Seminar for Rock Mass Classification / June 27, 2003

합리적인 시추주상도 작성에 관한 소고
Ideas for Drawing Proper Drilling Logs

최 성 순[1], Sung-Soon Choi
최 수 철[2], Soo-Cheol Choi
김 태 욱[3], Tae-Wook Kim

1) ㈜한라엔지니어링 지반부 이사, 기술사
2) ㈜한라엔지니어링 대표이사
3) ㈜한라엔지니어링 지반부 과장

요 약 : 시추조사는 설계 및 시공을 위한 기본적인 조사이며 조사자는 지층을 정확히 판단하고 시추주상도를 매개체로하여 이를 설계자와 시공자에게 전달하여야 한다. 많이 개선되었다고는 하지만 시추주상도의 내용이 작성자 또는 작성회사별로 양식과 기재방법이 다른 경우가 많아 시추주상도의 역할이 반감되는 경우가 많다.

본 고에서는 조사업계에 종사한 경험을 바탕으로 합리적인 시추주상도 작성을 위해 국내외의 시추주상도 양식을 비교하고 표준안을 제시하였으며 기재방법의 통일을 기하기위한 개선사항을 제시하였다.

주요어(*Key words*) : 시추주상도, 지반조사, 시료, 표준관입시험

1. 서 론

시추조사는 지하에 일정규격의 구멍을 천공하면서 토질 및 암반 시료를 채취하여 관찰함으로써 지층분포상태를 파악하고 시추조사와 병행된 현장시험과 대표시료에 대한 실내시험을 통해 지반특성을 파악하는 조사기법이다. 지반조사 담당자는 채취된 시료와 시추공내에서의 일련의 시험을 통해 파악된 지반정보를 간결하면서도 통일된 양식으로 정리 기술하여 설계자와 시공자에게 전달하여야 한다.

시추주상도란 시추조사의 최종성과물로서 조사위치의 지반상태를 심도별로 기록한 것으로 지반조사 담당자가 관찰, 분석, 판단한 내용을 설계자 및 시공자에게 전달하는 매개체이다.

국내에서 작성되고 있는 시추주상도는 과거보다는 많은 부분에서 개선된 상태이지만 통일된 작성기준이 없으므로 인해서 발주처별로 추천하는 시추주상도 작성양식을 갖고 있는 정도이고 기술내용에 대해서는 어떤 내용이 포함되어야 한다는 정도의 언급만 있는 상태이다.

따라서 시추주상도의 양식이나 내용이 지반담당자 또는 지반조사 회사의 경험이나 능력에 따라 다르고, 같은 지반담당자 또는 지반조사 회사라도 프로젝트마다 다른 경향을 보인다. 이러한 혼란은 시추주상도를 접하는 토목기술자들이 시추주상도로부터 보다 많은 정보를 얻을 수 있는 기회를 잃는 결과로 나타나 부적절한 설계나 시공중의 문제를 발생시키기도 한다.

본 고에서는 조사목적상 필요한 내용이 통일된 양식에 정해진 기준에 맞춰 표현됨으로써 정확하고 적절한 지반정보가 지반조사자에서 설계자 및 시공자에게 전달될 수 있는 방안을 모색해보았다.

2. 시추주상도 양식검토

2.1 국내에서 적용되는 시추주상도 양식

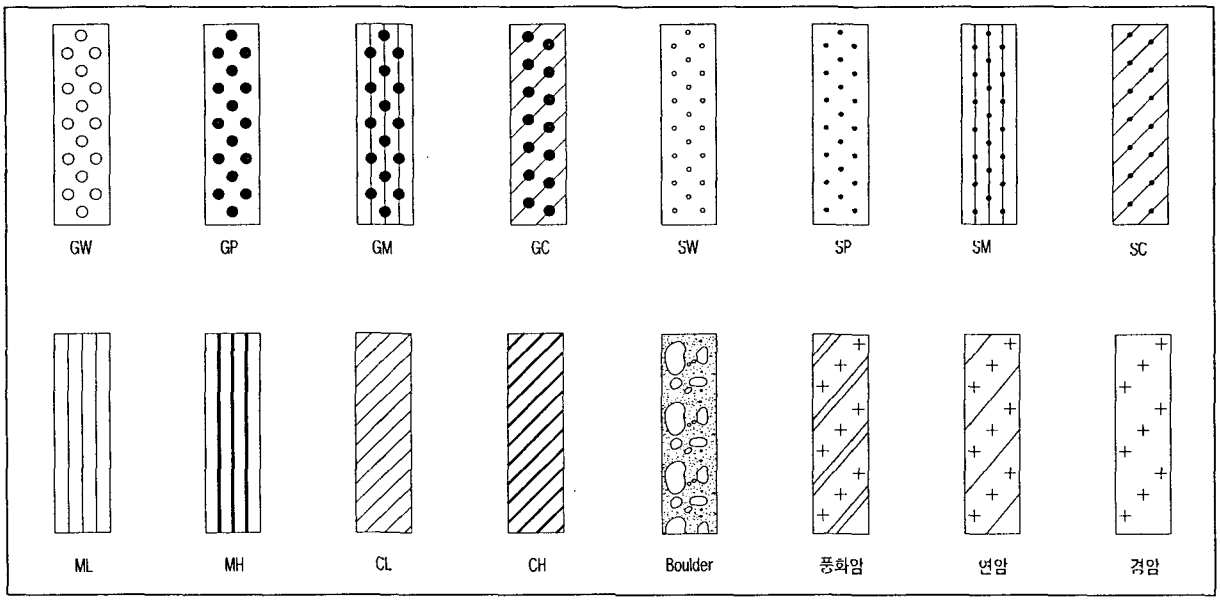
국내에서 적용되는 시추주상도 양식에 대해 대표적인 기관인 한국도로공사, 철도청에서 추천하는 양식을 토대로 살펴보았다. 국내에서 사용되는 시추주상도의 공통적인 틀은 타이틀, 일반사항, 기재내용으로 구성되어 있다.

■ 한국도로공사 추천양식 구성내용

구분	교량부	쌓기부	깎기부	터널부
타이틀	교량부시추주상도	쌓기부시추주상도	깎기부시추주상도	터널부시추주상도
일반사항	사업명 시추공번 조사일 발주처 위치 표고 교량명 시추방법 시추자 지하수위 굴진심도 시추기 작성자 시추공경	사업명 시추공번 조사일 발주처 위치 표고 쌓기부명 시추방법 시추자 지하수위 굴진심도 시추기 작성자 시추공경	사업명 시추공번 조사일 발주처 위치 표고 굴진심도 시추방법 시추자 지하수위 케이싱심도 시추기 작성자 시추공경	사업명 시추공번 조사일 발주처 위치 표고 굴진심도 시추방법 시추자 지하수위 케이싱심도 시추기 작성자 시추공경
기재내용	심도(M) 표고(M) 두께(M) 주상도 시료 표준관입시험 TCR/RQD 기술 비고	심도(M) 표고(M) 두께(M) 주상도 시료 표준관입시험 TCR/RQD 기술 비고	심도(M) 표고(M) 두께(M) 주상도 시료 표준관입시험 기술 암질, TCR 암질, RQD 암질, D 암질, S 절리간격, 형상 절리간격, 최대 절리간격, 최소 절리간격, 평균 비고	심도(M) 표고(M) 두께(M) 주상도 시료 표준관입시험 기술 암질, TCR 암질, RQD 암질, D 암질, S 절리간격, 형상 절리간격, 최대 절리간격, 최소 절리간격, 평균 비고

주)쌓기부는 교량부를 준용한 것이고, 터널부는 깎기부를 준용한 것임

■ 한국도로공사 주상도 심볼



■ 한국도로공사 추천 주상도 양식

교 량 부 시 추 주 상 도

매중

사업명		시추공번		조사일	
발주처		위 치		표 고	M

교량명		시추방법		시추자		지하수위	GL(-) M
굴진심도	M	시추기		작성자		시추공경	

심도 (M)	표고 (M)	두께 (M)	주상도	시료	표준관입시험	TCR(%) / RQD(%)	기 술	비 고

Note : 연약지반부 시추주상도는 교량부를 준용하여 사용한다.

절 토 부 시 추 주 상 도

매중

사업명		시추공번		조사일	
발주처		위 치		표 고	M

굴진 심도	M	시추방법		시추자		지하수위	GL(-) M
케이싱심도	M	시추기		작성자		시추공경	

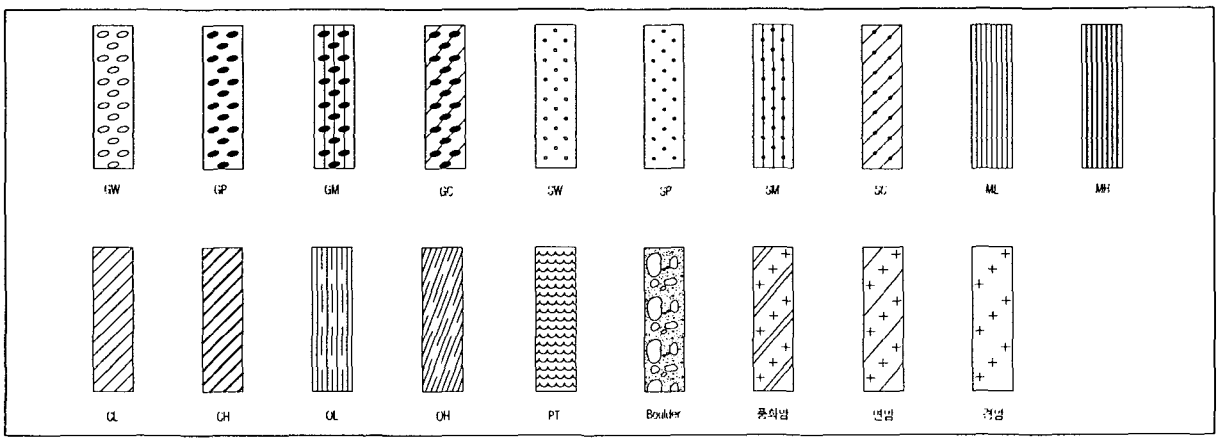
심도 (M)	표고 (M)	두께 (M)	주상도	시료	표준관입시험	기 술	암 질 TCR(%)	암 질 RQD(%)	암 질 D	암 질 S	절리간격 형상	절리간격 CM 최대	절리간격 CM 최소	절리간격 CM 평균	비 고

Note : 터널부 시추주상도는 절토부를 준용하여 사용한다.

■ 철도청 추천양식 구성내용

구분	교량부	쌓기부	깎기부	터널부
타이틀	시추주상도 DRILL LOG			
일반사항	건명 시추공번 교량명 발주처 위치 좌표 조사일 시추표고 시추심도 시추방법 지하수위 케이싱심도 시추자 작성자 시추장비 시추공경	건명 시추공번 구분 발주처 위치 좌표 조사일 시추표고 시추심도 시추방법 지하수위 케이싱심도 시추자 작성자 시추장비 시추공경	건명 시추공번 구분 발주처 위치 좌표 조사일 시추표고 시추심도 시추방법 지하수위 케이싱심도 시추자 작성자 시추장비 시추공경	건명 시추공번 터널명 발주처 위치 좌표 조사일 시추표고 시추심도 시추방법 지하수위 케이싱심도 시추자 작성자 시추장비 시추공경
기재내용	심도(M) 표고(M) 두께(M) 주상도 통일분류 색조 현장관찰기록 시료형태및심도 표준관입시험 투수계수	심도(M) 표고(M) 두께(M) 주상도 통일분류 색조 현장관찰기록 시료형태및심도 표준관입시험 투수계수	심도(M) 표고(M) 두께(M) 주상도 통일분류 색조 현장관찰기록 암질, TCR 암질, RQD 암질, D 암질, S 암질, F 절리간격, 형상 절리간격, 최대 절리간격, 최소 절리간격, 평균 시료형태및심도 표준관입시험 투수계수	심도(M) 표고(M) 두께(M) 주상도 통일분류 색조 현장관찰기록 암질, TCR 암질, RQD 암질, D 암질, S 암질, F 절리간격, 형상 절리간격, 최대 절리간격, 최소 절리간격, 평균 시료형태및심도 표준관입시험 투수계수

■ 철도청 주상도 심볼



■ 철도청 추천 주상도 양식

① 절토부

시 추 주 상 도
DRILL LOG

30매중 1

건 명				시추공번	CB-13	구 분	절 토 부
발주처	철 도 청 건설본부	위 치	익기(현) 42km381.3(좌 17.2 m)			좌 표	X : 232624.2367 Y : 123456.7891
조사일	1999. 9. 9	시추표고	239.70m			시추심도	GL(-)5.3m
시추방법	회전수세식	지하수위	GL(-)3.0m			케이싱 심 도	GL(-)2.0m
시추자	(주)ㅇㅇ회사 홍 길 동	작성자	(주)ㅇㅇ회사 박 길 동	시추장비	YT-300	시추공경	NX

심도 (M)	표고 (M)	두께 (M)	주상도	통일분류	색조	현장관찰 기록	암질 TCR (%)	암질 RQD (%)	암질 D	암질 S	암질 F	절리간격 형상	절리간격 최대	절리간격 최소	절리간격 평균	시료형태 및 심도	투수계수 / 표준관입시험
				※모래(SW) 자갈(GP) 등		※ 표토층, 풍화토, 붕적토층등 현장관련기록 상세작성											50/3 50/4 50/2

범 례 LEGEND

: 자 연 시 료 UNDISTURBED SAMPLE

: 흐트러진시료 DISTURBED SAMPLE

: 코 아 시 료 CORE SAMPLE

: 관입저항치 N - VALUE

: 시 료 없 음 LOST SAMPLE

: 투 수 계 수 PERMEABILITY COEFF

② 터널부

시 추 주 상 도
DRILL LOG

30매중 1

건 명			시추공번	TB-13	터널명	○○터널
발주처	철 도 청 건설본부	위 치	익기(현) 42km381.3(좌 17.2 m)		좌 표	X : 232624.2367 Y : 123456.7891
조사일	1999. 9. 9	시추표고	239.70m		시추심도	GL(-)5.3m
시추방법	회전수세식	지하수위	GL(-)3.0m		케이싱 심 도	GL(-)2.0m
시추자	(주)○○회사 홍 길 동	작성자	(주)○○회사 박 길 동	시추장비 YT-300	시추공경	NX

심도 (M)	표고 (M)	두께 (M)	주상도	통일분류	색조	현장관찰 기록	암질 TCR (%)	암질 RQD (%)	암질 D	암질 S	암질 F	절리간격 형상	절리간격 최대	절리간격 최소	절리간격 평균	시료형태 및 심도	투수계수 / 표준관입시험
			※모래(SW) 자갈(GP) 등			※표토층, 풍화토, 봉적토층등 현장관련기록 상세작성											50/3 50/4 50/2

범 례 LEGEND

: 자 연 시 료 UNDISTURBED SAMPLE

: 흐트러진시료 DISTURBED SAMPLE

: 코 아 시 료 CORE SAMPLE

: 관입저항치 N - VALUE

: 시 료 없 음 LOST SAMPLE

: 투 수 계 수 PERMEABILITY COEFF

③ 일반(성토)부

시 추 주 상 도

DRILL LOG

30매중 2

건 명			시추공번	B-1		구 분	일반(성토)부
발주처	철 도 청 건설본부	위 치	익기(현) 42km381.3(좌 17.2 m)			좌 표	X : 232624.2367 Y : 123456.7891
조사일	1999. 9. 9	시추표고	239.70m			시추심도	GL(-)5.3m
시추방법	회전수세식	지하수위	GL(-)3.0m			케이싱 심 도	GL(-)2.0m
시추자	(주)ㅇㅇ회사 홍 길 동	작성자	(주)ㅇㅇ회사 박 길 동	시추장비	YT-300	시추공경	BX

심도 (M)	표고 (M)	두께 (M)	주상도	통일분류	색조	현장관찰기록	시료 형태 및 심도	투수계수 / 표준관입시험
				※모래(SW) 자갈(GP) 등		※ 표 토 층 , 풍 화 토 , 봉 적 토층등 현장관련기록 상세작성		50/3 50/4 50/2

범 례 LEGEND

: 자 연 시 료 UNDISTURBED SAMPLE

: 흐트러진시료 DISTURBED SAMPLE

: 코 아 시 료 CORE SAMPLE

: 관입저항치 N - VALUE

: 시 료 없 음 LOST SAMPLE

: 투 수 계 수 PERMEABILITY COEFF

④ 교량부

시 추 주 상 도
DRILL LOG

30매중 2

건 명			시추공번	BH-1	교량명	○○고가
발주처	철 도 청 건설본부	위치 및 교각번호	익기(현) 42km381.3(좌 17.2 m),P14		좌 표	X : 232624.2367 Y : 123456.7891
조사일	1999. 9. 9	시추표고	239.70m		시추심도	GL(-)5.3m
시추방법	회전수세식	지하수위	GL(-)3.0m		케이싱 심 도	GL(-)2.0m
시추자	(주)○○회사 홍 길 동	작성자	(주)○○회사 박 길 동	시추장비 YT-300	시추공경	NX

심도 (M)	표고 (M)	두께 (M)	주상도	통일분류	색조	현장관찰기록	시료 형태 및 심도	투수계수 / 표준관입시험
				※모래(SW) 자갈(GP) 등		※ 표토층, 풍화토, 봉적 토층등 현장관련기록 상세작성		50/3 50/4 50/2

범 례 LEGEND

: 자 연 시 료 UNDISTURBED SAMPLE

: 흐트러진시료 DISTURBED SAMPLE

: 코 아 시 료 CORE SAMPLE

: 관입저항치 N - VALUE

: 시 료 없 음 LOST SAMPLE

: 투 수 계 수 PERMEABILITY COEFF

2.2 외국에서 적용되는 시추주상도 양식검토

외국에서의 시추주상도 양식을 검토하기위하여 ASCE에서 승인한 시추주상도 양식에 대해 검토하였다.

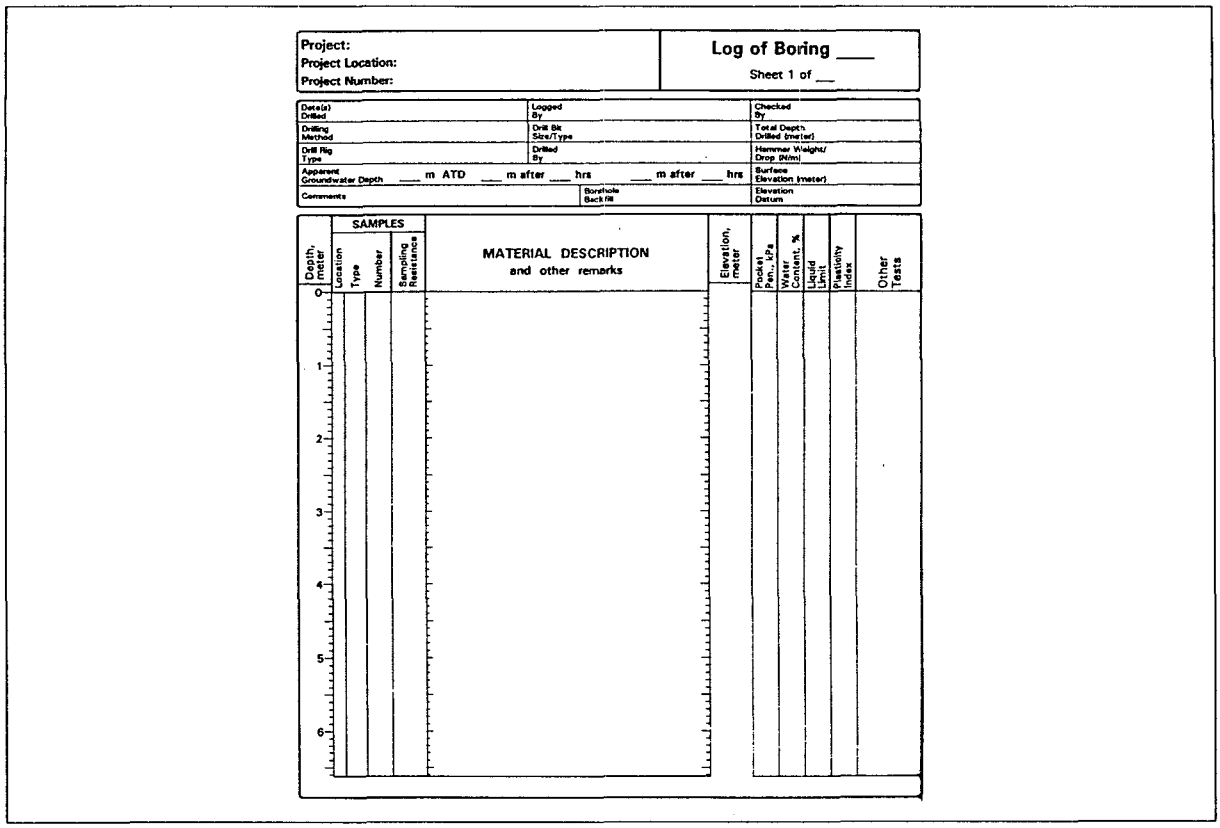
■ **ASCE 승인양식 구성내용**

구분	토사용	암반용
타이틀	Log of Boring (공번) -과업명, 과업위치등을 기재	
일반사항	시추일자 작성자 확인자 시추방법 시추비트크기/타입 굴진심도 시추장비 시추자 해머무게 지하수위(종료후포함 3회측정기록) 표고 특기사항(comments) 시추공처리(폐공) 표고관련자료	시추일자 작성자 확인자 시추방법 시추비트크기/타입 굴진심도 시추장비 시추자 시추각도 지하수위(종료후포함 3회측정기록) 표고 특기사항(comments) 시추공처리(폐공)
기재내용	심도(M) 시료채취 위치 시료채취 타입 시료채취 번호 현장관찰기록 표고 Poket Pen 함수비 액성한계 소성지수 기타시험들	심도(M) 표고(M) Run 번호 Box 번호 TCR 절리발달빈도 RQD 절리형상그림 암종 현장관찰기록 수압시험결과 실내시험결과 굴진속도 기타관찰기록 (순환수누수, 코어채취못한 사유등)

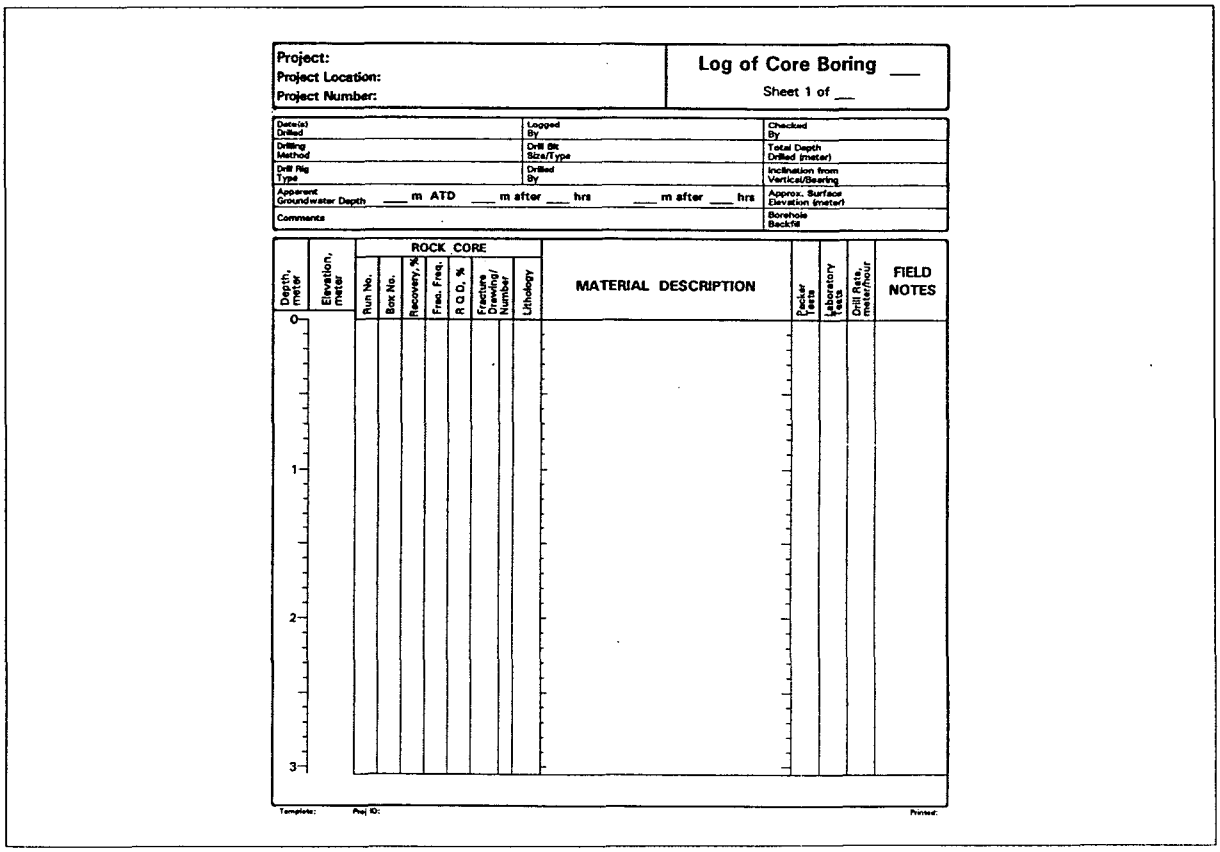
* 불연속면에 대한 기술은 현장관찰내용 기재란에 기술하는데 다음의 사항을 포함한다.

- 불연속면의 경사(Dip)
- 불연속면의 종류(절리, 단층, 엽리, 맥, 전단면)
- 불연속면의 틈(W, MW, N, VN, T)
- 충전물(점토, 모래, 방해석등)
- 충전물의 양(Su, Sp, Pa, Fi, No)
- 표면의 모양/거칠기(Wa, Pl, St, Ir / Slk, SR, R, VR)
- 불연속면 간격(EW, W, M, C, VC)

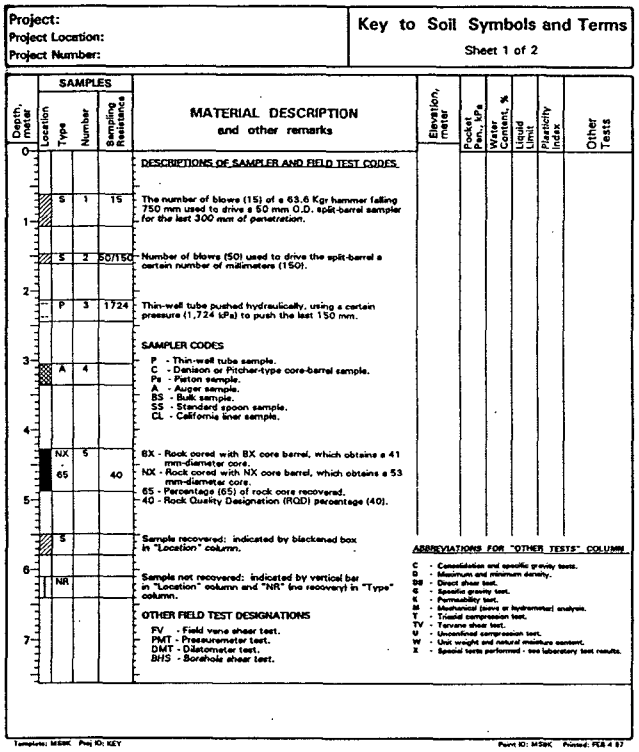
■ ASCE 추천 주상도 양식(토사용)



■ ASCE 추천 주상도 양식(암반용)



■ ASCE 추천 지층 및 용어 설명 (토사)



Project:
Project Location:
Project Number:

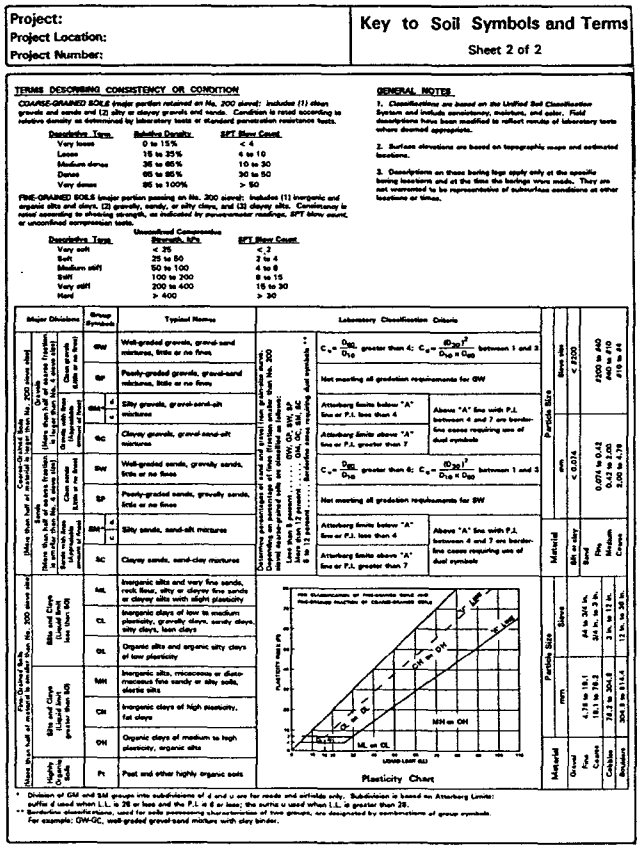
Key to Soil Symbols and Terms
Sheet 1 of 2

Depth, meter	SAMPLES: Location	SAMPLES: Type	SAMPLES: Number	SAMPLES: Sampling Resistance	MATERIAL DESCRIPTION and other remarks	Elevation, meter	Pocket Pen., kPa	Water Content, %	Liquid Limit	Plasticity Index	Other Tests
0					DESCRIPTIONS OF SAMPLER AND FIELD TEST CODES						
1		S	1	15	The number of blows (15) of a 63.6 Kgr hammer falling 750 mm used to drive a 50 mm O.D. split-barrel sampler for the last 300 mm of penetration.						
2		S	2	50/150	Number of blows (50) used to drive the split-barrel a certain number of millimeters (150).						
		P	3	1724	Thin-wall tube pushed hydraulically, using a certain pressure (1,724 kPa) to push the last 150 mm.						
3					SAMPLER CODES						
		A	4		P - Thin-wall tube sample. C - Denison or Pitcher-type core-barrel sample. Ps - Piston sample. A - Auger sample. BS - Bulk sample. SS - Standard spoon sample. CL - California liner sample.						
4											
		NX	5		BX - Rock cored with BX core barrel, which obtains a 41 mm-diameter core. NX - Rock cored with NX core barrel, which obtains a 53 mm-diameter core.						
5		65		40	65 - Percentage (65) of rock core recovered. 40 - Rock Quality Designation (RQD) percentage (40).						
		S			Sample recovered; indicated by blackened box in "Location" column.						
6		NR			Sample not recovered; indicated by vertical bar in "Location" column and "NR" (no recovery) in "Type" column.						
					OTHER FIELD TEST DESIGNATIONS FV - Field vane shear test. PMT - Pressuremeter test. DMT - Dilatometer test. BHS - Borehole shear test.						
7											

ABBREVIATIONS FOR "OTHER TESTS" COLUMN

C - Consolidation and specific gravity tests.
D - Maximum and minimum density.
DS - Direct shear test.
G - Specific gravity test.
K - Permeability test.
M - Mechanical (sieve or hydrometer) analysis.
T - Triaxial compression test.
TV - Torvane shear test.
U - Unconfined compression test.
W - Unit weight and natural moisture content.
X - Special tests performed - see laboratory test results.

Template: MSBK Proj ID: KEY — Print ID: MSBK Printed: FEB 4 87



Project:
Project Location:
Project Number:

Key to Soil Symbols and Terms
Sheet 2 of 2

TERMS DESCRIBING CONSISTENCY OR CONDITION

COARSE-GRAINED SOILS (major portion retained on No. 200 sieve): includes (1) clean gravels and sands and (2) silty or clayey gravels and sands. Condition rated according to relative density as determined by laboratory tests or standard penetration resistance tests.

Descriptive Term	Relative Density	SPT Blow Count
Very loose	0 to 15%	< 4
Loose	15 to 35%	4 to 10
Medium dense	35 to 65%	10 to 30
Dense	65 to 85%	30 to 50
Very dense	85 to 100%	> 50

FINE-GRAINED SOILS (major portion passing on No. 200 sieve): includes (1) inorganic and organic silts and clays, (2) gravelly, sandy, or silty clays, and (3) clayey silts. Consistency is rated according to shearing strength, as indicated by pocket-penetrometer readings, SPT blow count, or unconfined compression tests.

Descriptive Term	Unconfined Compressive Strength, kPa	SPT Blow Count
Very soft	< 25	< 2
Soft	25 to 50	2 to 4
Medium stiff	50 to 100	4 to 8
Stiff	100 to 200	8 to 15
Very stiff	200 to 400	15 to 30
Hard	> 400	> 30

GENERAL NOTES

1. *Classifications are based on the Unified Soil Classification System and include consistency, moisture, and color. Field descriptions have been modified to reflect results of laboratory tests where deemed appropriate.*
2. *Surface elevations are based on topographic maps and estimated locations.*
3. *Descriptions on these boring logs apply only at the specific boring locations and at the time the borings were made. They are not warranted to be representative of subsurface conditions at other locations or times.*

Major Divisions		Group Symbols	Typical Names	Laboratory Classification Criteria
Coarse-Grained Soils: More than half of material is larger than No. 200 sieve size	Gravels: More than half of coarse fraction is larger than No. 4 sieve size (3mm)	GW	Well-graded gravels, gravel-sand mixtures, little or no fines	$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$ greater than 4; $C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ between 1 and 3
	Clean gravels (little or no fines)	GP	Poorly-graded gravels, gravel-sand mixtures, little or no fines	Not meeting all gradation requirements for GW
	Gravels with fines (appreciable amount of fines)	GM d u	Silty gravels, gravel-sand-silt mixtures	Atterberg limits below "A" line or P.I. less than 4 / Above "A" line with P.I. between 4 and 7 are borderline cases requiring use of dual symbols
		GC d u	Clayey gravels, gravel-sand-clay mixtures	Atterberg limits above "A" line or P.I. greater than 7
	Sands: More than half of coarse fraction is smaller than No. 4 sieve size (3mm)	SW	Well-graded sands, gravelly sands, little or no fines	$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$ greater than 6; $C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ between 1 and 3
	Clean sands (little or no fines)	SP	Poorly-graded sands, gravelly sands, little or no fines	Not meeting all gradation requirements for SW
	Sands with fines (appreciable amount of fines)	SM d u	Silty sands, sand-silt mixtures	Atterberg limits below "A" line or P.I. less than 4 / Above "A" line with P.I. between 4 and 7 are borderline cases requiring use of dual symbols
		SC d u	Clayey sands, sand-clay mixtures	Atterberg limits above "A" line or P.I. greater than 7
Fine-Grained Soils: More than half of material is smaller than No. 200 sieve size	Silts and Clays: Liquid limit less than 50	ML	Inorganic silts and very fine sands, rock flour, silty or clayey fine sands or clayey silts with slight plasticity	
		CL	Inorganic clays of low to medium plasticity, gravelly clays, sandy clays, silty clays, lean clays	
		OL	Organic silts and organic silty clays of low plasticity	
	Silts and Clays: Liquid limit greater than 50	MH	Inorganic silts, micaceous or diatomaceous fine sandy or silty soils, elastic silts	
		CH	Inorganic clays of high plasticity, fat clays	
		OH	Organic clays of medium to high plasticity, organic silts	
Highly Organic Soils		Pt	Peat and other highly organic soils	

Determine percentages of sand and gravel from grain size curve. Depending on percentage of fines (fraction smaller than No. 200 sieve), coarse-grained soils are classified as follows:
Less than 5 percent ..... GW, GP, SW, SP
More than 12 percent ..... GM, GC, SM, SC
5 to 12 percent ..... Borderline cases requiring use of dual symbols

Plasticity Chart

Particle Size

Material	mm	Sieve
Gravel: Fine	4.76 to 19.1	#4 to 3/4 in.
Gravel: Coarse	19.1 to 76.2	3/4 in. to 3 in.
Cobbles	76.2 to 304.8	3 in. to 12 in.
Boulders	304.8 to 914.4	12 in. to 36 in.

Material	mm	Particle Size
Silt or clay	< 0.074	< #200
Sand: Fine	0.074 to 0.42	#200 to #40
Sand: Medium	0.42 to 2.00	#40 to #10
Sand: Coarse	2.00 to 4.76	#10 to #4

* Division of GM and SM groups into subdivisions of *d* and *u* are for roads and airfields only. Subdivision is based on Atterberg Limits: suffix *d* used when L.L. is 28 or less and the P.I. is 6 or less; the suffix *u* used when L.L. is greater than 28.

** Borderline classifications, used for soils possessing characteristics of two groups, are designated by combinations of group symbols. For example: GW-GC, well-graded gravel-sand mixture with clay binder.

■ ASCE 추천 지층 및 용어 설명 (암반)

Project:
Project Location:
Project Number:

Key to Rock Core Log
Sheet 1 of 2

Depth, meter	Elevation, meter	ROCK CORE: Run No.	Box No.	Recovery, %	Frac. Freq.	R Q D, %	Fracture Drawing/ Number	Lithology	MATERIAL DESCRIPTION	Packer Tests	Laboratory Tests	Drill Rate, meter/hour	FIELD NOTES
0													
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	13	14	15	16
2		1	1	100	1	80				META-ARKOSE, light gray, moderately weathered, moderately strong.				Slow drilling
					0			1		12: a b c d e f g h 1: 75, J, VN, Fe, Su, Pl, S, VC M: Mechanical Breakage				
4								M						

1 **Depth:** Distance (in meters) from the collar of the borehole.

2 **Elevation:** Elevation (in meters) from the collar of the borehole.

3 **Run No.:** Number of the individual coring interval, starting at the top of bedrock.

4 **Box No.:** Number of the core box which contains core from the corresponding run.

5 **Recovery:** Amount (in percent) of core recovered from the coring interval; calculated as the length of core recovered divided by the length of the run.

6 **Frac. Freq.:** (Fracture Frequency) The number of naturally occurring fractures in each foot of core; does not include mechanical breaks, which are considered to be induced by drilling.

7 **R Q D:** (Rock Quality Designation) Amount (in percent) of intact core pieces of sound core greater than 100 mm in length) in each coring interval; calculated as the sum of the lengths of intact core divided by the length of the core run.

8 **Fracture Drawing:** Sketch of the naturally occurring fractures and mechanical breaks, showing the angle of the fractures relative to the cross-sectional axis of the core. "NR" indicates no recovery.

9 **Fracture Number:** Location of each naturally occurring fracture (numbered) and mechanical break (labeled "M"). Naturally occurring fractures are described in Column 11 (keyed by number) using descriptive terms defined on the following page (items a - h).

10 **Lithology:** A graphic log presentation using symbols to represent differing rock types.

11 **Description:** Lithologic description in this order: rock type, color, texture, grain size, foliation, weathering, strength, and other features; descriptive terms are defined on the following page. A detailed descriptive log of overburden materials is not necessarily provided.

12 **Discontinuity Description:** Abbreviated description of fracture corresponding to number of naturally occurring fracture in Column 9 using terms defined on the following page (items a - h).

13 **Packer Tests:** A vertical line depicts the interval over which a packer test is performed.

14 **Laboratory Tests:** A vertical line depicts the interval over which core has been removed for laboratory testing. Laboratory tests performed are indicated in Column 16.

15 **Drill Rate:** Rate (in meters per hour) of penetration of drilling. "N/O" indicates rate not observed.

16 **Field Notes:** Comments on drilling, including water loss, reasons for core loss, and use of drilling mud; also, laboratory tests performed on core.

Template: MASC Proj ID: KEY — Point ID: CORKEY — Printed: FEB 3 97

Project:
Project Location:
Project Number:

Key to Rock Core Log
Sheet 2 of 2

Depth, meter | Elevation, meter | ROCK CORE: Run No. | Box No. | Recovery, % | Frac. Freq. | R Q D, % | Fracture Drawing/ Number | Lithology | MATERIAL DESCRIPTION | Packer Tests | Laboratory Tests | Drill Rate, meter/hour | FIELD NOTES

KEY TO DESCRIPTIVE TERMS USED ON CORE LOGS

DISCONTINUITY DESCRIPTORS

a Dip of fracture surface measured relative to horizontal

b Discontinuity Type:
- F - Fault
- J - Joint
- Sh - Shear
- Fo - Foliation
- V - Vein
- B - Bedding

c Amount of Infilling:
- Su - Surface Stain
- Sp - Spotty
- Pa - Partially Filled
- Fi - Filled
- No - None

h Discontinuity Spacing (meters):
- EW - Extremely Wide (>19.7)
- W - Wide (6.6-19.7)
- M - Moderate (2.3-6.6)
- C - Close (0.66-2.3)
- VC - Very Close (<0.66)

e Discontinuity Width (millimeters):
- W - Wide (12.5-50)
- MW - Moderately Wide (2.5-12.5)
- N - Narrow (1.25-2.5)
- VN - Very Narrow (<1.25)
- T - Tight (0)

f Surface Shape of Joint:
- We - Wavy
- Pl - Planar
- St - Stepped
- Ir - Irregular

d Type of Infilling:
- Cl - Clay
- Ca - Calcite
- Ch - Chlorite
- Fe - Iron Oxide
- Gy - Gypsum/Talc
- H - Healed
- No - None
- Py - Pyrite
- Qz - Quartz
- Sd - Sand

g Roughness of Surface:
- Slk - Slickensided (surface has smooth, glassy finish with visual evidence of striations)
- S - Smooth (surface appears smooth and feels so to the touch)
- SR - Slightly Rough (asperities on the discontinuity surfaces are distinguishable and can be felt)
- R - Rough (some ridges and side-angle steps are evident; asperities are clearly visible, and discontinuity surface feels very abrasive)
- VR - Very Rough (near-vertical steps and ridges occur on the discontinuity surface)

ROCK WEATHERING / ALTERATION

Description	Recognition
Residual Soil	Original minerals of rock have been entirely decomposed to secondary minerals, and original rock fabric is not apparent; material can be easily broken by hand
Completely Weathered/Altered	Original minerals of rock have been almost entirely decomposed to secondary minerals, minerals, although original fabric may be intact; material can be granulated by hand
Highly Weathered/Altered	More than half of the rock is decomposed; rock is weakened so that a minimum 50-mm-diameter sample can be broken readily by hand across rock fabric
Moderately Weathered/Altered	Rock is discolored and noticeably weakened, but less than half is decomposed; a minimum 50-mm-diameter sample cannot be broken readily by hand across rock fabric
Slightly Weathered/Altered	*Rock is slightly discolored, but not noticeably lower in strength than fresh rock*
Fresh	Rock shows no discoloration, loss of strength, or other effect of weathering/alteration

ROCK STRENGTH

Description	Recognition	Approximate Uniaxial Compressive Strength (kPa)
Extremely Weak Rock	Can be indented by thumbnail	240 - 1,035
Very Weak Rock	Can be peeled by pocket knife	1,035 - 4,827
Weak Rock	Can be peeled with difficulty by pocket knife	4,827 - 24,133
Medium Strong Rock	Can be indented 5 mm with sharp end of pick	24,133 - 49,644
Strong Rock	Requires one hammer blow to fracture	49,644 - 89,978
Very Strong Rock	Requires many hammer blows to fracture	89,978 - 241,325
Extremely Strong Rock	Can only be chipped with hammer blows	>241,325

Template: 1848 Proj ID: KEY — Point ID: CORKEY — Printed: FEB 3 97

2.3 국내·외 시추주상도 양식비교

차이점	국내양식(한국도로공사, 철도청)	국외양식(ASCE승인양식)
양식구분	구조물별로 양식이 다름	토사용과 암반용으로 양식구분
토사용	발주처, 사업명, 위치/좌표, 시추공경 케이싱심도, 지층두께, 주상도(symbol), 통일분류, 비고	시추비트직경, 해머무게, 지하수위 3회측정결과, 작성확인자, 실내시험결과, 기타시험결과, 폐공현황
암반용	발주처, 사업명, 위치/좌표, 시추공경 케이싱심도, 지층두께,주상도(symbol), 통일분류, 암질(풍화/강도/절리), 절리간격(최대/최소/평균), 비고	시추비트직경, Run번호, Box번호, 수압시험결과, 실내시험결과, 기타관찰기록, 폐공현황

2.4 시추주상도 양식에 대한 검토 및 개선안

현재 국내에서 적용되는 시추주상도 양식은 국외에서 사용되는 시추주상도 양식에 비해 대부분의 사항이 공통적으로 있지만 2.3절에서의 결과를 바탕으로 각 항목에 대한 검토 및 개선안을 다음과 같이 제시하였다.

① 타이틀은 전체의 제목이므로 어떤 구조물에 대한 시추주상도인지 알 수 있는 한국도로공사 추천양식인 쌓기부 시추주상도, 깎기부 시추주상도, 터널부 시추주상도, 교량부 시추주상도으로 표현되는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

② 양식의 형태가 2가지 이상이면 혼돈을 초래할 수 있으므로 쌓기부와 터널부(깎기부와 교량부는 터널부 양식을 준용)으로 구분하는 것이 바람직하다고 판단된다. 교량부양식을 터널부양식과 같게 하는 이유는 교량이 장대화하면서 암반에 지지되는 교량이 늘어나는 추세를 반영하여 암반부분을 상세히 기재할 수 있는 양식을 적용하는 것이 바람직할 것으로 보기 때문이다.

③ 조사위치를 Station과 좌우로의 이격거리만으로 나타내기 보다는 좌표를 병기하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

④ 지하수위를 기재하는 란은 단순히 최종 지하수위를 적는 것보다는 ASCE에서 추천하는 양식에서처럼 측정시간대별(굴진종료후, 24시간후, 72시간후)로 기재할 수 있도록하며 최종측정일 이전의 3일이내 강수량을 적는 것도 바람직할 것으로 판단된다.

⑤ 경사 또는 수평 시추를 표현할 수 있는 시추각도를 표현할 수 있는 란이 있어야 한다.

⑤ 주변지형란을 일반사항부분에 마련하여 주변지형과 현재의 토지이용내용등 설계자나 시공자가 시추주상도를 검토할 때 참고할 수 있는 내용을 적을 수 있도록 하는 것이 바람직하다고 사료된다.

⑥ 지하수오염과 관련하여 폐공에 관한 사회적관심이 높으므로 폐공여부에 관한 란을 만들어 사용하는 것이 좋을 것으로 판단된다.

⑦ 토사구간에서 실시하는 표준관입시험은 숫자와 병행하여 그래프로 표현되는 것이 바람

직하다고 판단된다.

⑧ 철도청양식의 경우 색조를 별도의 칸으로 구분하고 있는데 공학적 중요도에 비춰볼 때 색조 보다는 암종으로 대체하는 것이 좋을 듯하다.

⑨ 기재내용 부분에 실내시험란을 두어서 시험심도와 간단한 결과를 기술하거나 시험심도와 시험내용을 기술토록한다.

⑩ 시추주상도 1장에 표현되는 심도는 10m가 적당한 것으로 판단된다. 표현되는 심도가 10m이하인 경우 깊은 심도의 시추공을 표현하기에는 주상도의 양이 너무 많아 주상도를 살펴볼 때 한 눈에 파악되는 양이 너무적고, 10m 이상인 경우에는 나타내고자 하는 내용을 충분히 반영할 공간이 되지 않을 것으로 판단하기 때문이다.

⑪ 암반구간의 TCR과 RQD는 성격이 비슷하므로 별도의 인접한 칸에 기록토록하는 것이 바람직하다고 판단된다. 만약 동일한 칸에 사선으로 내용을 구분한다면 시추주상도 작성작업을 전산화 할 때 어려운 점이 많을 것으로 생각된다.

3. 기재내용 작성방법 검토

시추주상도 기재내용작성과 관련한 기준은 어떠한 내용이 포함되어야 한다는 정도이므로 기재순서등에서 차이가 있을 수 있고, 지층을 구분하는 정도가 조사자의 개인적인 경험에 따르는 경우가 많다.

현행방식의 문제점을 분석하고 개선방안을 제시하였다.

3.1 현행 국내적용 기준

■ **흙의 기재방법**

① 흙의 기재사항

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

② 상대밀도 및 연경도

사질토의 상대밀도		점성토의 연경도	
관입저항값 (N치)	상 대 밀 도	관입저항값 (N치)	연 경 도
4 이하	매우느슨 (Very Loose)	2 이하	매우연약 (Very Soft)
4 ~ 10	느 슨 (Loose)	2 ~ 4	연 약 (Soft)
10 ~ 30	보통조밀(Medium Dense)	4 ~ 8	보통견고 (Medium Stiff)
30 ~ 50	조 밀 (Dense)	8 ~ 15	견 고 (Stiff)
50 이상	매우조밀 (Very Dense)	15 ~ 30	매우견고 (Very Stiff)
		30 이상	고 결 (Hard)

③ 시료의 함수상태

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

④ 시료의 색조

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

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

■ **암석의 기재방법**

① 색

• 암반의 기본색(황색, 갈색, 회색, 청색 또는 녹색)에 담(연한)과 암(진한)의 명암 및 혼색에 대한 서술용어를 사용

② 불연속면의 간격

기 호	간 격	상 태	기 재 방 법
F - 5	5 cm 이하	매우심한균열 (Highly Fractured)	불연속면 간격의 최대값, 최소값, 평균값을 주상도에 수록
F - 4	5 ~10 cm	심 한 균 열 (Fractured)	
F - 3	10~30 cm	보 통 균 열 (Moderately Fractured)	
F - 2	30~100 cm	약 간 균 열 (Slightly Fractured)	
F - 1	100 cm 이상	괴 상 (Massive)	

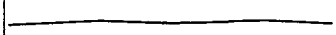
③ 암석의 풍화상태

기 호	용 어	설 명
D - 5	완 전 풍 화 (Completely Weathered)	암석전체가 완전풍화를 받아 흙으로 변화되었으나 모암의 원조직과 구조를 지니며 간혹 풍화를 받지 않은 암편을 함유한 상태
D - 4	심 한 풍 화 (Highly Weathered)	암석내부까지 풍화가 진행중이며 점토물질이 협재되어 있어 부분적으로 쉽게 부술 수 있는 상태
D - 3	보 통 풍 화 (Moderately Weathered)	전 암석 표면에서부터 풍화가 진행중이며 색조는 변하였으나 손으로 부술 수 없는 상태
D - 2	약 간 풍 화 (Slightly Weathered)	기반암내 발달된 불연속면을 따라 미약한 풍화작용이 시작되고 있으나 암석 자체에는 아무런 풍화작용이 일어나지 않는 상태
D - 1	신 선 (Fresh)	풍화작용의 흔적이 없는 상태

④ 암석의 강도

기 호	용 어	설 명
S - 5	매 우 약 함 (Very Weak)	손가락 또는 엄지손톱의 압력으로 눌러 으스러지는 정도
S - 4	약 함 (Weak)	해머로 눌러 으스러지는 정도
S - 3	보 통 강 함 (Moderately Strong)	1회의 약한 해머 타격으로 쉽게 깨지며 모서리가 으스러지는 정도
S - 2	강 함 (Strong)	1~2회의 강한 해머 타격으로 깨지거나 모서리가 각이지는 정도
S - 1	매 우 강 함 (Very Strong)	여러번의 강한 해머 타격으로 패각상의 조각으로 깨지며 각이 날카로운 정도

⑤ 절리면 거칠기

구 분	계 단 형 (Stepped)	파 동 형 (Undurating)	평 면 형 (Planar)
거 칠 음 (Rough)			
완 만 (Smooth)			
경 면 (Slikensided)			

⑥ 암석 Core의 형상

코아의 형상	코아의 길이	비 고
봉 상	30cm 이상	원형코아
장 주 상	10~30cm	원형코아
단 주 상	5~10cm	대부분 원형코아
암 편 상	5cm 이하	원형이 아닌 코아가 우세
세 편 상	2.5cm 이하	코아의 형태가 남아 있음

3.2 현행방식의 문제점 분석

① 지층의 구분은 기본적으로 지반의 공학적성질의 동질성이 확보되는 구간을 설정함을 원칙으로 한다. 그러나 협재된 지층을 별도의 지층으로 구분하여야 하는 지는 전적으로 지반조사 담당자의 판단에 달려있다. 따라서 객관성확보를 위해 어느정도의 가이드라인은 필요하다.

② 채취된 시료에만 의존하여 지층을 구분하려는 경향이 있어 지층단면도상에서 볼 때 부자연스러운 경향을 나타내기도 한다.

③ 작성자(또는 작성회사)에 따라 관찰내용 기재란의 기술 순서가 일정치 않은 문제점이 있으며 불필요한 내용(예를들면 굴진시 모래로 분해됨등의 표현)이 표현되는 경우가 많다.

④ 실내시험과 현장시험의 내용들이 기재되지 않는 경우가 많다.

⑤ 시추주상도에 익숙하지 않은 사람이 볼 때, 금방 알아볼 수 없는 표현들도 있다.

⑦ 암반분류상의 표현가능한 항목이 표시되지 않는 경우가 많다. (예를들면 절리군의 수와 절리군별 간격등이 표현되지 않는 경우가 많다.)

⑧ 조사대상 목적물의 설계 및 시공과정에서 중요한 사항들이 간과되는 경우가 있다.(예를들어 사면의 경우 굴착난이도와 사면의 안정성에 관련한 사항들이 기재되어야 하고, 터널의 경우 지보량과 관련한 사항들이 기재되어야 하며, 깊은 기초가 예상되는 교량의 경우 풍화대에 암석의 상태로 남아있는 맥암등을 표현한다.)

⑨ 정량적이기보다 정성적인 표현을 사용하는 경우가 많다.(예를들면 간헐적으로, 박층의 등등)

⑩ 토층의 구성물질을 표현함에 있어 일정기준을 따르지 않는 경우가 많다.

⑪ 시추기능자의 관찰내용이 주상도에 반영되지 않는 경우가 많다.(예를들면 누수구간, 공동의 크기등)

⑫ 대표적인 토질시료에 대한 실내시험결과를 반영하여 지층구성물질에 대한 표현을 확정내지 수정하여야 한다.

⑬ 연약점토에서 표준관입시 햄머자중에 의해 관입되거나 롯드자중으로 관입되는 경우 숫자로 N치를 표현하기 곤란하다.

⑭ 시추기능자들중 상당수는 표준관입시험시 관입깊이를 측정하기 이전에 2~3회 타격을 한 후 롯드에 15cm씩 45cm구간을 표시하고 표준관입시험을 하는 경우가 많은데 이는 측정되는 N치가 실제의 지층상태보다 크게 나타나 N치가 과다하게 평가할 우려가 있다. 이러한 경향은 N치가 클수록 과다하게 측정되는 정도가 더해지므로 깊은기초의 지지층 판단시 문제가 될 수 있다.

⑮ 호박돌은 직경 30cm이상의 호박형으로 둥근돌(건품에서는 직경 18cm이상임)을 의미하고 자갈은 직경 7.5cm이하이다. 외국에서는 호박돌과 자갈의 중간범위를 조약돌(Cobble)이라고 칭하고 있으나 국내에서는 거의 사용하지 않는 문제가 있다.

3.3 개선방안

① 지층을 구분함에 있어 공학적 동질성이 확보되도록 하여야 한다. 시료를 일견하고 개략적인 지층구분을 한 후 세밀히 관찰하면서 지층구분을 조정한 후 확정한다. 또 1m이하의 두께로 얇게 분포하는 경우는 다음의 경우를 제외하고 별도의 지층으로 구분하지 않아도 된다.

- 표토층부근의 지층을 구분할 경우
- 연약점토상에 협재하는 모래나 실트층
- 교량부에서 협재하는 자갈층
- 터널굴착면 부근에서의 파쇄대를 포함한 절리발달 구간

② 주변의 지형을 고려하여 지층을 파악하고, 특징적인 주변지형을 특기사항란에 기술한다.
기술예) 구릉지에서 저지대인 논으로 이행하는 곳으로 좌측은 시추위치보다 깊은 위치에 지지층이 분포할 것임

③ 토사층의 경우 지층명, 조밀도(연경도), 습윤상태, 색조, 구성물질, 구간별 특이사항 순으로 기재하고, 암반층의 경우 지층명, 색조, 균열상태, 풍화정도, 강도, 암종, 절리기술, 특이사항 순으로 기재한다.
기술예)

토사층	암반층
*붕적층(0.5-7.3m) 보통조밀 내지 조밀, 습윤, 담갈색 내지 암갈색, 실트질 세립내지 중립모래 · 5.5-6.3m : 모래질 실트	*보통암(8.9-16.4m) 담회색, 약간균열, 보통풍화 내지 약간풍화, 강한 강도의 화강암 2 sets(20° ,70°)+ Random 절리 20° ,절리, 2-3m간격, 평탄/완만, 충전물없음 70° ,절리, 2-3m간격, 평탄/완만, 2mm 두께의 모래충전 · 6.3-7.0m : 파쇄대

④ 실내시험과 현장시험 구간과 결과를 기재하며, 결과가 간단하지 않을 경우에는 시험을 한 내용을 기재한다.

기술예) 13.5-16.5m; k=3.5x10-5, Lu=1.5

⑤ 절리상태란을 의미를 알 수 있는 약자로 표현하여 알기쉽게 한다.

기술예) D1⇒F, S3⇒MS, F3⇒MF

⑦ 절리군의 수와 간격을 다음의 예처럼 표현한다.

기술예) 2set(20° 3m간격, 70° 2-3m간격)+ Random

⑧ 동일한 구성물질과 지층명을 가질지라도 공학적성질의 변화가 크면 공학적 동질성이 확보되도록 지층을 세분한다.

예) N치의 범위가 매우넓은 풍화토층의 경우 N=50을 기준으로 2개의 층으로 구분한다.

⑨ 가급적이면 정량적으로 수치화하여 지반상태를 표현한다.

기술예) 20cm 두께의 파쇄대가 4-5m 간격으로 발달

⑩ 토층의 구성물질 기재는 무게비에 따라 다음을 기준으로 표현한다.

기술방법) '부성분이 20-35%; ~섞인, 35-50%; ~질'로 표현하고 주성분과 부성분이 비슷한 경우에는 '~과 ~'으로 표현한다.

⑪ 시추기능자에게 작업시 관찰되는 사항을 기재할 수 있는 양식을 만들어 주고, 만약 이러한 것이 여의치 않을 경우 기능자에게 현장에서 채록하여 이를 기재한다.

포함항목) 시추일자, 표준관입시험, 자연시료채취심도, 굴진완료후 지하수위, 누수대, 공동여부, 기타특기사항

⑫ 실내시험결과를 반영하여 토층구성물질에 대한 표현을 확정 또는 수정하여야 한다.

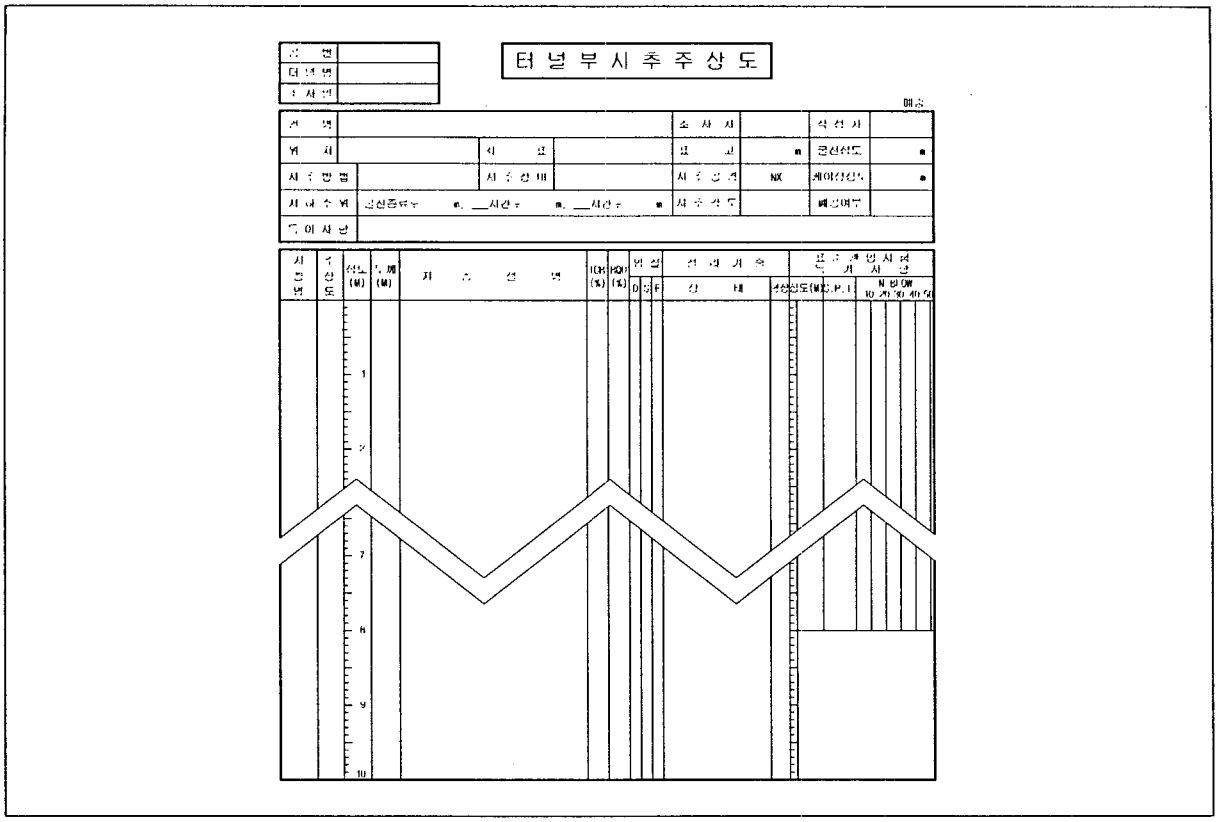
⑬ N치를 표현하는 칸에 "햄머자중", "롯드자중"등으로 표현한다.

⑭ 시추조사전에 표준관입시 예비타이전의 타격을 하지 않도록 교육하고 이를 현장에서 확인한다.

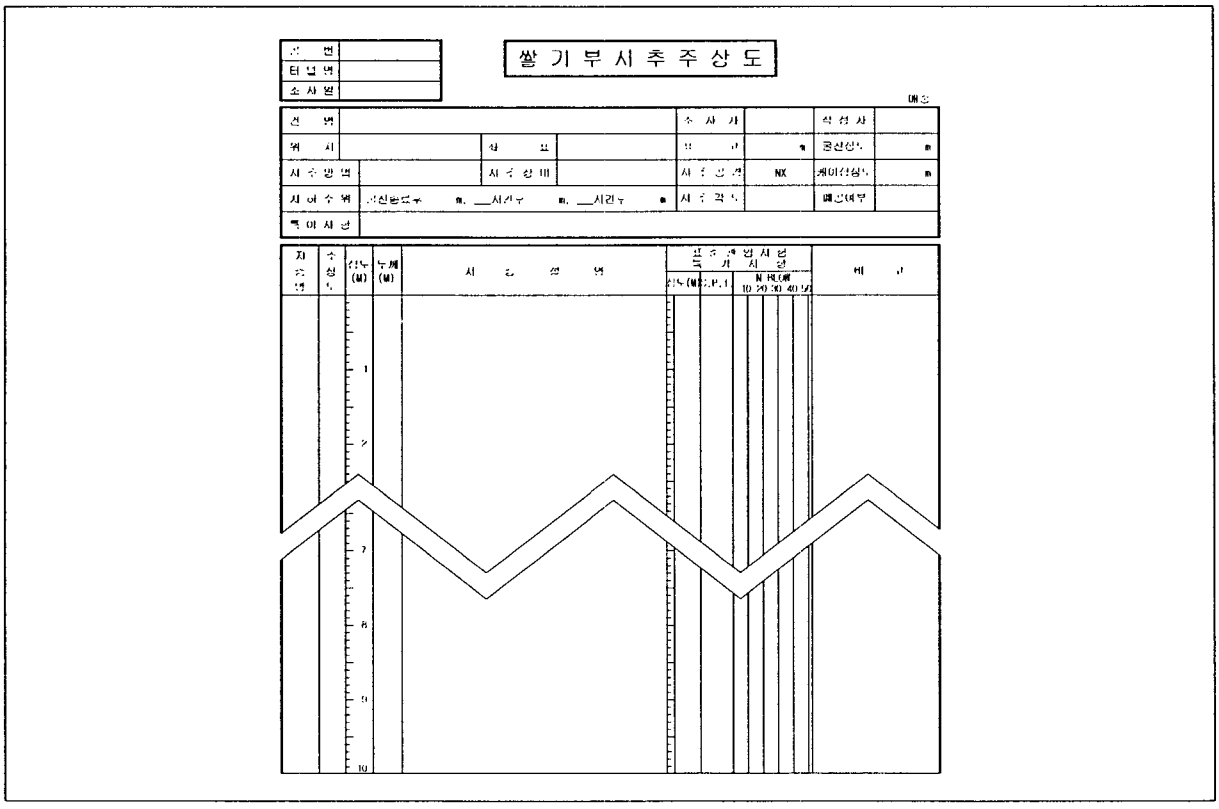
⑮ 품셈에 조약돌층이 없어서 발생한 문제로 판단되나 조약돌층은 시추난이도측면에서 호박돌층에 가까우므로 표현은 조약돌층으로 하고 정산은 호박돌층으로 함이 무난할 것으로 판단된다. 그 이유는 설계를 하는 사람들의 입장이나 시공을 하는 사람들의 입장에서 볼 때 토층에 혼재된 암석의 크기를 짐작할 수 있는 용어가 사용되는 것이 바람직하기 때문이다.

4. 시추주상도 표준(안)

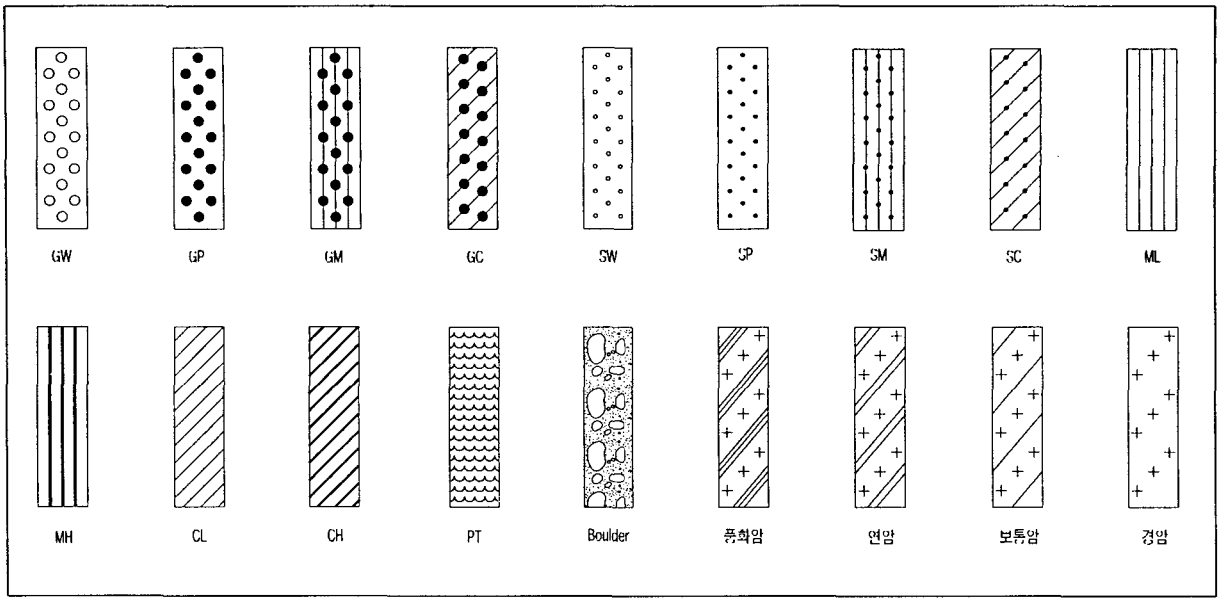
■ 터널부 시추주상도(안)



■ 쌓기부 시추주상도(안)



■ 시추주상도 심볼(안)



한국도로공사와 철도청의 추천심볼이 비슷하고 국내에서 많이쓰인 익숙한 기호이므로 이를 사용하는 것이 바람직하며 보통암의 심볼을 추가하는 것이 좋다고 판단된다.

5. 결론

시추조사의 최종 성과물인 시추주상도의 품질을 향상시킬 수 있는 방안으로서 국내외의 시추주상도 양식을 검토하고 기재내용에 관한 개선사항을 조사분야에 종사한 경험을 바탕으로 정리해 보았다. 본 고에서 제안한 사항들이 현업에서 제대로 반영되기 위해서는 지반조사와 관련된 사람들의 사명의식과 발주처에 근무하는 사람들의 의지와 결단이 무엇보다 필요하다고 본다.

참고문헌

1. 한국도로공사, 1996, 도로설계실무편람 토질 및 기초편, 35-50
2. 철도청건설본부, 2000, 지반조사 시행에 관한 세부기준, 8-12
3. National Highway Institute, 1997, Subsurface Investigations, 4.1-4.35
4. ASTM, 2002, Annual Book of ASTM Standards, 1251-1253