

間隙水圧モニタリングシステム内での孔間弾性波トモグラフィ探索

原子力発電環境整備機構 正会員 ○吉村 公孝, 西尾 光

(一財) 電力中央研究所 正会員 近藤 浩文

(株) 大林組 正会員 志村 友行

(株) ダイヤコンサルタント 成田 憲文

1. はじめに

特定放射性廃棄物の地層処分事業では、文献調査、概要調査、精密調査の段階的なサイト選定調査により、最終処分施設の建設に適する地質環境の調査・評価を実施する。原子力発電環境整備機構と(一財)電力中央研究所(以下、電中研)は、2006年度より、電中研横須賀地区で共同研究として、地上からの調査段階で使用する主要な調査技術・評価手法についての実証研究を実施しており¹⁾、その一環として、2014年度までに3本のボーリング(YDP-1～3孔)調査と、そのうち2本(YDP-2, 3孔)を利用した孔間弾性波トモグラフィを実施した。

2. 探索場所の概要

孔間弾性波トモグラフィを実施した場所の地質構造は、YDP-1, 2孔のコア観察により、上位から沖積層、新第三紀の砂岩・シルト岩主体の三浦層群、同じく新第三紀の泥岩主体の葉山層群が分布することが確認されている¹⁾。また、YDP-3孔では沖積層と三浦層群の間に葉山層起源の二次堆積物が分布することを確認している(図-1)。

計測時に使用したボーリング孔のうち、YDP-2孔では、地下水圧モニタリングとして、マルチパッカーシステム(Westbay MP55, 以下MPシステム)を用いたモニタリングを実施している²⁾。孔間弾性波トモグラフィの計測のために、設置したMPシステムのケーシング(以下、MPケーシング)とパッカーを含めたモニタリング装置を一時撤去することで、計測データに空白が生じる恐れがあること、また撤去および再設置作業によってボーリング孔内の地下水環境が変化し、ベースラインデータに影響が出ることなどが懸念されるため、できるだけモニタリング装置を存置した状態での孔間調査方法や、継続測定中のモニタリングデータの空白期間を短縮する方法が必要となる。そこで、ボーリング孔内にMPケーシング等を存置したまま、水圧測定プローブだけを一時取り外してMPケーシング内で計測を実施した。

3. 弾性波トモグラフィ計測・データ解析

MPケーシング内に物理探査装置を挿入して計測するので、計測後のMPシステムへの影響が懸念された。水圧測定と採水区間には、計測および採水用のポートが設置されている。ポートの損傷を避けるため、最小内径54mmのMPケーシング内に挿入できる外径38mmのハイドロフォンアレイを使用して受振点を設定した。受振点間隔は10m間隔のハイドロフォンアレイを計測時に5m位置をずらして5m間隔とし、地上部分には2孔を結ぶ直線上に、建物部分を避けて5m間隔で地表受振器を設置した(図-2)。そのため、地上受振点に空白域が生じた。YDP-3孔を発振孔として、スパーカー孔内震源を挿入し、

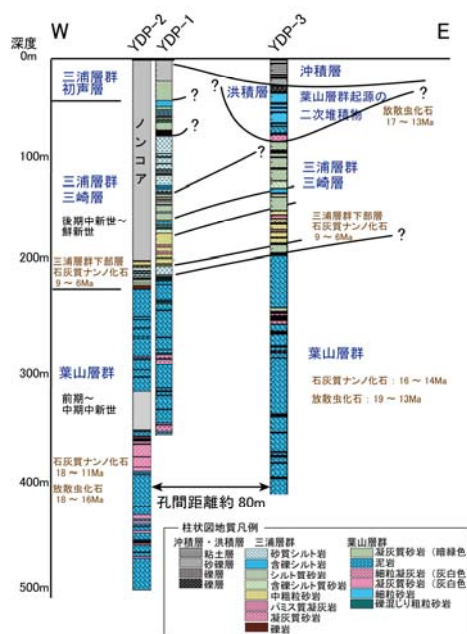


図-1 YDP-2～3孔間の地質分布推定図

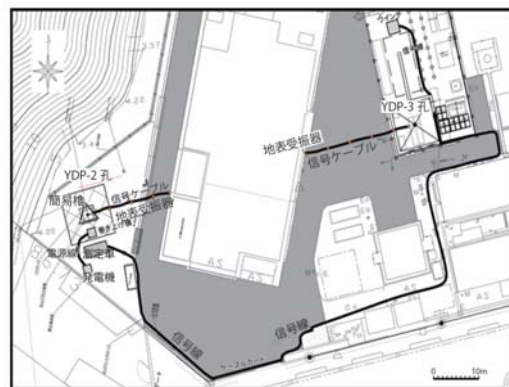


図-2 トモグラフィ測定位置と機器配置図

発振点間隔を5mとし、孔内震源を上下させて測定した。2孔間の直線距離は約80m、測定区間を地表からGL-5～-400mとして設定し、建物の直下を含めた80m×395mをトモグラフィの探査領域とした。地上受振点に空白域があり、さらに片側発振となったため、地上測定の弾性波線が偏り、地下数十m程度の浅部構造把握への影響が懸念された。表-1に今回使用した機器を示す。

測定後は、水圧測定プローブを再設置してモニタリングを再開した。結果として、モニタリングの空白期間は1週間であった(図-3)。なお、地下水圧モニタリングデータからは、弾性波トモグラフィ測定の前後の水圧のトレンドには大きな変化は確認できない。弾性波トモグラフィの解析では、2本のボーリング孔の孔曲がりやを考慮した座標データを作成し、測定区間ごとに区分した波線毎の初動走時を読み取り、5×5mの正方形メッシュに初期値を2.3km/sの均一速度を与えてインバージョン解析を行った。

4. トモグラフィ結果の評価

得られた速度構造を沖積層、砂質シルト岩主体層、シルト質砂岩主体層、泥岩主体層の4ブロックに区分した(図-4)。これに地質性状や物理・力学等のデータセットを割り当てると岩盤特性モデルを構築できる。なお、得られた速度構造にはMPケーシング素材(PCV製、密度約1.4 kg/m³)やパッカー(一部ステンレス製、密度約7.9 kg/m³)の影響は認められていない。一方で、弾性波線の偏りや建物による地上受振点の不足から、多方向からの高角度の弾性波線が不足し、葉山層起源の二次堆積物等が分布する浅部の速度構造の解像度に影響したものと考えられる。

5. まとめ

地下水圧モニタリング実施中のボーリング孔を利用して、孔間弾性波トモグラフィを実施し、調査の実用性および岩盤特性区分への適用性を確認した。地下水圧モニタリングへの影響については、弾性波トモグラフィは短期間に調査できるので、計測にはほとんど影響しないことを確認した。実際のサイト選定調査では複数のボーリング調査を実施し、そのうちいくつかはモニタリング孔として活用することとなる。精密調査で孔間調査を実施する場合は、今回のようにモニタリング計測にあまり影響を与えない弾性波トモグラフィ測定が可能であることを確認した。また、ボーリング調査で取得した岩盤特性に係る種々のデータセットに、孔間の弾性波速度分布を加えることで、空間的な岩盤特性の評価に反映できる可能性を示した。

参考文献

1) 近藤浩文ほか(2011):電力中央研究所報告, N15/, 2) 吉村公孝ほか(2012):日本応用地質学会, 平成24年度研究発表会講演論文集, 29-30, 3) 吉村公孝ほか(2015):土木学会第70回年次学術講演会講演概要集, 17-18,

表-1 弾性波トモグラフィの機用機器一覧表

項目	型式	仕様
孔内受振器	ハイドロフォンケーブル CA-1058 (Vcable社)	ハイドロフォン間隔
		10m
		チャンネル数
		24チャンネル
		周波数レンジ
測定システム	テレメトリ型データ収録装置 Geode (Geometrics社)	2Hz～30kHz
		ハイドロフォン感度
		-180dB re 1uPA
		受振器寸法
		φ38mm×L150mm
地表受振器	シングルジオフォン L-30 (Mark Product社)	サンプリング間隔
		0.02～16m/s
		ダイナミックレンジ
孔内震源	スパーカー SBS42 (Geotomographie社)	144dB
		固有周波数
		30Hz
孔内震源	SBS42 (Geotomographie社)	出力エネルギー
		1000J
孔内震源	SBS42 (Geotomographie社)	外径(スパイクを除く)
		6cm×6cm×3.7cm
孔内震源	SBS42 (Geotomographie社)	外径
		φ42mm×L1080mm

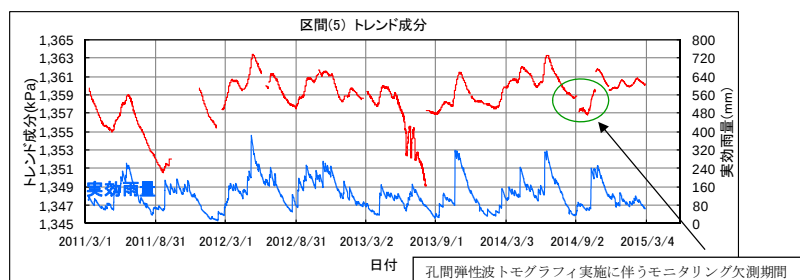


図-3 弾性波トモグラフィによる地下水圧モニタリングの中断期間

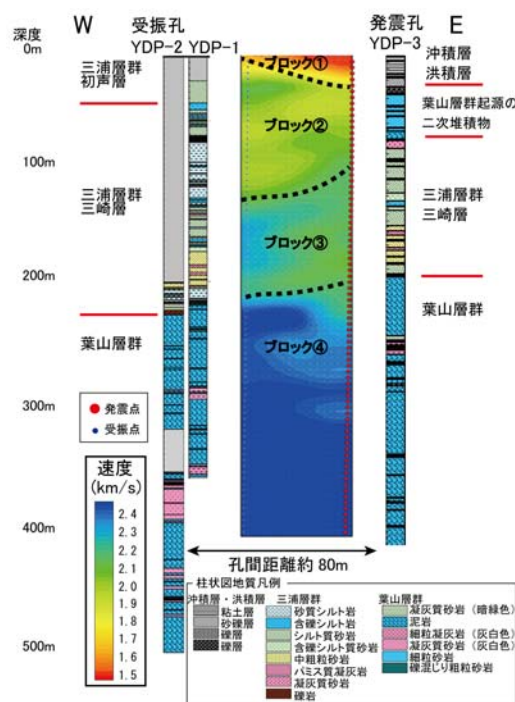


図-4 弾性波トモグラフィ結果によるブロック区分図