

フイージビリティスタディ事業  
検討状況  
2013年12月20日

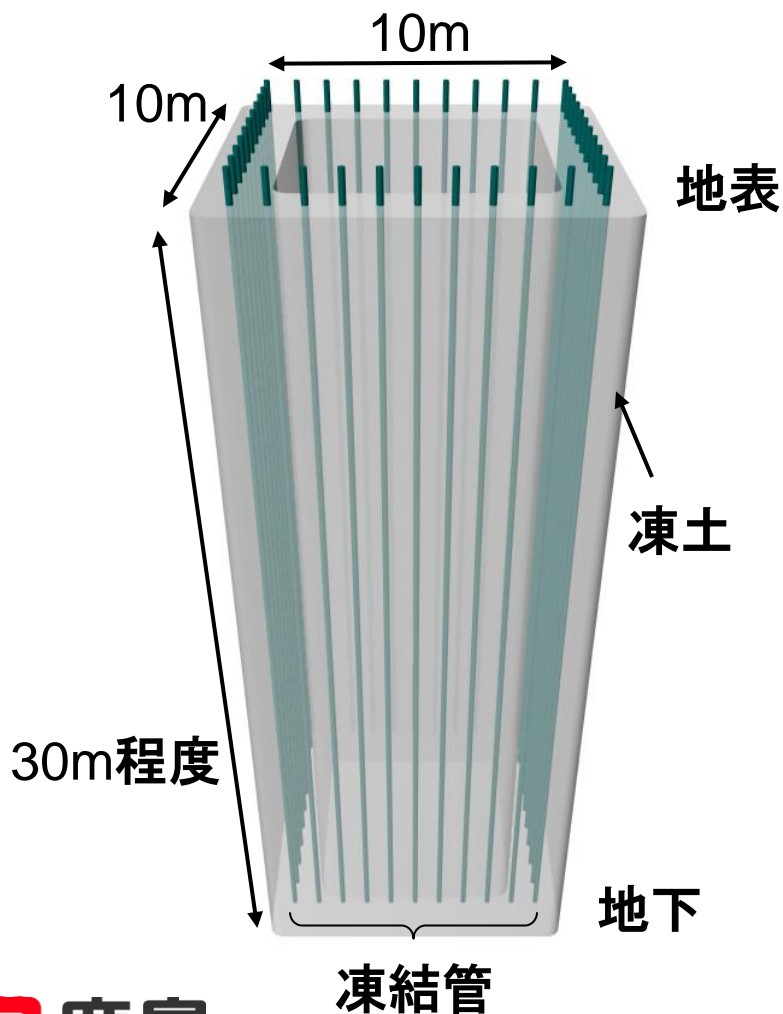
鹿島建設株式会社

# 実証試験①：小規模遮水壁実証試験

目的：現地における凍土方式遮水壁の成立性検証（長期間供用前提）

## 概要

### 【小規模遮水壁イメージ】



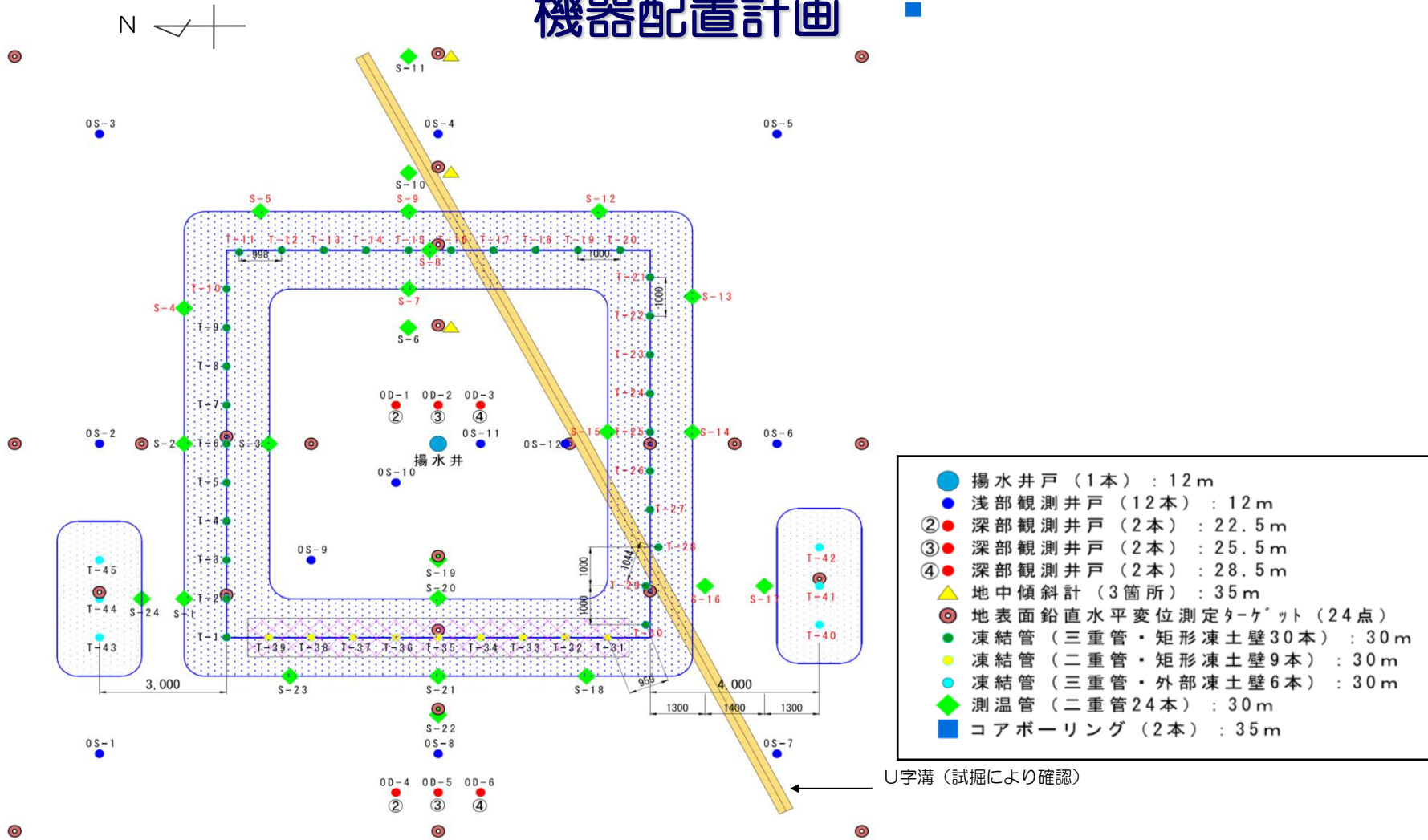
### 施工実証・計測

- 地盤の凍結特性
- 凍土遮水壁の遮水性
- 底部難透水層からの湧水量
- 地盤の凍結膨脹特性
- 中粒砂岩層のリチャージ特性
- 凍土の融解特性

成立性の判断  
設計、施工計画に資するデータ

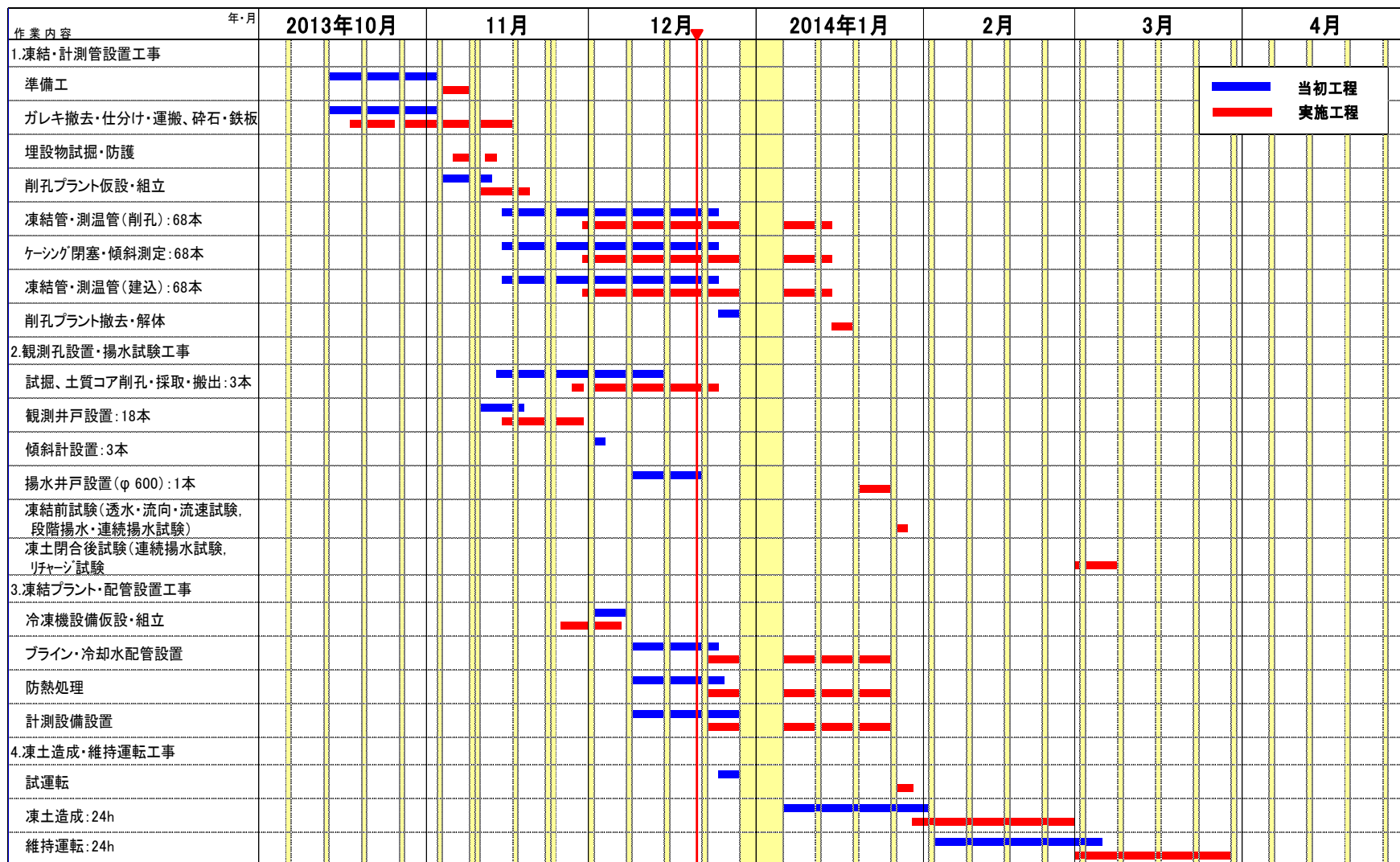
# 実証試験①：小規模遮水壁実証試験

## 機器配置計画



# 実証試験①：小規模遮水壁実証試験

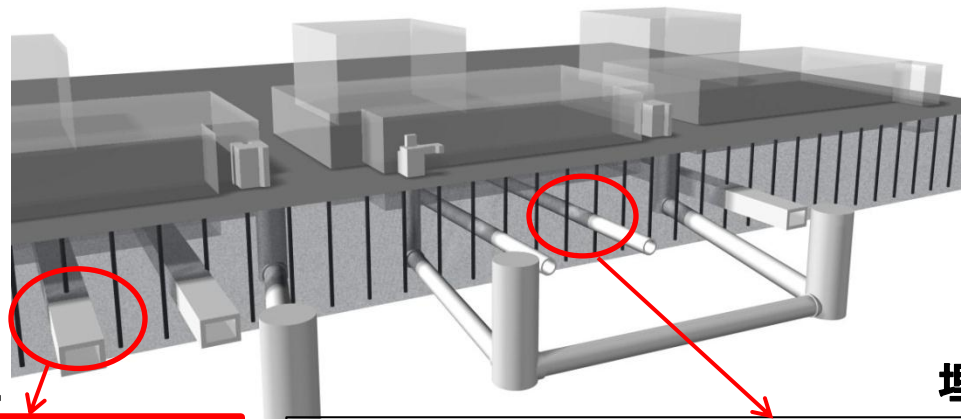
## 工程表



# 実証試験②：埋設物の存在を前提とした遮水壁施工技術に関する実証試験

**目的**：埋設物存在箇所の施工技術の成立性検証

(モックアップ)



埋設物幅が4m程度以上

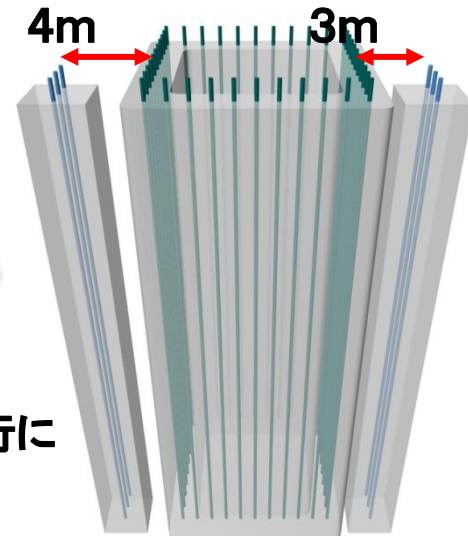
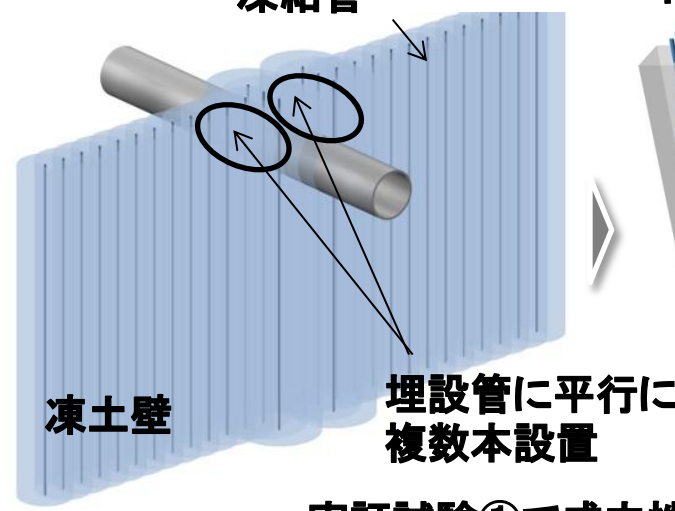
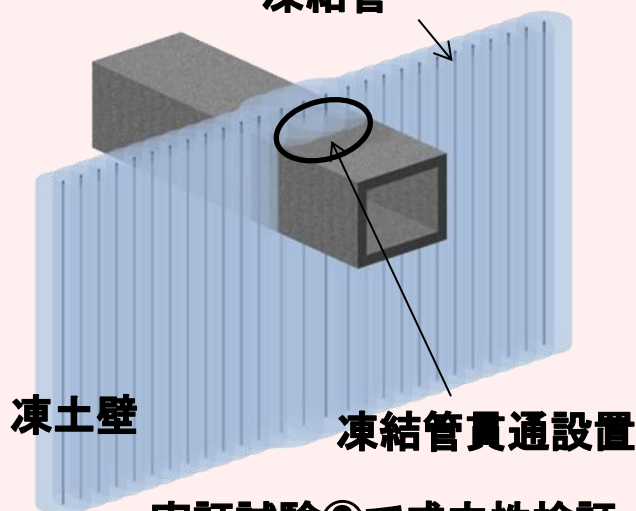
埋設物幅が4m程度未満

凍結管埋設物貫通設置

凍結管埋設物挟込複数本設置

凍結管

凍結管



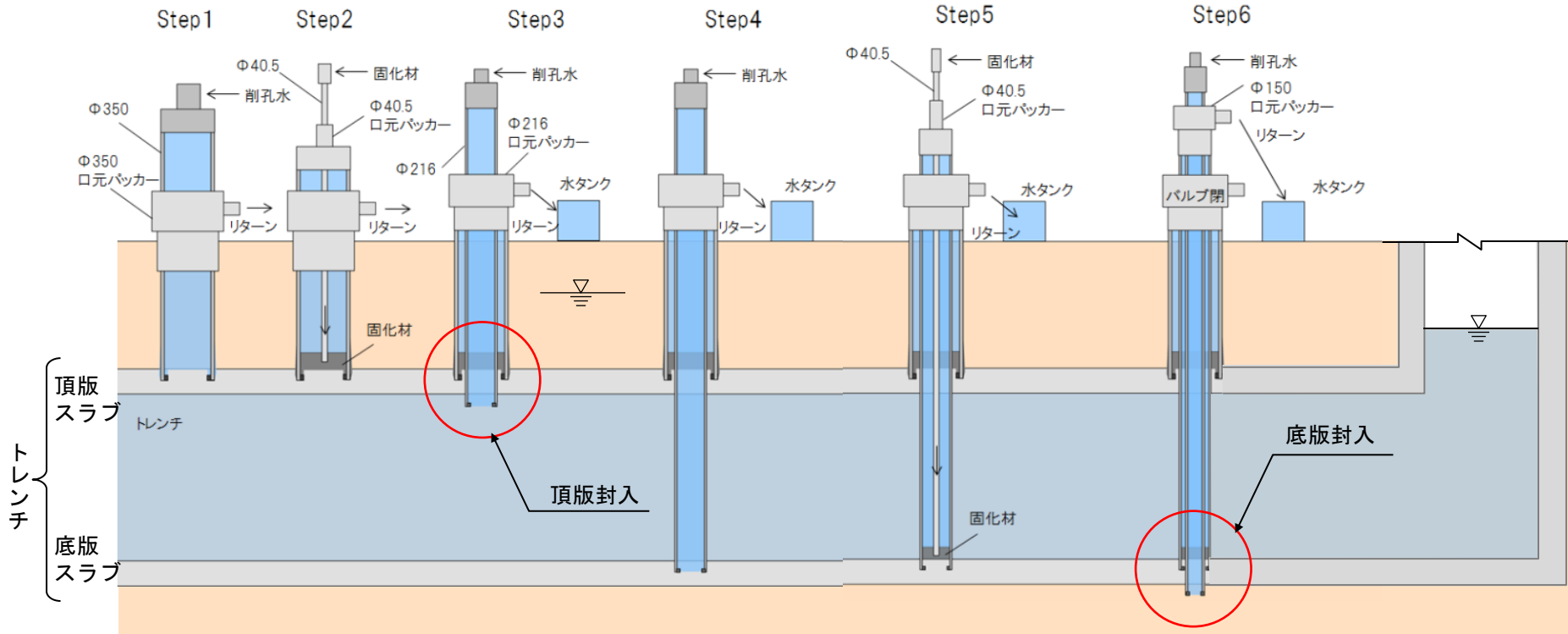
実証試験②で成立性検証

実証試験①で成立性検証

【トレンチ横断箇所の凍結イメージ】

# 実証試験②：埋設物の存在を前提とした遮水壁施工技術に関する実証試験

## 埋設物貫通削孔方法(マルチステップボーリング)の施工手順

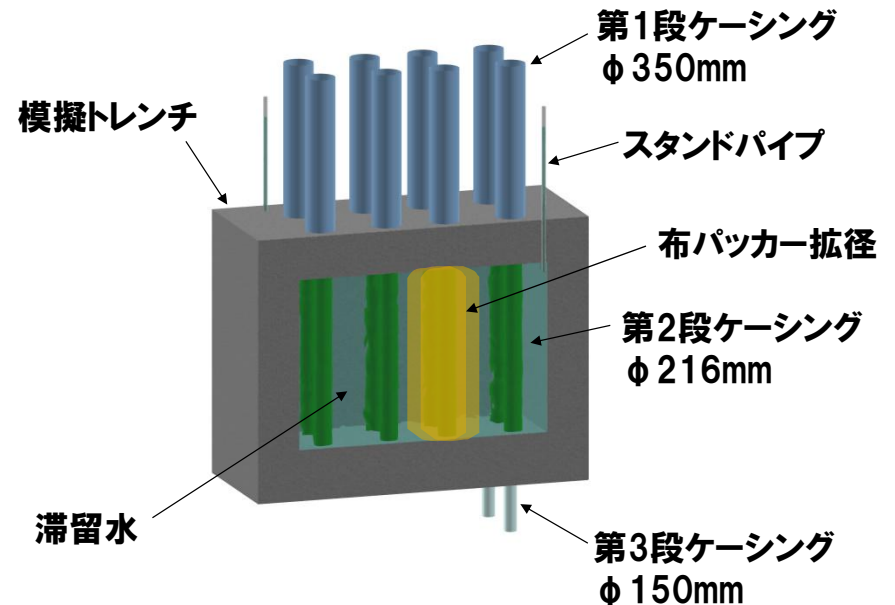
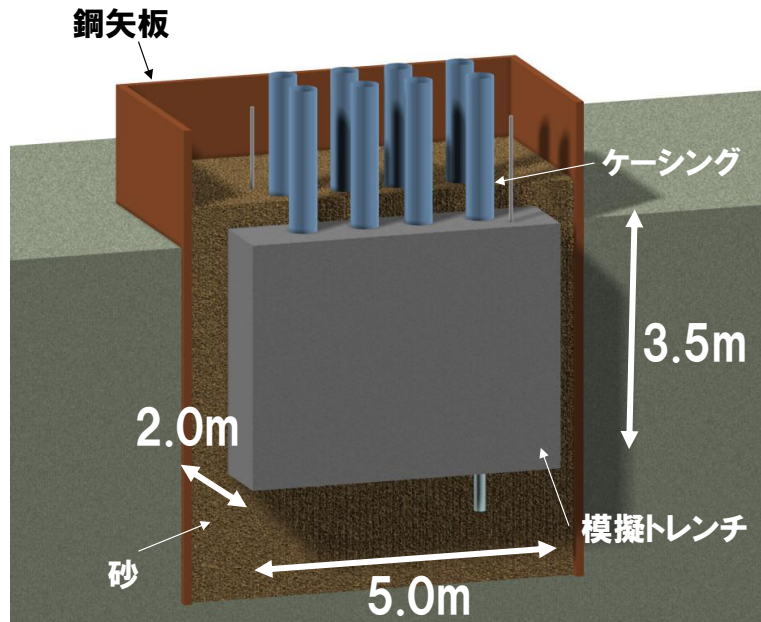


### 実証(確認)項目

- 埋設物(RC構造)の削孔・貫通施工が可能で、トレンチ内へのケーシング(凍結管)建込みが確実に施工できることを確認する。
- 貫通スラブへのケーシング封入性能を確認し、ダクト周囲地盤の地下水とダクト内滞留水との遮断能力を確認する。

# 実証試験②：埋設物の存在を前提とした遮水壁施工技術に関する実証試験

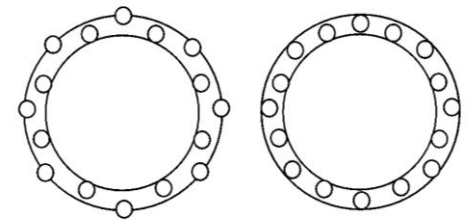
## モックアップ試験概要（ケミカルグラウト機材センターで実施）



項目	CASE1	CASE2	CASE3	CASE4
頂版・底盤コンクリート切込長	8cm		18cm	
シール材配合 (W/C)	60%		100%	
ビット形状 (第1段・第2段ケーシング共通)	内ビット	外ビット	内ビット	外ビット
底版貫通削孔	なし			あり
パッカー施工	なし		あり	なし
試験数量	2本	2本	2本	2本

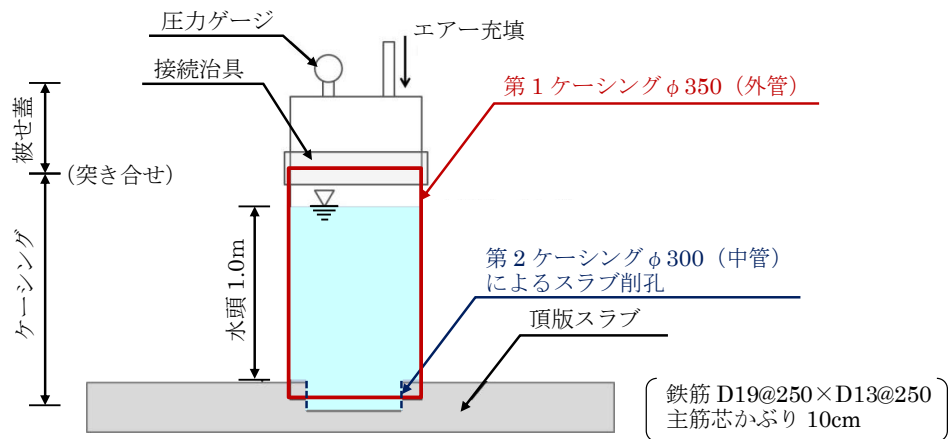
外ビット

内ビット



# 実証試験②：埋設物の存在を前提とした遮水壁施工技術に関する実証試験

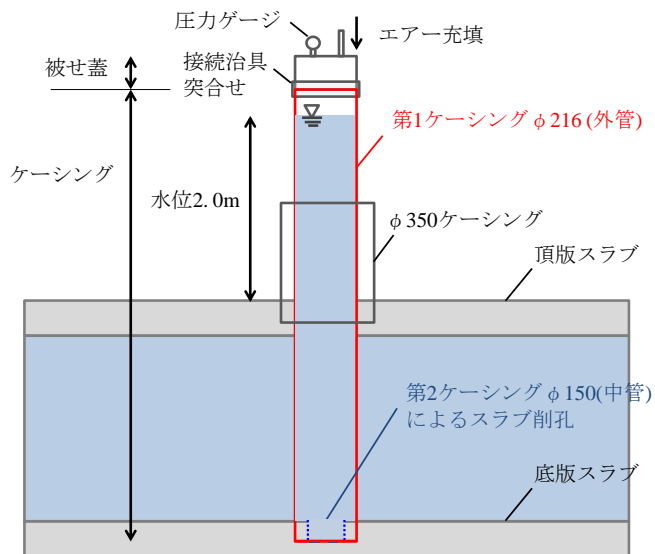
## 頂版スラブ封入性能確認試験





# 実証試験②：埋設物の存在を前提とした遮水壁施工技術に関する実証試験

## 底版スラブ封入性能確認試験



削孔状況



パッカー建込み状況



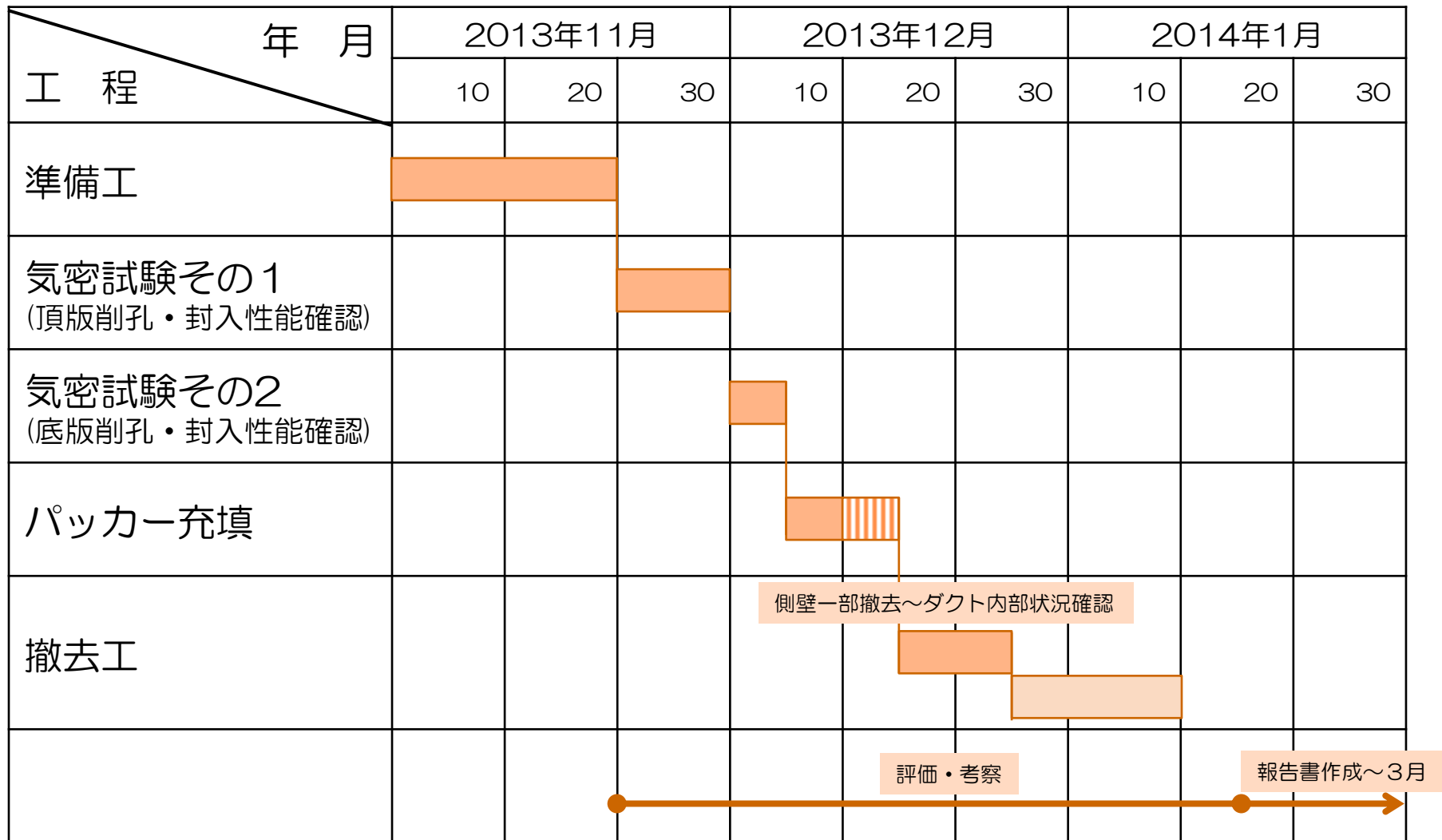
封入試験状況



封入圧力確認状況

# 実証試験②：埋設物の存在を前提とした遮水壁施工技術に関する実証試験

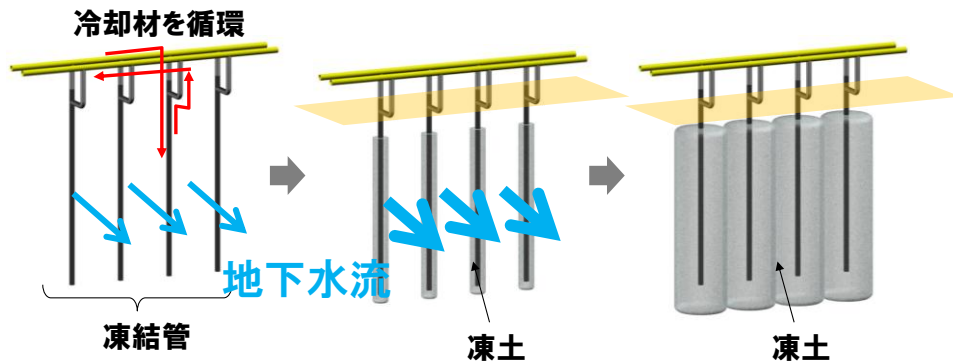
## 実施工程



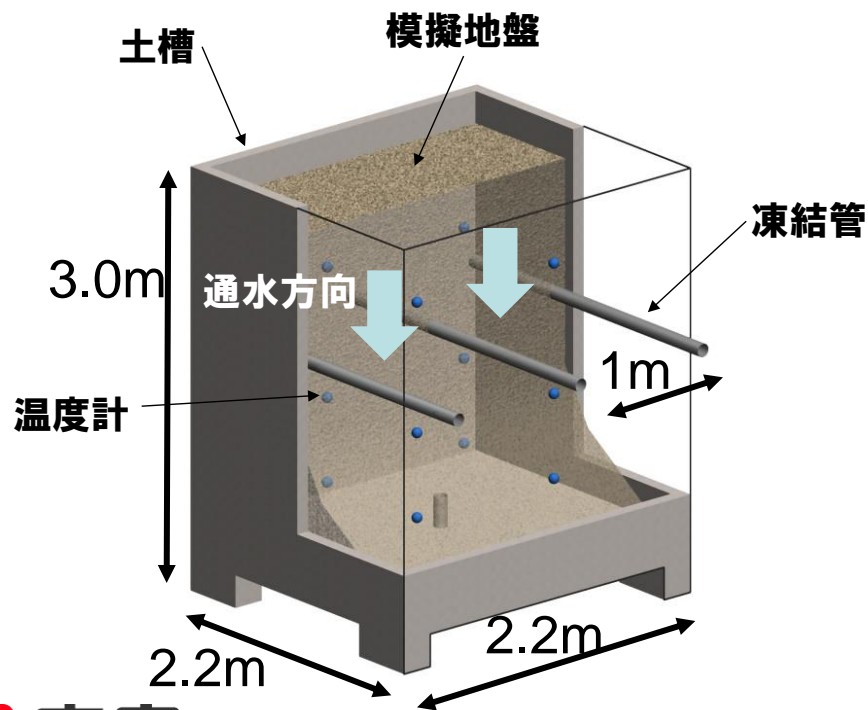
# 実証試験③：高地下水流速下実証試験（モックアップ）

## モックアップ試験概要

目的：高地下水流速下での施工技術の成立性の検証



## 【モックアップ試験イメージ】



## 高地下水流速対策

- **ブライン温度の低温化**
- **地盤改良により地下水流速を低減**
- **凍結管複列化、間隔縮小**
- **液体窒素併用**

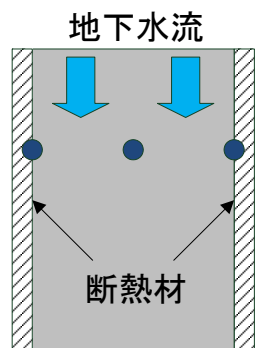
## ■ 試験ケース

ブライン温度： $-30^{\circ}\text{C}$ 、 $-40^{\circ}\text{C}$   
流速： $0.1$ 、 $2.0\text{m/日}$

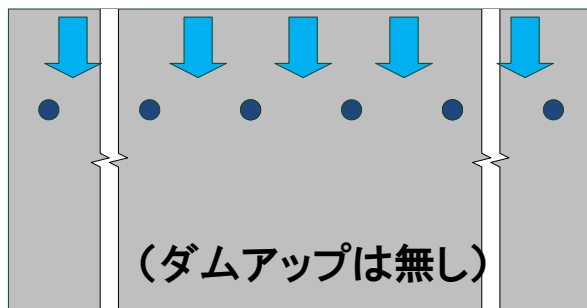
ブライン低温化の効果を定量把握

# 実証試験③：高地下水流速下実証試験（モックアップ）

## モックアップ



## 無限長の凍結管列



## 成果の活用

- 通水凍結モックアップ試験
- 数値解析による補足検討

- **ブライン低温化**の効果
- 凍土閉合に至る流速条件

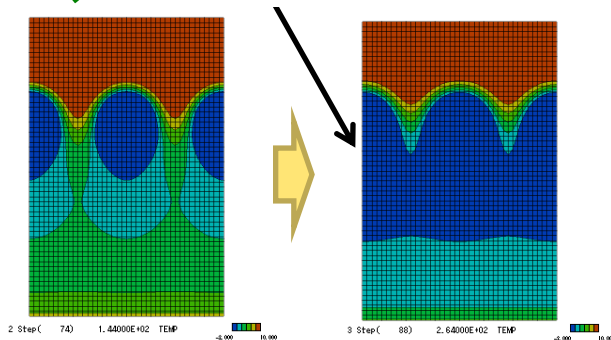
流速対策の必要性・工法検討

- 凍土造成中の**流速変化・ダムアップ量**の予測

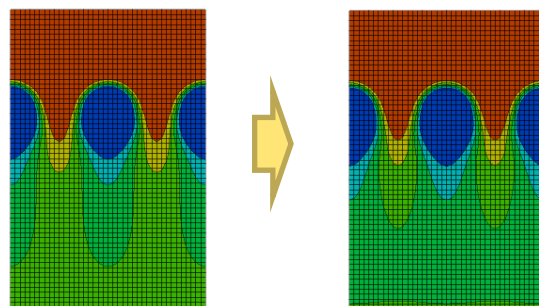
- 現地の地下水流向流速調査
- 広域浸透流解析

## 数値解析例(-30°C) 凍結範囲(濃い青)

初期流速0.5m/日  
⇒閉合



初期流速0.7m/日  
⇒閉合に至らない



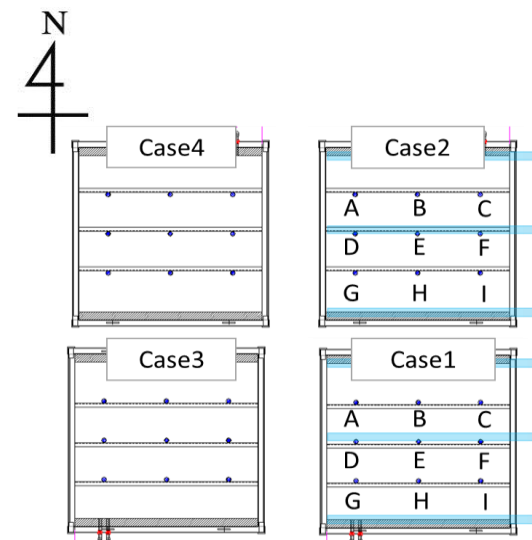
5日後

10日後

# 実証試験③：高地下水流速下実証試験（モックアップ）

## 試験ケース

		Case1	Case2	Case3	Case4
ブライン 温度	℃	-30	-30	-40	-40
流速	m/day	0.1	2	0.1	2
	ℓ/min	0.31	6.11	0.31	6.11
現 状		終了	実施中	準備中	準備中
凍結開始日		12/2	11/27		



全体配置平面図

【ケミカルグラウト(株)機材センター】

## モックアップ組立状況



全景(南側から撮影)



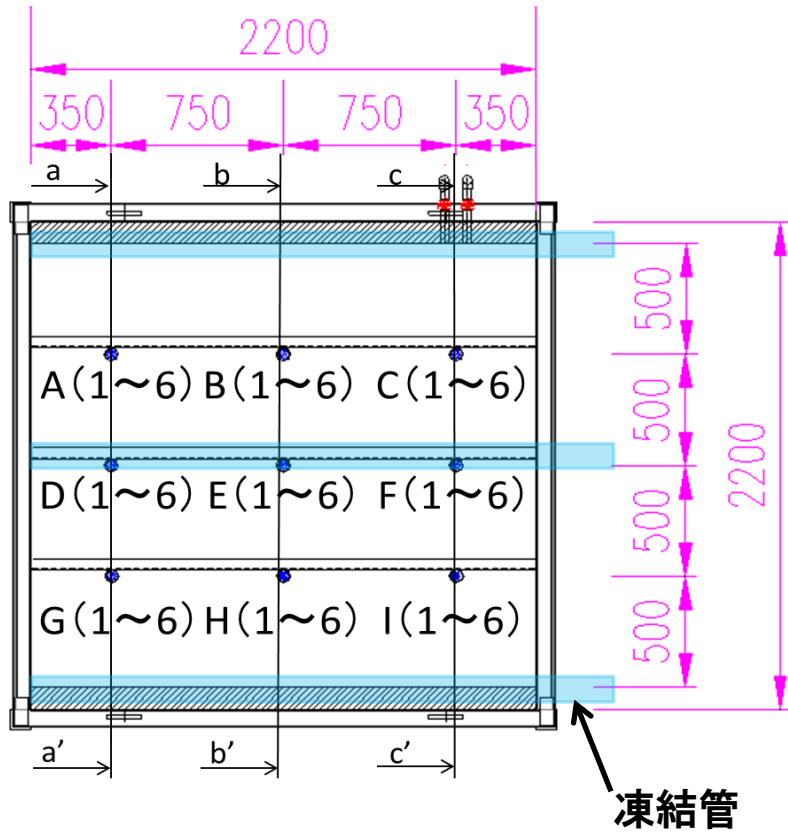
上面全景(手前がCase3)



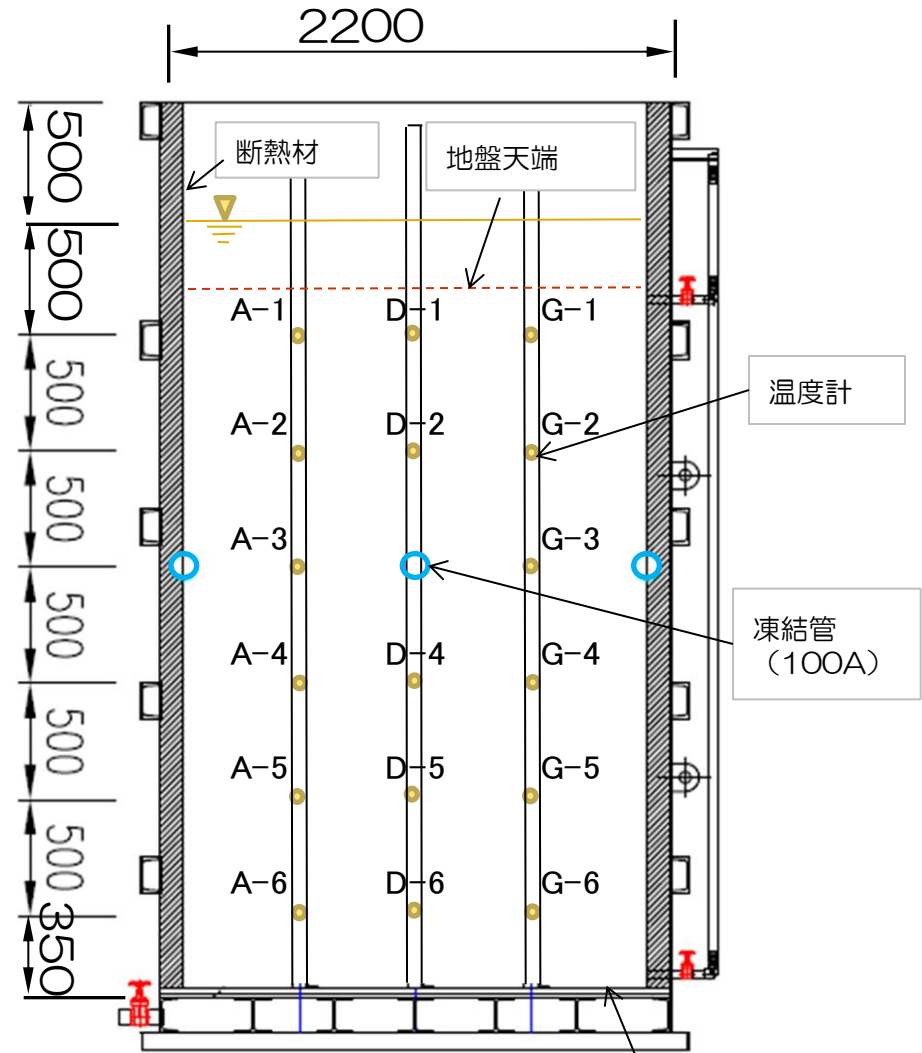
モックアップ内部

# 実証試験③：高地下水流速下実証試験（モックアップ）

## 温度計配置



平面図

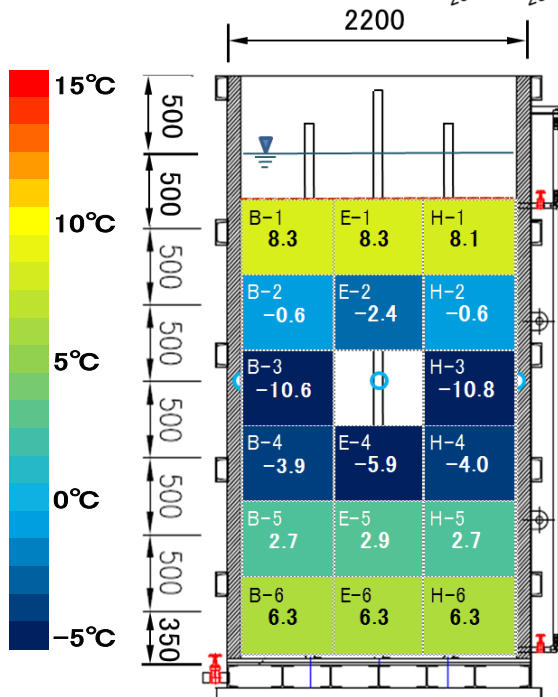
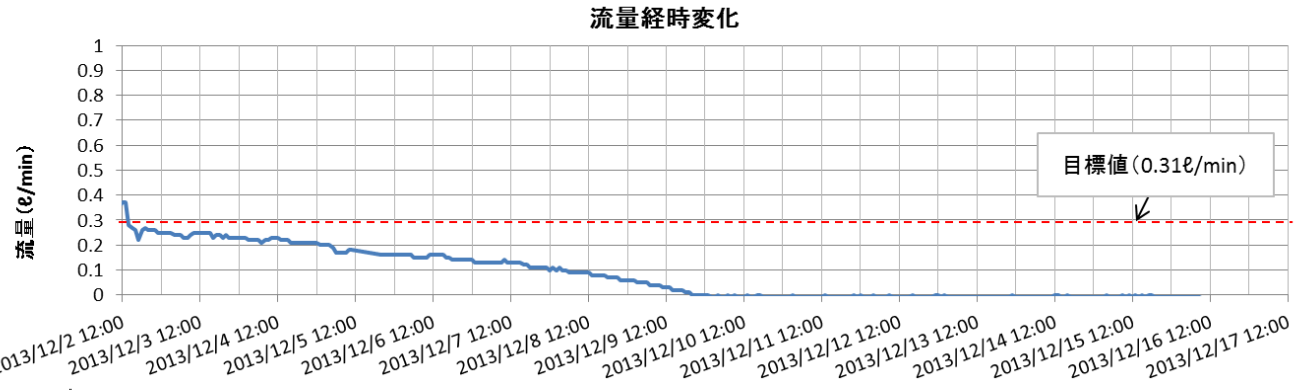
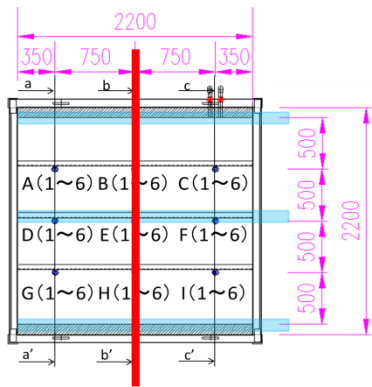


断面図(a-a')

# 実証試験③：高地下水流速下実証試験（モックアップ）

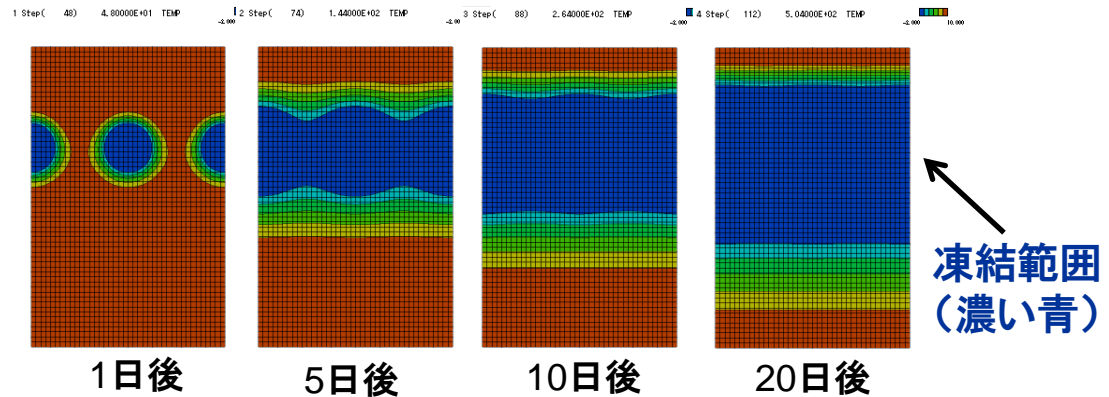
凍結状況 Case1 -30°C V=0.1m/day

【12/16 9時】凍結期間:14日



温度分布 (b-b' 断面)

## 数値解析による予測結果

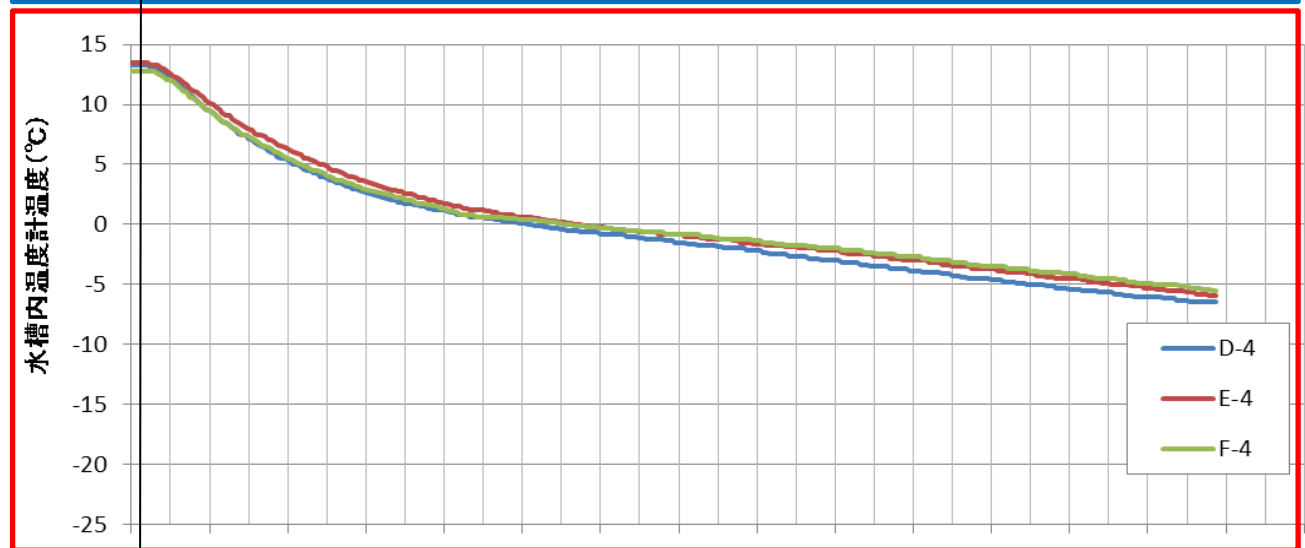
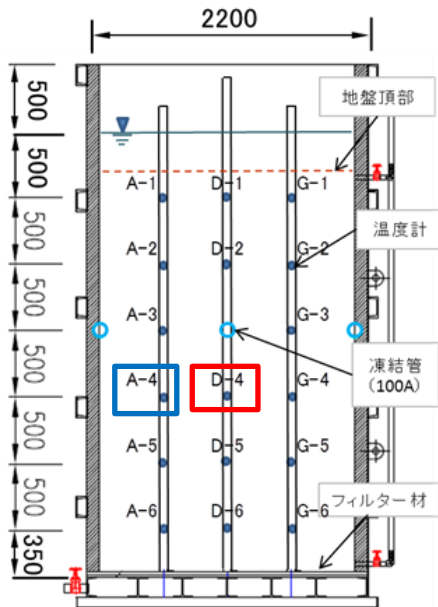
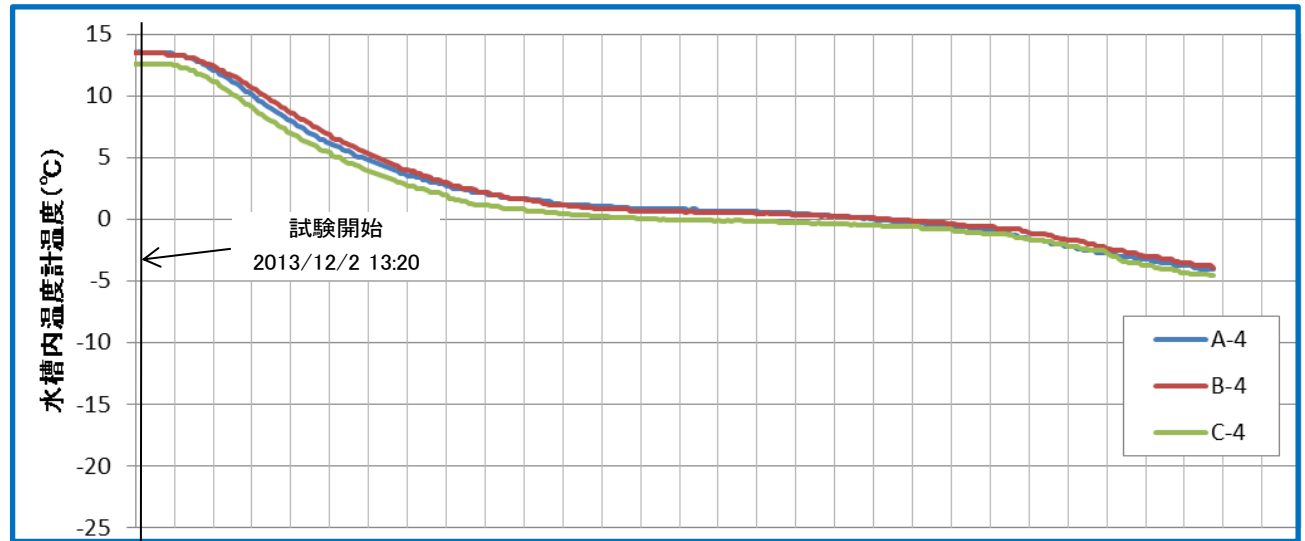
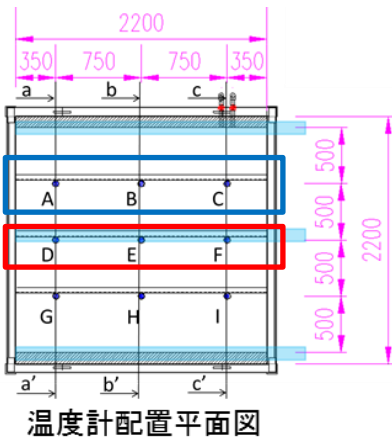


- ・凍土が完全に閉合し、流量ゼロ
- ・解析結果と概ね合致

# 実証試験③：高地下水流速下実証試験（モックアップ）

凍結状況 Case1  $-30^{\circ}\text{C}$   $V=0.1\text{m/day}$

【12/16 9時】凍結期間:14日



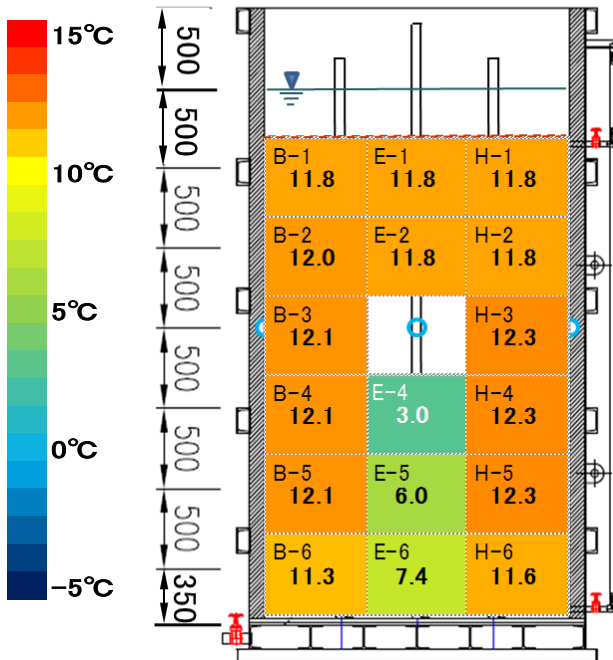
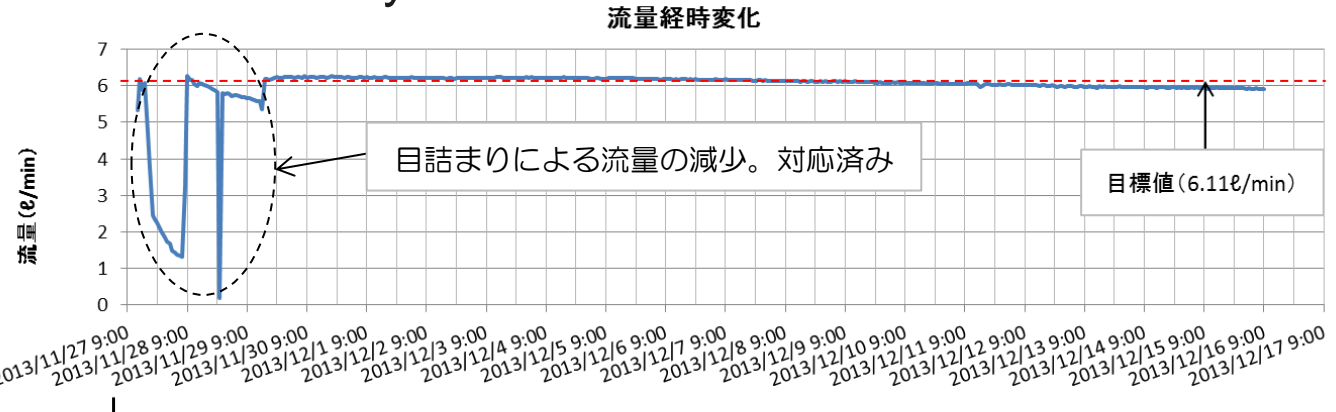
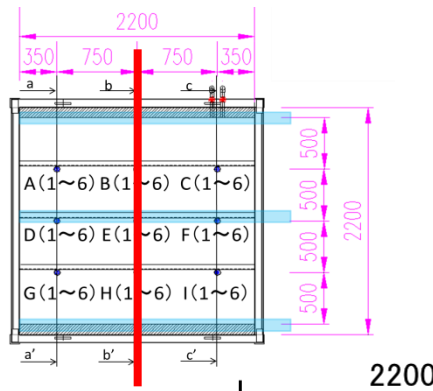
2013/12/2 12:00  
2013/12/3 12:00  
2013/12/4 12:00  
2013/12/5 12:00  
2013/12/6 12:00  
2013/12/7 12:00  
2013/12/8 12:00  
2013/12/9 12:00  
2013/12/10 12:00  
2013/12/11 12:00  
2013/12/12 12:00  
2013/12/13 12:00  
2013/12/14 12:00  
2013/12/15 12:00  
2013/12/16 12:00  
2013/12/17 12:00



# 実証試験③：高地下水流速下実証試験（モックアップ）

凍結状況 Case2 -30°C V=2.0m/day

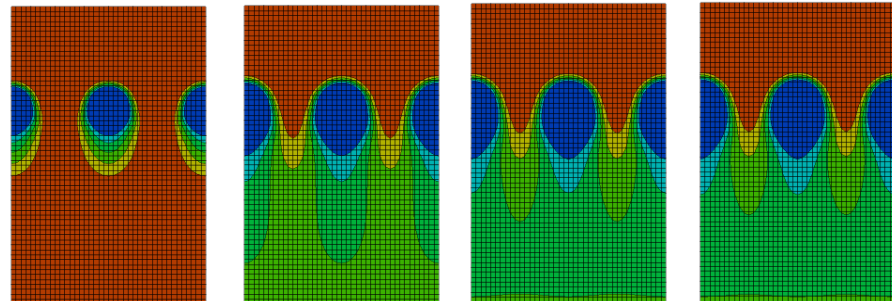
【12/16 9時】凍結期間:19日



温度分布 (b-b' 断面)

## 数値解析による予測結果(V=0.7m/day)

1 Step ( 48) 4.80000E+01 TEMP -4.900 2 Step ( 74) 1.44000E+02 TEMP -4.900 3 Step ( 88) 2.64000E+02 TEMP -4.900 4 Step ( 112) 5.04000E+02 TEMP -4.900



凍結範囲 (濃い青)

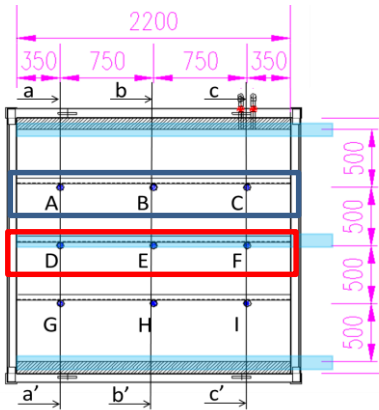
1日後 5日後 10日後 20日後

- ・凍土閉合の見込みなし
- ・解析結果と概ね合致

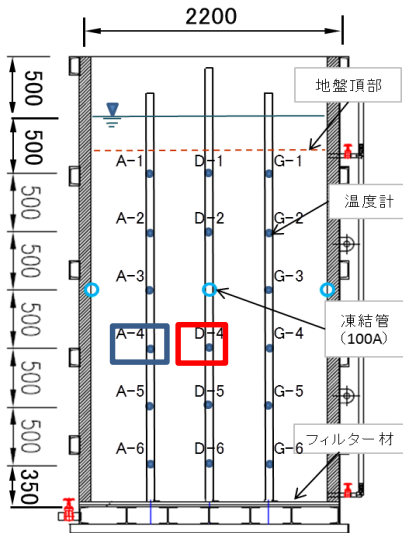
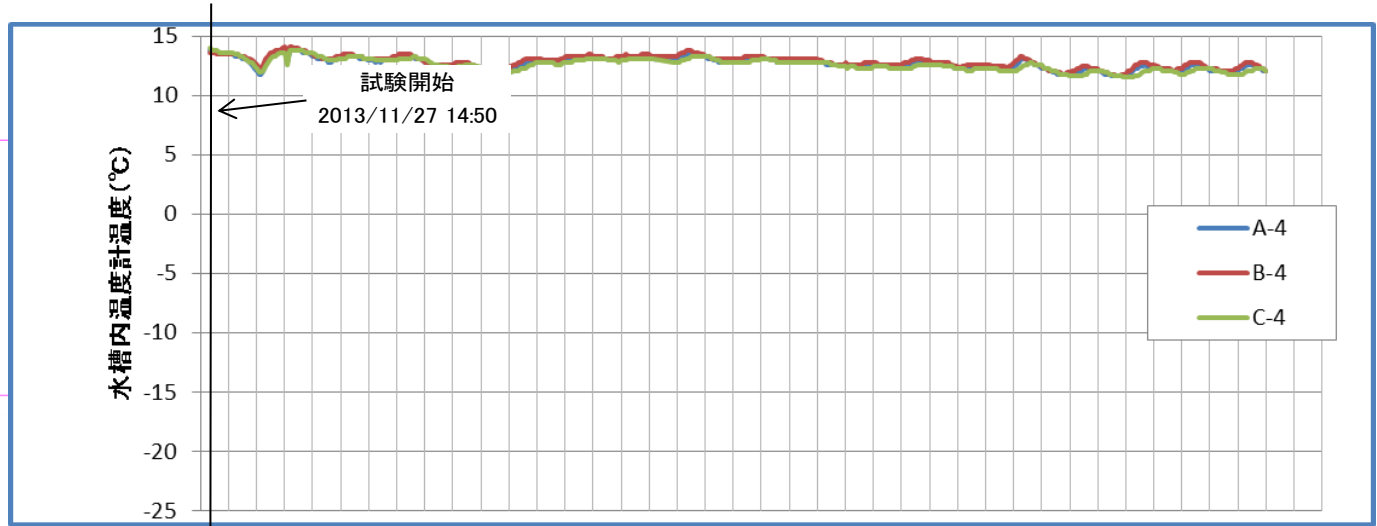
# 実証試験③：高地下水流速下実証試験（モックアップ）

凍結状況 Case2 -30°C V=2.0m/day

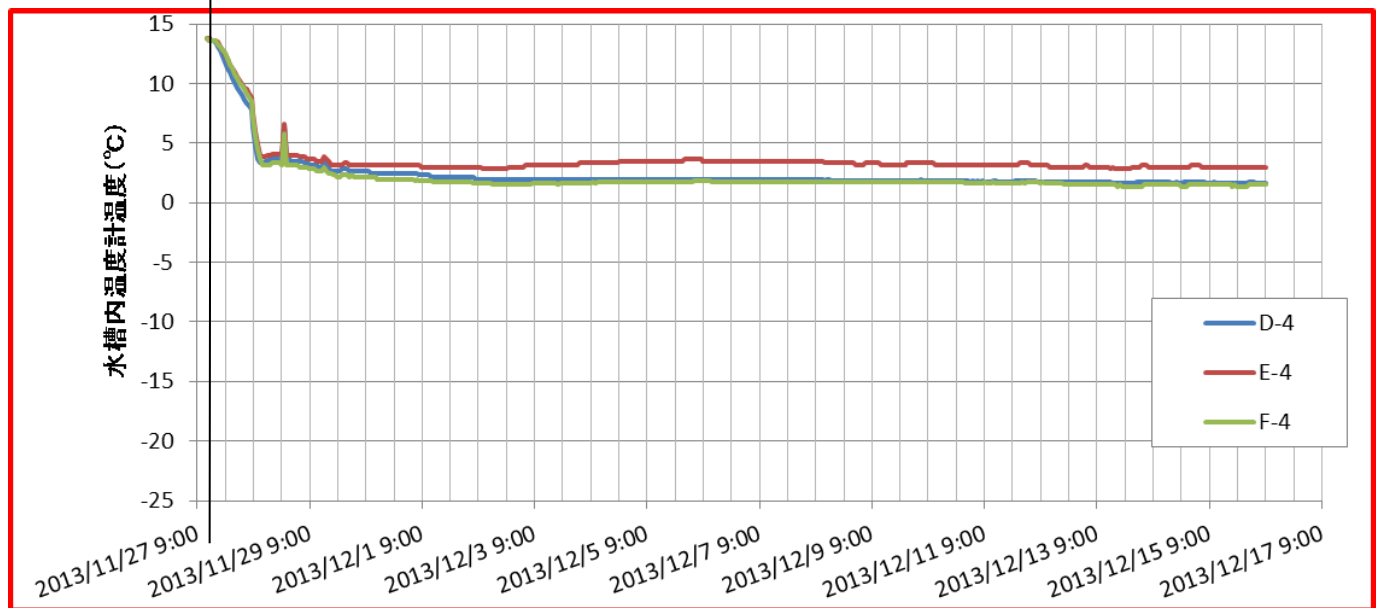
【12/16 9時】凍結期間：19日



温度計配置平面図



温度計配置断面図(a-a'断面)



# 実証試験③：高地下水流速下実証試験（モックアップ）

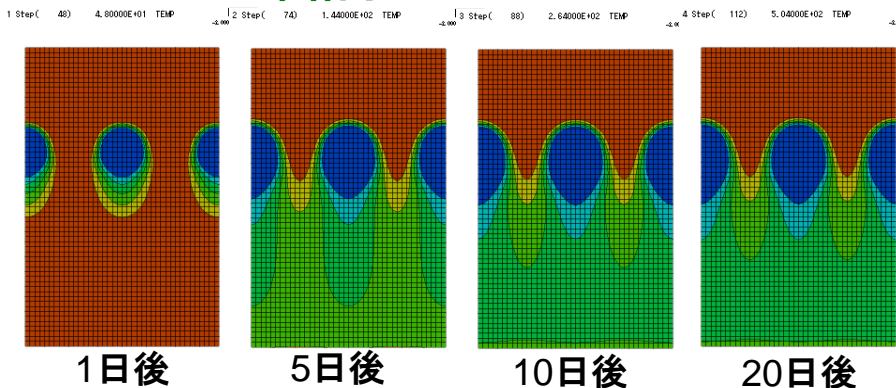
## 試験流速の見直し(案)

	ブライン温度 (°C)	試験流速 (m/day)		凍土閉合の 見込み	備 考
		当初計画	変更 (案)		
Case1	-30	0.1	—	○ (実績)	実施中
Case2		2.0	—	× (実績)	実施中
(Case2' )		—	0.7	×	追加 (Case2を解凍して実施)
Case3	-40	0.1	0.7	○	Case1の結果から閉合が自明
Case4		2.0	—	×	

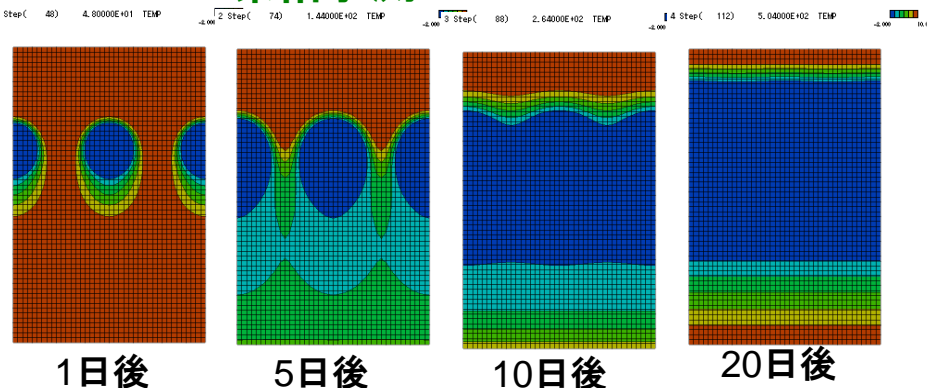
■ -30~-40°Cで閉合可能な限界流速は、数値解析によると0.7m/day前後。

■ Case1,2の試験結果から数値解析の妥当性を確認できたことから、**限界流速付近 (0.7m/day)**の試験を行う。

### Case2' 凍結予測



### Case3 凍結予測



# 実証試験③：高地下水流速下実証試験（モックアップ）

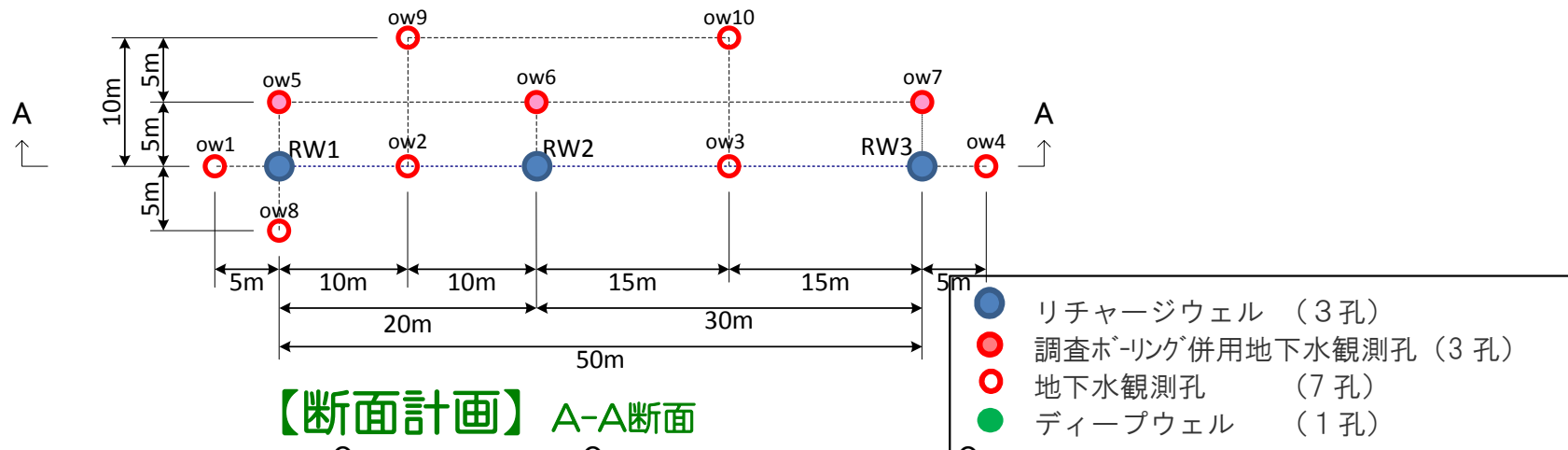
## 実施スケジュール(案)

		H25(2013)						H26(2014)								
		11月			12月			1月			2月			3月		
		上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬
Case1	-30°C				0.1m/day											
Case2					2.0m/day											
(Case2')								解凍	0.7m/day							
Case3	-40°C										0.7m/day					
Case4											2.0m/day					
		<div style="display: flex; justify-content: flex-end; align-items: center;"> <div style="width: 20px; height: 10px; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></div> 現計画                 </div> <div style="display: flex; justify-content: flex-end; align-items: center; margin-top: 5px;"> <div style="width: 20px; height: 10px; border: 1px solid red; margin-right: 5px;"></div> 変更(案)                 </div>														

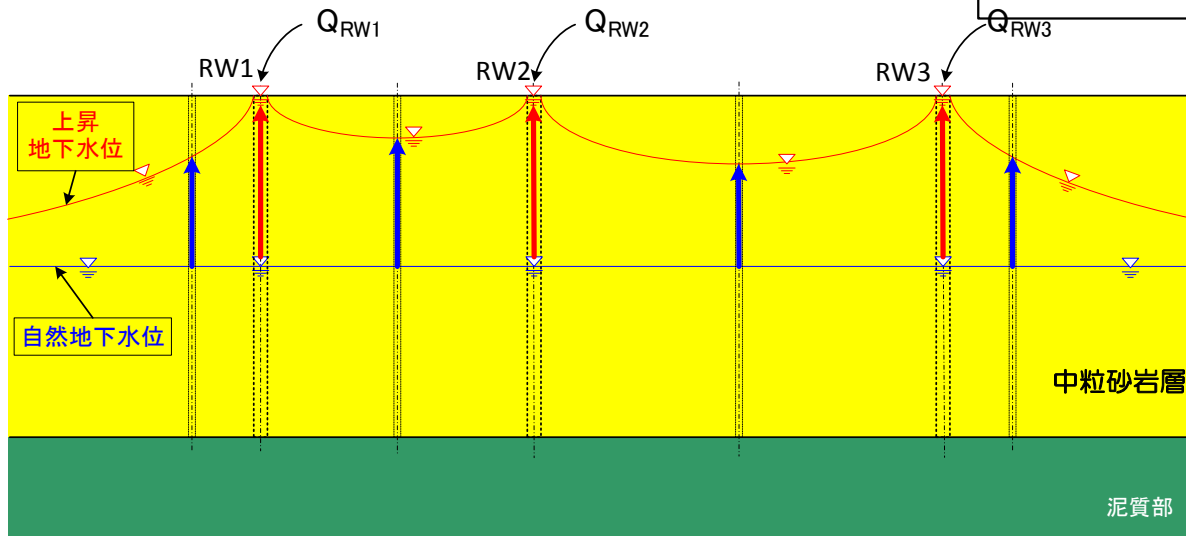
# 実証試験④：リチャージ特性評価試験

リチャージ特性評価試験の概要 **目的**：遮水壁閉合区域内の地下水位をコントロールするための技術の成立性に関する検証

## 【平面計画】



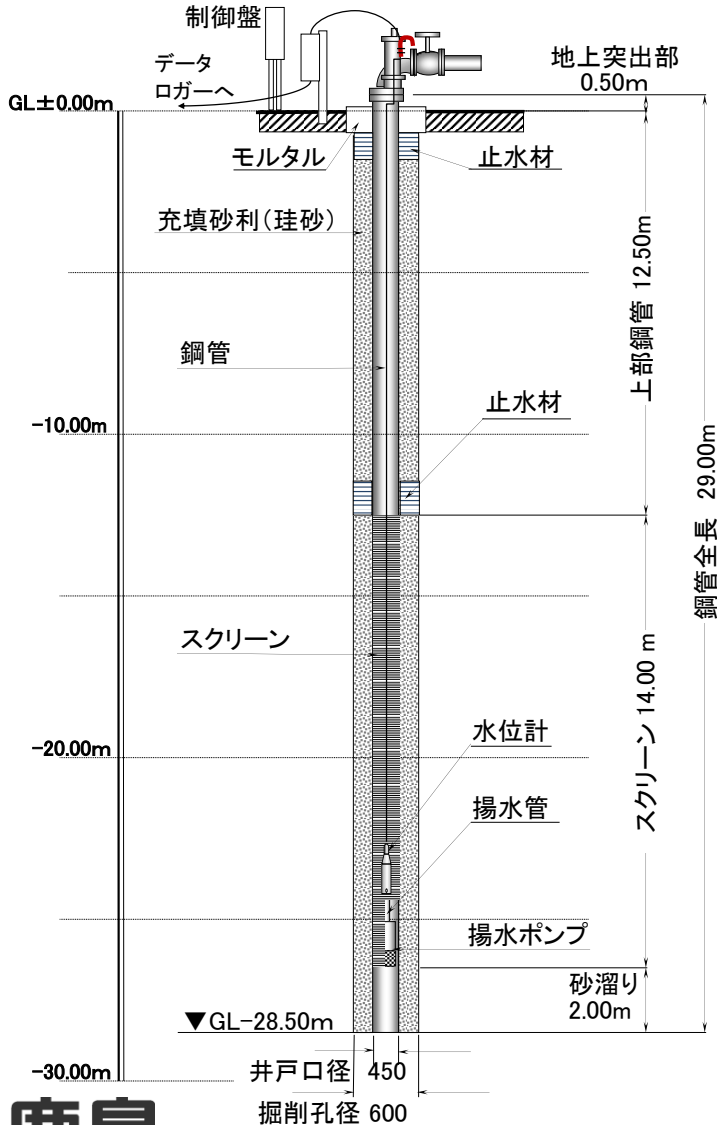
## 【断面計画】 A-A断面



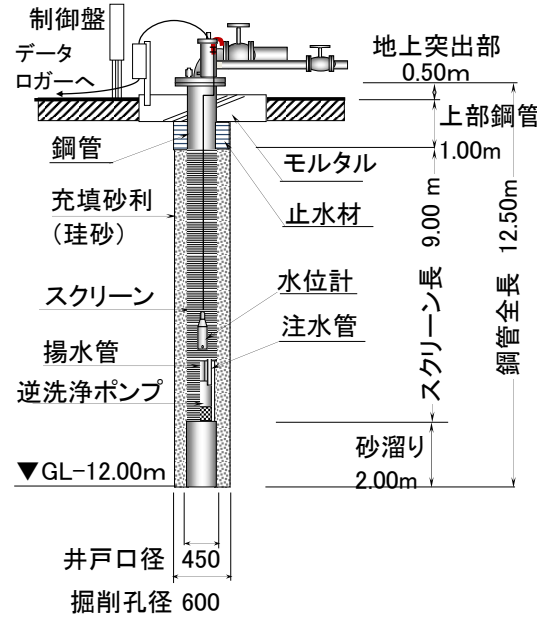
# 実証試験④：リチャージ特性評価試験

## 井戸構造

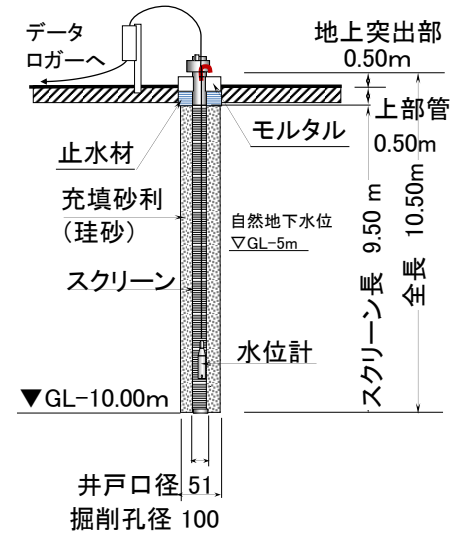
【ディープウェル(1本)】



【リチャージウェル(3本)】



【地下水位観測井(10本)】



# 実証試験④：リチャージ特性評価試験

## 実施内容

### 1. 事前地盤調査

- 地下水位観測井10孔のうち3孔でコアボーリングを実施
- コアボーリング ⇒ 柱状図作成、地層構成の把握
- 土質試験 ⇒ 目詰まり要因：粒度分布、乾燥密度

### 2. リチャージウエル（3孔）、観測井（10孔）の設置

### 3. 計測装置の設置

- 地下水位、注水量、降水量、気圧 等

### 4. 事前揚水試験（リチャージウエル：RW2 で実施）

- 段階揚水試験、連続揚水試験

### 5. リチャージウエルによる注水試験

- 段階注水試験（1孔）
- 連続注水試験（1孔、2孔、3孔）

# 実証試験④：リチャージ特性評価試験

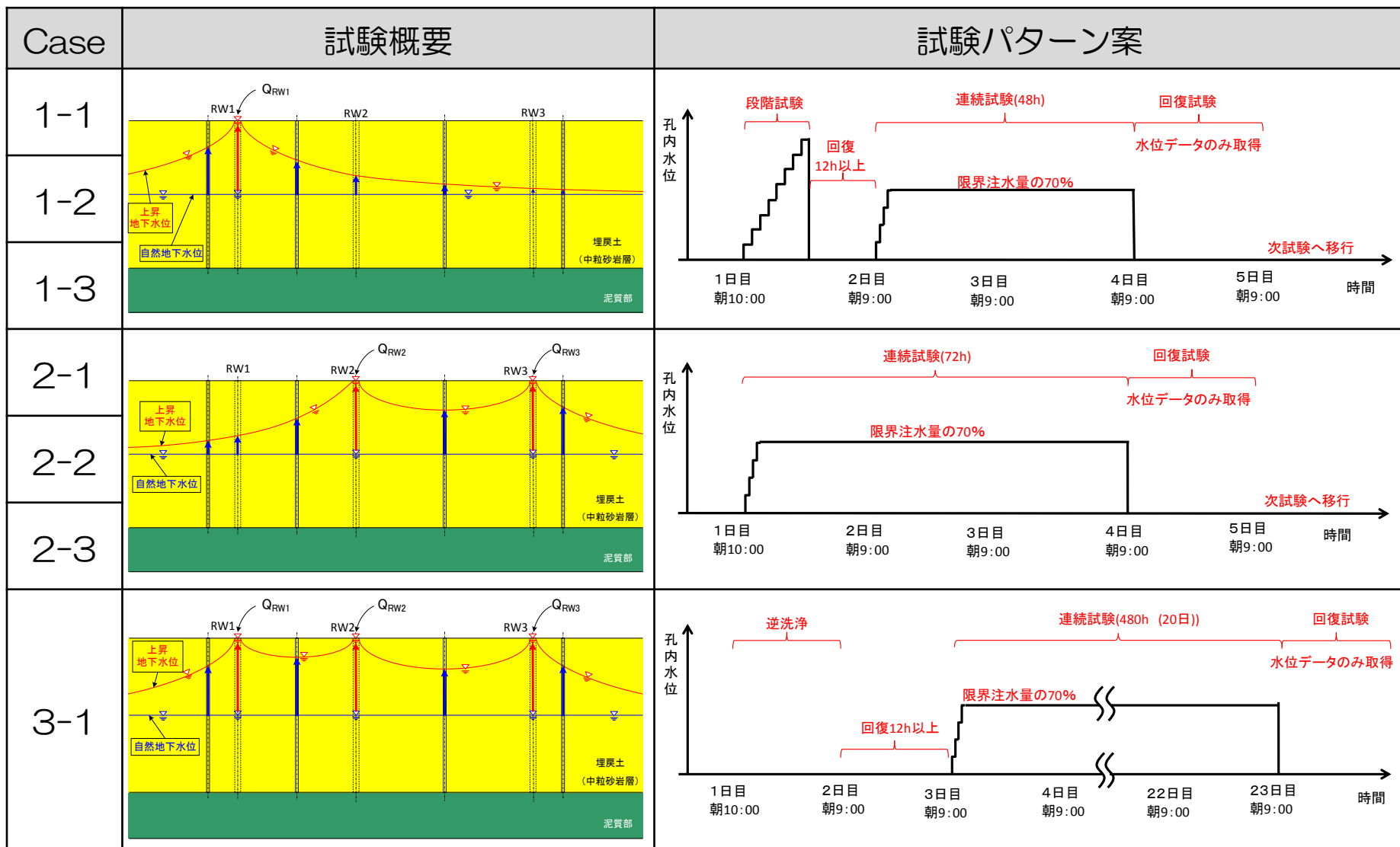
## 注水試験ケースと試験目的

Case	注水を行う井戸	井戸間隔	概要	実施内容	主な試験目的
1-1	RW1	—	1孔での注水試験	・ 段階注水試験	・ 限界注水圧・限界注水量の評価 ⇒ 適正注水量の把握
1-2	RW2	—		・ 連続注水試験	・ 地下水位上昇量の確認 ・ 揚水試験と注水試験の結果比較 ⇒ 注水能力（注水量/揚水量） ⇒ 水理定数（透水係数、貯留係数、影響圏半径）
1-3	RW3	—			
2-1	RW1-RW2	20m	2孔での注水試験	・ 連続注水試験	・ 井戸間隔の違いによる、地下水位上昇量の確認 ・ 影響圏半径の確認
2-2	RW2-RW3	30m			
2-3	RW3-RW1	50m			
3-1	RW1,RW2, RW3の全孔	20m, 30m	3孔での注水試験	・ 連続注水試験	・ 3孔から注水した場合の地下水位上昇量の確認 ・ 長期的な目詰まり傾向の確認（試験期間：約20日間）



# 実証試験④：リチャージ特性評価試験

## 注水試験パターン（案）



# 実証試験④：リチャージ特性評価試験

## 実施スケジュール（案）

項目	2013年					2014年			備考
	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	
検討・評価・まとめ	地下水コントロール（複数案）成立性の評価（机上検討）					事後評価解析			
	リチャージに関する事前解析・詳細実証計画					考察・まとめ			
準備									
ディープウェル工									1本
リチャージ孔設置									3本
復水準備									
観測孔設置									10本
計測機器設置									
リチャージ特性確認試験									7ケース
片付									