

8-6 地下施設建設に伴う岩盤の透水性の時間変化 —多孔質弾性論を用いた地下水圧の大気圧応答の解析—

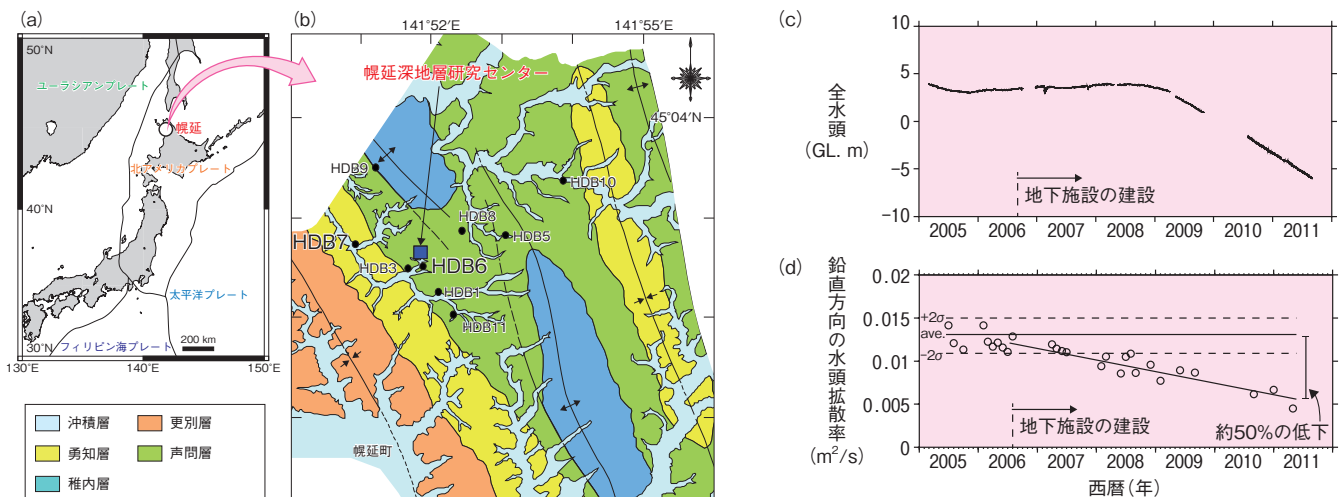


図 8-15 幌延深地層研究センターと観測孔の位置図

(a) 幌延地域の位置図を示します。(b) 幌延深地層研究センター周辺の表層地質図を示します。

地下施設の建設は、大量の地下水の排水を伴い、周辺の岩盤中の地下水圧を低下させます。その結果、岩盤中の間隙が小さくなることが予想され、ひいては岩盤中の透水性の低下につながると考えられます。このような変化は可逆的な変化であると考えられますが、実際に観測された例はありません。高レベル放射性廃棄物の地層処分における安全評価では、ガラス固化体から地下水中に溶け出した放射性核種が地下水の流れとともに移動する可能性を評価するため、岩盤の透水性などの地下水流動特性は、重要な影響因子になります。地下施設の建設前と比較してどの程度の透水性の変化が生じ、地下施設の埋め戻し後にどこまで回復するのか、といった事例の蓄積や評価手法の整備は、実際の地層処分事業を進める上で参考になるはずで、本研究では、地下施設から約 130 m 離れた堆積岩中の地下水圧記録を解析し、地下施設の建設前と建設中における透水性の時間変化を求めました。

幌延深地層研究センターは北海道北部に位置し(図 8-15(a))、本地域には厚い泥岩層が分布しています(図 8-15(b))の更別層、勇知層、声問層、稚内層。本研究では、複数のボーリング孔(HDB1～HDB11)を対象にしましたが、ここでは研究所近傍にある HDB6 の解析結果を示します。

一般的に、被圧井では気圧が上がると地下水位は下がり、気圧が下がればその逆になります。このように、地下水圧は大気圧の変化に応答しますが、その応答時間や変化量は、岩盤の性質に関係しています。この関係性は、岩盤を多孔質弾性体(多数の穴があり、その中に地下水が満たされている硬いゴムのような物質)と仮定するこ

とで、数式で表現できます。この関係性を利用し、地下水圧の大気圧応答を解析することで、岩盤中の透水性を求めることができます。

解析では 2005 年から 2011 年までの 7 年間の観測記録を用いました(図 8-16(c))。連続する 3 ヶ月間の観測記録を 1 セットとし、地下水圧の大気圧応答の解析を期間をずらしながら繰り返し行いました。これにより岩盤中の透水性の連続的な時間変化が分かります。

解析結果を図 8-16(d) に示します。岩盤の透水性の指標となる水頭拡散率(地下水圧変化が岩盤中を伝わる速度に比例)は、地下施設の建設前(2006 年 8 月以前)では約 $(1.2 \pm 0.2) \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$ でしたが、2007 年から 2008 年にかけて徐々に低下しはじめ、2011 年 5 月には約 $(0.6 \pm 0.2) \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$ まで低下しました。

既往研究によれば、泥岩中の透水性には、通常、二桁以上の透水性のばらつきが認められます。これは、一般的な透水試験では、岩盤中の様々な大きさの割れ目により、局所的な影響を受けてしまい、結果が場所により異なるからです。本研究で得られた変化率は約 50% 程度の小さな変化ですが、一般的な透水試験とは異なり、同じ場所の経年変化であるため、有意な変化であると考えられます。

本研究により、地下施設建設に伴う広域の地下水圧の変化が地下水流動へ及ぼす影響は小さく、地下水はより移動しにくくなることが観測記録から明らかになりました。実際の処分場の操業期間は数十年間であることから、長期間の地下水の排水の影響を把握するためにも、本研究は重要であると考えます。

●参考文献

Miyakawa, K. et al., Seven-Year History of Vertical Hydraulic Diffusivity Related to Excavation around an Underground Facility, International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences, vol.70, 2014, p.332-342.