

小規模凍土壁実証試験のブライン間欠運転に関する解析的検討 —凍土方式遮水壁大規模整備実証事業（その10）—

鹿島建設(株) 正会員 ○田部井和人 並川 正 佐藤一成 吉田 輝 照井秀幸
フェロー会員 森川誠司

1. はじめに

福島第一原子力発電所における凍土方式による陸側遮水壁（以下、凍土方式遮水壁）は2016年3月31日に凍結運転を開始してから、全面凍結に向け順次凍結作業を進めている。現状において凍土方式遮水壁は十分に凍結し、かつ遮水性能が認められつつあるが、凍土厚が徐々に増加していくため、今後はブライン循環の間欠運転などで凍土厚を制御していく必要がある。そこで本報文では、凍土方式遮水壁の施工に先がけて実施した凍土方式小規模遮水壁実証試験（以下、実証試験）についてブライン循環の間欠運転を模擬した三次元熱-水連成 FEM 解析を行い、計測値との整合性を確認することで、本解析手法が凍土方式遮水壁の維持管理時の予測検討に活用できるかの検討を行った。

2. 解析条件

解析モデルは実証試験を実施したサイトの地質構成や凍結管・測温管配置を詳細に再現した。解析モデルを **図-1**、凍結部の平面図を **図-2** に示す。地下水条件（水位、流向・流速）、地温、気温、凍結管温度についても現地条件を再現した。地盤の熱物性値（熱伝導率および熱容量）は、原位置における中粒砂岩層、第1泥質部および互層部で採取したコアの室内熱物性試験結果を各地層の解析用熱物性として設定した。実証試験では、2014/3/14に-30度のブライン循環を開始してから72日間冷却した後、小規模凍土壁の東面（海側）に位置する10本の凍結管のブラインを循環/停止を3サイクル（1回あたり19~29日）繰り返し、その後はブライン循環を止め小規模凍土壁を融解させた。本検討では、この一連の試験過程を模擬した解析を行った。

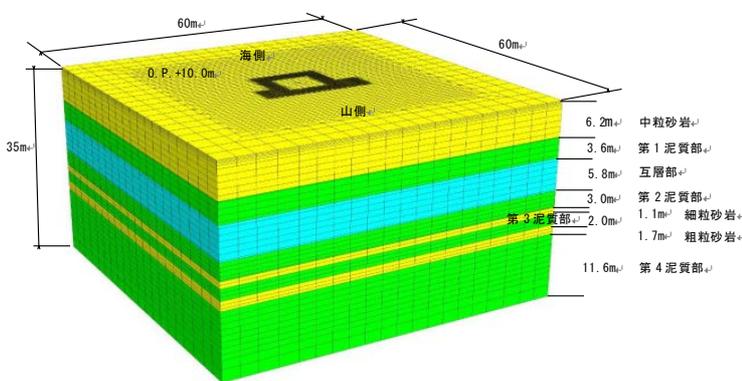


図-1 解析モデル

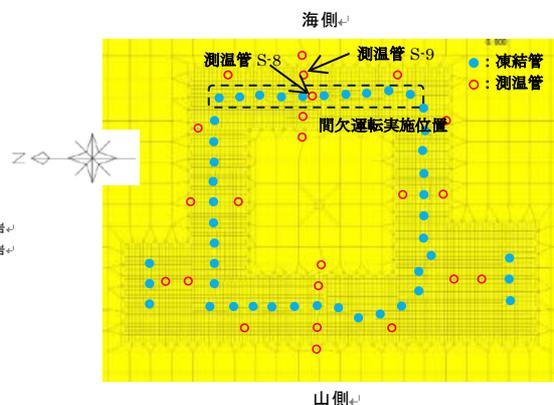


図-2 凍結部平面図

3. 解析結果

間欠運転を実施した東面（海側）では測温管を小規模凍土壁の近傍に設置（S-9）するとともに、凍土が閉合の判断するために2本の凍結管の中央部にも計測管を配置（S-8）している。各計測点における地中温度分布（中粒砂岩層の中央）の経時変化について解析結果と比較したものを **図-3** に示す。S-9 および S-8 の解析結果は計測と概ね整合していることが分かる。間欠運転開始時(72日後)、2回目のブライン停止終了時(100日後)、間欠運転終了時(133日後)における S-9 および S-8 における地中温度分布について計測値と解析値を比較したものを **図-4** に示す。土中温度は中粒砂岩だけでなく、深度方向にも計測値とよく整合していることが分かる。 **図-5** は間欠運転開始時(72日後)、2回目のブライン停止終了時(100日後)、間欠運転終了時

キーワード 凍結工法, 三次元熱-水連成 FEM 解析, 福島第一原子力発電所

連絡先 〒107-8502 東京都港区赤坂 6-5-30 KI ビル 鹿島建設(株) 土木設計本部 TEL03-6229-6795

(133日後)における地中温度分布を示したものである。ブライン循環/停止を繰り返しても凍土のフロントライン(地中温度が0度)は大きく変化していないことが確認できる。最後に、3回目のブライン循環後の凍土内の地中温度分布を**図-6**に示す。ブライン循環を停止しても潜熱により直ぐには凍土が融解しないことや、凍土内の温度が平均化していく様子が確認できる。以上の結果から、本解析手法により凍土方式遮水壁の維持管理時の予測に適用できるものと考えられる。

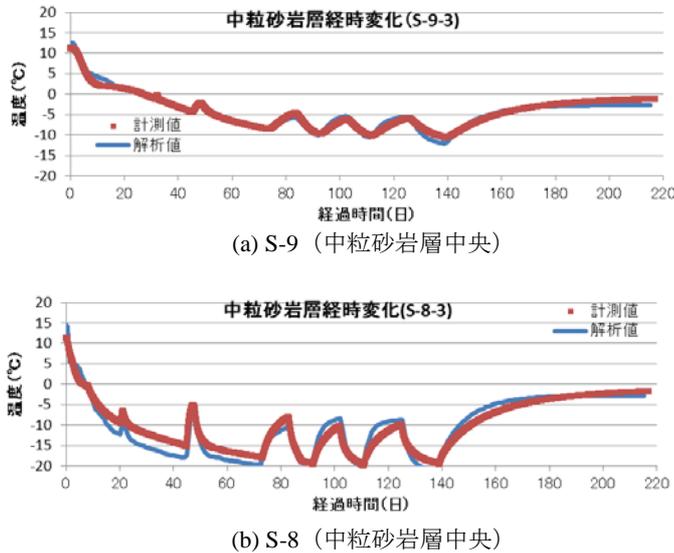


図-3 温度経時変化の比較

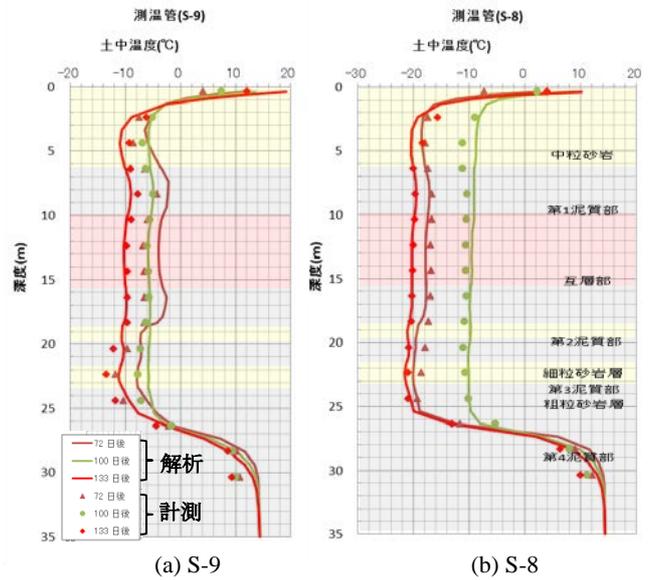


図-4 温度分布の比較

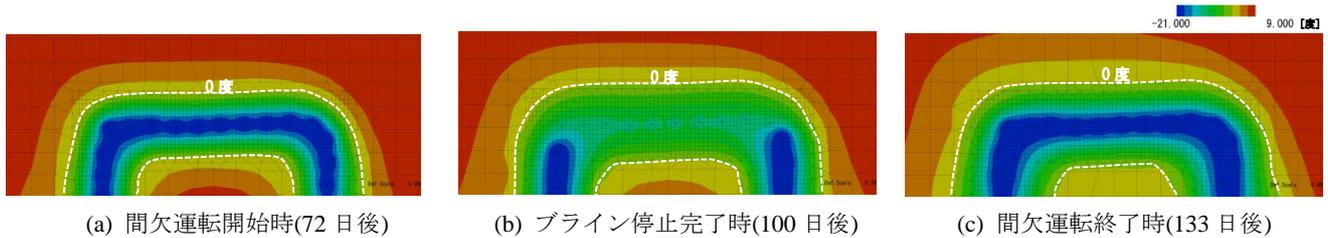


図-5 間欠運転実施時の温度分布平面図(中粒砂岩中央)

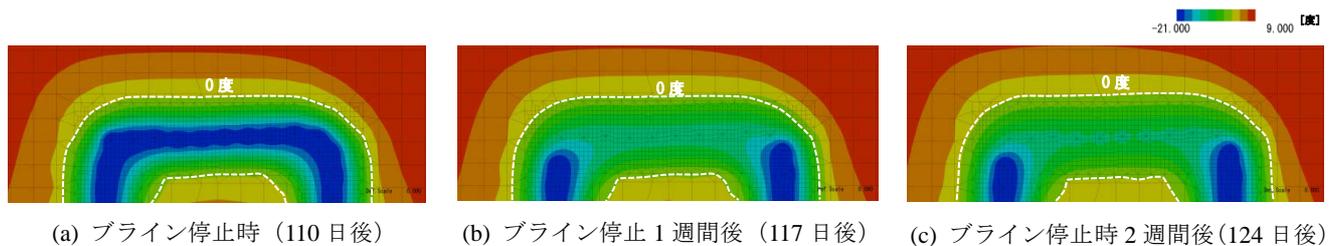


図-6 ブライン停止後の温度分布平面図(中粒砂岩中央)

4. おわりに

福島第一原子力発電所で実施した実証試験における凍土造成から間欠運転, その後の融解過程を模擬した三次元熱-水連成 FEM 解析を実施した。解析結果は実証試験結果を概ね再現しており、凍土方式遮水壁の維持管理時の予測検討に本解析手法は活用可能と判断できる。今後は、凍土方式遮水壁の維持管理の予測検討に本解析手法を用いる予定である。本検討は資源エネルギー庁「汚染水処理対策事業(凍土方式遮水壁大規模整備実証事業)」の一環で実施した。末筆ながら本事業の関係各位に深謝申し上げる。

参考文献 1) 小規模凍土壁の構築—地下水流入抑制のための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), 地盤工学研究発表会(2015), 2) 小規模凍土方式遮水壁の地盤凍結特性に関する解析的評価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4), 土木学会年講(2015)