弾性波トモグラフィによる立坑周辺地質の3次元探査結果

鹿島 技術研究所	正会員	白鷺	卓	山本	拓治
鹿島	正会員	住田	徹	西岡	和則
京都大学大学院 工学研究科	正会員	青木	謙治		

1.はじめに

一般に、現在国内で行われている弾性波トモグラフィとは、探査媒体として地震波(弾性波)を利用して、地下の地 質状態を孔間あるいは孔と地表面の間の2次元で再現する探査手法である。近年、我々は3次元トモグラフィの開発を 実施中であり、今回、直径約13m、深度20mの立坑を2本掘削する工事の詳細地質調査を目的として、3次元トモグラ フィを適用したので、その結果を報告する。これら立坑は地下水位下での掘削となり、施工時には恒常的な湧水だけで なく、予期せぬ突発出水の可能性も懸念されるため、事前に立坑周辺を止水注入により地山改良する計画になっており、 効率的な止水工法立案のためには、対象範囲の地質状態をできるだけ詳細に把握する必要があった。

そこで、調査ボーリング孔(L=32.0m)やパイロット注入孔(L=24.0m)を利用した弾性波トモグラフィを実施し、 それらを総合的に評価することで、比較的広い範囲の地質状態を3次元的に予測することができた。また、コア観察結 果や透水試験結果との整合性も高いことを確認したので報告する。

2.探查概要

事前地質調査結果や調査ボーリング結果より、立坑周辺には、主に凝灰角礫岩が分布しており、所々に流紋岩が貫入 している。凝灰角礫岩及び流紋岩は概ね C_M~C_H級で硬質だが、亀裂とその周辺は風化変質を受け、軟弱化している。 また、幅 1.0m 弱の比較的高角度な断層 F - 1の存在が確認されている。

探査には、長さ L=24.0m、2.0m 間 隔で12点の加速度計が埋め込まれて いるハイドロフォンを受振センサー として利用した。図 - 1に示すように、 これを調査ボーリング孔Bに挿入し、 周囲のパイロット孔 No.1~7 のそれ ぞれにおいて、発破により2.0m 間隔 で10~12点起振した。また、立坑上 盤の18点(H1a~H4e)をハンマーで 起振し、その波形も記録・解析した。 データ数は発破65ショット、ハンマ ー打撃22ショットであった。

3.探查結果

発受振孔間の7パネルと、18 点の 地表発振による VSP の結果を総合的 に解析・出力したものを図 - 2 に示す。 また、調査ボーリング結果による地質 分布と透水試験結果によるルジオン マップとの比較も示す。今回の発受振 孔の孔配置から、比較的高い精度を確



キーワード:弾性波トモグラフィ,切羽前方探査,立坑、止水注入 連絡先:〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 TEL 0424-89-7081 FAX 0424-89-7083

-465-

保できる左側の立坑周辺のみを解析対象領域に設定した。

探査対象範囲内の平均地山弾性波速度は 3,060 m/sec (水色)で、地山弾性波速度が 2,100 m/sec 以下の部分はブロック 状に出現するようにしきい値を設定した。これらの結果より、低速度域は主に立坑予定位置内の上部に集中しており、 さらに 2 系統の連続した低速度帯(ア)と(イ)の存在を予測することができた。地質分布(図-1)と比較すると、 (ア)はF-1断層に、(イ)の縦断的な分布は流紋岩の貫入におおむね一致する。

また、調査ボーリング孔 A、 Bにおける透水試験より観測 された高透水域(Lu>30)分布 と比較すると、その分布にほ ぼ整合的である。今回、調査 ボーリング孔Cの高透水域ま では探査範囲が及ばなかった ものの、EL665m 付近の低速 度域がC孔の下部まで連続し ている可能性がある。その他、 A 孔の EL685m 付近は特に弾 性波速度が遅いことや、A孔 の EL675m より下位に硬質で 透水性の低い(図中緑色)岩 盤が分布していることを確認 できた。

4.まとめ

1本の受振孔の周りに複数 の発振孔を配置し、さらに地 表にも発振点を設けることで、 比較的広い範囲で精度の高い 3次元的なトモグラフィ結果 を得ることができた。

これより、左立坑の上部 10mに低速度域が分布してい ること、(ア)(イ)のような 連続性のある低速度帯が存在 すること、A 孔下部に硬岩部 が分布することを予測するこ とができた。本結果を踏まえ て、左立坑の上部10mと左立 坑右側のEL685~665mへの 地山改良注入を重点的に行う ことで合理的かつ効率的な止 水が期待できると考えている。

