

凍土造成に伴う地中温度管理と補助工法実績 — 凍土方式遮水壁大規模整備実証事業 (その12) —

鹿島建設(株) 正会員 ○上原昌也 阿部 功 山本正嗣
鹿島建設(株) 山口 功

1. はじめに

陸側遮水壁（以下、凍土方式遮水壁）は、2016年3月以降、認可を得た海側より順次、凍土造成運転を開始している。凍結に時間を要する箇所へは補助工法により凍結を促進させた。さらに2016年6月から山側の凍結も開始し、2017年3月現在、意図的に開けていた山側の未凍結部7箇所の内、6箇所の凍結を進めている。

2. 陸側遮水壁の閉合手順

凍土造成による閉合順序については、下記の考え方を基本とし、**図-1**に示す段階凍結を水位変化等の状況を都度確認しながら進めている。

- ① 「海側先行→山側後行」： 建屋周りの地下水位低下による建屋内外水位逆転への対策
- ② 「山側複数箇所の先行凍結」： 地下水の上流側となる山側において、埋設物交差部等の凍結管間隔の大きな77箇所、凍結管205本を先行凍結（先行凍結箇所は事前予測解析により決定）

3. 地中温度表示と凍土造成状況の確認

凍結管は山側1.0m（海側1.2m）ピッチ、測温管は地下水流の上流側85cmに、山側5.0m（海側4.8m）ピッチを基本とするが、実配置は多数の地中埋設物の制約を受けた（**図-2**）。

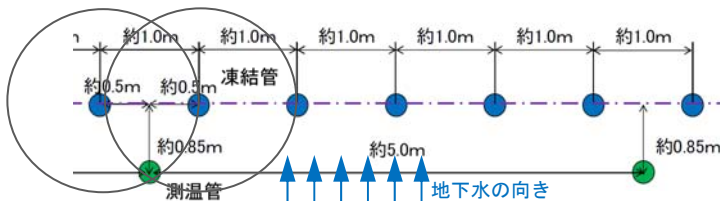


図-2 測温管の基本配置（山側平面図）

測温管は凍土方式遮水壁の延長約1,500mに対して359本設置し、地中温度を計測している。1,568本の凍結管の深さ約30mに対し、深さ方向1mピッチで約10,600点の計測点数をモニタリングしている。測温結果は地中温度分布図としてビジュアル化し、自動帳票出力して凍土造成管理に用いている（**図-3**）。

凍結管計 1,568 本

a) 第一段階フェーズ1：1,010本/累計1,010本, 2016/3/31～
北側一部137本+海側全面668本+山側先行部205本

b) 第一段階フェーズ2：+490本/累計1,500本, 2016/6/6～
山側（山側先行部以外、未凍結部7箇所以外）

c) 第二段階以降（未凍結部7箇所）：+68本/累計1,568本

- c-1) 未凍結部2箇所（西①, 西⑤）：
+19本/累計1,519本, 2016/12/3～
- c-2) 未凍結部4箇所（北, 西②, 西④, 南）：
+38本/累計1,557本, 2017/3/3～
- c-3) 未凍結部1箇所（西③）：
+11本/累計1,568本, 開始時期未定（上記c-2結果による）

図-1 段階凍結の配置・本数・開始日

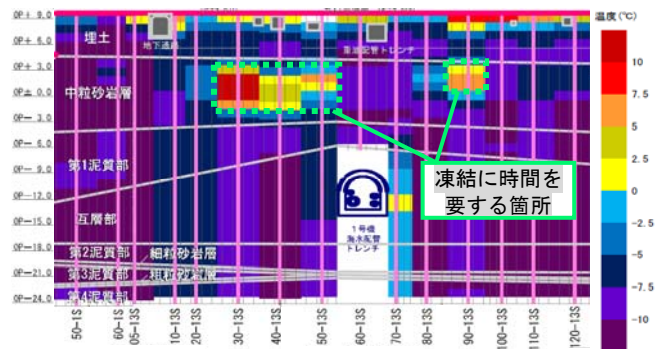


図-3 地中温度分布図の例（側面図）

キーワード 福島第一原子力発電所, 凍結工法, 遮水壁, 補助工法, 薬液注入
連絡先 〒107-8477 東京都港区元赤坂 1-3-8 鹿島建設(株) 東京土木支店 TEL 03-3404-5511(代)

4. 地中温度計測への光ファイバ式の適用

地中温度の計測には光ファイバ式温度計を採用した(写真-1)。一般的な電気式温度計(白金抵抗素子)はケーブル1本につき1点の計測となり、膨大なケーブルの取回しやデータロガーのチャンネル数などの制約が大きい。光ファイバはケーブル1本で多点計測が可能であり、各測温管内を一往復し計7台の演算ユニットに一筆書きで接続している。これにより施工性向上と、施工時や点検時の被爆量低減に寄与している。



写真-1 光ファイバ式温度計の設置状況

5. 地中温度評価と補助工法箇所の選定

凍土を造成・維持管理するために、複数の計装データを統合化し管理を省力化する「モニタリングデータ表示システム」を開発し、逐次変化するニーズに対し機能を追加しながら運用している(図-4)。

本システムには、地中温度の経時変化勾配から任意日数後の将来温度を予測・図化する機能を備えており、複数の補助工法候補箇所に対して要否判定と優先順位付けを定期的に行うことで、施工数量の削減と工期短縮が図れた。

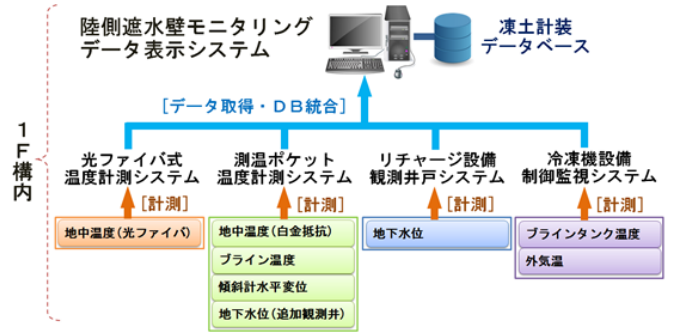


図-4 計装システム群と統合・集約化

6. 補助工法の考え方と実施状況

補助工法にはセメント系または水ガラス系の薬液注入工法を採用し、地下水の流速を抑制して凍結を促進させている。セメント系は礫などが点在する粗な地盤、水ガラス系は砂地盤の粗な部分に対して適用し、地下水流の上流側に注入している(図-5)。

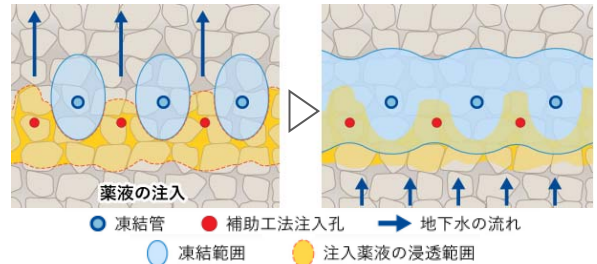


図-5 薬液注入と凍結促進イメージ(平面図)

2017年3月24日時点において薬液注入は約480本を完了している(写真-2)。最終的には全測温管359本の内56本に対し、約570本の薬液注入が予想される。

薬液注入箇所にはサブドレン(揚水井戸)、水位観測井戸、注水井戸が多数近接しており、これらの機能を損なわないための注入圧や注入量の管理、水位観測井戸の事前水位計引抜きやパッカー設置による薬材浸入防止の工夫を行っている。薬液注入効果による地中温度の低下例を図-6に示す。



写真-2 薬液注入状況

7. おわりに

本事業への理解を得るため、凍結プラントや地上の凍結管への着氷状況と共に凍土を掘削・露出させ、公開した(写真-3)。廃炉に向けた汚染水発生量の抑制に寄与するためにも、一日も早い凍土造成完了を目指し、また必要以上の凍結膨張を制御するために維持管理運転への移行を検討している。

参考文献

- 1) 江崎ほか: 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1~11), 土木学会第70回年次学術講演会講演概要集, III-265~275, 2015年9月
- 2) 佐々木ほか: 凍土方式遮水壁大規模整備実証事業(その1~8), 土木学会第71回年次学術講演会講演概要集, III-306~313, 2016年9月



写真-3 凍土露出部

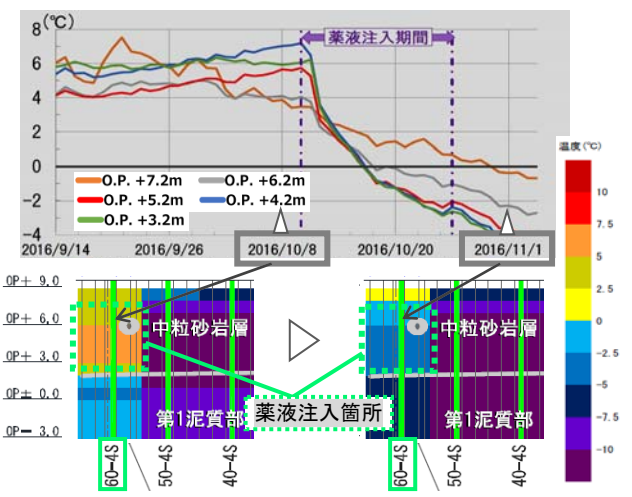


図-6 地中温度の経時変化例(測温管60-4S)