

# 大規模地下空洞掘削に伴うゆるみ計測について

(株)新日本技術コンサルタント (正) 中村 隆浩、(正) 浦山 克  
 関西電力(株)総合技術研究所 (正) 打田 靖夫、(正) 内藤 栄康  
 (財)電力中央研究所 (正) 中川 加明一郎、宮腰 勝義

## 1. はじめに

筆者らは、大規模地下空洞掘削に伴う周辺岩盤のゆるみ挙動を定量的に把握することを目的として、AE、鉛直ひずみ、相対変位、弾性波速度測定及びBTVによる孔内観察、低圧透水・透気試験を、掘削の段階ごとに実施している。本稿では、そのうち低圧透水・透気試験の測定概要、測定結果の一部について報告する。

## 2. 測定概要

今回、試験を実施した地下空洞は兵庫県に建設中の大規模地下発電所で、図-1の断面図に示す様に、本体空洞から20m離れた位置に併設トンネルが設けられている。各種試験は、この併設トンネルより発電所本体に向け水平下向き4°で穿孔したボーリング孔を用い、空洞掘削ステップに応じて実施した。このうち低圧透水・透気試験は、図-2,3のB4孔(φ66)を用いた。試験装置は図-4に示すように、低圧透水と透気試験が併用できるように製作した。両試験とも、建設省河川局開発課監修ルジオンテスト技術指針に準じて行った。最大注入圧力については、透水・透気試験時に発生する岩盤の割れ目の変化を出来る限り避けるという目的で、今回、最大注入圧力を1 kgf/cm<sup>2</sup>とした。このように低圧で試験を行うため測定は高精度で行わなければならない。そのため、従来の透水試験装置を表-1のように改良した。又、透気試験においては1mの孔内試験室に温度センサーを取り付け、注入量測定のために気流量計を用いて試験を行った。気体流量計はSLM単位[SLM:0°C, 1気圧での1分間当りの気体流量(ℓ)]を基準として計測した。なお、試験順序については試験孔周辺の岩盤が不飽和状態であると推定されるため、飽和度の変化による透気係数への影響が出来る限り少なくなる様に、透気試験を先行した後に透水試験を行った。

## 3. 測定結果及び考察

ベンチ①、②、③掘削完了時における深度と透気係数の関係を図-5に示す。ベンチ掘削順序は図-1に示す通りである。図-6には試験を行ったボーリング孔のRQDを示す。このRQDの深度は、各ベンチ掘削後に実施したBTV孔内観察結果により深度補正を行ったも

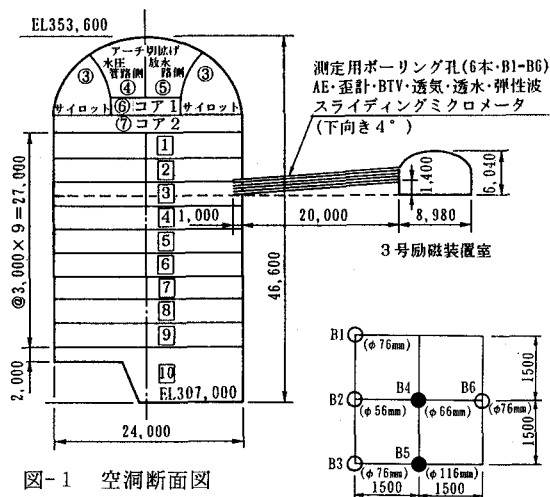


図-1 空洞断面図

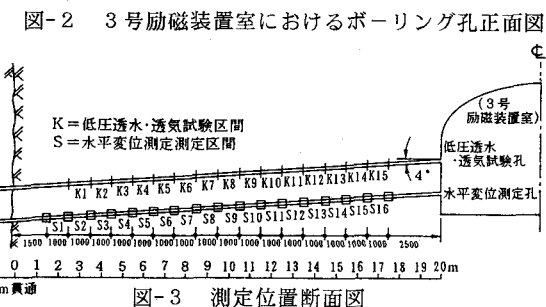


図-2 3号励磁装置室におけるボーリング孔正面図

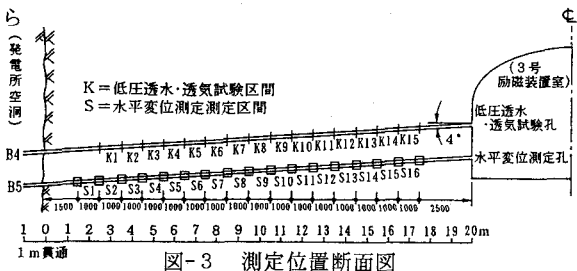


図-3 測定位置断面図

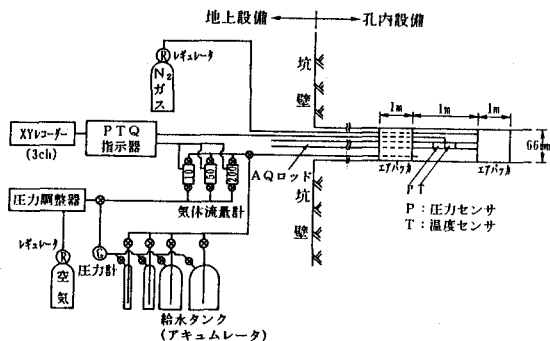


図-4 低圧透水・透気試験装置システム概念図

表-1 低圧透水試験装置の主な改良点

項目	従来の装置	低圧岩盤透水試験装置	低圧岩盤透水試験装置の長所
加圧方式	ポンプ	アキュムレータ	・定圧(脈動が少ない状態)での加圧が可能 ・ただし、アキュムレータの耐圧に問題があり、高圧での加圧は不可能
注水量測定	水道メータ、または流量計	容積法	・高い精度で測定可能 ・低流量の測定が可能
注水圧測定(位置)	ブルドン管式圧力計または圧力センサ(孔口)	圧力センサ(試験区内)	・管路の摩擦損失補正が不要 ・間隙水圧の測定が可能

ので、図-5の深度との対応は良いと考えられる。図-5、6よりベンチ①掘削完了時の透気係数が相対的に小さい区間2.5~3.5m、5.5~6.5m、9.5~10.5m、12.5~13.5m、15.5~17.5mはRQDの値も大きく、逆に透気係数が大きい区間ではRQDの値も小さく、岩盤の割れ目の程度と透気係数には密接な相関関係が認められる。

図-7はベンチ①掘削完了時の透気係数を基準とし、ベンチ②、③掘削完了時における透気係数の比を深度ごとに示したものである。この図より、ベンチ②掘削完了時には、2.5~3.5m、8.5~9.5mで透気係数比は若干増加するものの、その他の比はほとんど1.0付近で、掘削による影響はあまり見られない。これに対し、ベンチ③掘削完了時の透気係数比は、本体空洞より2.5~3.5m、5.5~6.5m、8.5~10.5m、12.5~13.5m、15.5~16.5mの試験区間で増大しており、掘削による影響が現われている。

図-8は、低圧透水・透気試験より1.5m下の孔(B5孔)で測定された区間水平変位である。この図から、ベンチ①~ベンチ③での区間水平変位の増大位置は2.5~3.5m、4.5~5.5m、8.5~9.5m、13.5~15.5m、16.5~17.5mであり、これらの区間は図-7で示される透気係数の増大している区間と良い対応を示している。これより、区間水平変位の増大が岩盤亀裂の開口幅の増大によるものであり、このことが透気係数の増加にあらわれたものと推察される。なお、これらの測定値の増大と掘削の影響との関連については、試験孔周辺の岩盤状況や、ベンチ③以降の測定結果をもとに今後、検討していく予定である。

4. あとがき

今回、空洞掘削に伴う周辺岩盤のゆるみ挙動の一部を報告したが、今後、これらの各種測定結果を組合せて、空洞掘削に伴う岩盤挙動やゆるみ域について検討を進める予定である。

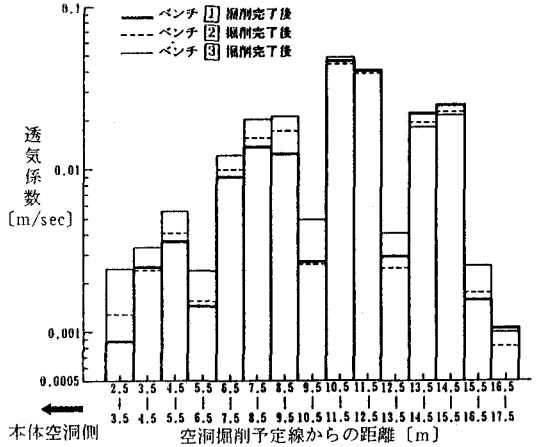


図-5 掘削による透気係数の変化図

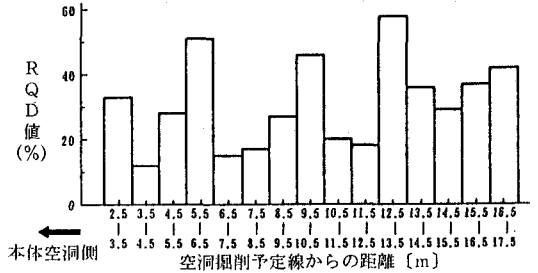


図-6 RQD分布図 (ボーリングコアB4孔による)

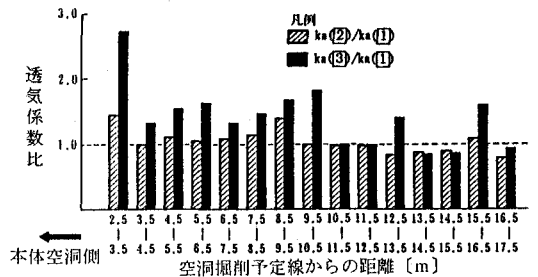


図-7 深度と透気係数比の関係図

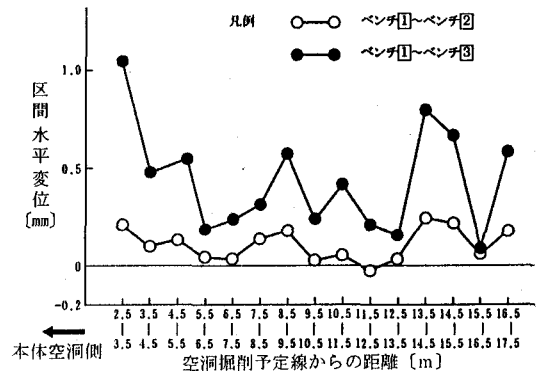


図-8 区間相対変位図 (B5孔)