

第17回熊本市液状化対策技術検討委員会

説明資料

【近見地区】

【議題2 各地区の経過報告について】

(議題2-2 ⑦地区の地下水位低下状況について)

令和5年3月14日

議事○ ⑦地区の地下水位低下状況について

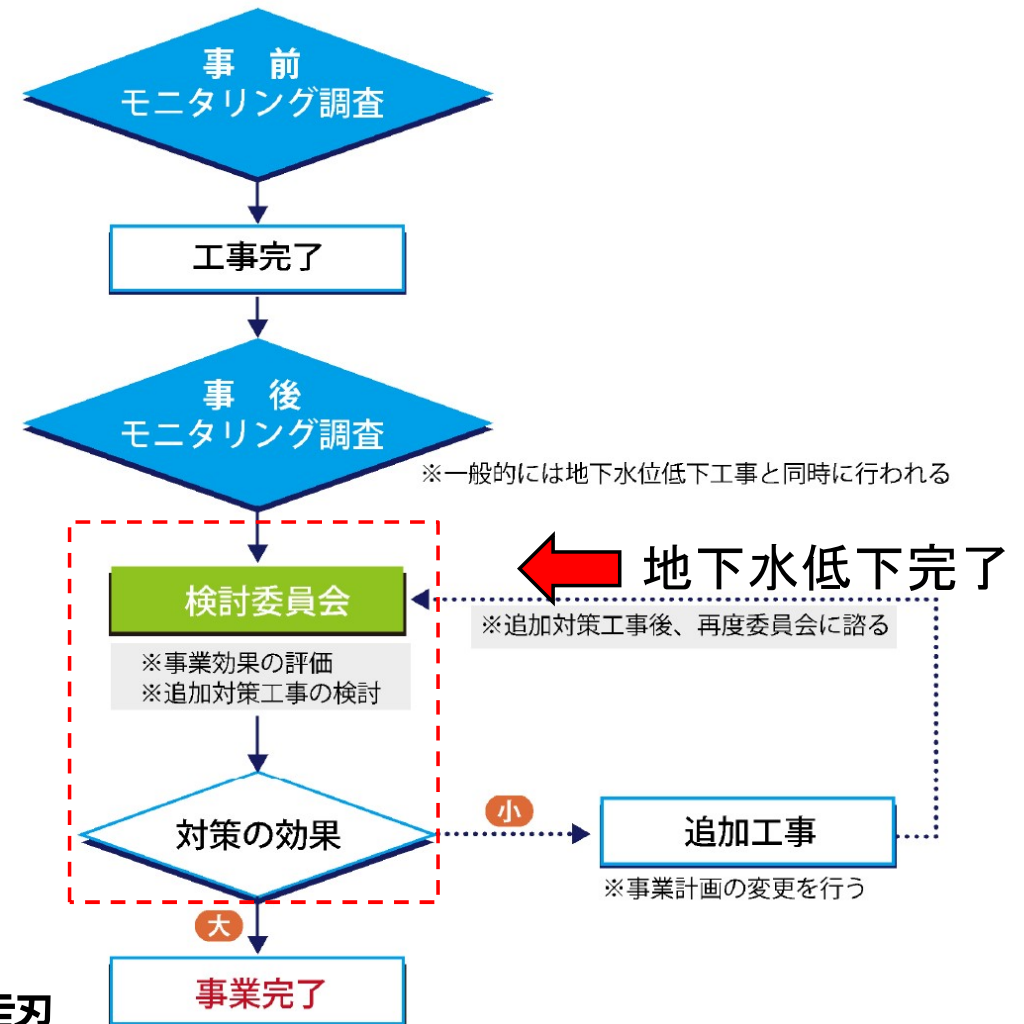
- 1 本排水完了後の最終報告
- 2 モニタリング結果

【事業効果確認計画】

- ・ 地下水位低下工法による
液状化対策効果の確認
および地盤変動等の影響
検証を行うための計画。

【主な確認事項】

- ① 地下水位観測
 - ・ 非液状化層の確認
 - ・ 遮水効果の確認
- ② 沈下計測
 - ・ 事業前後の地盤変動の確認
(工事中、地下水位低下後)
- ③ 排水量計測
 - ・ ポンプ規模妥当性の確認



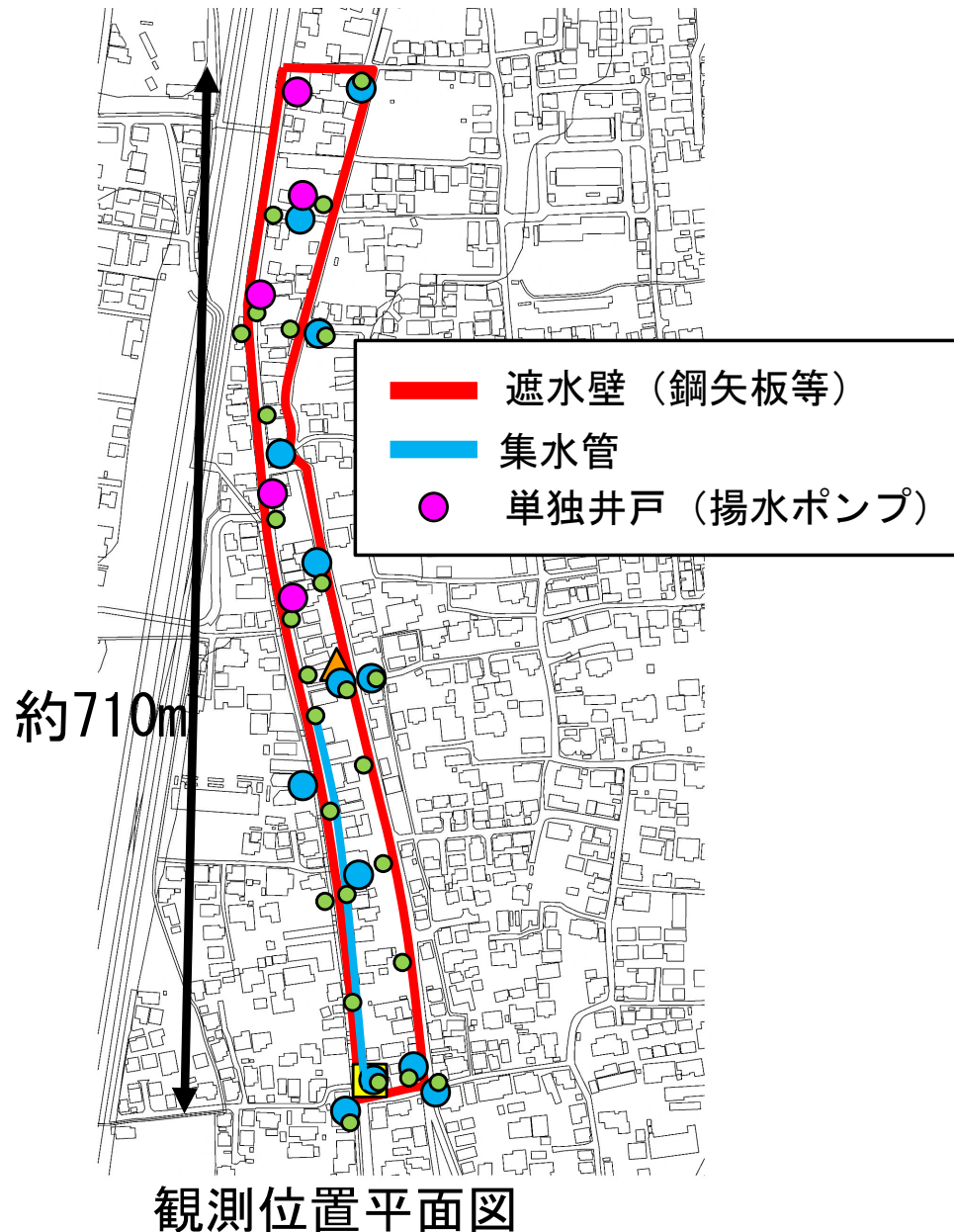
事業フロー図

【事業効果の確認項目】

確認項目一覧表

確認事項	内容	目標	計測・対応等
水位低下	地下水位の低下量 周辺の地下水位への 影響確認	GL-3.0m ($\Delta h=2.0m$)	自記水位計 降雨量
地盤沈下 (傾斜角) (沈下量)	地下水低下に伴う 地盤沈下状況の確認	基準:傾斜3/1000rad (最大5/1000rad) 基準:沈下量50mm 解析との比較	層別沈下計 沈下鉋 宅地の沈下観測
水質変化	地下水低下に伴う 水質変化状況の確認 (浅井戸対象)	事業による水質変化 がないこと	水質分析
排水量	想定排水量等との 相関性確認	—	ポンプ制御装置 (排水量計測)
想定していた 効果が得られない 場合の対応策	原因を推定して追加対 策の検討を実施	上記効果を 満足する事	各種必要な調査

【モニタリング観測平面図】



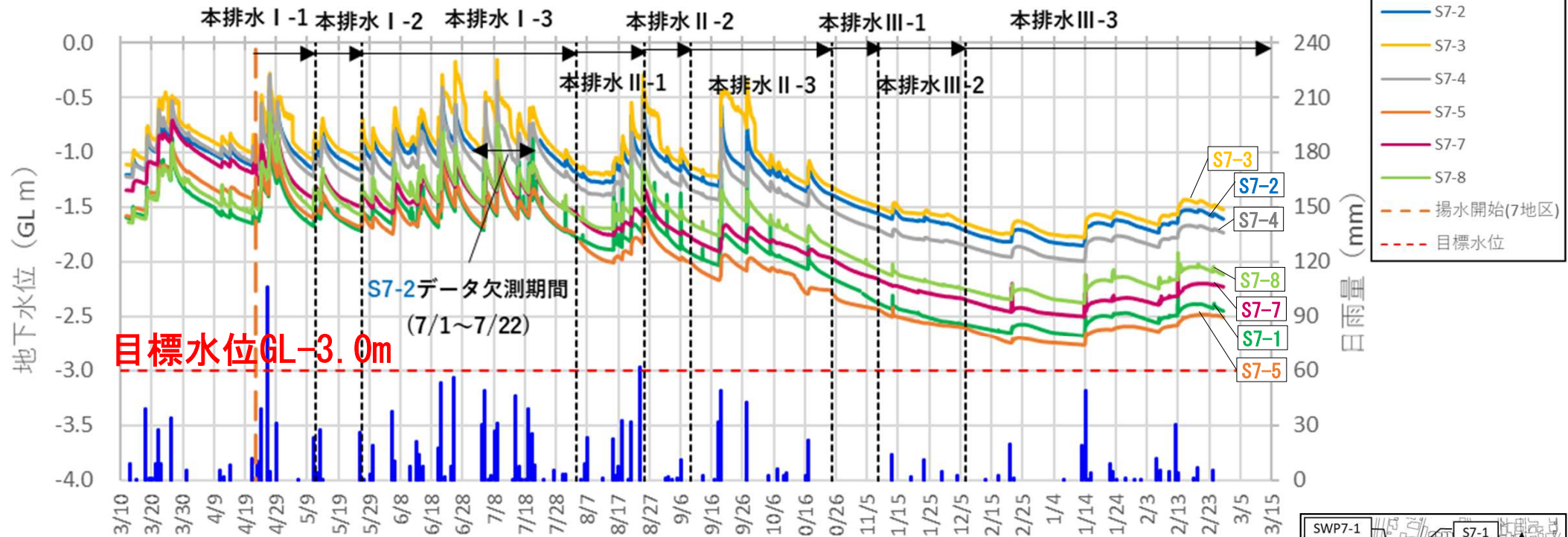
各項目の観測箇所数

設置計器		観測箇所数
自記水位計	○	13基
層別沈下計	▲	1基
沈下鉋	●	26点
排水ポンプ(MHP)	■	1箇所
排水ポンプ(単独井戸)	●	5箇所

各項目の観測方法

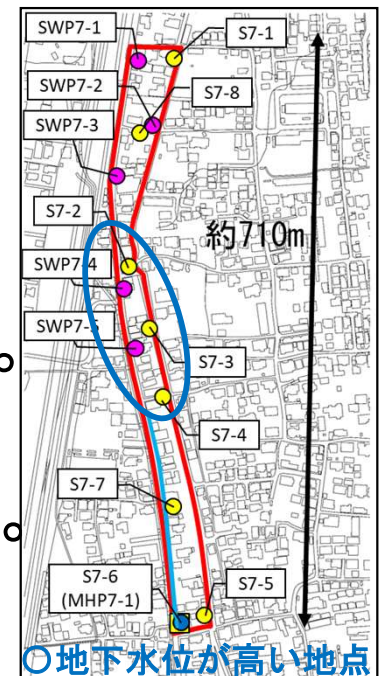
項目	観測方法
水位低下	○ 自記水位計
地盤沈下	● 沈下鉋、▲ 層別沈下計 宅地の傾斜観測（7 宅地）
水質変化	■ 水質分析（年2回）
排水量	■ ● ポンプ制御装置
降雨量	雨量計（気象庁）

【対策区域内の地下水位（GL）】

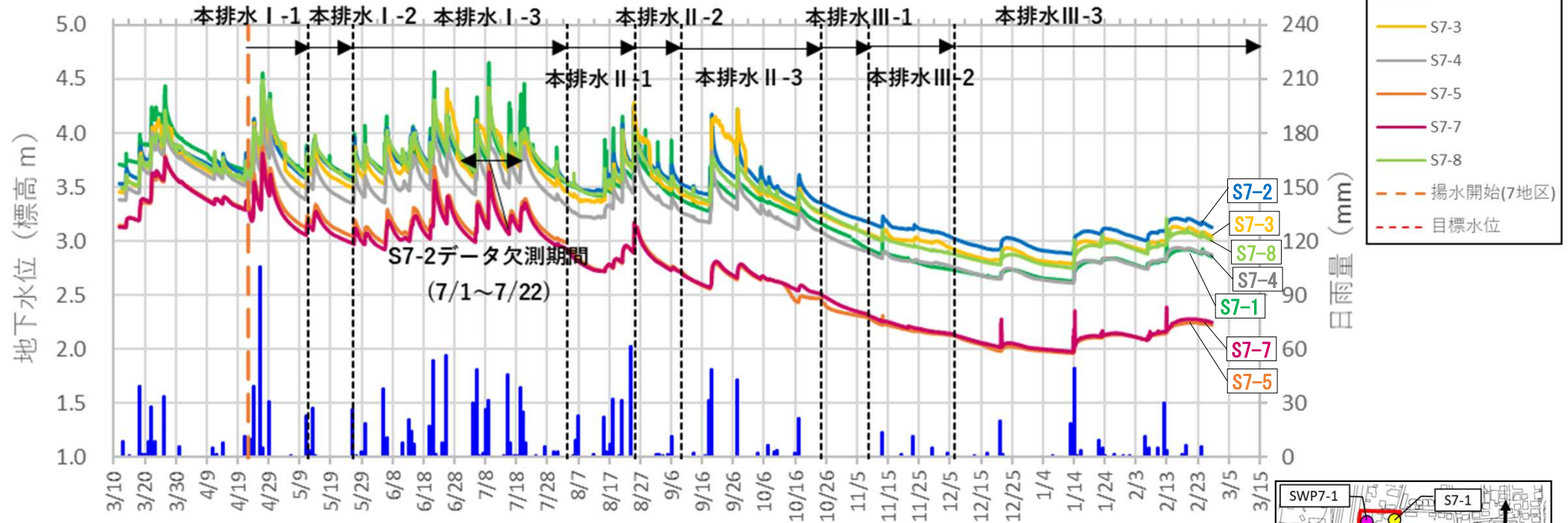


区域内水位変動図 (GL表記)

- 区域内の地下水位は、全地点で目標水位未満であり、最も目標水位に近い地点は、S7-5 (GL-2.8m程度) である。
- 地区中央部 (S7-2、S7-3、S7-4) の地下水位が GL-1.5～-2.0m程度と地下水位が比較的高い状態である。

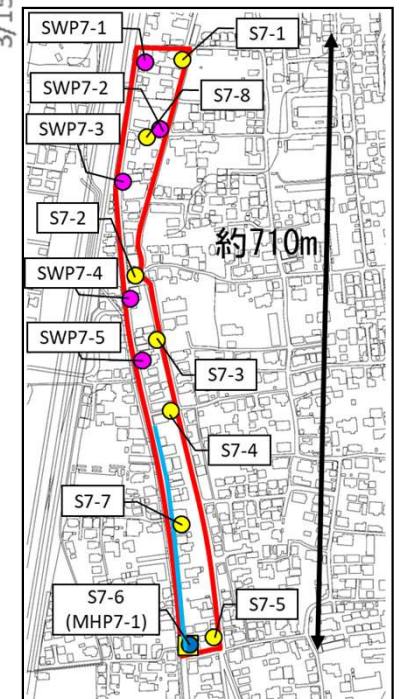


【対策区域内の地下水位（標高）】

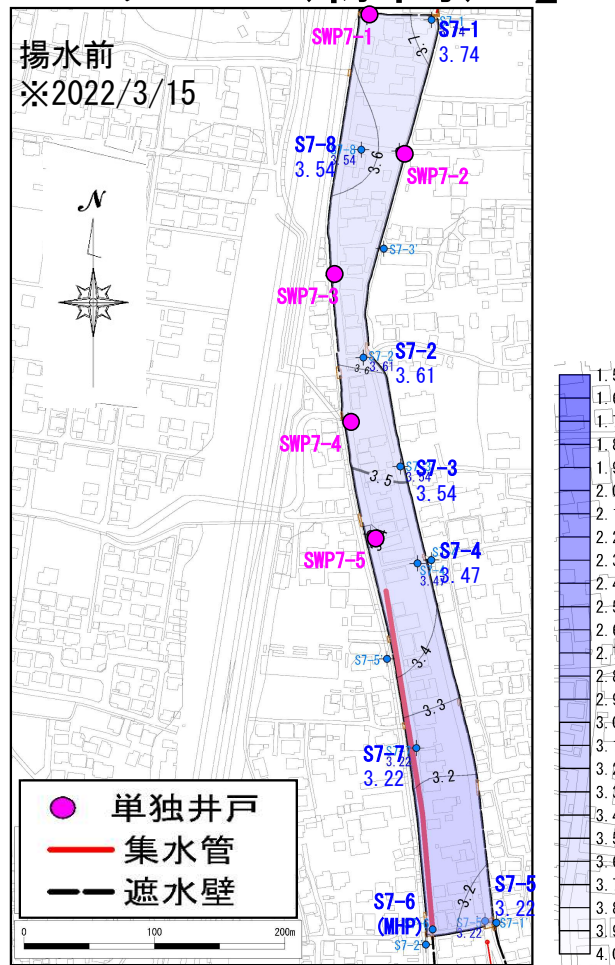


区域内水位変動図（標高表記）

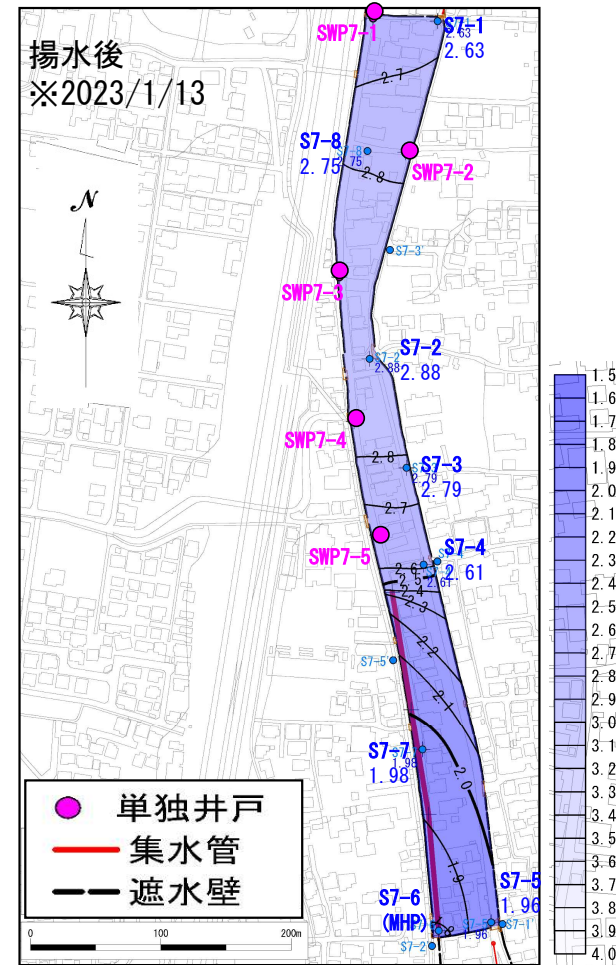
- 地下水位の標高は、北から南へと低くなっており、集水管のある地区の南側が水位低下しており、水位低下量も大きい。



【地下水コンター（標高）】



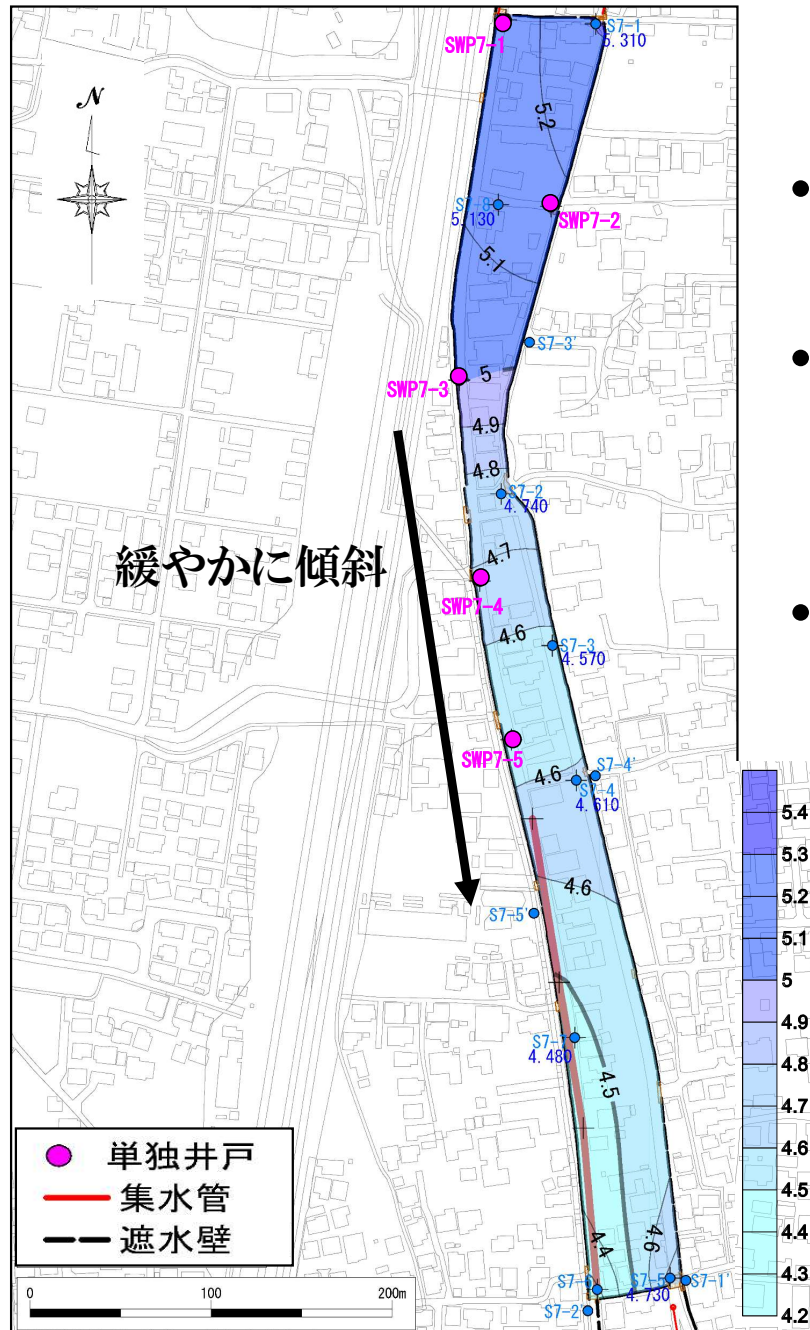
地下水コンター（揚水前）



地下水コンター（揚水後）

- ・揚水前の地下水位は、北から南へ流下しており、その標高差は0.5m程度である。
- ・揚水後の地下水位は、地区中央部～北部が高い。南北の標高差は0.9m程度であり、南西側の集水管に向かい地下水位が低下している。

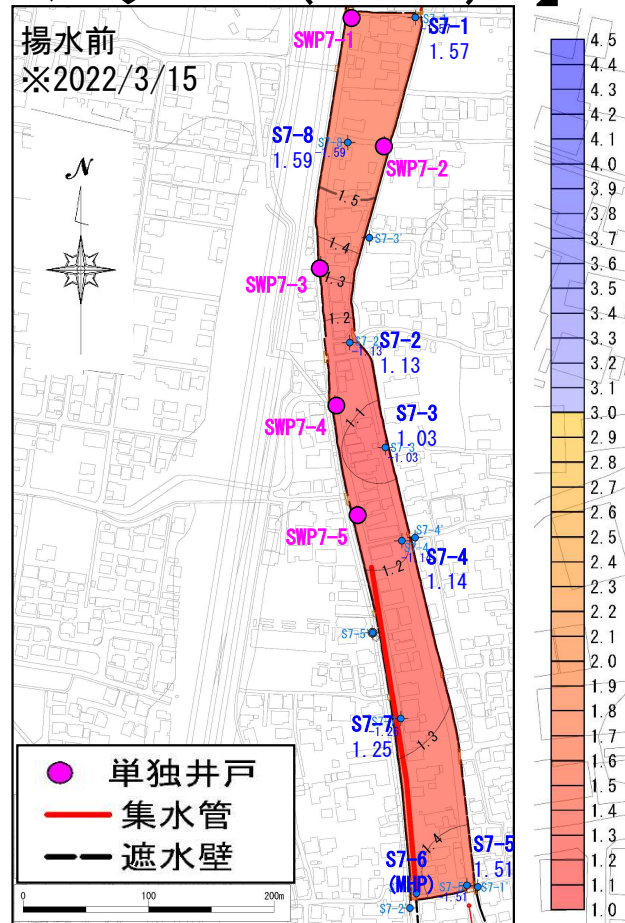
【地盤高コンター（標高）】



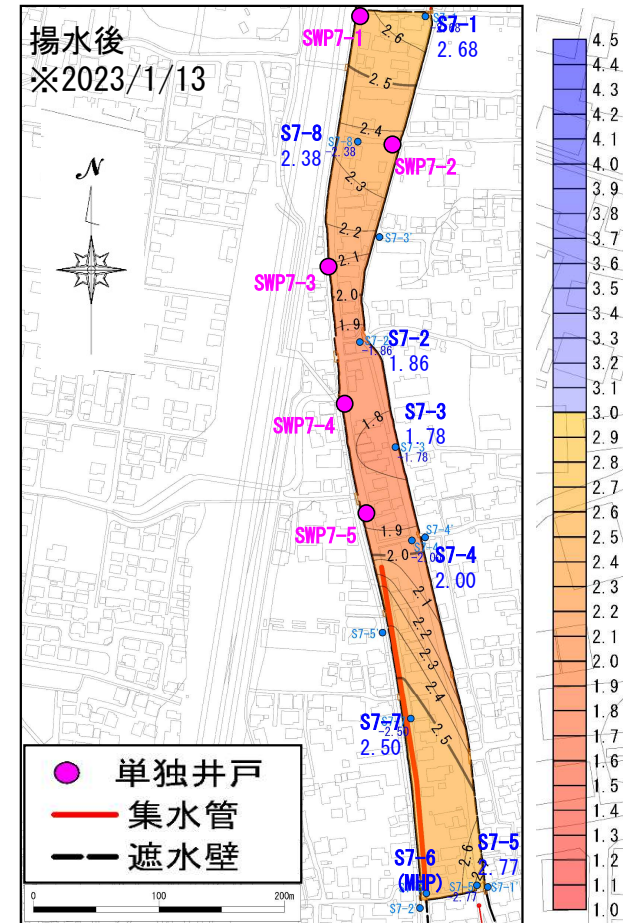
地盤高コンター

- 地盤高は、北から南へ向かって緩やかに低くなっている。
- 区域内の地盤高は、TP+5.3～4.3m程度であり、北から南にかけて緩やかに傾斜している。
- 地区の中央部はTP+4.6m程度の比較的平坦な地形である。

【地下水コンター (GL-m)】



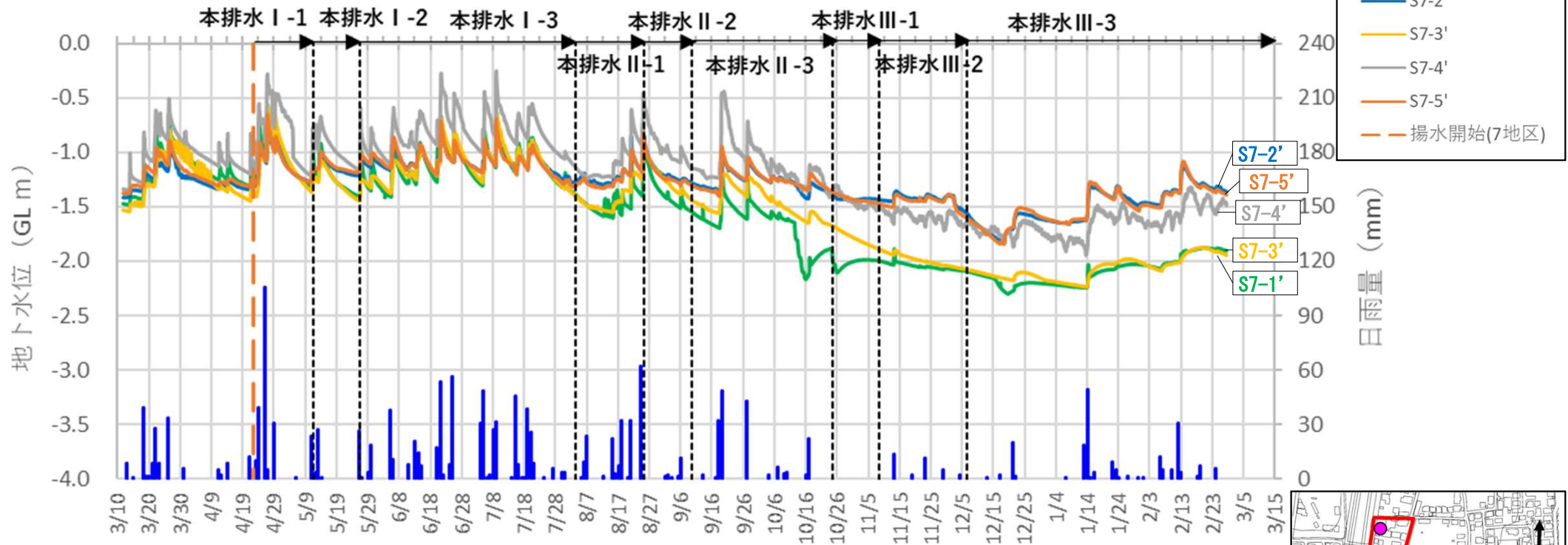
地下水コンター(揚水前)



地下水コンター(揚水後)

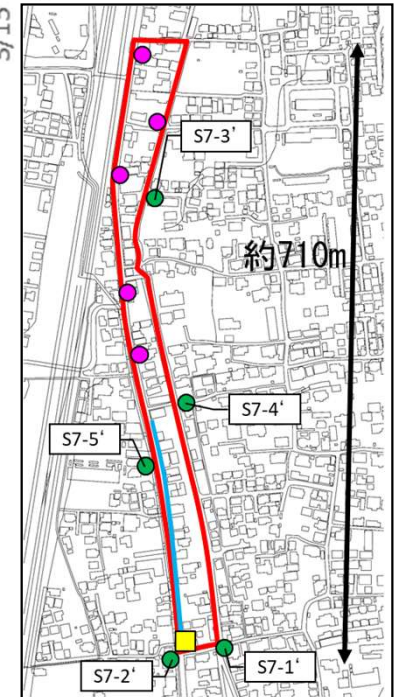
- 揚水前の地下水位はGL-1.1～1.5m程度であり、地区中央部の地盤高が平坦となる範囲は相対的に地下水位が高い。
- 揚水後の地下水位は、GL-1.8～2.7m程度となり、**地区の中央部の地下水位が最も高く、南北に向かい地下水位が低くなる。**
- 地区全体で**目標水位未達(黄色)**であり、**地区の南側はGL-2.7m程度まで水位が低下**しており、集水管の効果が出ていると考えられる。

【対策区域外の地下水位（GL）】

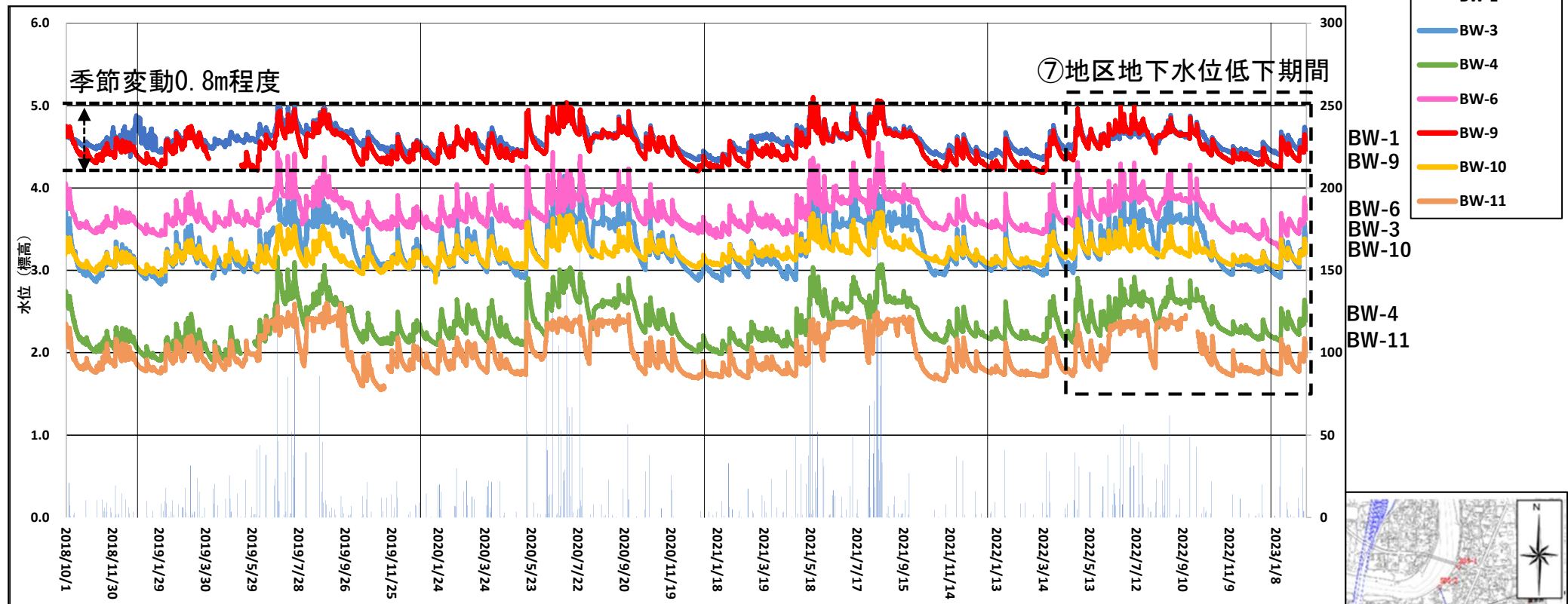


区域外水位変動図 (GL表記)

- 区域外においても、S7-1'、S7-3'で水位低下の傾向が確認されている。
- 特に⑧地区との境界のS7-1'では、揚水開始前と比較して0.7～0.8m程度の水位低下が確認される。
- ただし、水位低下している範囲を含め、沈下の傾向は確認されていない（詳細は後述する）。

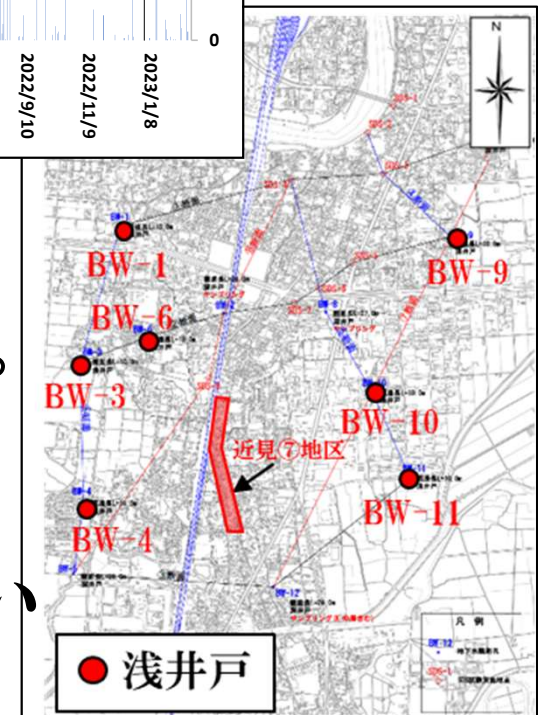


【対策区域外（広域）の地下水位（標高）】



区域外水位変動図（標高表記）

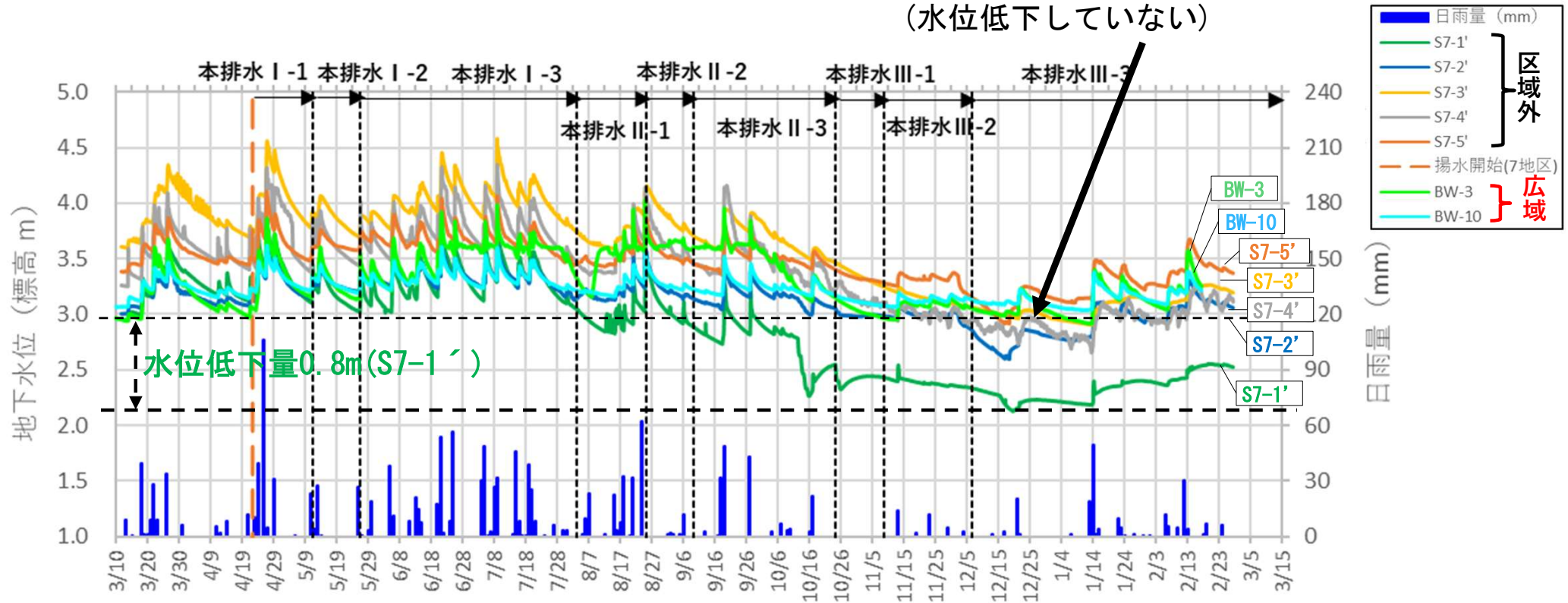
- ・区域外の水位低下について、季節変動の影響を考慮するため、広域地下水位の水位変動を確認した。
- ・広域の地下水位は、豊水期と渇水期で0.8m程度の季節変動が認められるが、揚水前後の渇水期の水位は同程度であり、水位低下の傾向は確認されていない。



【対策区域外の地下水位（標高）】

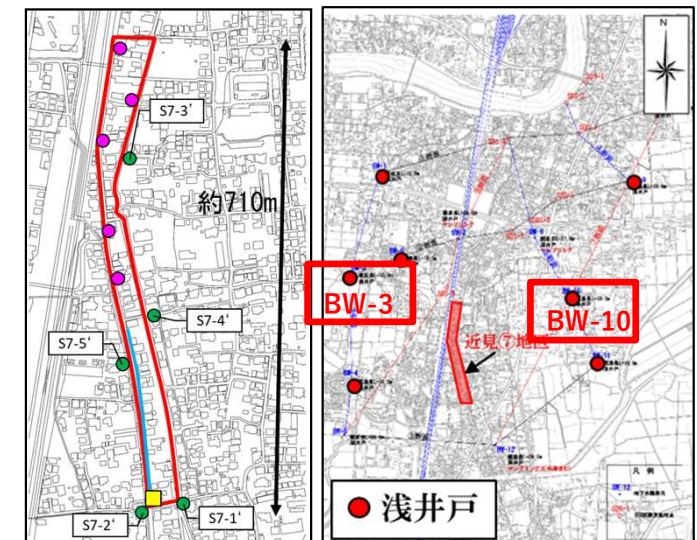
【広域の地下水位】

揚水前後の湧水期の水位は同程度。
(水位低下していない)

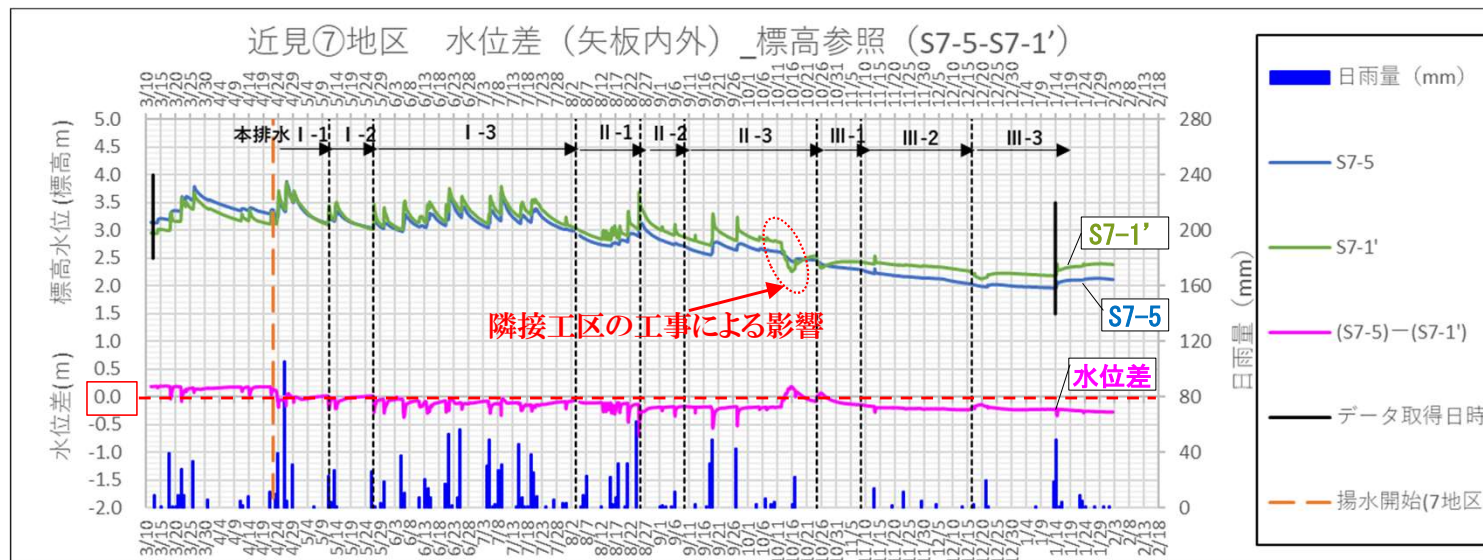


区域外水位変動図（標高表記）

- ・広域の地下水位は、揚水前後で水位低下していない。一方で、区域外の地下水位は、揚水前後で0.2～0.8m程度の水位低下が確認されている。
- ・このことから、区域内の地下水位低下によって、区域近傍の区域外も0.2～0.8m程度の水位低下が生じていると考えられる。

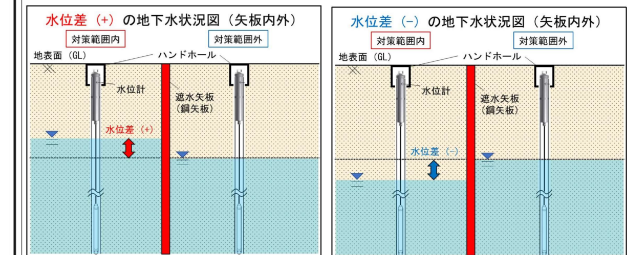


【対策区域外の地下水位】



S7-5とS7-1'の比較					
	2022/3/12 12:00	2023/1/13 19:00		地盤高 (標高m)	目標水位 (標高m)
	揚水開始前水位(標高m)	揚水開始後水位(標高m)	水位低下量(m)	区域外の水位低下率	
区域内(S7-5)	3.14	1.96	1.18	65%	4.73
区域外(S7-1')	2.95	2.19	0.77		4.43
区域内と区域外の水位差	0.19	-0.22	0.41		

S7-5とS7-1'の比較図



区域内外の水位差の模式図



S7-1' 近傍の沈下鉦変動図

- S7-5の水位低下量に対するS7-1'の水位低下量の割合は、65%程度であり、この割合は本排水Ⅱ以降から変化していない。
- 本排水Ⅲ-3が完了した時点での水位低下量は0.77mである。
- また、近傍の沈下鉦においても、沈下の傾向は確認されていない。

【対策区域外の地下水位】

現時点の水位低下量(0.8m)における沈下量の予測

・以下の条件による沈下量を試算した結果、最終的な水位低下量0.8mにおける沈下量は、10mm程度である。

地層構成(S7-1')

As1-u
Ac1-u
As1-d
Ac1-d
As2-u
Ac2-u
K-Ah
As2-d

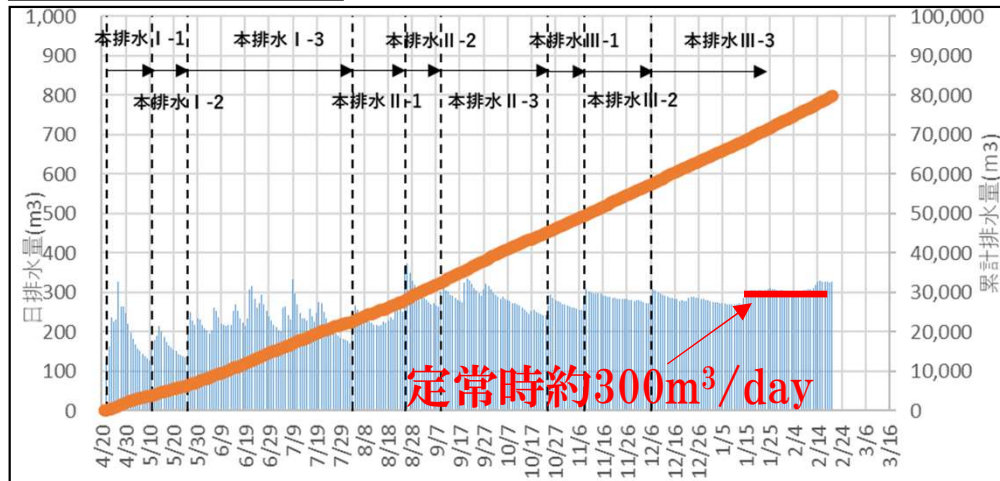
使用した定数一覧

地層名	地層記号	単位体積重量 γ_t (kN/m ³)	圧密定数	
			間隙比～圧力 関係	圧密係数 C_v (cm ² /日)
砂質土	As1-u/As1-d	17.0	Cc法 Cc=0.012	2,500
	As2-u	18.0	Cc法 Cc=0.024	2,500
	As2-d	19.0	非圧密・圧縮層	2,500
粘性土	Ac1-u/Ac1-d	14.0	土質試験結果	300
	Ac2-u	15.0	非圧密・圧縮層	90
K-Ah		16.0	非圧密・圧縮層	2,000

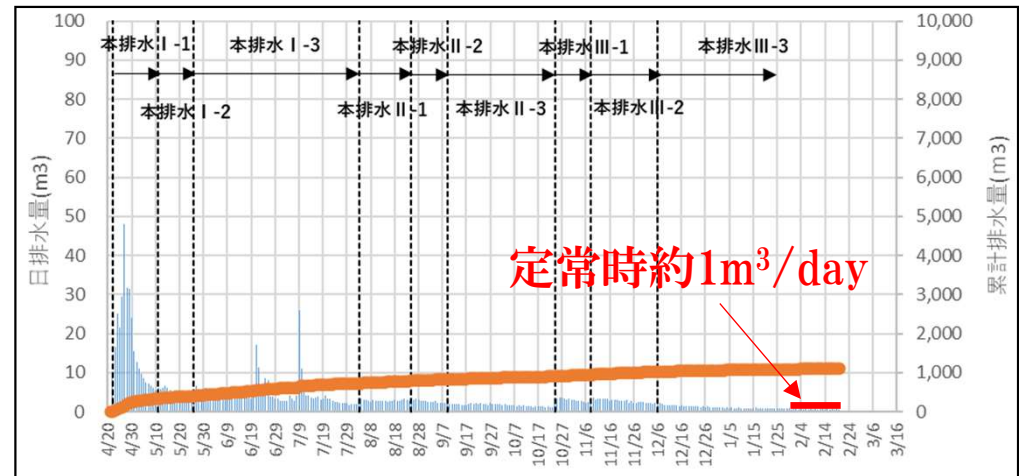
※使用した定数はこれまで委員会で承認を得た定数を基本としたが、設定されていない地層については、追加調査結果を踏まえ再設定した(K-Ah層やAc1層)

【排水量の変化】

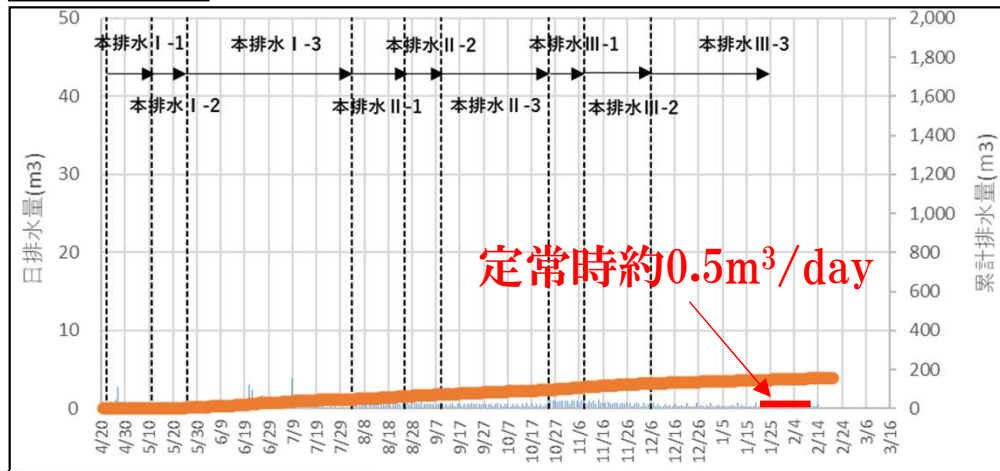
MHP7-1 (S7-6)



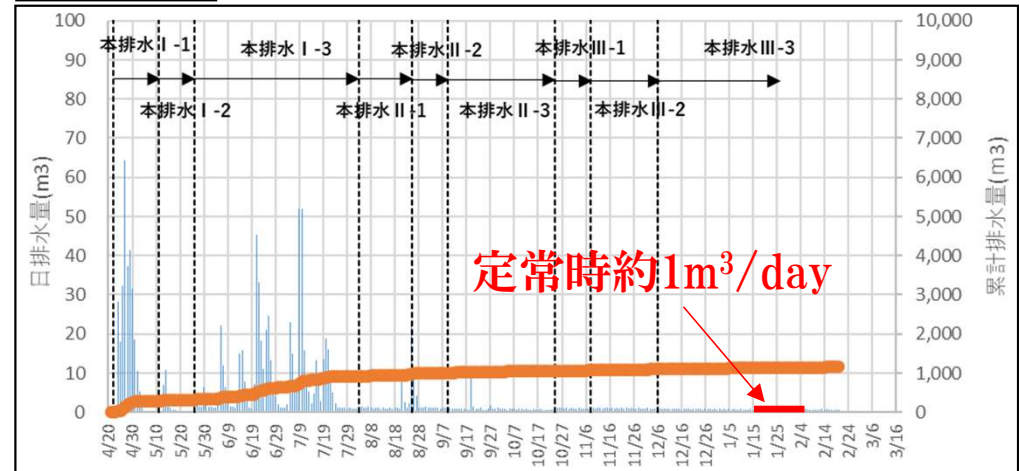
SWP7-1



SWP7-2



SWP7-3



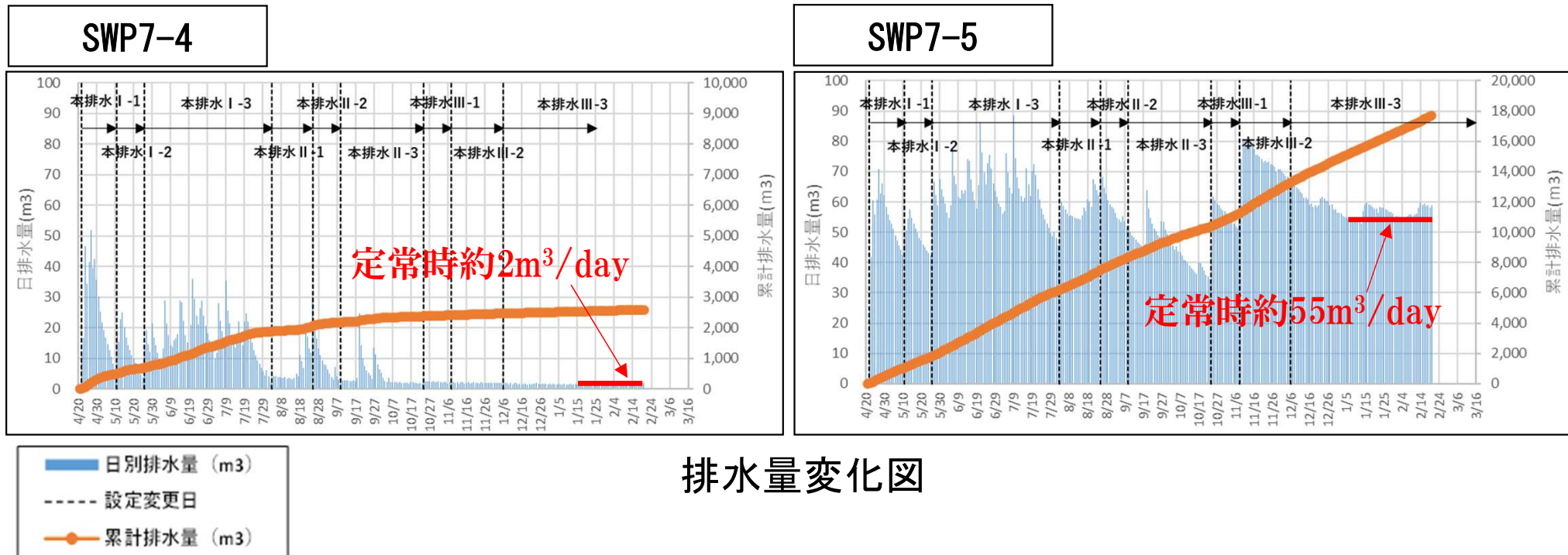
■ 日別排水量 (m³)

----- 設定変更日

● 累計排水量 (m³)

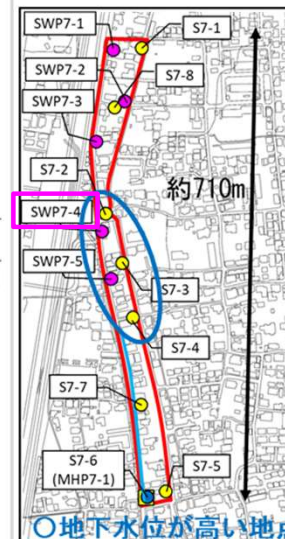
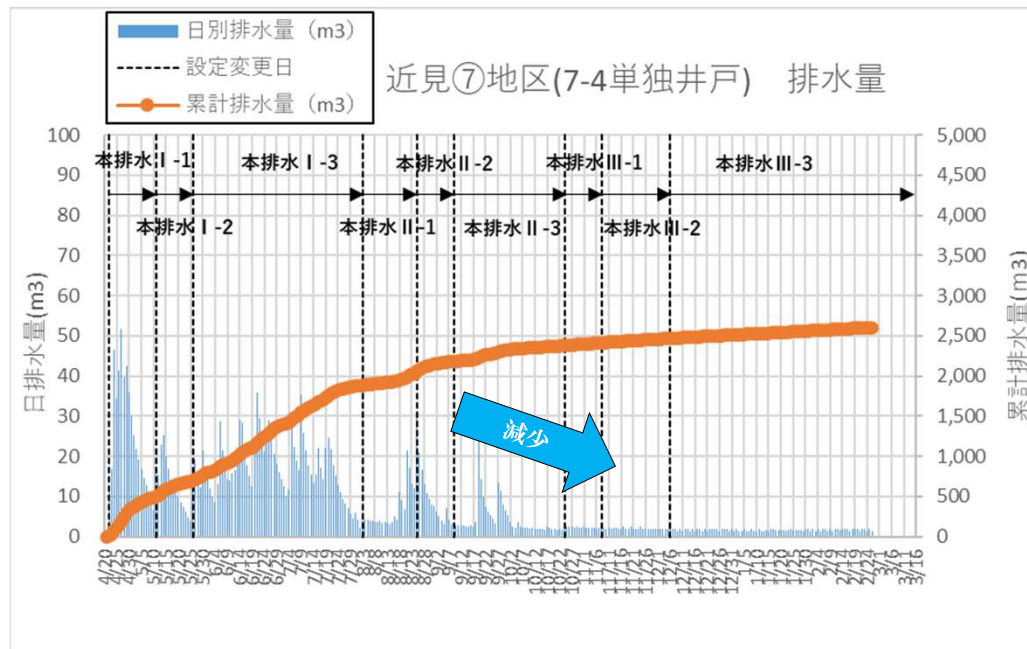
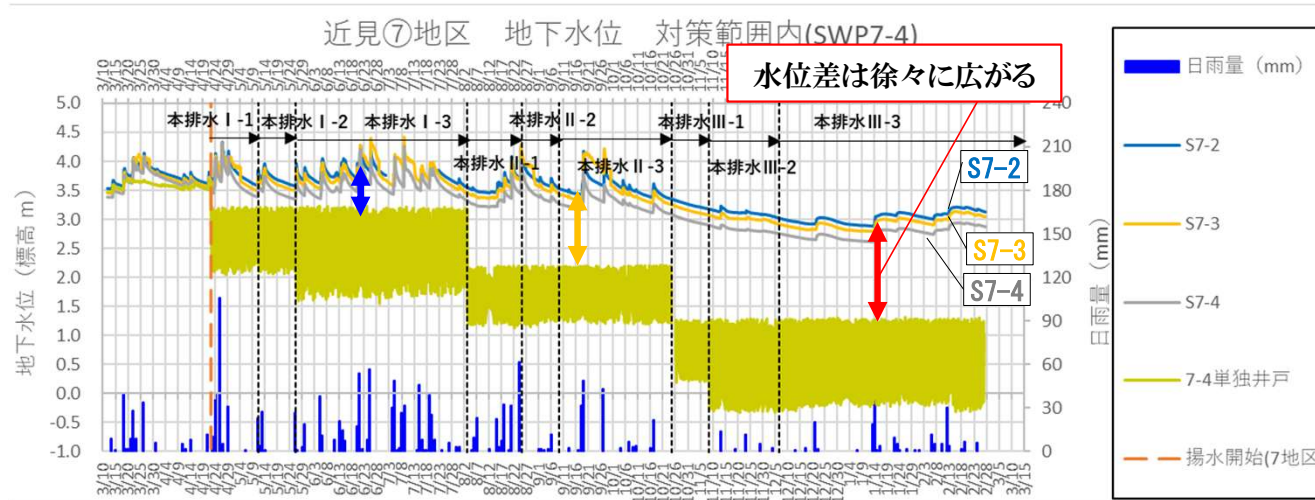
排水量変化図

【排水量の変化】



- 日々の排水量は、降雨やポンプの設定変更によって変化しているが、**定常時で約360 (m³/day)**である。
- 設計時の想定排水量1,750 (m³/day) であり、実際の⑦地区全体排水量は設計時と比較すると、20%程度である。
- SWP7-1、SWP7-3、SWP7-4の日別排水量が**減少傾向**である。
- SWP7-2は日別排水量が小さいままである。

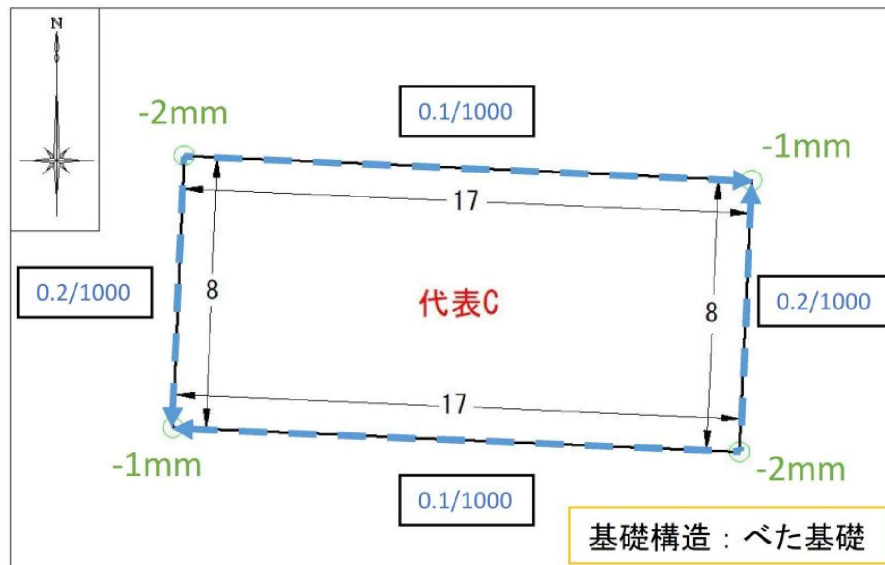
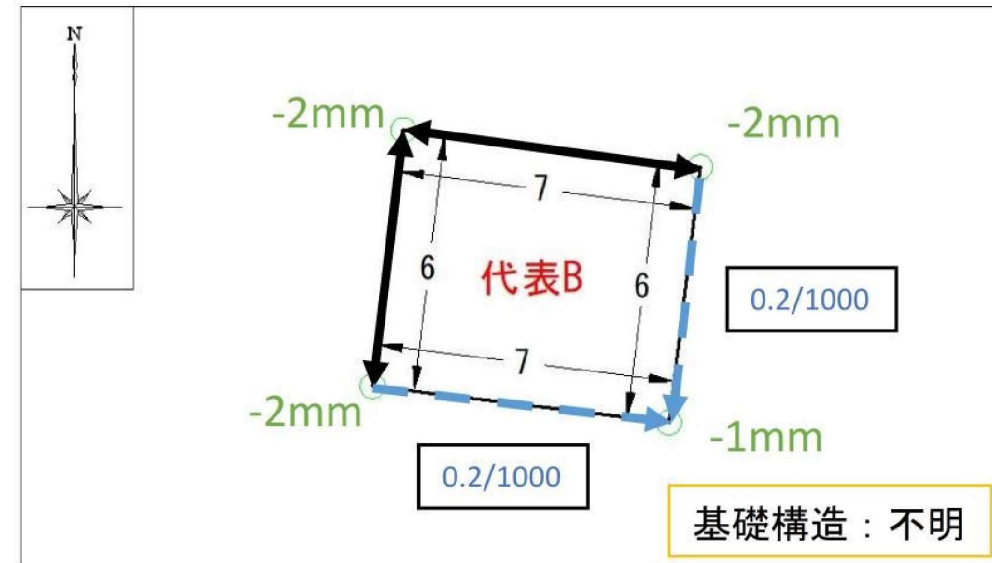
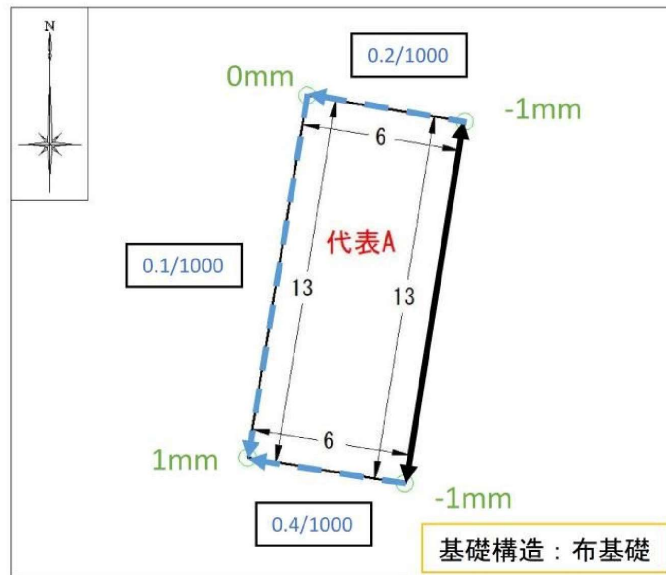
【SWP排水量減少の原因推定】 SWP7-4



- SWP内の水位は排水段階ごとに周辺の地下水との水位差が**大きくなる**。
- SWPの日別排水量は徐々に**減少**している。
- ポンプ停止後のSWP水位の回復時間を調べた結果、回復時間はSWPの施工時から**徐々に遅くなっている**ことを確認した。
- また、SWP孔内を確認した結果、スクリーンに**付着物**、あるいは**細粒分がある**ことを確認した。

•以上のことから、SWPの排水量減少の一因は、**目詰まり等**により、**集水性能が低下し**、地下水位低下の効果も小さくなっていた可能性がある。

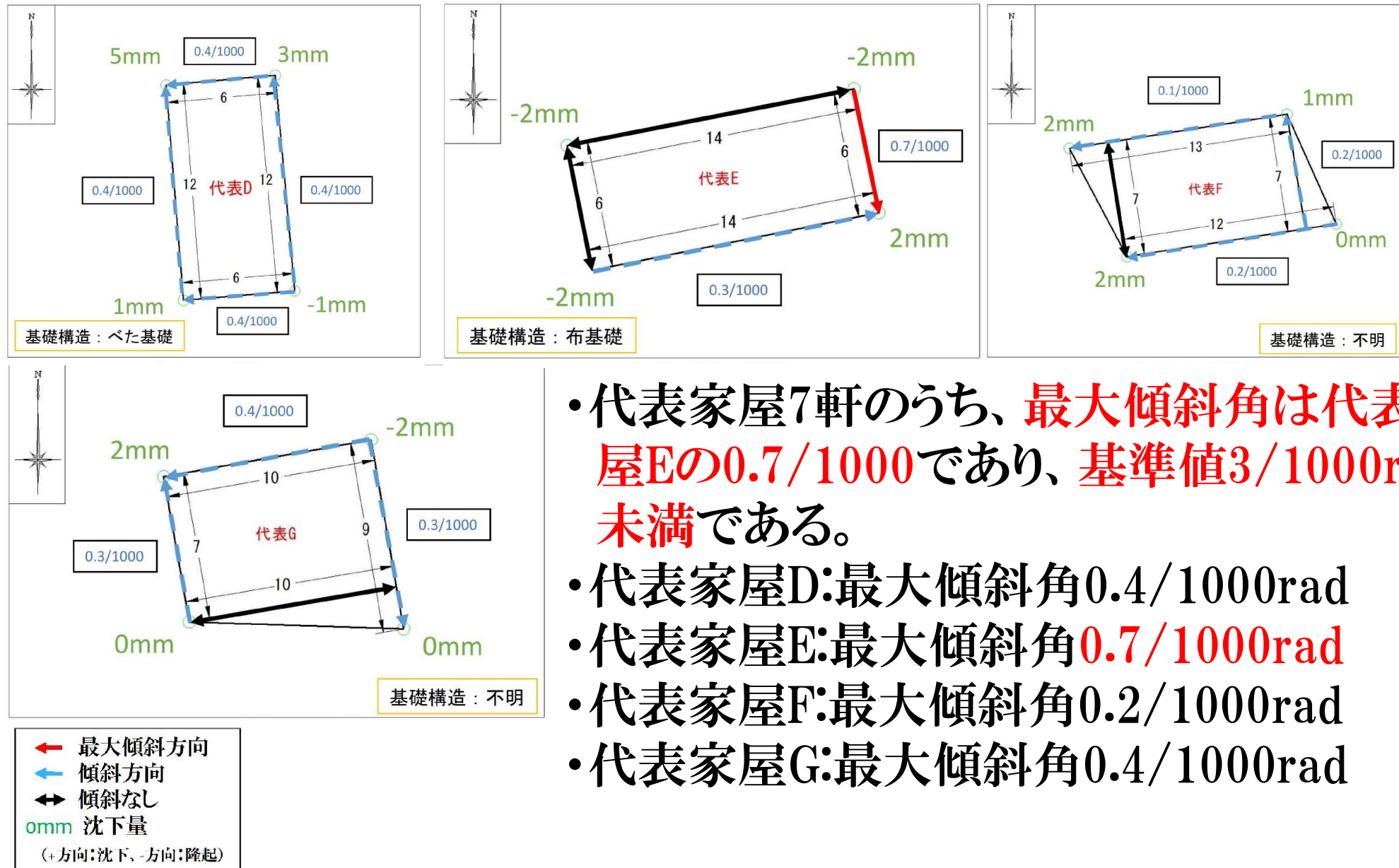
【宅地の傾斜角】



- ・代表家屋7軒のうち、**最大傾斜角は代表家屋Eの0.7/1000であり、基準値3/1000rad未満**である。
- ・代表家屋A:最大傾斜角0.4/1000rad
- ・代表家屋B:最大傾斜角0.2/1000rad
- ・代表家屋C:最大傾斜角0.2/1000rad

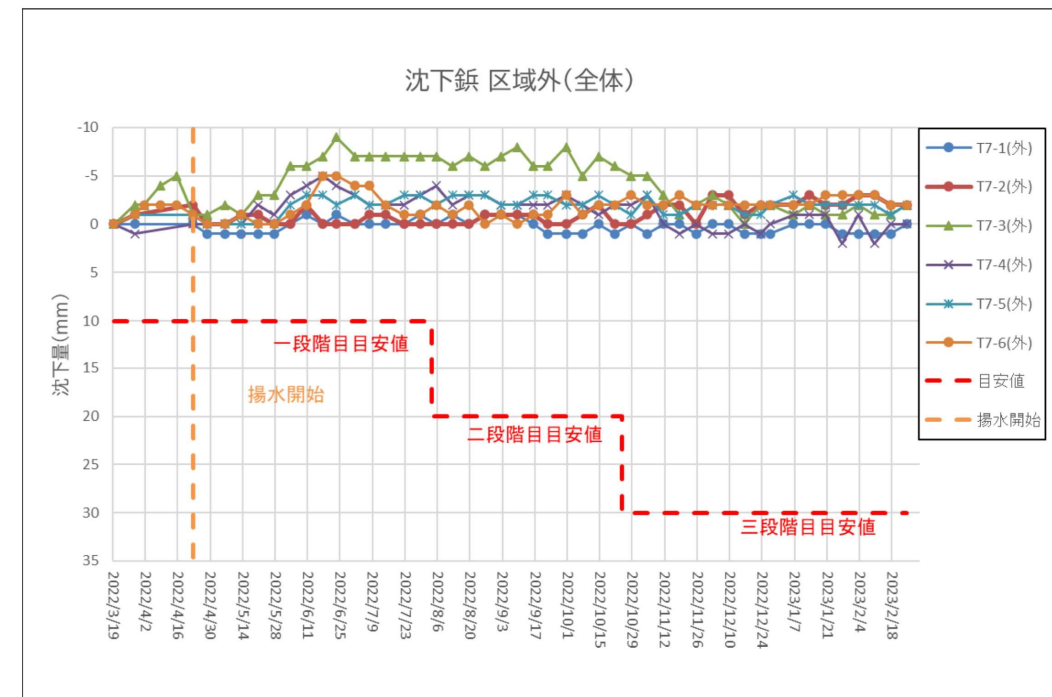
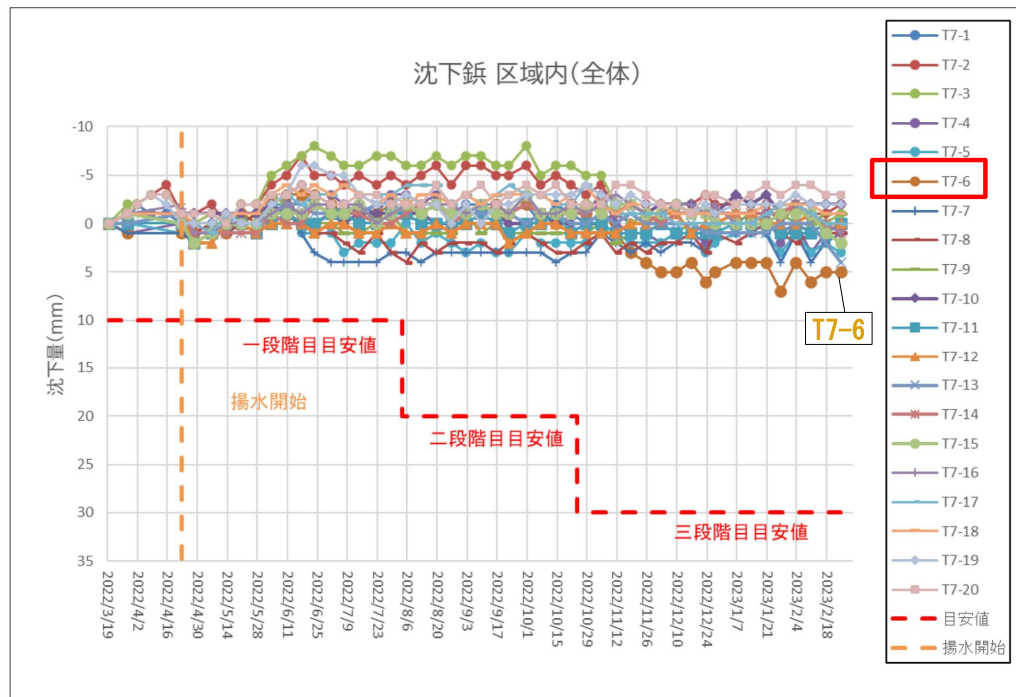
← 最大傾斜方向
 → 傾斜方向
 ↔ 傾斜なし
 0mm 沈下量
 (+方向:沈下、-方向:隆起)

【宅地の傾斜角】



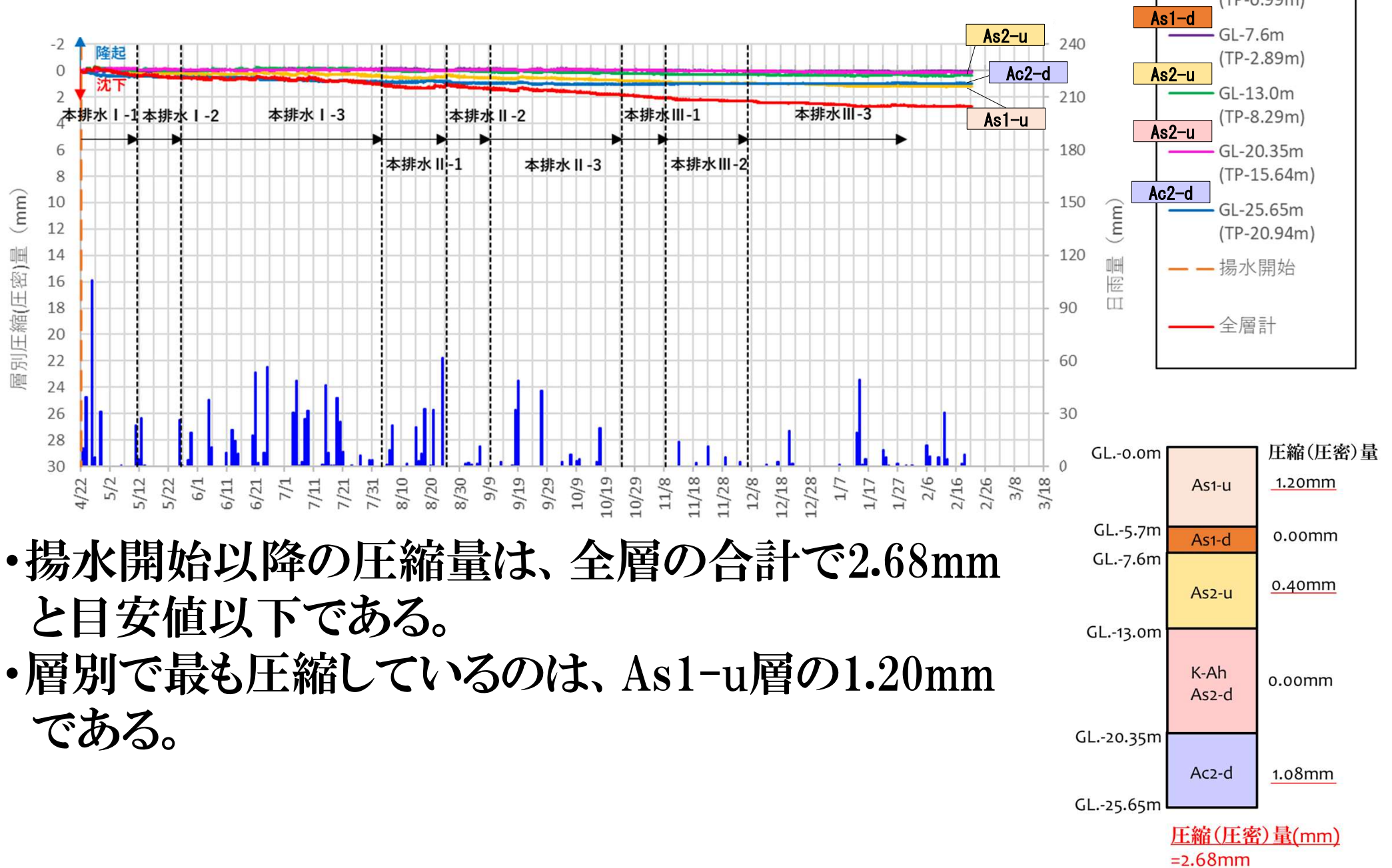
- 代表家屋7軒のうち、**最大傾斜角は代表家屋Eの0.7/1000**であり、**基準値3/1000rad未満**である。
- 代表家屋D:最大傾斜角0.4/1000rad
- 代表家屋E:最大傾斜角**0.7/1000rad**
- 代表家屋F:最大傾斜角0.2/1000rad
- 代表家屋G:最大傾斜角0.4/1000rad

【沈下鉤による沈下観測】



- 区域内、区域外ともに沈下量は目安値以下である。
- 現在の区域内の地表面沈下量は、最大で5mm(T7-6)であり、1段階目目安値未満である。
- 区域外の地表面沈下量は、最大で0mm(T7-4′、T7-1′)であり、明瞭な沈下の進行は確認されない。

【層別沈下計による沈下観測】



- ・揚水開始以降の圧縮量は、全層の合計で2.68mmと目安値以下である。
- ・層別で最も圧縮しているのは、As1-u層の1.20mmである。

【水質変化】

- ・区域内の水質は、対策前後での値の大きな変化は認められない。
- ・また、対策区域より南側に位置するBW-3、4においても、大きな値の変化は認められず、事業による水質変化は生じていないと考えられる。



水質分析結果

対策区域内

項目		BW-3					BW-4						S7-6			単位	水質基準	
		対策前	対策後					対策前	対策後					対策前	対策後			
			2019/8/28 (雨期)	2020/7/16 (雨期)	2021/1/21 (乾期)	2022/1/20 (乾期)	2022/7/25 (雨季)		2023/1/24 (乾期)	2019/8/28 (雨期)	2020/7/16 (雨期)	2021/1/21 (乾期)	2022/1/20 (乾期)		2022/7/25 (雨季)			2023/1/24 (乾期)
1	一般細菌	3000	1600	480	120	230	290	1100	1100	190	140	160	210	300以上	300以上	4	個/mL	100個/mL以下
2	大腸菌	検出	検出	不検出	検出	不検出	不検出	不検出	検出	不検出	不検出	不検出	不検出	検出	不検出	不検出	－	検出されないこと
3	亜硝酸態窒素	0.015	0.021	0.004	0.007	0.021	0.017	0.004	0.004	0.004	0.004未満	0.004未満	0.004未満	0.039	0.004未満	0.004未満	mg/L	0.04mg/L以下
4	硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素	0.1	0.2	0.1	0.1未満	0.1未満	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1未満	0.1未満	0.1未満	0.6	0.1未満	0.1未満	mg/L	10mg/L以下
5	塩化物イオン	4.9	3.5	8.9	8.2	5.8	7.8	5.9	4.7	5.6	5.5	4.2	5.8	12	9.2	9.5	mg/L	200mg/L以下
6	有機物(全有機炭素(TOC)の量)	1.6	0.8	1.1	1.2	0.9	0.9	7.4	1.0	2.1	1.1	1	1.1	0.9	1.2	1.3	mg/L	3mg/L以下
7	pH値	7.1	7	7.2	7.1	7.1	7.1	7.2	7.2	7.4	7.2	7.2	7.2	7.3	7.2	7.2	－	5.8以上8.6以下
8	味	分析不能	分析不能	分析不能	分析不能	分析不能	分析不能	分析不能	分析不能	分析不能	分析不能	分析不能	分析不能	異常なし	異常なし	分析不能	－	異常なし
9	臭気	異常なし	異常なし	異常なし	土臭	異常なし	土臭	異常なし	異常なし	異常なし	土臭	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	土臭	－	異常なし
10	色度	8.5	5.1	7.5	3.8	5.2	4.2	28	7.4	28	3.7	9.7	7.7	7.4	18	28	度	5度以下
11	濁度	1.6	3.8	1.6	5.7	1.7	1.2	1.3	3.3	1.2	3.7	4.4	2.8	2.9	5.7	7.3	度	2度以下

その他の地点の結果は巻末資料に付す

【モニタリング結果のまとめ】

モニタリング結果一覧表

項目	目標	本排水Ⅰ	本排水Ⅱ	本排水Ⅲ
水位低下	GL-3.0m ($\Delta h=2.0m$)	GL-1.0～ -2.0m ($\Delta h=0.0\sim$ 1.0m)	GL-1.5～ -2.5m ($\Delta h=0.5\sim$ 1.5m)	目標水位 未満
地盤沈下 (傾斜角)	基準:傾斜角3/1000 (最大5/1000)	0.0/100～ 0.5/1000	0.0/1000～ 0.5/1000	0.0/1000～ 0.7/1000
(沈下量)	基準:沈下量50mm	0mm～4mm	0mm～4mm	0mm～5mm
水質変化	事業による水質変化がないこと	事業による水質変化は認められない		事業による水質変化は認められない
排水量	定常時: 1,750m ³ /day (参考値)	200～350m ³ /day		定常時:360m ³ /day