사결과

#### 4.1.1 시추조사 결과

〈표 4-1-1〉 설계 시추조사 결과

공 번	지층명	심도 (m)	층후 (m)	지층상태	N-value
4LSBB-12	매립층	0.0~3.0	3.0	자갈, 전석섞인 실트질 모래	12/30
	퇴적층	3.0~21.0	18.0	실트질 모래	4/30~12/30
		21.0~24.5	3.5	실트섞인 점토	3/30~4/30
		24.5~27.5	3.0	점토	6/30~10/30
		27.5~28.5	1.0	세립질 모래	14/30
		28.5~33.5	5.0	점토질 실트	15/30~24/30
		33.5~35.5	2.0	세립질 모래	13/30~16/30
	풍화토	35.5~48.0	12.5	실트질 모래	23/30~50/12
	풍화암	48.0~55.0	7.0	기반암의 풍화암	50/10~50/1

〈표 4-1-2〉 확인 시추조사 결과

공 번	지층명	심도 (m)	층후 (m)	지층상태	N-value
4LSBB-12-1	매립층	0.0~8.3	8.3	자갈, 전석 및 호박돌	—
	퇴적층	8.3~26.5	18.2	실트질 모래	3/30~26/30
		26.5~38.5	12.0	실트질 점토	16/30~29/30
		38.5~40.6	2.1	실트질 모래	29/30~30/30
	풍화토	40.6~50.0	9.4	실트질 모래	26/30~50/12
	풍화암	50.0~57.0	7.0	기반암의 풍화암	50/10~50/5

#### ○ 매립층

- 매립층의 토성은 자갈, 전석 및 호박돌로 이루어져 있으며, 지층 분포 심도는 3.0~8.3m정도의 두께로 분포하고, 대체로 습윤(Moist)한 상태를 나타낸다.

#### ○ 퇴적층

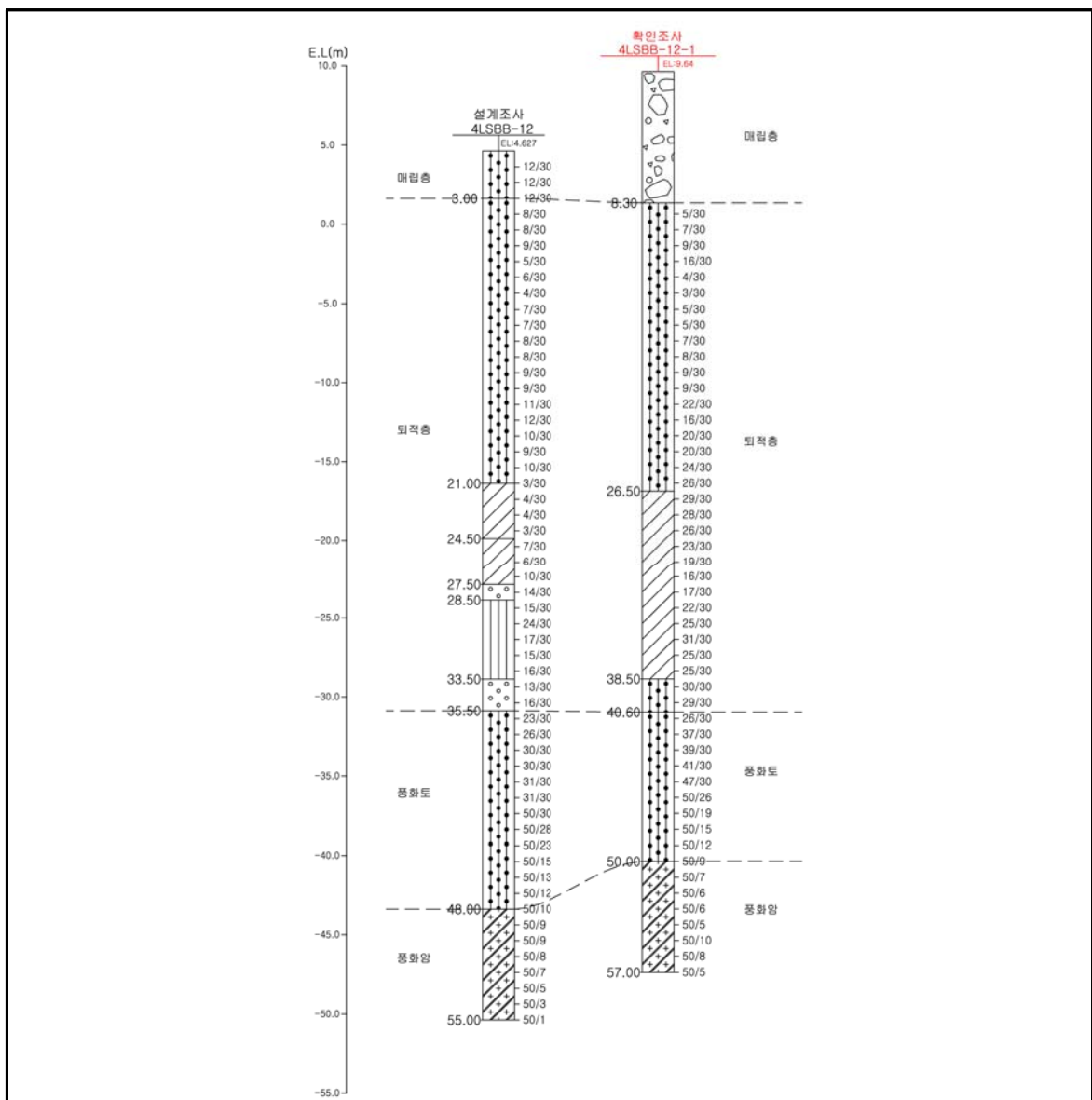
- 매립층하부에 분포하는 퇴적층은 해저에서 조류 작용으로 자연 퇴적된 지층으로 면모구조의 특성을 나타내며, 실트질 모래 및 세립질 모래(SM), 실트질 점토(CL), 점토질 실트(ML)를 나타낸다. 표준관입시험 결과 조립토의 N치는 3/30~30/30 정도의 범위로 매우느슨(Very Loose) 내지 보통조밀(Medium Dense)한 상대밀도를 나타내고, 세립토의 N치는 3/30~29/30 정도의 범위로 연약(Soft) 내지 매우견고(Very Stiff)한 지층이며 32.3~32.5m의 두께로 분포하고 있다.

## ○ 풍화토층 (Weathered Soil)

- 본 조사지역의 풍화토는 실트질 모래로 구성된 지층이며 지표로부터 35.5~40.6m 하부에 분포하며, 표준관입시험 결과 N치가 23/30~50/12로 보통조밀(Medium dense) 내지 매우조밀(Very Dense)한 상대밀도를 나타내고, 색조는 황갈색을 띄며 습윤(Moist)한 함수상태를 보인다.

## ○ 풍화암층

- 본 조사지역의 풍화암은 기반암인 화강암의 풍화암이며 지표로부터 48.5~50.0m 하부에 분포하며, 표준관입시험 결과 N치가 50/10~50/1로 매우조밀(Very Dense)한 상대밀도를 나타내고 색조는 황갈색을 띄며, 대체로 습윤(Moist)한 함수상태를 보인다.



〈그림 4-1-1〉 지반조사 지층단면도

## 4.2 원위치 시험 결과

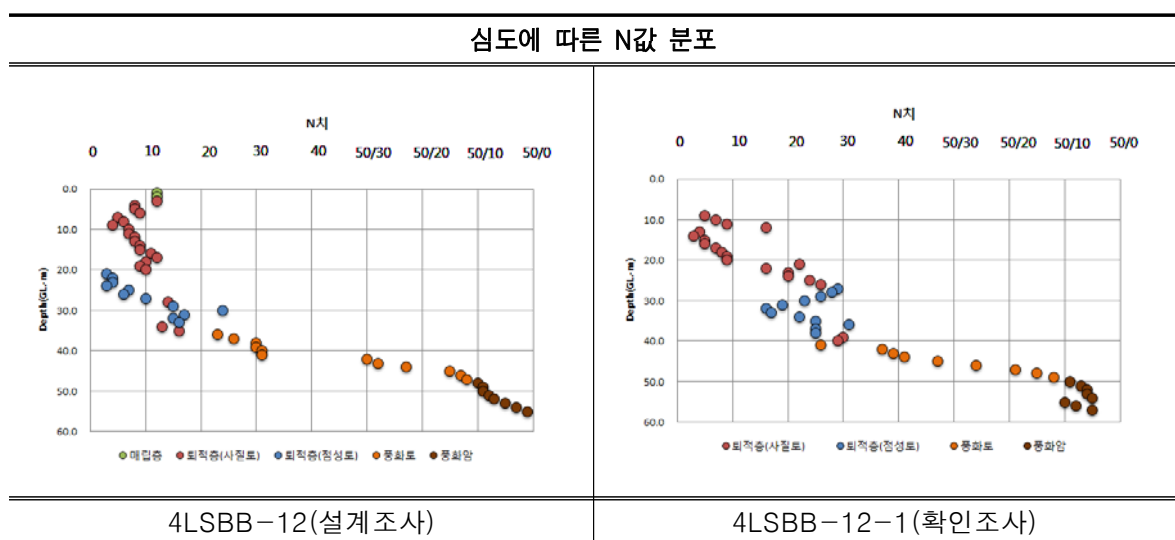
### 4.2.1 표준관입시험 결과

- 본 조사지역의 분포하는 지층의 상대밀도 및 연경도 파악을 통한 지반의 상태 확인을 위해 1.0m 간격으로 실시하였으며, 그 결과는 다음과 같다.

〈표 4-2-1〉 설계 및 확인조사 표준관입시험 결과

공 번	심 도 (G.L. -m)										횟수
	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	
설계조사 4LSBB-12	11.0	12.0	13.0	14.0	15.0	16.0	17.0	18.0	19.0	20.0	55
	21.0	22.0	23.0	24.0	25.0	26.0	27.0	28.0	29.0	30.0	
	31.0	32.0	33.0	34.0	35.0	36.0	37.0	38.0	39.0	40.0	
	41.0	42.0	43.0	44.0	45.0	46.0	47.0	48.0	49.0	50.0	
	51.0	52.0	53.0	54.0	55.0	56.0	57.0	58.0	59.0	60.0	
	12/30	12/30	12/30	8/30	8/30	9/30	5/30	6/30	4/30	7/30	
확인조사 4LSBB-12-1	7/30	8/30	8/30	9/30	9/30	11/30	12/30	10/30	9/30	10/30	49
	3/30	4/30	4/30	3/30	7/30	6/30	10/30	14/30	15/30	24/30	
	17/30	15/30	16/30	13/30	16/30	23/30	26/30	30/30	30/30	31/30	
	31/30	50/30	50/28	50/23	50/15	50/13	50/12	50/10	50/9	50/9	
	50/8	50/7	50/5	50/3	50/1	—	—	—	—	—	
	—	—	—	—	—	—	—	—	5/30	7/30	

〈표 4-2-2〉 심도에 따른 N값 비교분포



## 4.2.2 지하수위 측정 결과

- 각 조사지점에서 시추 완료시 지하수위가 안전화 된 후 공내 지하수위를 측정하였으며, 시추 공별 지하수위는 아래와 같다.

〈표 4-2-3〉 설계조사 지하수위 측정 결과

공번	지반고	GL, -m	EL. m	비고
4LSBB-12	4.627	3.3	1.327	

〈표 4-2-4〉 확인조사 지하수위 측정 결과

공번	지반고	GL, -m	EL. m	비고
4LSBH-20-1	9.64	10.8	-1.16	

## 4.3 실내시험 결과

## 4.3.1 물성시험 결과

- 시추조사, 자연시료에 대하여 함수비, 액·소성한계, 비중, 입도분석시험 등의 실내시험을 실시하였으며 그 결과는 다음 표와 같다.

〈표 4-3-1〉 자연시료에 대한 물성시험 결과

구분	공번	Depth (m)	Mc (%)	G _s	$\gamma_t$ (kN/m ³ )	e _o	Atterberg			Sieve Analysis 0.075mm (%)	U.S. C.S
							LL (%)	PL (%)	PI (%)		
확인 조사	4LSBH-12-1	15.0	19.0	2.659	—	—	N.P	N.P	N.P	39.4	SM

# 제5장 결론

---

## 5.1 결론

## 5.1 결 론

### ○ 시추조사

- 금회 조사결과 매립층 층후는 과재성토에 의해서 설계조사에 비해 5.3m 증가한 것으로 확인되었다.
- 금회조사 결과 매립층, 퇴적층, 풍화토, 풍화암의 지층순으로 나타났으며, 주 구성성분은 실트질 모래, 실트질 점토 등으로 확인되었다. 풍화암의 출현 심도는 GL(-) 50.0m로 조사되었다.
- 시추조사 완료 후 지하수위를 측정한 결과 GL(-) 10.8m로 조사되었으며, 지하수위는 계절 및 기상현상에 따라 다소 변동이 있을 수 있으므로 실제 시공시 지하수위를 비교 검토해야 할 것으로 판단된다.
- 현장시험에 의한 분석 결과 표준관입시험 N치는 설계조사에 비해 유사한 형태를 보이나, 하부 점성토층의 경우 전반적으로 증가한 경향을 보이는 것으로 나타났다.

### ○ 실내시험

- 채취된 교란시료에 대하여 기본 물성시험 결과, 상부 퇴적층은 실트질 모래(SM)으로 분류되었다.

# **부 록**

---

- 1. 평면도 및 종단면도**
- 2. 시추주상도**
- 3. 실내시험결과**
- 4. 작업사진대지**

# **1. 평면도 및 종단면도**



## 2. 시추주상도

# 시추주상도

## DRILL LOG

페이지 : 3 중 1 페이지

공 사 명 PROJECT		인천국제공항 4단계 공항내 부 연결도로공사 확인조사			공 번 HOLE No.		4LSBB-12-1		(주) 시료채취방법의 기호 REMARKS			
위 치 LOCATION		X:25155.932, Y:48344.984			지반표고 ELEVATION		9.64 M		○ 자연시료 U.D. SAMPLE			
날 짜 DATE		2021-01-26 - 2021-01-27			지하수위 GROUND WATER		(GL-) 10.8 M		◎ 표준관입시험에 의한 시료 S.P.T. SAMPLE			
					감독자 INSPECTOR		윤민규		● 코어시료 CORE SAMPLE			
									⊗ 흐트러진 시료 DISTURBED SAMPLE			

표고 Elev. M	Scale M	심도 Depth M	층후 Thic- kness M	주상도 Columnar Section	지층명 지층설명 Description	통 일 분 류	시 료 Sample			표준관입시험 Standard Penetration Test					
							시료 번호	채취 방법	채취 심도	N치 (회/cm)	N blow				
										10	20	30	40	50	
1.34		8.30	8.30	매립층	<b>▶매립층</b> 심도 : 0.00 ~ 8.30m 자갈, 전석 및 호박돌 습윤회색 * 자갈크기 : Φ3~20cm * SPT 불가 * 0.0~5.3m : 성토층(암버력) * 5.3~8.3m : 매립층	BD									
				퇴적층	<b>▶퇴적층</b> 심도 : 8.30 ~ 26.50m 실트질 모래 양회색 우느슨 내지 보통조밀한 상대밀도 * 실트층과 교호적으로 분포	SM	S-1	◎	9.0	5/30					
							S-2	◎	10.0	7/30					
							S-3	◎	11.0	9/30					
							S-4	◎	12.0	16/30					
							S-5	◎	13.0	4/30					
							S-6	◎	14.0	3/30					
							S-7	◎	15.0	5/30					
							S-8	◎	16.0	5/30					
							S-9	◎	17.0	7/30					
							S-10	◎	18.0	8/30					
							S-11	◎	19.0	9/30					
							S-12	◎	20.0	9/30					

# 시추주상도

## DRILL LOG

페이지 : 3 중 2 페이지

공 사 명 PROJECT		인천국제공항 4단계 공항내 부 연결도로공사 확인조사			공 번 HOLE No.		4LSBB-12-1		(주) 시료채취방법의 기호 REMARKS			
위 치 LOCATION		X:25155.932, Y:48344.984			지반표고 ELEVATION		9.64 M		<input type="radio"/> 자연시료 U.D. SAMPLE <input type="radio"/> 표준관입시험에 의한 시료 S.P.T. SAMPLE <input type="radio"/> 코어시료 CORE SAMPLE <input checked="" type="radio"/> 흐트러진 시료 DISTURBED SAMPLE			
날 짜 DATE		2021-01-26 - 2021-01-27			지하수위 GROUND WATER		(GL-) 10.8 M					
					감독자 INSPECTOR		윤민규					

표고 Elev. M	Scale M	심도 Depth M	층후 Thic- kness M	주상도 Columnar Section	지층명	지층설명 Description	통 일 분 류	시 료 Sample		표준관입시험 Standard Penetration Test					
								시료 번호	채취 방법	채취 심도	N치 (회/cm)	N blow			
										10	20	30	40	50	
-16.86		26.50	18.20		퇴적층		SM	S-12		20.0	9/30				
								S-13		21.0	22/30				
								S-14		22.0	16/30				
								S-15		23.0	20/30				
								S-16		24.0	20/30				
								S-17		25.0	24/30				
								S-18		26.0	26/30				
						▶ 퇴적층 심도 : 26.50 ~ 38.50m 점토 약회색 매우 견고 내지 고결한 연경도		S-19		27.0	29/30				
								S-20		28.0	28/30				
								S-21		29.0	26/30				
								S-22		30.0	23/30				
								S-23		31.0	19/30				
								S-24		32.0	16/30				
								S-25		33.0	17/30				
								S-26		34.0	22/30				
								S-27		35.0	25/30				
								S-28		36.0	31/30				
								S-29		37.0	25/30				
								S-30		38.0	25/30				
-28.86		38.50	12.00		퇴적층		CL	S-31		39.0	30/30				
						▶ 퇴적층 심도 : 38.50 ~ 40.60m 실트질 모래		S-32		40.0	29/30				

# DRILL LOG

페이지 : 3 중 3 페이지

공 사 명 PROJECT		인천국제공항 4단계 공항내 부 연결도로공사 확인조사		공 번 HOLE No.		4LSBB-12-1		(주) 시료채취방법의 기호 REMARKS	
위 치 LOCATION		X:25155.932, Y:48344.984		지반표고 ELEVATION		9.64 M		○ 자연시료 U.D. SAMPLE ○ 표준관입시험에 의한 시료 S.P.T. SAMPLE ● 코어시료 CORE SAMPLE ⊗ 흐트러진 시료 DISTURBED SAMPLE	
날 짜 DATE		2021-01-26 - 2021-01-27		감 독 자 INSPECTOR		윤 민 규			

표고 Elev. M	Scale M	심도 Depth M	층후 Thic- kness M	주상도 Columnar Section	지층명	지층설명 Description	통 일 분 류	시 료 Sample			표준관입시험 Standard Penetration Test					
								시료 번호	채취 방법	채취 심도	N치 (회/cm)	N blow				
											10	20	30	40	50	
-30.96		40.60	2.10		퇴적층	회갈색 점토 매우조밀한 상대밀도	SM	S-32	○	40.0	29/30					
						▶ <b>풍화토</b>  심도 : 40.60 ~ 50.00m 실트질 모래 회갈색 매우조밀 내지 매우조밀한 상대밀도		S-33	○	41.0	26/30					
								S-34	○	42.0	37/30					
								S-35	○	43.0	39/30					
								S-36	○	44.0	41/30					
					풍화토		SM	S-37	○	45.0	47/30					
								S-38	○	46.0	50/26					
								S-39	○	47.0	50/19					
								S-40	○	48.0	50/15					
								S-41	○	49.0	50/12					
-40.36		50.00	9.40			▶ <b>풍화암</b>  심도 : 50.00 ~ 57.00m 기반암인 화강암의 풍화암 굴진 및 타격시 실트질 모래로 분 해 회갈색 매우조밀한 상대밀도		S-42	○	50.0	50/9					
								S-43	○	51.0	50/7					
								S-44	○	52.0	50/6					
								S-45	○	53.0	50/6					
					풍화암		WR	S-46	○	54.0	50/5					
								S-47	○	55.0	50/10					
								S-48	○	56.0	50/8					
-47.36		57.00	7.00			* 심도 57.00 M 에서 시추종료		S-49	○	57.0	50/5					

### **3. 실내시험결과**

## RESULT OF SOIL TEST

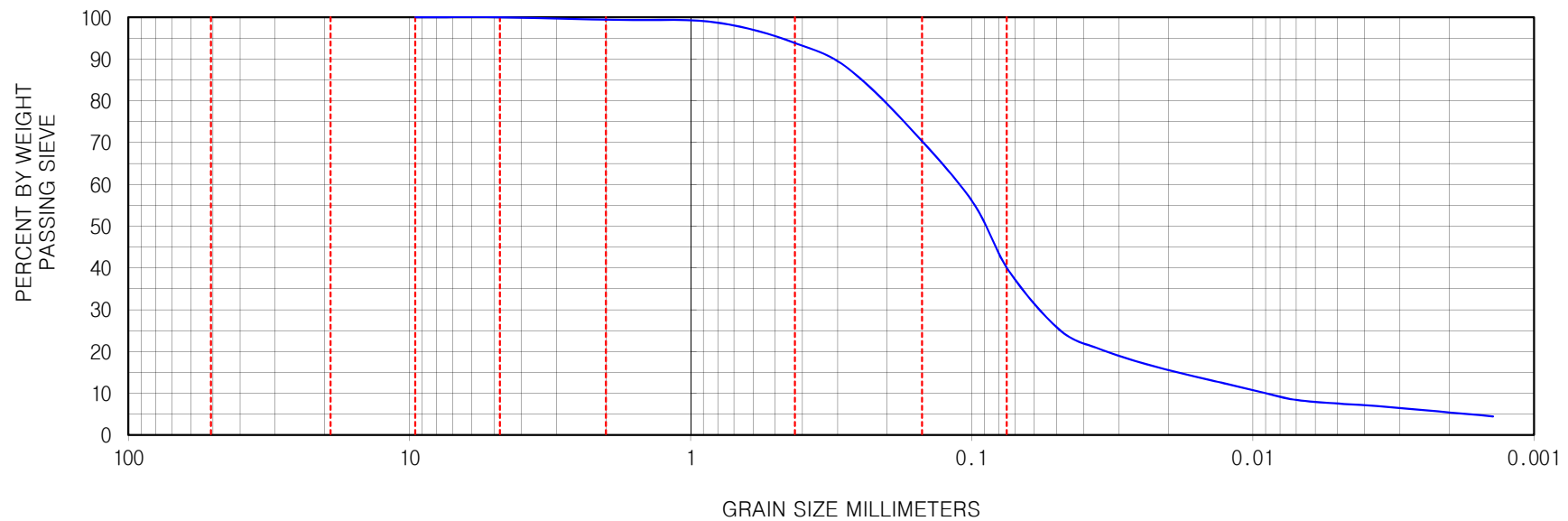
PROJECT : 공항내부 연결도로공사(4-8공구) 확인지반조사

[illegible]

# GRADATION CURVES

Project	공항내부 연결도로공사(4-8공구) 확인지반조사			Boring No.		4LSBH-20-1	Test Date	2021-02-10
Sample No.	Depth	Description	W (%)	$\rho_s$ (g/cm ³ )	WL (%)	WP (%)	IP	U.S.C.S
1	(15.0) m	Silty Sand	19.0	2.659	NP	NP	NP	SM

GRAVEL	SAND	SILT or CLAY
--------	------	--------------



## **4. 작업사진대지**

# 작업사진대지

공사명 : 인천국제공항 4단계 공항내부 연결도로공사 시공 후 확인지반조사		공 번	4LSBB-12-1
			
작업근경		작업원경	
			
표준관입시험		교란시료채취	
-		-	
-		-	

# 폐공작업사진대지

공사명 : 인천국제공항 4단계 공항내부 연결도로공사 시공 후 확인지반조사		공 번	4LSBB-12-1
			
폐공전		폐공중(모래)	
		-	
폐공후		-	

# 시료상자 사진대지

공사명 : 인천국제공항 4단계 공항내부 연결도로공사 시공 후 확인지반조사

4LSBB-12-1

