

무거전화국 인입통신구 공사로인한 안전성 영향 研究評價

On the Influence evaluation to the Wire-Tunnel of
Mu Keo Tele-Communication Bureau

許 埴*(Huh Ginn)

1. 머리말

본 통신구(수직구)는 무거전화국 앞 도로상에 위치하며 주위는 상가로 주변을 이루고 있다. 그외 지하 주위에는 무거전화국과 사이 지하 (G.L) -1.5m 지점에 $\phi 800$ 상수도가 가동되고 있으며 수직구 반대쪽에는 지하 -2.8m지점에 $\phi 2,000$ 공업 용수관이 지나고 있는 주위환경으로 수직구 굴하(掘下Sinking)작업에는 과업지시서에 명시되어 있는 것처럼 안전의 최우선을 두고 정밀공사에 임함으로서 건축구조물 및 지하시설물 보호에 만전을 기해야 할 작업여건이라 사려되나이다.

이 일대의 지질 기반은 중생대(中生代)말과 제3초기에 걸쳐 형성된 퇴적암 및 화성암류 그리고 이를 부정합(不整合)으로 피복하고 있는 제4기층으로 구성되어 있다. 많은 분포를 보이고 있는 퇴적암은 후기 백악기(白堊期)에 형성된 울산층으로 사암(Sand Stone) 및 혈암(Shale)으로 시추보고서에 의하면 층리는 대체로 $15^{\circ} \sim 20^{\circ}$ 로 평탄한 것으로 보아 작업상 안전하다 하겠다.

퇴적암을 관입하고 있는 화성암류는 서쪽에서 화강암(花崗巖)과 동쪽에서 규장암(硅長巖)임을 감안할 때 수직구(垂直溝) 굴하작업에 있어서 GL-5.5m 이하가 경암(硬岩)으로 기록되었으

나 실금(Hair Crack) 절리(Joint) 및 층리(Seam)등 발달로 하부로 내려감에 따라 풍화암, 연암, 보통암 및 경암과 같은 순서로 층리(層理)를 이룰것으로 보아 가장 우려가 되는 GL-10m 까지의 기계굴착 내지 비폭성 팽창제 사용이 충분한 것으로 사려되나이다.

2. 과업사항에 대한 영향검토

수직구 굴하작업이든 터널작업이든 지하철공사 및 통신구공사에 있어서 크기의 차이가 있을 뿐 천공 Pattern 기본은 차이가 있을 수 없다. 따라서 선진 여러나라에서 사용하고 있는 최신형 장비도입은 작업의 효율은 물론 안전작업의 중요한 요소로 사려되며 본통신구공사에 관련된 몇가지만 소개하면 다음과 같다.

2-1. 비폭성 팽창제

쌍용제, 일본의 오노다(小野田) 팽창제등 현재 사용하고 있는 팽창제는 그 자체가 가지고 있는 성분상 장전후 하루밤을 지내야 실금부터 나타나기 시작한다. 따라서 공기문제가 뒤따르기 마련이다. 최근 일본에서 새로 나온 Rock Stone 팽창제는 조사자가 시험확인한 바로는 장전후 30분이면 효과가 나타난 것으로 이를 추천하나이다.

* 우리學會 會長

2-2. 수직구 및 터널 굴진작업

일본의 통신공사(NTT)가 2년전에 개발하여 보급되고 잇는 전선회 Boring Machine(일명 Quic 4000)은 효율적인 작업능률과 안전작업에 만전을 기함으로 주변 주민들의 진정이 있을 수 없다.

그리고 통신구 터널굴진에도 선진국에서는 ϕ 38mm빗트경 Single Jumbo with Bucket으로 효율적인 작업능률은 물론 첫째 안전작업에 더 이상바랄 나위가 없는 장비이다. 그런데 우리 실정은 예나 지금이나 변함없이 채탄막장(採炭幕場)용 TY-24 소형작압기(ϕ 38mm)를 가지고 수직구 굴하작업이나 막장할 것이 없이 사용하고 있음은 장차 개선되어야할 것으로 사려되나이다. 이와같은 불리한 주어진 여건에서는 오직 믿을 것은 오랜 온축(溫蓄)된 기술과 주어진 장비를 가지고 안전작업을 위한 지상의 목표를 위해서 가동할 수 있는 모두를 동원하여 다음과 같은 공사공법을 이용하는 것이라 하겠다.

2-3. 정밀발파공법을 채택한다.

- 진동절감(振動節減)을 위해서 사용폭약은 ϕ 25mm 합수폭약으로하고 점화(點火)는 M/S 및 LP전기뇌관으로하며 다단화(多段化)하고
- Yoshi이론에 근거한 수직구 및 터널의 외곽 주변공(外廓周邊孔)과 장진공(裝填孔)사이 에 빈공(空孔)을 두었으며
- 점화당 굴진은 수직구에서 0.9(0.8)m, 터널에서 0.9(0.8)m등으로 최소화했으며 터널은 전단면을 상하분리로 Bench형을 택하고
- GL로부터 -10m까지는 비폭성팽창제로 하여 지하시설물의 보호를 위해서 만전을 했으며 -10m이하는 정밀발파(精密發破)공법을 채택 진동허용치 수직구 및 터널공허 0.5cm/set이하로 설정하였다.
- 학설에 의하면 폭파(爆破)작용에서 발생하는 진동현상은 폭파중심지로부터 폭굉파(爆轟波)가

발생 그 범위는 5m~10m이고 그 이상은 우리가 진동 실측하고있는 탄성파(彈性波 Seismic)이다.

따라서 정밀발파(Cautious Blasting)을 통해서 폭굉파의 진폭(振幅)을 얼마나 줄일 수 있느냐가 고려되어야 한다. 이를 위해서 사용폭약(爆藥) 선택에 있어서 전기뇌관, 최소저항선과 공간거리의 정확천공 및 빈공 추가 등에 이르기까지 모두 진동절감에 만전을 기해야 한다.

발파지점으로부터 공업용수와 ϕ 2,000까지는 직선거리 9m(H 7.2 L5) 그리고 무거전화국까지는 직선거리 9.5m(H3 L9)가 됨으로 정밀발파공법을 채택하되 Scale distance 실험식에 적용하여 적정 장약량(Charge)과 진동치 관계를 산출하였다.

2-4. 진동치 폭원과의 거리 및 지발당장약량과의 함수관계

우리학회 발파실험식(일명 서울 地下鐵公社發破實驗式)에 제조건을 대입하면 다음과 같다.

$$V = K \times W^{0.5} \times D^{-1.5}$$

V = 진동치(cm/sec)

K = 상수(별표)

W = 지발당장약량

D = 폭원과의 거리

터널 : $0.4 = 52 \times 0.187^{0.5} \times 24^{-1.5}$

$$0.4 = 47 \times 1.001^{0.5} \times 24^{-1.5}$$

수직구 : $0.4 = 68 \times 0.065^{0.5} \times 12.4^{-1.5}$

(직선거리에 빈공으로 30%가산)

$$0.4 = 63 \times 0.076^{0.5} \times 12.4^{-1.5}$$

(직선거리에 빈공으로 30%가산)

$$0.4 = 68 \times 0.055^{0.5} \times 11.7^{-1.5}$$

(직선거리에 빈공으로 30%가산)

$$0.4 = 63 \times 0.064^{0.5} \times 11.7^{-1.5}$$

(직선거리에 빈공으로 30%가산)

$$6^2 + (5+4)^2 = 9.5 \times 30\% = 12.4$$

$$5^2 + 7.2^2 = 9.0 \times 30\% = 11.7$$

GL로부터 -10m 지점에서 발파하게되면 무저전화국 지하2층 밑바닥까지의 직선거리는 9.5m 그리고 P.C 공법용수관까지의 직선거리는 9.5m으로 진동설정치 0.3(0.4)cm/sec에 대한 지방당장약량은 55~76g으로 계산되며 수직구 굴진장 최소치 0.8m(0.9)로 결정한 것이다. 상기 0.3(0.4)cm/sec 진동치는 사람이 느끼기 시작하는 시점이다.

2-5. 지하수에 대한 영향평가

수직구 부근의 지하수는 GL로부터 -7.5m로 기록되었다. 시추보고에 의한 GL로부터 토사층이 -5.5m이고 그 밑은 경암으로 판정되었음을 비교할때 우선 첫째, 수직구(垂直溝)으로부터 최기거리에 위치한 수평 9m거리의 무저전화국 건물(지하2층 지상4층)의 지하층바닥이 -7m인데 이는 경암(硬岩)대에 기초를 두고 있으며

둘째, 설계보고서에 첨부된 FEM해석 터널정상부의 침하변위(Replacement)가 6.36mm임을 감안할 때 지하수변동으로 염려할 것은 아닌 것으로 사려되나이다.

- GL로부터 -10m 이하는 첨부한 천공 Pattern에 따라 천공, 장약, 점화한다.

전기뇌관의 점화당 개수는 시험발파를 통해 조절한다. 그전에 중심공(key)천공은 T-4,400 mm up으로 가능한대로 큰 직경을 만들되 소정의 깊이까지 천공하고 수틸플로 막아둘 것.

- GL로부터 -15m이하의 천공시 외각 주변공공(外廓周邊空孔)은 천공하지 않을 수 있으나 이는 조사자의 자문을 받아 결정한다.

○ 터널굴진(Tunneling) 작업순서

- 천공 Pattern에 표시된 바와 같이 Bench 굴진으로 상하양단으로 구분하여 먼저 상단(Upper Level)을 전진하고 그후 하단(Low Level)이 뒤따른다. 이때 Short Bench로 하느냐 Long Bench로 하느냐는(Rock Char-

acteris)의 상태와 오랜 온축(溫蓄)된 판단으로 결정되는 중요한 사항으로 조사자의 자문을 받도록 함이 안전작업의 열쇠가 될 것으로 사려되나이다.

3. 맺는말

머리말에서 기술한 바와 같이 수직구를 중심으로 지상에는 수평거리 9.0m 거리에 무저전화국(지하-2층 지상-4층)지하에는 수평거리 5m GL로부터 지하 -1.5m 지점에 $\phi 800$ 상수도관이 지나고 반대쪽의 수평거리 5m 지하 GL-2.8m 지점에는 PC공법 용수관 $\phi 2,000$ 가 가동되고 있다. 특히, PC공업용수관은 관계자의 말에 의하면 '76년 설치 현재 21년간 사용으로 내용용수 30년에 거의 가까운 구시설물로서 수압이 $4\text{kg}/\text{cm}^2$ 는 고무링접합으로 외압에 취약부분임을 감안하여 굴하(掘下)작업에는 진동절감(振動節減)을 기하는 여러가지 공법을 동원한 바 있다.

첫째, 정밀발파에 의한 사용폭약전기뇌관 및 굴진장의 최저선택

둘째, Yoshi 이론에 의한 빈공(空孔)설치를 비롯하여 수직구 GL에서 부터 -10m까지는 비폭성팽창제(非爆性膨脹劑)를 사용함으로써 지하시설물을 보호하고 -10m 이하부터 정밀발파공법(Cautious Blasting)을 채택하였다.

진동허용치는 부실주택 구조물에 적용하는 0.3(0.4)cm/sec(미국의 기준치는 5.0cm/sec)를 설정하므로 지하시설물 보호에 최우선을 두었다.

이는 점화때마다 진동치를 측정기록하며 누구나 확인할 수 있도록 수직구, 터널공사시 공히 이행해야 할 것이다.

주변의 상가에도 생업에 지장이 없도록 환경규정에 의한 소음치 80dB을 넘지 않도록 천공 Pattern에 공공(空孔)을 추가하고 점화시 고무

판 덮개를 설치하는 등 이중으로 소음절감을 감
안하였다.

이것 역시 점화시마다 측정기록하여 누구나
확인할 수 있도록 수직구 및 터널시공시 공히
이행해야할 것이다.

끝으로 참고하실 것은 지난 일본의 판신대지
진(阪神大地震 震度 7°)의 크기는 가속도
(Acce.) 400Gal up 진동속도 63.7cm/sec으
로 확인되는데 조사자가 현장확인한 바에 의하
면 지하구조물 특히 지하철 시설물에는 큰 피해
가 없었다는 사실입니다.

따라서 수직구 및 터널작업에 있어서 천공
Pattern에 따라 시공에 만전을 기한다면 지하
시설물은 물론 무거전화국 구조물에도 안전하게
하겠다.

- 수직구 굴하작업(Shaft Sinking) 순서
- GL으로부터 -5.5m까지 토사층으로 수작업,
굴하작업을 시공한다.
- -5.5m부터 -10m까지는 비폭성 팽창제(공간
거리 0.5m 깊이로 천공후 Regent를 장전후
Quick acting Cement motar로 Plug한 다
음 균열(龜裂)을 기다린다)

本 學 會 發 刊 書 籍

ANFO 爆劑新發破學. 東亞出版社
新火藥發破學. 機電研究社
新火藥發破學解說. 寶晉齊
서울地下鐵工事 3, 4號線發破工法.(非賣品)
岩石 力學. 機電研究社
岩石 力學解說. 同 上.
智山許墳博士回甲記念集.
智山許墳博士古稀記念集.