

3. 制御運転に関する検討

- 3.1 検討目的と検討フロー
- 3.2 制御運転基本案
- 3.3 FS①における地中温度・変状データ
- 3.4 制御運転基本計画
- 3.5 今後の検討

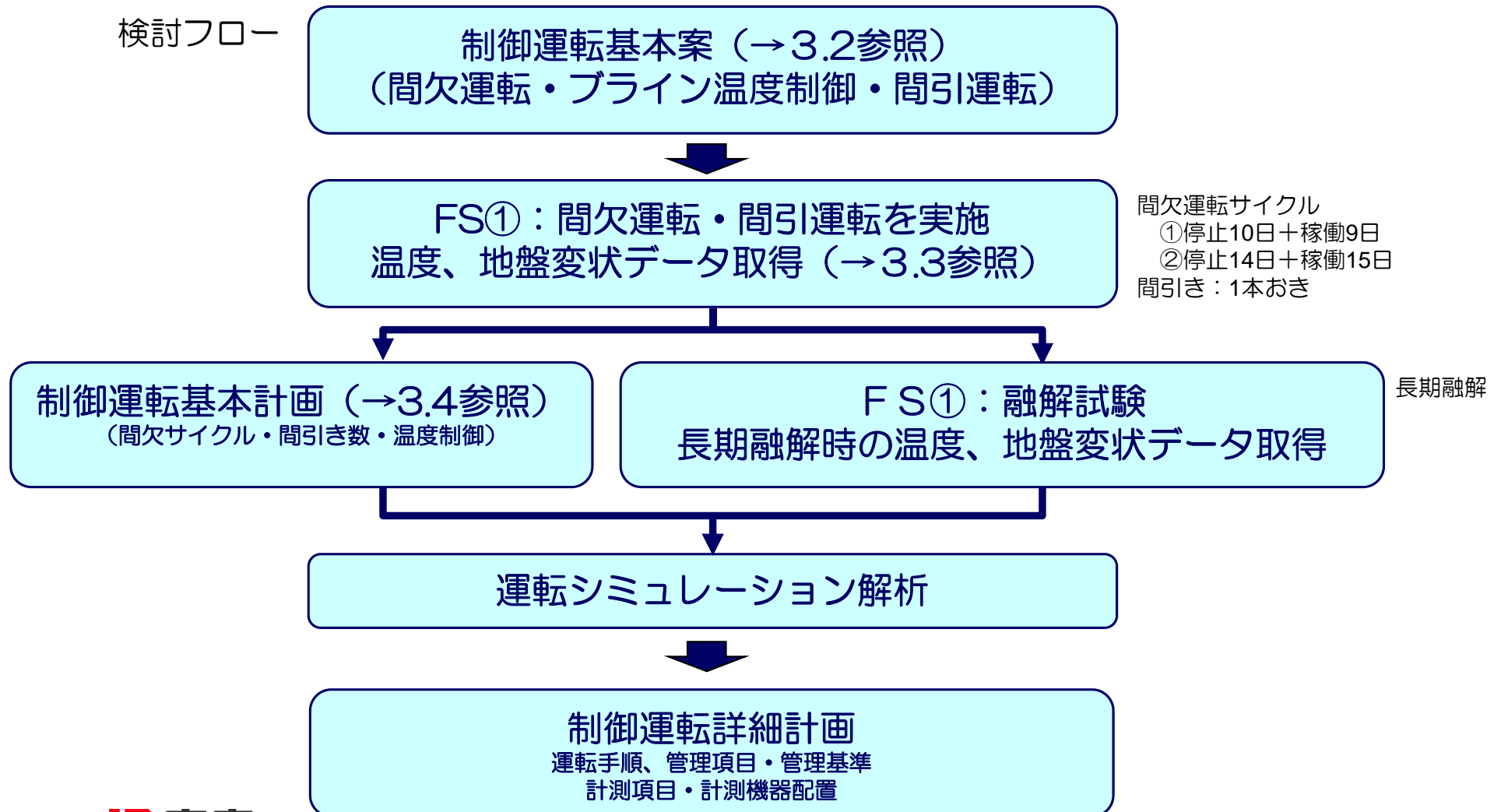
3.1 検討目的と検討フロー

【検討の目的】

凍土遮水壁閉合後、維持運転期間中の凍土遮水壁の過度な^{*}成長（壁厚増長）を抑制するための合理的な制御運転方法を計画する。

^{*}凍土遮水壁による地盤変形が周辺重要構造物に有害な影響を与える。

検討フロー



3.2 制御運転基本案（制御運転方法の特徴比較（机上検討結果））

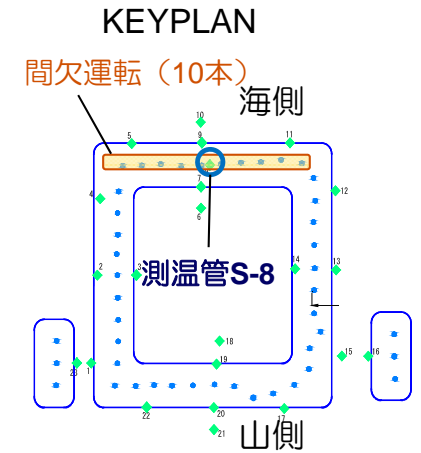
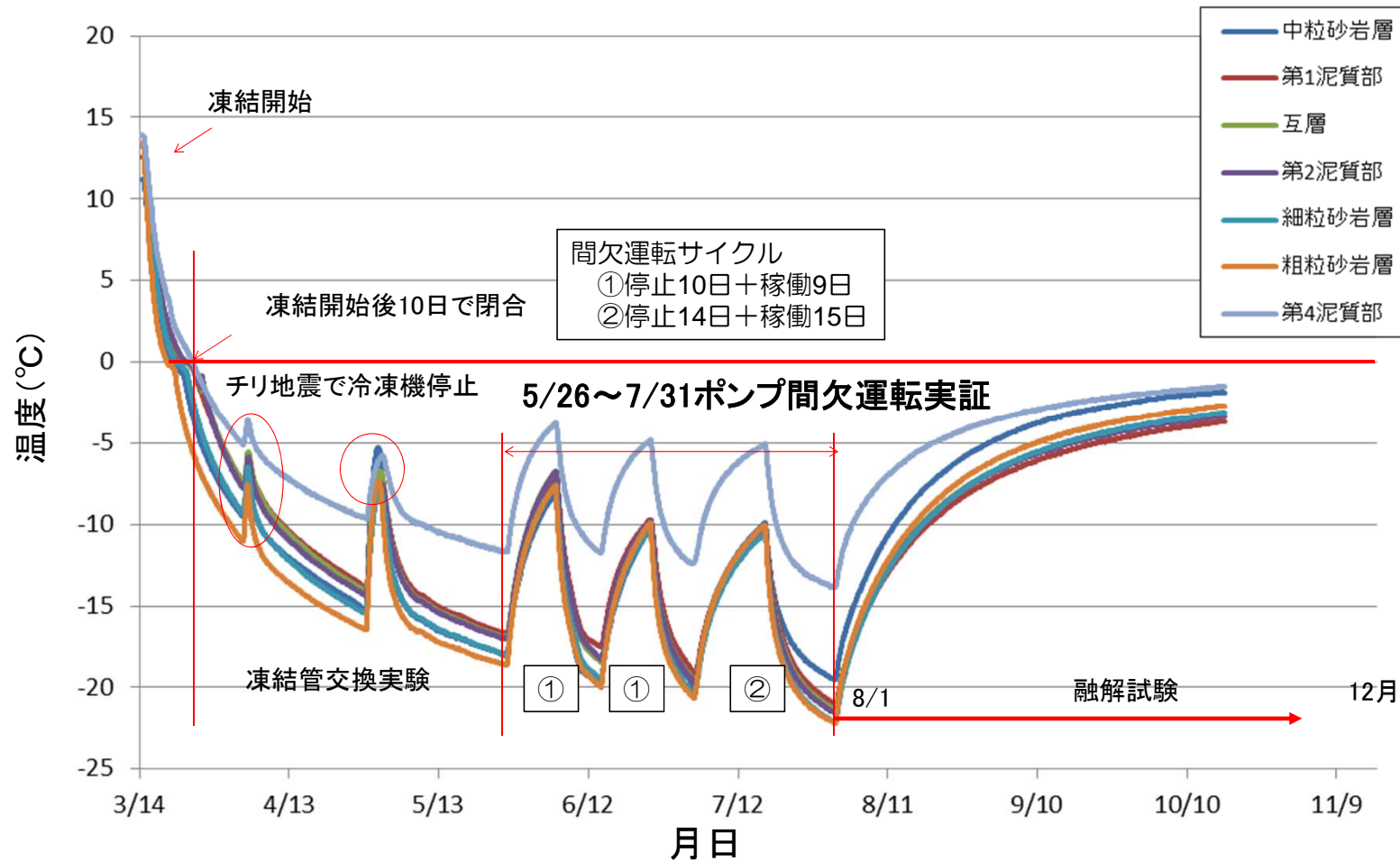
制御運転方法	間欠運転	ブライン温度制御	間引運転
<p>概要 (いずれも凍土閉合後に実施)</p>	<p>凍結管バルブの開閉（バルブ間欠運転）、ブラインポンプの運転・停止の繰返し（ポンプ間欠運転）または冷凍機の運転・停止の繰返し（冷凍機間欠運転）※1)により、凍土厚を増減させながら所定範囲内に維持</p>	<p>ブライン温度を高温側にシフトすることで凍土の過剰生成を抑制（例：当初-30℃→閉合後-20℃）</p>	<p>一定割合の凍結管を停止することで凍土の過剰生成を抑制（例：1本おき）</p>
FS①での実績	有り（ポンプ間欠運転）	—	有り（1本おき）
想定する実施形態	<ul style="list-style-type: none"> 凍土遮水壁全体に一律実施（ポンプ・冷凍機間欠運転） 各凍結管単位で実施（バルブ間欠運転） 	<ul style="list-style-type: none"> 凍土遮水壁全体に一律実施（ブラインタンクが1ヶ所のため） 	<ul style="list-style-type: none"> 各凍結管単位で実施（バルブを閉止）
運転作業・設備	バルブ開閉、ポンプもしくは冷凍機の運転・停止	冷凍機の運転・停止	各凍結管のバルブ閉止作業
ブラインポンプの運転方法	断続運転（ポンプ間欠運転）、または連続運転（バルブ・冷凍機間欠運転）	連続運転	連続運転
留意点	<ul style="list-style-type: none"> バルブ間欠運転はバルブの定期検査が必要。路下配管部等の作業が難。 ポンプ間欠運転は再稼働時に凍結管頭部のエア抜きが必要※2) <p>⇒冷凍機間欠運転を基本</p>	<ul style="list-style-type: none"> 凍土厚が一定状態になると、泥質部にアイスレンズが生成されやすくなる。 	<ul style="list-style-type: none"> 凍土厚が一定状態になると泥質部にアイスレンズが生成されやすくなる。 凍土遮水壁面に凹凸ができやすい（地中温度により凍土健全性を評価する際留意）。

※1 ブラインポンプは常時運転

※2 ブラインメイン配管のフィルター清掃により配管内にエアが侵入し、凍結管頭部でエア抜き作業が必要となるため正常運転再開までに相当の日数を要する（他作業との作業間調整も考慮し1週間～1ヶ月程度）。エア抜き必要箇所は各凍結管のブライン戻り温度により判断する。

3.3 FS①における間欠運転結果 (1/3)

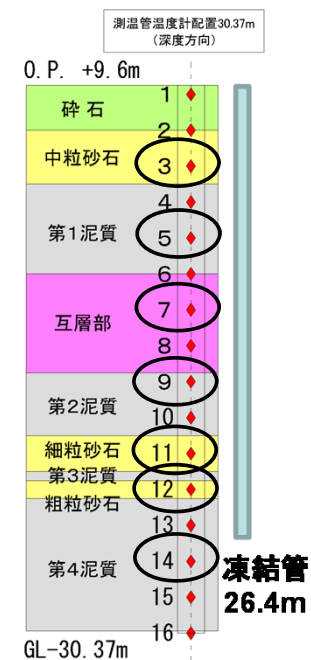
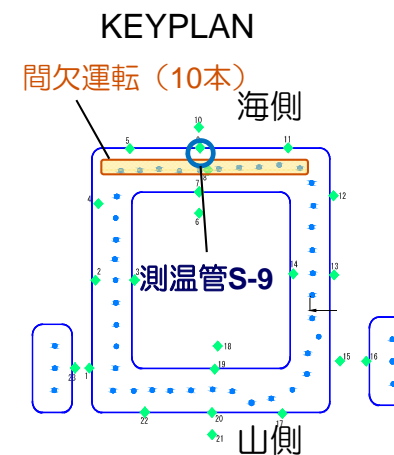
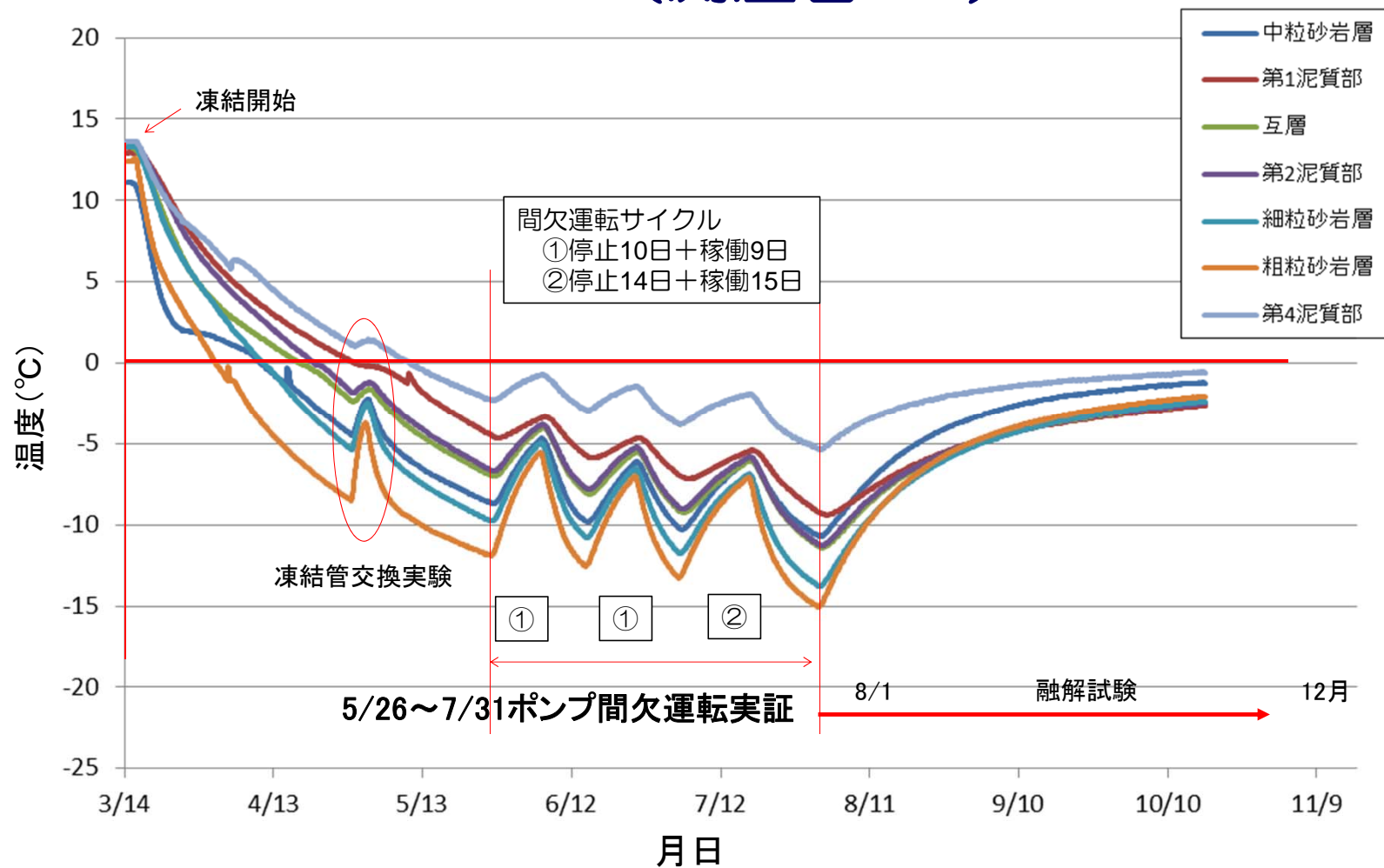
間欠運転中の凍結管間の地中温度 (測温管S-8)



凍結管間中心の地中温度は一定範囲内で上下

3.3 FS①における間欠運転結果 (2/3)

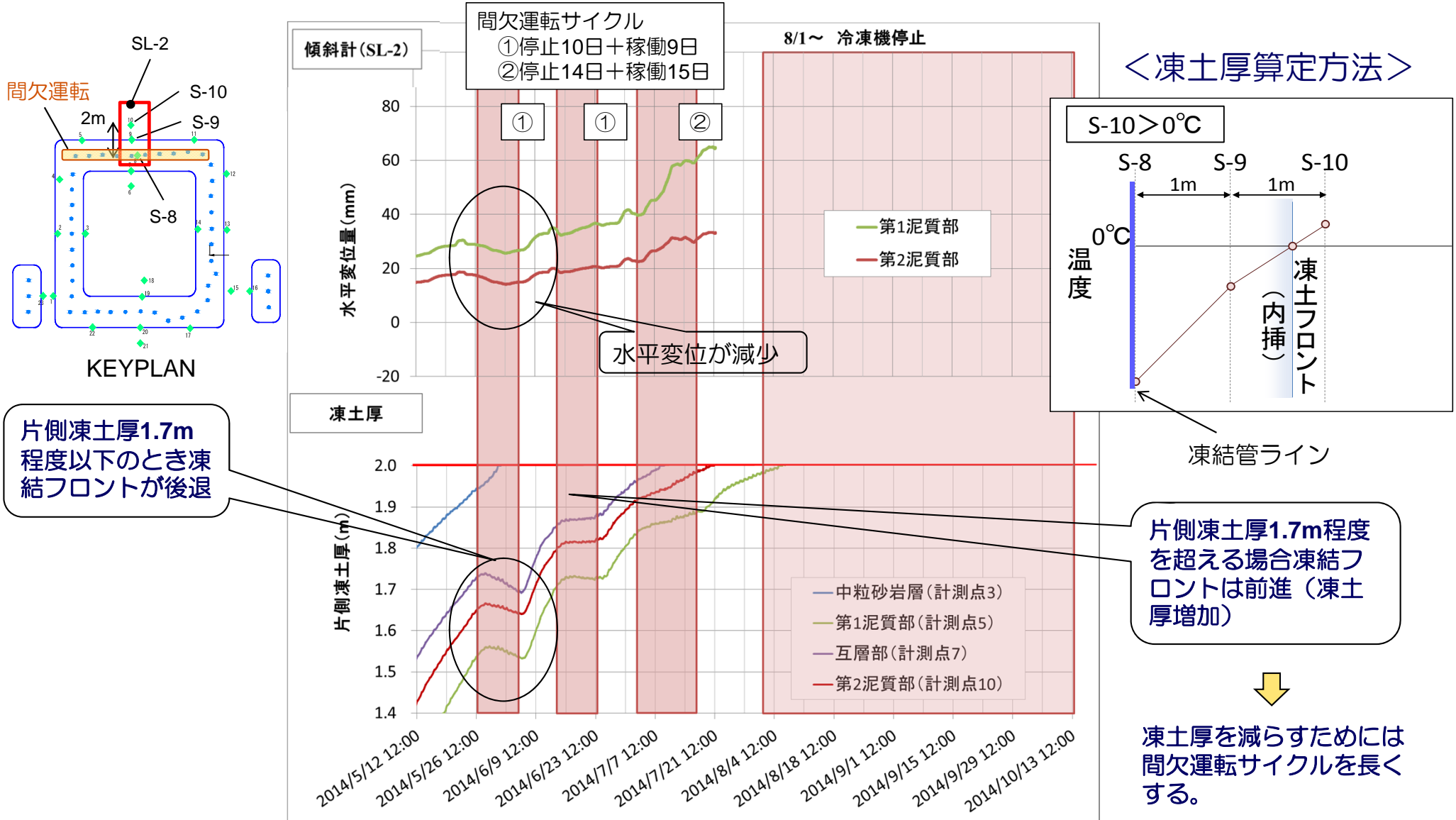
間欠運転中の凍結管間の地中温度 (測温管S-9)



凍結管ラインから1m離れの地中温度は一定範囲内で上下

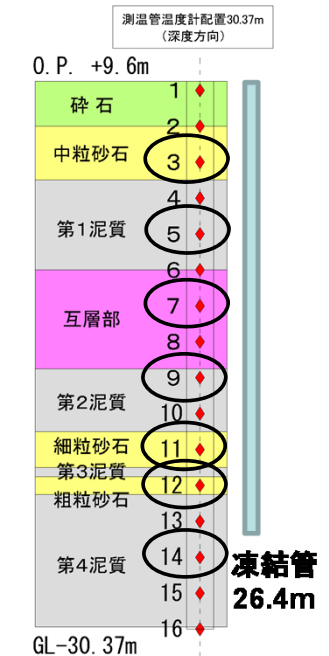
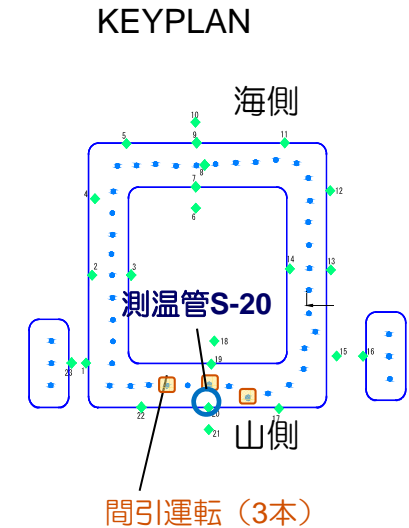
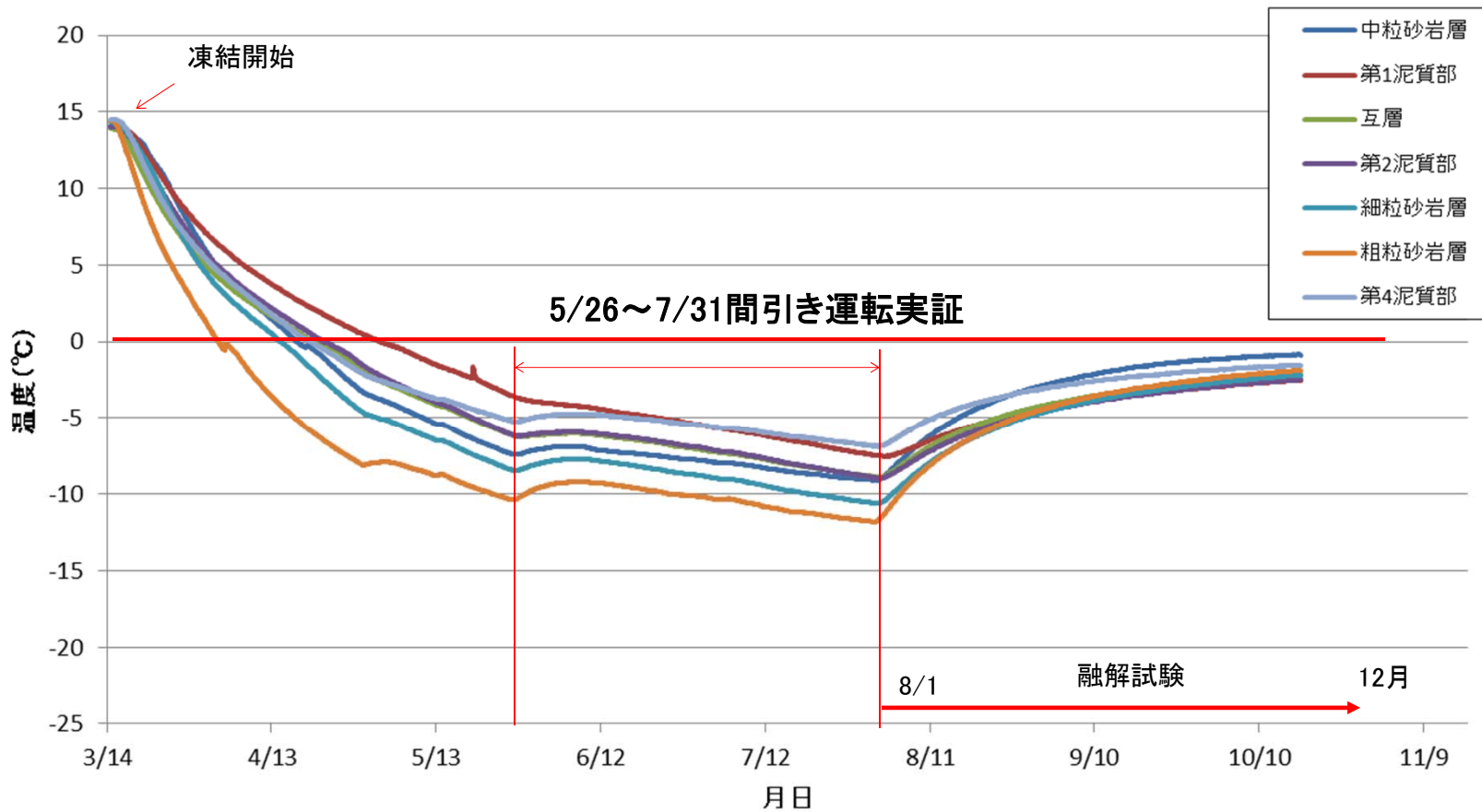
3.3 FS①における間欠運転結果 (3/3)

間欠運転時の凍土厚変化 (測温管S-8,9,10)



3.3 FS①における間引運転結果 (1/2)

凍結管ラインから1m離れの地盤温度 (測温管S-20)

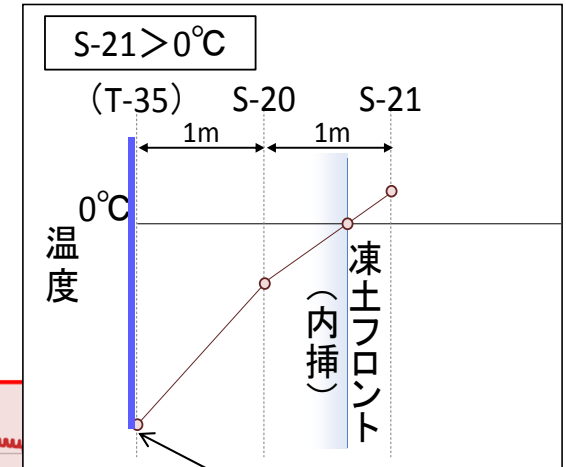
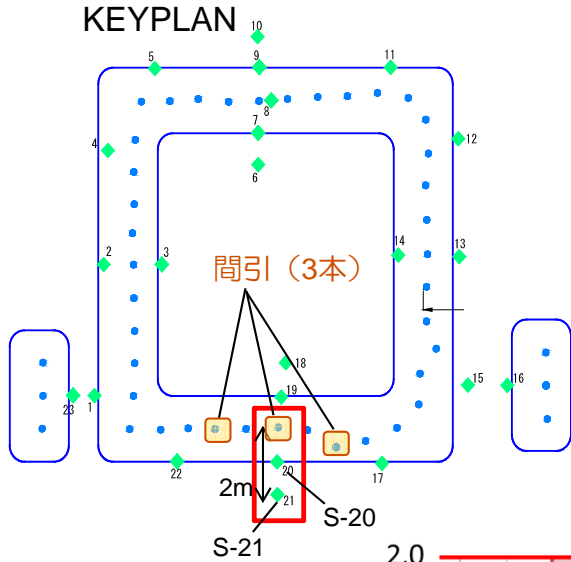


凍結管ラインから1m離れの地盤中温度は一定範囲内で推移

3.3 FS①における間引運転結果 (1/2)

FS①間引運転時の凍土厚変化 (測温管S-20,21)

<凍土厚算定方法>



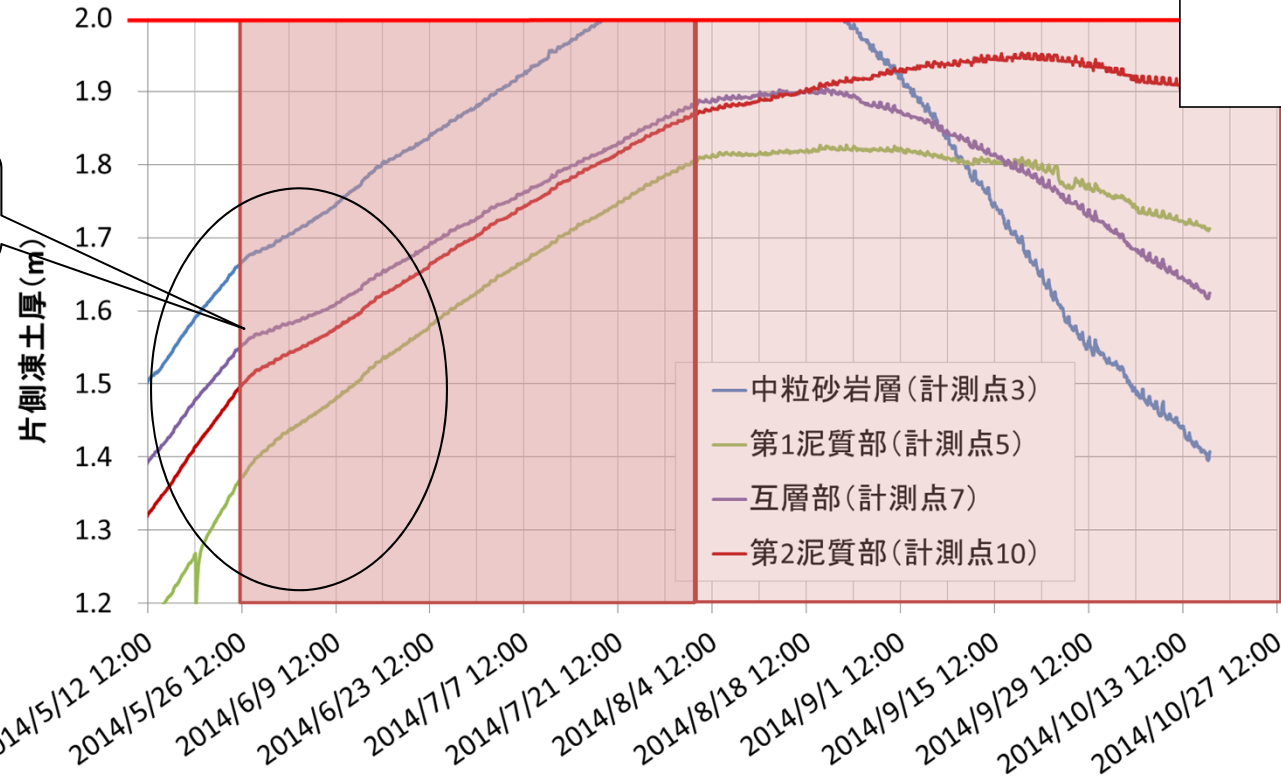
5/26~ T-33,35,37停止

8/1~ 冷凍機停止

凍結速度は低下、
凍土厚は増加

↓

凍土厚を減らすため
には間引き本数を多
くする。



凍結管ライン

3.4 制御運転基本計画（案）

机上検討及びFS①結果を踏まえた評価

冷凍機間欠運転	ブライン温度制御	間引運転
<ul style="list-style-type: none"> 片側凍土厚1.7m程度以下で10日間の間欠サイクルで凍土厚制御効果を確認した（ポンプ間欠運転）。冷凍機間欠運転でも効果は同等と考えられる。 メンテナンス性（電磁バルブの定期点検）、運転作業性（再稼働時における凍結管上部エア抜き作業が不要）を考慮し冷凍機間欠運転を基本とする。 間欠サイクルを長くすることで凍土遮水壁厚が1.7m程度を超える場合の壁厚制御が可能であると考えられる。 	<ul style="list-style-type: none"> FS①では実施していない。 原理的に熱収支が均衡するところで凍土厚をほぼ一定状態に維持できると考えられる。この場合、アイスレンズ生成に留意する。 	<ul style="list-style-type: none"> 凍結速度の低下が見られたが、凍土成長は継続した（間引1本おきの場合）。 間引率を上げることで（例：2本おき）凍土厚をほぼ一定状態に維持できると考えられる。この場合、アイスレンズ生成に留意する。 局所的な凍土遮水壁厚制御が必要になる場合には、凍結管単位での対応が可能である。
<ul style="list-style-type: none"> 冷凍機間欠運転とブライン温度制御運転は、ブラインの設定温度が異なるものの運転方法は同一であるため、併用することが可能である。 冷凍機間欠運転・ブライン温度制御運転作業は冷凍機の運転作業に集約されるため、大規模凍土遮水壁の壁厚制御を一律に実施する場合、作業面では合理的である 		



【制御運転基本計画】

- 冷凍機間欠運転（ブライン温度制御込）で凍土遮水壁厚を制御しつつ、局所的な凍土遮水壁厚の制御が必要になる場合には間引運転を適用する。

3.5 今後の検討

- FS①融解試験の継続・データ取得
長期融解時の地中温度、地盤変状データの取得
- 運転シミュレーション解析
FS①結果を踏まえた運転シミュレーション解析により運転方法に応じた凍土遮水壁厚さを評価
- 制御運転詳細計画
以下に関する詳細計画を実施する。
 - 運転手順
 - 管理項目・管理基準
 - 計測項目・計測機器配置