

■1.2mピッチ追加実証試験状況

凍結管を 1.2m ピッチで配置した場合の地盤の凍結特性を確認する。試験は小規模凍土試験箇所から 15m 離れた箇所で行われている。

地盤の凍結特性として、凍結管と凍結管の中央部で凍結管ラインから山側に 50 cm 離れ (AS-2)、海側に 100 cm 離れ (AS-4) の土中温度を図 2、図 3 に示す。

4 月 28 日に凍結を開始し、6 月 11 日現在 (凍結開始より 45 日)、凍結ラインから山側に 50 cm 離れの地点 (AS-2) の土中温度は互層下部を除いてほぼ 0°C 以下になっている。また、海側に 100 cm 離れの地点 (AS-4) は、全層で 5°C 以下になり 0°C に近づいている。

現在の温度低下度合いから予測される AS-2 及び AS-4 の凍結時期は、凍結開始から 60~70 日ごろであり、この時期には凍土壁厚さ 150 cm 程度以上になると考えられる。

現地の地盤・水理条件下においても 1.2m ピッチでの凍土壁の成立性があると言える。

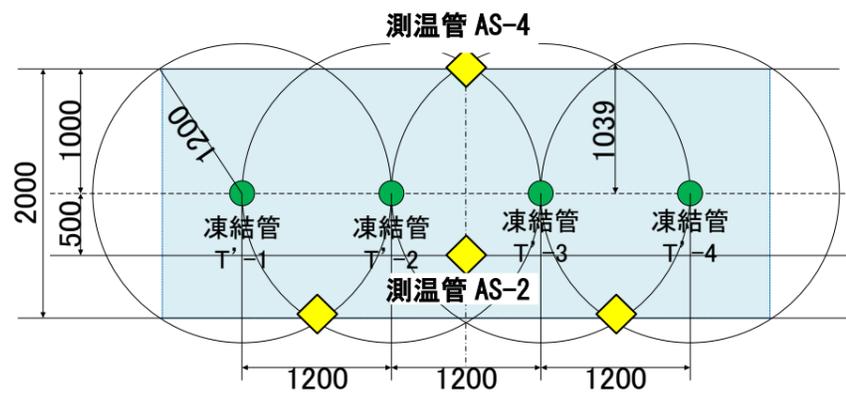
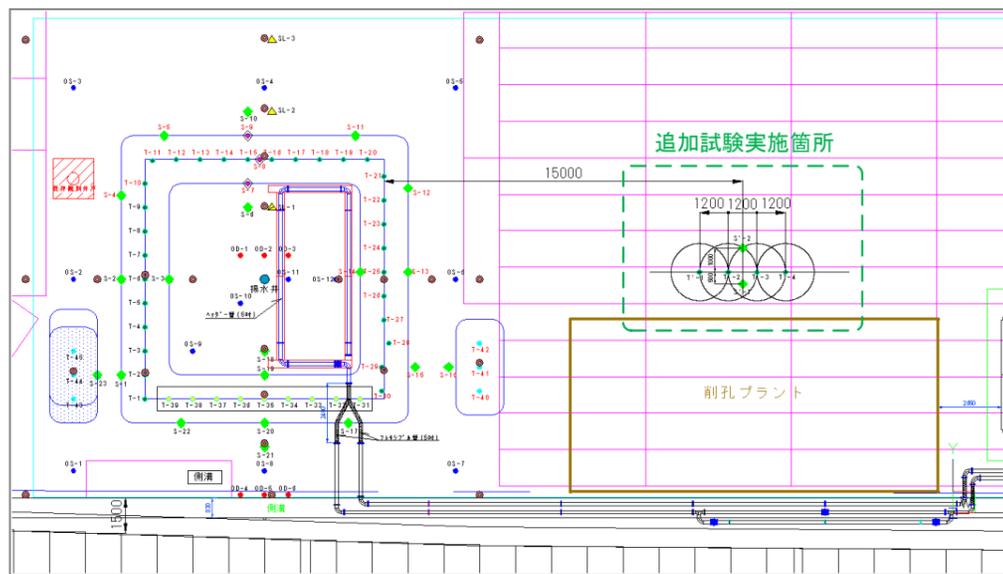


図 1 試験箇所

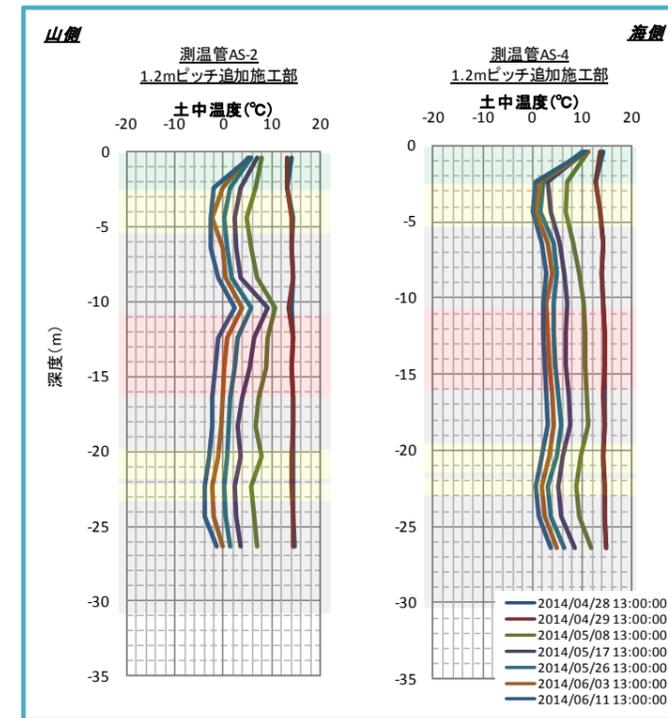


図 2 土中温度

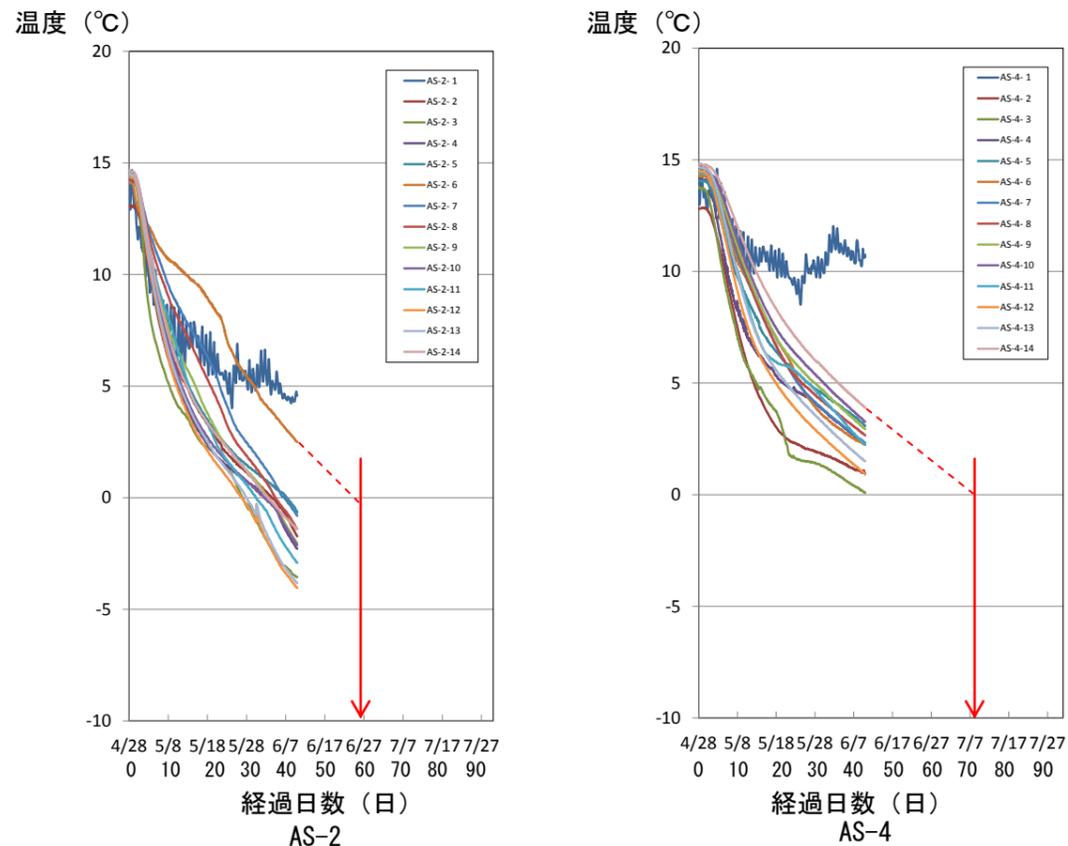


図 3 土中温度経時変化

■凍結管 1.2mピッチの閉合に関する解析的評価

現地での計測結果をフィードバックした解析により、地下水流を考慮した凍結管ピッチごとの凍土壁の閉合成立性を評価した。

解析モデル、解析条件を図4、表1に示す。

解析ケースと解析結果を表2に示す。表2に示すケースのうちケース1、2については凍土壁の閉合過程における地下水挙動を図5に示す。

地下水がダムアップするケース1では、山側ライン・南北ラインとも1.0mピッチの場合は10日～12日で閉合している。流速と流速ベクトルからは、凍土の隙間が小さくなるにつれ流速が早くなっていくものの、最終的には全て閉合していくことがわかる。

南北ラインのみ1.2mピッチにしたケースでは、山側は12日で閉合するが、1.2mピッチでは凍土壁の隅角部の中粒砂岩層で閉合しない箇所が発生する。流速ベクトル図をみると閉合していないのは凍土壁隅角部の一か所である。地下水流が集中することにより閉合しにくくなっている。ただし、地下水流速は2.6m/日であり、薬液注入等で流速を十分抑えることができる。そのような補助工法を用いれば凍土壁を閉合することが可能である。

海側ラインを想定したダムアップしないケースでは1.2mピッチで20日で閉合する。

凍結管ピッチを大きくすると凍結管本数が減るため、工事工程上有利である。ダムアップのない海側ラインでは凍結管ピッチを1.2mまでの範囲で配置することとしたい。地下水流を考慮しなければならない山側とその影響を隅角部でうける南北ラインは1.0mピッチを基本とする。

表1 解析条件

水理物性			温度境界条件等	
地層	透水係数(cm/s)	比貯留係数(cm ⁻¹)		
段丘堆積層・砂岩	3.0 × 10 ⁻³	2.9 × 10 ⁻⁶	雰囲気温度(°C)	15.0
泥岩	1.1 × 10 ⁻⁶	4.5 × 10 ⁻⁷	地中温度(°C)	15.0
互層	(水平)1.0 × 10 ⁻³ (鉛直)1.1 × 10 ⁻⁶	5.8 × 10 ⁻⁷	ブライン温度(°C)	-30.0

熱物性(実証実験①の結果に基づき設定)

	熱伝導率(kcal/mh°C)		熱容量(kcal/m ³ °C)	
	(凍結前)	(凍結後)	(凍結前)	(凍結後)
段丘堆積層	1.1	1.6	720	480
中粒砂岩	1.1	1.6	720	480
第1泥質部	0.75	1.2	800	550
互層	0.79	1.2	720	480
第2泥質部	0.75	1.2	800	550
細粒砂岩	1.5	2.1	720	480
第3泥質部	1.0	1.6	800	550
粗粒砂岩	1.5	2.1	720	480
第4泥質部	1.0	1.6	800	550

表2 解析ケースと解析結果

解析ケース(凍結管ピッチ)		凍土壁閉合日数(日)
Case 1	ダムアップあり 地下水流に直角方向の壁*1) (1.0mピッチ) 地下水流に平行方向の壁*2) (1.0mピッチ)	12日(互層) 10日(互層)
Case 2	ダムアップあり 地下水流に直角方向の壁*1) (1.0mピッチ) 地下水流に平行方向の壁*2) (1.2mピッチ)	12日(互層) 閉合しない箇所あり (中粒砂岩層)
Case 3	ダムアップなし*3) (1.2mピッチ)	20日(互層)

*1)山側(西側)ライン、*2)南北ライン、*3)海側ラインを模擬

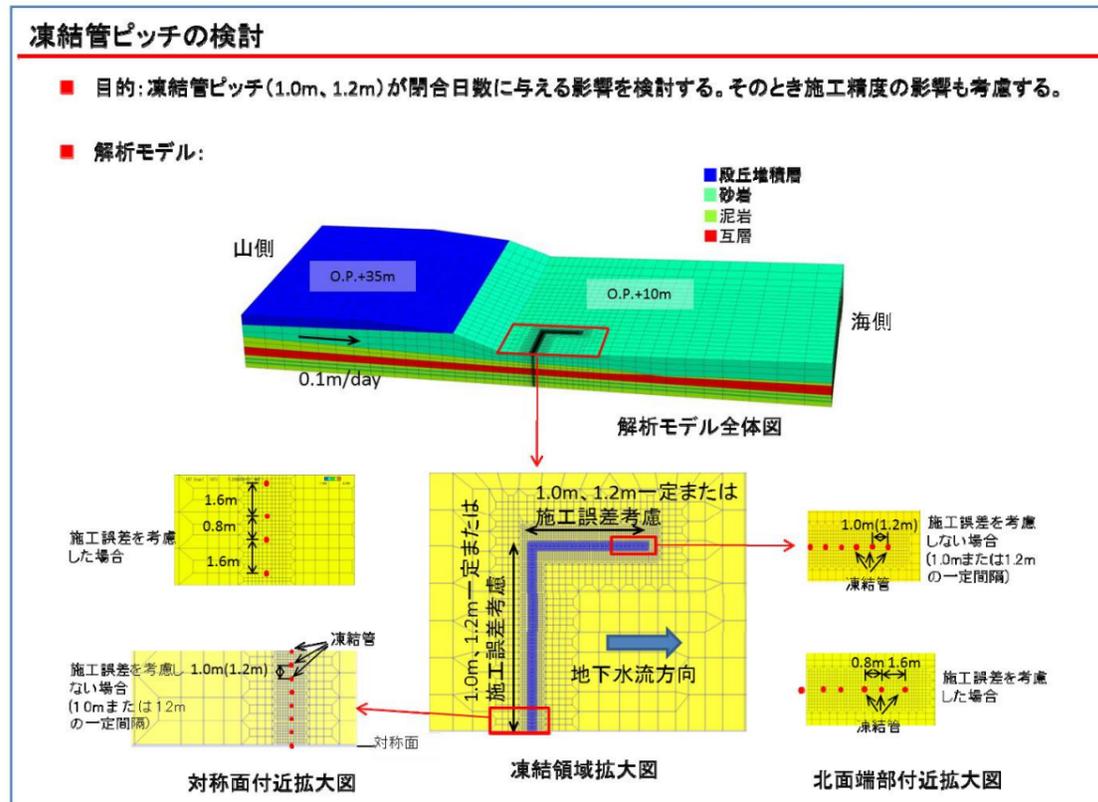
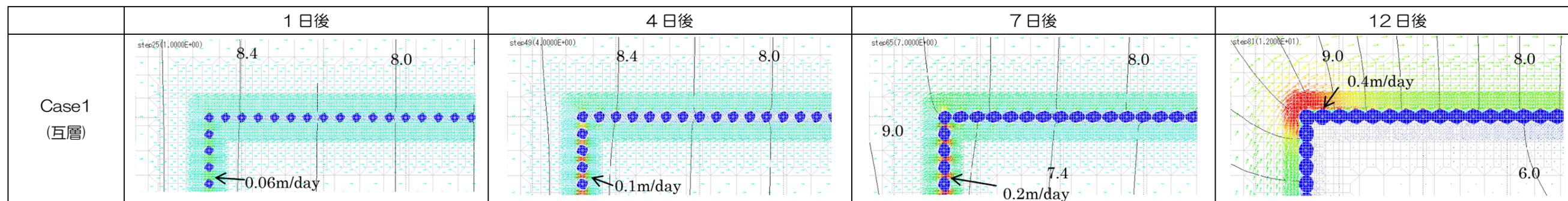
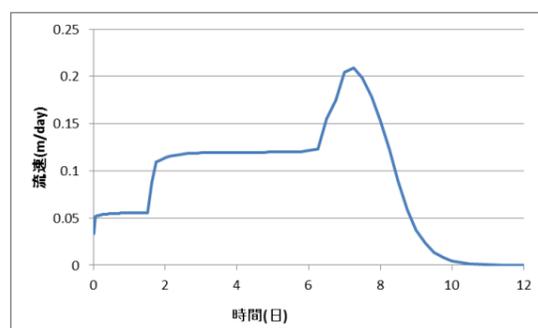


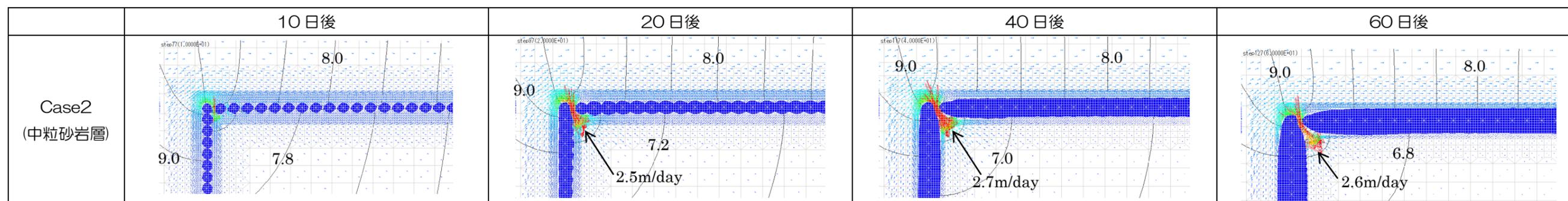
図4 解析モデル



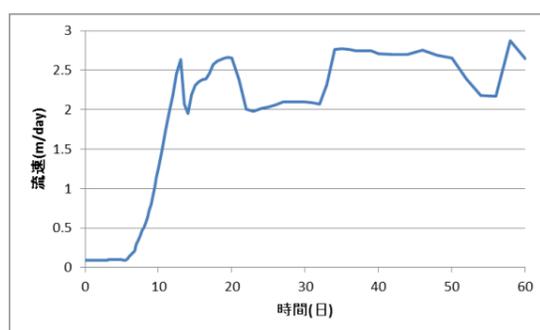
地下水流速と流速ベクトル（ケース1）



凍結管中の地下水流速経時変化（ケース1）



地下水流速と流速ベクトル（ケース2）



凍結管中の地下水流速経時変化（ケース2）

図5 地下水流速、流速ベクトル、凍結管中の地下水流速経時変化