

小規模凍土方式遮水壁実証試験における地盤凍結特性 —凍土方式による遮水技術に関するフィージビリティ・スタディ事業 (その2) —

鹿島建設(株) 正会員 ○吉田 輝 永谷 英基 佐藤 一成
同上 照井 秀幸 高村 尚 山本 正嗣

1. はじめに

本報文では、凍土方式による遮水技術に関するフィージビリティ・スタディ事業 (FS 事業) の一環として実施した小規模凍土方式遮水壁実証試験 (実証試験①) の結果のうち、地盤凍結特性について報告する。

2. 試験の概要

2. 1. 地質条件

現地の地盤は図-1 に示すように固結度の低い砂岩と固結シルト (泥質部) で構成され、帯水層は地表側から中粒砂岩層、互層部、細粒砂岩層、粗粒砂岩層の4つに大別される。互層部は砂岩と泥質の互層状である。各層の物理的性質を表-1 に示す。

2. 2. 試験方法

小規模凍土方式遮水壁は、図-2 に示すように10m 四方の矩形状とした。外径 114.3mm の凍結管は、ピッチ 1m、埋設深度 26.4m で下端は第4 泥質部に3m 根入れした。凍結運転は、ブライン温度-30℃で2014年3月14日から7月31日まで約4ヶ月半継続し (造成期間)、以後は自然に放置し12月26日まで約5ヶ月間計測を継続した (融解期間)。造成期間・融解期間を通じて、図-3 に示す各種の計測設備 (測温管、地下水水位観測井、地中傾斜計) によって地盤の凍結挙動とそれに伴う凍土壁内外の地下水位の変化や地盤変位を調べた。なお、小規模凍土方式遮水壁本体に隣接して造成した2ヶ所の独立した小凍土についてはその3で説明する。

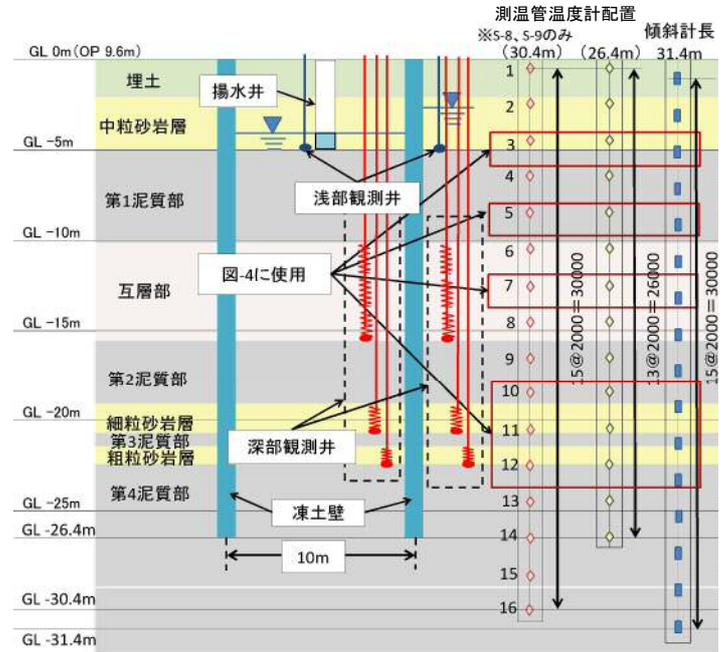


図-1 実証試験①エリアの地層構成

表-1 物理的性質

地層区分	土粒子密度	含水比	間隙比
	g/cm ³	%	
中粒砂岩層	2.674	21.9	0.917
第1泥質部	2.546	51.8	1.378
互層部砂岩	2.641	35.2	1.074
互層部泥岩	2.530	50.1	1.328
第2泥質部	2.551	49.5	1.328
細粒砂岩層	2.622	38.7	1.132
第3泥質部	2.572	48.5	1.282
粗粒砂岩層	2.697	27.0	0.832
第4泥質部	2.563	38.3	1.048

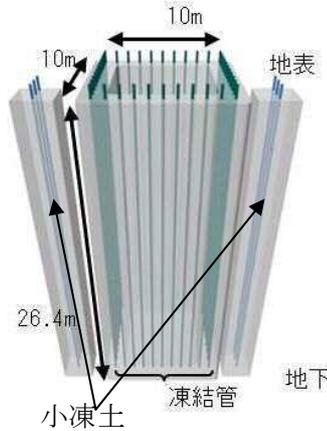


図-2 小規模凍土方式遮水壁

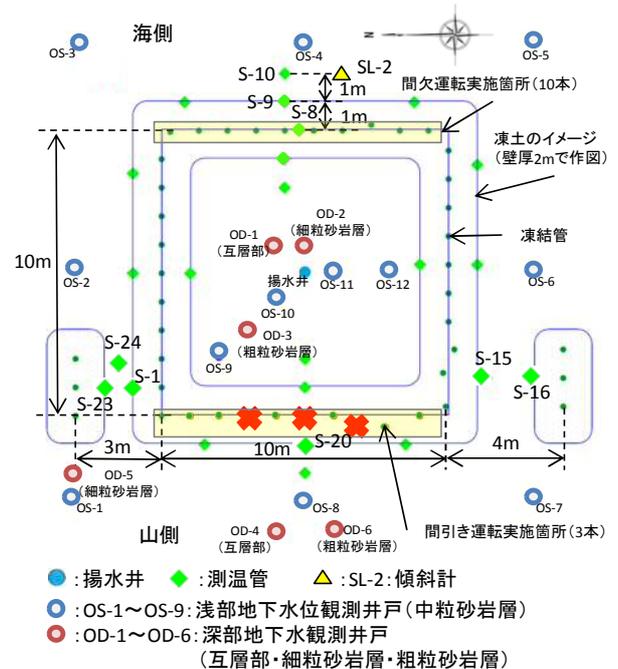


図-3 計測機器配置図

キーワード 凍結工法, 遮水壁, 福島第一原子力発電所

連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 鹿島建設(株)技術研究所 TEL 042-485-1111

3. 試験結果

3. 1. 凍結特性

図-4 に小規模凍土方式遮水壁東面（海側）の測温管 S-8～S-10 及び西面の S-20 における造成期間・融解期間を通じた地中温度の計測結果を示す。凍結開始から 11 日後には凍結管と凍結管の中央部に設けた S-8 の温度がほぼ全深度で 0℃を下回り（a 点）。この段階で概ね凍土が壁状に閉合したと推定される。また、凍結管からそれぞれ 1m,2m 離れた S-9,S-10 において概ね全深度で 0℃以下となった時期は、それぞれ凍結開始から概ね 50 日（b 点）,135 日（c 点）であった。0℃に到達した時期を地層毎に比較すると、泥質部より砂岩層のほうが凍結の進行が早い。これは含水比が相対的に小さく凍結潜熱の放出が少ないためと考えられる。

3. 2. 制御運転の試行

凍土方式遮水壁完成後（維持運転期間）の凍土の過剰生成を抑制するための制御運転方法の検討の一環として、小規模凍土方式遮水壁造成期間の後半（5 月 26 日～7 月 31 日）に間欠運転と間引き運転を試行した。間欠運転は海側の凍結管 10 本においてラインの停止/再循環を 19～29 日の周期で 3 回繰り返した。その結果、既に 0℃未満に到達（凍結）していた深度においてライン停止に伴って地中温度が上昇した（図-4 の S-8～S-10）。一方、間引き運転は山側中央部において 1 本おきに 3 本の凍結管のライン循環を停止した。その結果、継続的な温度上昇には至らなかったが温度低下速度が鈍化した（図-4 の S-20）。これらの結果は、制御運転の手段としての間欠運転及び間引き運転の有効性を示すものである。他の有効な手段として、ライン温度の高温側へのシフトが考えられる。

3. 3. 融解特性

図-4 に示すように、冷凍機停止後は間欠運転の際と同様に全体として凍土内の温度が上昇していったが、冷凍機停止間近によく全層で 0℃以下となった S-10（凍結管から 2m 離れ）において、約 5 ヶ月後（計測終了時点）も 0℃以下の状態であった。これは、造成された凍土方式遮水壁が容易に融解しないことを示すものであり、停電などの不測の事態が引き起こす凍土融解の懸念に対して、一定程度の安定性を示す結果と言える。

4. おわりに

以上、小規模凍土方式遮水壁実証試験（実証試験①）によって得られた原位置での地盤の凍結・融解特性について述べた。末筆ながら資源エネルギー庁をはじめ FS 事業の関係各位に深謝申し上げる。

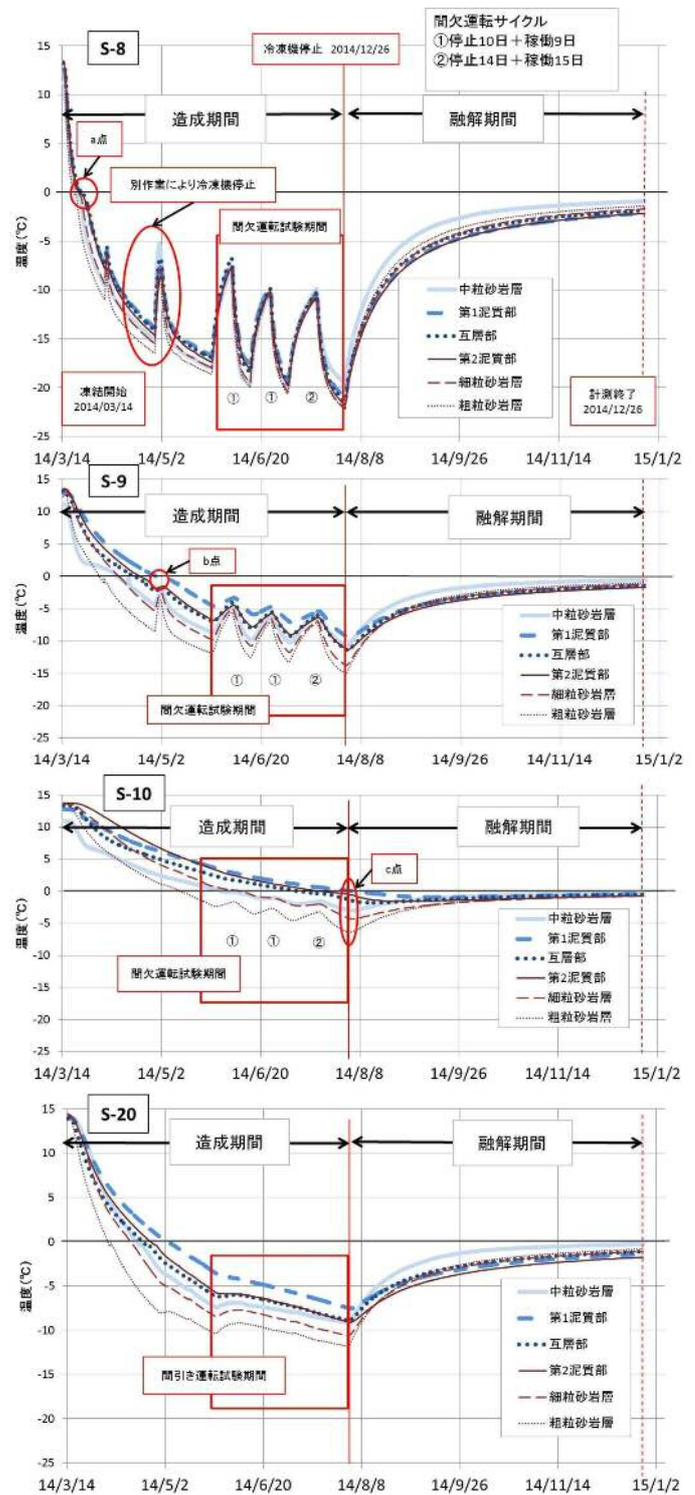


図-4 測温管計測結果(S-8～S-10, S-20)