

大規模地下空洞掘削に伴う周辺岩盤の弾性波速度低下について

(株)ニュージェック

○ (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、前田 稔

1. はじめに

筆者らは、地下発電所空洞掘削に伴う側壁岩盤の挙動を定量的に把握することを目的として、各種計測を実施している¹⁾。本稿は掘削に伴う周辺岩盤の弾性波速度低下と鉛直ひずみ、AE計測結果について検討したものである。なお、弾性波速度はジオトモグラフィ手法を用いて解析した。

2. 測定概要

今回、計測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、かぶり厚280mの地下深部に位置する。この地下空洞には図-1に示す様に、本体空洞から20m離れた併設トンネルが設けられている。各種測定は、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6本のボーリング孔を用いて実施した。

ボーリング孔は図-2のボーリング孔正面図に示す様に1.5mの格子状に配置しており、ボーリングNo. B1, B3, B6孔には共振型AEセンサー、B2孔には鉛直ひずみ計、B5孔にはスライディングマイクロメーターを埋設した。また格子の中心孔 B4孔では、BTVによる孔内観察、AEセンサーを利用した孔間弾性波速度測定、低圧透水・透気試験を実施した。これら計器の埋設位置及び測定区間を図-3に示す。孔間弾性波(P波)速度測定は B4孔を発振孔とし、隣接する3孔に埋設したAEセンサーを受振点とすることにより行った。発振点は11箇所、発振源は雷管とした。測定はアーチ切上げ前を初期値として、アーチ掘削後、ベンチ①～⑦掘削後、掘削完了後に実施した。

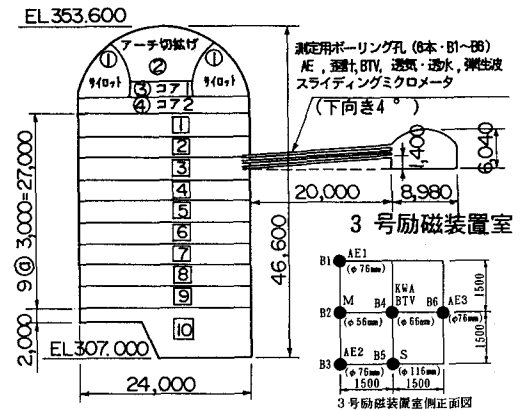


图-1 空洞断面图

図-2 3号励磁装置室におけるボ-リング孔正面図

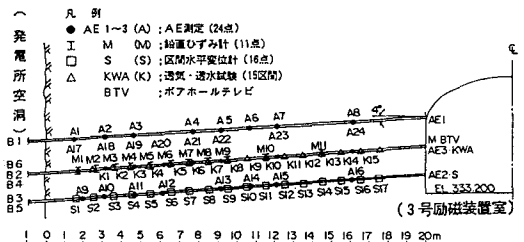


図-3 計器の埋設位置及び測定区間

3. 測定結果及び考察

ジオトモグラフィ手法による解析結果を図-4に示す。同図よりアーチ切り上げからベンチ②掘削後までは、 $V_p=4.0\text{km/sec}$ 以上の堅硬な岩盤が測定領域全体にほぼ均一に分布していることがわかる。速度の低下が生じはじめたのは、測定標高と同じ高さであるベンチ③掘削後あたりからで、空洞側壁より0~3m, 16~20mの位置である。0~3mの位置は発破による損傷、16~20mの位置については明らかではない。ベンチ④掘削後は、さらに空洞側壁より7~9mの位置でも速度低下域が生じている。その後は掘削が進むにつれ、速度低下域が空洞側壁から0~9mと拡大する傾向にある。また、13m付近の速度低下は⑦ベンチ掘削あたりからであることがわかる。

以上の結果と図-5.6に示す鉛直ひずみの変化量の分布、AEの発生位置と発生頻度の関係から、弾性波速度が低下する位置は、鉛直ひずみ量の分布に示される2つの圧縮帯からはずれた領域である。この領域では新

規亀裂の発生も認められている²⁾。また、A Eは弾性波速度低下域周辺で多く発生している。逆に速度低下のあまり見られない位置は、鉛直ひずみの2つの圧縮側の極大値の位置とほぼ対応している。

以上の結果より荷重は均一に分布しているのではなく、弾性波速度の大きい岩盤が多く分担しているものと推定される。このメカニズムについては不明であるが、空洞側壁掘削による側方拘束力の低下及び2つの集中荷重のアンバランスが複雑に絡みあい応力の再配分が行われたためであると考えられる。

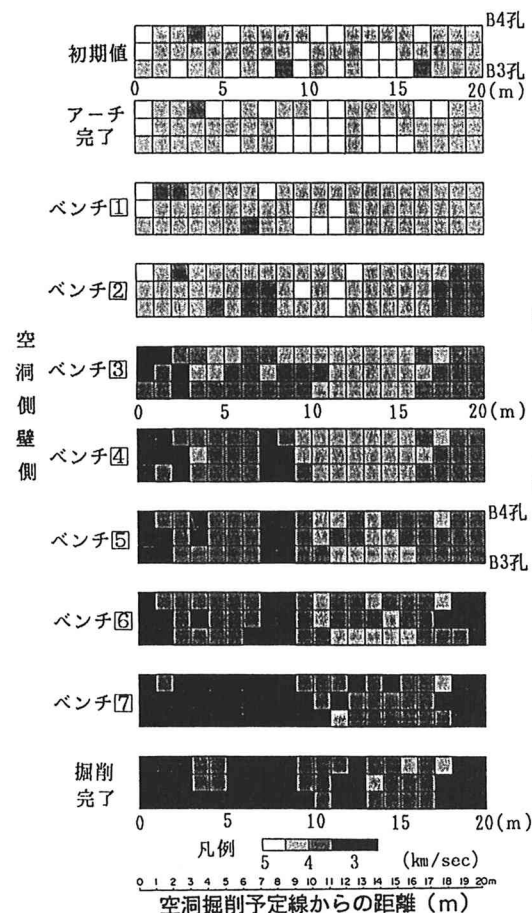


図-4 ジオトモグラフィ解析結果

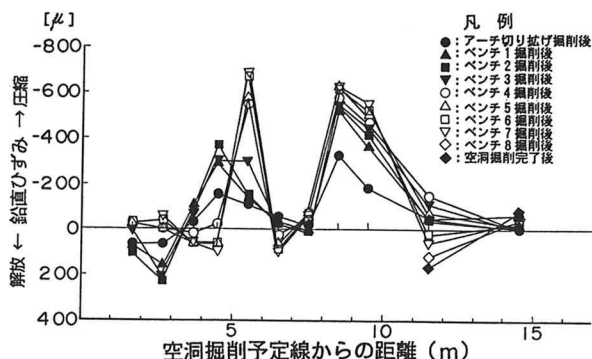


図-5 掘削過程における鉛直ひずみの変化量の分布

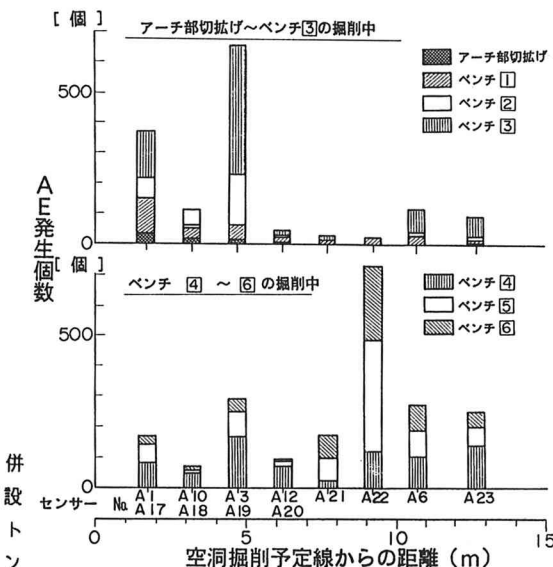


図-6 掘削に伴うA Eの発生位置及び発生頻度
4. あとがき

以上の結果から空洞掘削に伴い周辺岩盤の弾性波速度が低下する位置は、鉛直ひずみの変化量の分布、A Eの発生数とほぼ対応していることがあきらかとなった。

今後、各種測定結果を組み合わせ、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。

参考文献

- 1) 浦山、打田、中川ら；大規模地下空洞掘削に伴うゆるみ計測について 土木学会第46回年次学術講演会講演論文集
- 2) 中村、打田、金川、石田ら；孔内亀裂の進展から見た大規模地下空洞掘削時の岩盤挙動 第24回岩盤力学に関するシンポジウム講演論文集