

地盤の熱的性質について —凍土方式遮水壁大規模整備実証事業(その3)—

鹿島建設(株) 正会員 ○照井秀幸 吉田 輝 佐藤一成 永谷英基

1. はじめに

福島第一原子力発電所では、汚染水の増加の一因である建屋への地下水流入を抑制する目的で、建屋群を取り囲む陸側遮水壁(以下、凍土方式遮水壁)の整備が進められている。凍結挙動予測に必要な地盤の熱的性質は、湿潤密度または含水率に応じて一義的に定まる標準値¹⁾を用いるのが一般的であるが、今回は、当発電所敷地内において採取した原位置の地盤試料を用いて室内試験を行い、未凍結土と凍結土の熱的性質(熱伝導率および比熱)を直接求めた。本報では、その結果を報告する。

2. 試験概要

2.1 試料

図-1に示す凍土方式遮水壁の南西側位置で複数本の土質ボーリングを実施し、試料を採取した。当ボーリング箇所を含む凍土方式遮水壁施工範囲の地盤は、別報²⁾にも示すとおり、地表側から、不圧帯水層の中粒砂岩層、被圧帯水層の互層、細粒砂岩および粗粒砂岩の計4層の帯水層と、これらの各層間および粗粒砂岩層下位に位置する4層(地表側から、第1、第2、第3、第4)の泥質部(固結シルト)で構成されている。なお、互層は砂岩と泥質の互層状となっている。

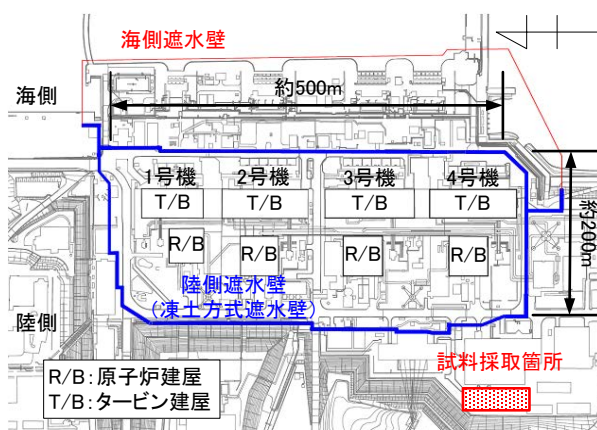


図-1 試料採取位置

表-1に各層の土の物理特性を示す。試験では、中粒砂岩層、互層砂岩および第1泥質部の3層の試料を使用した。

このうち、前2者については再構成試料を、後者については乱さない試料を使用した。

2.2 試験方法

(1) 熱伝導率

熱伝導率試験は、JIS R 2251-1「耐火物の熱伝導率試験方法 第1部 熱線法(直交法)」に準拠し、未凍結状態(常温)および凍結状態のそれぞれについて試験を実施した。熱伝導率試験の試験条件を表-2に示す。

表-1 地盤条件

地層区分	土粒子密度 g/cm ³	含水比 %	湿潤密度 g/cm ³	乾燥密度 g/cm ³	間隙比	飽和度 %	粒度				
							石分 75mm以上	礫分 2~75mm	砂分 0.075~2mm	シルト分 0.005~0.075mm	粘土分 0.005mm未満
							%	%	%	%	%
中粒砂岩層	2.674	21.9	1.705	1.398	0.917	65.3	0.0	0.0	79.8	16.8	3.5
第1泥質部	2.546	51.8	1.628	1.073	1.378	95.9	0.0	0.0	12.7	56.1	31.2
互層砂岩	2.641	35.2	1.721	1.276	1.074	85.6	0.0	0.0	79.4	17.3	3.2
互層泥岩	2.530	50.1	1.634	1.090	1.328	95.7	0.0	0.0	33.5	44.3	22.2
第2泥質部	2.551	49.5	1.639	1.096	1.328	95.3	0.0	0.0	23.2	53.0	23.8
細粒砂岩	2.622	38.7	1.710	1.236	1.132	89.7	0.0	0.0	74.4	21.8	3.8
第3泥質部	2.572	48.5	1.678	1.130	1.282	97.6	0.0	0.0	29.2	45.1	25.7
粗粒砂岩	2.697	27.0	1.872	1.474	0.832	88.3	0.0	0.0	73.3	22.2	4.6
第4泥質部	2.563	38.3	1.716	1.242	1.048	92.8	0.0	0.0	24.6	54.4	20.9

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 TEL042-485-1111

表-2 熱伝導率の試験条件

試料形状	直径 90mm×高さ 120mm の円柱
含水状態	自然含水比 (水分蒸発防止のためポリ塩化ビニリデン系フィルムで被覆)
試験温度	常温条件: 20°C, 凍結条件: -40°C
測定時間	500 秒程度

表-3 比熱の試験条件

試料形状	直径 50mm×高さ 100mm 程度の円柱
含水状態	自然含水比 (水分蒸発防止のためポリ塩化ビニリデン系フィルムで被覆)
試験温度範囲	常温条件: 20~80°C (初期 20°C), 凍結条件: -40~-10°C (初期 -40°C)

(2) 比熱

比熱試験は, 建築材料の比熱の測定 (断熱型熱量計法)³⁾ に準拠し, 未凍結状態 (常温) および凍結状態のそれぞれについて試験を実施した. 比熱試験の試験条件を表-3に示す.

3. 試験結果

3.1 熱伝導率

熱伝導率の試験結果を湿潤密度, 含水率との関係としてそれぞれ図-2 (a) (b) に示す.

なお, 図中には, 凍結工法で一般的な飽和土の標準値¹⁾を併記した. 試験結果から, 未凍結 (常温) 状態, 凍結状態における熱伝導率の大小関係や湿潤密度, 含水率の増減に伴う熱伝導率の増減は, 標準値と同様の傾向を示している.

3.2 比熱

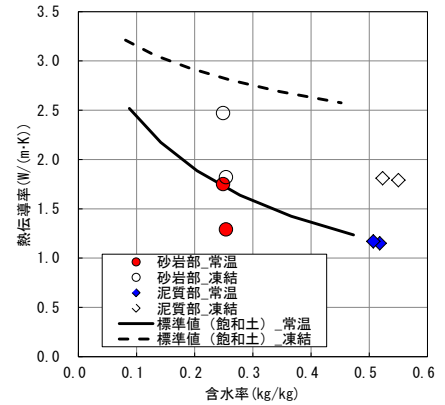
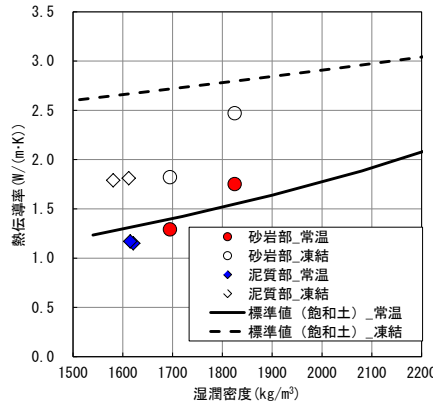
同様に, 比熱の試験結果を湿潤密度, 含水率との関係として図-3 (a) (b) に示す. 試験結果から, 比熱に関する各種関係も熱伝導率と同様に標準値と傾向が合致している.

4. おわりに

以上, 福島第一原子力発電所凍土方式遮水壁の対象地盤 (凍結前および凍結後) について熱伝導率および比熱を試験により直接評価した. 今回の試験結果に基づいた熱的性質を用いて地盤の凍結シミュレーションを実施した結果, 実挙動を精度よく再現することができた⁴⁾. なお, 本検討は資源エネルギー庁からの委託業務である「凍土方式による遮水技術に関するフェージビリティ・スタディ事業」の一環で実施した. 末筆ながら関係各位に深謝申し上げる.

参考文献

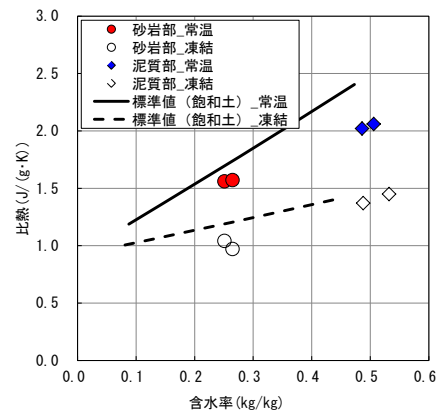
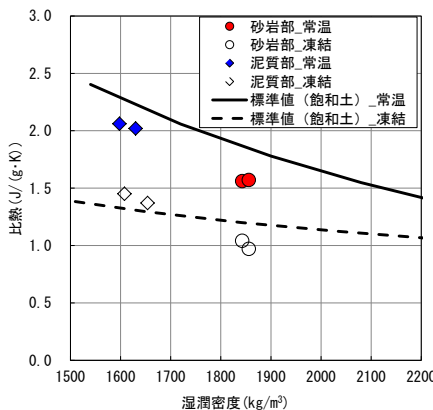
- 1) 社団法人 日本建設機械化協会: 地盤凍結工法 一計画・設計から施工まで一, pp45, 1982. 2
- 2) 例えば, 佐々木 敏幸ほか: 凍土方式遮水壁大規模整備実証事業の概要 凍土方式遮水壁大規模整備実証事業 (その 1), 土木学会第 71 回年次学術講演会, 2016
- 3) 町田清: 建築材料の比熱の測定 (断熱型熱量計法), 建材試験情報, pp45-47, 1994. 7
- 4) 田部井和人ほか: 小規模凍土遮水壁の地盤凍結特性に関する解析的評価, 土木学会第 70 回年次学術講演会



(a) 湿潤密度との関係

(b) 含水率との関係

図-2 熱伝導率試験結果



(a) 湿潤密度との関係

(b) 含水率との関係

図-3 比熱試験結果