

第15回熊本市液状化対策技術検討委員会 説明資料

【議題1 ④地区の地下水位等の観測状況について】

熊本市

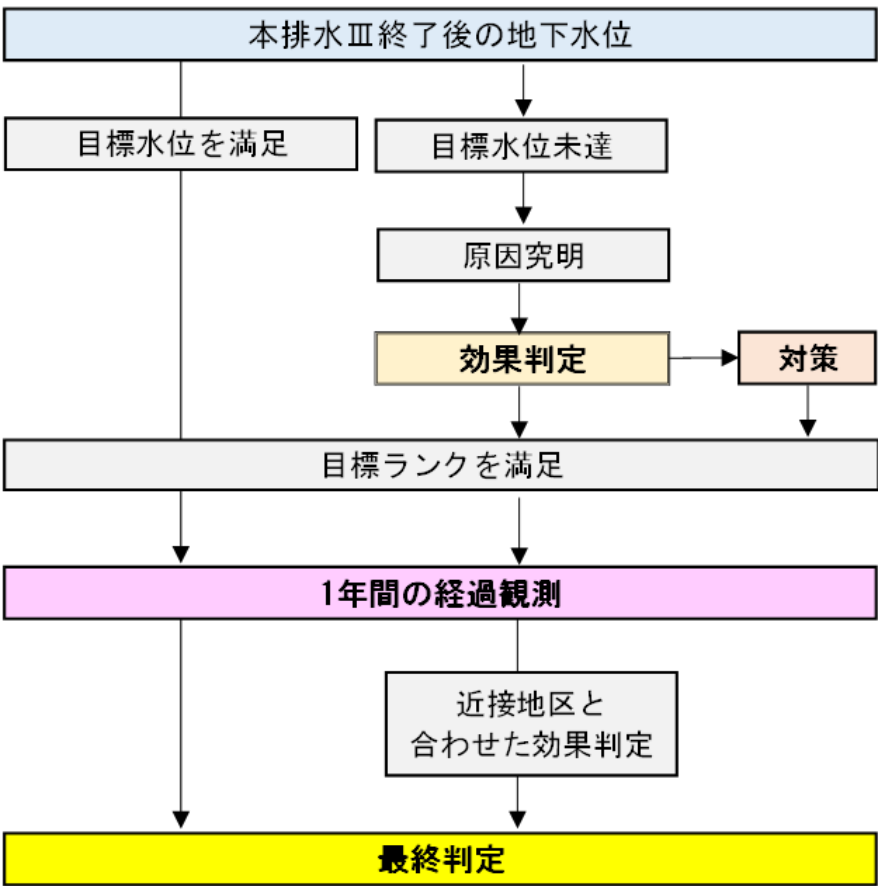
令和4年7月14日

議事1-1 モニタリング計画

議事1-2 モニタリング経過

議事1-3 事業効果検証

効果判定の手順は以下のとおりである。



効果判定フロー案

効果判定フロー案

- 本排水Ⅲ終了後の地下水位
 - ・目標水位を満足しているか
 - ・目標水位未達：原因究明を実施
- 効果判定
 - ・面的な水位低下となっているか（有害な影響がないか）
- 1年間の経過観測後の判定
 - ・最終判定

対策目標は、液状化被害抑制を目標としてAランク、B1ランク
液状化被害軽減の目標として、B2ランクを対策目標としている。

【設定方針】

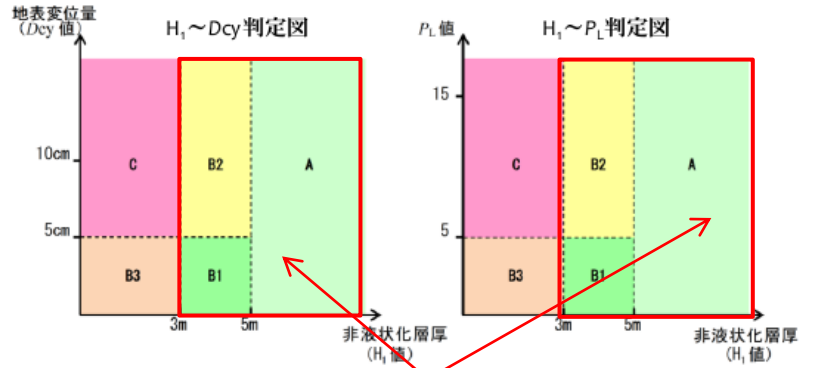
- ◇今回の液状化対策の対策目標の方針
- 設計地震動(今次災害):M7.3 240gal

○地下水位低下工法における液状化被害抑制の目標:Aランク、B1ランク、

○地下水位低下工法における液状化被害軽減の目標:B2ランク

公共施設・宅地一体型液状化対策工法における効果の目標値
(地下水位低下工法)

判定結果	H1 の範囲	D c y の範囲	P L 値の範囲	地下水位低下工法
C	3m未満	5 cm以上	5以上	不可
B 3		5 cm未満	5未満	不可 (※)
B 2	3m以上 5m未満	5 cm以上	5以上	液状化被害軽減の 目標として可
B 1		5 cm未満	5未満	液状化被害抑制の 目標として可
A	5m以上	—	—	

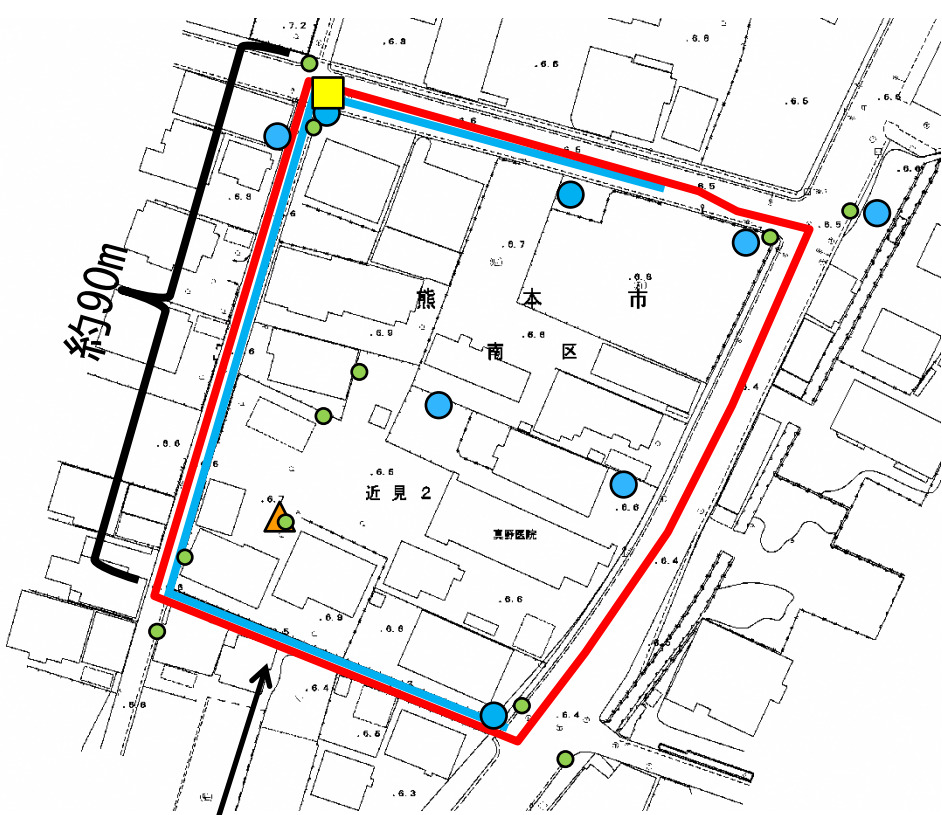


対策目標

公共施設・宅地一体型液状化対策工法の判定基準
(地下水位低下工法)

対策目標

【モニタリング観測平面図-1】



観測位置平面図

- 遮水壁（鋼矢板等）
- 集水管

各項目の観測箇所数

設置計器	観測箇所数
自記水位計	8基
層別沈下計	1基
沈下鉤	11点
排水ポンプ	1台

各項目の計測方法

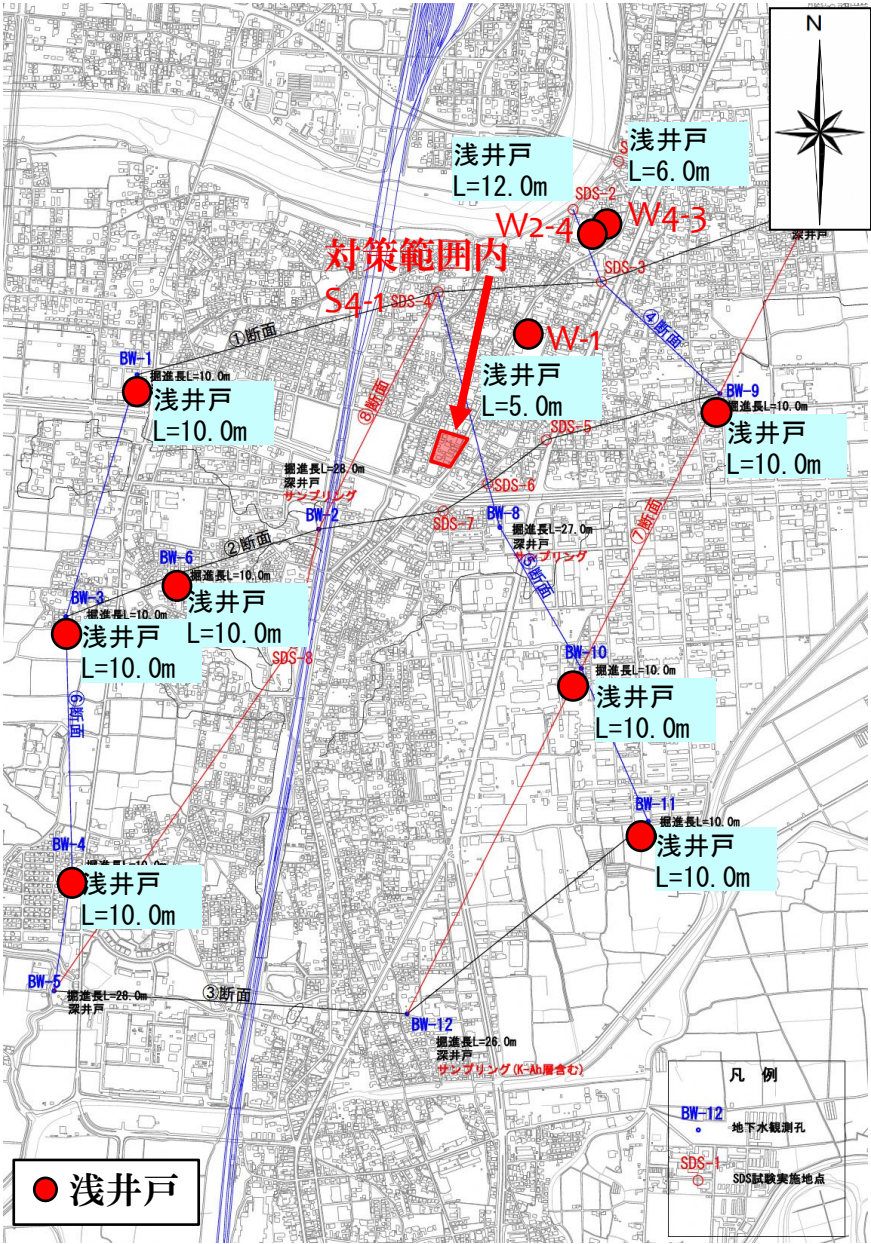
項目	計測方法
水位低下	○自記水位計
地盤沈下	●沈下鉤、▲層別沈下計
代表宅地	代表宅地観測点（3宅地）
水質変化	■水質分析（年2回）
排水量	■ポンプ制御装置
降雨量	気象庁（熊本）データ

【モニタリング観測平面図-2】

・近見地区全体としては、既設観測井戸(BW-1～BW-12)のうち、浅井戸を対象に水位、水質の把握を行っている。

各項目の計測方法

項目	計測方法
地下水位	自記水位計
水質変化	水質分析（年2回）



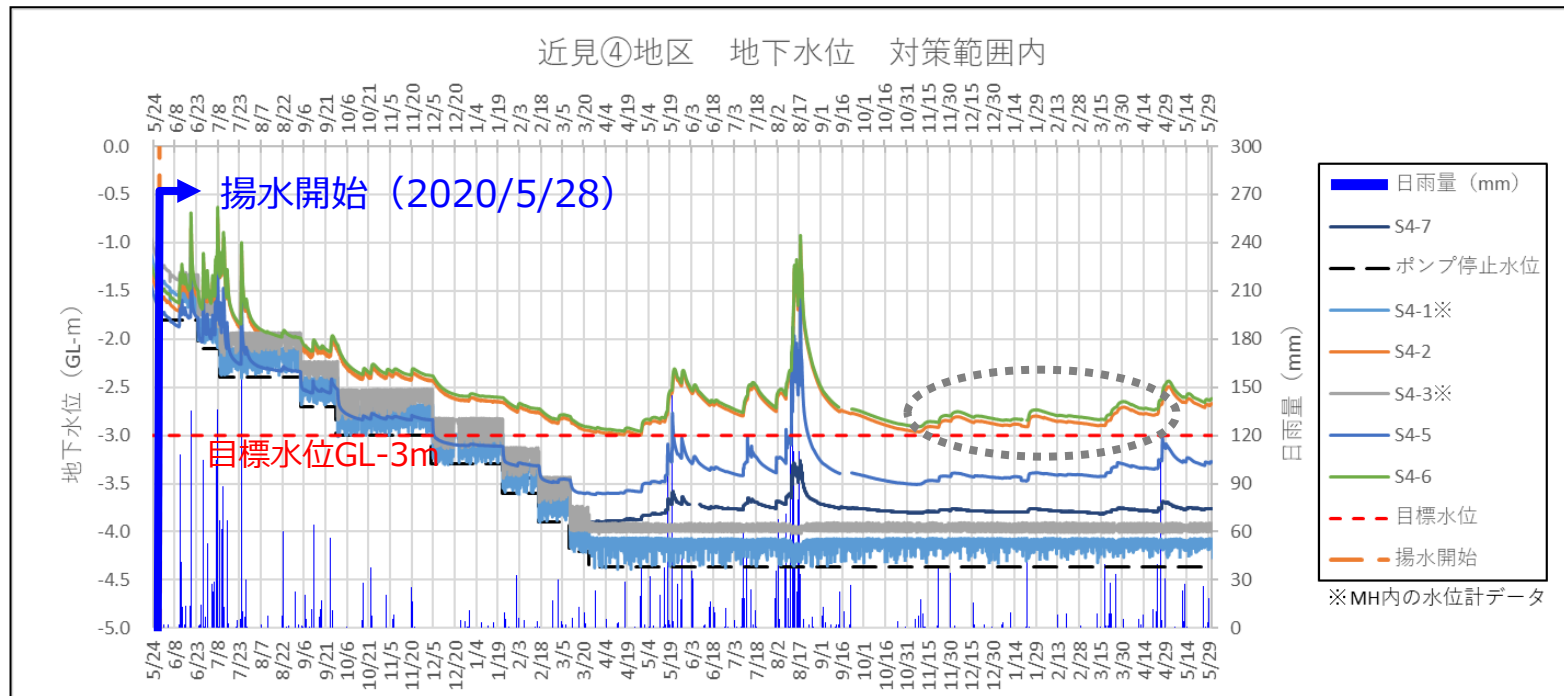
採水位置図

【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-4	事業効果確認期間
水位低下	GL-3.0m (△h=1.5m)	GL-2.0m (△h=0.5m)	GL-2.5m (△h=1.0m)	面的に目標水位を満足	一部を除き目標水位を満足(対象面積の90%)
地盤沈下 (傾斜角)	基準:傾斜角3/1000 (最大5/1000)	0.1/1000～ 0.3/1000	0.1/1000～ 0.5/1000	0.0/1000～ 0.6/1000	0.0/1000～ 0.9/1000
(沈下量)	基準:沈下量50mm (目安値:30mm)	0mm～5mm	0mm～5mm	0mm～5mm	0mm～9mm
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	事業による水質変化は認められない
排水量	(参考値) 定常時:40m³/day	ピーク時:270m³/day 定常時:40m³/day		ピーク時 :270m³/day 定常時:90m³/day	ピーク時 :460m³/day 定常時:70m³/day

【モニタリング経過（区域内の地下水位(GL)）】

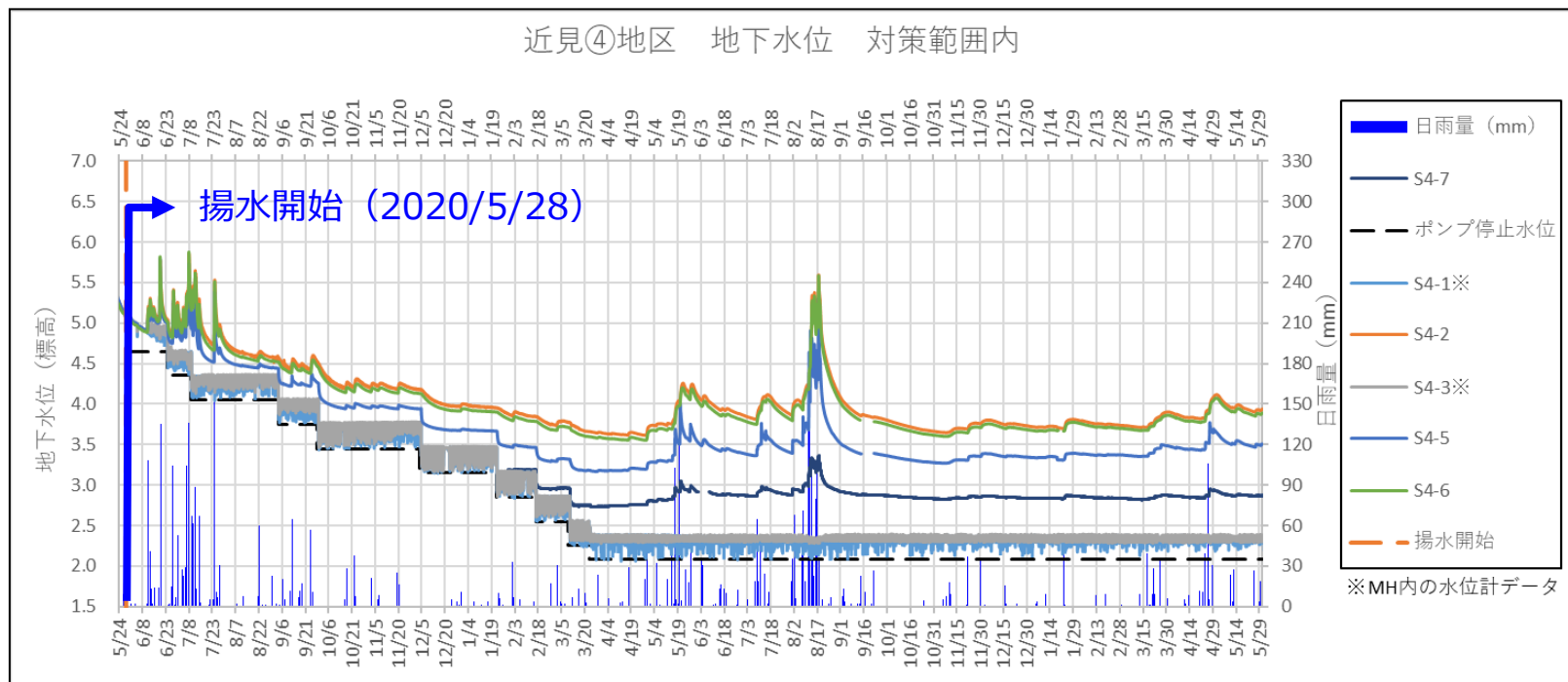


地下水位変動図(矢板内側, GL表記)

- 対策区域内の地下水位(GL)は、
一部(S4-2,S4-6)を除き**目標水位を満足**している。
- S4-2,S4-6は定常時で目標水位まで10cm程度である。



【モニタリング経過（区域内の地下水位（標高））】

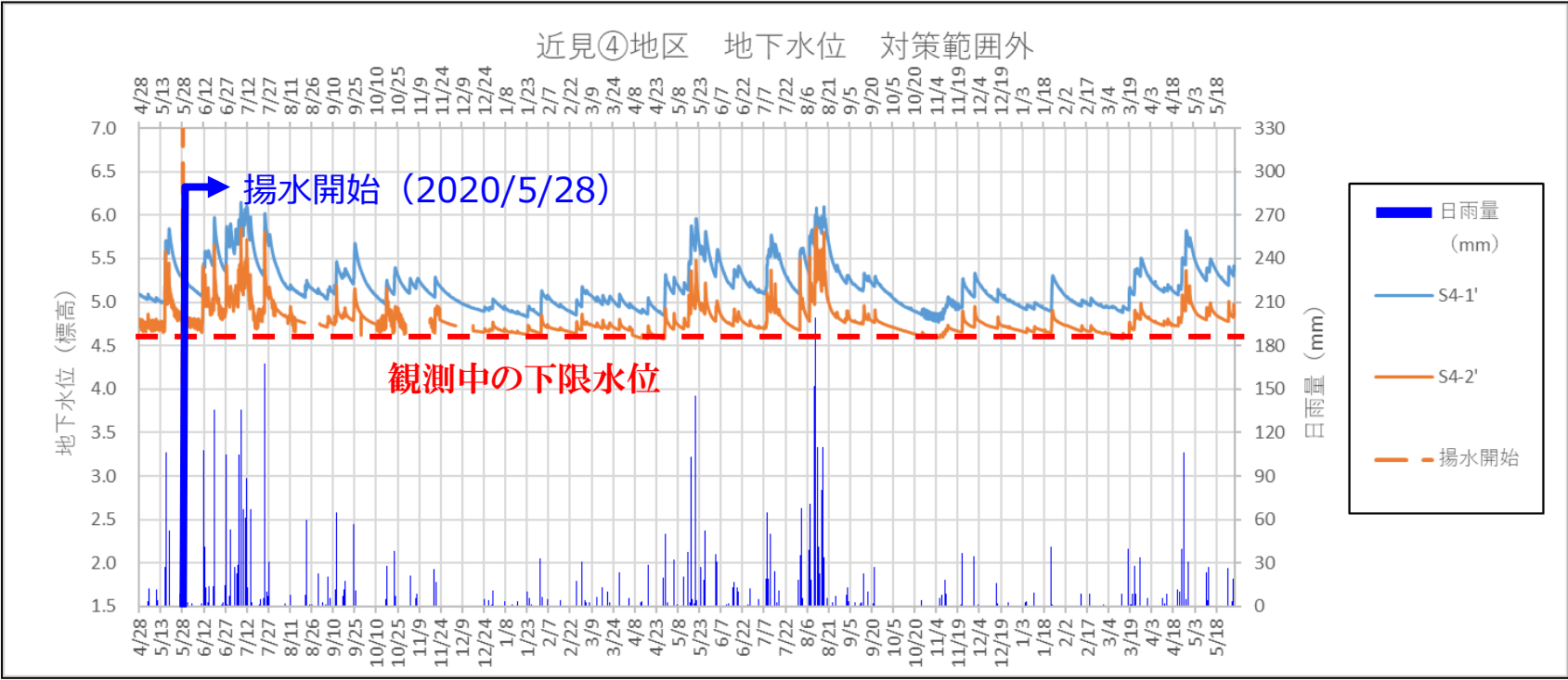


地下水位変動図 (矢板内側, 標高表記)

- ・対策区域内の地下水位 (標高) は、他の地点に比べ、S4-2, S4-6が高い状況である。



【モニタリング経過（区域外の地下水位（標高））】

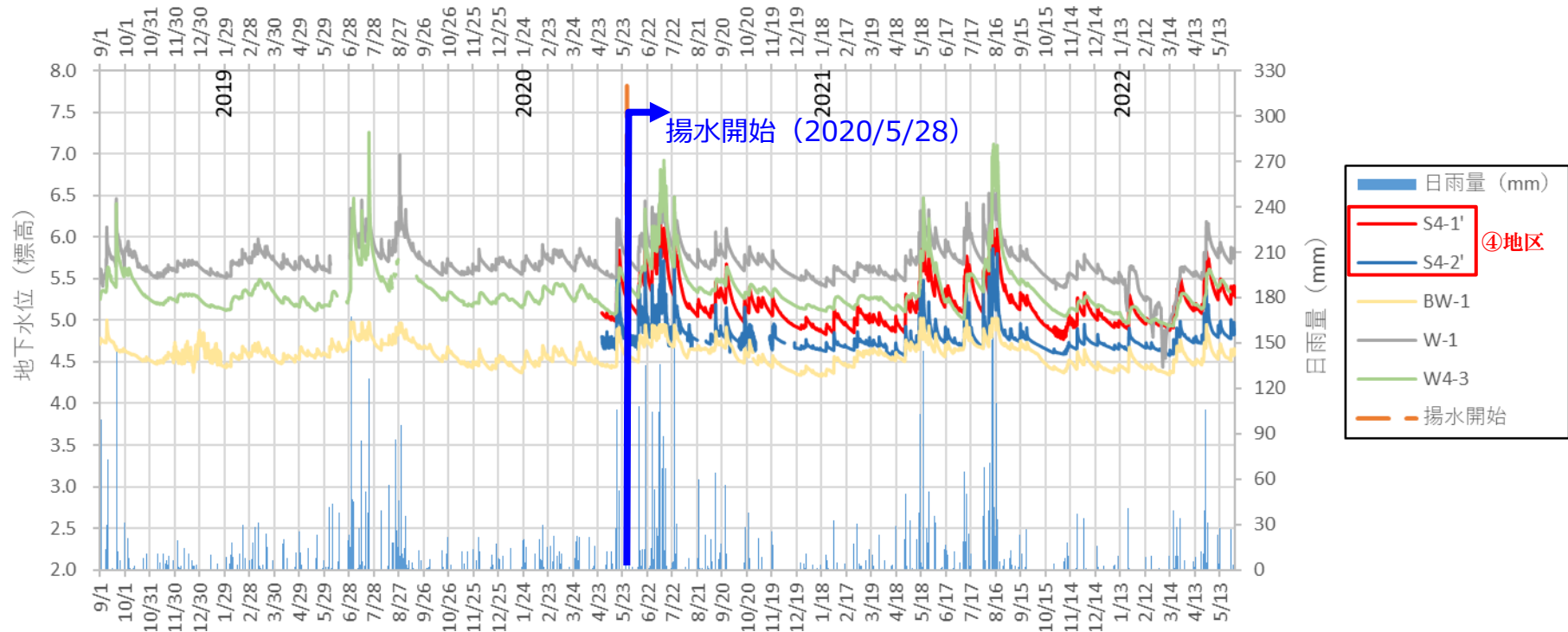


地下水位変動図 (矢板外側, 標高表記)

- ・対策区域外の地下水位において、観測期間中の下限水位に明瞭な変化は認められず、地下水位の低下傾向は確認されない。

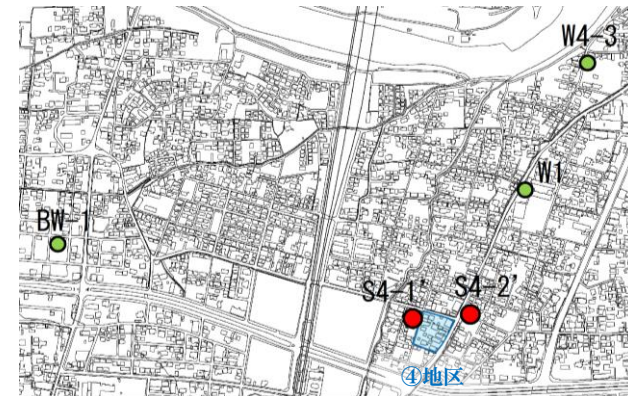


【モニタリング経過（広域の地下水位変化（標高））】



地下水位変動図（広域）

- 広域の地下水位は、渇水期と4月～8月付近で若干の水位差が認められる。
- 地下水位は、事業の前後で変化は見られない。



効果判定

- ・A-A'断面の水位断面図及び地下水コンター図を以下に示す。
- ・経過観察時においても、**面的な水位低下**となっていることがわかる。



モニタリング調査結果から、地下水位が想定よりも下がらない場合は、観測期間の延長や追加調査、判定基準・評価方法等の見直しを行う。想定していた効果が得られない場合にはその原因を推定するとともに必要に応じて別の対策工法の検討を行う。

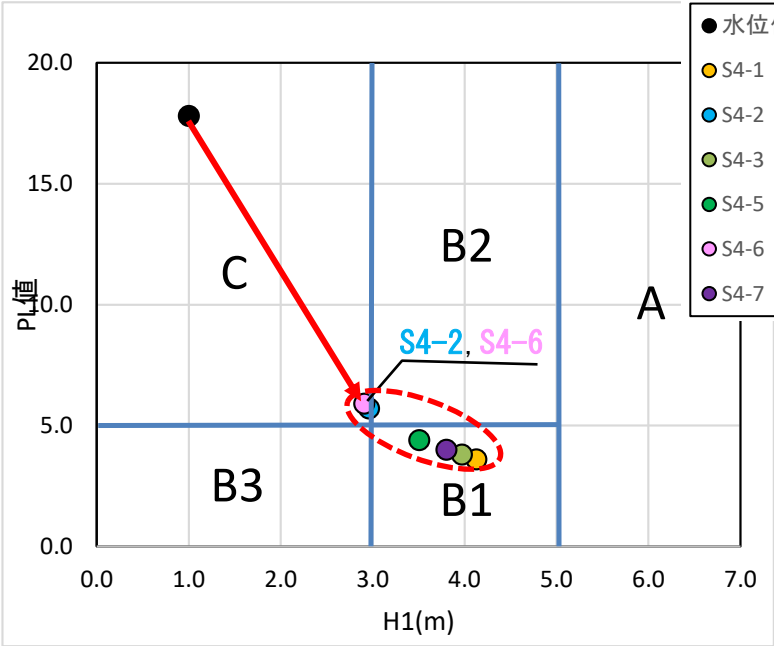
そのためには、全ての観測地点において、地下水位が目標まで下がりきらない場合（ばらつきがあっても）においても、面的に地区全体の評価を行い、その効果について総合的に確認することが重要である。

出典：市街地液状化
対策推進ガイダンスより

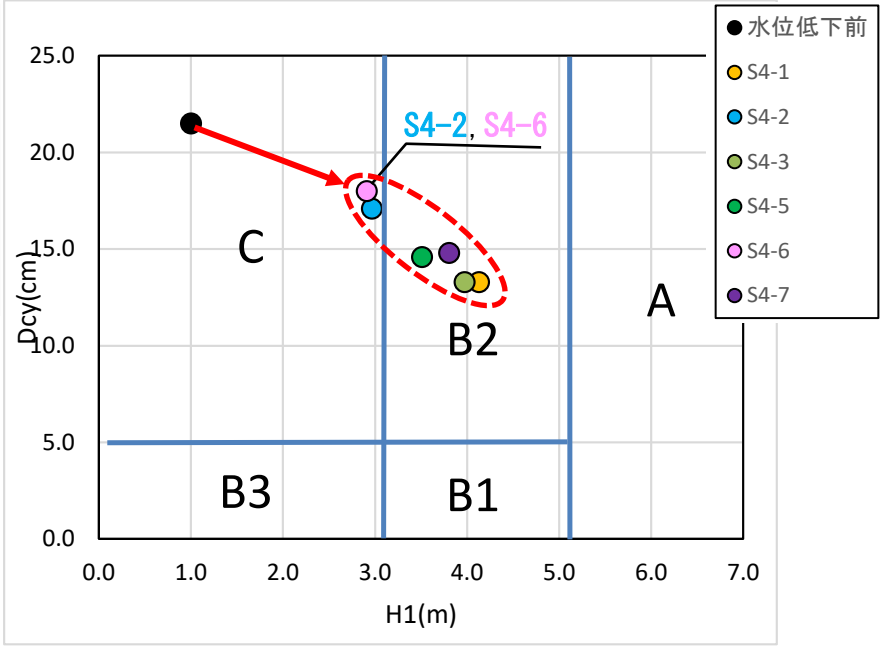
各観測地点における対策前後のPLおよびDcyのランク変化図を以下に示す。

	低下前	低下後					
	水位低下前	S4-1	S4-2	S4-3	S4-5	S4-6	S4-7
標高	6.5	6.45	6.61	6.30	6.78	6.51	6.63
地下水位(GL-)	1.0	4.127	2.963	3.973	3.508	2.910	3.804
PL	17.8	3.6	5.7	3.8	4.4	5.9	4.0
Dcy	21.5	13.3	17.1	13.3	14.6	18.0	14.8

※地下水位は降雨の影響を極力除いた下限水位(2021/11/8時点)とした。



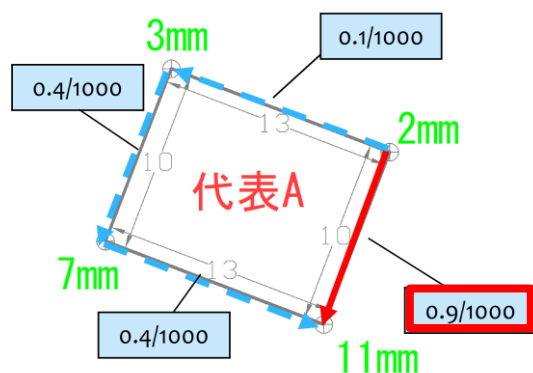
PL値 ランク図



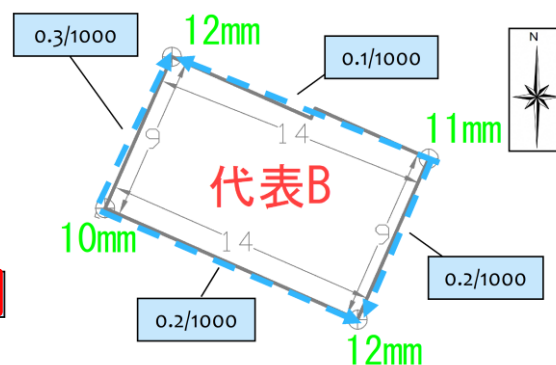
Dcy ランク図

- PLおよびDcyは地下水位低下前(Cランク)と比較して、S4-2、S4-6を除き、B1～B2ランクに改善している。
- S4-2およびS4-6についても、水位低下前に比べ、対策効果が発揮されていることが確認できる。

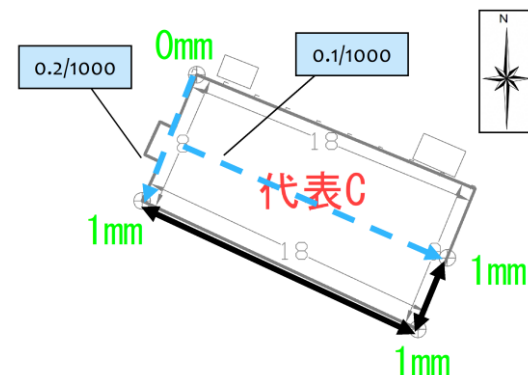
【モニタリング経過（宅地の沈下観測）】 2022/5/31時点



平面図（代表家屋A）



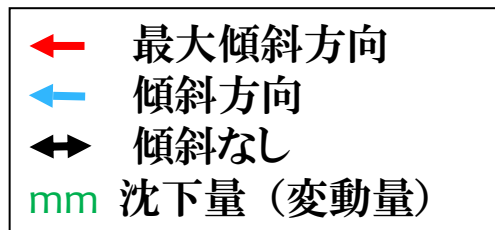
平面図（代表家屋B）



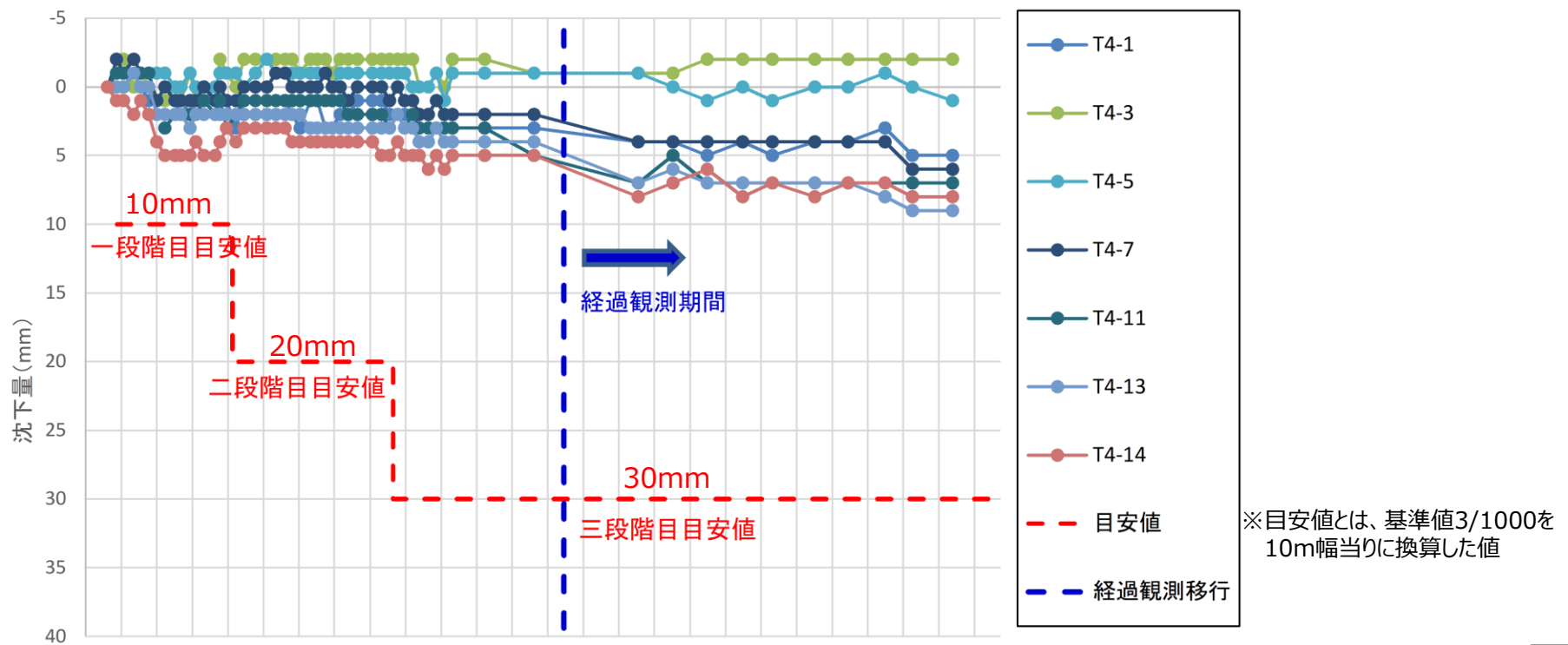
平面図（代表家屋C）

代表宅地A,B,C共にベタ基礎である。

- 代表家屋3軒のうち、**最大傾斜角は、代表家屋Aの0.9/1000**であり、現段階では基準値3/1000未満である。
- 代表家屋A:最大傾斜角0.9/1000
- 代表家屋B:最大傾斜角0.3/1000
- 代表家屋C:最大傾斜角0.2/1000

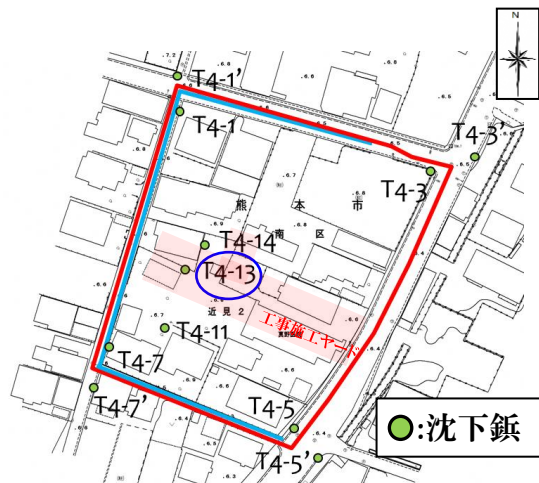


【モニタリング経過（沈下鉈 区域内）】

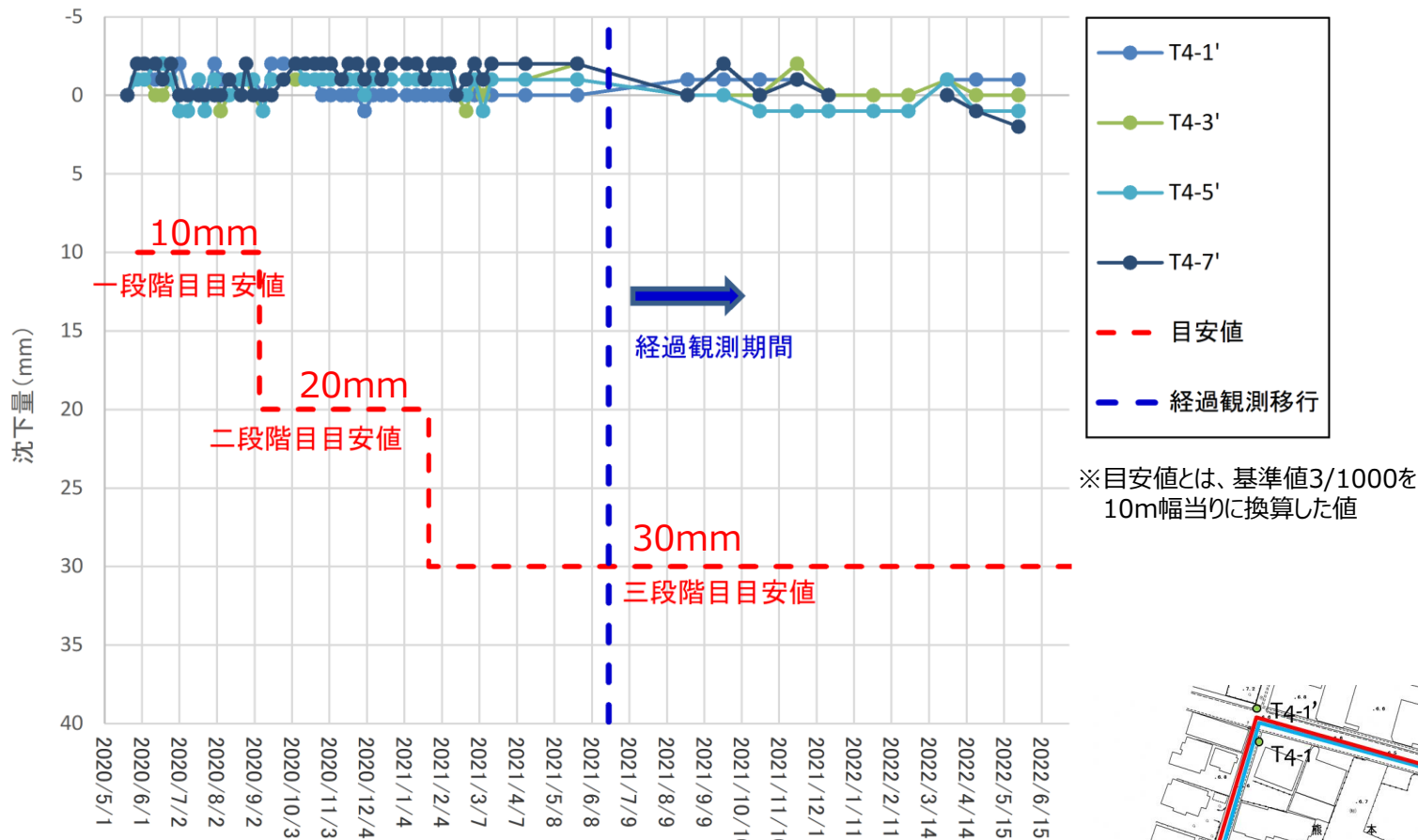


沈下量変動図（矢板内側）

- 現段階では、区域内の沈下量は、**目安値以下**である。
- **区域内**の地表面沈下量は、**最大9mm**(T4-13)であり、**沈下の進行は確認されない。**

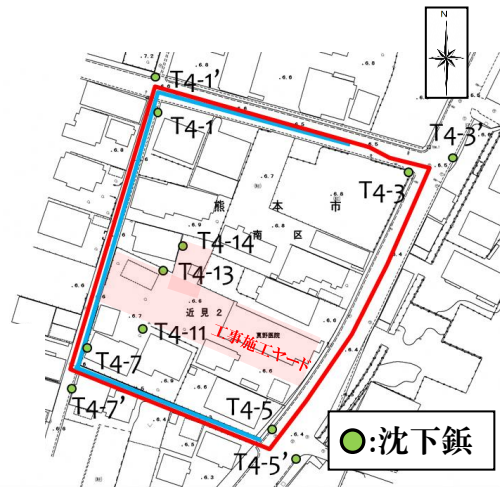


【モニタリング経過（沈下鉤 区域外）】

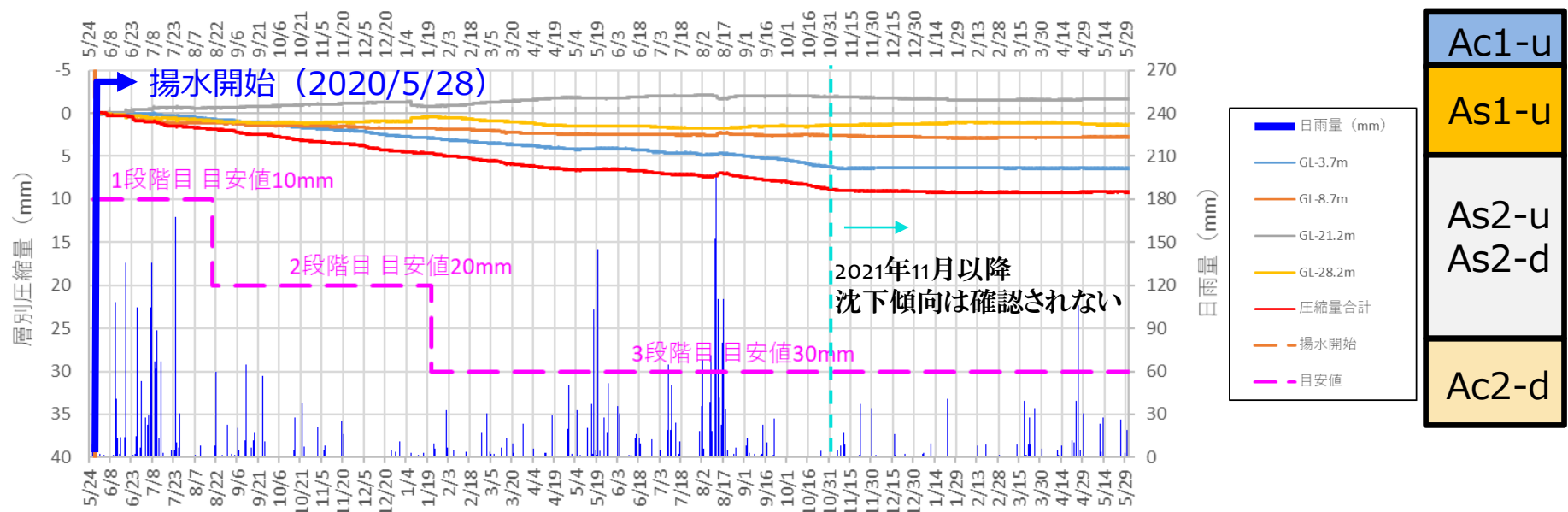


沈下量変動図(矢板外側)

- ・**区域外**の地表面沈下量は、±2mm内で変動しており、**沈下傾向は確認されない。**



【モニタリング経過（層別沈下計）】



層別沈下量変動図 ※目安値とは、基準値3/1000を10m幅当りに換算した値

地層	GL-0m～-3.7m Ac1-u	GL-3.7m～-8.7m As1-u(細粒分含む)	GL-8.7m～-21.2m As2-u・As2-d	GL-21.2m～-28.2m Ac2-d	圧縮量合計
累積圧縮量（観測値）(mm)	6.41	9.16	7.52	8.86	—
層別圧縮量（計算値）(mm)	6.41	2.75	-1.64	1.34	—
層別圧縮量(mm)	6.41	2.75	0	0	9.16

- ・揚水開始以降の圧縮量は、**全層の合計で9.16mm**である。
- ・層別では、最も圧縮(圧密)しているのは、**Ac1-u層の6.41mm** である。
- ・2021年11月以降、沈下傾向は確認されない。



【双曲線法による沈下予測】

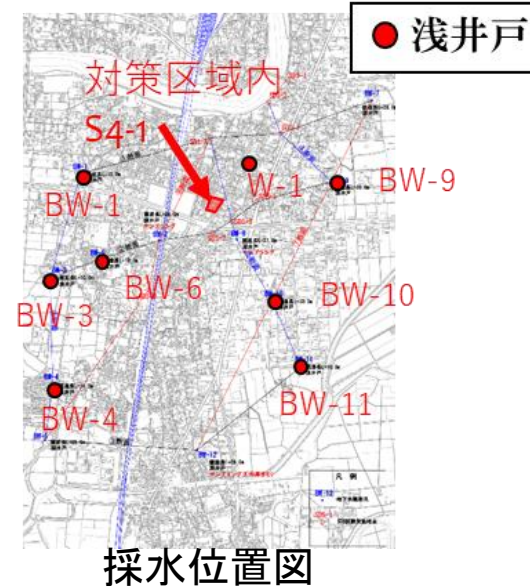
- ・本排水Ⅲ後の経過観察時のモニタリング結果を用いて、双曲線法による層別沈下計の圧縮量の予測を実施した
- ・その結果、全層における最終圧縮量は約10mmであり、圧密度は約91～93%であった
- ・残留圧縮量は、約1mmと想定され、**圧縮はほとんど収束している**と考えられる。

地点	地層	最終圧縮量 Sf(mm)	圧密度 U(%)	残留圧縮量 (mm)
GL-3.7m	Ac1-u	7.0	91.0	0.6
GL-8.7m	As1-u	3.0	93.0	0.2
全層	Ac1-u As1-u	10.0	91.6	0.8

- ・揚水開始以降の圧縮量は、**全層の合計で9.16mm**である。
- ・層別では、最も圧縮しているのは、**Ac1-u層の6.41mm**である。
- ・2021年11月以降、沈下傾向は確認されない。

【水質変化】

- 一部を除き対策前後での値の大きな変化は認められない。
- 一部変化が認められた理由として、時間の経過とともに井戸内の水が滞留し、水質が悪化していることによる影響が考えられる。

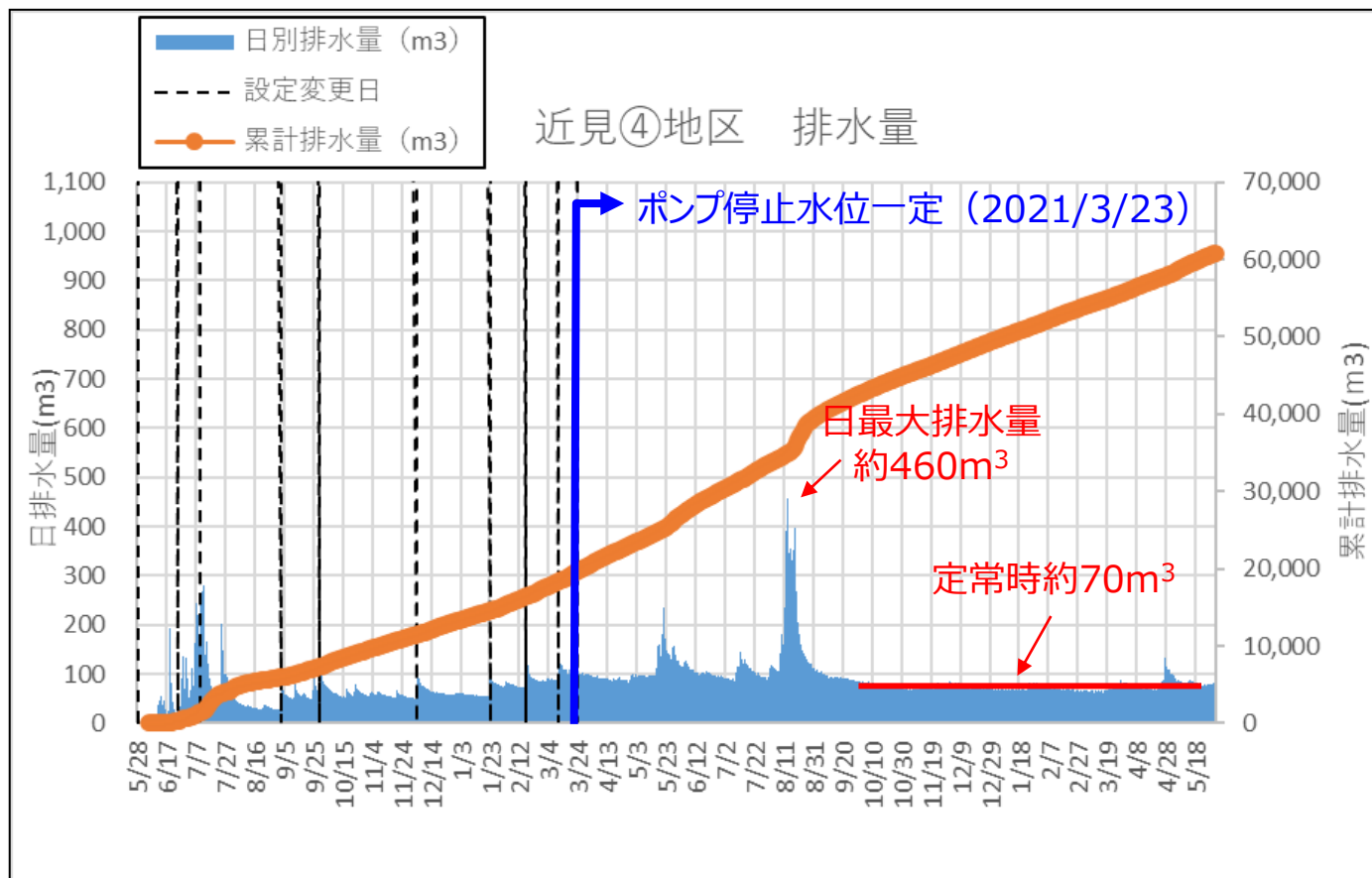


水質分析結果一覧表

項目		BW-9				BW-10				BW-11				W-1		S4-1				単位	水道法、水質基準	
		対策前	対策後			対策前	対策後			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)	2019/8/28 (雨期)	2020/7/16 (雨期)	2021/1/21 (乾期)	2022/1/20 (乾期)	2019/8/28 (雨期)	2020/7/16 (雨期)	2021/1/21 (乾期)	2022/1/20 (乾期)	2019/8/28 (雨期)	2022/1/20 (乾期)	2019/8/28 (雨期)	2020/7/16 (雨期)	2021/1/21 (乾期)	2022/1/20 (乾期)			
1	一般細菌	170	1500	70	110	1800	3000	60	38	3000	410	350	40	230	190	230	64	52	10	個/mL	100個/mL以下	
2	大腸菌	不検出	不検出	不検出	不検出	不検出	検出	不検出	不検出	検出	不検出	不検出	不検出	不検出	不検出	不検出	不検出	不検出	不検出	-	検出されないこと	
3	亜硝酸態窒素	0.004	0.004	0.004	0.004未満	0.004	0.004	0.004	0.004未満	0.004	0.004	0.004	0.004未満	0.004未満	0.004未満	0.004	0.004	0.004	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	0.1	0.1	0.1未満	0.1	0.1	0.1	0.1未満	0.1	0.1	0.1	0.1未満	0.8	0.4	0.8	0.4	0.3	0.5	mg/L	10mg/L以下	
5	塩化物イオン	6.6	3.3	6.4	7.1	7.8	3.7	10	10	13	14	13	13	3.8	5.8	3.8	7.3	11	12	mg/L	200mg/L以下	
6	有機物（全有機炭素(TOC)の量）	1.8	1.6	2.0	2.7	2.7	3.0	1.5	1.5	3.0	3.4	3.5	3.6	1.0	0.6	1.0	0.6	0.6	0.8	mg/L	3mg/L以下	
7	pH値	7.3	7.4	7.3	7.2	7.1	7.2	7.2	7.1	7.3	7.3	7.2	7.3	7.1	7.2	7.1	7.1	7	7.1	-	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	分析不能	分析不能	分析不能	異常なし	異常なし	異常なし	分析不能	-	異常なし
9	臭気	異常なし	生くさ臭	異常なし	土臭	異常なし	藻臭	異常なし	微土臭	異常なし	異常なし	異常なし	微土臭	異常なし	微土臭	異常なし	異常なし	異常なし	微土臭	-	異常なし	
10	色度	8.5	4.7	73	75	26	31	24	47	11	38	64	43	2.0	1.7	2.0	1.5	1.6	2.2	度	5度以下	
11	濁度	0.9	4.2	33	58	6.7	3.2	4.7	17	5.3	7.4	15	8.9	7.2	6.8	7.2	0.1	0.1	0.4	度	2度以下	

※S4-1の対策前は、近傍の「W-1」を使用

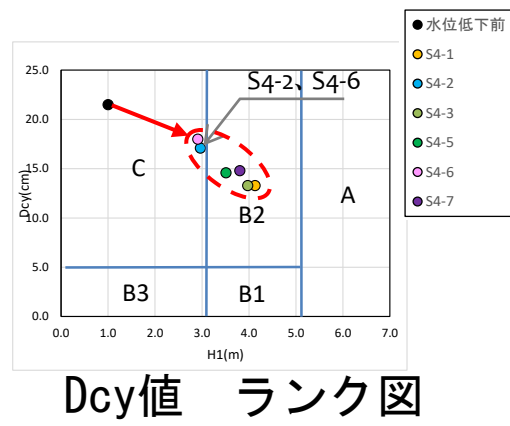
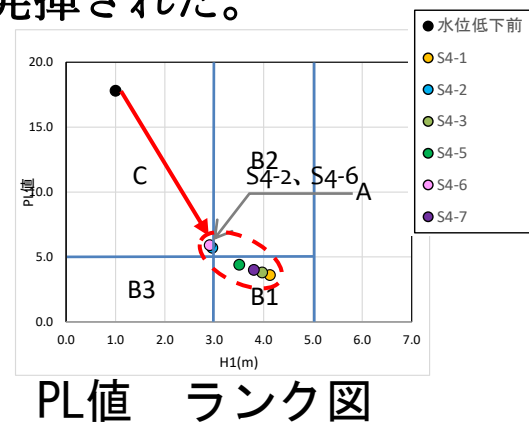
【モニタリング経過（排水量の変化）】



- 日々の排水量は、降雨によって変化しているが、
定常時で約70m³、最大で約460m³である。

効果判定(全体)

- PLとDcyは水位低下前はCランクだったが、S4-2、S4-6を除いてB1～B2ランクに改善された。
- S4-2、S4-6も水位低下前に比べるとPLで12、Dcyで3～4cm程度の対策効果が発揮された。



・効果の確認
モニタリング項目・S4-2、S4-6を除く箇所では**水位低下・地盤沈下・水質変化**など全ての項目について目標を満足し、**事業効果が発揮されていると判断**できる。
しかし、S4-2、S4-6ではBランク手前ではあるがCランクに留まっている。

- ・④地区についてはS4-2、S4-6以外の箇所の観測は終了する。
- ・隣接の③地区の水位低下が今後開始され、S4-2、S4-6の地下水位低下が改善される見通しがあり、観測孔S4-2、S4-6を当面の間存置し、観測を継続する。