

第22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 ⑦地区の地下水位低下完了について】

熊本市

令和7年3月5日

議事 1 ⑦地区の地下水位低下完了について

1－1 本排水完了後の最終報告

1－2 モニタリング結果

1－3 事業効果検証

1－4 総括（⑦地区）

議事 2 経過観察時のモニタリング計画

2－1 経過観測時の計器配置（案）

2－2 経過観測時の観測頻度（案）

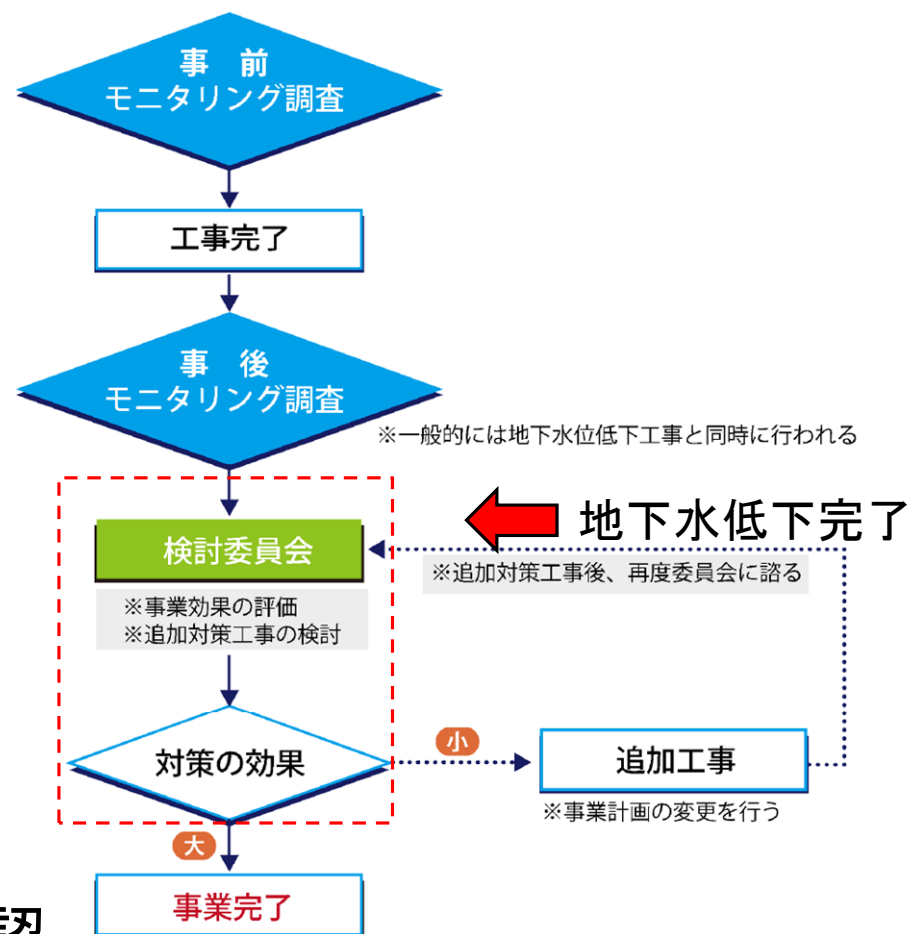
議事1
【⑦地区の地下水位低下完了について】

【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



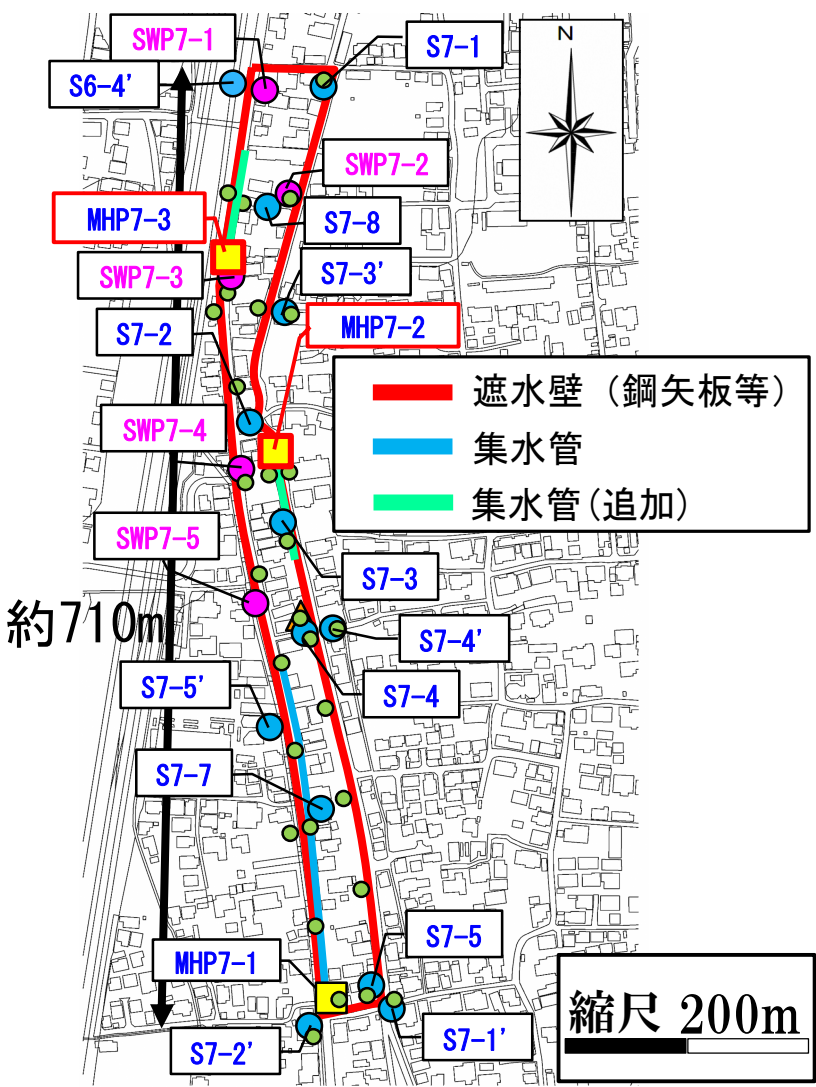
事業フロー図

【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 (△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 沈下鋸 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

【⑦地区の地下水位低下期間】



観測位置平面図

【地下水位低下開始】

・令和4年(2022年)8月23日

【地下水位再低下開始】

・令和6年(2024年)8月28日(MHP7-3)

・令和6年(2024年)10月7日(MHP7-2)

【本排水V-3の影響確認終了】

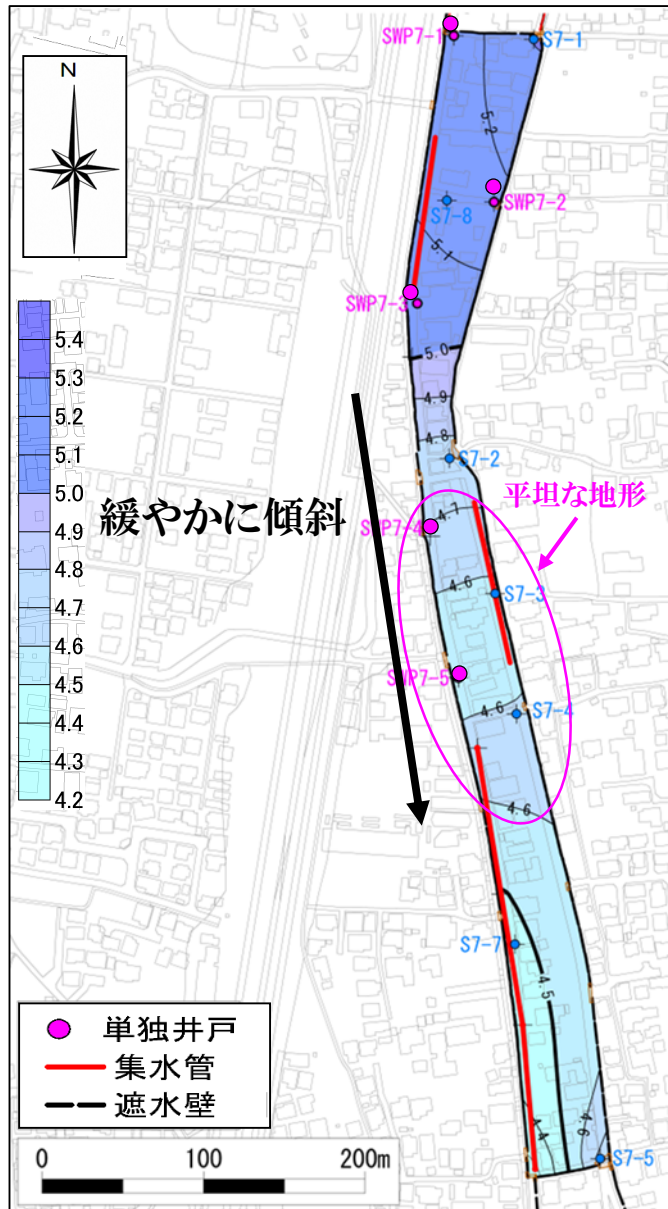
・令和7年(2025年)2月4日

各項目の観測箇所数

観測機器		観測箇所数
自記水位計(新規孔)	●	13基
層別沈下計	▲	1基
沈下鉤	●	29点
排水ポンプ(MHP)	■	3箇所
排水ポンプ(単独井戸)	●	5箇所

※追加した排水ポンプは赤枠で表示

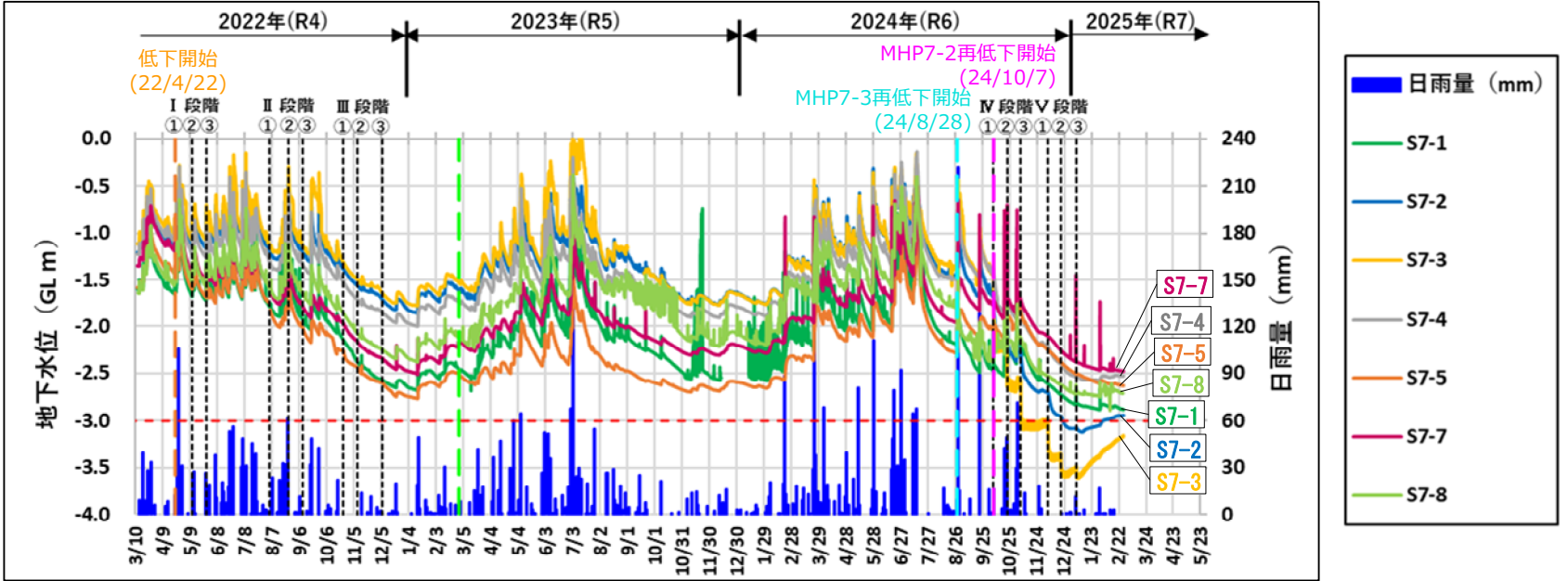
【地盤高コンター(標高)】



- 区域内の地盤高は、TP+4.3～5.3m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。

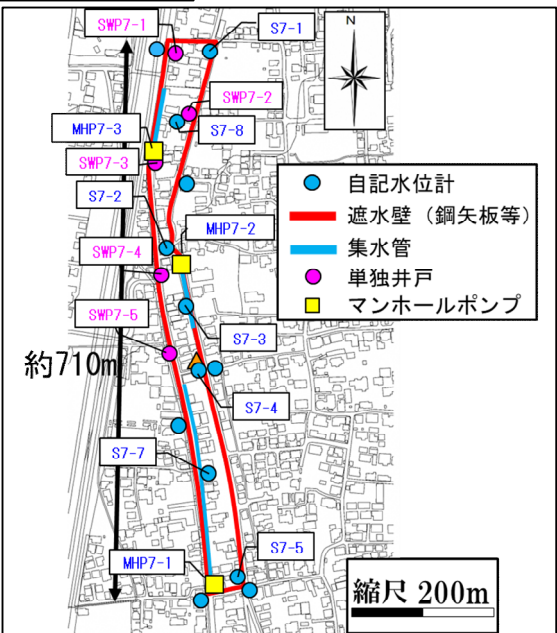
【⑦地区の地下水モニタリング (GL) _対策範囲内】

※2025/2/26観測結果まで



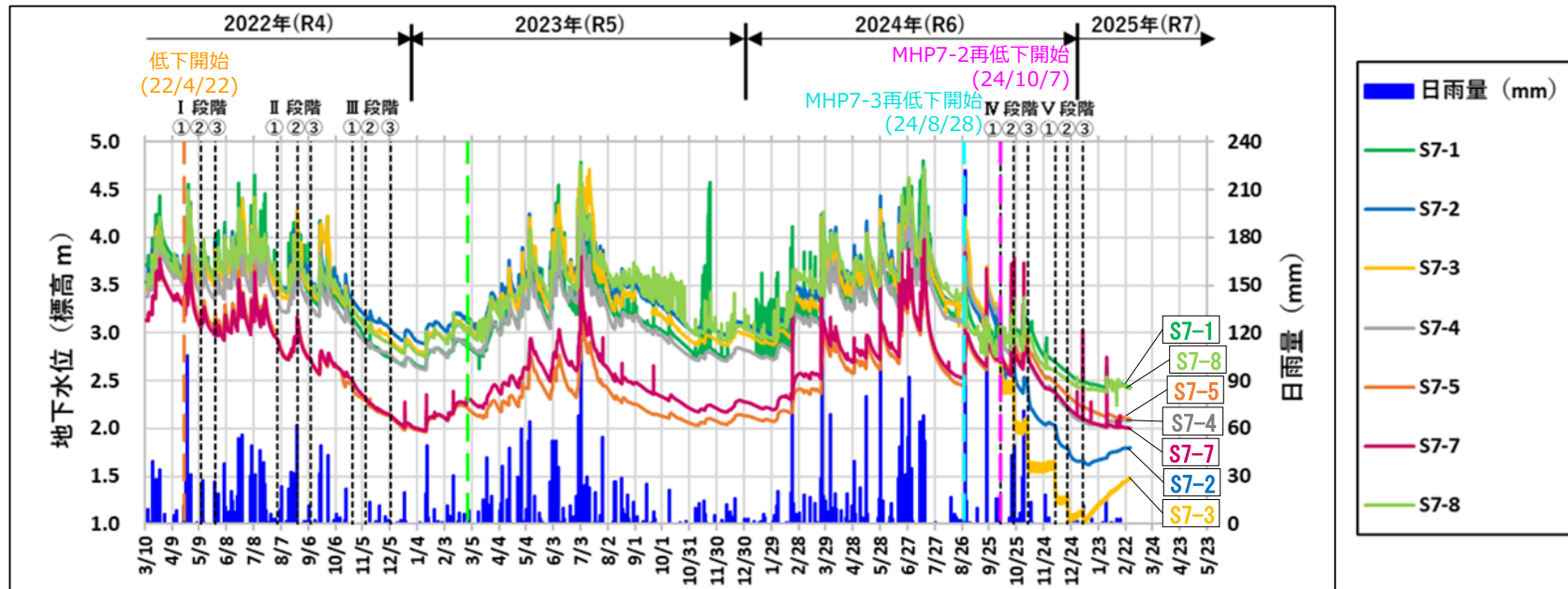
地下水位変動図_対策範囲内 (GL表記)

- 対策範囲内の地下水位は、GL-2.5m～3.5m程度である。
- 地区内で最も水位低下している地点は、地区中央部のS7-3地点である。
- 追加排水設備(MHP7-2、MHP7-3)の揚水開始以降主に地区中央部の水位低下が確認される。



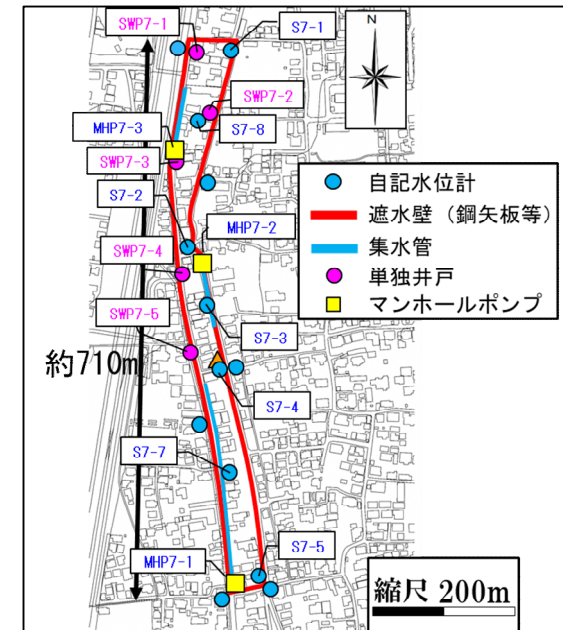
【⑦地区の地下水モニタリング(標高)_対策範囲内】

※2025/2/26観測結果まで

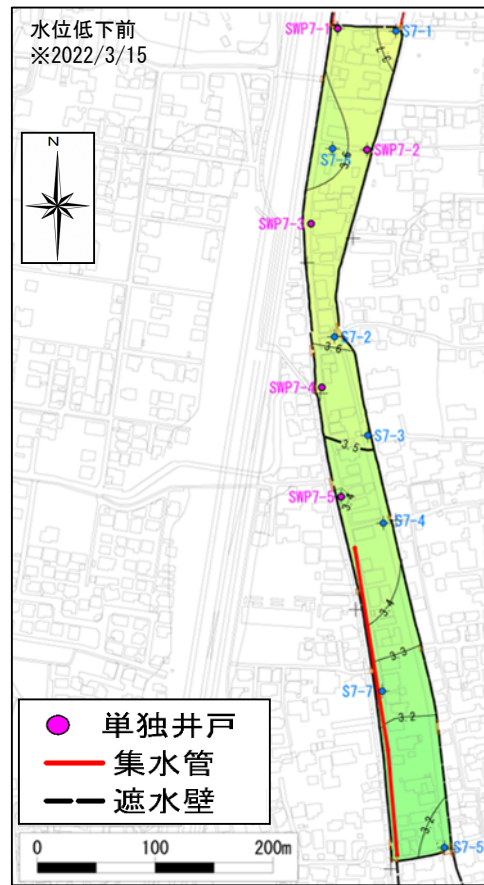


地下水位変動図_対策範囲内(標高表記)

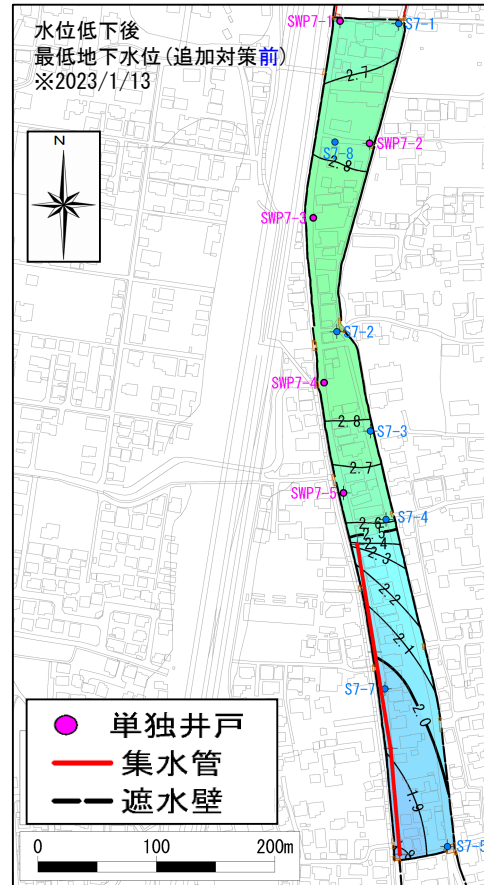
- 対策範囲内の地下水位は、TP+1.0～2.5m程度であり、水位面は地区の中央部へ傾斜している。
- 地区内で最も水位低下している地点は、地区中央部のS7-3地点である。
- 追加排水設備(MHP7-2、MHP7-3)の揚水開始以降、主に地区中央部の水位低下が確認され、追加排水設備周辺は地下水位低下量が大きい。



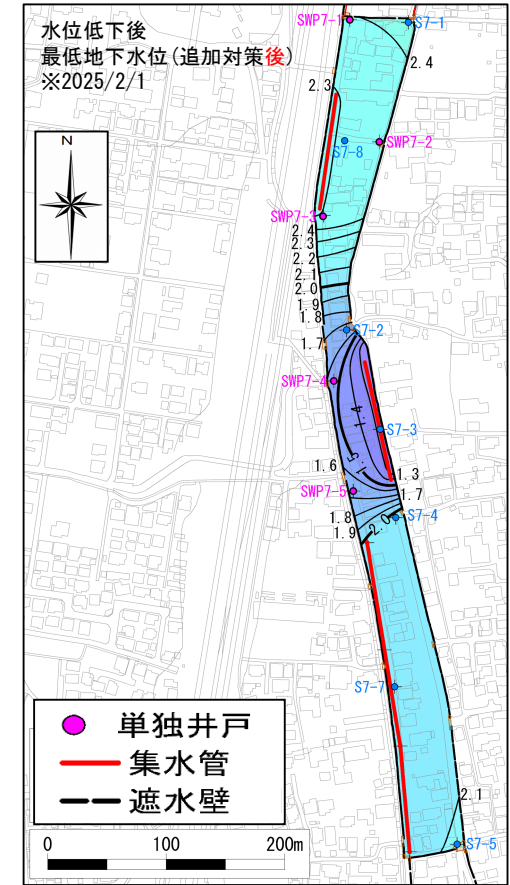
【地下水コンター(標高)】



水位低下前



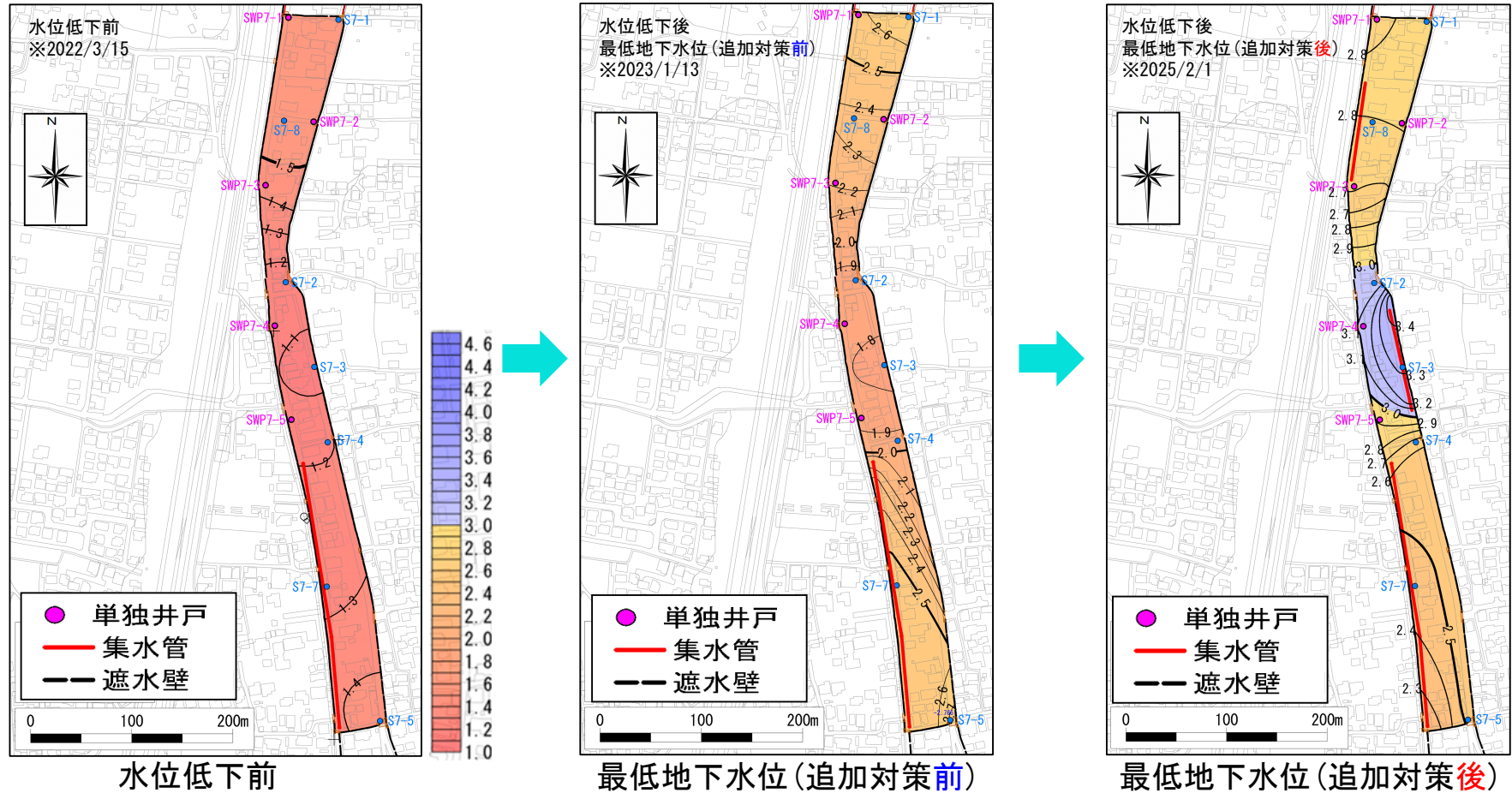
最低地下水位 (追加対策前)



最低地下水位 (追加対策後)

水位低下前の地下水位は、北から南へ流下しており、TP+3.2～3.7m程度である。
 水位低下後(追加対策前)は、TP+1.8～2.7m程度となり、南側は集水管へ向かい水位低下しており、北側は水位低下が明瞭ではない。
 水位低下後(追加対策後)は、TP+1.3～2.4m程度となり、特に中央部の追加集水管へ向かい水位低下しており、**全体的に水位低下が見られる。**

【地下水コンター(GL)】



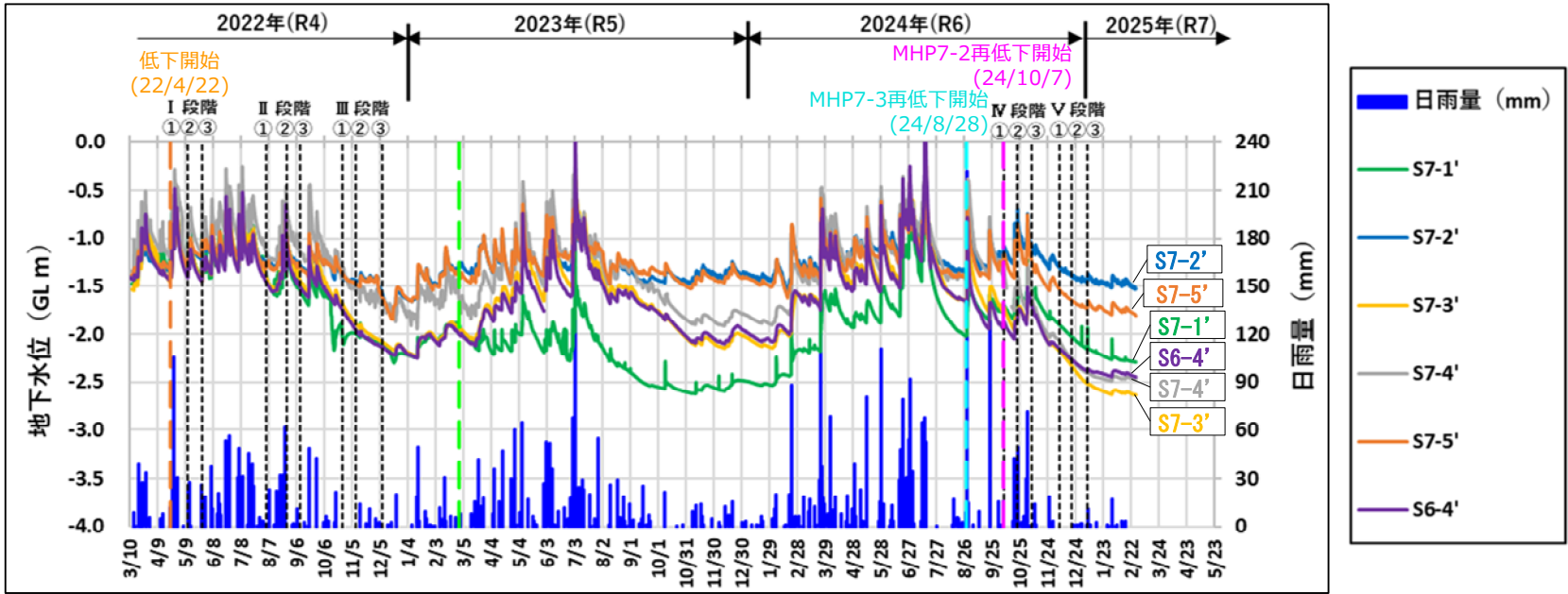
水位低下前の地下水位は、GL-1.1～1.5m程度であり、中央部の地盤高が平坦となる範囲は相対的に地下水位が高い。

水位低下後(追加対策前)は、GL-1.8～2.7m程度となり、中央部の地下水位が最も高い。
水位低下後(追加対策後)は、GL-2.5～3.3m程度となり、特に中央部の地下水位が低く、**目標水位を満足**(青色範囲)。

目標水位未達の範囲についても、**GL-2.5m程度まで水位低下**している。

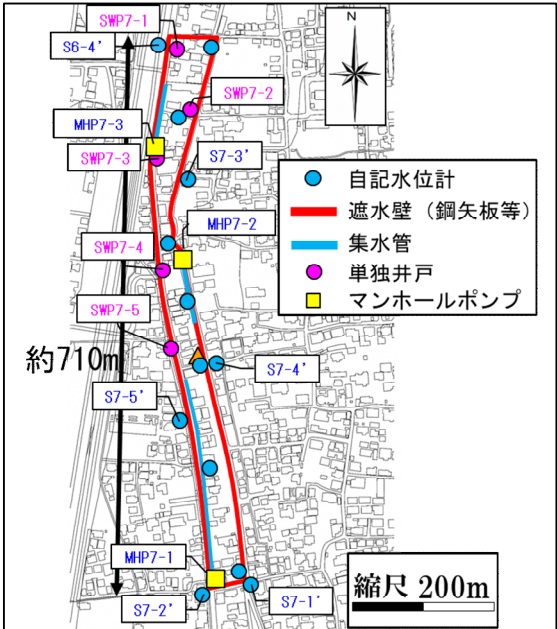
【⑦地区の地下水モニタリング (GL) _対策範囲外】

※2025/2/26観測結果まで



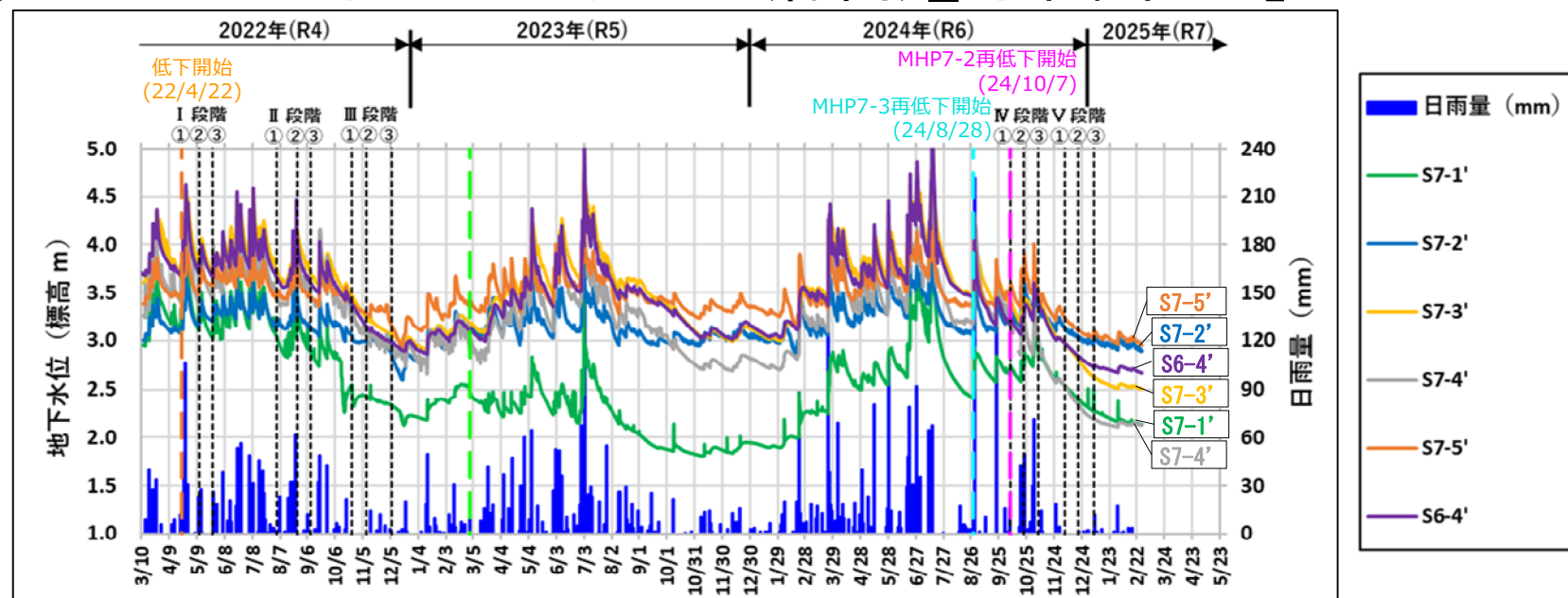
地下水位変動図_対策範囲外 (GL表記)

- 対策範囲外の地下水位は、GL-1.5m～2.5m程度に位置している。
- ⑦地区の揚水開始以降、S7-1'、S7-3'、S6-4'で地下水位低下の傾向が認められる。
- 追加排水設備(MHP7-2、MHP7-3)の揚水開始以降 S7-4'で地下水位低下の傾向が認められる。
- ただし、いずれにおいても周辺の沈下は確認されていない。

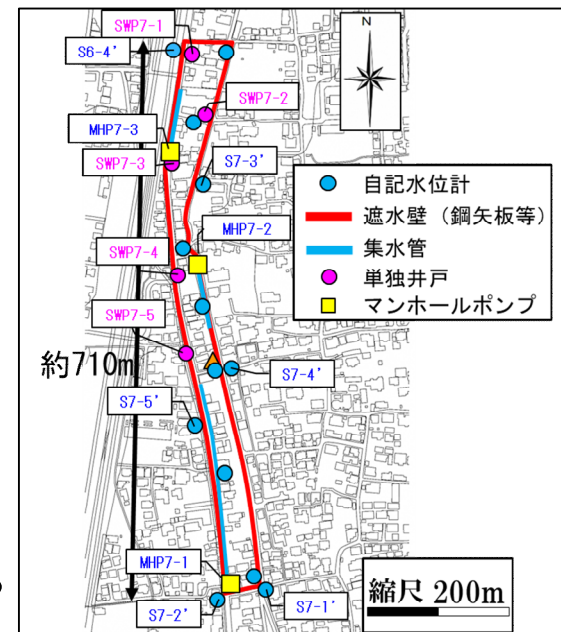


【⑦地区の地下水モニタリング(標高)_対策範囲外】

※2025/2/26観測結果まで

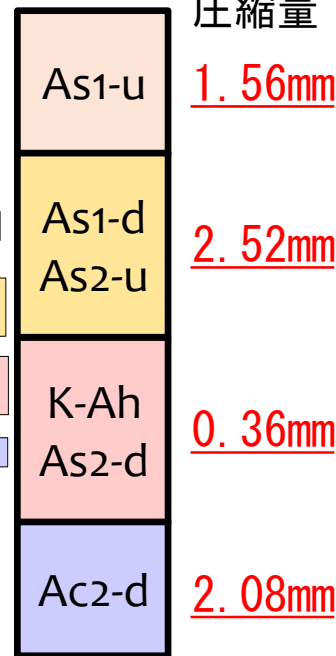
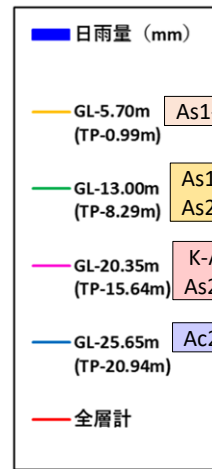
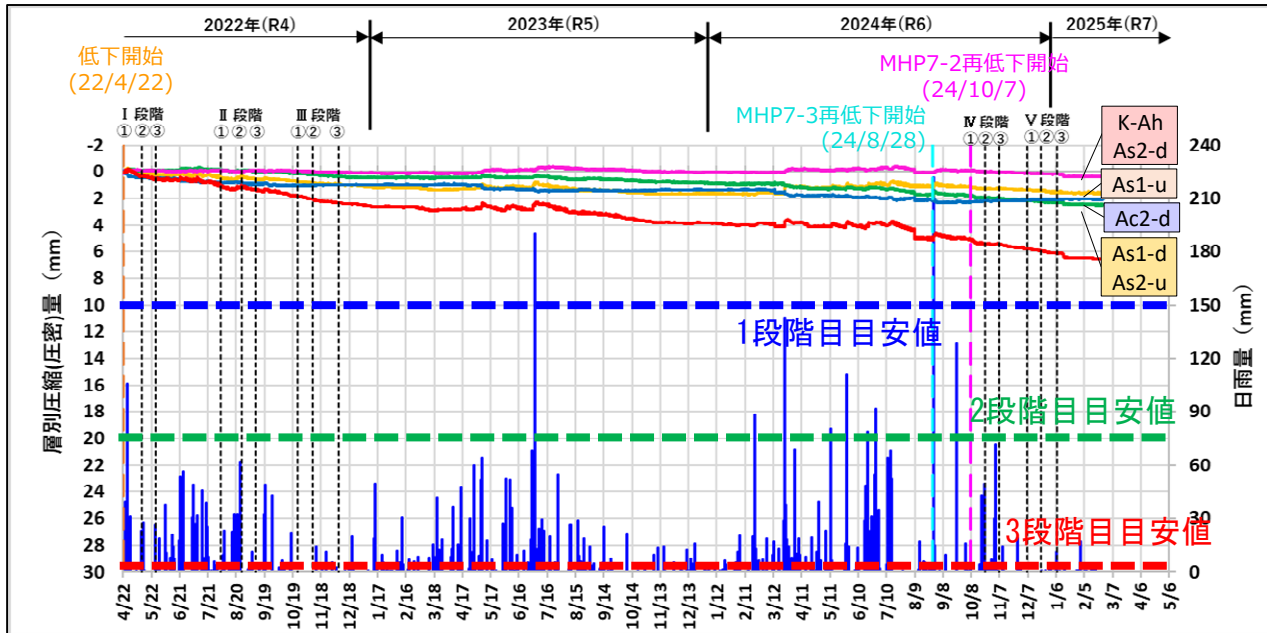


- 対策範囲外の地下水水位は、TP+2.0m～3.0m程度に位置している。
- ⑦地区の揚水開始以降、S7-1'、S7-3'、S6-4'で地下水水位低下の傾向が認められる。
- 追加排水設備(MHP7-2、MHP7-3)の揚水開始以降S7-4'で地下水水位低下の傾向が認められる。
- ただし、いずれにおいても周辺の沈下は確認されていない。



【⑦地区の沈下モニタリング(層別沈下計)】

※2025/2/25観測結果まで
圧縮量

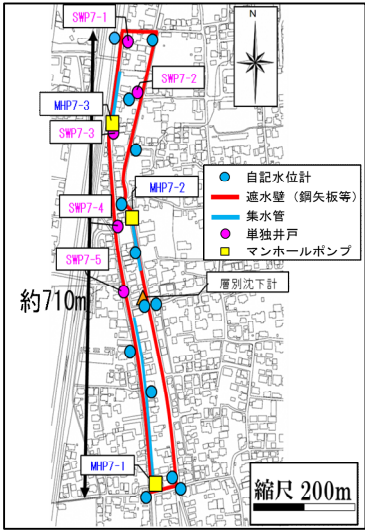


地層	GL-0m～GL-5.7m As1-u	GL-5.7m～GL-13.0m As1-d・As2-u	GL-13.0m～GL-20.35m K-Ah・As2-d	GL-20.35m～25.65m Ac2-d	全層合計
累積圧縮(圧密)量(観測値)(mm)	1.56	4.08	4.44	6.52	—
層別圧縮(圧密)量(計算値)(mm)	1.56	2.52	0.36	2.08	—
層別圧縮(圧密)量(mm)	1.56	2.52	0.36	2.08	6.52

全層合計6.52mm

層別沈下量変動図

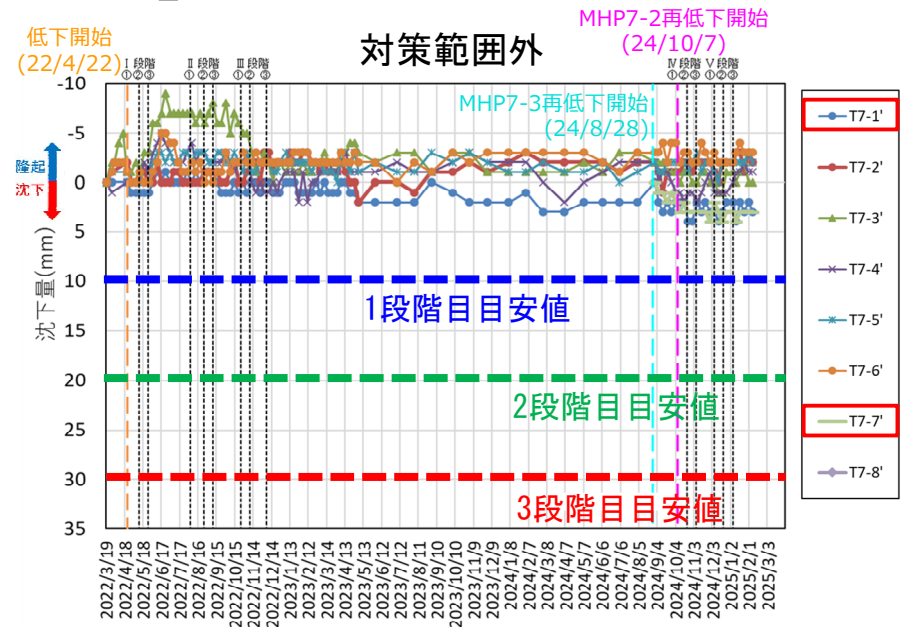
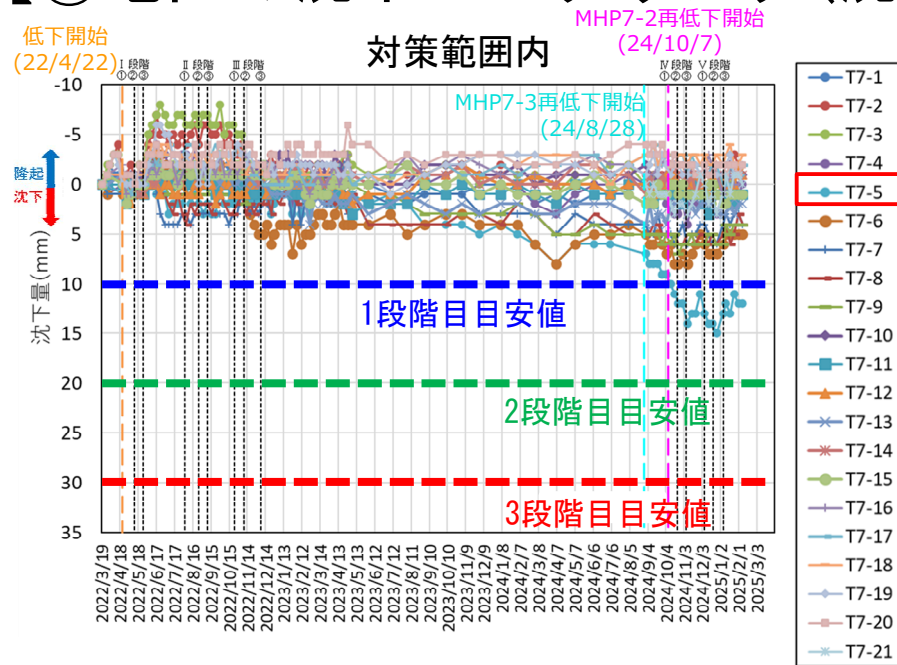
- ・現時点の圧縮量は、全層の合計で6.52mmと微小であり、**1段階目目安値(10mm)以下**である。
- ・層別で最も圧縮しているのは、As1-d/As2-u層の2.52mmである。



※目安値とは、許容値3/1000を10m幅当りに換算した値

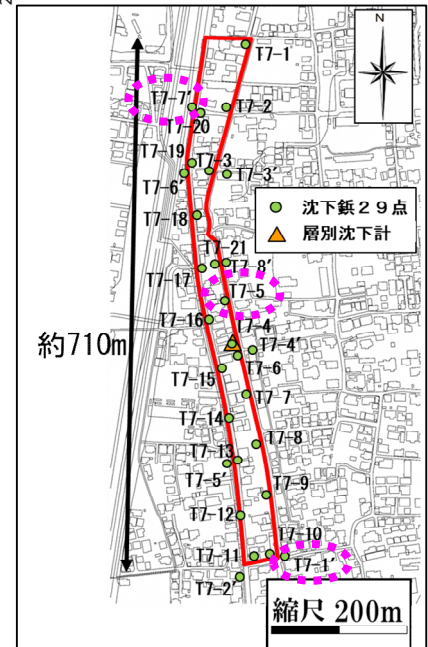
【⑦地区の沈下モニタリング(沈下鉆)】

※2025/2/7観測結果まで



- 対策範囲内の最大沈下量は15mm(T7-5)
- 対策範囲外の最大沈下量は3mm(T7-1'、T7-7')

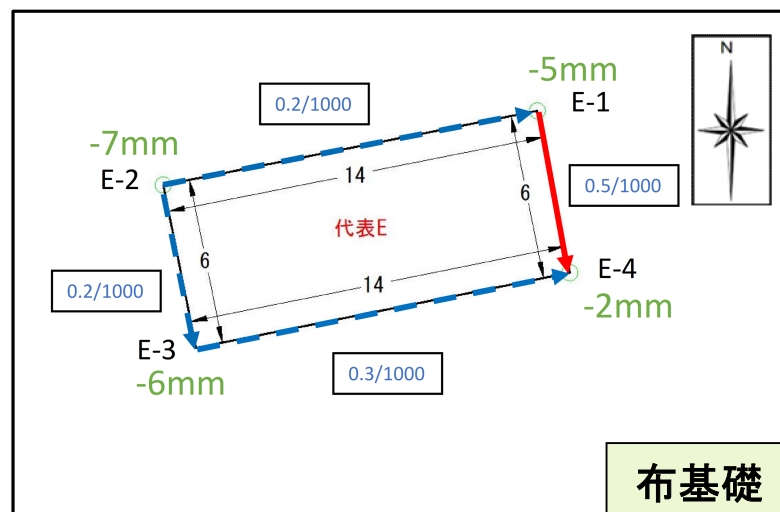
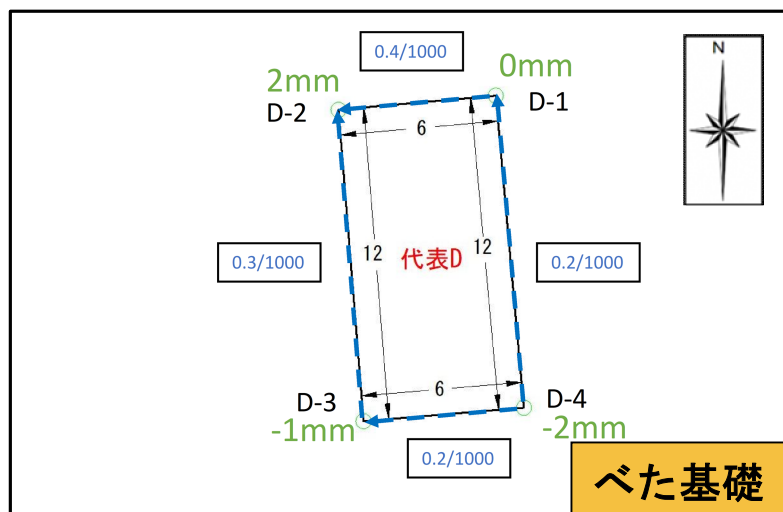
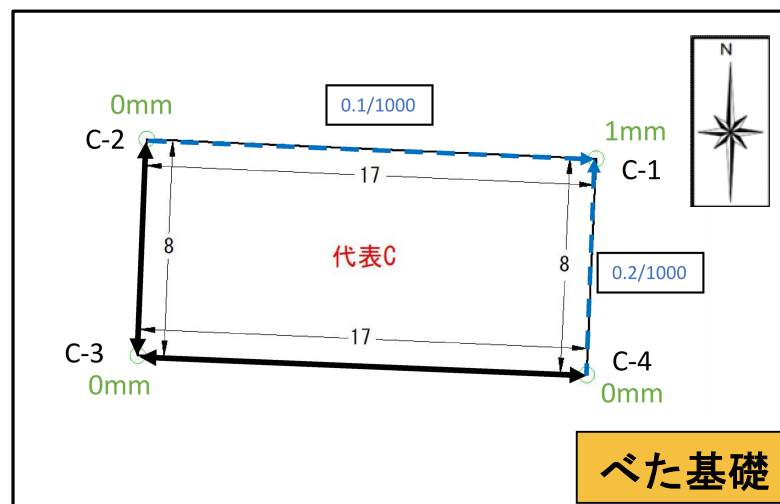
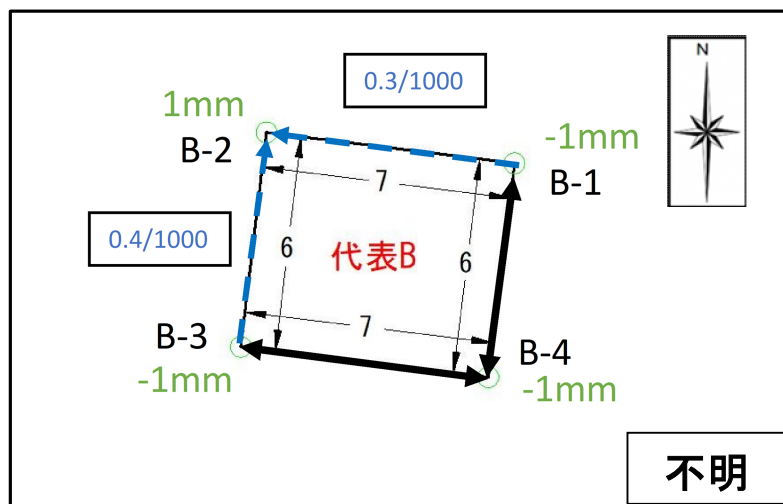
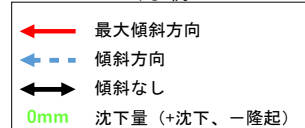
→ 対策範囲内で2段階目目安値(20mm)以下
 対策範囲外で1段階目目安値(10mm)以下
 であり、沈下の進行は確認されない。



【⑦地区の沈下モニタリング(代表家屋)】

※2025/2/7観測結果まで

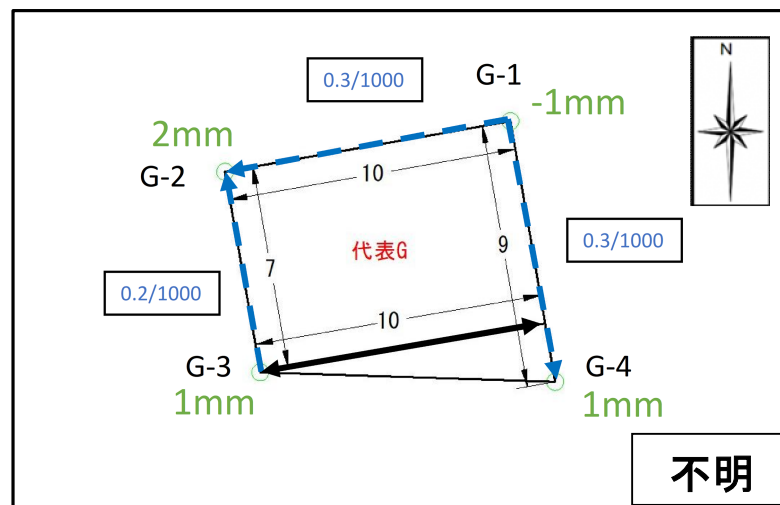
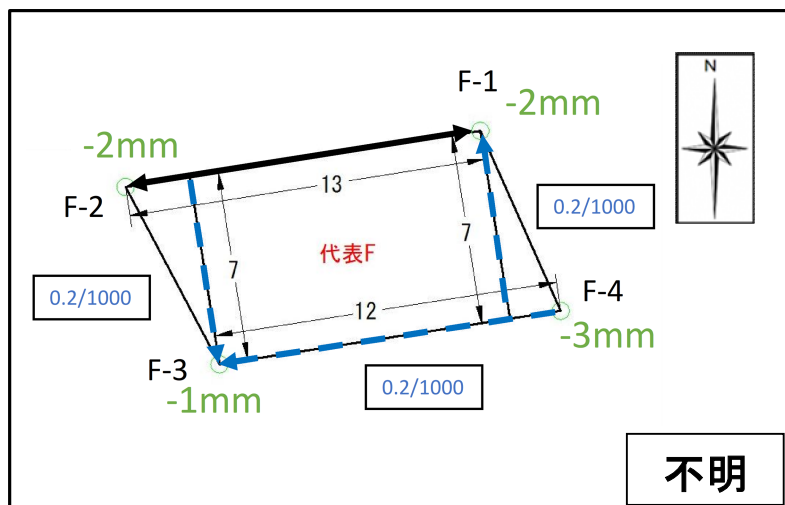
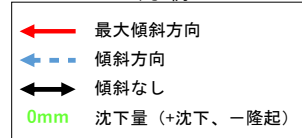
凡 例



【⑦地区の沈下モニタリング(代表家屋)】

※2025/2/7観測結果まで

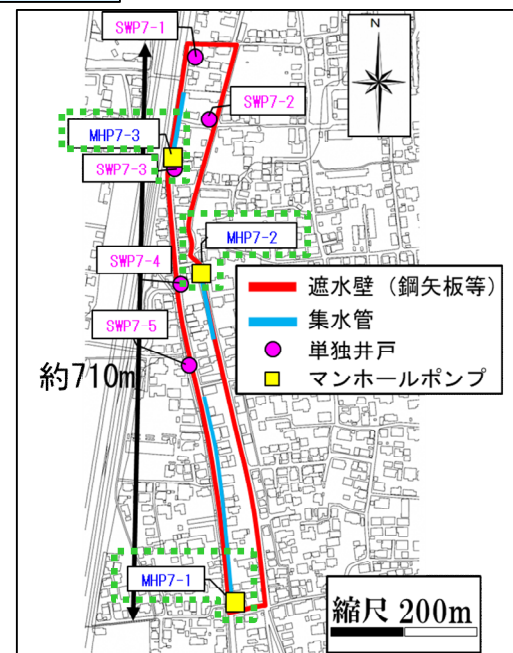
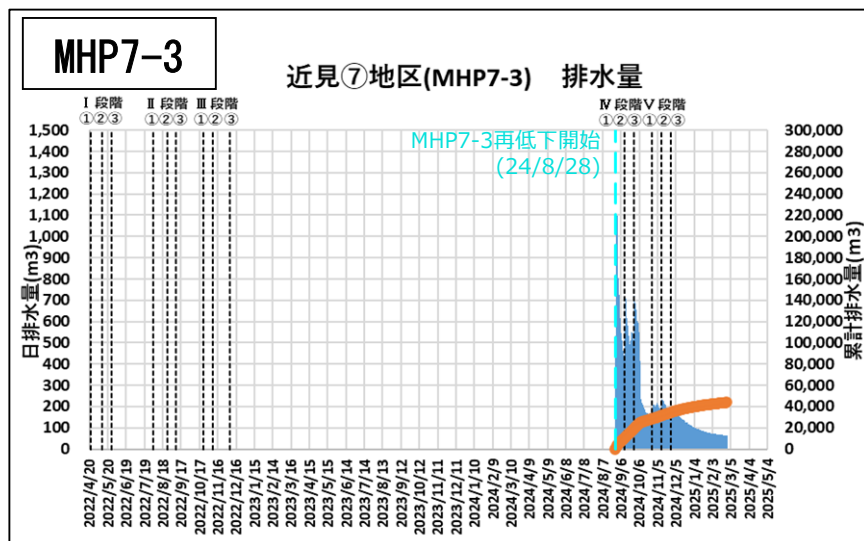
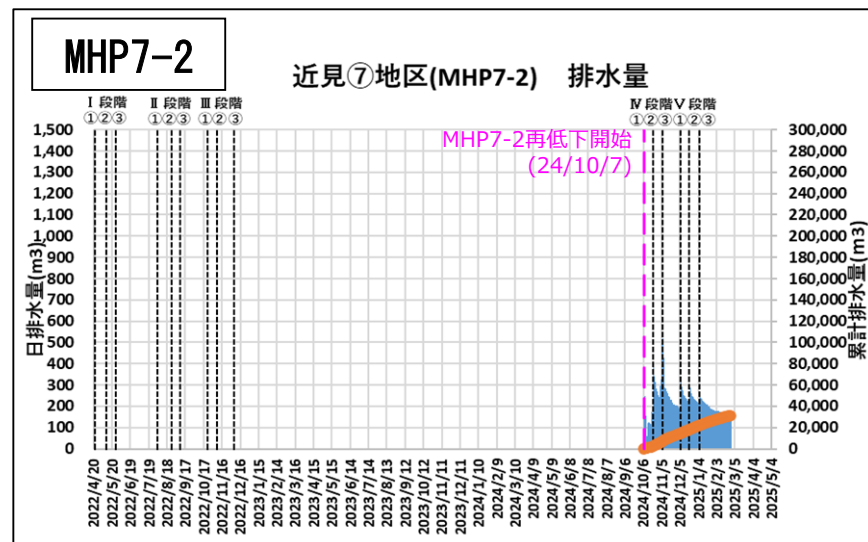
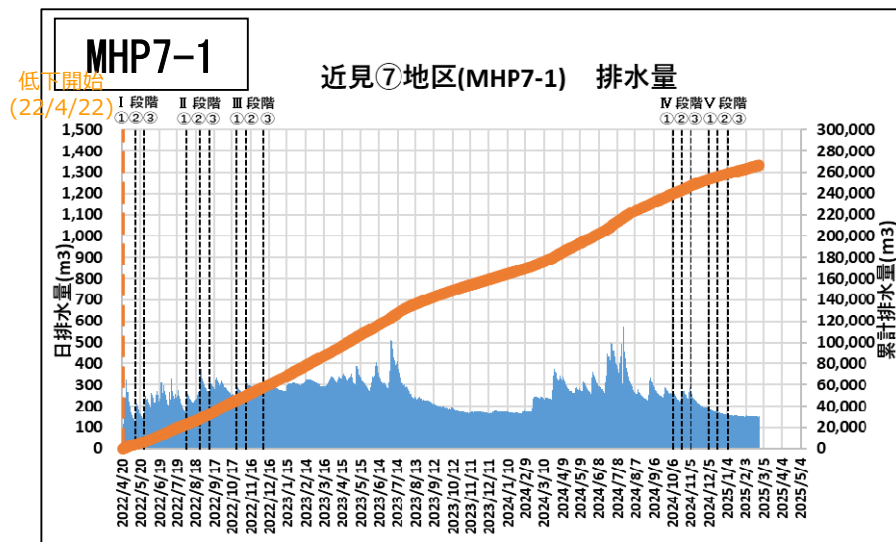
凡 例



・代表家屋6軒のうち、最大傾斜角は、代表家屋Eの0.5/1000radであり、基準値未満である。

【⑦地区の排水量モニタリング】

※2025/2/26観測結果まで

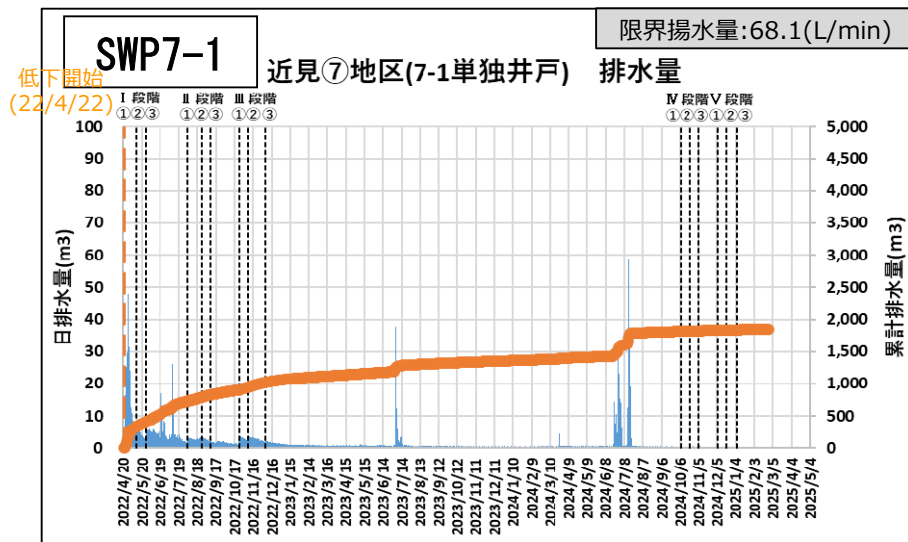


■ 日別排水量 (m³/day)
 --- 揚水開始日
 ● 累計排水量 (m³)
 --- 設定変更日

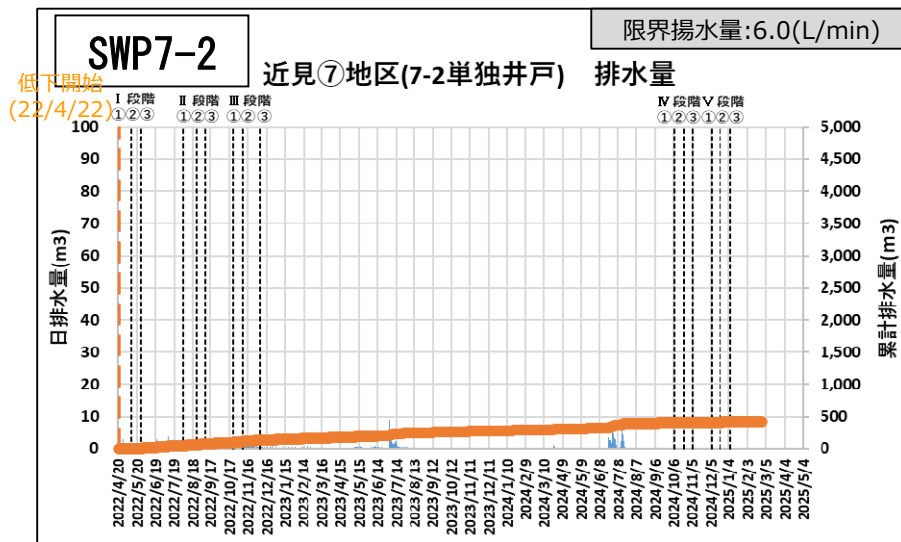
議事 1-2 モニタリング結果

【⑦地区の排水量モニタリング】

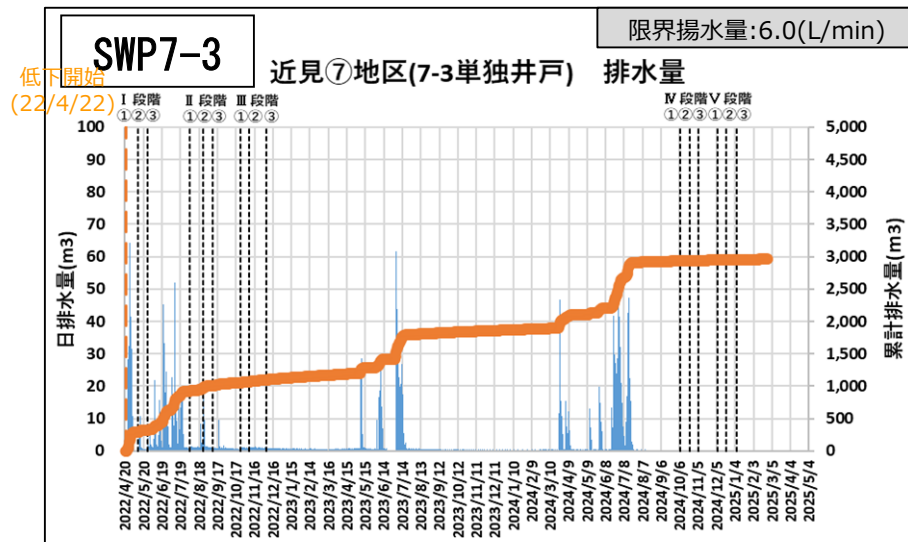
※2025/2/26観測結果まで



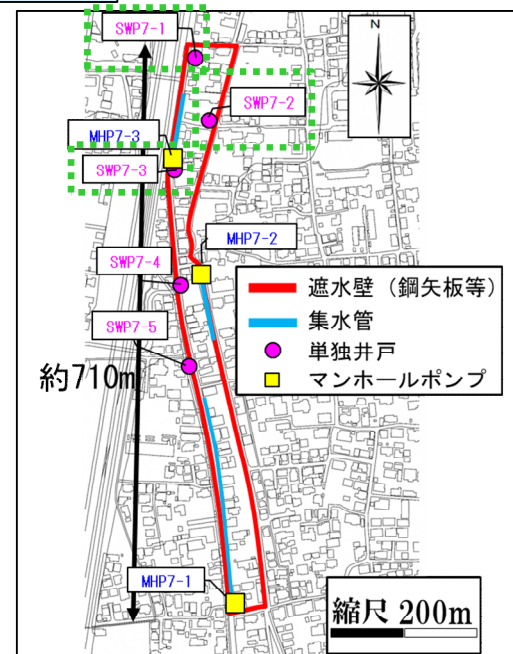
平均日別排水量:1.8(m³/day)



平均日別排水量:0.4(m³/day)



平均日別排水量:2.8(m³/day)



日別排水量 (m³/day)

揚水開始日

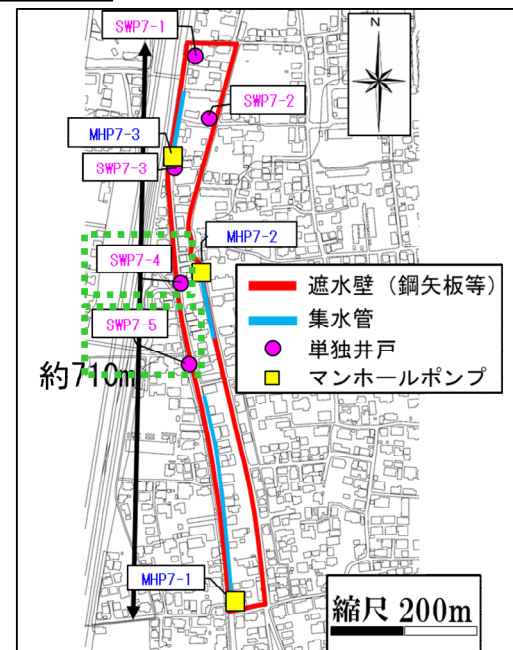
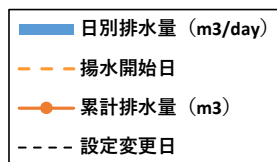
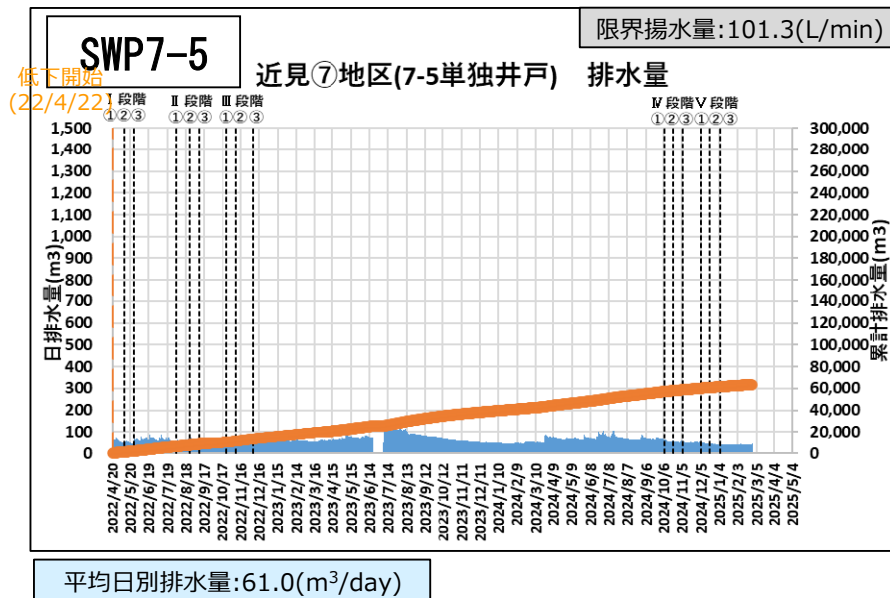
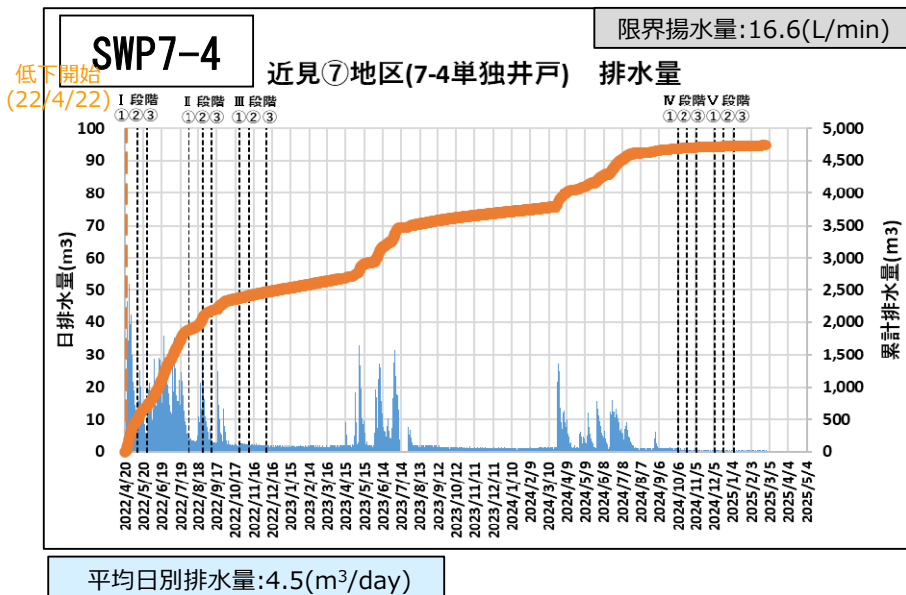
累計排水量 (m³)

設定変更日

議事 1-2 モニタリング結果

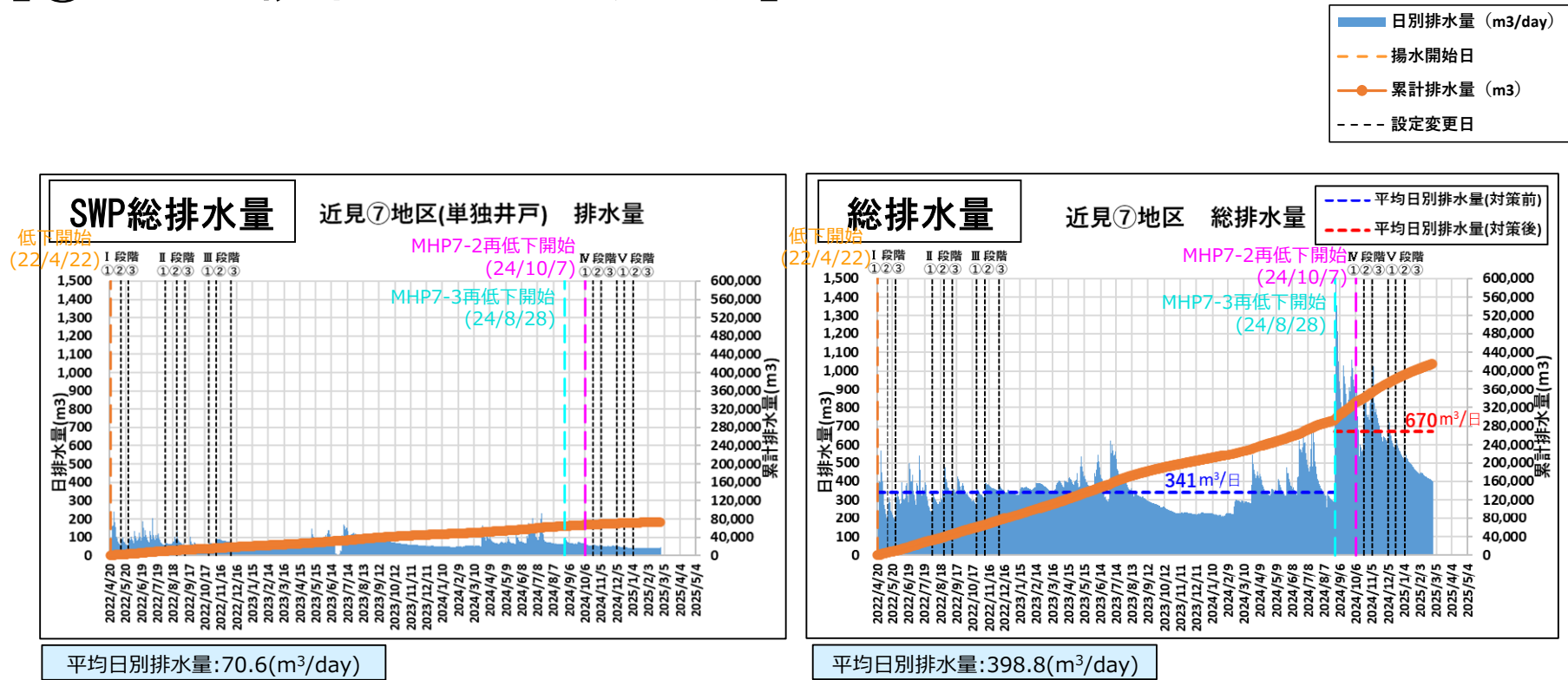
【⑦地区の排水量モニタリング】

※2025/2/26観測結果まで



【⑦地区の排水量モニタリング】

※2025/2/26観測結果まで

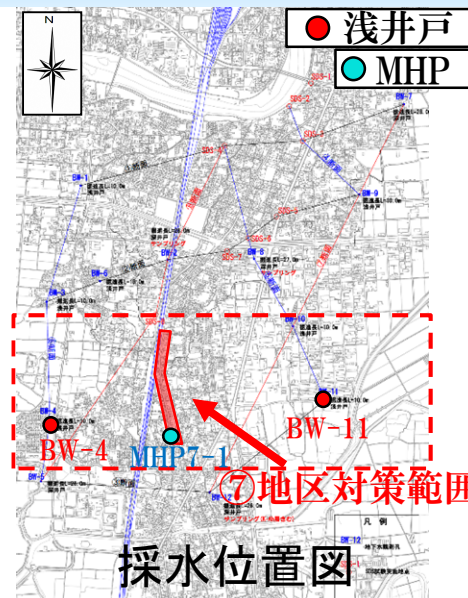


- 日々の排水量は、降雨や設定変更によって変化しているが、⑦地区の日別総排水量は本排水IV以降(追加排水設備(MHP7-2、MHP7-3)の揚水開始以降)、**約500～700 m³/day**である。
- 追加対策前(本排水IV以前)の平均日別排水量は**約341 m³/day**に対し、追加対策後(本排水IV以降)の平均日別排水量は**約670m³/day**であり、MHP7-3再低下開始(2024/8/28)以降、日々の排水量は、**300m³/day程度増加した。**

【水質変化】

水質分析結果

項目		BW-4										単位	水質基準	
		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)	2023/7/26 (雨期)	2023/1/9 (乾期)	2024/7/16 (雨期)	2025/1/8 (乾期)			
1	一般細菌	1100	1100	190	140	160	210	580	180	2900	2500	個/mL	100個/mL以下	
2	大腸菌	不検出	検出	不検出	不検出	不検出	不検出	検出	不検出	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未満	0.004未満	0.004未満	0.004未満	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	0.1	0.1	0.1未満	0.1未満	0.1未満	0.1未満	0.1未満	0.1未満	0.1未満	mg/L	10mg/L以下	
5	塩化物イオン	5.9	4.7	5.6	5.5	4.2	5.8	5.9	4.0	3.6	6.1	mg/L	200mg/L以下	
6	有機物(全有機炭素(TOC)の量)	7.4	1.0	2.1	1.1	1.0	1.1	0.9	1.3	1.0	1.8	mg/L	3mg/L以下	
7	pH値	7.2	7.2	7.4	7.2	7.2	7.2	7.0	7.2	7.1	7.3	－	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	－	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	異常なし	異常なし	微カビ臭	異常なし	異常なし	－	異常なし	
10	色度	28.0	7.4	28.0	3.7	9.7	7.7	6.4	14.0	6.0	14.0	度	5度以下	
11	濁度	1.3	3.3	1.2	3.7	4.4	2.8	0.8	2.6	1.3	1.0	度	2度以下	



対策範囲内

項目		BW-11									MHP7-1							単位	水質基準
		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)	2022/7/25 (雨季)	2023/1/24 (乾期)	2023/7/26 (雨期)	2023/1/9 (乾期)	2024/7/16 (雨期)	2025/1/8 (乾期)	2022/3/11 (乾期)	2022/10/12 (雨期)	2023/1/24 (乾期)	2023/7/26 (雨期)	2024/1/9 (乾期)	2024/7/16 (雨期)	2025/1/8 (乾期)		
1	一般細菌	3000以上	410	350	380	210	580	150	1200	53	300以上	300以上	4	5	62	2400	3	個/mL	100個/mL以下
2	大腸菌	検出	不検出	不検出	不検出	不検出	検出	不検出	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	－	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未満	0.004未満	0.004未満	0.004未満	0.004未満	0.039	0.004未満	0.004未満	0.004未満	0.004未満	0.005	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未満	0.1未満	0.1未満	0.1未満	0.1未満	0.6	0.1未満	0.1未満	0.1未満	0.1未満	0.1未満	0.1未満	mg/L	10mg/L以下
5	塩化物イオン	13	14	13	14	14	15	15	14	15	12.0	9.2	9.5	8.5	11.0	7.3	9.6	mg/L	200mg/L以下
6	有機物(全有機炭素(TOC)の量)	3.0	3.4	3.5	3.0	3.8	2.9	3.9	2.6	2.9	0.9	1.2	1.3	1.2	1.5	1.3	1.4	mg/L	3mg/L以下
7	pH値	7.3	7.3	7.2	7.4	7.2	7.3	7.2	7.3	7.3	7.3	7.2	7.2	7.1	7.2	7.4	7.3	－	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	異常なし	異常なし	分析不能	分析不能	分析不能	分析不能	分析不能	－	異常なし
9	臭気	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	土臭	異常なし	微カビ臭	異常なし	微土臭	異常なし	異常なし	土臭	異常なし	カビ臭	異常なし	異常なし	－	異常なし
10	色度	11.0	38.0	64.0	35.0	52.0	10.0	54.0	30.0	39.0	7.4	18.0	28.0	4.3	25.0	5.7	20.0	度	5度以下
11	濁度	5.3	7.4	15.0	6.6	11.0	4.6	12.0	4.1	6.8	2.9	5.7	7.3	4.9	9.3	4.1	4.6	度	2度以下

- ・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。
- ・対策区域より東西方向に位置するBW-11、BW-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。

【モニタリング結果のまとめ】

モニタリング結果一覧表

		追加対策	
		前	後
項目	目標	本排水Ⅰ～Ⅲ	本排水Ⅳ～Ⅴ
水位低下	GL-3.0m (△h=2.0m)	目標水位未達	一部の範囲で 目標水位 を満足
地盤沈下 (傾斜角)	基準:傾斜角3/1000 (最大5/1000)	0.0/1000～ 0.7/1000	0.0/1000～ 0.5/1000
(沈下量)	基準:沈下量50mm	0mm～5mm 基準値未満	0mm～15mm 基準値未満
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)	定常時: 200～350m ³ /day	定常時: 500～700m ³ /day

【本事業の対策目標】

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ランクとしている。

◇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

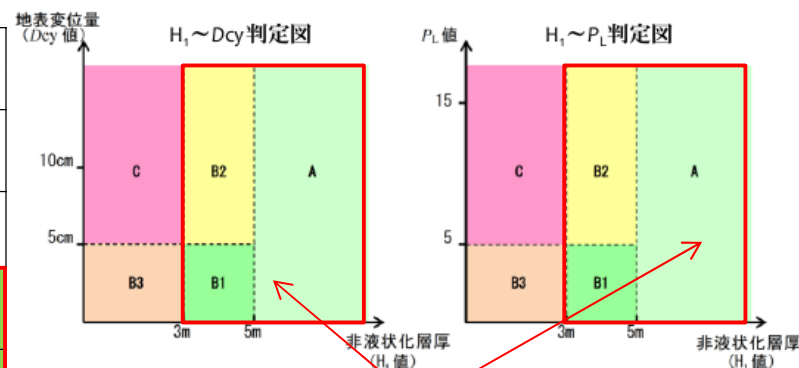
○地下水位低下工法における液状化被害抑制の目標：Aランク、B1ランク、

○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）

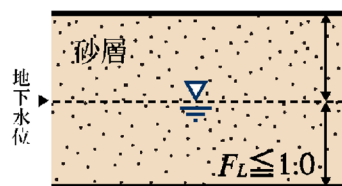
判定結果	H1の範囲	Dcyの範囲	PL値の範囲	地下水位低下工法
C	3m未満	5cm以上	5以上	不可
B3		5cm未満	5未満	不可(※)
B2	3m以上 5m未満	5cm以上	5以上	液状化被害軽減の 目標として可
B1		5cm未満	5未満	液状化被害抑制の 目標として可
A	5m以上	—	—	

対策目標

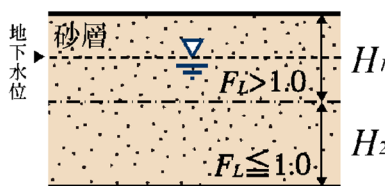


対策目標

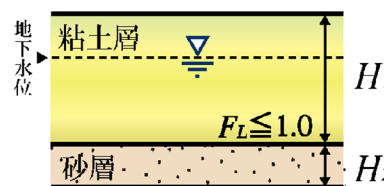
公共施設・宅地一体型液状化対策工法の判定基準
(地下水位低下工法)



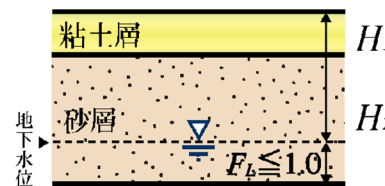
(a) 対象が全て砂層の場合-1



(b) 対象が全て砂層の場合-2



(c) 砂層の上に粘土がある場合
(地下水位が粘土層内)



(d) 砂層の上に粘土層がある場合
(地下水位が砂層内)

【ガイダンスに基づいた評価手法】

本事業効果検証では、地下水位低下完了地区の観測データをガイダンスに基づいた評価手法で整理し、その結果を踏まえた評価を行った(詳細は後述する)。

【ガイダンスの評価手法】

地下水位低下工法の対策効果は、例えば図5-30に示すように降雨・降雪の影響を除いた平均低水位等(年平均水位以下の日平均した水位)と比較し、地下水位低下が図られたことを確認して判断する。その結果、目標とする地下水位まで安定した低下等が図られたことを確認し、検討委員会による最終判断をもって液状化対策事業の完了とする。

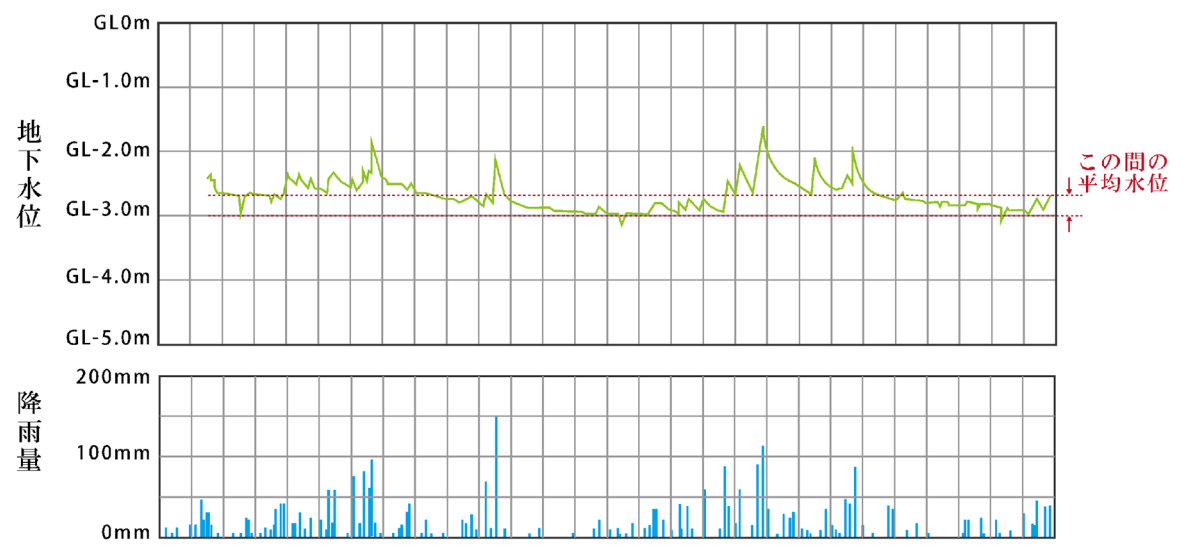


図 5-30 平均低水位算出例

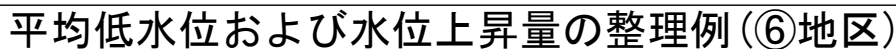
ガイダンスでは「地下水位低下工法の対策効果は、降雨・降雪の影響を除いた平均低水位等(年平均水位以下の日平均した水位)で比較」と記載されている。

そこで、水位低下完了地区(④、⑥、⑧地区)を対象に、水位低下後の観測データを用いて、平均低水位、および水位低下完了時の最低水位との差(水位低下完了後の水位上昇量)を求めた。

※④地区の評価期間は、隣接地区の地下水位低下開始前の最近1年の期間「2022/4/1～2023/4/1」、

⑥地区の評価期間は、本排水Ⅲ-3の終了日から1年の期間「2023/1/1～2024/1/1」、

⑧地区の評価期間は、本排水Ⅲ-3の終了日から1年の期間「2023/10/12～2024/10/12」とした。



【地下水位低下後の水位上昇量】

各観測孔における最低地下水位から平均低水位までの水位上昇量(水位低下完了後の水位上昇量)の一覧表を以下に示す。

水位上昇量の一覧表(標高標記)

地点名	S4-2	S4-6	S6-1	S6-7	S6-9	S8-3	S8-5	S8-8	全地点平均
平均低水位(標高.m)	3.82	3.79	2.92	2.95	2.64	1.80	1.95	2.36	2.78
最低地下水位(標高.m)	3.62	3.55	2.68	2.74	2.42	1.61	1.79	2.19	2.58
水位上昇量(m) (最低水位から平均低水位までの上昇量)	0.20	0.24	0.22	0.16	0.19	0.19	0.16	0.17	0.19(≒0.2)

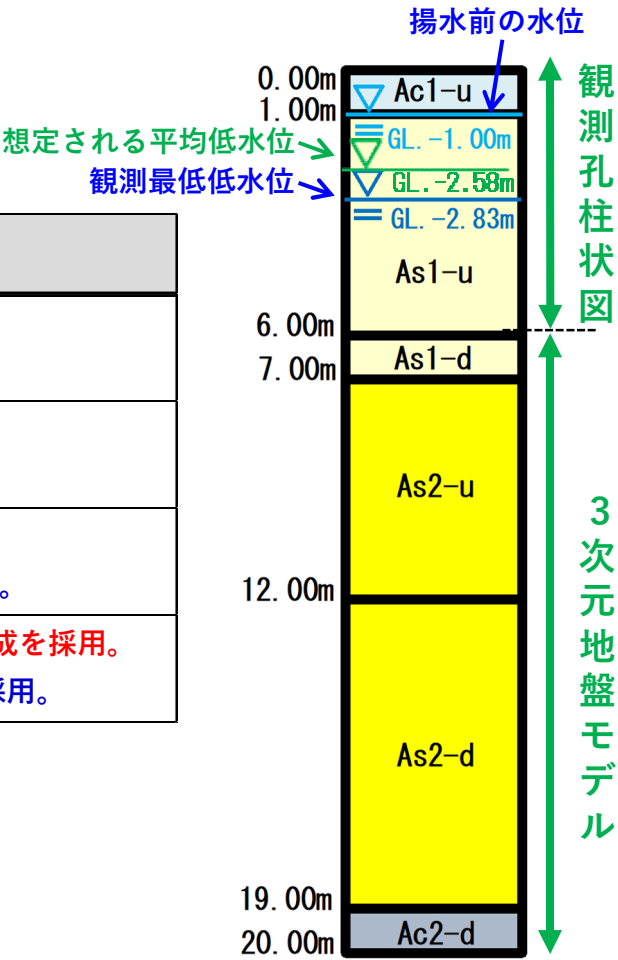
本結果から、各観測孔の水位上昇量の平均値は0.19m(≒0.2m)であることを確認した。これを踏まえ、本事業効果検証では、最低水位に0.20mの水位上昇量を見込んだ「想定される平均低水位」を用いて事業効果の検証を行った。

【液状化判定の検討方法】

液状化判定時の各観測孔の地下水位、地層構成は以下のとおり設定した。

液状化判定時の設定条件一覧

項目		精度	備考
地盤高(TP.m)		実測値	各観測地点における水準測量の実測値を採用。
地下水位 (GL.-m)	揚水前の水位	推定値	設計時に想定したGL-1.0mを採用。
	揚水後の水位	実測値/ 推定値	観測最低地下水位 想定される平均低水位を採用(観測最低水位+0.20m)。
地層構成		実測値/ 推定値	GL-6.0m以浅は観測孔設置時の柱状図による地層構成を採用。 GL-6.0m以深は3次元地盤モデルによる地層構成を採用。



地層構成の模式図(例)

【液状化判定の検討方法】

設定した地下水位および地層構成は以下のとおりである。

地下水位および地層構成一覧表

項目\地点名		S7-1	S7-2	S7-3	S7-4	S7-5	S7-7	S7-8
地盤高(TP.m)		5.31	4.74	4.64	4.61	4.73	4.48	5.13
地下水位 (GL.-m)	揚水前の水位	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	観測最低水位 (平均低水位)	2.88 (2.68)	3.12 (2.92)	3.61 (3.41)	2.58 (2.38)	2.77 (2.57)	2.50 (2.30)	2.75 (2.55)
地層の 下端深度 (GL.-m)	Ac1-u	—	—	1.00	1.00	—	—	1.00
	As1-u	2.50	4.00	4.00	4.00	2.50	4.00	5.00
	Ac1-d	4.50	—	—	—	—	6.00	—
	As1-d	8.00	7.50	7.00	7.00	6.00	7.50	8.50
	As2-u	13.50	13.00	13.00	13.00	11.50	13.50	13.50
	Ac2-u	—	—	—	—	15.50	14.00	—
	K-Ah	14.50	19.50	15.50	18.50	20.00	20.00	17.00
	As2-d	19.00	—	20.00	20.00	—	—	20.00
	Ac2-d	20.00	20.00	—	—	—	—	—

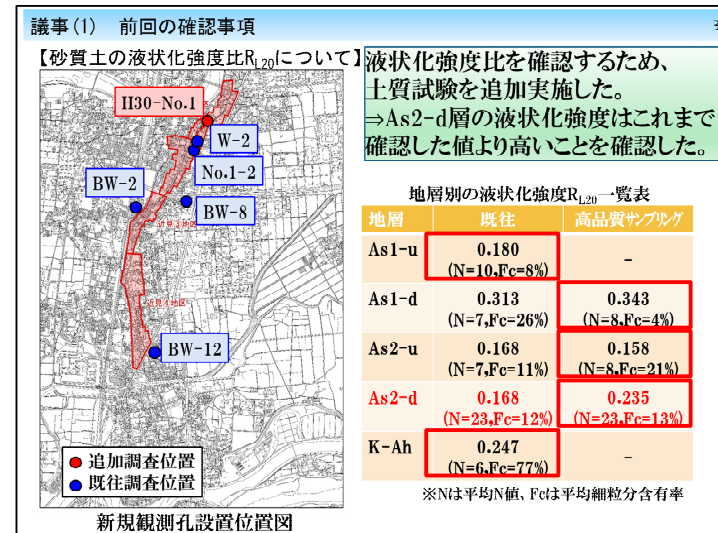
【液状化判定の検討方法】

液状化判定に用いる定数は以下の設定方針とした。

- 各地層の単位体積重量、N値、Fcは既往柱状図（No.1-5、⑦-B-1）の平均値を採用。
- 液状化抵抗比は、既往土質試験結果を採用。
（粘性土についてはN値、Fc、有効土被り圧より算出）

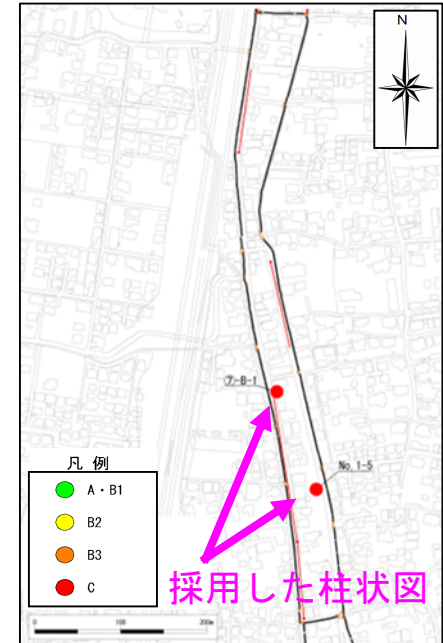
土質定数の設定方法一覧

地層名\項目	単位体積重量 $\gamma_t(\text{kN/m}^3)$	N値	Fc(%)	液状化抵抗比
Ac1-u	⑦地区の既往柱状図(液状化判定Cランク)のAc1-d層の平均値を採用。 (既往柱状図で液状化判定CランクのAc1-u層の試験値がないため)	N値、Fc、有効土被り圧より算出。		
As1-u	⑦地区の既往柱状図(液状化判定Cランク)のAs1-u層の平均値を採用。	既往土質試験結果(0.180)を採用。 (第8回委員会時に報告)		
Ac1-d	⑦地区の既往柱状図(液状化判定Cランク)のAc1-d層の平均値を採用。	N値、Fc、有効土被り圧より算出。		
As1-d	⑦地区の既往柱状図(液状化判定Cランク)のAs1-d層の平均値を採用。	既往土質試験結果(0.343)を採用。 (第8回委員会時に報告)		
As2-u	⑦地区の既往柱状図(液状化判定Cランク)のAs2-u層の平均値を採用。	既往土質試験結果(0.158)を採用。 (第8回委員会時に報告)		
Ac2-u	⑦地区の既往柱状図(液状化判定Cランク)のAc2-d層の平均値を採用。 (既往柱状図で液状化判定CランクのAc2-u層の試験値がないため)	N値、Fc、有効土被り圧より算出。		
K-Ah	⑦地区の既往柱状図(液状化判定Cランク)のK-Ah層の平均値を採用。	既往土質試験結果(0.247)を採用。 (第8回委員会時に報告)		
As2-d	⑦地区の既往柱状図(液状化判定Cランク)のAs2-d層の平均値を採用。	既往土質試験結果(0.235)を採用。 (第8回委員会時に報告)		
Ac2-d	⑦地区の既往柱状図(液状化判定Cランク)のAc2-d層の平均値を採用。	N値、Fc、有効土被り圧より算出。		



液状化抵抗比の試験値

第8回熊本市液状化対策技術検討委員会 説明資料【近見地区】（平成31年3月12日時点）に加筆



既往調査による液状化判定平面図

【液状化判定の検討方法】

設定した各地層の定数は以下のとおりである。

観測孔における設定土質定数一覧

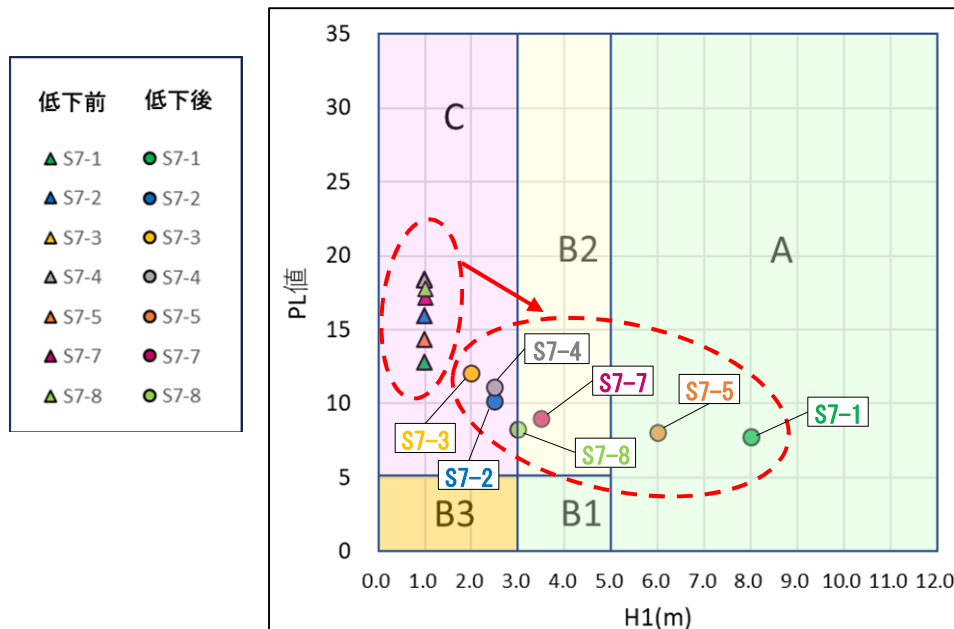
地層名\項目	1	2	3	4	備考
	単位体積重量 $\gamma_t(\text{kN/m}^3)$	N値	Fc(%)	液状化抵抗比	
Ac1-u	14.0	3	78.7	算出値	項目1～3は、⑦地区の既往柱状図(液状化判定Cランク)のAc1-d層の平均値を採用 項目4は、N値、Fc、有効土被り圧より算出
As1-u	17.0	9	8.2	0.180	項目1～3は、⑦地区の既往柱状図(液状化判定Cランク)の平均値を採用 項目4は、既往土質試験結果を採用(第8回委員会時に報告)
Ac1-d	14.0	3	78.7	算出値	項目1～3は、⑦地区の既往柱状図(液状化判定Cランク)の平均値を採用 項目4は、N値、Fc、有効土被り圧より算出
As1-d	17.0	12	12.0	0.343	項目1～3は、⑦地区の既往柱状図(液状化判定Cランク)の平均値を採用 項目4は、既往土質試験結果を採用(第8回委員会時に報告)
As2-u	18.5	5	21.2	0.158	項目1～3は、⑦地区の既往柱状図(液状化判定Cランク)の平均値を採用 項目4は、既往土質試験結果を採用(第8回委員会時に報告)
Ac2-u	15.0	1	95.9	算出値	項目1～3は、⑦地区の既往柱状図(液状化判定Cランク)のAc2-d層の平均値を採用 項目4は、N値、Fc、有効土被り圧より算出
K-Ah	15.5	14	33.0	0.247	項目1～3は、⑦地区の既往柱状図(液状化判定Cランク)の平均値を採用 項目4は、既往土質試験結果を採用(第8回委員会時に報告)
As2-d	18.5	15	50.6	0.235	項目1～3は、⑦地区の既往柱状図(液状化判定Cランク)の平均値を採用 項目4は、既往土質試験結果を採用(第8回委員会時に報告)
Ac2-d	15.0	1	97.2	算出値	項目1～3は、⑦地区の既往柱状図(液状化判定Cランク)の平均値を採用 項目4は、N値、Fc、有効土被り圧より算出

議事 1－3 事業効果検証

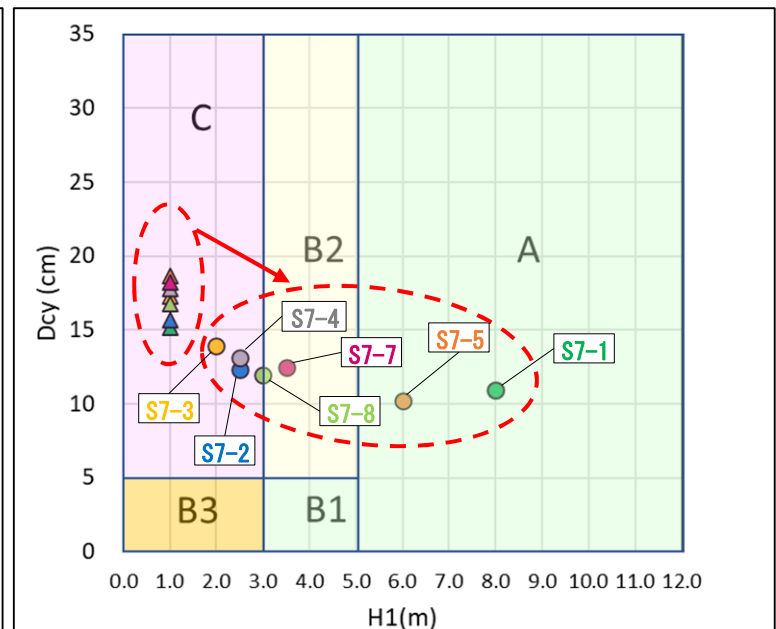
追加対策前^前の各地点の液状化判定結果(PLおよびDcy)のランク変化図を示す。
 追加対策前^前の最低地下水位では、一部の地点(地区の中央部)にてCランクとなり、
 「想定される平均低水位(約0.2m程度の水位上昇量)」を考慮すると、B2ランク以上の
 ためには最大約0.7m程度の水位低下が必要であった。

地点名	水位低下前							最低地下水位(追加対策前)						
	S7-1	S7-2	S7-3	S7-4	S7-5	S7-7	S7-8	S7-1	S7-2	S7-3	S7-4	S7-5	S7-7	S7-8
標高	5.310	4.740	4.570	4.610	4.730	4.480	5.130	5.310	4.740	4.570	4.610	4.730	4.480	5.130
地下水位(GL-m)	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	2.68	1.86	1.78	2.00	2.77	2.50	2.38
H1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	8.0	2.5	2.0	2.5	6.0	3.5	3.0
PL	12.8	15.9	18.4	18.3	14.3	17.2	17.8	7.7	10.2	12.1	11.1	8.1	9.0	8.3
Dcy(cm)	15.2	15.7	17.3	17.8	18.7	18.2	16.8	10.9	12.3	13.9	13.1	10.2	12.5	12.0
PL判定ランク	C	C	C	C	C	C	C	A	C	C	C	A	B2	B2
Dcy判定ランク	C	C	C	C	C	C	C	A	C	C	C	A	B2	B2

地点名	S7-1	S7-2	S7-3	S7-4	S7-5	S7-7	S7-8
B2以上境界水位 (GL-m)	1.75	2.06	2.12	2.12	1.75	2.06	2.12



PL値ランク図(最低地下水位(追加対策前))

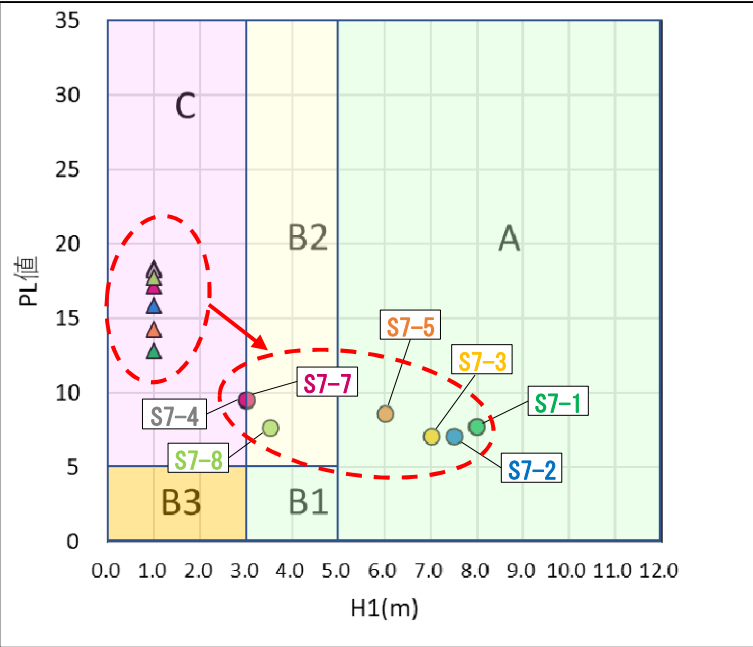


Dcyランク図(最低地下水位(追加対策前))

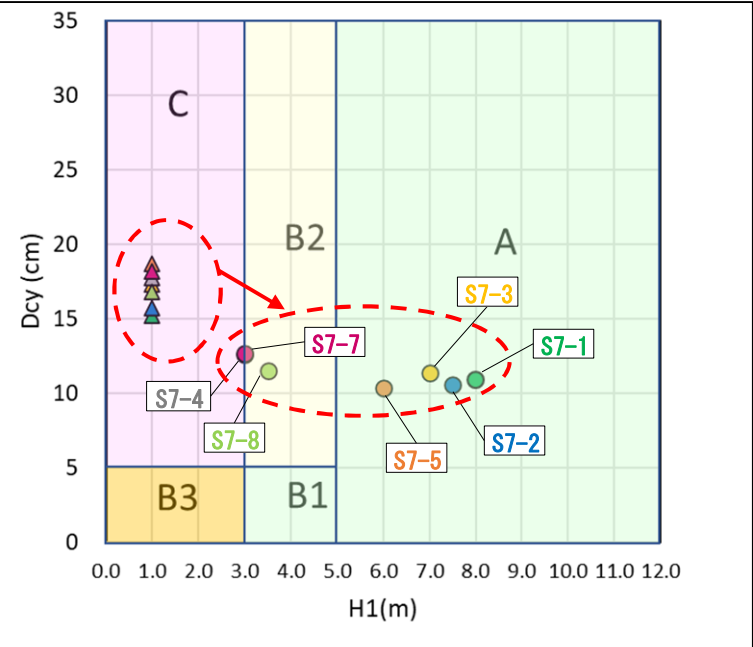
追加対策後の各地点の液状化判定結果(PLおよびDcy)のランク変化図を示す。
追加対策後の最低地下水位において、「想定される平均低水位(約0.20mの水位上昇量)」を考慮しても、全地点においてB2～Aランクに改善している。

地点名	水位低下前							平均低水位(最低地下水位+0.20m)						
	S7-1	S7-2	S7-3	S7-4	S7-5	S7-7	S7-8	S7-1	S7-2	S7-3	S7-4	S7-5	S7-7	S7-8
標高	5.310	4.740	4.570	4.610	4.730	4.480	5.130	5.310	4.740	4.570	4.610	4.730	4.480	5.130
地下水位(GL-m)	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	2.68	2.92	3.41	2.38	2.57	2.30	2.55
H1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	8.0	7.5	7.0	3.0	6.0	3.0	3.5
PL	12.8	15.9	18.4	18.3	14.3	17.2	17.8	7.7	7.1	7.1	9.5	8.6	9.6	7.7
Dcy(cm)	15.2	15.7	17.3	17.8	18.7	18.2	16.8	10.9	10.6	11.4	12.6	10.4	12.7	11.5
PL判定ランク	C	C	C	C	C	C	C	A	A	A	B2	A	B2	B2
Dcy判定ランク	C	C	C	C	C	C	C	A	A	A	B2	A	B2	B2

地点名	S7-1	S7-2	S7-3	S7-4	S7-5	S7-7	S7-8
B2以上境界水位 (GL-m)	1.75	2.06	2.12	2.12	1.75	2.06	2.12

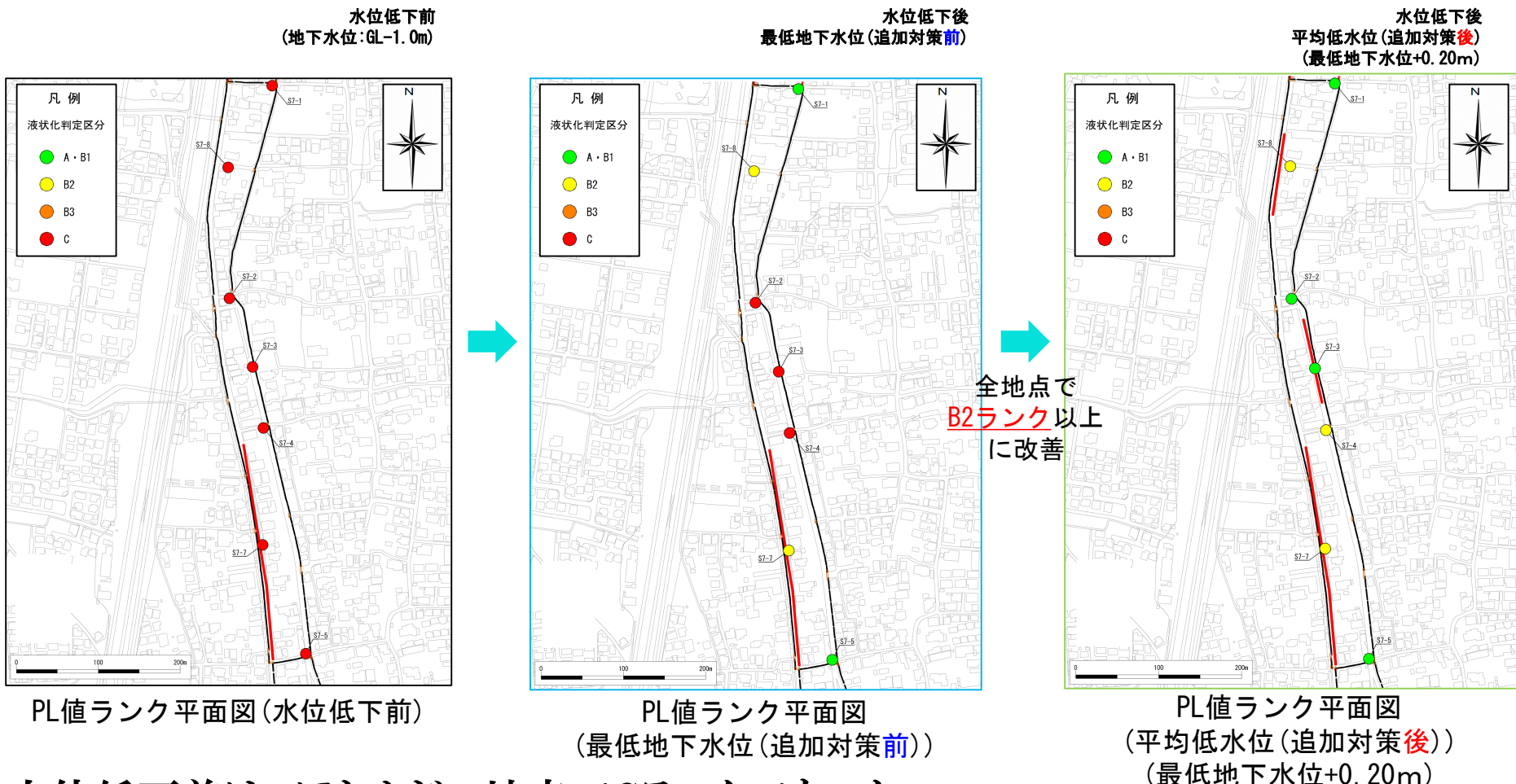


PL値ランク図(平均低水位(追加対策後))



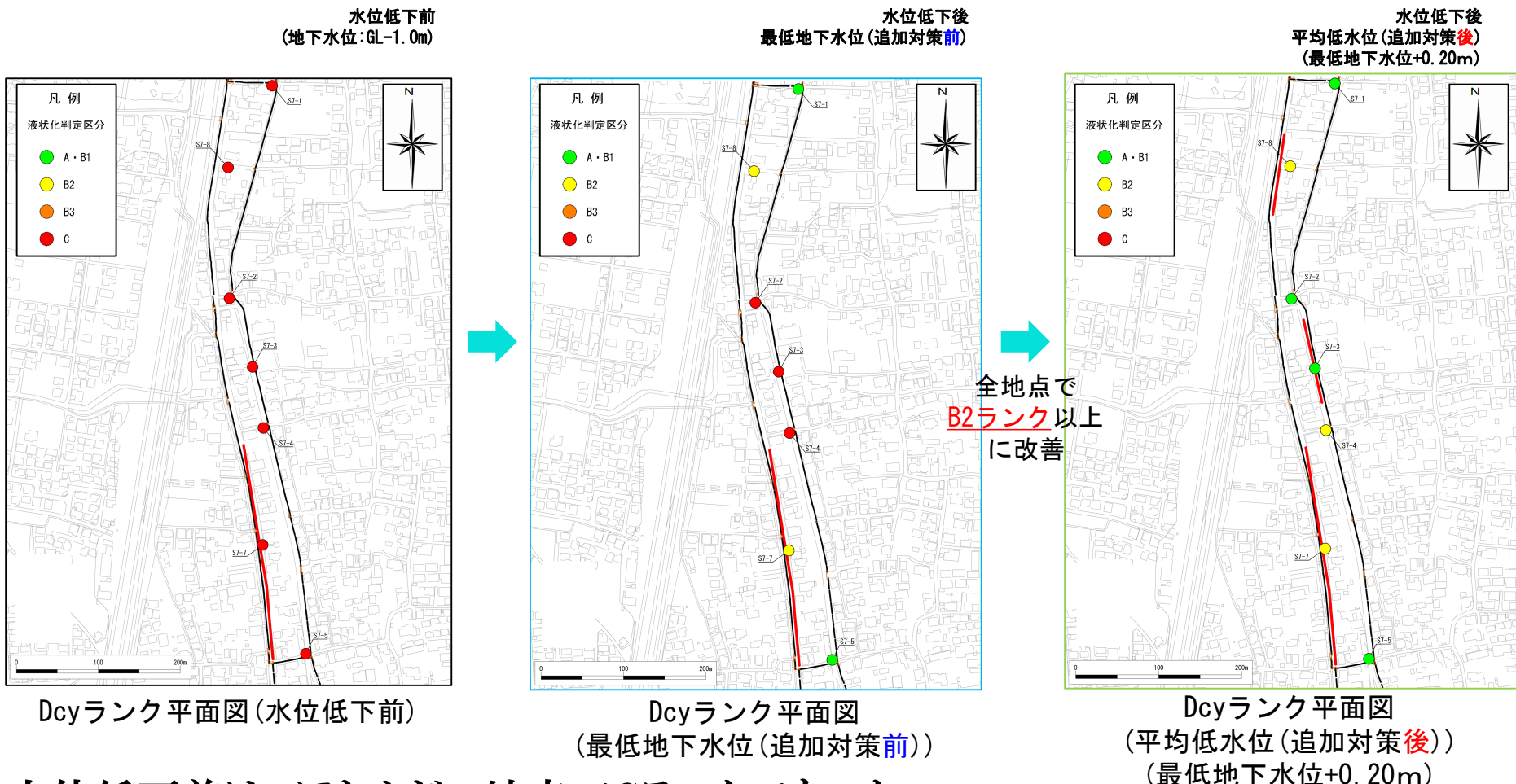
Dcyランク図(平均低水位(追加対策後))

【PL値_判定ランクの変化】



- 水位低下前は、ほとんどの地点でCランクであった。
- 水位低下後(追加対策前)の「最低地下水位」においては、一部の地点(地区の中央部)にてCランクであった。
- 水位低下後(追加対策後)の「想定される平均低水位」においては、すべての地点でB2～Aランクに改善している。

【Dcy_判定ランクの変化】



- 水位低下前は、ほとんどの地点でCランクであった。
- 水位低下後(追加対策前)の「最低地下水位」においては、一部の地点(地区の中央部)にてCランクであった。
- 水位低下後(追加対策後)の「想定される平均低水位」においては、すべての地点でB2～Aランクに改善している。

議事 1－3 事業効果検証

【双曲線法による沈下予測】

最終圧縮量・残留圧縮量の予測

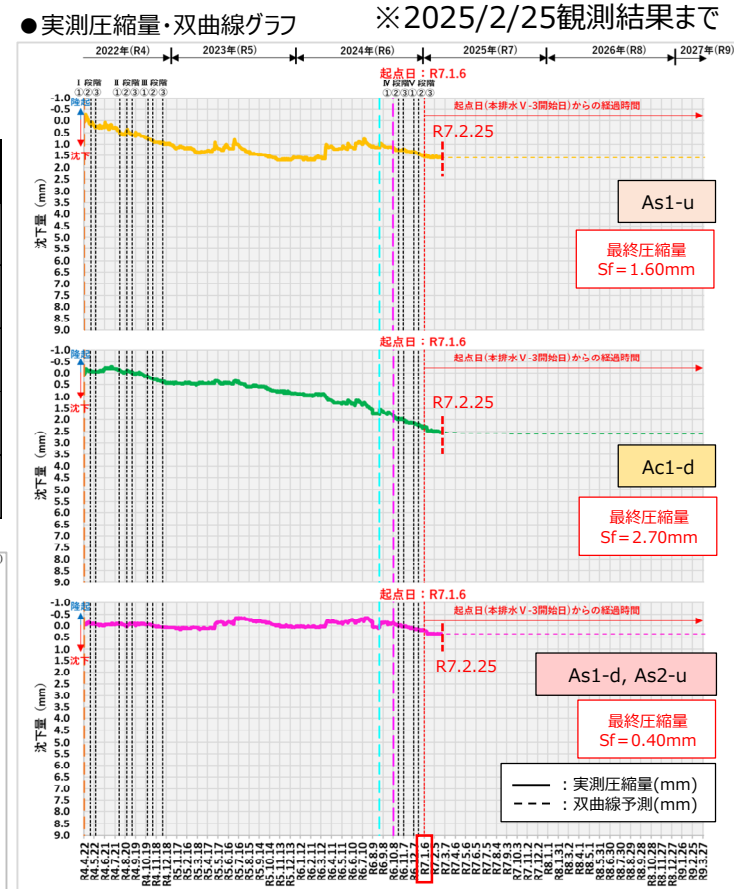
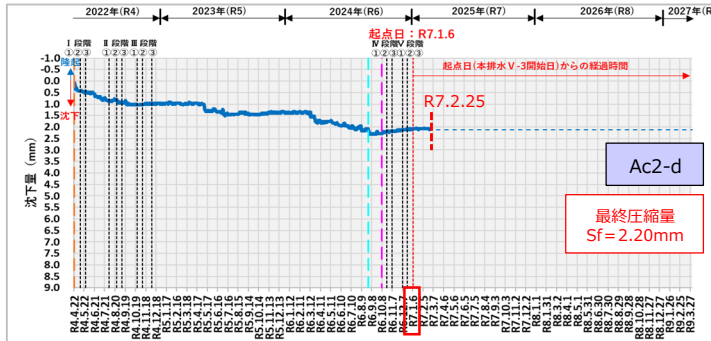
地点	地層	t ₀ :起点日	起点日圧縮量 S _{t0} (mm)	t ₁ :現時点	実測圧縮量 S _{t1} (mm)	最終圧縮量 S _f (mm)	圧密度 U(%)	残留圧縮量 (mm)
GL-0.0m～GL-5.7m As1-u	As1-u	2025/1/6	1.56	2025/2/25	1.56	1.60	97.5	0.04
GL-5.7m～GL-13.0m As1-d、As2-u	Ac1-d	2025/1/6	2.28	2025/2/25	2.52	2.70	93.3	0.18
GL-13.0m～GL-20.35m K-Ah・As2-d	As1-d As2-u	2025/1/6	0.20	2025/2/25	0.36	0.40	90.0	0.04
GL-20.35m～25.65m Ac2-d	Ac2-d	2025/1/6	2.08	2025/2/25	2.08	2.20	94.5	0.12
全層合計	As1-u ～Ac2-d	2025/1/6	4.04	2025/2/25	6.52	6.90	94.5	0.38

起点日：2025/1/6(本排水V-3開始日)

実測期間：2022/4/22～2025/2/25

パラメータ推定期間：

2025/1/6～2025/2/25



本排水V-3以降の層別沈下計の観測結果より、双曲線法による圧縮量の予測を行った。

各地層ごとの実測圧縮量における圧密度は約90%程度である。

全層合計の最終圧縮量は約6.9mmと1段階目目安値(10mm)以内。

全層合計の残留圧縮量は、0.4mm程度と予測され、今後の沈下量は小さく、収束傾向である。

効果判定（追加対策前）

- ・液状化判定によるランクは、地区の中央部で目標ランク未満となる。
- ・目標ランクを満足するためには、「想定される平均低水位」より、最大0.7m程度の水位低下が必要であると想定された。

【地下水位低下を阻害する想定要因】

「地盤が不均質であり、透水性の高い砂層の不連続性」および「単独井戸の目詰まり等による集排水効果の低下」が地下水位低下に影響を及ぼしている可能性が高い。

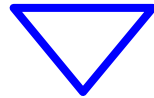
追加対策工事の実施

効果判定（追加対策後）

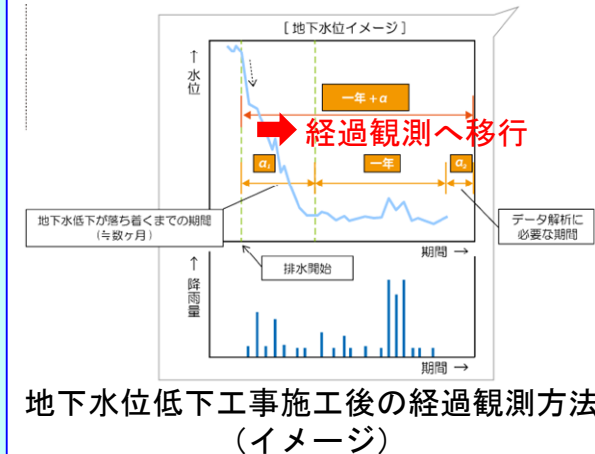
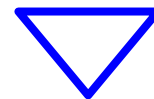
- ・追加対策前と比べて全体的に地下水位の低下が確認された。
- ・地下水位低下に伴う地盤沈下量も小さく、今後の沈下予測においても収束傾向であることが確認された。
- ・液状化判定によるランクは、地下水位再低下完了時の「想定される平均低水位」にて、目標ランク(B2～Aランク)に改善された。
(平均PL値は15.4⇒7.6、平均Dcyは19.1cm⇒12.9cmまで減少)

総括（⑦地区）

- ・追加対策工事の実施後、地下水位再低下を実施した⑦地区では、**液状化対策事業の効果がみられた。**



- ・以下の理由から追加工事は必要ない。
 - ⇒判定ランクは、「想定される平均低水位」においても、**地区の全地点でB2～Aランクへ改善が見込まれた。**
 - ⇒今後の水位変動は、**代表地点で引き続き観測を行う予定である（経過観測期間）。**



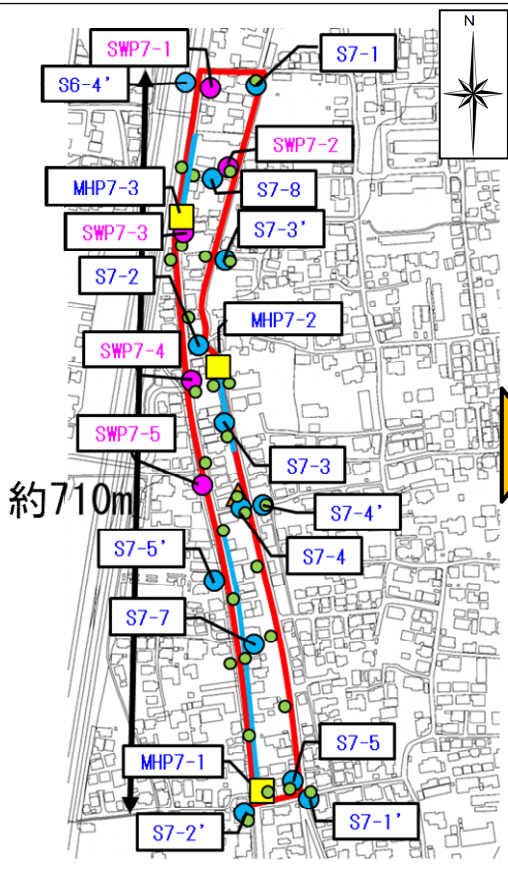
追加工事は実施せず、1年間の経過観測に移行する
 （※地下水位低下完了日は、本排水V-3の終了日である令和7年（2025年）2月4日とする）

議事2

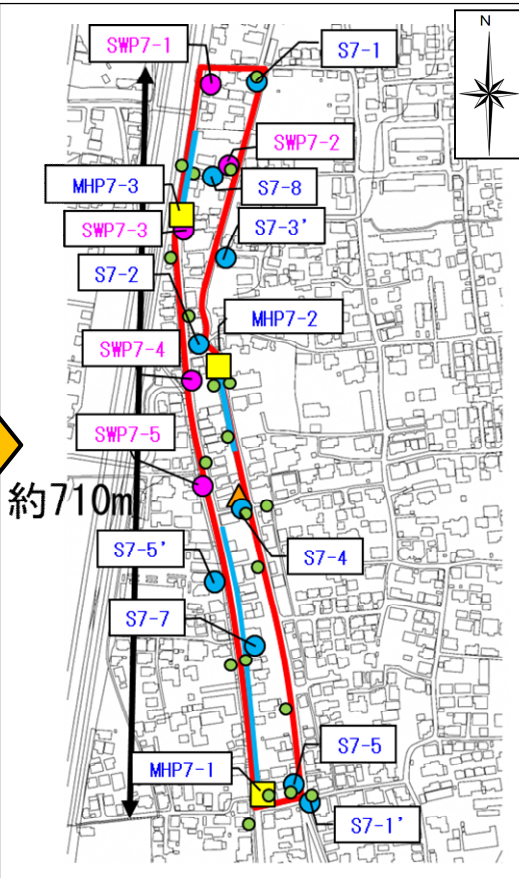
【経過観測時のモニタリング計画】

【計器配置(案)】

地下水水位低下時



経過観測時



観測機器	
自記水位計	○
層別沈下計	▲
沈下鉤	●
排水ポンプ(MHP)	■
排水ポンプ(単独井戸)	●

・経過観測時の計器配置は代表地点として下記の9地点とする。

◆区域内

【S7-1, S7-2, S7-4, S7-5, S7-7, S7-8】

- S7-1: 地区北側(代表地点)
- S7-8: 地区中央北側(代表地点)
- S7-2, S7-4: 地区中央(代表地点)
- S7-7: 地区中央南側(代表地点)
- S7-5: 地区南側(代表地点)

◆区域外

【S7-1', S7-3', S7-5'】

水位低下傾向の確認

各項目の観測箇所数

観測機器	地下水低下時	経過観測時
自記水位計 ○	13基	9基
層別沈下計 ▲	1基	1基
沈下鉤 ●	29点	20点

【観測頻度(案)】

- ・ 各項目の観測頻度は以下を基本とする。

地下水位計・地盤沈下計の観測頻度一覧表

段階	計測頻度	データ回収頻度
事前・工事中	1 回/ 1 時間	1 回/ 1 か月
地下水位低下中	1 回/ 1 時間	1 回/ 1 日※
経過観測期間	1 回/ 1 時間	1 回/ 1 日※
完了後	1 回/ 1 日	1 回/ 1 か月

※インターネット回線を利用した自動データ回収

沈下鉞の観測頻度一覧表

段階	計測頻度	備考
事前・工事中	1 回	初期値計測
地下水位低下中	1 回/ 1 週	
経過観測期間	1 回/ 1 か月	
完了後	なし	

※出典：第10回熊本市液状化技術検討委員会資料より抜粋