

中部電力(株) 土木建築部 正会員 土山茂希
 同上 正会員 西川 力
 (株)間組 技術研究所 正会員 蓮井昭則

1. まえがき

水力発電所の圧力トンネルでは、一般に内水圧の岩盤への負担を期待した設計が行われており、岩盤負担の大きさは覆工の厚さや鉄筋量などの設計諸元に影響を与える。そのため、周辺岩盤の状況を適確に評価することは、圧力トンネルの適切な設計にとって重要となる。筆者らは、赤石水力発電所の圧力トンネルにおいて、岩盤負担に対するグラウチング効果の研究を目的とした各種の計測を実施した。それらのうち、孔内載荷試験、孔間弾性波測定結果を用いて、トンネル周辺岩盤への掘削の影響について検討した。

2. 計測概要

圧力トンネルは内径 3.6m の円形断面を有し、設計覆工厚30cmの馬蹄形で発破工法を用いた NATM 工法で施工された。調査断面付近の地質は砂岩とけつ岩の互層で構成される CM 級岩盤で、亀裂は比較的多いが亀裂面の風化は少なく、岩石は硬質である。調査断面付近の地質状況を図-1 に示す。

孔内載荷試験は載荷試験装置 (イヌメ-200: 応用地質) を使用し、載荷は階段載荷で毎分 2 kgf/cm^2 で最大 20 kgf/cm^2 のとした。一方、孔間弾性波測定はハザマ式孔間弾性波探査システム¹⁾を使用した。図-2 に試験、測定位置の関係を示す。

3. 試験・測定結果

孔内載荷試験による天端、底盤、川 S L (スプリングライン) と山 S L での深さ別の変形係数を図-3 に示す。また、同じく孔間弾性波測定による深さ別の P 波速度を図-4 に示す。

変形係数は、天端を除くとほぼ同じ分布状態で、掘削面周辺部に変形係数の低下は明確にはみられない。また、P 波速度についても川 S L では、掘削面近傍 (1 m 前後) で P 波速度の低い部分があるが、その他の方向ではみられない。さらに、天端の深さ 3 m 付近では変形係数、P 波速度ともに低くなっている。

4. 掘削の影響の評価

天端部において、深さ 3 m 付近の変形係数、P 波速度の低い部分では、ボーリングコアでみると R Q D が 80% 以上の新鮮な砂岩で占められており、亀裂面に風化の痕跡はなく断層や、弱層の存在も認められない。そのため、開口した

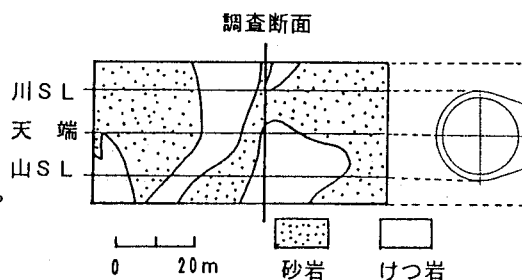


図-1 調査断面付近の地質

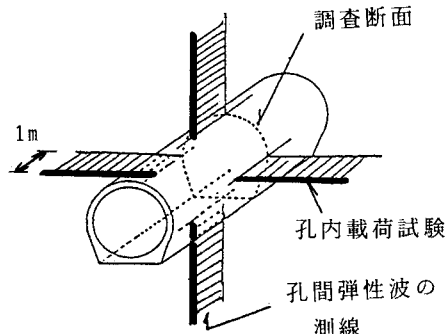


図-2 試験・計測の位置関係

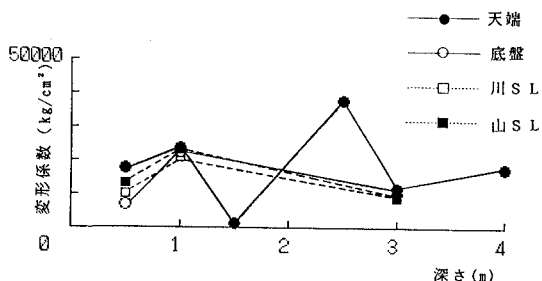


図-3 深さ別の変形係数分布

亀裂の可能性がある」と判断され、このことはコンソリデーショングラウチング後にその部分で変形係数、P波速度が増加したことで確認できた²⁾。

一方、底盤部とスプリングライン部では、孔間弾性波測定用の発振・受振装置が設置された位置のコアの状況を加味してP波速度を評価を行った。その方法は、①発振点および受振点のコアを柱状コア(○)、岩片状と破片状コア(×)に分け、②測定結果を○○、○×、××の3タイプに分類する。③深さ2m以深では岩盤は掘削の影響がないと仮定し、その部分の測定結果から各分類毎の平均値を求める、これを近似的にコア状況毎の掘削の影響がないP波速度の基準値とする(表-1)。④全測定値を基準値で除し、変化率を求める。なお、基準値は本調査断面と70m離れたところに設けた同様同級岩盤の別の調査断面の測定結果も加えて整理している。以上のことにより算出された底盤、川、山SL方向における基準値からの深さ別の変化率分布を図-5に示す。その結果、深さ1.5m程度までの範囲ではP波速度の低下が認められ、掘削によって影響(たとえばゆるみ)を受けていると判断された。

これらの結果より、掘削後の岩盤状況は表-2のように推定することができた。

5. あとがき

掘削の影響範囲およびその定量的な特性を推定するために、変形係数、P波速度を試験・計測し評価を加えた。その結果、地質が互層構造の場合でもP波速度とコア状況を組み合わせることにより掘削の岩盤への影響を評価することができた。しかし、変形係数では明確な判断をすることができず、今後の課題である。最後に、本試験・計測に御協力頂いた間・株木・鴻池共同企業体の皆様に深謝の意を表します。

参考文献

- 1) 世一、蓮井、平井、中川：孔間弾性波測定によるグラウチング前後の改良効果判定について、第21回岩盤力学に関するシンポジウム論文集、1989.2
- 2) 西川、土山、蓮井：圧力トンネル周辺岩盤のグラウチング前後の変化について、第23回岩盤力学に関するシンポジウム論文集、1991.2

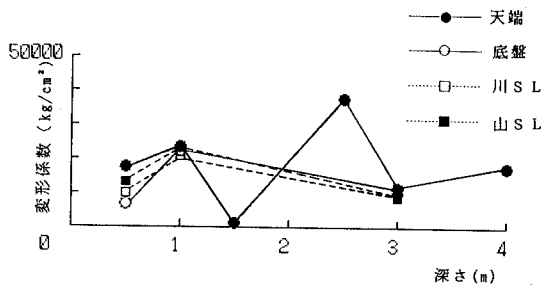


図-4 深さ別のP波速度分布

表-1 基準P波速度

コア状況	記号	P波速度
発振孔・受振孔とも柱状	○○	4730 m/s
一方が柱状、他方は岩片	○×	4500 m/s
両孔とも岩片状	××	4350 m/s

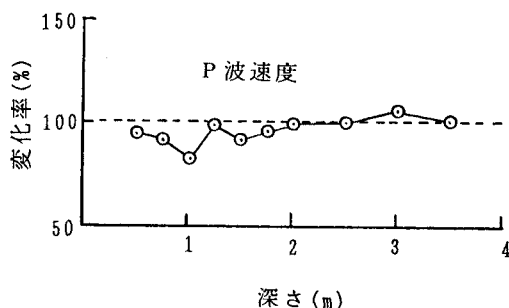


図-5 P波速度の変化率分布

表-2 掘削後の状況

	掘削の影響を受けた領域	影響を受けていない領域
P波速度	3000~4000m/s	4500m/s
変形係数	16500kgf/cm ²	17600kgf/cm ²