碩士學位論文

標準貫入試驗法에 의한 地盤地內力 硏究

(濟州大學校를中心으로)

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

71.641

濟州大學校 産業大學院

建設環境工學科

李 永 華

1999

碩士學位論文

標準貫入試驗法에 의한 地盤地內力 硏究

(濟州大學校를中心으로)

指導敎授 李 秉 杰

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

濟州大學校 産業大學院

建設環境工學科

李 永 華

1999

標準貫入試驗法에 의한 地盤地內力 硏究

(濟州大學校를 中心으로)

指導敎授 李 秉 杰

이 論文을 工學 碩士學位 論文으로 提出함

1999年 8月 日

제주대학교 중앙도서관

濟州大學校 産業大學院

建設環境工學科(土木工學)

李 永 華

李永華의 工學 碩士學位論文을 認准함

1999年 8月 日

委 員 長 楊 城 基 (印)
委 員 金 南 亨 (印)
委 員 李 秉 杰 (印)

The Soil Strength and Deformation Characteristics of Cheju National University Using Standard Penteration Test(SPT)

Young-Hwa Lee

Supervised by Professor Byung-Gul Lee

1999

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

Department of Construction and Environmental Engineering
Graduate School of Industry
Cheju National University

目 次

Abstract

Ⅰ. 서론 1

Ⅱ. 연구목적 및 방법 2

2.1 연구목적 2

2.2 조사 위치 및 선정 2

2.3 연구방법 및 연구조사장비 3

2.4 지하수위 측정 9

2.5 암석 시료채취 9

Ⅲ. 흙 및 암석의 분류 11

Ⅳ. 토질시험 및 특성 14

4.1 토질의 특성 14

4.2 세부토질시험 15

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

Ⅴ. 결과 20

5.1 표준관입시험결과 20

5.2 제주대지역 부지의 지반특성 22

5.3 공내 지하수위 측정 23

5.4 암석 코아 시료의 채취 23

5.5 각 지역의 심도별 지지력의 산정 24

5.6 N값의 이용 25

5.7 기초의 선정 27

5.8 지반 지지력과 지반상태에 따른 기초의 선정 32

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

Ⅵ. 결론 35

Ⅶ. 참고문헌 37

List of Figure

Figure 1. Standard Split Spoon Sampler and Spring Core Catcher 4

Figure 2. Correction Factor of Depth 8

Figure 3. Curve of $D\gamma$ and σ'-from Gibbs and Holt's N Values 9

Figure 4. Single Tube Core Barrel and Dual Tube Core Barrel 10

Figure 5. Soil classification based on grain size 12

Figure 6. General guidelines for boring layout and sampling used by the author 17

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

Figure 7. Central office of the playground and Civic science college 18

Figure 8. Library site 18

Figure 9. Natural science college and community laboratory site 19

Figure 10. The Site of S.P.T in C.N.U 19

Figure 11. Typical boring log in Test site 22

Figure 12. Workers removing rock cores from core barrel 23

Figure 13. Comparison of end of construction settlements 29

List of Table

Table 1. Level of Boring Hole 3

Table 2. Relation of Consistency of Clay, Number of Blows Non Sampling Spoon 8

Table 3. Standard Size of Casing, Core Barrel and Penetration Rod 11

Table 4. Guideline Properties of Soil Classes 12

Table 5. Guideline Properties of RockMass Classes 13

Table 6. Distribution Water Content of Scoria 16

Table 7. Specific Gravity of Scoria 16

Table 8. Relationship between consistency of soil, direct shear strength, S.P.T values on clay 26

Table 9. Relationship between Relative Density of sand, angle of internal friction and S.P.T N values on sand 26

Table 10. A basis selection of spread foundation 30

Table 11. A basis selection of pile foundation 31

제주대학교 중앙도서관

Abstract

The standard penetration test or Raymond test is being used very widely both for rapid identification of sampled material at different depths and for obtaining quantitative assessment of the in-situ strength of earth materials. The test utilises a 51 mm outside diameter and 35 mm inside diameter split sample tube of heavy wall construction. The sampler is of 810 mm length. The results of the test in Cheju National University(CNU) showed that geological conditions and the nature of the structure envisaged are composed of Song-I(Scoria). According to the results, in CNU, we expected that the footing foundation is better than pile one.

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

Ⅰ. 서론

구조물의 하중을 지지하는 기초를 설계하기 위해서는 기초를 지지하는 흙의 성질을 이해하여야 한다. 계획된 구조물 아래에 놓이는 지반과 그 물리적 성질을 결정하는 과정을 일반적으로 지반조사라 한다. 이러한 지반조사의 목적은 일반적으로 주어진 구조물에 적합한 기초의 형태와 깊이의 결정, 기초 하중 지지력 계산, 구조물의 예상 침하량 산정, 잠재적인 기초 문제의 결정, 지하수위의 결정, 옹벽, 널 말뚝, 격벽, 버팀 굴착 등과 같은 구조물의 횡토압 산정, 지반조건에 따른 시공법의 확정 등이 있다.

구조물 기초 설계시, 기초지반 토질의 강도정수를 구하여 여러 가지 정역학적 공식에 의해 허용 지지력을 계산하고 이에 맞게 기초의 크기를 정하여 설계를 하는 것이 관례로 되어 있다. 기초 지반의 강도정수를 구하기 위해 여러 가지 원위치시험을 행하여야 하지만, 국내에서는 시험경비 및 시험자체의 어려움 등으로 일반화되지 않고 있는 실정이며,보링시 표준관입시험을 실시하여 얻은 N값을 이용 기초지반의 강도정수를 구하여 기초설계에 사용하고 있다. 기초를 설계하기 위해서는 예비자료수집, 답사, 현장 조사 등의 과정을 거쳐서 이루어 질 수 있다. 예비자료 수집단계는 건설하게 될 구조물의 형태와 그 용도 등에 관한 정보를 얻는 것이다. 건물을 지을 때는 알맞은 기둥하중, 기둥간격, 지방 건설법규, 그리고 기초 요구 조건 등을 알아야 한다. 그리고 답사는 부지의 일반적 지형, 배수구의 존재 가능성, 암석 쇄설이나 기타 폐기물 더미, 또한 사면흐름의 증가와 규칙적으로 분포된 깊고 넓은 수축균열은 팽창성 흙의 징표가 되기도 한다. 또한 부지의 식생, 지하수위, 인접 건축물의 형태와 벽에서의 균열의 존재 등이 있다. 현장 조사는 계측과 시추, 그리고 관찰과 실험실 시험을 할 수 있도록 굴착된 시추 공에서 시료를 채취하는 것이다. 최소 시추 깊이는 결정해 두어야 한다.

본 연구는 제주도 제주시 제주대학교 구내 건물신축공사로 인해 발생될 수 있는 문제를 사전에 예측하기 위한 지반조사로서 본 조사을 통하

여 본 역의 지층상태를 파악하고, 구조물 설계에 필요한 지반 공학적인 사항을 조사하여 경제적이고 합리적인 설계자료를 제공하는데 있다. 이 지역의 대체적인 특성을 살펴보면, 다음의 3가지로 정리할 수 있다.

첫 번째는 한라산의 화산 활동이 크게 4회에 걸쳐 분출하였고, 두 번째는 중산간 지대의 지질이 여러 개의 층으로 형성, 세 번째는 같은 층에서도 다양한 입자로 구성된 지질이 형성되어 있다.

이러한 특성을 살펴보면, 제주대학내의 지반의 특성은 제주의 다른 지역과 유사하게 송이 층이 발달할 것으로 사료되며, 동시에 깊이에 따라 각기 다른 토양의 구조가 나타날 것으로 예상된다.

Ⅱ. 연구목적 및 방법

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

2.1 연구목적

구조물 설계를 위한 지반 지내력 조사. 지하 지층 상태 파악, 지반 공학적 사항 조사뿐만 아니라 경제적이고 안전한 구조물을 설계하는데 자료를 제공할 뿐만 아니라 기초구조의 선정 등 구조물의 기초설계에 필요한 지반 공학적인 제반사항을 조사하여 경제적이고 합리적인 방법을 찾는데 있다.

2.2 조사 위치 및 선정

제주시 아라 1 동 1 번지 (표고270M-350M)일대를 중심으로 조사하였고, 표고는 수준원점을 이용하여 실측하였으나 위치는 3개소로 분리하여 조사하였으므로 각각의 공번 마다 다른 표고를 보이고 있으나 각 장소에서의 표고는 대략 2~3m의 수준차이만 있었다.

연구조사를 위하여 기계 등의 설치에 지장이 없고 각 구조물이 기초가 들어설 예정자리 7내지 8개소에 구경 60㎜ 크기의 rotary 식 시추기로 수직 시추하였으며 연구조사 목적상 암반에서 2m 이상까지 시추하는 것을 원칙으로 하였다. 또한 공내 붕괴 방지를 위한 casing 삽입하였고 코아에 의한 시료 채취도 병행하여 하였다.

Table 1. Level of Boring Hole

공번 \ 위치	① 인문대학 및 운동장본부석	② 도서관 지역	③ 자연과학대학B동 및 공동실습관 지역
BH-1	293.40	345.24	283.50
BH-2	293.40	345.26	283.50
BH-3	293.35	345.40	281.12
BH-4	293.20	342.15	281.54
BH-5	293.15	341.20	282.72
BH-6	304.25	341.25	284.02
BH-7	302.32	342.15	279.30
BH-8	302.20		280.02

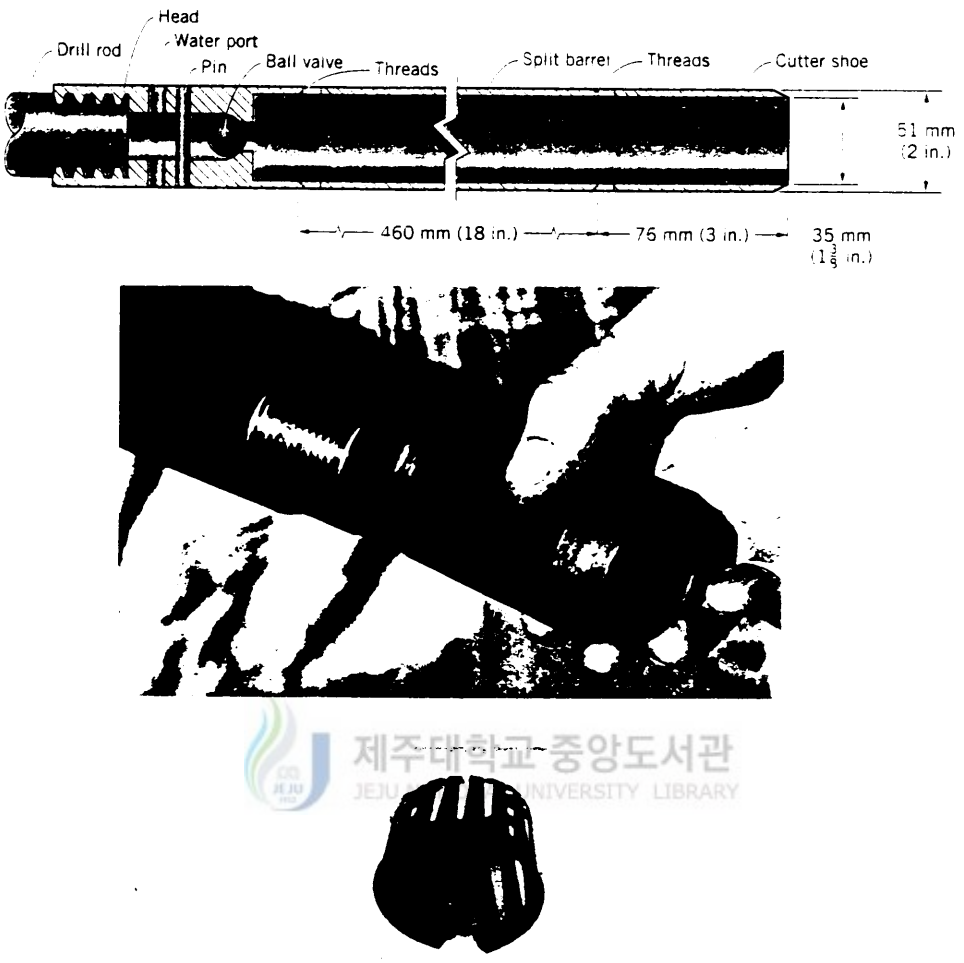
2.3 연구방법 및 연구조사장비

제주대학교 중앙도서관

지반조사는 각각의 지역마다 7~8개소씩 보링하여 물 순환 회전 굴착식을 도입하여 23곳을 행하였고, 표준관입시험은 KS F2318에 의하여 약 150회를 행하였다. 또한 지하수위는 보링 장소마다 24시간 이후 측정으로 23회에 걸쳐서 실시하였다.

2.3.1 연구조사 장비

장비명	형식 및 규격	수량	단위	비고
시추기	YT-150 형	1	대	회전 수세식
펌프	MG-5 형	1	대	1연식 피스톤
엔진	디젤10HP	1	대	
관입시험기	KSF2318규격	1	조	
기타장비		1	식	



제주대학교중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

Figure 1 Standard Split Spoon Sampler and Spring Core Catcher

2.3.2 표준 관입 시험(Standard Penetration Test ; S. P. T)

본 시험방법은 - KS F 2318 의 규정에 의거 Split Barrel Sampler 및 부대장비를 사용하여 실시하였고, Rod 선단 부에 sampler를 부착하여 타격두로부터 76㎝ 높이에서 64kg의 Drive Hammer의 수직 자유낙하 시켜 그 회수를 N값으로 산정 하였다.[1]

타격횟수 N값은 매 15㎝ 관입에 소요된 타격수를 측정하는 방법으로 3회 연속 실시하였으며 최초 15cm에 대한 타입 수는 Slime 영향을 고

려한 예비 타격으로 간주하고 나머지 30㎝ 관입 하는데 소요된 타격 회수를 N 값으로 표기하였으며 타격횟수가 50회를 초과한 경우에는 50회 타격시의 관입심도를 기록하였다.

표준관입시험시 사용하는 Split-spoon sampler의 모양은 규격화되어 있지만 세부적인 사항이 규정되어 있지 않고 또 hammer의 종류 및 낙하방법, 지반의 상태, 상재압의 크기에 의한 영향과 그 보정 방법, rod 길이에 의한 영향과 그 보정 방법 및 작업자의 개인차 등이 측정한 N 값에 영향을 미치므로 N값으로부터 토성을 추정할 때는 이들의 영향이 해석에 고려되어야 한다. 표준관입시험 방법에 대한 각국의 규격은 시험기구의 형상을 상세하게 규정하고 있지는 않다. 특히 N값의 오차 원인 중 중요한 요소로 생각되는 것은 hammer의 낙하방법에 의한 타격효율의 변화로 위치에너지의 60 ~80%가 타격에너지로 전달되는 것으로 알려져 있다.(2)

Gibbs등은 실험상자를 사용하여 Rod의 중량, 치수 및 길이가 N값의 측정 정밀도에 대해, Sanglerat등은 N값에서 1~2, 竹中은 14%로 제시하였고, Schemertmann은 각종 오차 발생요인 별로 -15% ~ 100%로 제시하였지만 과대한 평가를 한 부분이 있는 것으로 생각된다. 전술한 여러 요인에 의하여 발생한 오차를 포함하는 N값에 대해 정량적으로 수정이 가능한 여러 가지 제안된 수정방법을 분류하면 다음과 같다.

① 토질의 상태에 따른 N값의 수정

Terzaghi등은 포화된 세사나 미세한 실트질 사질토 층이고 측정 N 값이 15보다 큰 경우에 대해서 다음의 수정 식을 제안했다.(3)
표준 관입 시험에 의한 N 값의 일반적인 수정 식은 다음과 같다.

수정된 N 값은 $N' = 15 + 1/2(N-15)$

여기서, N : 측정N값 단, N〉 15

N' : 수정 N값

大崎는 N값 측정 도중에 자갈이 나타났을 때 그림을 이용하여 수정

하는 방법을 제안했다.[4]

② 로드의 길이에 대한 수정

福岡 및 池田은 로드의 어긋남에 의해,北郷, 竹中 및 宇都는 콘지지력과 비교하여, 로드의 길이에 대해 N값을 수정하는 방법을 제안하였지만, 각각의 수정계수에 상당한 차이를 보이고 있다. 吉中의 제안은 일본 "도로교하부구조설계지침-말뚝기초의 설계편"에 다음과 같이 N값의 수정 식으로 채택되었다.[5]

수정된 값은, $N' = N(1-x/200)$

여기서, N : 측정 N값

N': 수정N 값

x : 로드의 길이 (m)

③ 유효 상재압에 대한 수정

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

Gibbs등 및 Marcuson등은 흙상자를 이용하여 상재압에 따른 N값의 변화와 상대밀도의 관계에 대한 실험을 통해 많은 자료를 발표하였으며, 상재압에 대해 수정계수를 사용하여 N치를 수정하는 여러 가지 방법들이 제안되었다.[6]

$$N' = C_N N$$

여기서, N: 측정 N값

N': 수정 N값

C_N :수정계수

Peck등은 Terzaghi등이 제안한 N값과 상대밀도의 관계를 나타내는 곡선을 Gibbs등이 제안한 방법과 비교하여 다음과 같은 수정계수를 제

안하였다.

$$C_N = 0.77\log(20/P_a)$$

여기서, P_a는 유효 상재압(tsf)

Seed등은 흙의 상대밀도를 40 ~80% 및 60 ~ 80%인 경우로 나누어 Figure 2와 같이 제안하였다.

Bazaraa는 상재압을 두 가지 경우로 나누어 N치를 수정하는 방법을 다음과 같이 제안하였다.

$$N = 4N'(1 + 0.04P_a) \qquad (P_0 \leq 75\text{kPa인 경우 })$$

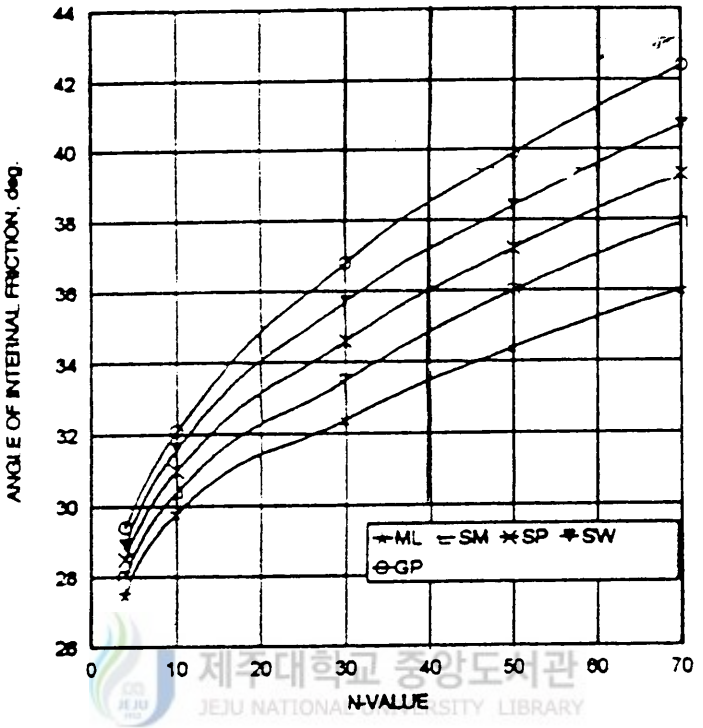
제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

$$N = 4N'/(3.25 + 0.01P_a) \qquad (P_0 \geq 75\text{kPa인 경우 })$$

여기서, Pa는 유효상재압(kPa)

Canadian Geotechnical Society는 Foundation Engineering Manual에 Pack등이 제안한 방법(Figure. 2)을 사용하도록 규정하고 있다.

위 식과 관련하여 표준관입값 N은 흙의 여러 물리적 특성들의 상호관계를 보여주고 있으며 이는 여러 학자들에 의해 제안되었다.
점토의 일축압축강도는 표준관입값 N과 상호관계가 있으며, 점토의 일축압축강도,컨시스턴시,그리고 임의의 깊이에서의 표준관입값과의 근사적인 관계를 보여준다.



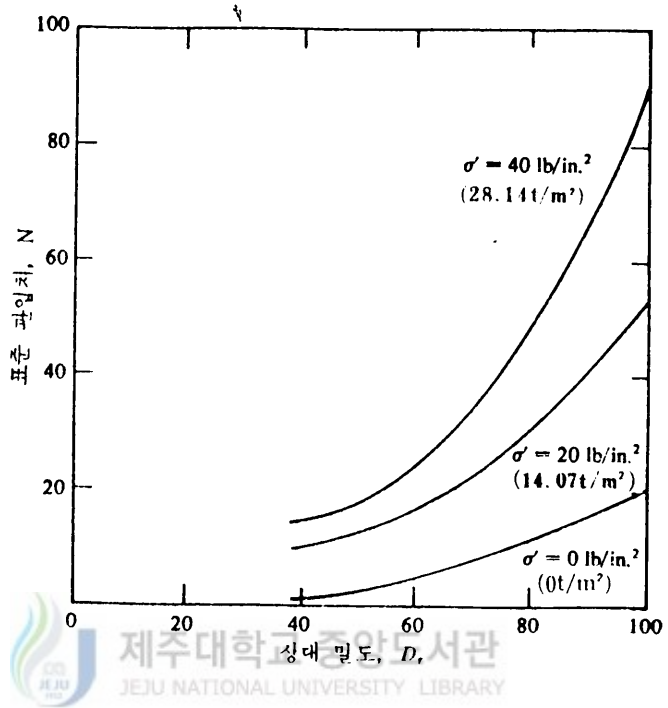
제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

Figure2. Correction Factor of Depth (Seed. 1979)

사질토에서는, 표준관입값은 유효 상재 압력과 매우 밀접한 관계가 있으며 동일한 단위중량(γ), 상대밀도(Dr),깊이(h)에서 유효 상재 응력이 크면 클수록 표준관입값은 커진다.

Table 2 Relation of Consistency of Clay, Number of Blows Non Sampling Spoon

표준관입값 N	컨시스턴시	일축압축강도(ton/㎡)
0	매우연약	0
2	연약	2.55
4	중간정도 굳음	5.0
8	굳음	10
16	매우굳음	20
32	딱딱함	40



제주대학교중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

Figure 3. Curve of D_r and σ' - from Gibbs and Holtz N Values

2.4 지하수위 측정

기초 근처에 있는 지하수위는 기초의 지지력과 침하에 크게 영향을 미친다. 투수계수가 큰 흙일 경우 시추 공에의 지하수위는 시추가 완료된 후 약 24시간 후에 안정되게 되는데, 지하수위의 깊이는 시추 공 속으로 체인이나 줄자를 내려 기록한다.

2.5 암석 시료채취

굴착 중에 암석층이 나타나면, 암석 시료를 채취해야한다. 암석 시료를 채취하는 방법은 다음과 같다.

굴착 막대에 코아 배럴을 부착시키고 다이아먼드, 텅스텐, 카바이드 등을 사용하며, 회전 굴착에 의해 진행되는데 , 이 과정 중 굴착막대를

통하여 물이 순환되어야 하며, 절삭 찌꺼기는 물과 함께 밖으로 운반된다.

코아 배럴에는 두 가지 형태-단 관 코아 배럴과 이중 관 코아 배럴이 있는데 단 관 코아 배럴에 의해 채취된 암석시편은 비틈력 때문에 매우 교란되고 조각이 많이 난다.(시료 채취 과정 중 BX 크기 보다 작은 암석시료는 부스러지기 쉽다.)

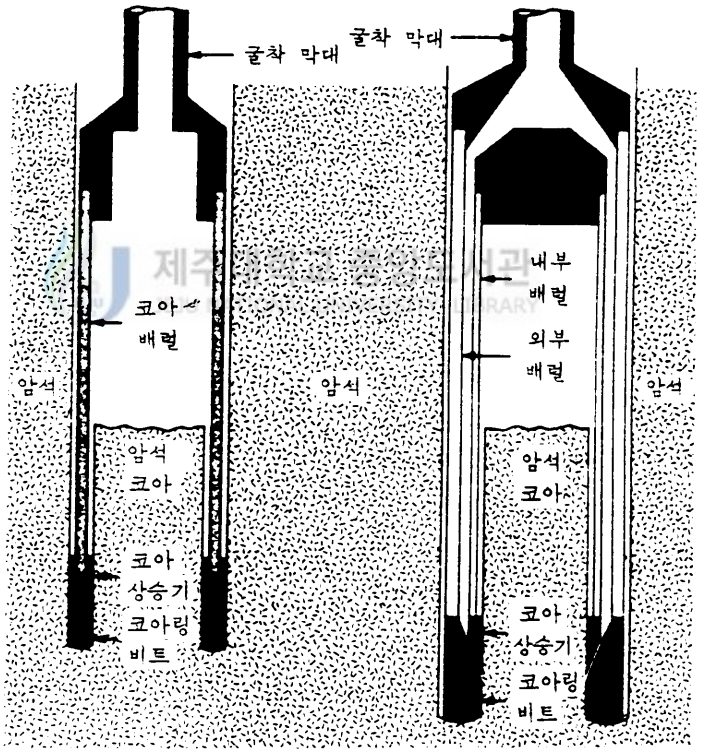


Figure 4. Single Tube Core Barrel and Dual Tube Core Barrel

Table 3. Standard Size of Casing, Core Barrel and Penetration Rod

케이싱과 코아 배럴 규정	코아 배럴 비트의 외경		굴착 봉의 규정
	(mm)	(in.)	
EX	36.51	1 7/16	E
AX	47.63	1 7/8	A
BX	58.74	2 5/16	B
NX	74.61	2 15/16	N

굴착봉의 외경		시추공의 직경		코아 샘플의 직경	
(mm)	(in.)	(mm)	(in.)	(mm)	(in.)
33.34	1 5/16	38.1	1 1/2	22.23	7/8
41.28	1 5/8	50.8	2	28.58	1 1/8
47.63	1 7/8	63.5	2 1/2	41.28	1 5/8
60.33	2 3/8	76.2	3	53.98	2 1/8

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

Ⅲ. 흙 및 암석의 분류

표준 관입 시험에 의해 채취된 시료를 육안 관찰로 분류하는 방법으로 다음 표와 같다

Table 4. Guideline Properties of Soil Classes

구 분	토립자의 육안적판별과 일반적인 상태	손으로 쥐었다 놓음		손가락으로 끈 모양으로 굴 때(습윤 상태)
		건조상태	습윤상태	
모 래 (Sand)	개개의 입자의 크기가 판별될 수 있는 입상을 보임. 건조상태에서 흩어져 내림.	덩어리 지지 않고 흐트러짐	덩어리 지나 가볍게 건드리면 흩어짐	꼬아지지 않음
실트질모래 (Slity sand)	입상이나 실트 또는 점토가 섞여 약간 점성이 있음. 래질의 특성이 우세.	덩어리 지나 가볍게 건드리면 흩어짐	덩어리지며 조심스럽게 다루면 부서지지 않음	
사질실트 (Sandy slit)	적당량의 세립 사와 소량의 점토를 함유하고 실트 입자가 반이상 건조되면 덩어리가 쉽게 부서져 가루가 됨.	덩어리지며 자유롭게 만져도 부서지지 않음. 부서지면 밀가루 감촉	덩어리지며 자유롭게 다루어도 부서지지 않음 물을 부으면 서로 엉긴다	끈 모양으로 꼬아지지 않으나 작게 끊어지고 부드러우며 점성
실 트 (Slit)	세립 사와 점토는 극소량을 함유하고 실트 80%이상 건조되면 덩어리지 나 쉽게 부서져 밀가루 감촉	덩어리지며 자유롭게 만져도 부서지지 않음	덩어리지며 자유롭게 만져도 부서지지 않으며 물에 젖으면 엉긴다.	완전히 꼬아지지 않으나 작게 끊어지는 상태로 꼬아지고 부드러움
점 토 (Clay)	건조되면 아주 딱딱한 덩어리가 된다. 건조상태에서 잘 부서지지 않음.	상 동	덩어리지며 자유롭게 만져도 부서지지 않으며 찰흙상태로 된다.	길고 얇게 꼬아짐. 점성이 큼

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

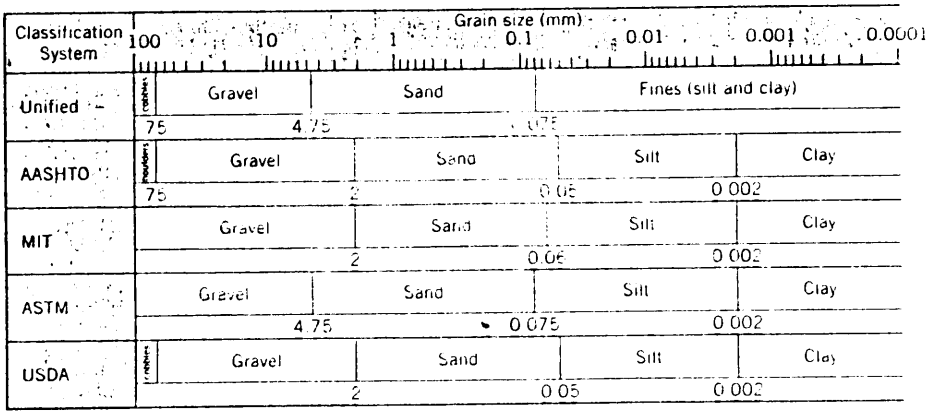


Figure 5. Soil classification based on grain size.

Table 5. Guideline Properties of RockMass Classes

구 분		풍화암	연 암	중경암	경 암	극경암
시추굴진 상태		Metal crown bit로 용이하게 굴진 가능하며 때로는 무수보링도 가능	Metal crown bit로 용이하게 굴진 가능한 암반	Metal crown bit로 용이하게 굴진 가능하나 Diamond bit를 사용하지 않으면 굴진하기 곤란한 암반	Diamond bit를 사용하지 않으면 굴 진하기 곤란한 암반	Diamond bit의 마모가 복히 심한 암반 및 경암의 폐쇄
암반의 성질	풍화 변질 상태	암내부까지도 풍화진행, 암의 구조 및 조직이 남아 있음	암내 부의 일부를 제외하고는 풍화진행, 장석 운모 등 변색 변질	균열을 따라 다소 풍화진행, 장석 및 유색 광물은 일부 변색됨	대체로 신선, 균열을 따라 약간 풍화 변질됨 암내 부는 신선함	대단히 신선하고 풍화 변질을 받지 않음
	균열 상태	균열은 많으나 점토화의 진행으로 거의 밀착상태임	균열이 많이 발달 균열 간격은 5cm이하이고 점토 협재	균열 발달 일부는 점토를 협재함. 세편 상태로 잘 부서짐 균열 간격은 10cm 내외	균열의 발달이 적으며 균열 간격은 5-15cm 대체로 밀착상태이나 일부는 open됨	균열의 발달이 적으며 그 간격은 20-25cm로 밀착(Massive 상태의 균열이 발달 그 간격은 5cm 이하)
	코아 상태	세편상 암편이 남아있고 손으로 부수면 가루가 되기도 함 원형 코아가 없음	암편상-세편상 (각력상) 원형 코아가 적고 원형복구 곤란	대암편상-단주상 10cm 이하이며 특히 5cm 내외의 코아가 많음 원형복구 가능	단주상- 봉상 대체로 20cm 이하 1m당 5-6개 이상	봉상-장주상 완전한 형태를 보유 1m당 5-6개(암편상-각력상으로 원형코아가 적음)
	함마 타격	손으로 부서짐	함마로 치면 가볍게 부서짐	함마로 치면 탁음을 내고 부서짐	함마로 치면 금속음을 내고 잘 부서지지 않으며 튀는 경향을 보임	함마로 치면 금속음 잘 부서지지 않고 튀는 경향
	침수 시험	원형 보존이 거의 불가능하며 세편상으로 분산됨	세편상으로 분리되고 암괴로도 분리됨	암괴로 분리하나 입자의 분산암 거의 없고 변화하지 않음	거의 변화하지 않음	거의 변화하지 않음
	탄성파속도 (km/sec	< 1.2	1.2 ~ 2.5	2.5 ~ 3.5	3.5 ~ 4.8	4.5 <

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

Ⅳ.토질시험 및 특성

4.1토질의 특성

본 역에 분포하고 있는 주요 암석은 현무암 및 조면암이고 그외 안산암이 약간 분포하고 있다. 원래의 본도 기반은 제3기에 분출한 조면암이 이를 덮었고 그후 제4기에 다시 현무암을 분출시켜 그 위에 덮었다. 남쪽 지역에서 북쪽(해안방향)으로 갈수록 풍화정도는 높아지며 화산회층이 얇아지는 특징을 보이고 있다.
본 역의 토질 개황은 흑악-노로-적악 토양군의 특징을 보이며 이는 산악지, 배수 양호하며 미사식 양질토로 자갈 혹은 둥근 바위가 있는 토양의 특징을 보이는 토양이다.

① 인문대학 및 운동장본부석

본 역의 지형은 비교적 넓은 층적평야를 발달시키며, 능선의 하단부로 저구능을 형성하고 있어 완만한 편으로 노년기 지형을 형성하고 있으며, 지질은 전역에 걸쳐 제4계의 용암류가 주를 이루며, 현무암(BASALT)이 기반암(BEDROCK)으로 분포되고 있으며, 주성분 광물로는 장석과 휘석을 함유하고 있다. 기반암은 전체적으로 다공상구조(VESICULAR STRUCTURE)를 가지고 있다.

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

② 도서관 지역

본 역이 갖고있는 지층은 SCORIA층 또는 A.P.B, Clay등 다양하게 산출되나 각 층의 두께는 매 공마다 현저하게 차이를 나타내고 있다.
이것은 화산지대가 갖는 특유한 지질구조에 기인한 것이며, 지질은 플라이스토세에서도 중기에 속하는 층으로 현무암이 기반암으로 되어 있으며 이를 제4계 충적층이 피복하고 있다.

③ 자연과학대학B동 및 공동실습관 지역

본 역이 갖고있는 지층은 다공질로 된 조-세립의 현무암류, 퇴적암류, 도면암류등의 화산쇄설물인 Scoria층은 호산회 및 경석, 화산탄등으로 이루어진 특수토로서 갈색과 흑색으로 대별되며, 지표에 근접한 암반인 경우 직하에 얕은 송이층이 흔히 존재하며, 암층 사이에서 내접하는 것을 발견할 수 있다.

4.2 세부토질시험

세부토질시험으로서 표준관입시험(Standard Penetration Test)과 송이의 특성 등을 실험하였다.

4.2.1 표준관입시험

본 연구에서는 제주지역에서 많이 볼 수 있는 송이에 관하여 다음과 같은 실험data를 얻을 수 있었다.

표준관입험은 지반의 지지력, 지층의 분포상태 및 지질을 파악하기 위하여 널리 행하여지는 시험으로 지질의 상태, 밀도를 측정하고 시료를 채취하는데 그 목적이 있으며, 본 시험은 K.S.F 2318 규정에 의거하여 중량 64Kg의 햄머(Hammer)를 76Cm높이에서 자유 낙하시킬 때 Split Barrel Sampler가 30Cm 관입하는데 소요되는 타격 횟수인 N값(타격회수/30)을 측정하는 것이며, 최초 15Cm 관입 할 때의 N값은 시료가 교란된 것으로 판단되어 예비타로 간주하였다. 그리고 타격 횟수가 50회를 초과할 경우에는 50회 타격시의 심도(50/관입심도)를 기록하였다. 표준관입시험은 기반암 이전의 모든 층을 대상으로 실시하며, 조사 심도는 1.5M 간격 또는 지층이 변할 때마다 실시하였고, 채취된 시료는 시료병에 넣어 시료상자에 정리하여 지질분석에 활용하도록 하였다.

4.2.2 송이의 구성 성분

본 연구에서는 제주지역에서 많이 볼 수 있는 송이에 관하여 다음과 같은 실험data를 얻을 수 있었다.

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

① 송이의 화학성분

송이의 주성분은 S_iO_2 + Al_2O_3 + Fe_2O_3의 함량이 80%에 달해 천연골재로서 안정된 화학 조직을 가지며 투수율이 높아 원형의 보존이 양호하다.

Table 6. Distribution Water Content of Scoria

Sample No.	1	2	3	4	5
비중	2.782	2.804	2.812	2.805	2.809
Average	2.802				

② 입도 분석

자연 상태의 송이는 입경이 50mm나 되는 입자에서부터 0.074mm(No.200체) 이하의 세립자도 미소량 포함되는 것으로 나타났다.

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

③ 비중시험

KS 2308dml 규정에 의거 송이에 대한 비중시험을 한 결과는 다음과 같다.

Table 7. Specific Gravity of Scoria

Sample No.	1	2	3	4	5
Water Contant(%)	24.38	23.15	28.05	25.55	29.84
Average	26.19				

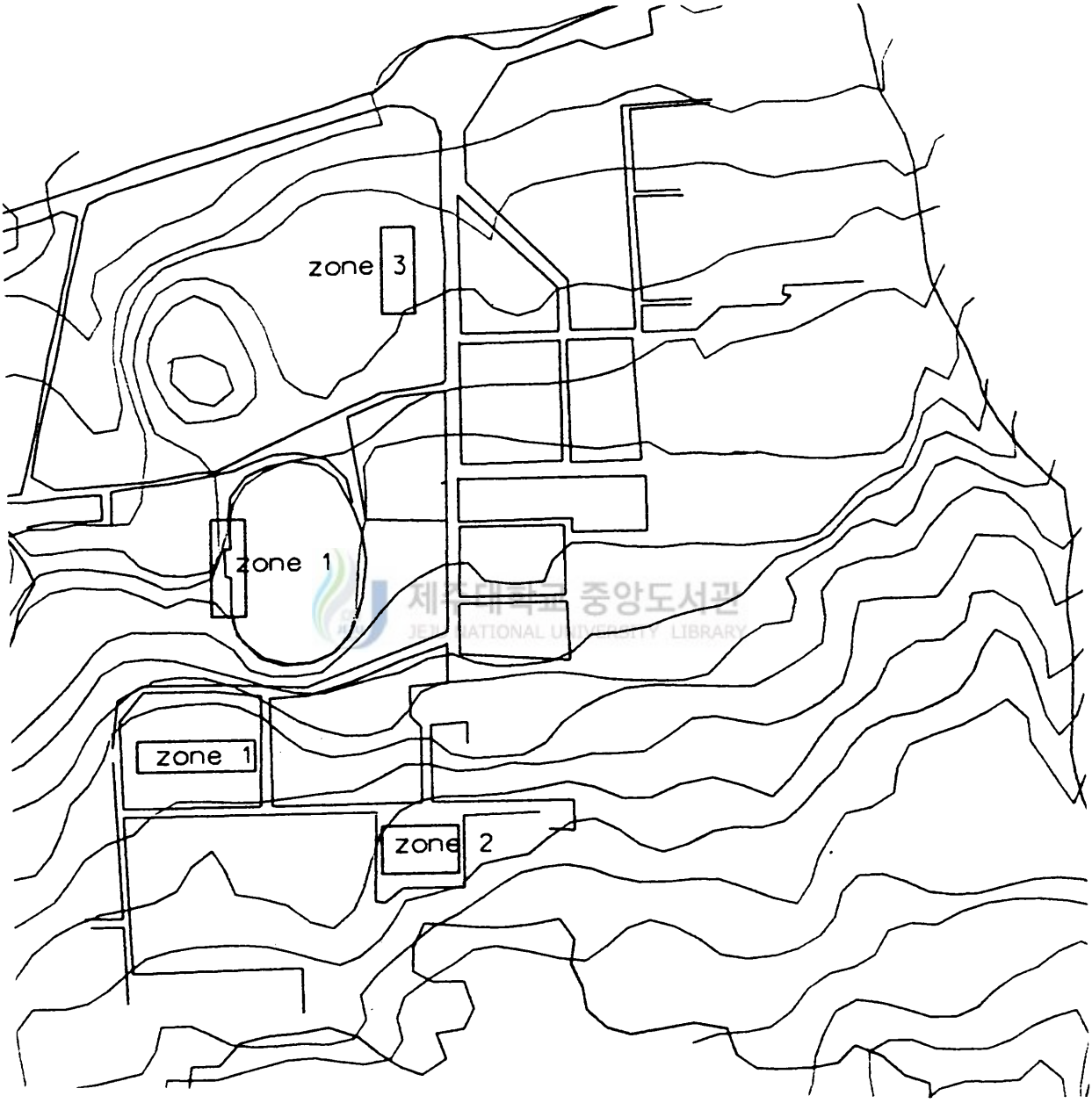


Figure 6. General guidelines for boring layout and sampling used by the author

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

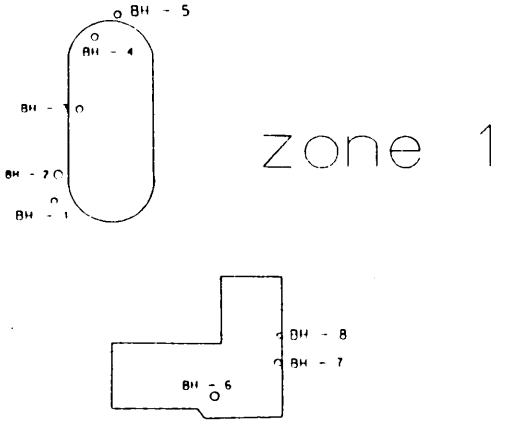


Figure 7. Central office of the playground and Civic science college (Zone 1)

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

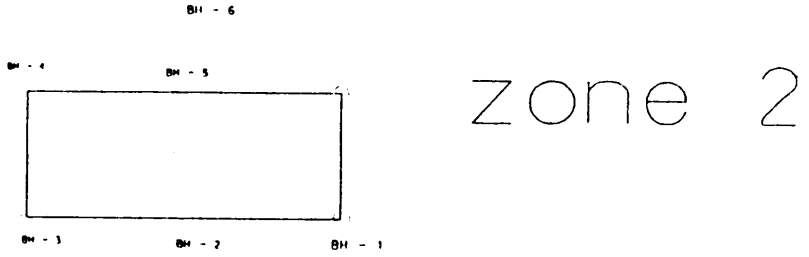


Figure 8. Library site (Zone 2)

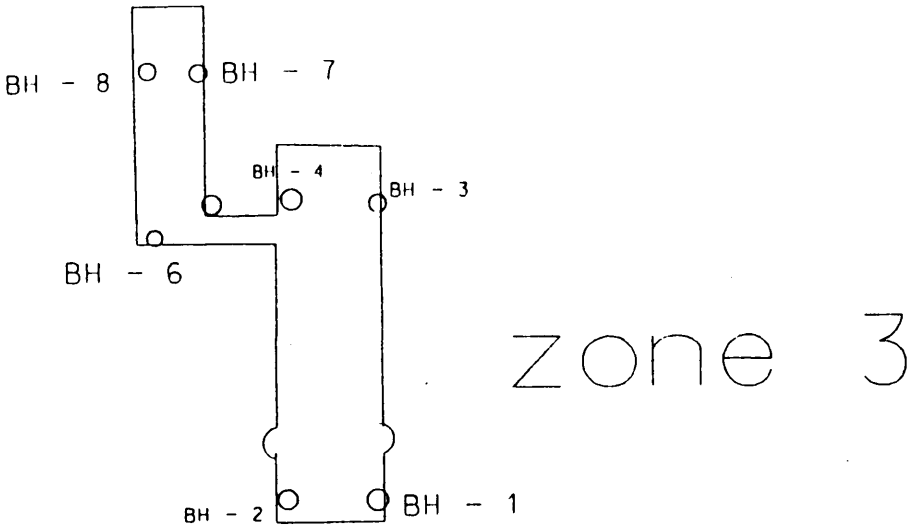


Figure 9. Natural science college and Community laboratory site (Zone 3)

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

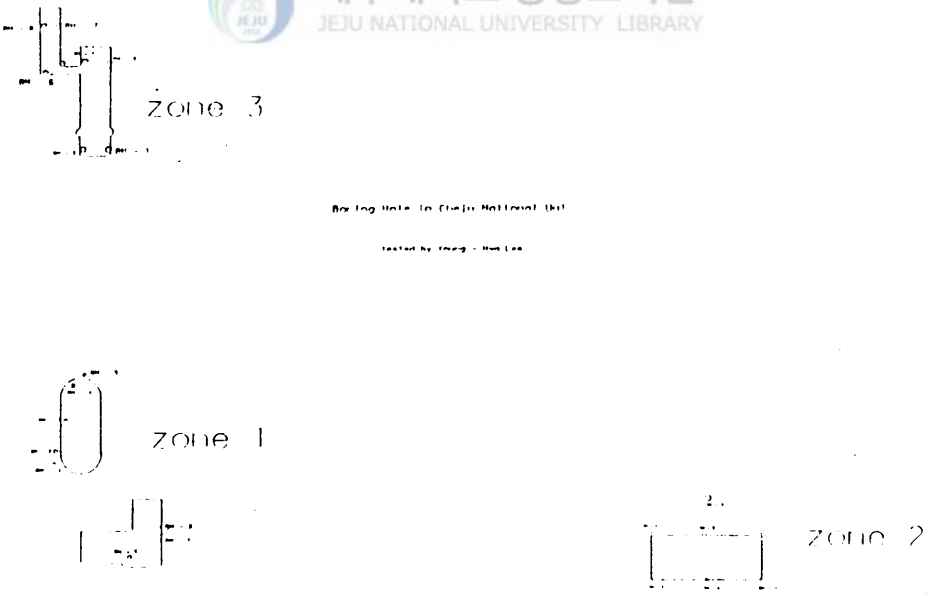


Figure 10. The Sites of S. P. T in C. N. U.

V. 결과

5.1 표준관입시험결과

1) 인문대학 및 운동장본부석

표준 관입 시험 결과

공번 \ 심도(m)	1.5	3.0	4.5	6.0	7.5	9.0	10.5	12.0	13.5	비고
BH -1	13/30	42/30	32/30	27/30	25/30	19/30	50/18	50/27	50/29	
BH - 2	18/30	25/30	35/30	20/30	50/23	50/11	50/2			
BH - 3	50/7	50/15	50/6							
BH - 4	40/30	25/30	36/30	19/30	50/12					
BH - 5										
BH - 6	28/30	42/30	50/19							
BH - 7	19/30	39/30	50/25	50/6						
BH - 8	12/30	28/30	38/30	50/22	50/10					

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

2) 도서관 지역

표준 관입 시험 결과

공번 \ 심도(M)	0.9	1.5	2.5	3.0	4.5	6.0	7.5	9.0	10.5	12.0	비고
BH-1		20/30		50/2	45/30	50/3		50/5	48/30	50/6	
BH-2		9/30	32/30		42/30	48/30	50/20	50/7	50/3		
BH-3		25/30		36/30	42/30	48/30	50/22	50/5		50/26	
BH-4		8/30		11/30	20/30	26/30	42/30	50/17	50/16	50/6	
BH-5		12/30		50/3	35/30	40/30	45/30	50/17	48/30	50/27	
BH-6	18/30	17/30		32/30	46/30	32/30	45/30	46/30	50/19	50/4	
BH-7		40/30		50/3	44/30	50/2	42/30	50/25	50/2		

3) 자연과학대학B동 및 공동 실습관 지역

표준 관입 시험 결과

공번 \ 심도(m)	1.0	2.0	3.2	4.0	6.0	8.0	10.0	비고
BH-1	7/30	50/15	50/3					
BH-2	6/30	5/30	50/25	50/10				
BH-3	8/30	50/0	50/9	50/7	50/5			
BH-4	9/30	50/7	50/8	50/12	50/10			
BH-5	50/8	50/26	50/16					
BH-6		50/25	4/30					
BH-7								
BH-8			8/30	10/30				

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

SOIL TEST DATA

NO.	Depth m	NMC %	Gs	Atterberg limitis(%)		Grain Size Distribution % Finer than								grain		USCS
				LL %	PI	mm 0.005	No. 200	No. 40	No. 10	No. 4	mm 19.1	mm 25.4	mm 38.1	Cu	D20	
BH-1	1.0	19.58	2.799			10	19	26	38	50	100			166.4	0.105	GM
BH-2	1.0	26.35	2.682	46.0	36.7	39	89	92	93	94	100					CL
BH-3	1.0	30.54	2.655			49	98	100								CL
BH-4	1.0	19.03	2.685	43.9	26.5	35	96	100							0.002	CL
BH-5	1.0	19.95	2.679	57.6	33.6	39	94	100								CL
BH-6	1.0	25.42	2.763	71.2	44.6	31	71	77	81	83	87	100				CH
BH-7	0.5	50.36	2.667			37	82	87	89	91	100					CL
BH-8	3.0	13.39	2.691			16	39	47	60	72	100				0.009	SM

5.2 제주대지역 부지의 지반특성

제주대 지역의 전형적인 지층분포는 상부의 실트질 점토에 부분적으로 잔 자갈 다량함유, 상부 송이층, 하부 연암 등의 순으로 나타나며 상부점토이 송이층으로 판명되어 정밀한 지반조사가 요구되며 주요지층의 구성은 <Fig 11.>와 같다.

Figure 11. Typical boring log in Test site

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

5.3 공내 지하수위 측정(Observation of Boreholes Groundwater Level)

기초근처에 있는 지하수위는 기초의 지지력과 침하에 영향을 미친다. 그러므로 현장조사시 시추공에서 지하수위가 나타나면 반드시 기록을 해야하며 일반적인 흙일 경우에 지하수위는 시추가 완료된 후 24시간이 지난 후에 일반적으로 안정되므로 대게, 조사위치의 공내 지하수위는 시추조사 완료 24시간 및 48시간 후 공내 지하수위를 측정하였다. 그러나, 시험 대상 지역에서는 지하수위가 측정되지 않았다 .

5.4 암석 코아 시료의 채취

일반적으로 토질조사 및 경도가 낮은 연암, 보통암에 사용되는 비트는 메탈비트를 사용하였으며. 그러나 경도가 높은 암석에서는 메탈비트를 사용할 시 굴진 능률이 떨어지고 암반 코아가 신선하게 채취되지 않는 단점이 있다. 터널, 도로 개설시 암반조사를 목적으로 코아를 회수할 때는 전체 굴진 길이와 비슷한 암반의 코아를 얻어야 하므로 메탈비트가 아닌 공업용 다이아몬드를 첨삭한 D3 Core Bit를 사용하여 암석의 코아를 채취하여야 한다. 본 조사에서는 구조물의 건축에 필요한 기초지반의 심도와 연암 심도의 확인을 목적으로 하므로 메탈비트를 사용하여 연암 코아시료를 채취하였다.

Figure 11.Workers removing rock cores from core barrel

5.5. 각 지역의 심도별 지지력의 산정

① 인문대학 및 운동장본부석

(TON/㎡)

공번 \ 심도(m)	1.5	3.0	4.5	6.0	9.0	10.5	12.0
BH-1	11.5	32.0	21.5	18.5	14.5	40.0	40.0
BH-2	13.9	17.5	24.0	14.8	40.0	40.0	40.0
BH-3	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0
BH-4	30.0	17.5	25.0	14.5	32.0	40.0	40.0
BH-5	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	38.0	40.0
BH-6	19.0	32.0	40.0	40.0	36.0	40.0	40.0
BH-7	14.5	28.5	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0
BH-8	10.9	19.0	27.0	40.0	40.0	40.0	40.0

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

② 도서관 지역

(TON/㎡)

공번 \ 심도(M)	1.5	3.0	4.5	6.0	9.0	10.5	12.0
BH-1	27.0	40.0	35.0	40.0	40.0	38.0	40.0
BH-2	12.1	21.5	32.0	38.0	40.0	40.0	40.0
BH-3	33.8	24.0	32.0	38.0	40.0	40.0	40.0
BH-4	10.8	14.8	27.0	35.2	40.0	40.0	40.0
BH-5	16.2	40.0	24.0	30.0	40.0	38.0	40.0
BH-6	13.4	21.5	36.0	21.5	36.0	40.0	40.0
BH-7	30.0	40.0	34.0	40.0	40.0	40.0	40.0

b

③ 자연과학대학B동 및 공동 실습관 지역

(TON/㎡)

공번 \ 심도(m)	1.0	2.0	3.0	4.0	6.0	8.0	10.0	비고
BH-1	5.1	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	
BH-2	3.7	3.1	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	
BH-3	13.9	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	
BH-4	8.1	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	
BH-5	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	
BH-6	40.0	40.0	2.5	40.0	40.0	40.0	40.0	
BH-7	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	
BH-8	40.0	40.0	6.5	9.8	40.0	40.0	40.0	

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

5.6. N값의 이용

5.6.1 연경도 및 상대밀도

토층의 경연상태, 다짐상태, 토층 구성의 판정 및 지지력의 추정이 가능하며, 표준관입시험에 의하여 채취된 시료를 육안판별, 토질시험, 그리고 시추시의 Slime 상태 및 색깔을 파악함으로써 토질에 따른 토질의 연경도(Consistency) 와 상대 밀도(Relative Density)를 결정할 수 있다. 이에 따른 분류방법은 대략<Table 8>, <Table 9>와 같다

5.6.2 N값으로 직접 추정되는 사항

표준 관입 시험시에 채취된 시료를 육안판별 및 토질시험 그리고 N 값을 이용하여 토질에 따른 흙의 연경도(Consistency) 와 상대밀도(Relative

Density)를 결정할 수 있다.
구분 N 값으로부터 판별, 추정되는 사항은 다음과 같다.

첫째, N 값 변화로 종합 판정되는 사항으로서는 구성토질의 층서, 심도에 따른 강도변화, 지지층의 심도, 연약층의 존재, 지층 두께 등을 알 수 있으며. 둘째 N 값으로 직접 추정되는 사항 모래지반으로서는 상대밀도(Dr), 내부 마찰각(φ), 지지력 계수(K), 침하량에 대한 허용 지지력(Qa), 탄성계수(E)있고, 세번째 점토지반의 경우 컨시스턴스, 일축압축강도(qu), 점착력(C), 파괴에 대한 극한 또는 허용 지지력 등을 알 수 있다

Table 8. Relationship between consistency of soil,direct shear strength,S.P.T values on clay

연경도 구분	매우연약함 (Very Soft)	연약함 (Soft)	보통 (Medium)	견고함 (Stiff)	매우 견고함 (Very Stiff)	고 결 (Hard)
N 값	0 ~ 2	2 ~ 4	4 ~ 8	8~ 15	15 ~ 30	30이상
qu (kg/㎠)	0.25이하	0.25~0.5	0.5~1.0	1.0~2.0	2.0~4.0	4.0이상
C (t/㎡)	1.2이하	1.2~2.5	2.5~5.0	5.0~10	10~20	20이상
γ (t/㎥)			1.70~2.00			

Table 9. Relationship between Relative Density of sand, angle of internal friction and S.P.T N valurs on sand

N 값	상대밀도(Relateive Density)		내부마찰각 ϕ (deg.)	
0 ~ 4	매우 느슨함 (Very Loose)	0.0~0.2	Peck에 의함	Meyerhof에 의함
4 ~ 10	느 슨 함 (Loose)	0.2~0.4	28.5 이하	30 이하
10 ~ 30	보 통 (Medium)	0.4~0.6	28.5 ~ 30	30 ~ 35
30 ~ 50	조 밀 함 (Dense)	0.6~0.8	30 ~ 36	40 ~ 45
50 이상	매우 조밀함 (Very Dense)	0.8~1.0	41 이상	45 이상

5.7 기초의 선정

5.7.1 구조물의 기초 검토

(1) 구조물 기초의 형식

기초의 형식은 크게 깊은 기초와 얕은 기초로 대별되는데 이러한 기초의 형식은 토층의 구성상태, 상부 구조물의 하중조건 및 기초의 근입 깊이 등에 따라 그 선택을 달리하게 된다.

얕은 기초(Mat foundation)란 상부의 구조물로부터 하중을 직접 지반에 전달시키는 형식의 일종으로서 기초의 최소 폭 B와 근입 깊이 Df와의 비가 대체로 1.0이하(Df / B ≤ 1.0)인 경우를 말한다.

푸팅 기초(Footing foundation)는 지지하는 기둥과 벽의 관계로부터 다시 3종류로 나눌 수 있는데, 한 개의 기둥만을 지지하는 경우 이를 독립 기초라하고, 기둥수가 많다거나 또는 하중이 벽면의 벽을 통하여 전달되는 경우를 연속 기초라 하며 이 연속 기초는 확대 기초라고도 한다. 전면 기초란 상부구조 전단면 아래의 지지 토층 위에 있는 단일 슬라브 형식의 기초를 말한다. 전면 기초는 대부분 얕은 기초이며 복합 기초(Combine foundation)의 한 형태이다.

일반적으로 완전지지기반이 아닌 지반이 상당깊이까지 계속될 때에는 확대기초 또는 전면기초가 실용적이다. 이때 완전지지기반이 아닌 지지기반이라 함은 점성토에는 N값 4이하, 사질토에서는 N값 10이하의 상대밀도를 갖는 토층으로서 지진, 액상화 현상 등을 고려하여야 한다.

그러나, 독립기초와 확대기초등에서는 기초 터파기의 효율, 중기 작업조건 및 토류 시설이 설치 및 배수 처리등을 할 때 4.0M깊이의 터파기는 비경제적이다. 이러한 얕은 기초는 지지력과 침하가 모두 허용범위 이내에 들어야 한다.

지표근처의 지층이 구조물 하중을 지지할 수 없는 경우에는 깊은 지중에 존재하는 지층에 하중을 전달시켜야 하며 이러한 깊은 기초에는 말뚝기초와 케이슨 기초(Caisson Foundation)가 있으며 그 중 말뚝기초는 케이슨 기초보다 시공이 간단하고 공사비가 저렴하여 깊은 기초공법으로는 대표적으로 이용된다.

말뚝에는 이미 완성된 말뚝체를 타격이나 삽입, 사수 또는 진동 등에 의하에 지중에 박는 방법과 지중에 천공을 실시한 후 그 속에 콘크리트를 쳐서 말뚝을 만드는 방법이 있다. 대체로 기초의 근입 깊이가 6.0M이상 요구될 때 즉, 지지기반이 6.0M이하의 심도에서 나타날 때는 깊은 기초의 한 방법인 말뚝기초공법이 더 경제적이다. 또한, 구조물의 계획부지가 야산지대로서 절토와 성토가 동시에 시행되어야 하는 지층에서는 부등 침하에 대비하여 2종의 기초형식을 배치하는 것이 좋으며 만약 불가피할 때는 부등 침하에 대비한 설계가 필요하고 성토 시공시 충분한 다짐관리가 요망되며 이러한 경우에는 계단식의 구조형태를 취하거나 기초 보강 방법등의 대책이 요구된다.

제주대학교 중앙도서관

풍화토나 풍화암에 해당되는 풍화대 층의 지반에 기초가 자리잡을 때는 일시에 기초면 하부까지 터파기를 실시하지 말고 터파기를 30Cm 정도 덜하였다가 기초 콘크리트 타설이 준비, 완료되었을 때 30Cm를 걷어내고 기초를 시공하면 보다 큰 지지력을 확보 할 수 있다. 이러한 이유는 풍화대 층이 대기 중에 노출되었을 때 강도가 현저하게 감소되고 본래의 함수비보다 더 큰 함수상태가 되면 곤죽상태가 되어 작업이 불가피할 뿐만 아니라 지지력이 현저히 감소하기 때문이다. 함수상태의 측면에서 위에서 설명한 바와 같이 지지력 감소의 요인을 제거하기 위하여 터파기 현장내의 배수는 완전히 실시하는 것이 타당할 것이다.

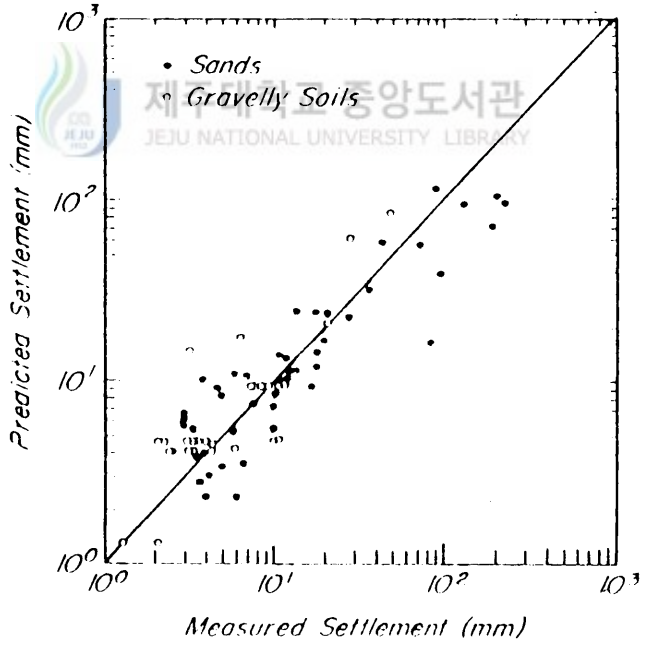
(2) 직접기초의 지지력

허용 지내력(Allowable bearing pressure)이라 함은 파괴에 대한 극한 지지력(Ultimate bearing capacity)에 대하여 소정의 안전율(Safety factor)을 가지며, 침하량을 허용한도 이내로 하는 최대하중을 말한다.

따라서 허용지내력을 결정하려면 파괴에 대한 극한 지지력과 침하량을 모두 고려하여야 한다. 구조물에 대한 직접기초의 선정기준은 <표 10> 과 같다.

(3) 깊은 기초의 지지력

깊은 기초는 지지층의 깊이가 6.0M이상으로 깊은 지역에서 얕은 기초가 경제적, 공학적인 면에서 타당성이 없을 경우의 기초의 방법으로 대부분이 말뚝에 의한 기초가 이용된다.
이러한 말뚝의 선택과 선정의 기준은 <Table 11 >에 표시하였다.



제주대학교중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

Figure 12.Comparison of end of construction settlements

Table 10. A basis selection of spread foundation

구조규모		저층 RC조 : 2층이하 S조 : 3층이하		중저층 RC조 : 3-6층 S조 : 4-6층		중고층 각종구조 7-9층		저층~중저층~중고층 지하실 있음		비 고
필요한 지내력		5 t/㎡ 이상		10 t/㎡ 이상		20 ~ 30 t/㎡		10 ~20~ 30 t/㎡		
지질예		사질 지반 5 t/㎡	옥토층 5 t/㎡	견고한 점토질 지반 10 t/㎡	견고란 옥토층 10 t/㎡	밀실한 사질지반 20 t/㎡	밀실한 자갈층 30 t/㎡	굳은모래 50 t/㎡	암반 100 t/㎡	Fe〉 30 t/㎡의 경우는 원칙적으로 평판재하시험을 한다.
필요한 N값의 표준	Df 효과	유	무	유	무	유	무	유	무	
	사질로 지반	N≤5	N≤15	N≤10	N≤20	N≤20	N≤25	N≤10~20	N≤20-25	
필요한 지지지반의 깊이		1.0~1.5m(3m)		1.0~1.8m(4m)		1.5~2.5m(5m)				
필요한 지지층의 깊이		2~3m이상		3m이상		3m이상 5~10m이상이 바람직하다.		3m~5m이상 5~10m이상이 바람직하다.		
선택하는 기초의 종류		독립기초	연속기초	독립기초	연속기초	독립기초 연속기초+전면기초 독립기초+내압판		전면기초 독립기초 + 내압판		

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

(Df 효과: 흙의 누름 효과)

Table 11.A basis selection of pile foundation

구조규모		저층 RC조 : 2층이하 S조 : 3층이하		중저층 RC조 : 3-6층 S조 : 4-6층		중고층 각종구조 7-9층	저층~중저층 ~중고층 지하실 있음	비 고
필요한 N값의 표준	말뚝의 종류	지지말뚝	마찰말뚝	지지말뚝	마찰말뚝	지지말뚝	지지말뚝	
	사질도 지반	N≤20 액상화 염려가 있는 것을 제외		N≤30 액상화 염려가 있는 것을 제외		N≤50	N≤20-50	
	점성토 지반	N≤15 지반침하 염려가 있는 것을 제외		N≤20 지반침하 염려가 있는 것을 제외		N≤30	N≤15~30	
필요한 지지지반의 깊이		5~10M	10M이상	5~20M	20M이상	7~30M	10~30M	
필요한 지지층의 두께		2~3M 이상	3M이상	3M이상	5~10M 가바람직	3~5M이상	5~10M가 바람직	
말뚝의 종별과 지름	기제말뚝	≤ 300~450mm		300~600mm		450~600mm	450~600mm	
	현장타설 콘크리트 말뚝	----------		800~1000mm		1000~2000mm	1000~2000mm	
선택하는 기초의 종류		독립기초 연속기초		독립기초 연속기초		독립기초	독립기초 + 내압판	

(원칙적으로 Df=1.5-5M 구간에 지지층이 없는 경우)

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

5.8 지반 지지력과 지반상태에 따른 기초의 선정

① 인문대학 및 운동장본부석

BH-1, BH-2, BH-3, BH-4는 BH-5를 참조하여 기초암까지 확인 후 구조물을 건립하여야 하며 만일 그렇지 못할 경우에는 지반은 Grouting 또는 확대기초의 보강책이 필요하다.

N값에 의한 지반의 토질정수

	연경도	상대밀도	내부마찰각 ϕ(deg)		강도변화	지지층의 심도	연약층의 존재	qu	C(t/m²)
			Peck	Mayer hof					
BH-1	매우견고 (고결)	보통	35-41	40-45	균일	균일	없음	3.5	18
BH-2	고결	매우조밀	41이상	45이상	//	//	//	4이상	20이상
BH-3	//	//	//	//	//	//	//	//	//
BH-4	//	//	//	//	//	//	//	//	//
BH-5									
BH-6	고결	매우조밀	41이상	45이상	균일	균일	없음	4이상	20이상
BH-7	//	//	//	//	//	//	//	//	//
BH-8	//	//	//	//	//	//	//	//	//

제주대학교 중앙도서관 JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

② 도서관 지역

전공에 걸쳐 분포하는 점토층 및 Scoria 및 밑에있는 지반을 확인, 구조물을 건립하여야 하며 만일 그렇지 못할 경우에 지반은 지지선까지의 굴삭내지 Grouting등 기초의 보강책이 필요하다.

N값에 의한 지반 토질 정수

	연경도	상대밀도	내부마찰각 ϕ(deg)		강도변화	지지층의 심도	연약층의 존재	qu	C(t/m²)
			Peck	Mayer hof					
BH-1	매우견고	조밀함	381	42	균일	균일	없음	3.5	17
BH-2	고결	매우조밀	41이상	45이상	//	//	//	4이상	20이상
BH-3	//	//	//	//	//	//	//	//	//
BH-4	//	//	//	//	//	//	//	//	//
BH-5	//	//	//	//	//	//	//	//	//
BH-6	//	//	//	//	//	//	//	//	//
BH-7	//	//	//	//	//	//	//	//	//

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

③ 자연과학대학B동 및 공동 실습관 지역

기초 지반이 될 점토 자갈층의 특성은 함수비 증감에 따른 지반의 지지력 감소가 예상되므로 간접기초보다는 직접기초로 설계하는 것이 바람직하다.

N값에 의한 지반 토질 정수

	연경도	상대밀도	내부마찰각 ϕ(deg)		강도변화	지지층의 심도	연약층의 존재	qu	C(t/m²)
			Peck	Mayer hof					
BH-1	고결	매우조밀	35-39	40-45	대체로균일	균일	일부 존재	3.7	15
BH-2	//	//	41이상	45이상	균일	//	//	3.7	17
BH-3	//	//	//	//	//	//	없음	3.8	16
BH-4	//	//	//	//	//	//	//	3.6	17
BH-5	//	//	//	//	//	//	//	4.0이상	20이상
BH-6	//	//	//	//	//	//	//	//	//
BH-7	//	//	//	//	//	//	//	//	//
BH-8	//	//	//	//	//	//	//	//	//

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

Ⅵ. 결론

본 연구는 제주도 아라동에 있는 제주대학교 건설공사에 따른 지반조사의 일환으로 본 연구를 통하여 지반의 지층상태를 파악하고 구조물 설계에 필요한 지반 공학적인 사항을 조사하여 경제적이고 합리적인 설계자료를 제공하는데 그 목적이 있다. 결과를 요약하면, 지층구조는 현지표면을 이루는 점토 자갈층에 이어 기반암인 연암(부분적으로 송이층)의 순으로 나타났다.

표준관입시험에 의하여 나타난 N값은 상재압, 포화된 이토질 모래, 세립사등의 원인 이외에도 입경 1Cm이상의 자갈이 있는 흙(N값이 과대하게 측정됨), 자체중량만으로도 관입되는 연약한 지반(Rod의 보지상태에 따라 큰 변화가 있음), 불투수층을 지나 피압대수층에 도달하는 경우(N값이 과소하게 측정됨), 함수량에 따른 영향(포화사, 건조사, 습한 모래순으로 N값이 큼), 지하수의 영향 등에 의하여 과다, 과소하게 측정될 수 있었다.

제주대지역에서 구조물이 시공될 지층은 주로 점토 자갈층과 송이층이 되겠으나 송이층의 특성상 점토 자갈층으로 하여 기초 지반이 될 지층의 허용지지력(qa)의 산출은

- 점토층 : qa = 1.2N

- 자갈층 : qa = 0.5N

위 두식으로 산출하였고 점토 자갈층(송이층)의 특성상 함수비 증·감에 따라 지지력의 감소도 예상된다.

본 연구지역의 기초는 지층 분포상태, 부지의 상황, 현재 여건 등에 따라 공사기간, 공사비 및 공사의 난이도를 고려할 때 간접 기초보다는 직접기초로 설계 시공하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다. 따라서 기초 지반이 될 점토 자갈층의 특성은 함수비 증감에 따른 지반의 지지력 감소도 예상되며, N값의 신빙성이 저하되는 지층이므로 기초 시공시 각별한 주의가 필요한 것으로 판단된다. 이러한 문제에 대한 대안 및 원인분석을 하면 다음과 같다.

이러한, 신뢰성 저하 원인으로서는 점토 자갈층, 송이층 등에서는 자갈 및 호박돌, 전석 등의 함유로 인한 N값의 심한 변동, 입경이 큰 자

갈 또는 전석 등이 있을 때 샘프라의 근입 방해로 인해 N값의 증가등이다. 따라서 지질이 다양한 입자로 형성된 경우 N값의 신뢰도가 저하되는 것으로 생각된다.

대 안으로서는 입자가 균일한 지층 또는 기초 깊이가 깊은 층에서만 본 방법을 활용하여야 하며 입자가 다양한 지층 또는 기초 깊이가 얕은 층에서는 타 방법을 사용하는 것이 바람직하며, 입자가 다양한 지층인 경우는 30~50㎝마다 표준관입시험을 실시하는 것이 신뢰성을 조금이라도 향상시키는 방안이라고 사료된다.

향후 연구 과제로서는 표준관입시험, 평판재하시험, 피조콘관입시험과 같은 현장시험에서의 공통적인 토질 정수를 찾는 방법을 모색하여야 하며 제주대 지역뿐만 아니라 제주도 중산간 지역의 송이층의 발달로 인한 지반의 토질정수의 일반식을 구하여야 할 것이다.

제주대학교 중앙도서관

17.토질공학회(일본), 토질조사시험결과의 해석 및 적용예,동경.소화 54.,pp44

18.건설부. 구조물기초설계기준 해설, 서울 ,1987.pp.97-119

19.Gibbs.H.J. and Holts,W.H., "Research on Determinigs the Density of Sands by Spoon Penetration Testing," 4th ICSMFE,London, Vol. 1, 1957,pp.35.

20.박영효, 1991, 실무에서 본 기초구좀물설계,탐구문화사,pp.48~50.

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

감사의 글

그 동안 힘들고 어려웠던 힘난한 과정이 이 한 권의 논문으로 말끔히 해소된 느낌입니다.

우선 이 논문이 완성되기까지 논문지도를 해주신 이병걸 교수님께 감사 드립니다.

그리고 입학에서 졸업 때까지 전과정에 걸쳐서 격려의 말씀과 용기를 주시면서 이끌어 주신 양성기 교수님께도 감사 드립니다. 또한 평소 많은 조언을 아끼지 않으신 김남형 교수님, 박상렬 교수님, 지금 미국에 연구 차 가 계신 남정만 교수님께도 깊은 감사를 드립니다. 그리고 논문정리에 도움을 준 고영호 조교, 그 외 저를 위해 애써주신 모든 분 들께 감사 드립니다.

마지막으로 여러 가지로 어려운 시기에 때늦은 나이의 대학원생 남편과 고3생 아들 뒷바라지하느라 애쓰는 사랑하는 아내 강연희에게 고맙다는 말하고 싶고, 사랑하는 나의 분신 관용어, 은미와 함께 이 기쁨을 나누고 싶습니다.

1999년 8월 이 영 화