

1.2mピッチの施工について

凍結管の設置間隔は1.0mピッチを基本としているが、予測解析およびFS①の結果、1.2mピッチで閉合することを確認した。そこで、解析による検討を行った結果、地下水流速が比較的緩やかな海側で、凍結管間隔を1.2mピッチとすることとした。

検討の目的：

海側凍土ラインの凍結管間隔を1.2mとした場合の凍土閉合可能性を検討する。

検討フロー

FS①で1.2m間隔の実規模凍土壁
閉合確認試験を実施

現地で4本の凍結管（凍結管間隔1.2m）による閉合確認試験を実施し、閉合を確認。1.2mピッチで凍土が閉合することを実証。

（現地地盤での閉合を確認）

添付2-1-1

FS①を反映した実規模凍土壁解析
による1.2m間隔の成立性検討

FS①を反映した実規模凍土壁解析を実施した結果、凍結管を1.2mピッチにした場合でも凍土壁が閉合することを確認した。

（解析による実現可能性の検討）

添付2-1-2

地下水流の集中を考慮した
場合の1.2m間隔の成立性検討

部分的に地下水流が集中するような状況が生じた場合、凍土の閉合に相当の時間を要することから、地下水流速が比較的緩やかな海側ラインにおいて、凍結管間隔を1.2mピッチとする。尚、1.2mピッチの適用範囲を海側ラインに限定する場合、凍土閉合に要する日数は約10日間延びるが、施工日数が約30日間短縮されるため、効率性の観点からも有利となる。

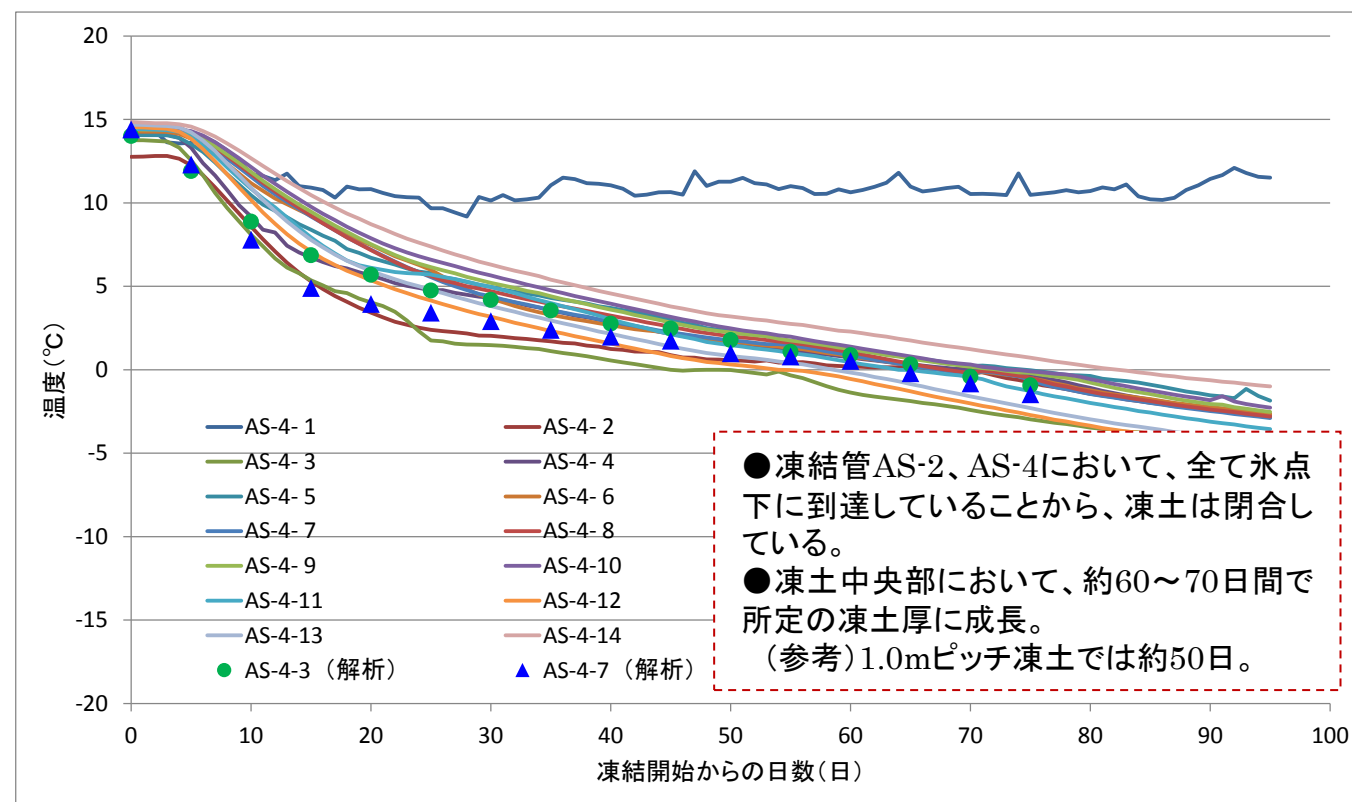
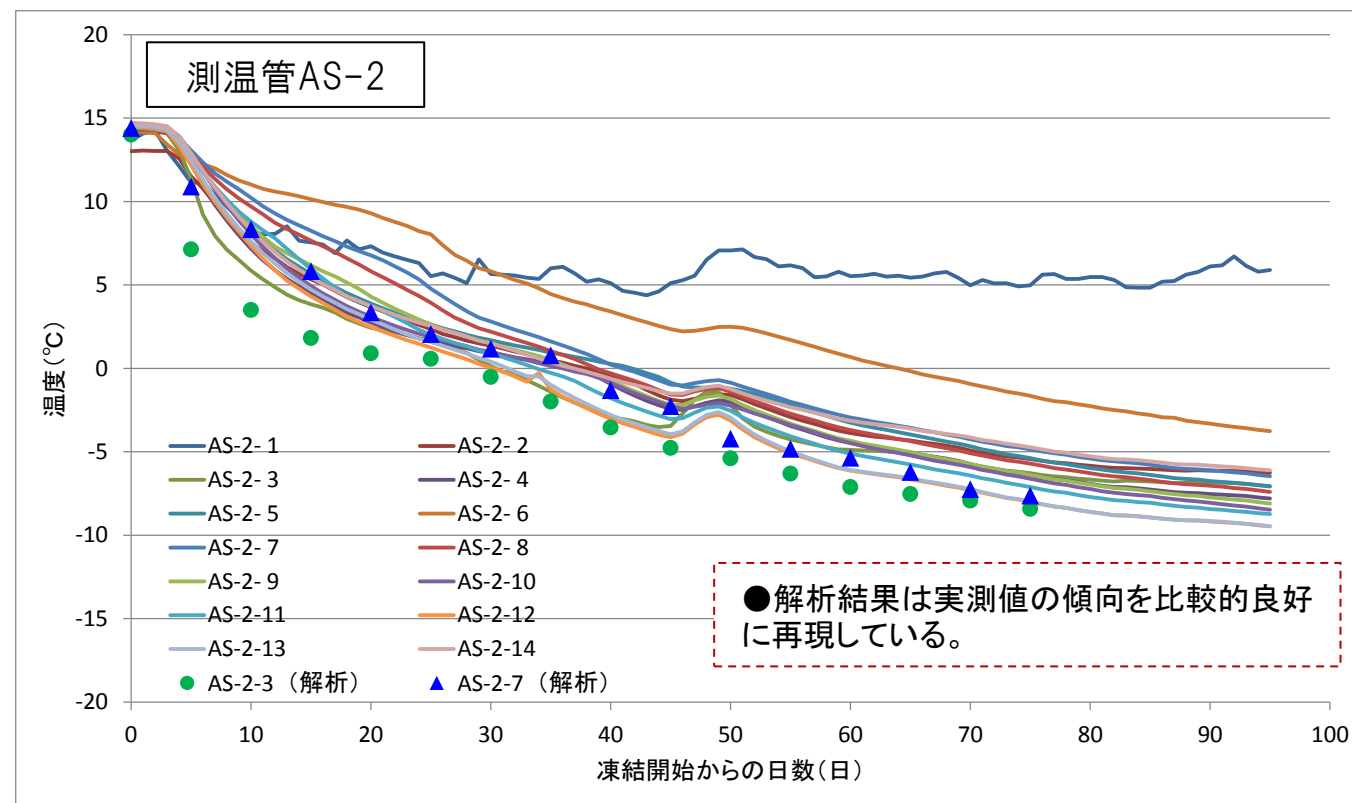
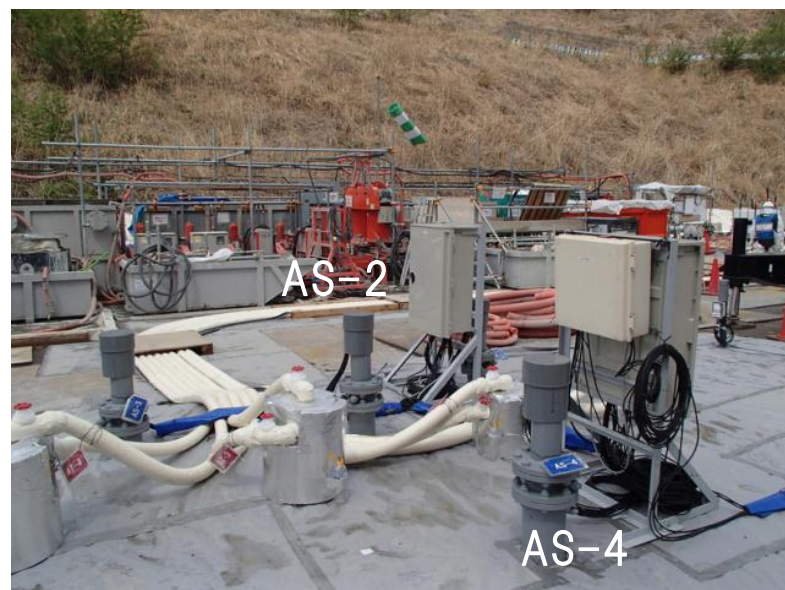
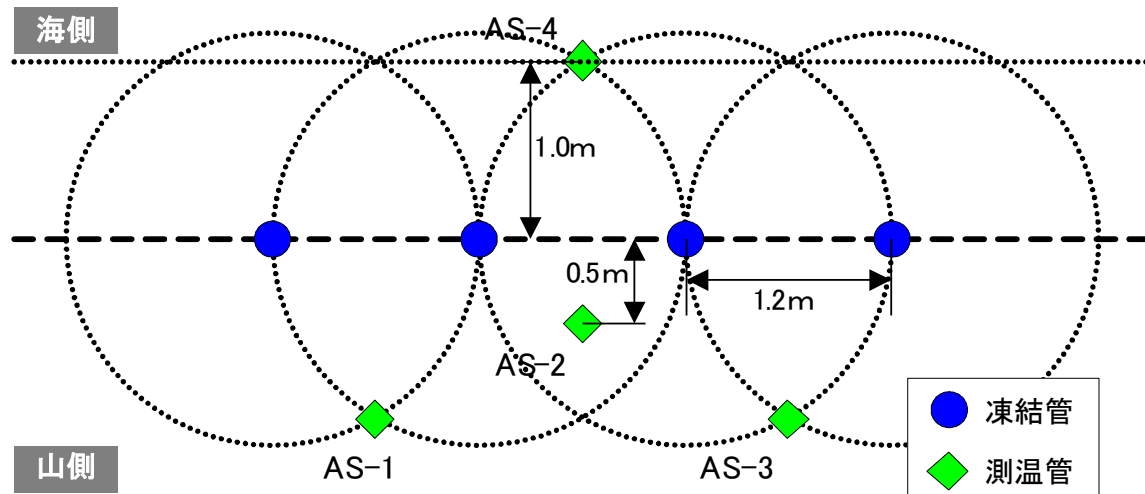
凍結管ピッチ	凍結管設置工期	凍土閉合日数	工期差
1.0m	—	12日	—
1.2m	-30日*	22日	-20日*

* 延長500m相当。1.0mピッチ比

海側ラインの凍結管間隔を1.2mピッチとする。

1.2mピッチの施工について

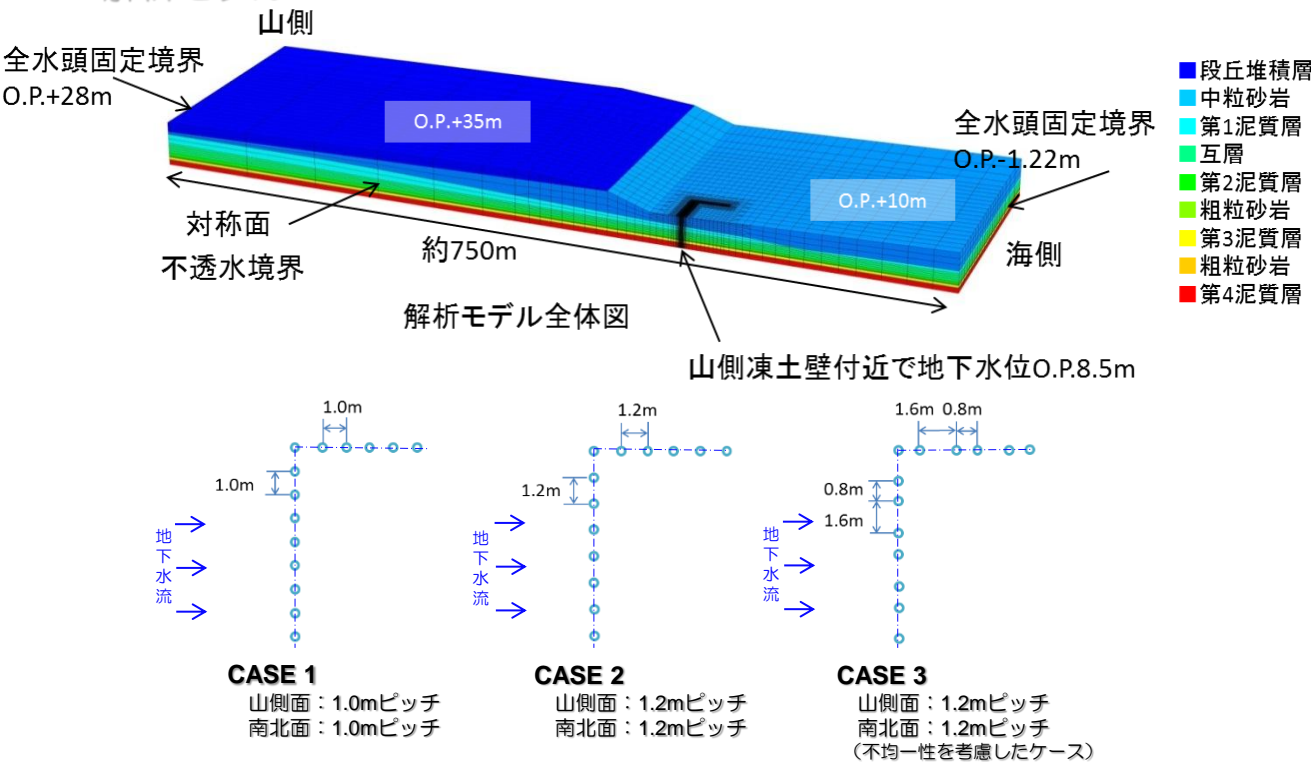
- FS①小規模凍土付近にて、1.2m凍土の造成確認試験を実施。測温管にて閉合を確認。
- 閉合時間は1.0mピッチに比べ10日超。
- FS①は4本の凍結管によるものであり、ダムアップの影響が小さい条件での実証であった。



1.2mピッチの施工について

凍結管ピッチの検討

- 目的：凍結管ピッチの違いが閉合日数に与える影響を確認する。
- 解析モデル



境界	水位	備考
山側	O.P.+28m	広域三次元地下水解析結果に基づき、中粒砂岩層0.1m/day、互層0.03m/day山側凍土壁位置でO.P.8.5mの水位となるように水位境界条件を設定
海側	O.P.-1.2m	
南、北、底面	不透水	

■ 解析結果

解析ケース	凍結管ピッチ	凍結閉合日数*1
CASE 1	山側面：1.0m 南北面：1.0m	山側面：12日（互層） 南北面：10日（互層）
CASE 2	山側面：1.2m 南北面：1.2m	山側面：22日（互層） 南北面：20日（互層）
CASE 3	山側面：1.2m 南北面：1.2m （不均一性を考慮*2）	山側面：凍結に60日以上要する 南北面：46日（互層）

- 解析手法：三次元熱-水連成有限要素法（凍結潜熱考慮）
- 解析条件

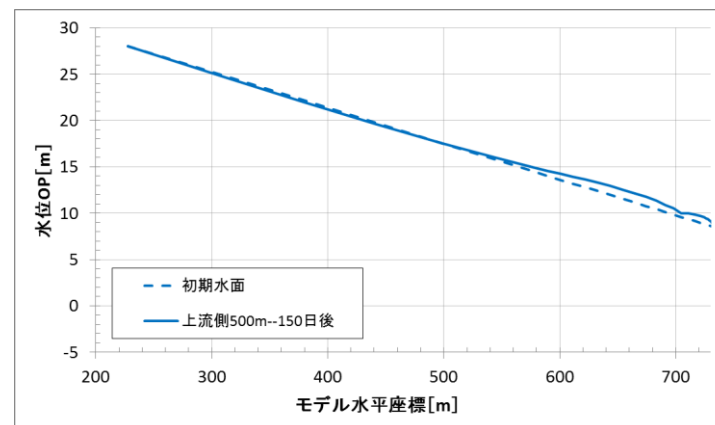
水理物性			温度境界条件等	
地層	透水係数(cm/s)	比貯留係数(cm ⁻¹)		
段丘堆積層・砂岩	3.0 × 10 ⁻³	2.9 × 10 ⁻⁶	雰囲気温度(°C)	15.0
泥岩	1.1 × 10 ⁻⁶	4.5 × 10 ⁻⁷	地中温度(°C)	15.0
互層	(水平)1.0 × 10 ⁻³ (鉛直)1.1 × 10 ⁻⁶	5.8 × 10 ⁻⁷	ブライン温度(°C)	-30.0

熱物性（実証実験①の結果に基づき設定）

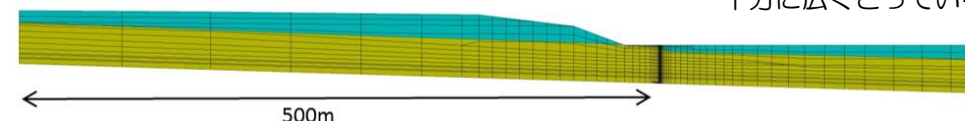
	熱伝導率(kcal/mh°C)		熱容量(kcal/m³°C)	
	(凍結前)	(凍結後)	(凍結前)	(凍結後)
段丘堆積層	1.1	1.6	720	480
中粒砂岩	1.1	1.6	720	480
第1泥質部	0.75	1.2	800	550
互層	0.79	1.2	720	480
第2泥質部	0.75	1.2	800	550
細粒砂岩	1.5	2.1	720	480
第3泥質部	1.0	1.6	800	550
粗粒砂岩	1.5	2.1	720	480
第4泥質部	1.0	1.6	800	550

*1 () 内は、最後に凍結した地層を示す。

*2 地下水流速が集中する状況を再現するために、凍結管間隔の広い場所と狭い場所を意図的に作り、全体として平均1.2mとなるよう配置した。

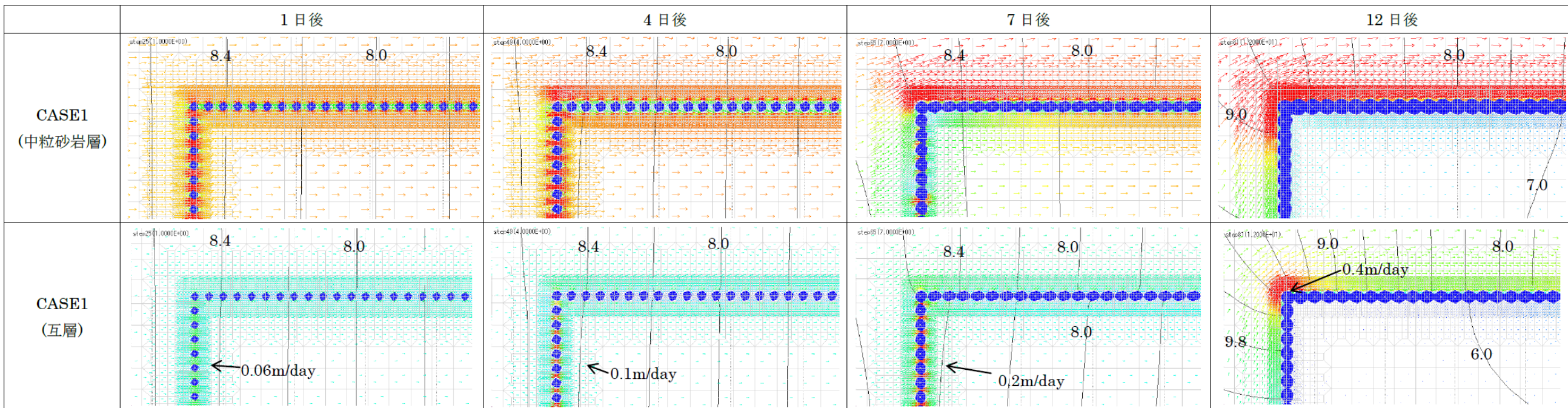
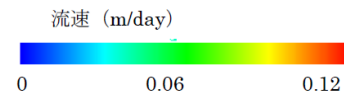


モデルの上流側の領域は十分に広くとっている

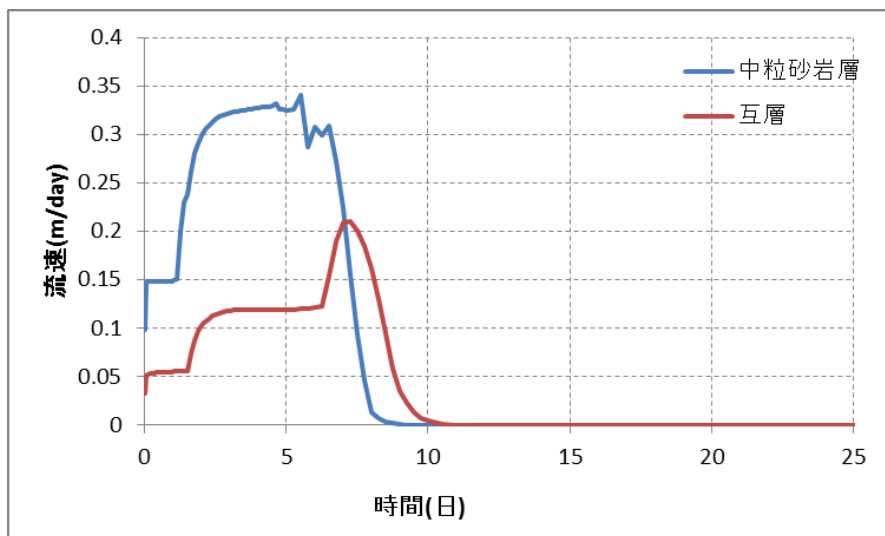


1.2mピッチの施工について

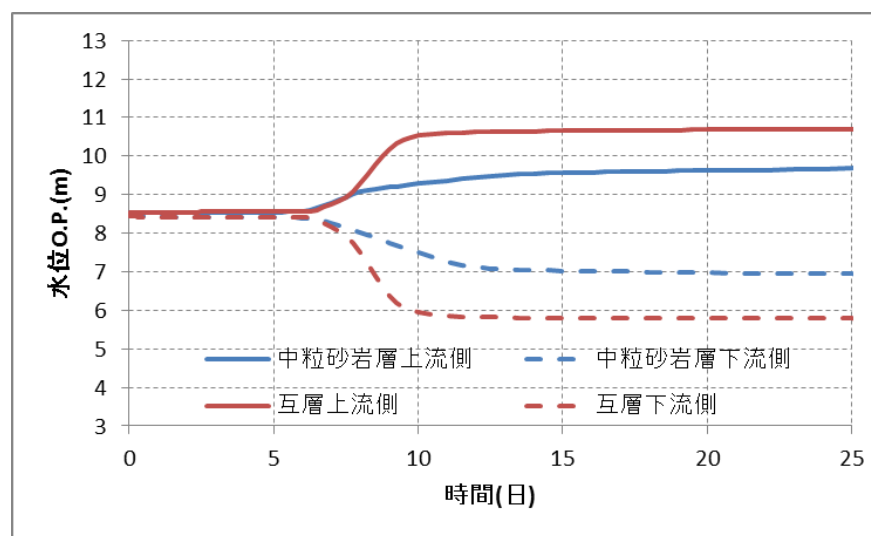
● CASE 1の凍結領域と流速ベクトル図



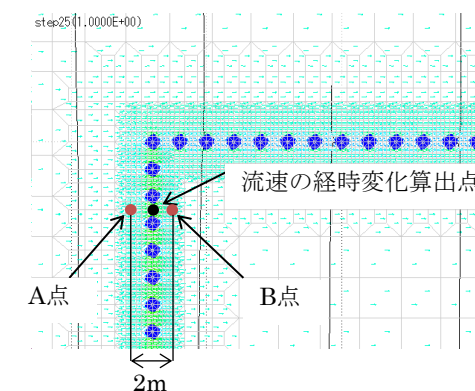
● 0°C以下の領域



凍結管中間位置での流速の経時変化

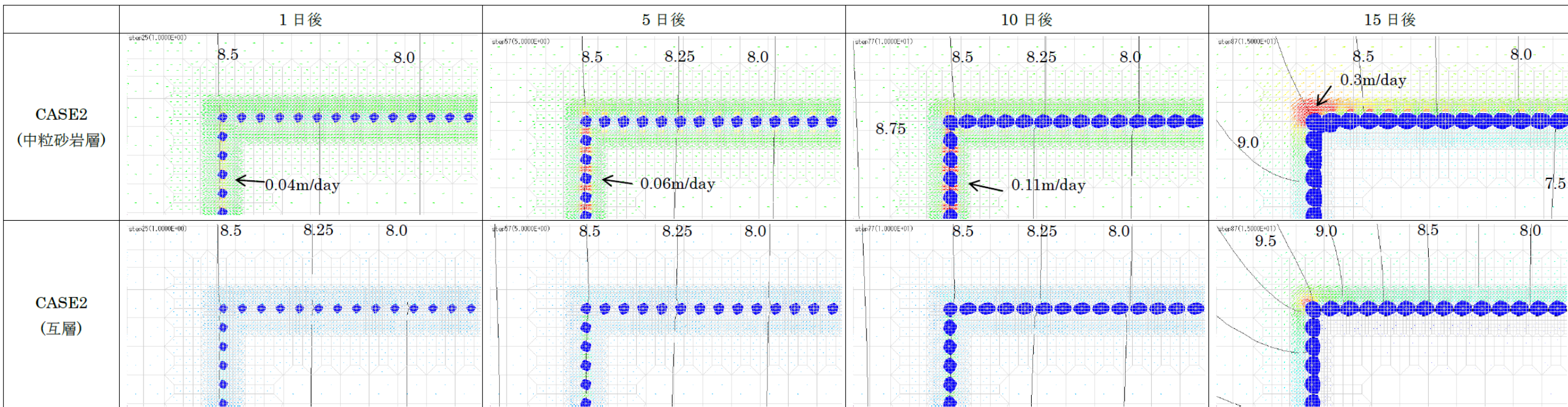
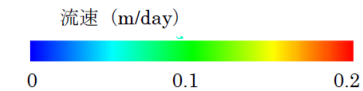


地下水位の経時変化
(右図A点が上流側、B点が下流側)

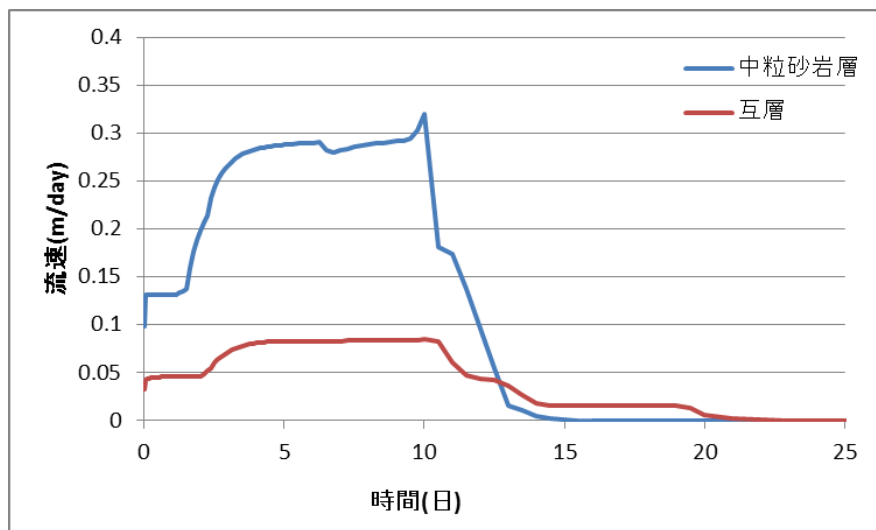


1.2mピッチの施工について

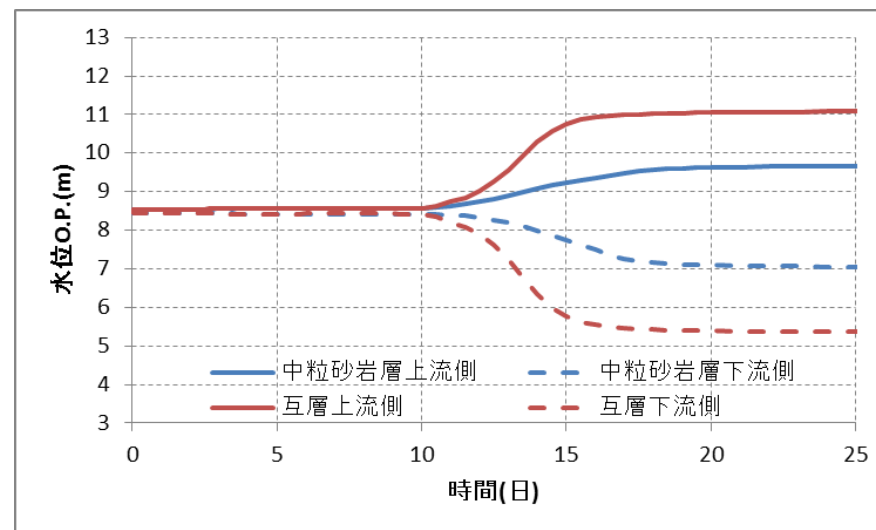
● CASE 2の凍結領域と流速ベクトル図



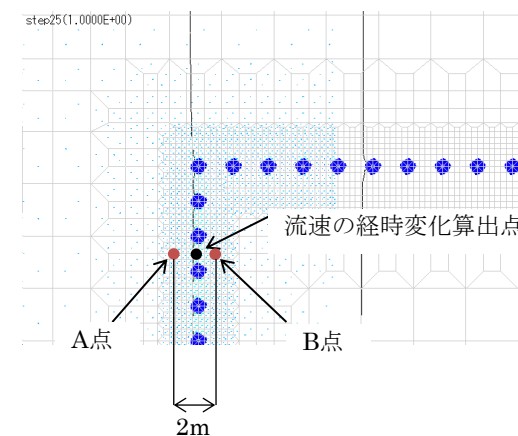
● 0°C以下の領域



凍結管中間位置での流速の経時変化

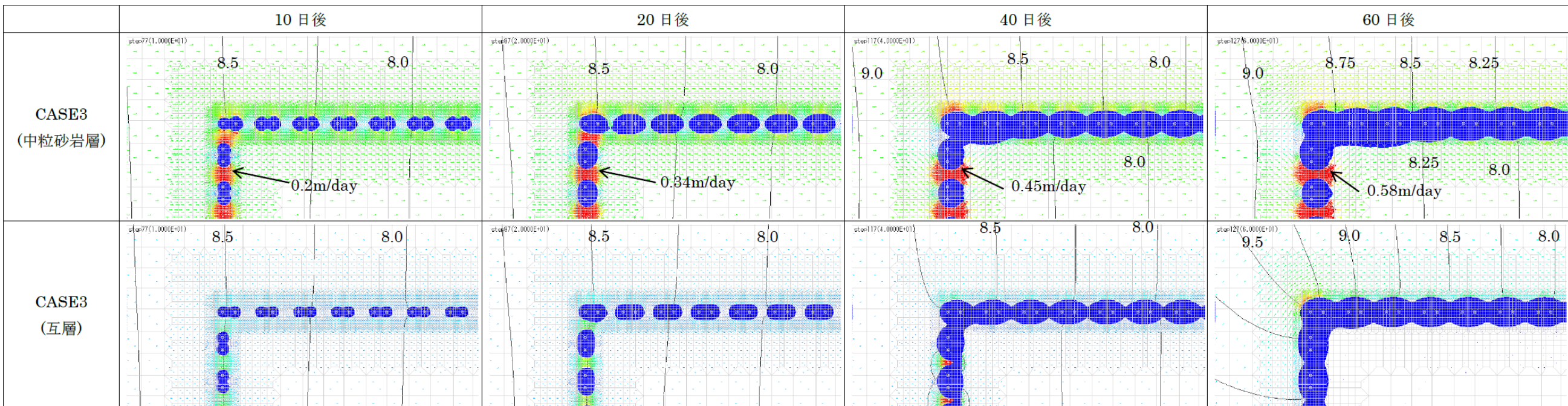
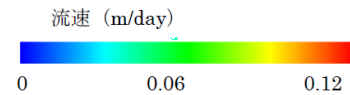


地下水位の経時変化
(右図A点が上流側、B点が下流側)

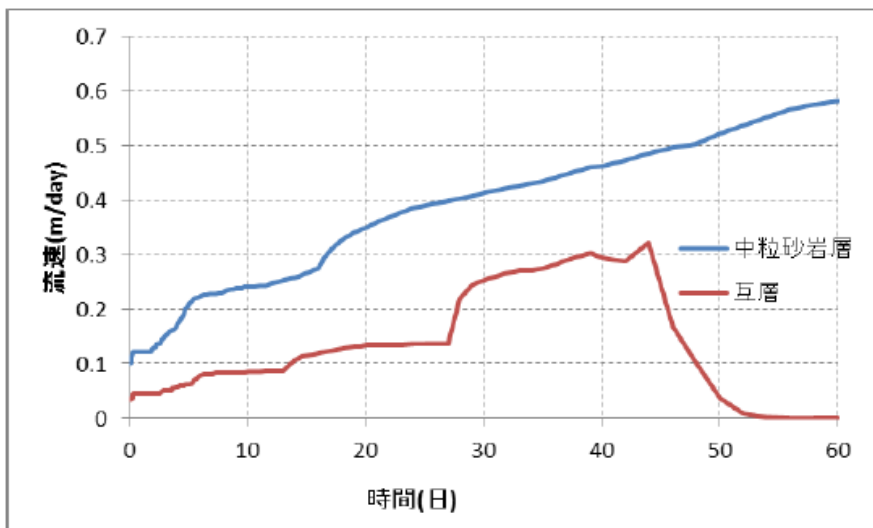


1.2mピッチの施工について

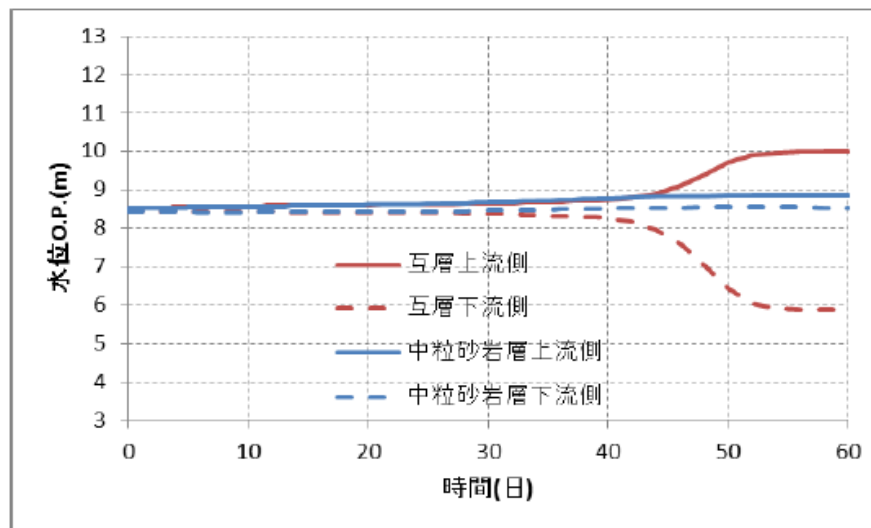
● CASE 3の凍結領域と流速ベクトル図



● 0°C以下の領域



凍結管中間位置での流速の経時変化



地下水位の経時変化
(右図A点が上流側、B点が下流側)

