

## 한국형 시추주상도 형식 결정에 관한 연구 Study of Korea-made drilling log form decision

이승호<sup>1)</sup>, Seung-Ho Lee, 황영철<sup>2)</sup>, Young-Chul Hwang, 천성열<sup>3)</sup>, Seong-Yul Chun, 정지수<sup>4)</sup>, Ji-Su Jeong

<sup>1)</sup> 상지대학교 공과대학 건설시스템공학과 교수, Professor, Dept. of Civil Engineering, Sang-ji Univ.

<sup>2)</sup> 상지대학교 공과대학 건설시스템공학과 교수, Professor, Dept. of Civil Engineering, Sang-ji Univ.

<sup>3)</sup> 정도엔지니어링 대표이사, The Chief Director, Jeong Do Engineering Company.

<sup>4)</sup> 상지대학교 토목공학과 석사과정, Graduate Student, Dept. of Civil Engineering, Sang-ji Univ.

**SYNOPSIS** : To designer and builder because drilling log, last accomplishment of boring, is made by subsurface exporation of site person in charge base information intermediate delivered by unified style as is concise be. However, make and is using drilling log that is dissimilar in each engine without style or creation standard unified in the case of domestic. Civil engineers lose an opportunity that can get more informations thereby or problem of inappropriate design, construction often happens. In this study, analyzed drilling log style examination of inside and outside of the country and merits and demerits to solve problem of these design and construction. And study improvement item on recording contents and suggested consistent drilling log standard illustration plan.

**Key words** : drilling log, boring, subsurface

### 1. 서론

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 없으며 시추주상도의 양식이나 내용이 지반담당자 또는 지반조사 업체의 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 시공 중의 문제가 종종 발생되기도 한다.

따라서 본 연구에서는 각기 다른 기관별 시추주상도로 인하여 설계와 시공 중에 발생하는 문제를 해결하기 위하여 국내외 시추주상도를 분석 하였고, 국내 시추주상도 표준화에 이바지 할 수 있는 초석적인 연구자료로의 활용이 본 연구의 목적이다.

### 2. 국내외 시추주상도 현황

#### 2.1 국내에서 적용되는 시추주상도의 양식 현황

현재 국내에서 적용되는 시추주상도 양식은 구조물별로 다르다. 주로 발주처에서 요구하는 형식에 따라 다르다. 국내(도로공사와 철도청)에서 사용되는 시추주상도의 공통적인 틀은 제목, 일반사항, 기재내용 등으로 구성되어 있으며 이외에도 많은 양식들이 사용되고 있다. 한국도로공사와 철도청에서 추천하는 시추주상도가 국내 시추주상도 중 가장 대표적이라 할 수 있는데 두 기관의 시추주상도를 중심으로

세부적인 시추주상도 구성내용 및 양식 등을 구분하여 보았다.

한국도로공사의 시추주상도 추천양식의 경우 크게 교량부, 쌓기부, 깎기부, 터널부로 구분한다. 교량부 시추주상도의 경우 일반적인 사항으로 사업명, 시추공법, 조사일, 발주처, 위치, 표고, 교량명, 시추방법, 시추자, 지하수위, 굴진심도, 시추기, 작성자, 시추공경을 기재하도록 되어있으며 기재내용으로는 심도(M), 표고(M), 두께(M), 주상도, 시료, 표준관입시험, TCR/RQD, 기술로 기재하도록 되어있다. 쌓기부시추주상도는 교량부시추주상도와 일반 기재사항이 동일하며 교량명 대신 쌓기부명을 기재하도록 되어있으며 기재내용은 교량부시추주상도와 동일하다. 깎기부시추주상도와 터널부시추주상도의 경우 일반사항에 교량부나 쌓기부와는 달리 케이싱심도를 기입하도록 되어있으며, 기재내용은 암질의 균열상태, 풍화와 절리간격의 기재란이 추가되어 있으며 절리간격란에는 형상, 간격의 최대, 최소, 평균값을 기재하도록 되어있다. 이러한 일반사항과 기재내용 중 쌓기부는 교량부를 준용한 것이고, 터널부는 깎기부를 준용한 것이다.

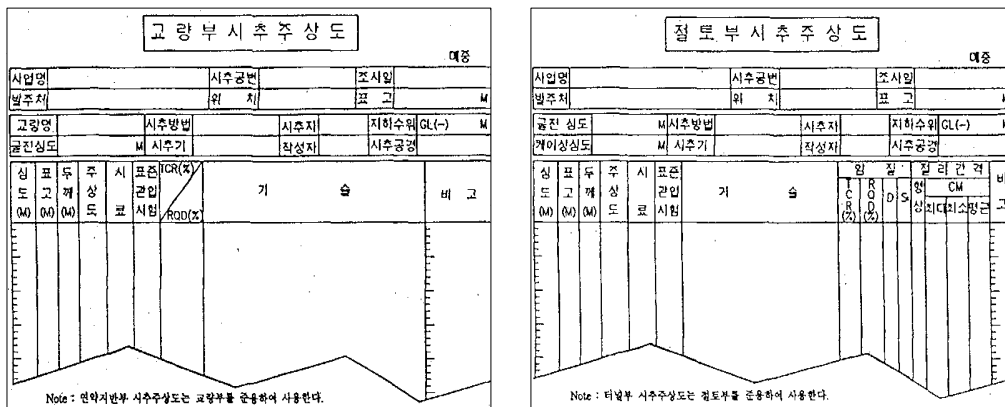


그림 1. 한국도로공사 추천 주상도 양식

철도청 추천양식의 경우 한국도로공사 추천 주상도 양식과 같이 교량부, 쌓기부, 깎기부, 터널부로 구분되어 있으며 모든 일반사항은 건명, 시추공법, 교량명, 발주처, 위치, 좌표, 조사일, 시추표고, 시추심도, 시추방법, 지하수위, 케이싱심도, 시추자, 작성자, 시추장비, 시추공경으로 통일되어 있다. 기재내용은 교량부와 쌓기부는 심도(M), 표고(M), 두께(M), 주상도, 통일분류, 색조, 현장관찰기록, 시료형태 및 심도, 표준관입시험, 투수계수를 기재하도록 되어있으며, 깎기부와 터널부는 심도(M), 표고(M), 두께(M), 주상도, 통일분류, 색조, 현장관찰기록, TCR, RQD, 암질의 균열상태, 풍화, 변질 정도를 기입하며, 절리간격의 형상, 최대 절리간격, 최소 절리간격, 평균 절리간격, 시료형태 및 심도, 표준관입시험, 투수계수를 기입하도록 작성되어 있다.

① 절토부

| 시추주상도<br>DRILL LOG |                     |       |                          |       |        |                                |                    |                    |      |      |   |    |    |    |    |    |      |        |  |
|--------------------|---------------------|-------|--------------------------|-------|--------|--------------------------------|--------------------|--------------------|------|------|---|----|----|----|----|----|------|--------|--|
| 건명                 |                     | 시추공법  |                          | CB-13 | 터널명    | 절토부                            |                    |                    |      |      |   |    |    |    |    |    |      |        |  |
| 발주처                | 철도청 건설본부            | 위치    | 익기(현) 42km381.3(좌 17.2m) |       | 좌표     | X:232624.2367<br>Y:123456.7891 |                    |                    |      |      |   |    |    |    |    |    |      |        |  |
| 조사일                | 1999.9.9            | 시추표고  | 239.70m                  |       | 시추심도   | GL(-)5.3m                      |                    |                    |      |      |   |    |    |    |    |    |      |        |  |
| 시추방법               | 회전수세식               | 지하수위  | GL(-)3.0m                |       | 케이싱심도  | GL(-)2.0m                      |                    |                    |      |      |   |    |    |    |    |    |      |        |  |
| 시추자                | (주)○○회사<br>○○○○○○○○ | 작성자   | (주)○○회사<br>○○○○○○○○      | 시추장비  | YT-300 | 시추공경                           | NX                 |                    |      |      |   |    |    |    |    |    |      |        |  |
| 심도(M)              | 표고(M)               | 두께(M) | 주상도                      | 통일분류  | 색조     | 현장관찰기록                         | 암질                 | 절리간격               | 시료형태 | 투수계수 |   |    |    |    |    |    |      |        |  |
|                    |                     |       |                          |       |        |                                | T<br>C<br>R<br>(%) | R<br>Q<br>D<br>(%) | D    | S    | P | 형상 | 최대 | 최소 | 평균 | 심도 | 투수계수 | 표준관입시험 |  |
|                    |                     |       |                          |       |        |                                |                    |                    |      |      |   |    |    |    |    |    | 50/3 |        |  |
|                    |                     |       |                          |       |        |                                |                    |                    |      |      |   |    |    |    |    |    | 50/4 |        |  |

②터널부

| 시추주상도<br>DRILL LOG |                     |       |                          |       |        |                                |                    |                    |      |      |   |    |    |    |    |    |      |        |  |
|--------------------|---------------------|-------|--------------------------|-------|--------|--------------------------------|--------------------|--------------------|------|------|---|----|----|----|----|----|------|--------|--|
| 건명                 |                     | 시추공법  |                          | TB-13 | 터널명    | ○○ 터널                          |                    |                    |      |      |   |    |    |    |    |    |      |        |  |
| 발주처                | 철도청 건설본부            | 위치    | 익기(현) 42km381.3(좌 17.2m) |       | 좌표     | X:232624.2367<br>Y:123456.7891 |                    |                    |      |      |   |    |    |    |    |    |      |        |  |
| 조사일                | 1999.9.9            | 시추표고  | 239.70m                  |       | 시추심도   | GL(-)5.3m                      |                    |                    |      |      |   |    |    |    |    |    |      |        |  |
| 시추방법               | 회전수세식               | 지하수위  | GL(-)3.0m                |       | 케이싱심도  | GL(-)2.0m                      |                    |                    |      |      |   |    |    |    |    |    |      |        |  |
| 시추자                | (주)○○회사<br>○○○○○○○○ | 작성자   | (주)○○회사<br>○○○○○○○○      | 시추장비  | YT-300 | 시추공경                           | NX                 |                    |      |      |   |    |    |    |    |    |      |        |  |
| 심도(M)              | 표고(M)               | 두께(M) | 주상도                      | 통일분류  | 색조     | 현장관찰기록                         | 암질                 | 절리간격               | 시료형태 | 투수계수 |   |    |    |    |    |    |      |        |  |
|                    |                     |       |                          |       |        |                                | T<br>C<br>R<br>(%) | R<br>Q<br>D<br>(%) | D    | S    | P | 형상 | 최대 | 최소 | 평균 | 심도 | 투수계수 | 표준관입시험 |  |
|                    |                     |       |                          |       |        |                                |                    |                    |      |      |   |    |    |    |    |    | 50/3 |        |  |
|                    |                     |       |                          |       |        |                                |                    |                    |      |      |   |    |    |    |    |    | 50/4 |        |  |

③ 일반(성토)부

| 시추주상도<br>DRILL LOG |                |           |                          |         |                                      |                                |    |   |    |        |        |        |        |                     |          |      |  |
|--------------------|----------------|-----------|--------------------------|---------|--------------------------------------|--------------------------------|----|---|----|--------|--------|--------|--------|---------------------|----------|------|--|
| 건명                 | 시추공번           |           |                          | B-1     | 타입명                                  | 일반(성토)부                        |    |   |    |        |        |        |        |                     |          |      |  |
| 발주처                | 철도청<br>건설본부    | 위치        | 익기(현) 42km381.3(좌 17.2m) |         | 좌표                                   | X:232624.2367<br>Y:123456.7891 |    |   |    |        |        |        |        |                     |          |      |  |
| 조사일                | 1999.9.9       | 시추표고      | 239.70m                  |         | 시추심도                                 | GL(-)5.3m                      |    |   |    |        |        |        |        |                     |          |      |  |
| 시추방법               | 회전수세식          | 지하수위      | GL(-)3.0m                |         | 케이싱<br>심도                            | GL(-)2.0m                      |    |   |    |        |        |        |        |                     |          |      |  |
| 시추자                | (주)○○회사<br>홍길동 | 작성자       | (주)○○회사<br>박길동           | 시추장비    | YT-300                               | 시추공경                           | NX |   |    |        |        |        |        |                     |          |      |  |
| 심도<br>(M)          | 표고<br>(M)      | 두께<br>(M) | 주상<br>분류                 | 색<br>분류 | 현장관찰<br>기록                           |                                |    |   | 암질 |        |        | 거리간격   |        | 시료<br>형태<br>및<br>심도 | 투수<br>계수 |      |  |
|                    |                |           |                          |         | T<br>C<br>R<br>(%)                   | R<br>Q<br>D<br>(%)             | D  | S | P  | 형<br>상 | 최<br>대 | 최<br>소 | 평<br>균 |                     |          |      |  |
|                    |                |           | ※모래(SW)<br>자갈(GP)<br>등   |         | ※표토층, 풍화토, 불력<br>토층 등 현장관련기록<br>상세작성 |                                |    |   |    |        |        |        |        |                     |          | 50/3 |  |
|                    |                |           |                          |         |                                      |                                |    |   |    |        |        |        |        |                     |          | 50/4 |  |

④ 교량부

| 시추주상도<br>DRILL LOG |                |           |                          |         |                                      |                                |    |   |    |        |        |        |        |                     |          |      |  |
|--------------------|----------------|-----------|--------------------------|---------|--------------------------------------|--------------------------------|----|---|----|--------|--------|--------|--------|---------------------|----------|------|--|
| 건명                 | 시추공번           |           |                          | BH-1    | 타입명                                  | ○○고가                           |    |   |    |        |        |        |        |                     |          |      |  |
| 발주처                | 철도청<br>건설본부    | 위치        | 익기(현) 42km381.3(좌 17.2m) |         | 좌표                                   | X:232624.2367<br>Y:123456.7891 |    |   |    |        |        |        |        |                     |          |      |  |
| 조사일                | 1999.9.9       | 시추표고      | 239.70m                  |         | 시추심도                                 | GL(-)5.3m                      |    |   |    |        |        |        |        |                     |          |      |  |
| 시추방법               | 회전수세식          | 지하수위      | GL(-)3.0m                |         | 케이싱<br>심도                            | GL(-)2.0m                      |    |   |    |        |        |        |        |                     |          |      |  |
| 시추자                | (주)○○회사<br>홍길동 | 작성자       | (주)○○회사<br>박길동           | 시추장비    | YT-300                               | 시추공경                           | NX |   |    |        |        |        |        |                     |          |      |  |
| 심도<br>(M)          | 표고<br>(M)      | 두께<br>(M) | 주상<br>분류                 | 색<br>분류 | 현장관찰<br>기록                           |                                |    |   | 암질 |        |        | 거리간격   |        | 시료<br>형태<br>및<br>심도 | 투수<br>계수 |      |  |
|                    |                |           |                          |         | T<br>C<br>R<br>(%)                   | R<br>Q<br>D<br>(%)             | D  | S | P  | 형<br>상 | 최<br>대 | 최<br>소 | 평<br>균 |                     |          |      |  |
|                    |                |           | ※모래(SW)<br>자갈(GP)<br>등   |         | ※표토층, 풍화토, 불력<br>토층 등 현장관련기록<br>상세작성 |                                |    |   |    |        |        |        |        |                     |          | 50/3 |  |
|                    |                |           |                          |         |                                      |                                |    |   |    |        |        |        |        |                     |          | 50/4 |  |

그림 2. 철도청 추천 주상도 양식

한국도로공사 추천양식과 철도청 추천양식의 구성내용을 비교하면 두 양식 모두 교량부, 쌓기부, 깎기부, 터널부로 구분하며 철도청의 추천양식이 한국도로공사에 비해 암질 및 시료의 기재내용이 보다 구체적이고, 한국도로공사의 추천양식에 없는 색조와 통일분류가 기재 내용에 포함되어 있음을 알 수 있었다.

2.2 국외에서 적용되는 시추주상도의 양식현황

국외에서의 시추주상도 양식을 검토하기 위하여 ASCE에서 승인한 시추주상도 양식에 대해 조사하였다. ASCE 승인양식은 토사용과 암반용으로 구분하며, 그 중 불연속면에 대한 사항은 현장 관찰 내용 기재란에 불연속면의 경사, 종류, 틈, 충전물, 간격, 충전물의 양, 표면의 모양/거칠기를 기술한다.

표 1. ASCE 승인양식 구성내용

| 구분   | 토사용   | 암반용  |
|------|---|--|
| 타이틀  | LOG of Boring (공번) - 과업명, 과업위치 등을 기재  |  |
| 일반사항 | 시추일자<br>작성일자<br>화일자<br>시추방법<br>시추비트크기/타입<br>굴진심도<br>시추장비<br>시추자<br>해머무게<br>지하수위(종료후포함 3회측정기록)<br>표고 및 표고관련자료<br>특기사항(comments)<br>시추공처리(폐공) | 시추일자<br>작성일자<br>화일자<br>시추방법<br>시추비트크기/타입<br>굴진심도<br>시추장비<br>시추자<br>시추각도<br>지하수위(종료후포함 3회측정기록)<br>표고<br>특기사항(comments)<br>시추공처리(폐공)   |
| 기재내용 | 심도(M)<br>시료채취 위치, 타입, 번호<br>현장관찰기록<br>표고<br>Poket Pen<br>함수비<br>액성한계 및 소성지수<br>기타시험들  | 심도(M), 표고(M)<br>Run 번호, Box 번호<br>TCR/RQD, 절리발달빈도<br>절리형상그림<br>암중<br>현장<br>수<br>관<br>찰<br>기<br>록<br>수<br>험<br>결<br>과<br>심<br>내<br>시<br>험<br>결<br>과<br>굴<br>진<br>속<br>도<br>기<br>타<br>관<br>찰<br>기<br>록 (순환수누수, 코어채취못한 사유등) |

2.3 국내·외 시추주상도의 양식비교

국내·외 시추주상도의 차이점은 크게 양식구분, 토사용, 암반용으로 비교할 수 있다.

국내 시추주상도는 구조물별로 구분하나 ASCE승인양식은 토사용과 암반용으로 구분하고 있으며, 토사용 시추주상도의 국내양식에는 발주처, 사업명, 위치/좌표, 시추공경, 케이싱심도, 지층두께, 주상도(symbol), 통일분류를 기재하는 반면 ASCE승인양식은 시추비트직경, 해머무게, 지하수위 3회 측정결과, 작성확인자, 실내시험결과, 기타시험결과, 폐공현황을 기재하도록 되어있다. 또한 암반용 시추주상도의 국내양식은 발주처, 사업명, 위치/좌표, 시추공경, 케이싱심도, 지층두께, 주상도, 통일분류, 암질, 절리 간격을 기입하도록 하고 있으며, 반면 ASCE승인양식은 시추비트직경, Run번호, Box번호, 수압시험결과, 실내시험결과, 기타관찰기록, 폐공현황을 기입하도록 하고 있다.

## 2.4 기재내용 작성방법 검토

시추주상도 기재내용작성과 관련한 기준은 어떠한 내용이 포함되어야 한다는 정도이므로 기재순서 등에서 차이가 있으며, 지층을 구분하는 정도가 조사자의 개인적인 경험에 따르는 경우가 많다.

### 2.4.1 토사의 기재방법

현재 적용되고 있는 토사의 기재방법을 토사의 기재사항, 상대밀도 및 연경도, 시료의 함수상태, 시료의 색조 순으로 살펴보았다.

표 2. 토사의 기재사항

| 구분   | 기재사항  | 비고                          |
|------|---|-----------------------------|
| 흙시료  | ● 흙의 분류, 상대밀도, 연경도, 습윤도, 색 등  | 시추시 채취된 교란시료의 육안관찰로 확인 및 기재 |
| 함수상태 | ● 건조, 습윤, 젖음, 포화 등으로 표기<br>● 판단되는 함수비의 정도로부터 평가                       |                             |
| 색조   | ● 흑색, 갈색, 회색, 적색, 황색 등 기본색을 기준<br>● 연합과 진함의 명암 및 혼색에 대한 서술용어를 접두어로 사용 |                             |

표 3. 상대밀도 및 연경도

표 4. 시료의 함수상태

| 사질토의 상대밀도 |                    | 점성토의 연경도  |                    | 함수비(%)  | 상태            |
|-----------|--------------------|-----------|--------------------|---------|---------------|
| 관입저항값(N치) | 상대밀도               | 관입저항값(N치) | 연경도                |         |               |
| 4 이하      | 매우느슨(Very Loose)   | 2 이하      | 매우연약(Very Soft)    | 0 ~ 10  | 건조(Dry)       |
| 4 ~ 10    | 느슨(Loose)          | 2 ~ 4     | 연약(Soft)           | 10 ~ 30 | 습윤(Moist)     |
| 10 ~ 30   | 보통조밀(Medium Dense) | 4 ~ 8     | 보통견고(Medium Stiff) | 30 ~ 70 | 젖음(Wet)       |
| 30 ~ 50   | 조밀(Dense)          | 8 ~ 15    | 견고(Stiff)          | 70 이상   | 포화(Saturated) |
| 50 이상     | 매우조밀(Very Dense)   | 15 ~ 30   | 매우견고(Very Stiff)   |         |               |
|           |                    | 30 이상     | 고결(Hard)           |         |               |

표 5. 시료의 색조

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

### 2.4.2 암석의 기재방법

현재 적용되고 있는 암석의 기재방법을 암반의 기본색, 불연속면의 간격, 암석의 풍화상태, 암석의 강도, 암석 Core의 형상, 절리면 거칠기 순으로 살펴보았다.

표 6. 암반의 기본색 및 불연속면의 간격

| 기 호 | 간 격         | 상 태                                | 기 재 방 법                                   |
|-----|-------------|------------------------------------|---|
| F-5 | 5cm 이하      | 매우심한균열<br>(Highly Fractured)       | 불연속면<br>간격의<br>최대, 최소,<br>평균값을<br>주상도에 수록 |
| F-4 | 5~10cm      | 심한 균열<br>(Fractured)               |   |
| F-3 | 10~30cm     | 보통 균열<br>(Moderately<br>Fractured) |   |
| F-2 | 30~100cm    | 약간 균열<br>(Slightly<br>Fractured)   |   |
| F-1 | 100cm<br>이상 | 괴 상<br>(Massive)                   |   |

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

표 7. 암석의 풍화상태

| 기호  | 용 어                                | 설 명   |
|-----|------------------------------------|---|
| D-5 | 완전 풍화<br>(Completely<br>Weathered) | 암석전체가 완전풍화를 받아 흩<br>으로 변화되었으나 모암의 원조<br>적과 구조를 지니며 간혹 풍화를<br>받지 않은 암편을 함유한 상태     |
| D-4 | 심한 풍화<br>(Highly Weathered)        | 암석내부까지 풍화가 진행중이며<br>점토물질이 협재되어 있어 부분<br>적으로 쉽게 부술 수 있는 상태                         |
| D-3 | 보통 풍화<br>(Moderately<br>Weathered) | 전 암석 표면에서부터 풍화가<br>진행중이며 색조는 변 하였으<br>나 손으로 부술 수 없는 상태                            |
| D-2 | 약간 풍화<br>(Slightly Weathered)      | 기반암내 발달된 불연속면을<br>따라 미약한 풍화작용이 시<br>작되고 있으나 암석 자체에<br>는 아무런 풍화작용 이 일<br>어나지 않는 상태 |
| D-1 | 신 선<br>(Fresh)                     | 풍화작용의 흔적이 없는 상태   |










표 8. 암석의 강도

| 기호  | 용 어                             | 설 명   |
|-----|---------------------------------|---|
| S-5 | 매우 약함<br>(Very Weak)            | 손가락 또는 엄지손톱의 압력<br>으로 눌러 으스러지는 정도               |
| S-4 | 약 함<br>(Weak)                   | 해머로 눌러 으스러지는 정도                                 |
| S-3 | 보통 강함<br>(Moderately<br>Strong) | 1회의 약한 해머 타격으로 쉽<br>게 깨지며 모서리가 으스러치<br>는 정도     |
| S-2 | 강 함<br>(Strong)                 | 1~2회의 강한 해머 타격으로 깨<br>지거나 모서리가 각이지는 정도          |
| S-1 | 매우 강함<br>(Very Strong)          | 여러번의 강한 해머 타격으로<br>패각상의 조각으로 깨지며 각<br>이 날카로운 정도 |

표 9. 암석 Core의 형상

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

표 10. 절리면 거칠기

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

### 3. 국내 시추주상도 문제점 분석 및 개선 방안

#### 3.1 문제점 분석

##### 3.1.1 시추주상도 양식

현재 국내에서 적용되는 시추주상도의 양식구분 측면과 토사용 및 암반용의 기재내용을 비교해 본 결과를 바탕  
으로 각 항목에 대한 문제점을 분석해 보았다. 제목은 전체의 제목이므로 어떤 구조물에 대한 시추주상도인지 알

수 없고, 양식은 형태가 2가지 이상이면 혼돈을 초래할 수 있다. 또한 조사 위치를 Station과 좌우로의 이격거리만으로는 정확한 위치를 표시할 수 없으며, 지하수위는 기재할 때 최종지하수위만을 나타내면 지하수위의 변화를 정확히 표현할 수 없다. 경사 또는 수평 시추 및 주변지형, 토지이용 내용, 지하수오염과 관련된 폐공 여부는 표현할 수 있는 양식이 없다. 토사구간에서 실시되는 표준관입시험의 표현이 부족하고, 실내시험에 대한 내용을 알 수 없으며, 철도청양식에서 색조를 별도의 칸으로 구분한 것과 시추주상도에 표현되는 심도는 적당하지 못한 것 같다.

### 3.1.2 기재사항 작성방법

지층의 구분은 객관성확보를 위해 어느 정도의 기준이 필요하다. 채취된 시료에만 의존하여 지층을 구분하려는 경향이 있어 지층단면도상에서 볼 때 부자연스러운 경향을 나타내기도 한다. 작성자(또는 작성회사)에 따라 관찰 내용 기재 란의 기술 순서가 일정치 않은 문제점이 있으며 불필요한 내용이 표현되는 경우가 많다. 실내시험과 현장시험의 내용들이 기재되지 않는 경우가 많다. 시추주상도에 익숙하지 않은 사람이 볼 때, 빨리 알아볼 수 없는 표현들이 있으며, 암반분류상의 표현 가능한 항목이 표시되지 않는 경우가 많다. 또한 조사대상 목적물의 설계 및 시공과정에서 중요한 사항들이 간과되는 경우가 있으며, 정량적이기보다 정성적인 표현을 사용하는 경우가 많다. 그리고 토층의 구성물질을 표현함에 있어 일정기준을 따르지 않는 경우가 많고, 시추기능자의 관찰내용이 주상도에 반영되지 않는 경우가 많다. 또한 대표적인 토질시료에 대한 실내시험결과를 반영하여 지층구성물질에 대한 표현을 확정 내지 수정하여야 하며, 연약점토에서 표준관입시험머자중에 의해 관입되거나 롯데자중으로 관입되는 경우 숫자로 N치를 표현하기 곤란하다. 시추기능자들 중 상당수는 표준관입시험시 관입깊이를 측정하기 이전에 2~3회 타격을 한 후 롯데에 15cm씩 45cm구간을 표시하고 표준관입시험을 하는 경우가 많은데, 이러한 경향은 N치가 클수록 과다하게 측정되는 정도가 더해지므로 깊은 기초의 지지층 판단시 문제가 될 수 있다. 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 있고, 현장관찰 기록 란에는 현장관련기록 상세작성이라고 되어 있기 때문에 작성자에 따라 모두 다르다. 그러므로 시공자 및 시추주상도 사용자로 하여금 난해함을 야기하고 있다.

## 3.2 개선방안

### 3.2.1 시추주상도 양식

제목은 전체의 제목이므로 어떤 구조물에 대한 시추주상도인지 알 수 있는 한국도로공사 추천양식인 쌓기부, 깎기부, 터널부, 교량부 시추주상도로 표현되는 것이 바람직하다. 양식은 토사용과 암반용(깎기부와 교량부는 암반용 양식을 준용)으로 구분하는 것이 바람직하며, 교량부 양식을 암반용양식과 같게 하는 이유는 교량이 장대화 하면서 암반에 지지되는 교량이 늘어나는 추세를 반영하여 암반부분을 상세히 기재할 수 있는 양식을 적용하는 것이 바람직하기 때문이다. 조사위치는 좌표를 병기하는 것이 바람직하고, 지하수위를 기재하는 란은 ASCE에서 추천하는 양식에서처럼 측정시간대별(굴진종료 후, 24시간후, 72시간 후)로 기재할 수 있도록 하며 최종측정일 이전의 3일 이내 강수량을 적는 것이 바람직하다. 경사 또는 수평 시추를 표현할 수 있는 시추각도, 주변지형, 폐공에 관련된 내용을 기재할 수 있는 란이 필요하다. 또한 토사구간에서 실시하는 표준관입시험은 숫자와 병행하여 그래프로 표현되는 것이 바람직하고, 철도청양식의 경우 공학적 중요도에 비취볼 때 색조 보다는 암종으로 대체하는 것이 바람직하다. 기재내용 부분에 실내시험 란을 두어 시험심도와 간단한 결과를 기술하거나 시험심도와 시험내용을 기술토록 하여야 한다. 그리고 시추주상도에 표현되는 심도는 10m가 적당한 것으로 생각된다. 표현되는 심도가 10m이하인 경우 깊은 심도의 시추공을 표현하기에는 주상도의 양이 너무 많아 주상도를 살펴볼 때 한 눈에 파악되는 양이 너무 적고, 10m 이상인 경우에는 나타내고자 하는 내용을 충분히 반영할 공간이 되지 않을 것으로 생각되기 때문이다.

### 3.2.2 기재사항 작성방법

지층을 구분함에 있어 공학적 동질성이 확보되도록 하여야 한다. 시료를 일건하고 개략적인 지층구분을 한 후 세밀히 관찰하면서 지층구분을 조정한 후 확정한다. 또 1m이하의 두께로 얇게 분포하는 표토층부근의 지층을 구분할 경우, 연약점토상에 협재하는 모래나 실트층, 교랑부에서 협재하는 자갈층, 터널굴착면 부근에서의 파쇄대를 포함한 절리발달 구간의 경우를 제외하고 별도의 지층으로 구분하지 않아도 된다. 주변의 지형을 고려하여 지층을 파악하고, 특징적인 주변지형을 특이사항 란에 기술한다. 토사층의 경우 지층명, 조밀도(연경도), 습윤상태, 색조, 구성물질, 구간별 특이사항 순으로 기재하고, 암반층의 경우 지층명, 색조, 균열상태, 풍화정도, 강도, 암종, 절리기술, 특이사항 순으로 기재한다. 실내시험과 현장시험 구간과 결과를 기재하며, 결과가 간단하지 않을 경우에는 시험을 한 내용을 기재한다. 그리고 절리상태 란은 의미를 알 수 있는 약자로 표현하여 알기 쉽게 한다. 동일한 구성물질과 지층명을 가질지라도 공학적성질의 변화가 크면 공학적 동질성이 확보되도록 지층을 세분하며, 정량적으로 수치화하여 지반상태를 표현한다. 또한 토층의 구성물질 기재는 무게비에 따라 표현하고, 시추기능자에게 작업시 관찰되는 사항을 기재할 수 있는 양식을 만들어 주거나 기능자에게 현장에서 채록하여 이를 기재하도록 한다. 실내시험결과를 반영하여 토층구성물질에 대한 표현을 확정 또는 수정하여야 하며, N치를 표현하는 칸에 “햄머자중”, “못드자중” 등으로 표현한다. 시추조사 전에 표준관입시 예비타 이전의 타격을 하지 않도록 하고, 품셈에 조약돌층이 없으므로 조약돌층은 시추난이도측면에서 호박돌층에 가까우므로 표현은 조약돌층으로 하고 정산은 호박돌층으로 함이 무난하다. 관찰 기록란 활용과 시공자 및 시추주상도 사용자의 편리성을 위해 쓰여지는 항을 정리하였다.

표 11. 관찰 기록란 기재사항

| 대분류 |           | 소분류   |
|-----|-----------|---|
| A   | 토적구조      | (1) 입경구분 그룹별의 혼입비율 자갈 %, 모래분 %, 세립분 %<br>(2) 퇴적구조 (가) 균일토질 (무성층)<br>(나) 층상.....호층, 얇은층, 심, 라미너, 렌즈, 급화, 수평평행 경사평행, 호, 사교<br>(다) 파이프타입 (라) 블록타입 (마) 포켓타입   |
| B   | 자갈        | (1) 입도 (가) 입경.....최대입경, 평균입경<br>(나) 입도분포.....좋다 나쁘다(입경균일, 어수선하다), 도태되어 있다.<br>(다) 모래분·세립분의 혼입비율, 옥석·운석의 혼입비율<br>(라) 매트릭스(자갈입자 사이를 충전하고 있는 토입자).....모래~(중간토)~ 점토<br>(2) 입자형성.....각·아각·아원·원, 편평<br>(3) 입자의 경도<br>(4) 암석의 종류<br>(5) 풍화 (부식된 자갈).....정도, 혼입비율 |
| C   | 혼입물       | (1) 종류 (가) 조개껍질.....종류(2장패·조개·권패), 형(원형·파편·세편)<br>(나) 유기물.....분해정도(흑니·이탄·섬유·물린나무), 혼입형태(층상·반점·균일)<br>(다) 인공물 (콘크리트조각, 아스팔트조각, 기와 자갈, 랭거, 나무조각, 플라스틱 외)<br>(2) 혼입장소 전체적 개념 (층상·반점상·밀집·점재)  |
| D   | 굴착작업 중의상황 | (1) 공벽붕괴.....약간~심함 (2) 공벽의 밀어내기.....약간~심함<br>(3) 도수(만수).....약간~전체 (4) 용수.....약간·매분·용수량<br>(5) 이수농도.....희석·농후 (6) 가스분출 (7) 취기.....정도, 종류   |
| E   | 기타        | (1) 수기.....많음·적음<br>(2) 끈기.....강·약<br>(3) 색.....색명·농담·명암·한결같은·변화, 공기에 닿아 변색<br>(4) 점토화(풍화).....진행하고 있다, 아니다.<br>(5) 경도.....고결~대단히 부드럽다.<br>(6) 조입정도.....느슨하게 조여져 있다.<br>(7) N값.....같은 층 속에서 N값이 커져 변화하는 경우의 원인  |

### 4. 시추주상도의 표준(안)

시추주상도의 양식에 대한 문제점을 분석한 결과 제목, 양식의 형태, 조사 위치, 지하수위는 정확한 정보를 표시할 수 없었고, 경사 또는 수평 시추 및 주변지형, 토지이용 내용, 폐공 여부는 표현할 양식조차 없었다. 또한 기재사항 작성방법에서는 지층의 구분, 기술 순서, 실내시험과 현장시험의 내용, 암반분류상의 표현, 시추기능자의 관찰 내용 그리고 N치 표현방식, 조약돌층의 표현, 현장 관찰 기록란 등의 작성방법이 기준 확립이 되어있지 않았다. 따라서 이러한 문제점 극복을 위하여 시추주상도의 양식 및 기재사항에 대한 개선사항을 적용하고, 부족한 기재 란을 추가

하여 시추주상도의 표준(안)을 아래와 같이 제시해 보았다. 또한 심볼은 한국도로공사와 철도청의 추천 심볼이 비슷하고, 국내 시추주상도에 많이 쓰인 익숙한 기호로 표시 되어 있으므로 기존의 심볼에 보통암의 심볼을 추가하였다.

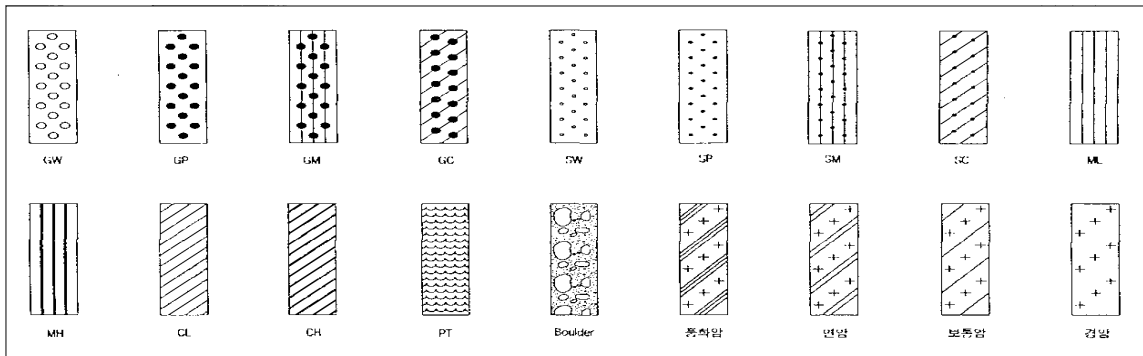


그림 3. 시추주상도 심볼(안)

① 암반용 시추주상도(안)

② 토사용 시추주상도(안)

| 암반용 시추주상도   |        |        |     |      |      |         |         |       |     |   |      | 토사용 시추주상도 |    |        |       |      |        |    |  |       |  |   |  |        |        |        |     |     |      |         |         |    |  |  |      |  |  |        |  |    |    |   |   |    |    |    |    |       |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|---|--------|--------|-----|------|------|---------|---------|-------|-----|---|------|-----------|----|--------|-------|------|--------|----|--|-------|--|---|--|--------|--------|--------|-----|-----|------|---------|---------|----|--|--|------|--|--|--------|--|----|----|---|---|----|----|----|----|-------|--------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| 시추공번  |        |        |     |      |      |         |         |       |     |   |      | 시추공번      |    |        |       |      |        |    |  |       |  |   |  |        |        |        |     |     |      |         |         |    |  |  |      |  |  |        |  |    |    |   |   |    |    |    |    |       |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 사업명   |        |        |     |      |      |         |         |       |     |   |      | 사업명       |    |        |       |      |        |    |  |       |  |   |  |        |        |        |     |     |      |         |         |    |  |  |      |  |  |        |  |    |    |   |   |    |    |    |    |       |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 조사일   |        |        |     |      |      |         |         |       |     |   |      | 조사일       |    |        |       |      |        |    |  |       |  |   |  |        |        |        |     |     |      |         |         |    |  |  |      |  |  |        |  |    |    |   |   |    |    |    |    |       |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 건 명   |        |        | 조사자 |      |      | 작성자     |         |       | 조사자 |   |      | 작성자       |    |        |       |      |        |    |  |       |  |   |  |        |        |        |     |     |      |         |         |    |  |  |      |  |  |        |  |    |    |   |   |    |    |    |    |       |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 위 치   |        | 좌 표    |     | 표 고  |      | m       |         | 굴진심도  |     | m |      | 위 치       |    | 좌 표    |       | 표 고  |        | m  |  | 굴진심도  |  | m |  |        |        |        |     |     |      |         |         |    |  |  |      |  |  |        |  |    |    |   |   |    |    |    |    |       |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 시추방법  |        | 시추장비   |     | 시추공경 |      | NX      |         | 케이싱심도 |     | m |      | 시추방법      |    | 시추장비   |       | 시추공경 |        | NX |  | 케이싱심도 |  | m |  |        |        |        |     |     |      |         |         |    |  |  |      |  |  |        |  |    |    |   |   |    |    |    |    |       |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 지하수위  |        | 시추각도   |     | 폐공여부 |      |         |         |       |     |   |      | 지하수위      |    | 시추각도   |       | 폐공여부 |        |    |  |       |  |   |  |        |        |        |     |     |      |         |         |    |  |  |      |  |  |        |  |    |    |   |   |    |    |    |    |       |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 특이사항  |        |        |     |      |      |         |         |       |     |   |      |           |    |        |       |      |        |    |  |       |  |   |  |        |        |        |     |     |      |         |         |    |  |  |      |  |  |        |  |    |    |   |   |    |    |    |    |       |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">심도 (M)</th> <th rowspan="2">표고 (M)</th> <th rowspan="2">두께 (M)</th> <th rowspan="2">주상도</th> <th rowspan="2">지층명</th> <th rowspan="2">지반설명</th> <th rowspan="2">TCR (%)</th> <th rowspan="2">ROD (%)</th> <th colspan="3">암질</th> <th colspan="3">절리간격</th> <th colspan="2">표준관입시험</th> <th rowspan="2">비고</th> </tr> <tr> <th>DS</th> <th>S</th> <th>F</th> <th>형상</th> <th>색상</th> <th>상태</th> <th>심도</th> <th>C.P.I</th> <th>N Blow</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> |        |        |     |      |      |         |         |       |     |   |      |           |    |        |       |      |        |    |  |       |  |   |  | 심도 (M) | 표고 (M) | 두께 (M) | 주상도 | 지층명 | 지반설명 | TCR (%) | ROD (%) | 암질 |  |  | 절리간격 |  |  | 표준관입시험 |  | 비고 | DS | S | F | 형상 | 색상 | 상태 | 심도 | C.P.I | N Blow |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 심도 (M)  | 표고 (M) | 두께 (M) | 주상도 | 지층명  | 지반설명 | TCR (%) | ROD (%) | 암질    |     |   | 절리간격 |           |    | 표준관입시험 |       | 비고   |        |    |  |       |  |   |  |        |        |        |     |     |      |         |         |    |  |  |      |  |  |        |  |    |    |   |   |    |    |    |    |       |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|   |        |        |     |      |      |         |         | DS    | S   | F | 형상   | 색상        | 상태 | 심도     | C.P.I |      | N Blow |    |  |       |  |   |  |        |        |        |     |     |      |         |         |    |  |  |      |  |  |        |  |    |    |   |   |    |    |    |    |       |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|   |        |        |     |      |      |         |         |       |     |   |      |           |    |        |       |      |        |    |  |       |  |   |  |        |        |        |     |     |      |         |         |    |  |  |      |  |  |        |  |    |    |   |   |    |    |    |    |       |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

그림 4. 시추주상도의 표준(안)

5. 결론

본 연구에서 대표적인 국가기관인 한국도로공사와 철도청의 시추주상도를 바탕으로 양식과 기재내용을 검토하고, 또한 국외양식(ASCE승인양식)과도 비교 검토하였다. 그 결과 현재 사용되는 시추주상도는 크게 두 가지 경우의 문제점을 가지고 있었다. 첫째는 제목, 양식의 형태, 조사 위치, 지하수위 등의 항목은 정확히 표현 할 수 없었고, 경사 또는 수평 시추 및 주변지형, 토지이용 내용, 폐공 여부는 표현할 양식조차 없었다. 두 번째로, 기재사항 작성방법에서는 지층의 구분, 기술 순서, 실내시험과 현장시험의 내용, 암반분류상의 표현, 시추기능자의 관찰 내용 그리고 N치 표현방식, 조약돌층의 표현, 현장 관찰 기록란 등의 작성방법이 기준 확립이 되어있지 않았다. 이 문제점을 분석하여 표현 양식이 부족한 것은 구체적인 개선방안을 제시하였고, 기존 시추주상도의 부족한 기재사항은 해당 항목을 추가하였다. 이를 바탕으로 기술자들에게 통일성 있고 정확한 정보를 줄 수 있는 시추주상도 표준(안)을 제안하였다.

참고 문헌

1. 한국도로공사, 1996, 도로설계실무편람 토질 및 기초편, pp35~50
2. 철도청건설본부, 2000, 지반조사 시행에 관한 세부기준, pp8~12
3. 창우출판, 2001, 지반기술자를 위한 시추공학, pp502~510
4. 탐구문화사, 1997, 실무자를 위한 보링데이터 보는법과 활용노하우, pp49~53
5. National Highway Institute, 1997, Subsurface Investigations, pp4.1~4.35
6. ASTM, 2002, Annual Book of ASTM Standards, pp1251~1253
7. McGraw-Hill, 1984, Geotechnical Engineering Investigation Manual, pp75~80