

III-594

大規模地下空洞掘削における不連続性岩盤の変形形態

関西電力㈱

○正員 打田 靖夫 正員 吉田 次男

㈱ニュージェック

正員 浦山 克 正員 平川 芳明

1. まえがき

大規模空洞掘削に伴う岩盤挙動の検討のため、施工管理の計測とは別に、地下発電所空洞の放水路側側壁で、数種の測定法による岩盤挙動計測を1箇所に集中して行った^{1), 2), 3)}。本稿では、空洞掘削過程で計測用ボーリング孔内に生じた種々の現象から、岩盤の変形形態の検討を行ったので、この結果を報告する。

2. 測定概要

測定現場は、兵庫県の峰山・砥峰高原の東側斜面の地下、約280mに建設した地下発電所の空洞である。その規模は、高さ46.6m、幅24mおよび長さ134.5mである。空洞周辺岩盤は、電中研式岩盤分類でC_{II}、一軸圧縮強度の平均値が2,300kg/cm²の堅硬な性状を有している中世代の生野層群に属するひん岩である。卓越する節理群は3個存在し、それらのうちの2個の走行は空洞長軸にはほぼ平行で、その傾斜は空洞に対して流れ目あるいは差し目となっている。

図-1は、空洞横断形状、掘削ステップと測定孔の位置関係である。空洞側壁と先行掘削した併設トンネルとは20m離れている。計測用ボーリング孔の標高は、空洞掘削ベンチ3の標高にほぼ対応している。

図-2は、併設トンネル壁面上の6本のボーリング孔の配置である。B1、B3およびB6孔にはAE測定用センサを、B2孔には鉛直ひずみ測定用に微小ひずみ計をそれぞれ亀裂を避けて埋設した。B4孔はボアホールテレビ(BTV)による孔内壁面観測に使用し、B5孔には水平変位測定用のメジャリングマークと一体となった塩化ビニル管を埋設した。これらの測定は、図-2のサイドパイロット坑①の掘削終了時を初期値とし、各掘削の主要段階で行った。

3. 測定結果と考察

図-3は、観測位置の真横を盤下げ掘削が通過した段階(ベンチ3~5)で、ボアホールの併設トンネル側に生じた現象である(図-2のB-B断面)。B4孔のA部には、肉眼観察と挿入したファイバースコープによって、既存の開口亀裂面に沿うずれが確認された。B5孔のB部には、挿入したファイバースコープによって、埋設した塩化ビニル管の左上部が押しつぶされたような変形を生じているのを確認した。また、C部にも同様な変形が確認された。これらの併設トンネル側壁近傍の現象は、空洞掘削に伴う側壁岩盤の変形形態を示唆している。すなわち、この範囲の岩盤は、ベンチ3~5の

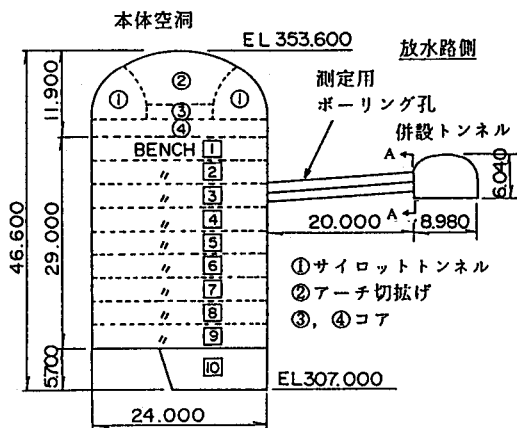


図-1 空洞横断形状、掘削ステップと測定孔の位置関係

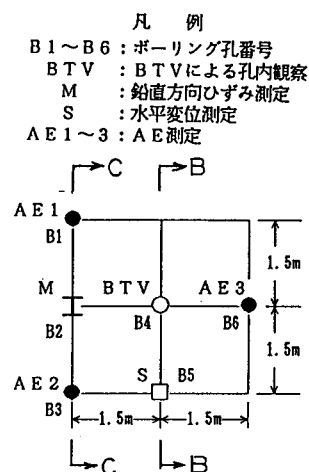


図-2 併設トンネル壁面上のボーリング孔の配置(図-1のA-A断面)

盤下げ掘削による応力再配分の影響を受け、開口亀裂面沿いに局部的なすべりを生じていたと推定される。

図-4には、観測位置より下方の盤下げ掘削（ベンチ7～9）によって断線した埋設計器の位置と断線時期を示した（図-2のC-C断面）。図には、空洞掘削完了後にB4孔のBTV展開画像とリボーリング時の衝撃などにより確認した亀裂面沿いのずれを併記した。●印は、断線した計器の位置であるが、その範囲は空洞方向に約60°の流れ目の傾斜を示す破線と側壁との間にある。

鉛直ひずみ計は、M1、M5がベンチ7の掘削で、M2、M6、M7～9がベンチ8で、M3、M4がベンチ9でそれぞれ断線した。AEセンサA1～A6、A10およびA12は、ベンチ7掘削後に断線していることが判明した。

これらの計器の断線順序が不規則であること、B3孔のように断線した計器の前後の計器が活線状態にあること、大きな張力の作用によるリード線の弱点がセンサとの接続部にあることなどを考慮すると、断線の原因は、図の計器の右側近傍にB4孔のような亀裂面沿いずれが生じ、リード線に大きな張力が作用したことによると判断できる。

したがって、空洞下部の盤下げ掘削により側壁岩盤内の観測位置に生じた岩盤変形挙動の発生形態は、流れ目の亀裂面に沿うすべりである。その発生位置は、空洞側壁から岩盤深部に順次拡大するのではなく、応力再配分により増大したせん断力の大きさとその作用方向、不連続面群との位置関係から、最弱点部に選択的に発生したものと推定される。

4. あとがき

測定対象の空洞周辺岩盤は、高角度の流れ目とこれと共役な差し目の卓越する不連続性岩盤である。今回報告した著しく大きな計測孔の変状は、測定計画時に予測できなかった岩盤変形に起因する現象であり、同時に行った各種測定結果とも良く対応している。今後、これらを総合的に分析し、岩盤の変形機構を検討したい。

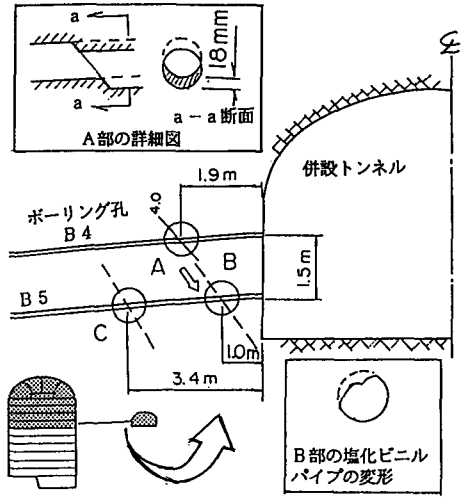


図-3 空洞掘削時にボアホール内に生じた変形（図-2のB-B断面）

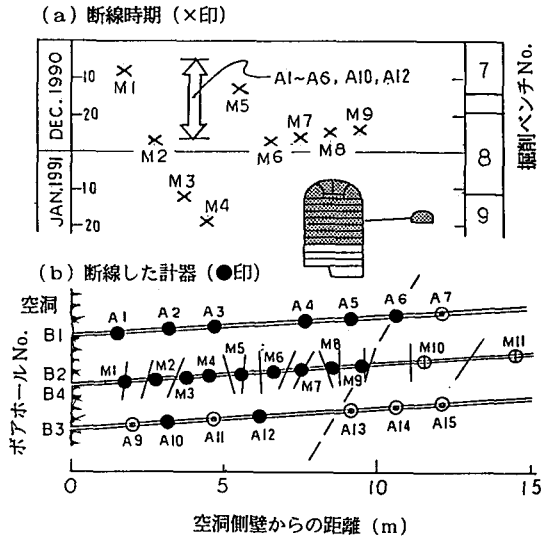


図-4 空洞掘削時に断線した埋設計器の位置と断線時期（図-2のC-C断面）

「参考文献」

- 1) 打田，他：地下発電所空洞掘削における側壁岩盤の挙動，土木学会第24回岩盤力学に関するシンポジウム講演論文集，pp. 336～340，1992. 2.
- 2) 打田，吉田，浦山，平川：空洞掘削時の岩盤不連続面の進展性状に関する一考察，第9回岩の力学国内シンポジウム講演論文集，pp. 713～718，1994. 1.
- 3) 平川，浦山，打田，吉田，金川：大規模地下空洞掘削時のゆるみ領域の進展に関する一考察，第9回岩の力学国内シンポジウム講演論文集，pp. 695～700，1994. 1.