

# 제1장 | 조 사 개 요

한국 섬유기술연구소 사옥 신축공사  
지/반/조/사/보/고/서

1.1 조사목적 .....1

1.2 조사범위 .....1

1.3 조사기간 .....1

1.4 조사수량 .....2

1.5 조사장비 .....2


# 제1장 조사개요

## 1.1 조사목적

본 조사는 『한국 섬유기술 연구소 사옥 신축공사』 중 지반조사로서 과업구간의 구조물 배치계획을 고려한 각종 현장조사 및 시험을 수행하여 경제적이고 합리적인 설계 및 시공을 위한 자료를 제공하는데 그 목적이 있다.

## 1.2 조사범위

### ■ 조사지역

구 분	내 용	과업위치
행정구역	• 서울시 강남구 역삼동 819-5번지 일원	
주요계획 조사분야	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 광역조사 : 광역지질조사, 지형정보 분석 및 고지형 분석</li> <li>• 상세조사 : 지층분포 및 지반특성 파악, 시추조사, 물리탐사, 현장시험, 실내시험</li> <li>• 성과분석 : 현장조사, 현장 및 실내시험 결과의 상호비교 분석</li> </ul>	

## 1.3 조사기간

### ■ 조사 기간

구 분	조 사 기 간
현장조사 및 시험	2012. 2. 13 ~ 2012. 2. 21
물 리 탐 사	2012. 2. 17
실 내 시 험	2012. 2. 16 ~ 2012. 2. 22
성과분석 및 보고서 작성	2012. 2. 15 ~ 2012. 2. 23

## 1.4 조사수량

### ■ 조사 수량 및 활용방안

구 분		수 량	단 위	활용방안
현장조사	시추조사	4	공	• 지반의 특성 파악 및 시험시료 제공
현장시험	표준관입시험	22	회	• N치로부터 지반의 강도특성 및 변형특성 파악
	현장투수시험	2	회	• 강우 침투류 해석, 비탈면 안정 해석
	현장수압시험	2	회	• 지하수 거동 분석, 그라우팅 효과 예측
	공내전단시험	2	회	• 비탈면 안정 해석, 기초지지력 산정
	공내재하시험	2	회	• 구조물 기초 안정성해석
물리탐사	하향식탄성파탐사	1	회	• 지반의 동적특성을 파악하여 내진설계에 활용
실내토질시험	기본물성시험	4	회	• 흙의 분류, 기본물성 파악
실내암석시험	기본물성시험	4	회	• 암반의 분류 및 암석의 강도, 변형특성 파악
	일축압축강도시험	4	회	
	삼축압축강도시험	1	회	
	절리면전단시험	1	회	• 암석내 절리면의 전단특성 파악

## 1.5 조사장비

### ■ 현장시험

조 사 항 목	조 사 장 비
시 추 조 사	• 시추기(유압식, 수세식) 디젤엔진 및 기타 부속자재 2식
현 장 투 수 시 험	• 투수시험 장비
현 장 수 압 시 험	• 수압시험 장비
공 내 전 단 시 험	• BST(Handy Geotechnical Ind. co, 미국)
공 내 재 하 시 험	• PMT(일본) Elastmeter-2(일본)
다 운 흘 테 스톱	• Geode: (Geometrics), Geophone : Geostuff BHG-3, U.S.A

## 제2장 | 일 반 사 항

한국 섬유기술연구소 사옥 신축공사  
지/반/조/사/보/고/서

2.1 흙의 분류 및 기재방법 .....	3
2.2 암반의 분류 및 기재방법 .....	6
2.3 현장조사 .....	9
2.4 현장시험 .....	10
2.5 물리탐사 .....	15
2.6 실내토질시험 .....	16
2.7 실내암석시험 .....	17
2.8 폐공처리 .....	19

## 제2장 일반사항

### 2.1 흙의 분류 및 기재방법

흙의 분류는 다른 여러 흙을 간단한 시험을 근거로 몇 가지 무리로 나누어 사전에 그 공학적 성질을 파악할 목적으로 시행하였다.

구 분	설 명
흙의 분류	• 흙의 공학적 분류방법(KS F2324)인 통일분류법(USCS)을 기준으로 분류
기재방법	• 시추주상도의 지층구분은 통일된 기호를 사용 • N값에 의해 상대밀도 및 연경도, 함수상태, 지하수조건, 입자의 둥근정도 및 분급 정도, 자갈이상의 입자크기 등을 판단하고 채취교란시료의 육안관찰 및 물성시험에 근거하여 통일분류법으로 흙을 분류하여 기재
기술내용	• 연경도 및 사질토의 상대밀도와 습윤상태, 색조, N값 등을 고려하여 기재 • 함수상태는 건조(Dry), 습윤(Moist), 젖음(Wet) 및 포화상태(Saturated)로 구분 • 색조는 흑색, 갈색, 홍색, 적색, 황색 등에 담(연한)과 암(진한)의 접두어를 사용

#### ■ 흙의 분류 방법

#### ■ 육안 관찰에 의한 분류법

구분	토립자의 육안적 판별과 일반적인 상태	손으로 쥐었다 놓음		습윤상태에서 손가락으로 끈모양으로 풀때
		건조상태	습윤상태	
모래 (Sand)	• 개개 입자의 크기가 판별될 수 있는 입상을 보임 • 건조상태에서 흘러져 내림	• 덩어리로 되지 않고 흐트러짐	• 덩어리거나 가볍게 건드리면 흐트러짐	• 끈모양으로 꼬아 지지 않음
실트섞인 모래 (Silty Sand)	• 입상이나 실트, 점토가 섞여서 약간 점성이 있음 • 모래질의 특성이 우세함	• 덩어리거나 가볍게 건드리면 흐트러짐	• 덩어리지며 조심스럽게 다루면 부서지지 않음	• 끈모양으로 꼬아 지지 않음
모래섞인 실트 (Sandy Silt)	• 적당량 세립사와 소량의 점토를 함유하고 실트입자 50% 이상임 • 건조되면 덩어리가 쉽게 부서져서 가루가 됨	• 덩어리지며 만져도 부서지지 않음 • 부서지면 밀가루와 같은 감촉	• 덩어리지며 자유롭게 다루어도 부서지지 않음 • 물 부으면 서로 엉킴	• 끈모양으로 꼬아 지지 않으나 작게 끊어지고 부드럽고 약간의 점성이 있음
실트 (Silt)	• 세립사와 점토함량이 극소량이고 실트입자 함량이 80% 이상 • 건조되면 덩어리나 쉽게 부서져 밀가루 감촉의 가루가 됨	• 덩어리지며 자유롭게 만져도 부서지지 않음	• 덩어리지며 자유롭게 만져도 부서지지 않으면 물에 젖으면 엉킴	• 완전히 꼬아지지 않으나 작게 끊어지는 상태로 꼬아지고 부드러움
점토 (Clay)	• 건조되면 아주 딱딱한 덩어리의 상태로 됨 • 건조상태에서 잘 부서지지 않음	• 덩어리지며 자유롭게 만져도 부서지지 않음	• 덩어리지며 자유롭게 만져도 부서지지 않으며 찰흙 상태로 됨	• 길고 얇게 꼬아짐 점성이 큼

■ 통일 분류법(KS F2324)

주요구분			기호	대표적인 흙	분류기준			
조립토 (Coarse-Grained Soils)	자갈  #4체 (4mm) 에 50% 이상 남음	세립분이 약간 또는 거의 없는 자갈	GW	• 입도분포가 좋은 자갈 또는 자갈과 모래의 혼합토, 세립분이 약간 또는 없음	• 세립분의 함유율에 의한 분류:  • 0.08mm체 통과율이 5%이하인 경우 GW, GP, SW, SP  • 0.08mm체 통과율이 12%이상인 경우 GM, GC, SM, SC  • 0.08mm체 통과율이 5~12%인 경우 2중 문자로 표시	$C_u > 4$ $C_u=D_{60}/D_{10}$ $1<C_c<3$ $C_c=(D_{30})^2/(D_{10} \times D_{60})$		
			GP	• 입도분포가 나쁜 자갈 또는 자갈과 모래의 혼합토, 세립분이 약간 또는 없음		GW의 조건이 만족되지 않을때		
		세립분을 함유한 자갈	GM	• 실트질의 자갈, 자갈 모래- 실트의 혼합토		• Atterberg 한계가 A선 밑 또는 소성 지수가 40이하	• 소성지수가 4~70이면서 Atterberg 한계가 A선 위에 존재 할때는 2중 문자 표시	
			GC	• 점토질의 자갈, 자갈 모래- 점토의 혼합토		• Atterberg 한계가 A선 위 또는 소성 지수가 70이상		
	모래 (Sand)  #4체 (4mm) 에 50% 이상 통과	세립분이 약간 또는 거의 없는 모래	SW	• 입도분포가 좋은 모래 또는 자갈질의 모래, 세립분은 약간 또는 없음	• $C_u > 6$ • $1 < C_c < 3$  SW의 조건이 만족되지 않을때			
			SP	• 입도분포가 불량한 모래 또는 자갈질 모래				
		세립분을 함유한 모래	SM	• 실트질의 모래, 모래와 실트의 혼합토		• Atterberg 한계가 A선 밑에 있거나 소성 지수가 5 이하	• 소성지수가 4~70이면서 Atterberg 한계가 A선 위에 존재 할 때는 2중 문자로 표시	
			SC	• 점토질의 모래, 모래와 점토의 혼합토		• Atterberg 한계가 A선 밑에 있거나 소성 지수가 7 이상		
세립토 (Fine-Grained Soil)	액성한계 50% 이하인 실트나 점토	ML	• 무기질의 실트, 매우 가는 모래, 암분, 소성이 작은 실트질의 세사나 점토질의 세립사	• 소성도(Plasticity Chart)는 세립토에 함유 된 세립분과 세립토를 분류하기 위해 사용 • 소성도의 빗금친 곳은 2중 표기				
		CL	• 소성이 중간치 이하인 유 기질점토, 자갈질점토, 모래질점토, 실트질점토					
		OL	• 소성이 작은 유기질 실트 및 점토					
	액성한계 50% 이상인 실트나 점토	MH	• 무기질 실트, 운모질 또는 규소의 세사 또는 실트질 흙, 탄성이 큰 실트					
		CH	• 소성이 큰 무기질 점토, 탄성이 큰 점토					
		OH	• 탄성이 중간치 이상인 유기질 점토					
고유기성 흙		Pt	• 이탄 및 그 밖의 유기질을 많이 함유한 흙					

## 흙의 기재방법

### ■ 흙의 기재사항

구 분	기 재 사 항	비 고
주 상 도	• 흙의 분류, 상대밀도, 연경도, 습윤도, 색 등	시추시 채취된 교란시료의 육안관찰로 확인 및 기재
함수상태	• 건조, 습윤, 젖음, 포화 등으로 표기 • 현장에서 판단되는 함수비의 정도로부터 평가	
색 조	• 흑색, 갈색, 회색, 적색, 황색 등 기본색을 기준 • 연합과 진함의 명암 및 혼색에 대한 서술용어를 접두어로 사용	

### ■ 상대밀도 및 연경도

세립토의 연경도			조립토의 상대밀도		
N값	연경도	일축압축강도 (MPa)	N값	상대밀도	상대밀도(%)
0~2	대단히 연약(Very Soft)	0.025이하	0~4	대단히 느슨(Very Loose)	0~20
2~4	연약 (Soft)	0.025~0.05	4~10	느슨 (Loose)	20~40
4~8	보통 (Medium)	0.05~0.1	10~30	보통 (Medium)	40~60
8~15	단단함 (Stiff)	0.1~0.2	30~50	조밀 (Dense)	60~80
15~30	대단히 단단함 (Very Stiff)	0.2~0.4	50 이상	대단히 조밀(Very Dense)	80~100
30 이상	건고 (Hard)	0.4 이상			

### ■ 시료의 함수상태

함수비(%)	상 태
0 ~ 10	건 조(Dry)
10 ~ 30	습 윤(Moist)
30 ~ 70	젖 음(Wet)
70 이 상	포 화(Saturated)

### ■ 시료의 색조

구분	색											
색	1	담						암				
	2	분홍	홍	황	갈	감람	녹	회				
	3	분홍	적	황	갈	감람	녹	청	백	회	흑	

주) 시료의 색조는 회색, 갈색, 황색 등의 기본색에 필요에 따라 연한(담), 짙은(암) 등과 같은 접두어를 사용하여 기재

## 2.2 암반의 분류 및 기재방법

### 2.2.1 암반의 분류

지반조사시 암석의 분류는 TCR, RQD, 굴진상태, 굴진속도, 풍화상태, 강도 등을 관찰하여 주상도에 기술하였다. 한국도로공사의 분류기준에 의거하여 풍화암, 연암, 경암으로 구분하였으며, 토공의 작업성(리퍼 빌리티)에 의거한 분류는 토사, 리핑암, 발파암으로 구분하였다.

#### ■ 암반분류의 기준

- 각 기관별로 설계에 이용된 암반분류 기준들이 시공 단계에서 검증 및 분석(암반등급과 보강패턴의 관계 등)에 의한 수정 절차를 거치지 않아 아직까지 일관성과 통일성이 없이 제시되고 있는 실정
- 현 실정상 시공시의 막장을 관찰하여 결정한 암반등급과 보강패턴과의 관계를 통계 분석하여 도출된 RMR과 Q-system을 적용
- 국내에서 적용되는 암반분류는 그 기준이 서로 상이하고 국내 암반에서의 기초자료에 의한 검증도 미흡한 실정이므로, 터널 시공중 급변하는 지질조건에 능동적으로 대처하여 시공을 할 수 있도록 암반평가를 실시

분류명칭	분류목적	분류요소	검 토	비 고
토 목 표준품셈	토 공	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 탄성파속도(자연, 암석)</li> <li>• 암편내압강도</li> <li>• 암종</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 암편의 일축압축강도 기준이 너무 높음</li> <li>• 연암 이하의 일축압축강도는 가공의 수 치임</li> </ul>	건설교통부
용역협회 기 준	시추암석 분 류	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 탄성파속도</li> <li>• 일축압축강도</li> <li>• 시추코어상태</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 탄성파속도 및 일축압축강도 외에는 주 관적인 견해 지배적</li> </ul>	한국 기술용역협회
한 국 도로공사	터 널	<ul style="list-style-type: none"> <li>• TCR, RQD</li> <li>• 탄성파속도</li> <li>• 일축압축강도</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 각 암질에 대응하는 터널표준 단면 제시</li> </ul>	한국도로공사
서 울 시 표준지반	토목공사	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SPT, TCR, RQD</li> <li>• 일축압축강도</li> <li>• 절리면 간격</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 매우 보수적인 분류</li> </ul>	서울특별시
서 울 지하철	터 널	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SPT, TCR, RQD</li> <li>• 일축압축강도</li> <li>• 절리면 간격</li> <li>• RMR 연계</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 서울시 표준지반분류를 근간으로 한 것 으로 RMR과 연계시 등급 간격이 일정 치 않음</li> </ul>	서울 지하철 9호선설계기준 (안)(1997)
고속철도	터 널	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 일축압축강도</li> <li>• 탄성파속도</li> <li>• 변형계수</li> <li>• 지반강도비</li> <li>• TCR, RQD</li> <li>• 현장 육안관찰</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• RQD 및 일축압축강도 등 개별 요소에 의해 지반등급 결정 가능성 제공</li> </ul>	고속철도시방서 지반분류(안)



## 한국도로공사 분류기준

표준단면	암 질	특 징	RMR	Q 값	RQD (%)	탄성파 속 도 (km/sec)	일 축 압축강도 (MPa)	TCR (%)
I	경 암	•안정성이 있고 풍화, 변질 및 물리적, 화학적 영향을 거의 받지 않은 신선한 대괴상의 암질	80~100	40 이상	70 이상	4.5 이상	100이상	90 이상
II	보통암	•균열 및 편리가 다소 발달되어 있으며 일반적으로 절리가 존재하는 층상의 암질	70~80	10~40	40~70	4.0~4.5	80~100	70~90
III	연 암	•층리, 절리 및 편리 등이 매우 발달된 상태이며 파쇄대가 존재하는 괴상의 암질	50~70	4~10	20~40	3.5~4.0	60~80	40~70
IV	풍화암	•물리적, 화학적 영향으로 파쇄가 매우 발달되고 절리가 불규칙적으로 발달된 파쇄상의 풍화된 암질	25~50	1~4	20	3.5 이하	25~60	40 이하
V	풍화암 (토)	•풍화작용이 심하고 일부가 토괴화된 상태이며 매우 쉽게 부서지고 쉽게 뜯어낼 수 있는 암질	25 이하	1 이하	20 이하 N>100 : IV N<100 : V	3.0 이하	25 이하	-

## 토공작업 리퍼빌리티에 따른 암반의 분류

구 분		토공작업		
		토사(도저)	리핑암	발파암
표준관입시험(N치)		50 / 10 미만	50 / 10 이상	-
불연속면의 발달빈도	BX 크기	-	TCR=5% 이하이고 RQD=0% 정도	TCR=5~10% 이하이고 RQD=0~5% 이상
	NX 크기	-	TCR=20% 이하이고 RQD=0% 정도	TCR=20% 이하이고 RQD=10% 정도
탄성파속도	A 그룹	700 m/sec 미만	700~1,200 m/sec 미만	1,200 m/sec 이상
	B 그룹	1,000 m/sec 미만	1,000~1,800 m/sec 미만	1,800 m/sec 이상

### 2.2.1 암반의 기재

#### 색

색상은 3개의 요소(밝기, 보조색, 색)에 의해 양적으로 표현하며 “색”은 기본색상의 혼합이고 “보조 색”은 색상의 명도나 농도, “밝기”는 색상의 밝기로 색상분포가 일정하지 않은 경우 부가적인 어구를 3개의 기본용어에 결합하여 사용한다.

### ■ 암석의 풍화상태에 따른 분류

기 호	용 어	설 명
D-5	완전풍화 (Completely Weathered)	• 암석전체가 완전풍화를 받아 흙으로 변화되었으나 모암의 원조 직과 구조를 지니며 간혹 풍화를 받지 않은 암편을 함유한 상태
D-4	심한풍화 (Highly Weathered)	• 암석내부까지 풍화가 진행중이며 점토물질이 협재되어 있어 부 분적으로 쉽게 부술 수 있는 상태
D-3	보통풍화 (Moderately Weathered)	• 전 암석 표면에서부터 풍화가 진행중이며 색조는 변화하였으나 손 으로 부술 수 없는 상태
D-2	약간풍화 (Slightly Weathered)	• 기반암내 발달된 불연속면을 따라 미약한 풍화작용이 시작되고 있으나 암석 자체에는 아무런 풍화작용이 일어나지 않는 상태
D-1	신선 (Fresh)	• 풍화작용의 흔적이 없는 상태




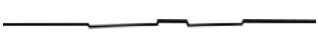





### ■ 암석의 강도에 따른 분류

기 호	용 어	설 명
S-5	매우약함(Very Weak)	• 손가락 또는 엄지손톱의 압력으로 눌러 으스러지는 정도
S-4	약함(Weak)	• 해머로 눌러 으스러지는 정도
S-3	보통강함(Moderately Strong)	• 1회의 약한 해머 타격으로 쉽게 깨지며 모서리가 으스러지는 정도
S-2	강함(Strong)	• 1~2회의 강한 해머 타격으로 깨지거나 모서리가 각이지는 정도
S-1	매우강함(Very Strong)	• 여러번의 강한 해머 타격으로 파각상의 조각으로 깨지며 각이 날카로운 정도

### ■ 불연속면의 간격

기 호	Joint 간격	설명
F-5	5cm 이하	매우심한균열(Highly Fractured)
F-4	5~10cm	심한균열(Fractured)
F-3	10~20cm	보통균열(Moderately Fractured)
F-2	20~100cm	약간균열(Slightly Fractured)
F-1	100cm 이상	괴 상(Massive)

### ■ 절리면 거칠기에 따른 분류

구 분	계단형(Stepped)	굴곡형(Undulating)	평면형(Planar)
거 칠 음 (Rough)			
완 만 (Smooth)			
평 면 (Slickensided)			

## 2.3 현장조사

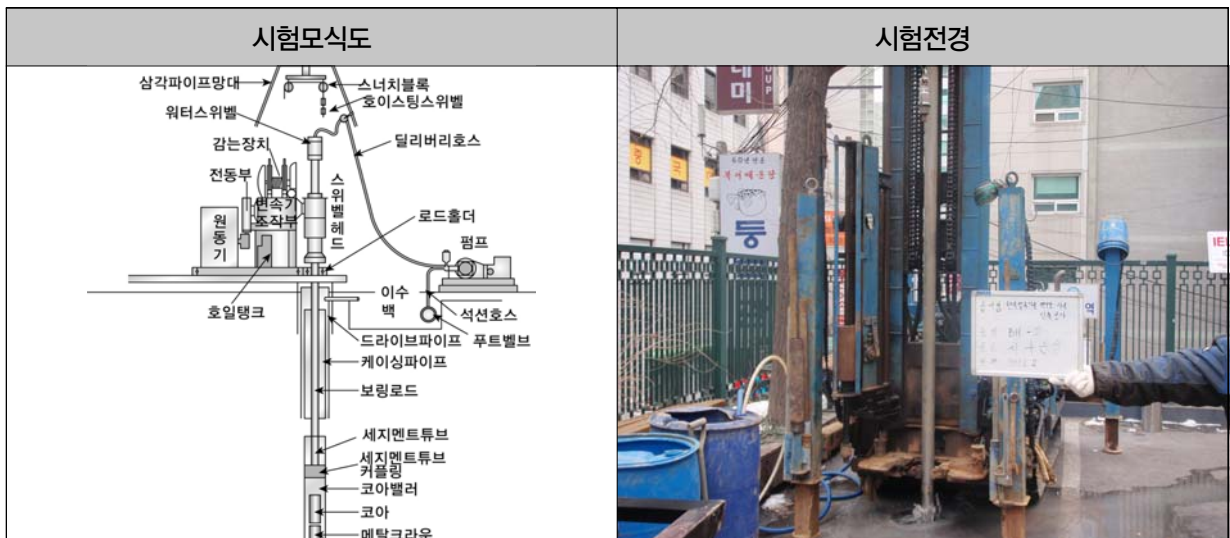
### 2.3.1 시추조사

지층의 성상과 각 지층의 지반공학적 특성, 기반암의 분포상태 및 풍화도 등 파악하고, 시료의 채취 및 각종 원위치 공내시험을 실시하여 설계에 필요한 지반자료를 제공하는데 그 목적이 있다.

#### 원리 및 시험방법

- 회전 수세식(Rotary Wash Type)시추기 사용
- 시추구경은 NX( $\phi = 76\text{mm}$ )규격
- 공벽붕괴 방지를 위해 풍화암까지 Casing 삽입
- 토사 시료채취는 Split Spoon Sampler, 암반 시료 채취는 D-3 Core Barrel 및 Diamond Bit 사용
- 채취된 암석코어는 육안관찰에 의하여 암석내에 분포된 불연속면(Discontinuities)과 충전물 등을 파악하고 절리의 분포상태, TCR, RQD 등의 암반특성을 평가할 수 있는 자료를 조사하여 시추 주상도에 기재
- 채취된 토질 및 암석시료는 시료상자에 공번, 심도, 지층명, 색상 등을 기록하여 정리 보관

#### 시험모식도 및 전경



#### 적용현황 및 결과활용

구 간	수 량
총수량	NX SIZE 4공

- 주상도 작성 : 지층 현황 파악
- 실내시험을 위한 시료채취 및 암반분류
- 각종 시추공 이용한 현장시험 실시
- 구조물 기초계획 및 토공계획
- 지층단면도 작성 : 비탈면 설계에 활용



## 2.4.2 현장투수시험

과업구간내 분포하고 있는 토사지반(매립 및 퇴적층, 붕적층, 풍화대층)의 투수성을 파악하기 위하여 시추공내에서 수위하강법(Falling head method)을 적용하여 현장투수시험을 실시하였으며, 투수시험 대상층 상부까지 Casing을 설치하여 공내 Casing상단에 수위가 형성될 때까지 Casing외부로부터 물을 주입하고 시간에 따른 수위강하를 기록하여 시험구간내 투수능력을 확인하였다.

### 원리 및 시험방법

- 시험구간이 지하수위면 하부에 위치하는 경우

$$K = \frac{r^2}{2(L_1 - L_2)(t_2 - t_1)} \ln\left(\frac{L_1 - L_2}{r}\right) \ln\left(\frac{(H_c + D_c) - H_1}{(H_c + D_c) - H_2}\right)$$

- 시험구간이 지하수위면 상부에 위치하는 경우

$$K = \frac{r^2}{2(L_1 - L_2)(t_2 - t_1)} \ln\left(\frac{L_1 - L_2}{r}\right) \ln\left(\frac{H_1 + H_G}{H_2 + H_G}\right)$$

여기서, K : 투수계수(cm/sec)

r : 케이싱반경(cm)

L<sub>1</sub> : 케이싱 상단에서 굴착깊이까지 거리(cm)

L<sub>2</sub> : 케이싱 상단에서 케이싱 하단까지 거리(cm)

t<sub>1</sub>, t<sub>2</sub> : 경과시간 (sec)

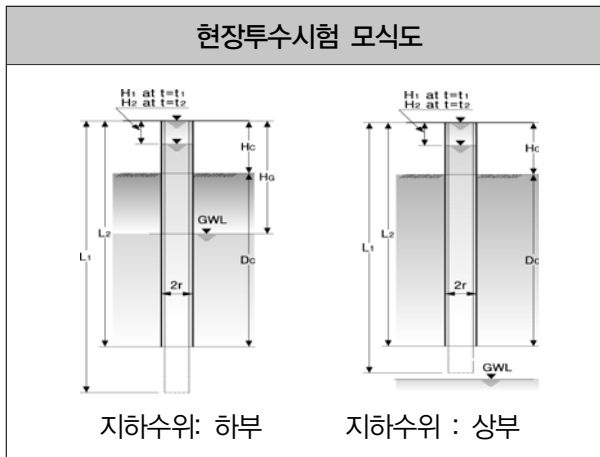
H<sub>1</sub>, H<sub>2</sub> : 경과시간에 따른 수위저하 거리(cm)

H<sub>c</sub> : 지상에 노출된 케이싱 길이 (cm)

D<sub>c</sub> : 지중에 삽입된 케이싱 길이 (cm)

H<sub>G</sub> : 케이싱 상단에서 지하수위까지 거리 (cm)

### 시험모식도 및 전경



### 적용현황 및 결과활용

구 분	수 량
총 수 량	2회

- 토사지반의 투수계수 산정
- 과업구간 수리특성 파악에 활용
- 침투류해석시 입력자료로 활용

### 2.4.3 현장수압시험

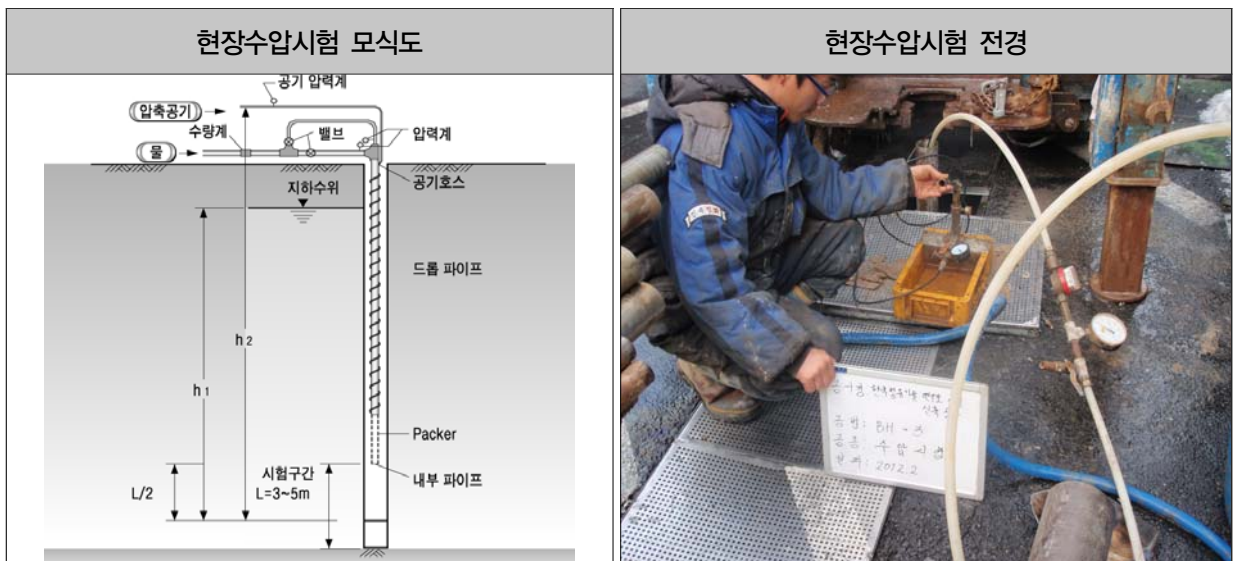
과업구간에 분포하고 있는 암반의 투수성 및 Lugeon Pattern 파악하고, 지층별 투수계수 Lugeon치를 산출하여 수리지질 특성 평가하는데 목적이 있다.

#### 원리 및 시험방법

- 수압을 이용하여 절리를 포함한 암반의 투수성을 시험
- 공경 76mm의 시추공에 압력 10kg/cm<sup>2</sup> 로 주수한 경우 주입길이 1m당 주입량을 리터단위로 나타낸 것이 루전(Lugeon)치임
- 시험방법은 Single Packer를 사용, 하향식으로 실시하는 것을 원칙으로 하였으며, 압력의 증감은 5~9단계로 실시하여 각 단계에서 주입압력별로 약 5~10분간의 가압시간을 유지하여 정확한 주입수량을 측정
- 투수계수 및 Lugeon치 산출 공식

$$K = \frac{2.3Q}{2\pi HL} \cdot \ln \frac{L}{R \cdot Lu} = \frac{10 \cdot Q}{P \cdot L}$$

#### 시험모식도 및 전경



#### 적용현황 및 결과활용

구 분	수 량
총 수 량	2회

- 그라우팅 보강설계시 기초자료로 활용
- 조사구간 기반암의 투수계수와 Lugeon치 산출
- 투수패턴 파악(Laminar, Turbulent, Dilation, Wash-Out, Void Filling)
- 수리지질학적 특성을 파악하여 시공을 위한 굴착시 지하수의 유출량 파악



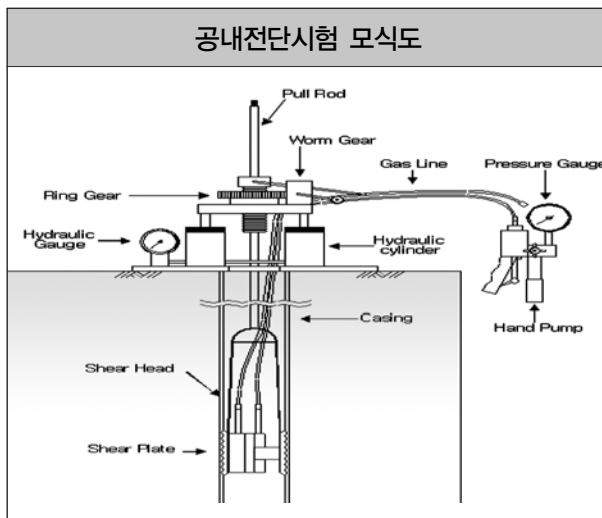
## 2.4.4 공내전단시험

풍화대는 불교란시료 채취가 어려우므로 실내시험을 통한 강도정수의 산정이 어려움이 있어 시추공을 이용하여 현장에서 직접 신뢰성 높은 전단시험을 실시하였으며, 지반의 강도정수( $c$ ,  $\phi$ )를 측정하는데 그 목적이 있다.

### 원리 및 시험방법

- 시추공내 시험구간에 전단기(Shear Head)를 삽입
- 지상에서 Hand Pump를 이용, 전단기를 공벽에 부착시킨 후 수평응력(Nomal Stress)을 가함
- 시추공내 전단기와 연결된 Rod를 지상에서 유압잭(Hydraulic Jack)으로 끌어당기는 수직응력(Shear Stress)을 가하여 파괴시의 전단력을 산정
- 시험구간을 변경한 후 동일한 방법으로 수평응력을 바꾸어 3회 이상 시험
- 측정된 각 3회의 수평응력과 전단력을 근거로 선형회귀분석을 실시하고, 그 결과 산출된 직선적 관계로부터 점착력과 마찰각 산정

### 시험모식도 및 전경



### 적용현황 및 결과활용

구 분	수 량
총 수 량	2회

- 풍화대 강도정수 산정시 직접적으로 반영
- 비탈면 안정성 검토시 입력자료로 활용

## 2.4.5 공내재하시험

조사지역의 변형특성 파악(변형계수 및 탄성계수 측정)하는데 그 목적이 있으며, 신뢰성을 높이기 위해 지층상태에 따라 PMT 공내재하시험기를 적용하였다.

### 원리 및 시험방법

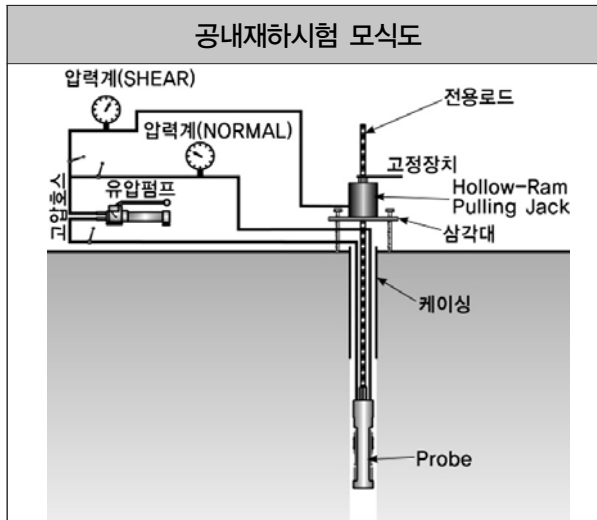
#### 1) 등분포 재하법(Elastmeter-2)

- 시험하고자 하는 심도까지 Sonde를 삽입한 후 가압장치에서 Sonde 외부에 부착된 고무튜브를 팽창시키고, 이때 발생하는 공벽의 변위를 측정하여 변위-응력 곡선으로부터 변형계수 산출
- 작성된 압력-변위량 곡선을 검토하여 이 중 초기하중 곡선의 직선구간에서 탄성계수를 산출하는 방법으로 처리

#### 2) 등변위 재하법(Goodman Jack)

- 등분포 재하법에 비해 큰 하중을 작용시킬 수 있는 장점이 있으나, 불균질 지반이나 이방성 지반의 경우 재하방법에 따라 시험치가 다르게 나타날 수 있기 때문에 재하방향을 명확히 할 필요가 있음
- 시험심도까지 Jack 삽입한 후 유압펌프로 Jack을 벌리고 이때 공벽의 변위는 LVDT를 통해 Readout Box로 측정, 변위-압력곡선으로부터 변형계수 및 실제값( $E_{true}$ )을 구함

### 시험모식도 및 전경



### 적용현황 및 결과활용

구 분	수 량
총 수 량	2회

- 암반의 종류별 변형계수를 결정하여 수치해석시 반영
- 말뚝 기초 수평지반반력계수 산정 및 구조물 기초 침하량 산정에 활용



## 2.5 물리탐사

### 2.5.1 하향식탄성파탐사

시추공내 지반의 심도별 탄성파속도 ( $V_p$ ,  $V_s$ )를 측정하여 지반 동적특성치(동전단탄성계수, 동탄성계수, 체적계수)를 파악해 내진설계에 활용하기 위해 시험을 한다.

#### 원리 및 시험방법

- 지표에서 탄성파를 발생시키고, 시추공내 3방향(triaxial geophone) 수진기를 통해 심도별로 탄성파 도달 시간을 기록, 분석하여 원지반의 지층별 탄성파속도(P파, S파) 측정
- 플레이트를 해머를 이용하여, 수직(P파) 혹은 수평(S파) 방향으로 타격하여 탄성파를 발생
- 정확한 도달시간 발체를 위해 좌·우 두방향으로 S파를 송신하여  $180^\circ$  의 위상차를 확인함
- 기록된 심도별 탄성파 트레이스로부터 P파, S파의 도달시간을 발체한 후, 주시곡선을 작성하고 이로부터 각 구간속도를 결정
- 측정된 탄성파 속도를 토대로 다음식으로 각 구간의 동적특성( $G_d$ ,  $E_d$ ,  $K_d$ ) 산정
  - $G_d = \rho \cdot V_s^2$  여기서,  $\rho$  : 탐사실시 지층에 대한 밀도,  $\nu$  : 탐사실시 지층에 대한 동포아송비
- 동탄성계수 산정에 필요한 포아송비는 다음 식에 의해 산정

$$-\nu = \frac{(V_p^2 - 2V_s^2)}{2(V_p^2 - V_s^2)}$$

여기서,  $V_p$ ,  $V_s$  : 압축파 및 전단파 속도

#### 시험모식도 및 전경



#### 적용현황 및 결과활용

구 분	수 량	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 시추공내 지반의 심도별 탄성파 속도 측정</li> <li>• 지반의 동적 특성값(동전단탄성계수, 동탄성계수, 동포아송비)를 파악하여 내진해석시 적용</li> </ul>
총 수 량	1회	

## 2.6 실내토질시험

### 2.6.1 기본물성시험

시추조사와 병행하여 실시한 표준관입시험, 시험굴조사, 핸드오거보링, 자연시료, 블록시료에서 얻어진 시료중 대표적인 시료를 선별하여 흙의 물리적, 역학적 특성을 파악하는데 그 목적이 있으며, 시험방법은 한국산업규격(KS F)을 준수하였다.

#### 시험항목 및 규격

시험항목	시험규격	시험항목	시험규격
함수비시험	KS F 2306	입도분석시험	KS F 2302
비중시험	KS F 2308	액.소성한계시험	KS F 2303

#### 원리 및 시험방법

##### ■ 입도시험

- 구성입자의 분포상태를 중량 백분율로 표시, 흙의 공학적 성질 추정 및 단위체적중량, 투수성, 전단강도 등의 판단자료
- 흙의 입경에 따라 구분하는 통일분류법(U.S.C.S)을 가장 많이 사용, 자갈 및 모래는 조립토(Coarse Grained Soil), 실트와 점토는 세립토(Fine Grained Soil)라 하여 입경 0.075mm를 기준으로 구분
- 입경에 의한 여러가지 흙의 분류법

분 류 법	입 경 (mm)			
	자 갈	모 래	실 트	점 토
M I T 분류	> 2	2 ~ 0.06	0.06 ~ 0.002	< 0.002
미국 농업국 분류	> 2	2 ~ 0.05	0.05 ~ 0.002	< 0.002
AASHTO 분류	76.2 ~ 2	2 ~ 0.075	0.075 ~ 0.002	< 0.002
통 일 분 류	76.2 ~ 4.75	4.75 ~ 0.075	세립토(실트, 점토) < 0.075	< 0.002

##### ■ 액성한계 시험

: 시료를 넣은 접시를 1cm의 높이에서 1초에 2회의 비율로 25회 떨어뜨렸을 때 돌로 나뉜 부분의 흙이 흙의 양쪽으로부터 유출하여 약 1.5cm의 길이로 겹칠때의 함수비 측정

##### ■ 소성한계 시험

: 흙덩어리를 굴려서 직경 3mm의 끈 모양으로 만들어져 끊어지려고 할 때의 함수비 측정

#### 적용현황 및 결과활용

시험명칭	시험결과치	시험결과와 활용	총수량
함수비시험	함수비	• 지반의 함수상태 파악	각 4회
비중시험	비중	• 지반의 단위중량 추정	
액성한계시험	액성한계	• 흙의 분류와 공학적 성질 추정	
소성한계시험	소성한계		
입도분석시험	입도분포분석	• 지반의 입도 조성 파악	

## 2.7 실내암석시험

### 2.7.1 기본물성 및 일축압축강도시험

채취된 코아의 물리, 역학적 특성을 확인하여 암반분류의 자료로 활용하는데 목적이 있다.

#### 시험항목 및 규격

시 험		시험결과와 활용	표준방법			수 량
			KS F	ISRM	ASTM	
기 본 물 성 시 험	비중시험	• 단위중량 파악	2503	○	—	4
	흡수율시험	• 암석의 공극률 파악	2503	○	—	4
	탄성파속도	• 관계식에 의한 동탄성 계수 파악	—	○	D2845	4
	포와송비	• 암석의 포와송비, 변형특성 파악	—	○	—	4
	탄성계수	• 암석의 탄성계수 파악,	—	○	—	4
일축압축강도시험		• 암석의 역학적 특성, 암반분류	2519	○	D2938 D3148	4

#### 일축압축강도 원리 및 시험방법

- 105℃의 오븐에서 12시간 이상 완전 건조 후 직경을 0.01mm 까지 측정 (D:cm)
- 축 방향의 중간부분에 축 방향 및 횡 방향으로 변형률 게이지를 부착
- 일축압축시험기에서 5kg/cm<sup>2</sup>의 하중속도로 하중을 가함
- 하중에 따른 축방향의 변형률 및 횡방향의 변형률을 기록
- 파괴될 때의 파괴하중을 기록 (P :kg)
- 응력-변형률 곡선: 탄성계수 및 포와송비
- 파괴하중에서 일축압축강도를 계산

시 험 전 경



#### 적용현황 및 결과활용

구 분	수 량
총 수 량	4회

- 암석의 물리적, 역학적 특성 파악 및 강도정수 산정, 암반 분류에 활용

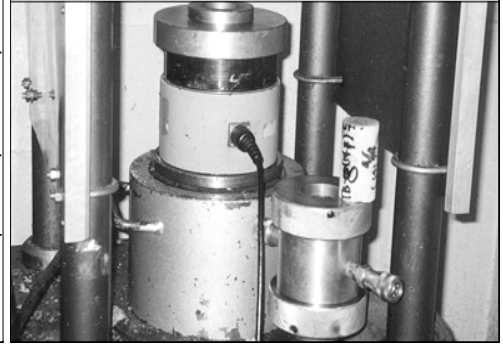
## 2.7.2 삼축압축강도시험

암반의 실제 응력상태와 가장 유사한 결과를 도출하여 각종 시험결과와 상관관계 및 강도정수 산정시 보정치로 활용하는데 목적이 있다.

### 원리 및 시험방법

- 실제 응력상태와 가장 유사한 결과를 산출
- 삼축압축 시료의 변형거동은 구속압, 하중강도, 온도, 함수상태, 시험편크기 등에 좌우됨
- 시험편을 삼축압축챔버에 넣고 일정한 축압을 가한 후 수직으로 하중을 가하여 파괴강도를 얻음
- 삼축시험결과와 일축시험, 인장시험 결과를 바탕으로 Mohr 파괴포락선으로부터 점착력과 내부마찰각을 도출

시 험 전 경



### 적용현황 및 결과활용

구 분	수 량
총 수 량	1회

- 각종 시험결과와의 상관관계 분석 및 강도정수 산정시 보정치로 활용

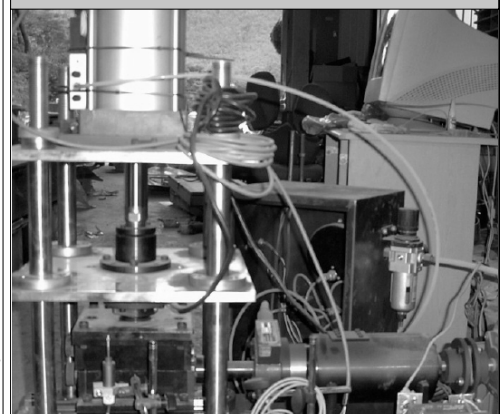
## 2.7.3 절리면전단시험

암석내 절리의 전단 특성을 이해하기 위한 시험이며, 최대 전단강도를 구하여 마찰각 등의 절리면의 전단특성을 파악하는데 목적이 있다.

### 원리 및 시험방법

- 암석의 전단면이 절리면과 일치하도록 시료방향을 선택 설치
- 절리면에 수직인 방향으로 수직응력을 가하면서 절리면에 평행한 방향으로 전단응력을 가함
- 수직응력과 전단응력, 수직변위 및 전단변위를 측정
- 전단응력(  $\tau$  ) 및 수직응력(  $\sigma$  )의 계산식
  - 전단응력 :  $\tau = \frac{P_s}{A}$ , 수직응력 :  $\sigma = \frac{P_n}{A}$
  - 여기서,  $P_s$  : 전체 전단력,  $P_n$  : 전체 수직력
  - $A$  : 전단력의 겹침면적
- 종합된 결과로부터 최대 및 잔류전단강도와 수직응력의 관계가 그래프로 표시되며, 이 그래프에서 점착력과 내부마찰각, 전단강성 및 팽창각을 산정

시 험 전 경



### 적용현황 및 결과활용

구 분	수 량
총 수 량	1회

- 최대잔류강도와 수직응력의 관계로부터 절리면 점착력과 내부마찰각을 추정
- JCS와 JRC등의 절리강도값을 분석하여 불연속체 설계지반정수 산정시 활용

## 2.8 폐공처리

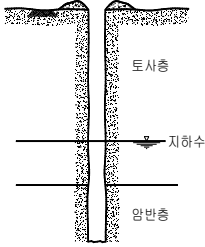
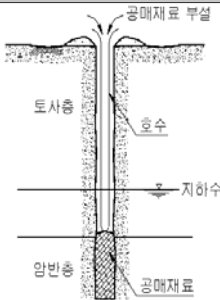
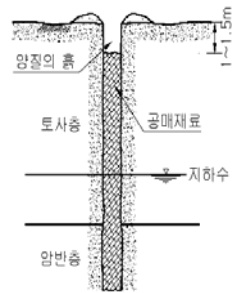



### 처리목적

- 각종 조사시 소기의 목적을 달성한 후 남게 되는 시추공을 폐공이라 하는데, 최근 들어 폐공을 통한 오수의 유입으로 지하수 오염 등의 환경오염 문제가 빈번히 발생하고 있으므로 시추조사 등에 의한 시추공은 조사완료 후 폐공처리를 하여야 함
- 폐공처리는 폐공 내로 유입되는 지표 오염원을 차단하며, 오염원의 수직적 이동 통로 제거, 오염유발시설(케이싱 등)제거 등의 지하수 오염방지 효과가 있음

### 폐공방법

- 본 과업구간의 모든 시추공에 대하여 폐공조치를 실시하였으며, 폐공 전 구간을 투수성재료 되메움 구간, 불투수성재료 되메움 구간 및 표면처리 구간으로 구분하여 암반층(풍화암 이상)은 불투수성 재료(공매재료)로, 퇴적층 및 풍화대층까지는 투수성 재료, 지표면은 깨끗한 흙으로 다지면서 되메움을 실시함

### 폐공모식도 및 전경

폐공전	폐공중	폐공후
		
		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 공매재료의 양 결정</li> <li>• 직경, 깊이, 지하수위 파악</li> <li>• 시추공내 접지, Casing 및 P.V.C Pipe 제거</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 공매재료의 충전 시멘트 + 벤토나이트 + 물호스 설치후 공매재료 충전</li> <li>• 충전시 호스를 올리면서 공매재료 부설</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 상부구간 마무리 공매재료를 지표면 1~1.5m까지 충전후 상부는 영농작업과 식생 을 고려하여 양질의 흙으로 되 메움</li> </ul>

### 적용현황

구 분	수 량	처리상황
BH-1~4	4	완료

## 제3장 지형 및 지질

한국 섬유기술연구소 사옥 신축공사  
지/반/조/사/보/고/서

3.1 지형 및 지질 분석 .....20



## 제3장 지형 및 지질

### 3.1 지형 및 지질 분석

#### 3.1.1 지형

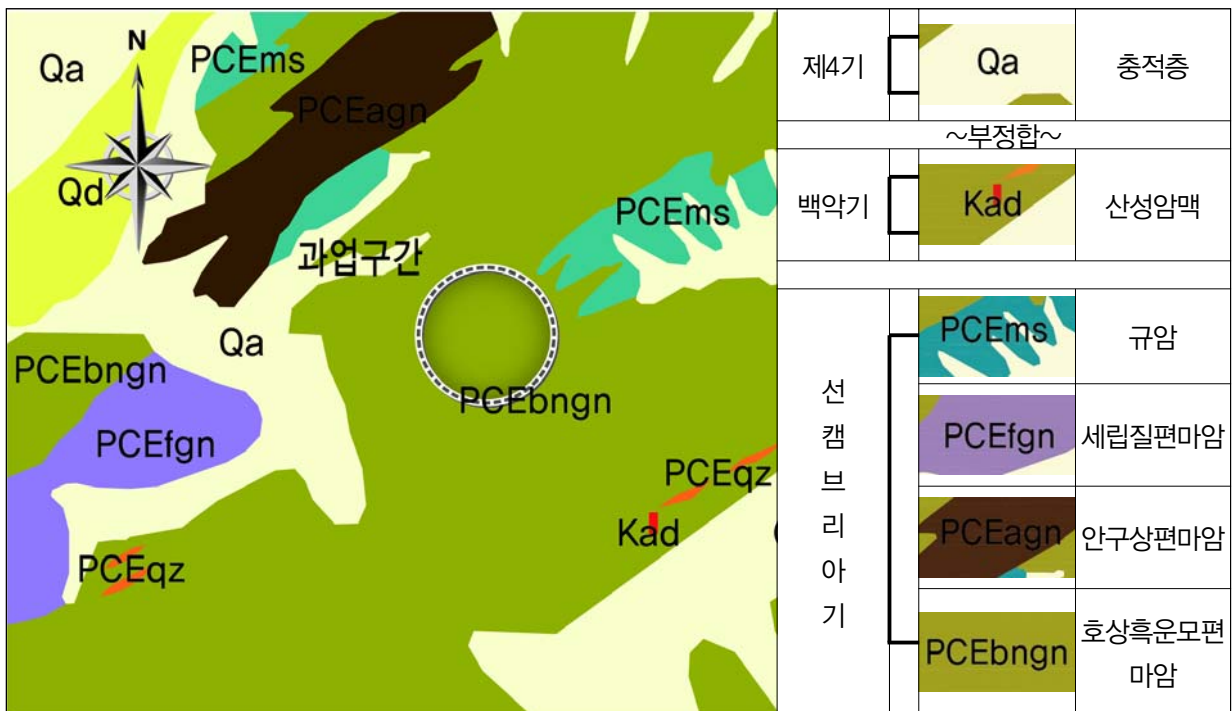


본 조사지역은 행정구역상 서울시 강남구 역삼동 일원으로서 경부고속도로에 인접하며 남북으로 강남대로 동서로 서초대로 와 테헤란로가 위치한다.

조사지역의 산계는 광주산맥의 연장부에 해당되는 남서방향의 관악산(△629m), 우면산(△290m), 남동 방향으로 구룡산(△283m)과 대모산(△293m)이 구릉성 산지와 함께 분포한다.

수계는 소규모로 불규칙한 수지상 형태를 보이는 염곡천이 양재천과 합류하고, 북동방향으로 흘러 탄천과 합류하여 조사지역 북측의 한강으로 유입된다.

#### 3.1.2 지질



경기 편마암 복합체로 주지된 지역으로 선캄브리아기 편마암류로 구성되어 있다. 편마암류는 주로 호상 흑운모 편마암(Banded Biotite Gneiss)으로 되어있고, 그 외에는 이 암체에 부분적으로 세립질 편마암, 우백질 편마암, 화강암질 편마암, 규암, 각섬암 등으로 이루어져 있다 그리고 후기의 백악기에 소량 산성암맥이 암체들을 관입하였다. 호상흑운모 편마암의 구성 광물은 석영, 정장석, 미사장석, 사장석, 흑운모, 백운모, 자유석, 규선석, 각섬석, 흑연등으로 각섬암상에 속한다.

## 제4장

## 결과 및 분석

한국 섬유기술 연구소 사옥 신축공사  
지/반/조/사/보/고/서

4.1 현장조사 .....	21
4.2 현장시험 .....	23
4.3 물리탐사 .....	24
4.4 실내토질시험 .....	25
4.5 실내암석시험 .....	26

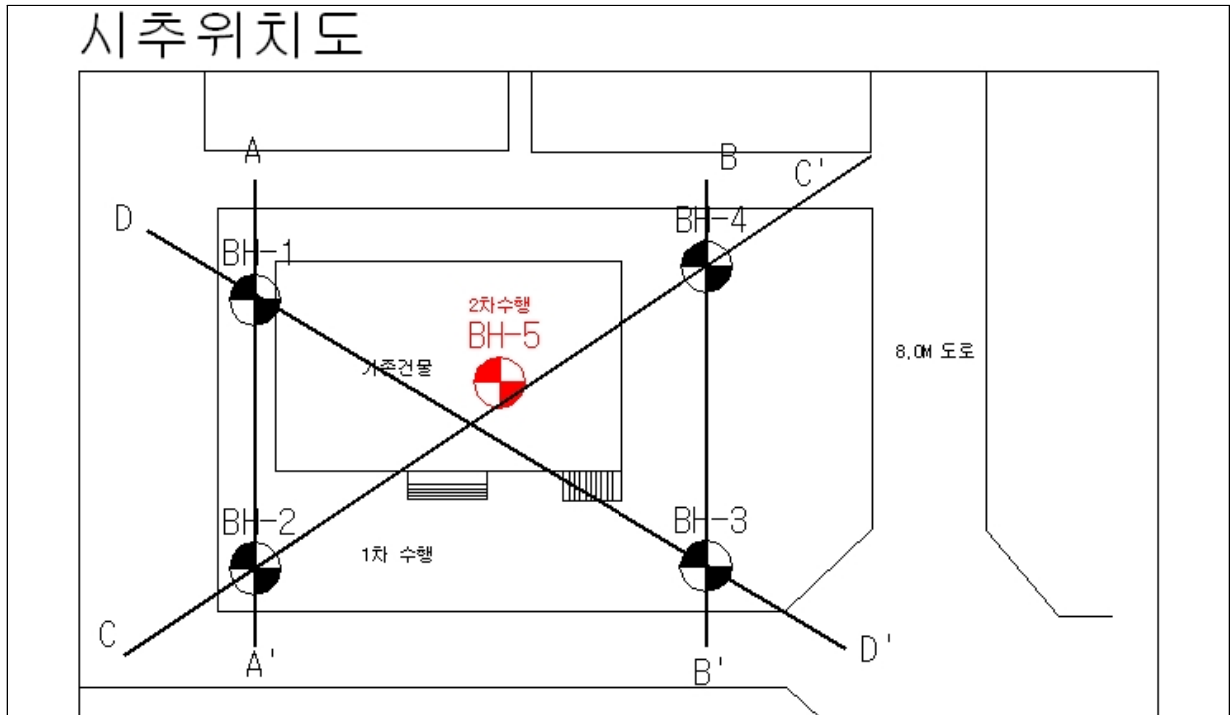


## 제4장 지반조사 결과 및 분석

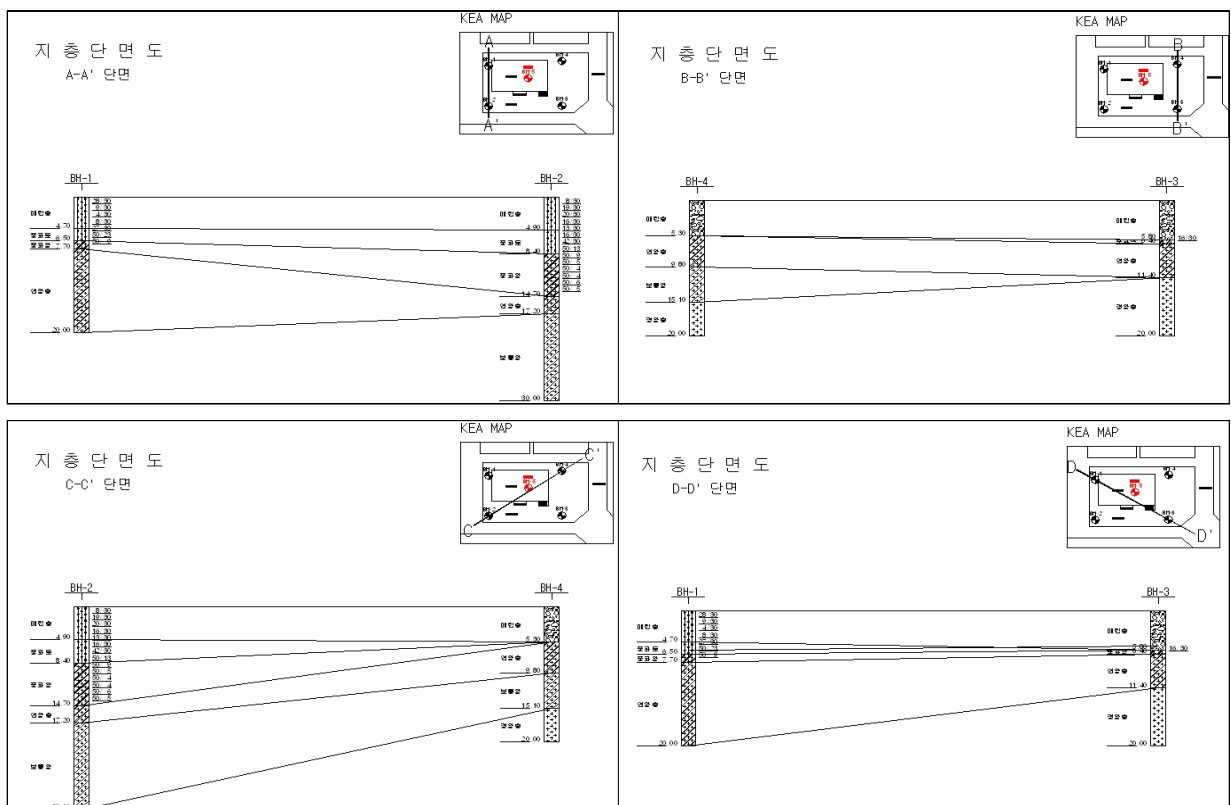
### 4.1 현장조사

#### 4.1.1 시추조사

##### ■ 조사위치도



##### ■ 지층단면도

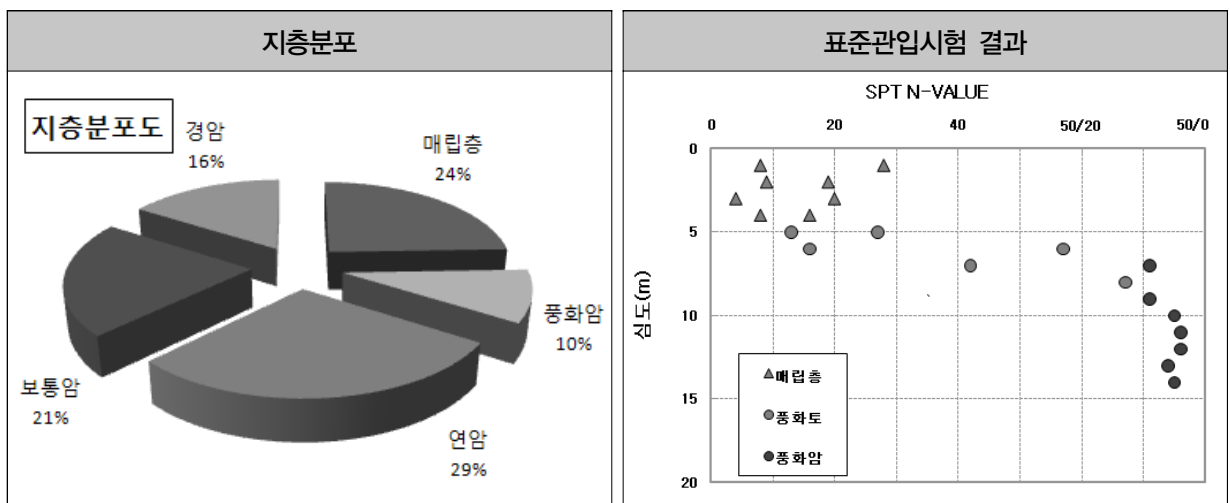


## 지층현황

(심도 : m)

지 층	매립층	풍화토	풍화암	연암	보통암	경암	시추심도
BH-1	4.7 (4.7)	6.5 (1.8)	7.7 (1.2)	20.0 (12.3)	—	—	20.0
BH-2	4.9 (4.9)	8.4 (3.5)	14.7 (6.3)	17.2 (2.5)	30.0 (12.8)	—	30.0
BH-3	5.8 (5.8)	—	6.4 (0.6)	11.4 (5.0)	—	20.0 (8.6)	20.0
BH-4	5.3 (5.3)	—	—	9.8 (4.5)	15.1 (5.3)	20.0 (4.9)	20.0

## 지층분석



지 층	두께(m)	지층설명	색 조	N치(TCR/RQD)
매립층	4.7~5.8	실트섞인 모래, 콘크리트 타설 매립	갈색, 회색	4/30~28/30
풍화토	1.8~3.5	실트섞인 모래	갈색	13/30~50/13
풍화암	0.6~6.3	완전풍화, 굴진시 실트섞인 모래로 분해	갈색	50/9~50/4
연암	2.5~12.3	심한풍화~보통풍화, 파쇄, 절리 심함	담갈색, 갈색, 회색	(15~90/0~38)
보통암	5.3~12.8	보통풍화, 절리가 발달	회색	(77~100/52~65)
경암	4.9~8.6	약간풍화, 대체로 신선	회색	(96~100/62~77)

## 공내수위측정

공번	GL. (-)m	지층
BH-1	5.8	풍화토
BH-2	5.4	풍화토
BH-3	5.2	매립층
BH-4	4.9	매립층

## 4.2 현장시험

### 4.2.1 현장투수시험

조사구간내 분포하고 있는 토사지반(매립층, 풍화대층)의 투수성을 파악하기 위하여 시추공내에서 수위 하강법(Falling head method)을 적용하여 현장투수시험을 실시하였다.

#### 현장투수시험 결과

공번	심도(m)	지층명	구성성분	투수계수 (cm/sec)
BH-1	3.0~4.0	매립층	실트섞인 모래	6.39E-04
BH-2	6.5~7.5	풍화토	실트섞인 모래	1.37E-04

### 4.2.2 현장수압시험

조사구간내 기반암의 투수성 및 Lugeon Pattern 을 파악하기 위해 현장수압시험을 실시하였다.

#### 현장수압시험 결과

공번	심도 (m)	지층명	투수계수 (cm/sec)	Lugeon Value	Flow Type
BH-2	19.0~24.0	보통암	2.29E-05	1.02	Dilation
BH-3	7.0~12.0	연암	4.99E-05	3.87	Laminar Flow

### 4.2.3 공내전단시험

풍화대층의 강도정수를 산정 하기 위하여 공내전단시험(BST)을 실시하였으며 그 결과는 다음과 같다.

#### 공내전단시험 결과

공번	심도(m)	점착력(kPa)	내부마찰각(°)	N치(회/cm)	지층명
BH-2	7.2	17.64	25.64	42/30	풍화토
BH-3	6.4	29.40	30.96	50/6	풍화암

### 4.2.4 공내재하시험

기반암층의 변형계수 및 탄성계수를 측정하기 위하여 공내재하시험(PMT)을 실시하였으며 그 결과는 다음과 같다.

#### 공내재하시험 결과

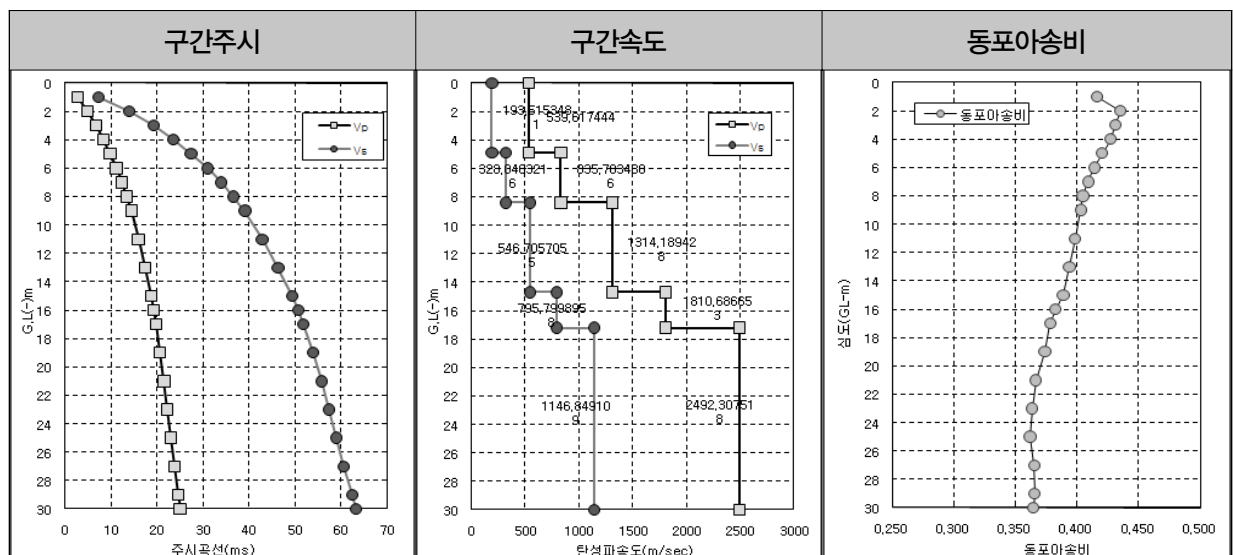
공번	심도(m)	변형계수(MPa)	탄성계수(MPa)	지층명
BH-2	8.5	240.0	314.7	풍화암
BH-3	7.2	515.3	783.8	연암

## 4.3 물리탐사

### 4.3.1 하향식탄성파탐사

#### BH-2 결과

심도 (GL(-)m)	지층	V <sub>p</sub> (m/sec)	V <sub>s</sub> (m/sec)	동적계수(MPa)			$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	$v_d$
				동전단	동탄성	동체적		
1.0	매립층	363	137	35	98	196	18,0	0,416
2.0		441	149	41	118	303	18,0	0,435
3.0		542	189	66	188	453	18,0	0,431
4.0		639	228	95	272	624	18,0	0,427
5.0		712	264	128	363	761	18,0	0,420
6.0	풍화토	733	281	153	432	837	19,0	0,414
7.0		841	330	211	595	1,090	19,0	0,409
8.0		934	374	271	760	1,330	19,0	0,405
9.0	풍화암	1,014	409	324	910	1,562	19,0	0,403
11.0		1,289	530	544	1,522	2,498	19,0	0,398
13.0		1,397	584	662	1,846	2,899	19,0	0,394
15.0		1,556	664	899	2,496	3,746	20,0	0,389
16.0	연암	1,745	761	1,241	3,432	4,872	21,0	0,383
17.0		1,876	831	1,478	4,074	5,572	21,0	0,378
19.0	보통암	2,191	983	2,072	5,693	7,520	21,0	0,374
21.0		2,401	1,102	2,602	7,112	8,883	21,0	0,367
23.0		2,674	1,238	3,286	8,961	10,938	21,0	0,363
25.0		2,611	1,215	3,164	8,616	10,390	21,0	0,362
27.0		2,551	1,176	2,962	8,088	9,995	21,0	0,365
29.0		2,506	1,153	2,851	7,786	9,659	21,0	0,366
30.0		2,513	1,160	2,884	7,870	9,683	21,0	0,365



### 지층별 평균값

심도 (GL(-)m)	지층	V <sub>p</sub> (m/sec)	V <sub>s</sub> (m/sec)	동적계수(MPa)			$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	v <sub>d</sub>
				동전단	동탄성	동체적		
0.0~4.9	매립층	540	194	73	208	467	18.0	0.426
4.9~8.4	풍화토	836	328	211	596	1,085	19.0	0.409
8.4~14.7	풍화암	1,314	547	607	1,694	2,676	19.3	0.396
14.7~17.2	연암	1,811	796	1,360	3,753	5,222	21.0	0.380
17.2~30.0	보통암	2,492	1,147	2,832	7,732	9,581	21.0	0.366

### 결 과 요 약

#### ■ 설계 지반등급(지반의 분류)

지반 분류	지반종류의 호칭	상부 30m에 대한 지반 특성		
		Vs (m/sec)	표준관입시험(N')	비배수전단강도 (Su) (*103 N/mm <sup>2</sup> )
Sa	경암 지반	1500 초과	-	-
Sb	보통암 지반	760~1500		
Sc	매우 조밀한 토사 또는 연암 지반	360~760	>50	>100
Sd	단단한 토사 지반	180~360	15~50	50~100
Se	연약한 토사 지반	180 미만	<15	<50

#### ■ 본 현장의 지반등급 결과

공 번	시 험 방 법	시험심도(m)	GL. 하부 30.0m 구간 전단탄성파속도(m/sec)	지반등급
			설계적용 Vs	
BH-2	하향식탄성파탐사	30.0	474	Sc

## 4.4 실내토질시험

### 4.4.1 기본물성시험

시추조사와 병행하여 실시한 표준관입시험, 시험굴조사 시료에서 얻어진 시료중 대표적인 시료를 선별하여 흙의 물리적, 역학적 특성을 파악하기 위하여 토질시험을 실시하였으며 그 결과는 다음과 같다.

#### ■ 시험결과

공번	심도 (m)	함수비 (%)	비중	액터버그한계		체분석				통일분류
				LL	PI	No.4	No.40	No.200	0.002 (mm)	
BH-1	2.0	23.3	2.664	NP	NP	88.6	54.5	20.9	-	SM
	6.0	22.8	2.659	NP	NP	100.0	84.8	43.1	7.2	SM
BH-2	2.0	14.2	2.655	NP	NP	91.2	58.5	18.3	-	SM
	8.0	22.6	2.662	NP	NP	99.7	71.4	37.7	6.8	SM

## 4.5 실내암석시험

### 4.5.1 기본물성 및 일축압축시험

채취된 코아의 상태 양호한 암종을 대상으로 시료를 선정하여 실시하며, 암석의 물리적, 역학적 특성을 파악하기 위하여 실시하였으며, 그 결과는 다음과 같다.

#### ■ 시험결과

공번	심도 (m)	지층	비중	흡수율 (%)	탄성파속도 (m/sec)		일축압축강도 (MPa)	탄성계수 (GPa)	포아송비
					P파	S파			
BH-1	7.8~7.95	연암	2.538	1.19	2414	1348	20.4	22.60	0.23
BH-2	18.3~18.45	보통암	2.730	0.09	4902	3194	54.0	38.24	0.21
BH-3	13.45~13.6	경암	2.724	0.09	4793	3059	70.8	35.80	0.24
BH-4	19.8~20.0	경암	2.706	0.17	4469	2831	42.3	26.86	0.25

### 4.5.2 삼축압축시험

암반의 실제 응력상태와 가장 유사한 결과를 도출하여 각종 시험결과와 상관관계 및 강도정수 산정시 보정치로 활용하기위해 실시하였으며 그 결과는 다음과 같다.

#### ■ 시험결과

공번	심도 (m)	지 층	내부마찰각 (deg)	점착력 (MPa)	압 중
BH-2	20.4~20.9	보통암	56.3	11.8	편마암

### 4.5.3 절리면전단시험

암석내 절리의 전단 특성을 이해하기 위한 시험이며, 최대 전단강도를 구하여 마찰각 등의 절리면의 전단특성을 파악하는데 목적이 있다.

#### ■ 시험결과

공번	심도 (m)	지 층	점착력(MPa)	Fri. Angle(° )	
				Peak	Residual
BH-2	17.2~17.9	보통암	0.11	37.4	34.8