

Tunnelling and Underground Space Technology

Nos.2, March 2008

2008. 10. 1 海外文献 WG

1) Handling the blockades while excavating the surge shaft at Tala Hydroelectric Project (pp.145~150)

タラ水力発電プロジェクトにおけるサージシャフト掘削時の閉塞の除去

1020MW(170MW×6 基) のタラ水力発電プロジェクトはブータン政府とインド政府による共同事業であり、以下の構造物から成り立つ

- コンクリートダム (高さ 92m×長さ 130m)
- 排水路トンネル(φ 6.8m×長さ 356m)
- Three desilting chambers(各長さ 250m×幅 13.9m×高さ 18.5m)
- 導水路トンネル(φ 6.8m×長さ 23.0km)
- 圧力シャフト(2本、φ 4m×長さ 1.1km)
- 地下機械室(長さ 206m×幅 20.4m×高さ 44.5m)
- 変圧器室 (長さ 191m×幅 16m×高さ 24m)
- 放水路トンネル(φ 7.75m×長さ 3.1km)
- サージシャフト(φ 15/12m×深さ 184m)

本論文では、サージシャフト掘削における孔壁の崩壊によるパイロット孔の閉塞の対処方法について述べられている。サージシャフト部の地質は、片麻岩(gneiss)あるいは黒雲母片岩 (biotite schist)、角閃岩 (amphibolite)、珪岩 (quartzite)から成り、亀裂を多く含んでいる。

サージシャフトの施工手順はまずφ 280mm のパイロット孔を上から削孔し、その後、下方から上方に向かってφ 1.8m までリーミング掘削により拡幅を行う。しかしながら掘削完了後すぐに孔壁が崩壊し、リーミング孔の閉塞 (深さ 30m~70m)が発生した。そこで上部から 3.0m 径で拡幅を行うことにより閉塞部を解消した。

さらにφ 15/12m への最終拡幅掘削時においても再び底部から 27m の地点で崩壊による閉塞を生じた。閉塞解消方法として様々な方法を検討した結果、横坑掘削により閉塞部近く 12m までアクセスし、そこからボーリング削孔後、閉塞部の下部を発破することにより閉塞を解消した(Fig.8)。

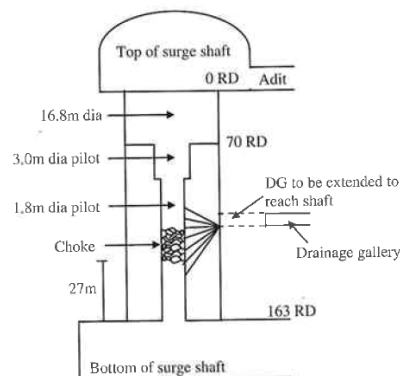


Fig. 8. Method to relieve the choke by drilling from drainage gallery.

2) Physical modeling of tunnels in soft ground: A review (pp.185~198)

軟弱地盤におけるトンネルのモデリング方法

本論文は、軟弱地盤におけるトンネル掘削を実験においてモデル化する方法についてその得失とともにまとめたものである。主な手法は以下の通りである。

- 1) 落とし戸実験 (2次元、軸対称および3次元)
 - ⇒トンネル掘削による周辺地山の変位およびグラウンドアーチの形成過程などを検証する
 - ⇒トンネルの施工過程の表現はできない
- 2) 切羽部にラテックスを張った剛性チューブを用いる実験
 - ⇒切羽近傍における挙動 (破壊過程、切羽安定性) の検証に用いられる
 - ⇒砂質地盤のみに適用できる
 - ⇒切羽後方の挙動については追跡できない
- 3) エアバッグを用いた実験…エアバッグ内を土被り圧に設定して土に埋込み、徐々に減圧する
 - ⇒トンネルの安定性および掘削に伴う周辺地山の挙動の検証に用いられる
 - ⇒切羽の進行過程をモデル化できない。
- 4) 発泡スチロールと有機溶剤を用いた掘削実験…発泡スチロールを埋め込んだ後、有機溶剤により溶かし、掘削過程を再現。
 - ⇒縦断方向に徐々に溶かすことにより掘削過程を表現できる。
- 5) ミニオーガーによる掘削実験
 - ⇒掘削過程を表現できる。
 - ⇒粘性土に用いられる
- 6) ミニ TBM(ϕ 100mm)による掘削実験
 - ⇒トンネル掘削過程をかなり忠実に再現できる
 - ⇒高価である
- 7) 半径可変のトンネルデバイスによる実験
 - ⇒操作が容易である
 - ⇒1 Gの2次元実験に限定される

また論文では実験における変位測定方法も併せて紹介している。

3) Forensic investigations of buried facilities in Poland (pp.199~205)

ポーランドにおける埋設上下水道施設の損傷に関する法医学的 (Forensic) 調査

※Forensic は「法医学的」という意味であるが、ここでは「起きている現象からその原因および劣化過程等を推測する」という意味で用いられている。

本論文では、上下水道における主な損傷の種類と信頼性理論に基づく分類および原因の推定方法について事例を示しながら述べられている。

パイプラインの損傷原因としては、1) 事業者の意思決定に依存する項目、2) 事業者の意志決定に依存しない項目に分けることが出来る。

- 1) 事業者の意思決定に依存する項目、
 - 設計上の瑕疵…設計荷重、環境条件、人為的ミス
 - 施工技量…材料の妥当性、掘削・排水における施工管理
 - 運用上の不具合…保守・清掃、モニタリング不足
- 2) 事業者の意志決定に依存しない項目
 - パイプラインに近接する構造物の破壊の影響
 - 周辺における土地利用の変化
 - 自然劣化

実際に4つの施設(構築後15~110年経過)について調査を行った結果、損傷の原因として、定期的な検査不足が主要因であることが明確となった(Table 3)。

その理由としては、一般に施設は地下に埋設されておりアクセスが困難なこと、また施設監理者が、最先端の有効な調査方法を知らないことなどが挙げられる。

Table 3
Summarized results of the investigations described in the Section 2

Kind of structure	Age of structure	Material of structure	Dimension of cross section	Localization	Type of damages	Main causes of damages
Sewerage collector	15 years	Prestressed concrete	DN1400 DN1600	Under green area	Chemical corrosion	1. Design errors 2. Defective workmanship
Water main	30 years	Steel	2 DN1200	Above green areas	Deep corrosion pits in the pipeline walls	1. Design errors 2. Maintenance errors 3. Aging processes
Water conduit	110 years	Cast-iron	DN762	Under a street	Crust of pipe wall	1. Change in the traffic load 2. Maintenance errors 3. Aging processes
Interceptor sewer	>100 year 86 years 46 years	Brick structure Concrete granite slabs Reinforced concrete	1. 1.1400×1230 2. 1400×1370 3. 1400×1150	Under green area	Total destruction of structures	1. Outflow of sewage 2. Maintenance errors 3. Aging processes