第20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　③地区の地下水位低下完了について】

熊本市

令和６年２月１日

議事１　③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（③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）

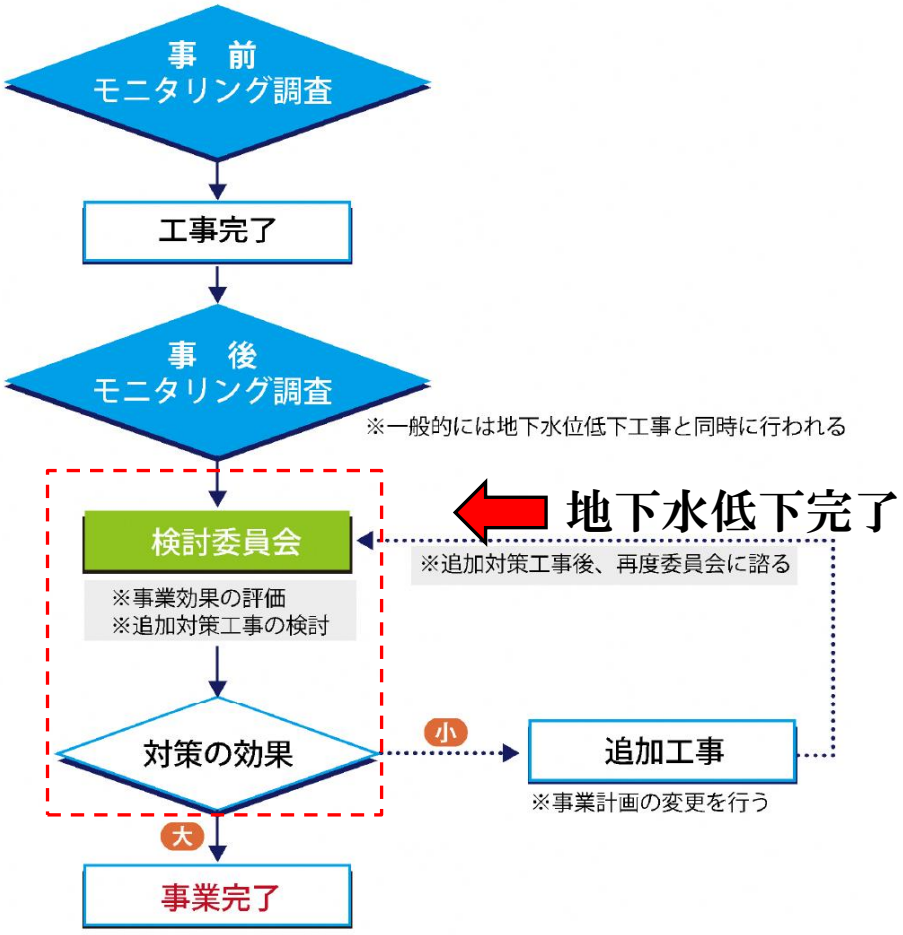
２－２　経過観測時の観測頻度（案）

議事1
【③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

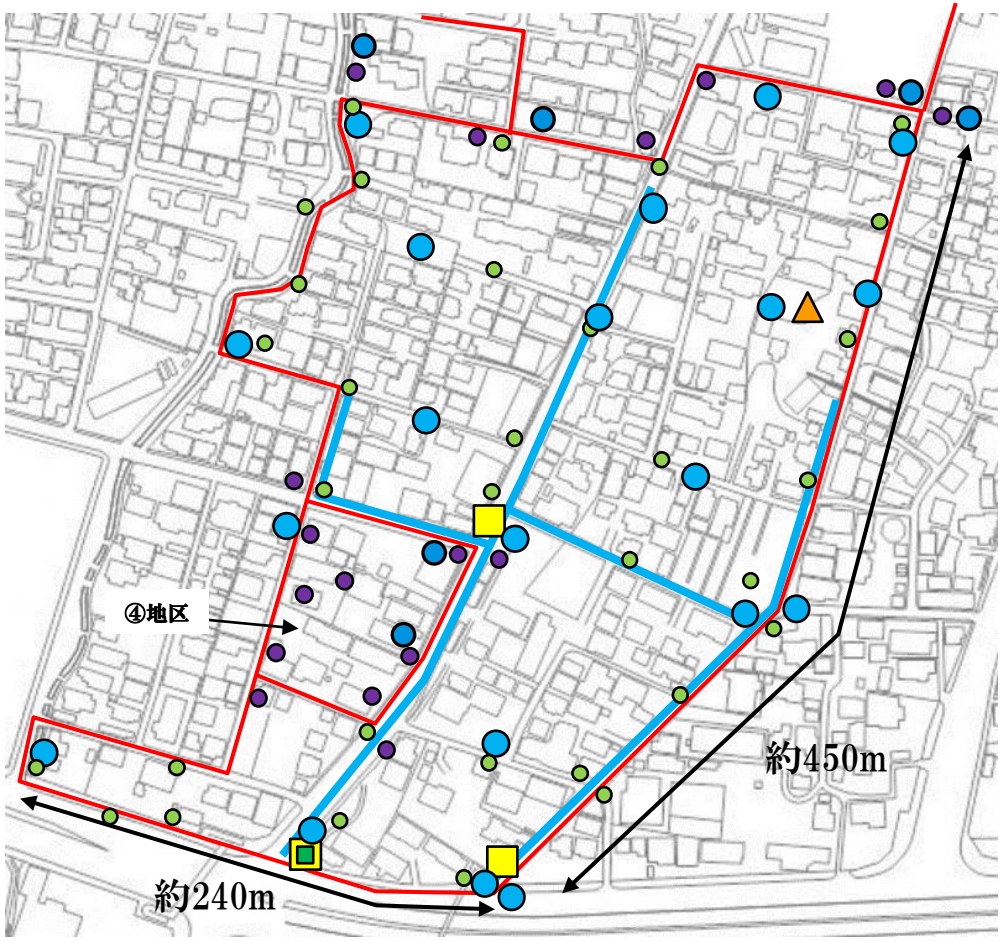
※第10回熊本市液状化対策技術検討委員会報告資料より抜粋

【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 沈下鋲 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

【③地区の地下水位低下期間】



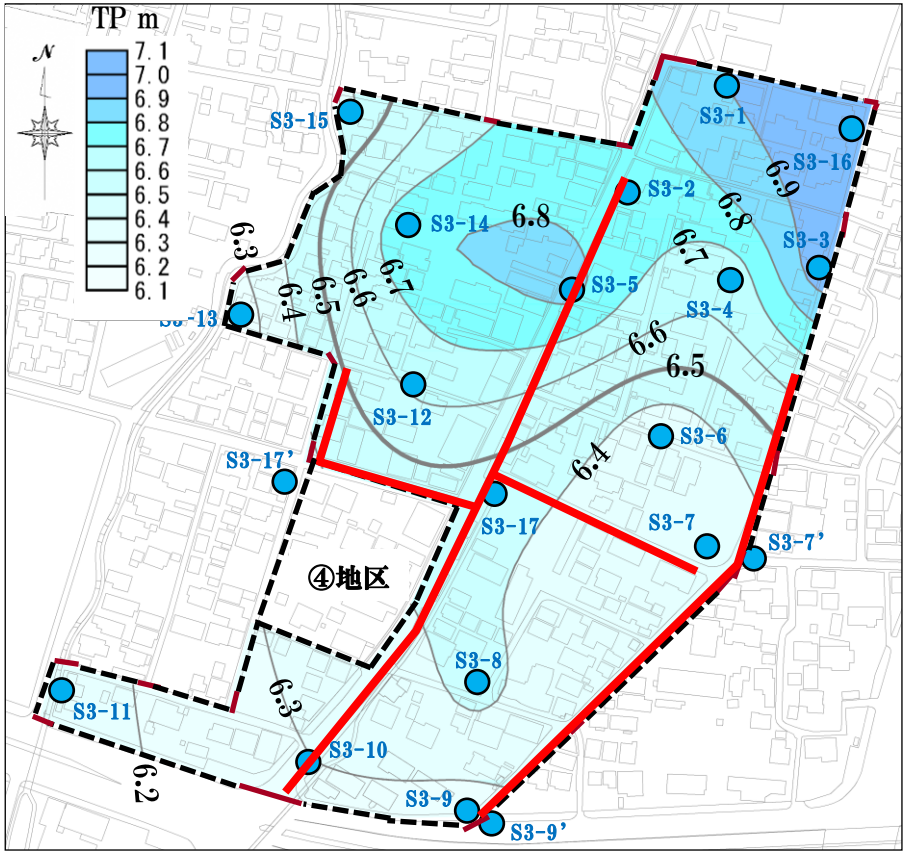
【地下水位低下開始】
・令和5年(2023年)4月5日

【本排水Ⅲ-3の影響確認終了】
・令和5年(2023年)11月19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)	○ 20基
層別沈下計	△ 1基
沈下鋲	○ 32点
排水ポンプ(MHP)	□ 3箇所
他地区自記水位計	○ 6基
他地区沈下鋲	○ 17点

【地盤高コンター（標高）】

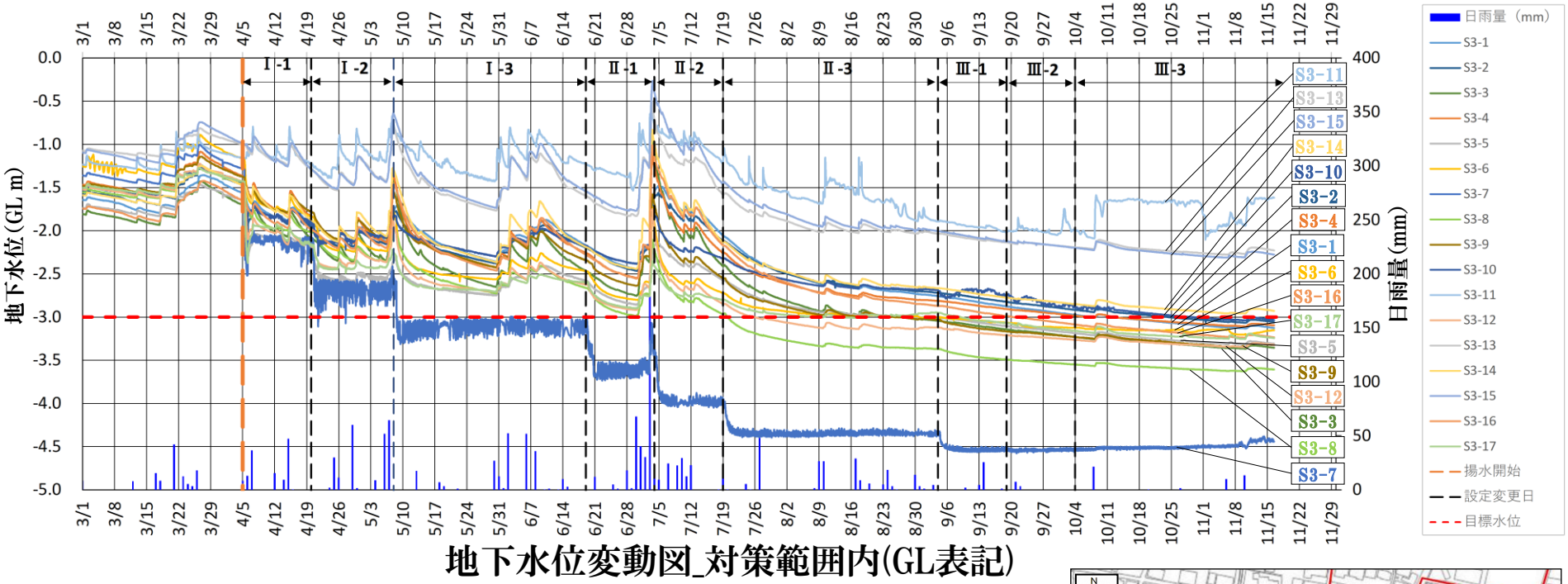


地盤高コンター

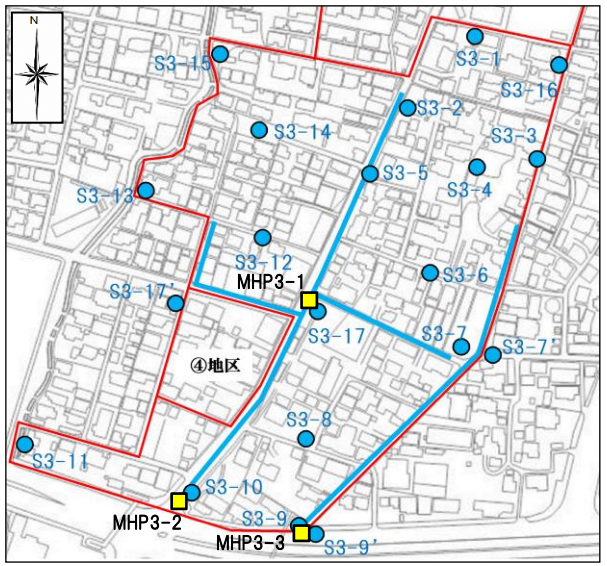
- 区域内の地盤高は、TP+6.0～7.0m程度であり、北側～南側にかけて緩やかに傾斜している。標高差は1.0m程度である。

- 地区北西側は、標高が低い。

【③地区の地下水位モニタリング(GL)_対策範囲内】

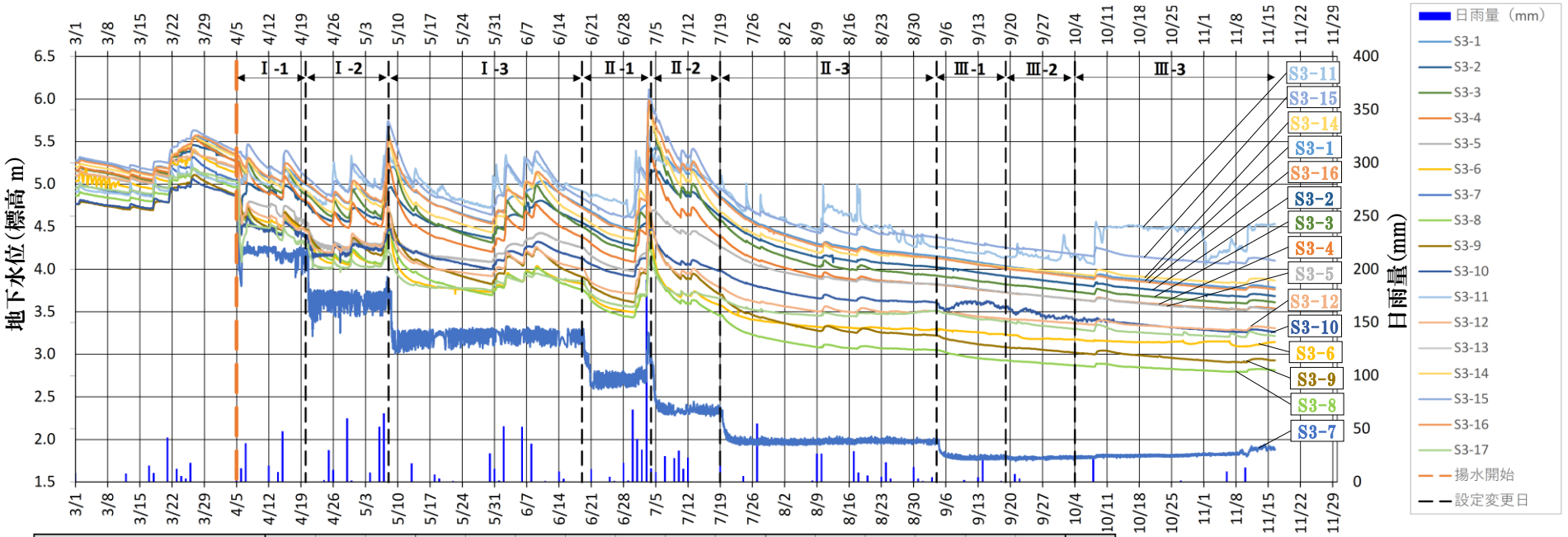


地下水位変動図_対策範囲内(GL表記)



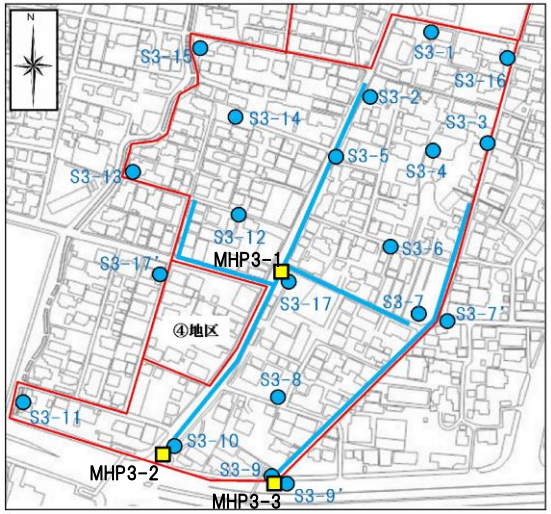
- 対策範囲内の地下水位は、GL-2.0m～4.4m程度に位置している。
- 地区東側に位置するS3-7は、集水管の影響による水位低下量が大きい。
- 地区西側に位置するS3-11、S3-13、S3-15は地盤高が低いため地盤面からの地下水位が浅い。
- 地区全体的に地下水位は、目標地下水位GL-3.0mを満足している。

【③地区の地下水位モニタリング(標高)_対策範囲内】



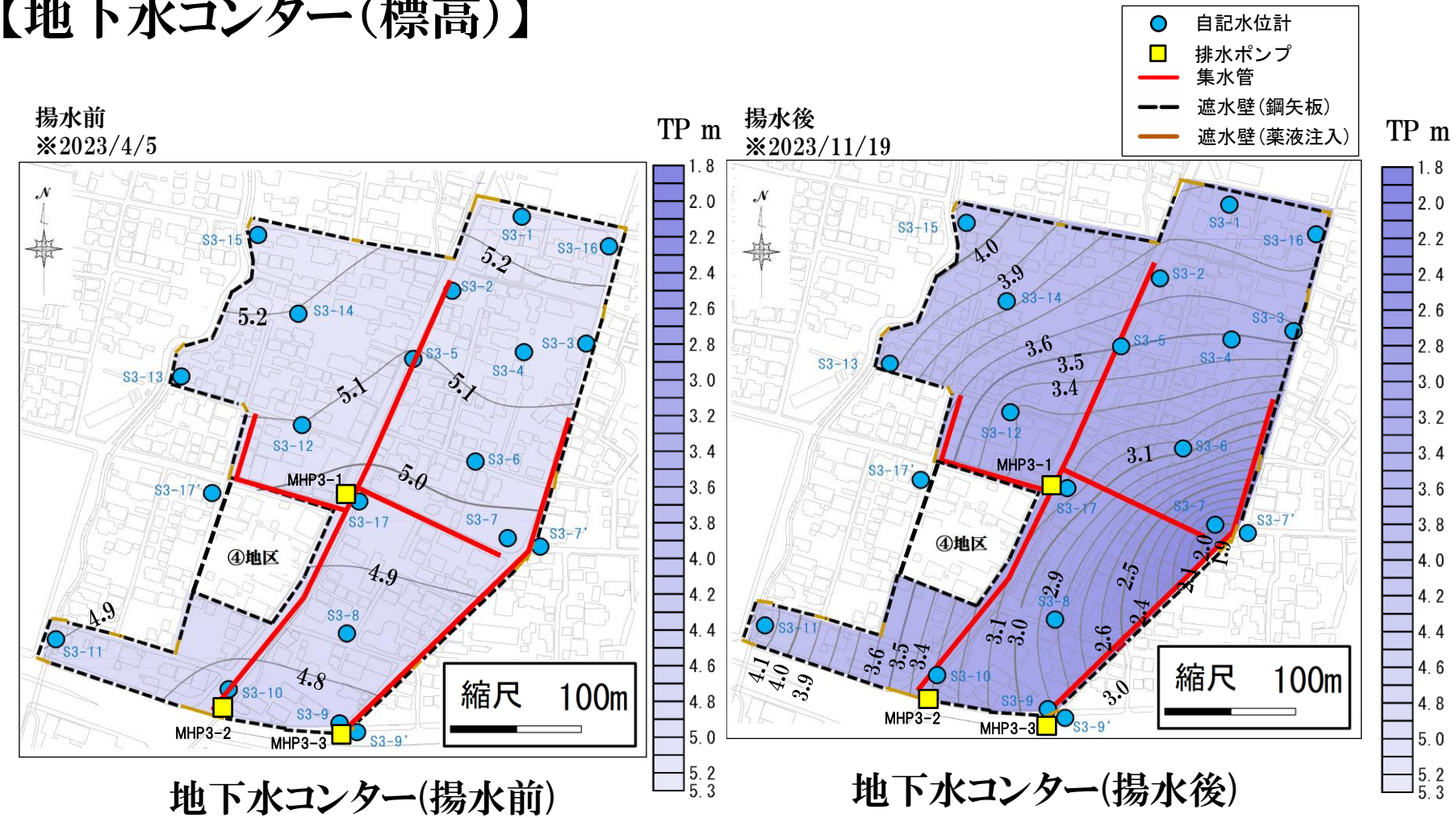
地点	S3-1	S3-2	S3-3	S3-4	S3-5	S3-6	S3-7	S3-8	S3-9	S3-10	S3-11	S3-12	S3-13	S3-14	S3-15	S3-16	S3-17
揚水開始時の地下水位(標高 m) (2023/4/5 10:00)	5.34	5.26	5.25	5.26	5.18	5.13	5.03	4.95	4.87	4.86	4.99	5.19	5.21	5.31	5.38	5.34	0.00
揚水後の最低地下水位(標高 m)	3.78	3.68	3.61	3.53	3.52	3.10	1.75	2.80	2.91	3.27	4.05	3.29	3.94	3.85	4.07	3.76	0.00
水位低下量(m)	1.56	1.58	1.65	1.73	1.66	2.03	3.28	2.15	1.96	1.59	0.94	1.91	1.27	1.47	1.31	1.58	0.00

地下水位変動図_対策範囲内(標高表記)



- 地区内の地下水位はTP1.8～4.1m程度（揚水開始前4.9m～5.4m程度）の範囲である。
- 地区東側に位置するS3-7は、集水管の影響による水位低下量が大きい。
- 地区西側に位置するS3-11、S3-13、S3-15は地盤高が低いため地盤面からの地下水位が浅い。

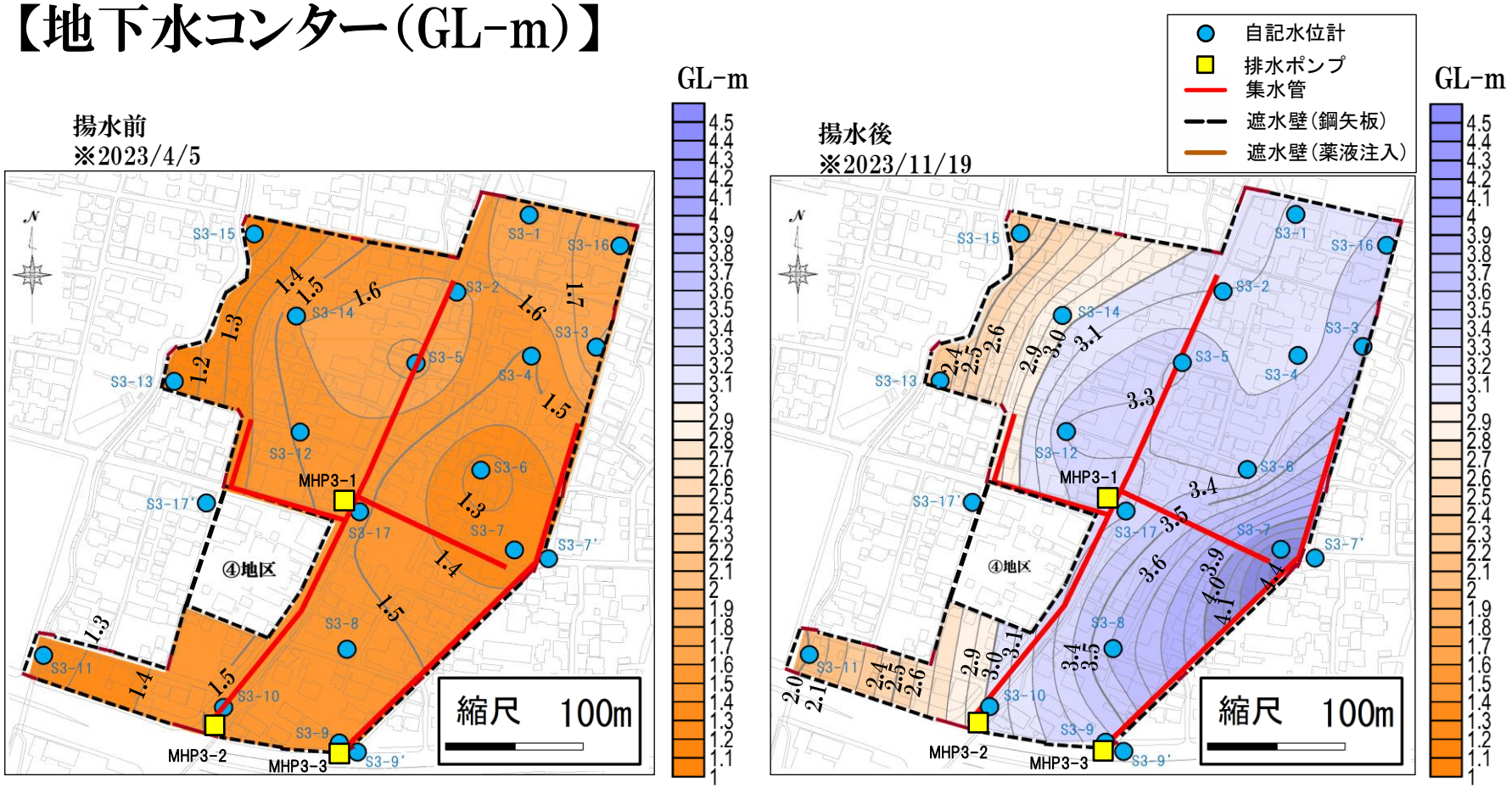
【地下水コンター(標高)】



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南へ流下しており、標高差は0.5m程度である。
- 揚水後は、集水管へ向かって水位低下しており、標高差は2.0m程度である。特に地区東側の水位が低下している。

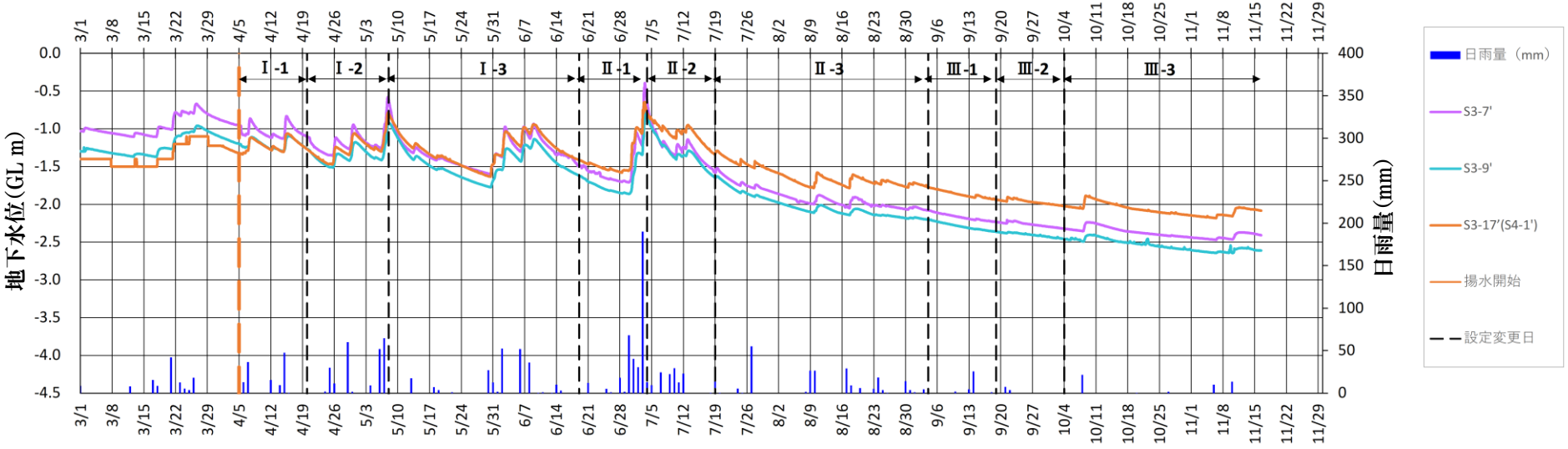
【地下水コンター(GL-m)】



地下水コンター(揚水前)　　地下水コンター(揚水後)

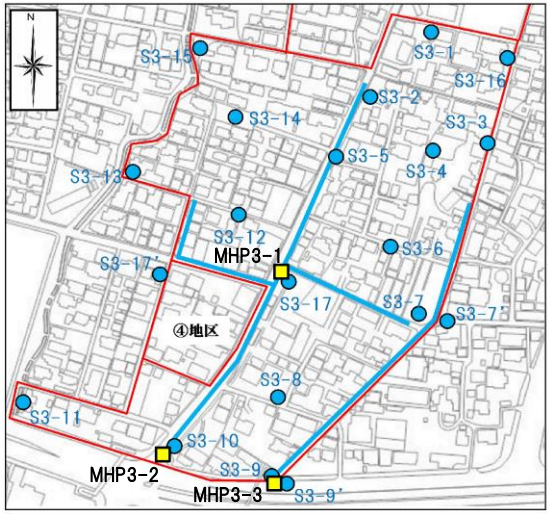
- 揚水前の地下水位はGL-1.0～1.7m程度であり、地盤高の低い範囲は相対的に地盤面からの地下水位が浅い。
- 揚水後の地下水位は、GL-2.0～4.4m程度となり、地区の中央～東側で目標水位を満足している(青色範囲)。
- 目標水位未達の範囲についても、GL-2.0～2.9m程度まで水位低下している。

【③地区の地下水位モニタリング(GL)_対策範囲外】

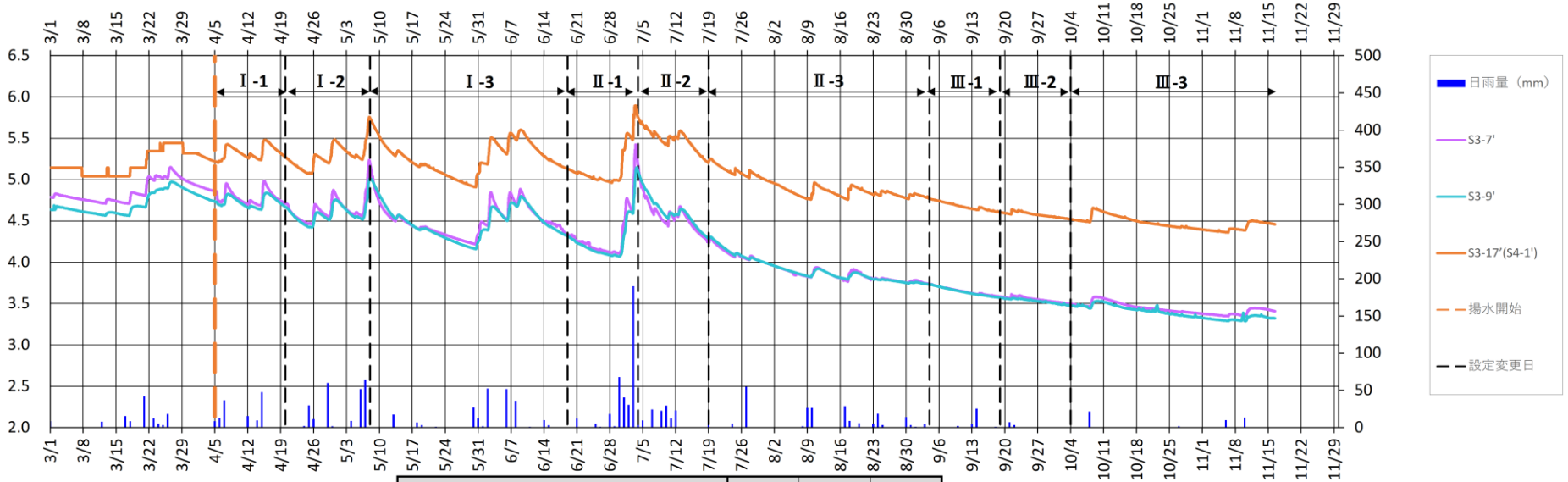


地下水位変動図_対策範囲外(GL表記)

- 対策範囲外の地下水位は、GL-2.1m～2.6m程度に位置している。
- S3-7´、S3-9´、S3-17´にて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。

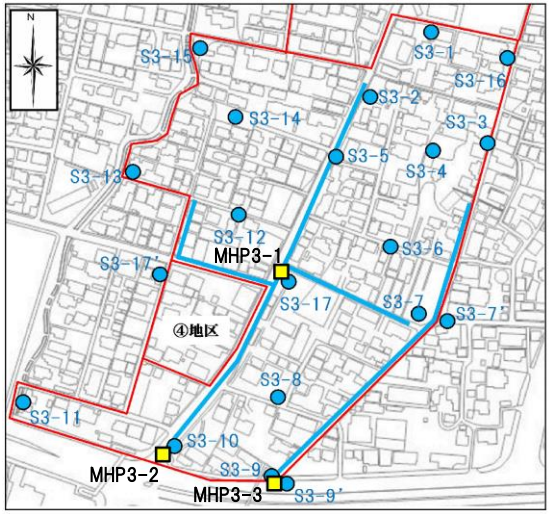


【③地区の地下水位モニタリング(標高)_対策範囲外】



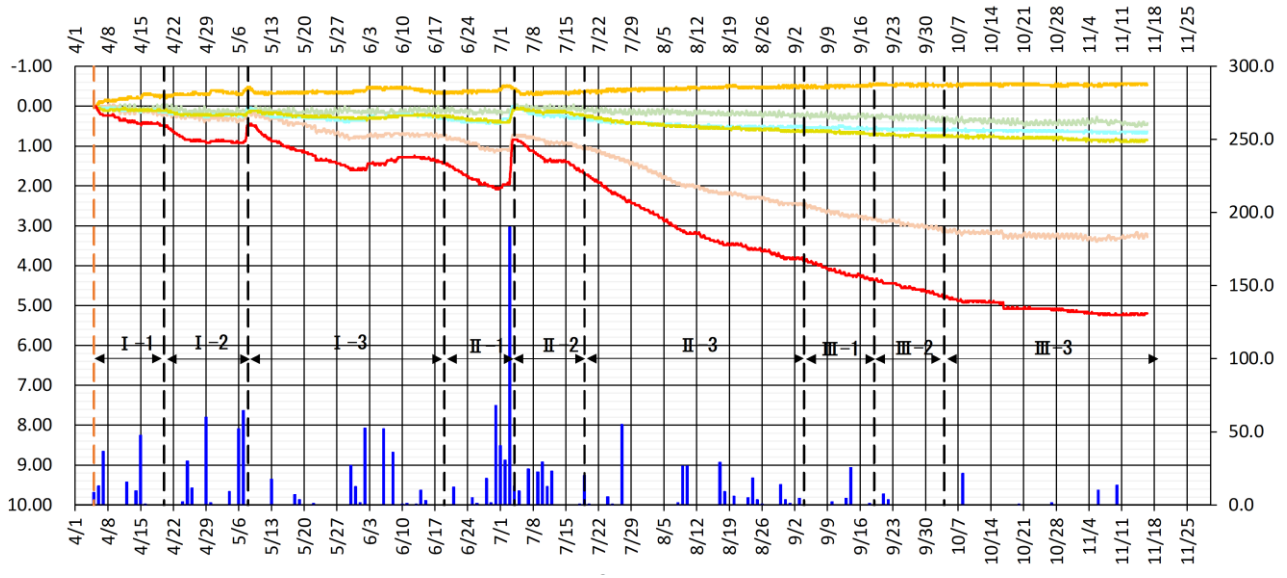
地点	S3-7'	S3-9'	S3-17'
揚水開始時の地下水位(標高 m) (2023/4/5 10:00)	4.86	4.73	5.21
揚水後の最低地下水位(TP m)	3.35	3.29	4.36
水位低下量(m)	1.51	1.44	0.86

地下水位変動図_対策範囲外(標高表記)



- 地下水位は標高3.3～4.4m程度である。
- 揚水開始後から地下水位低下の傾向が認められる。

【③地区の沈下モニタリング(層別沈下計)】



地層	GL-0.0m～3.5m Ac1-u	GL-3.5m～6.0m As1-u	GL-6.0m～9.0m Ac1-d	GL-9.0m～21.5m As2-u～As2-d	GL-21.5m～29.0m Ac2-d～SKs～SKc	全圧縮合計
累計圧縮量(観測値)(mm)	3.28	3.71	4.35	5.20	4.67	－
層別圧縮量(計算値)(mm)	3.28	0.43	0.64	0.85	-0.53	－
層別圧縮量(計算値)(mm)	3.28	0.43	0.64	0.85	0.00	5.20

層別沈下量変動図

圧縮量

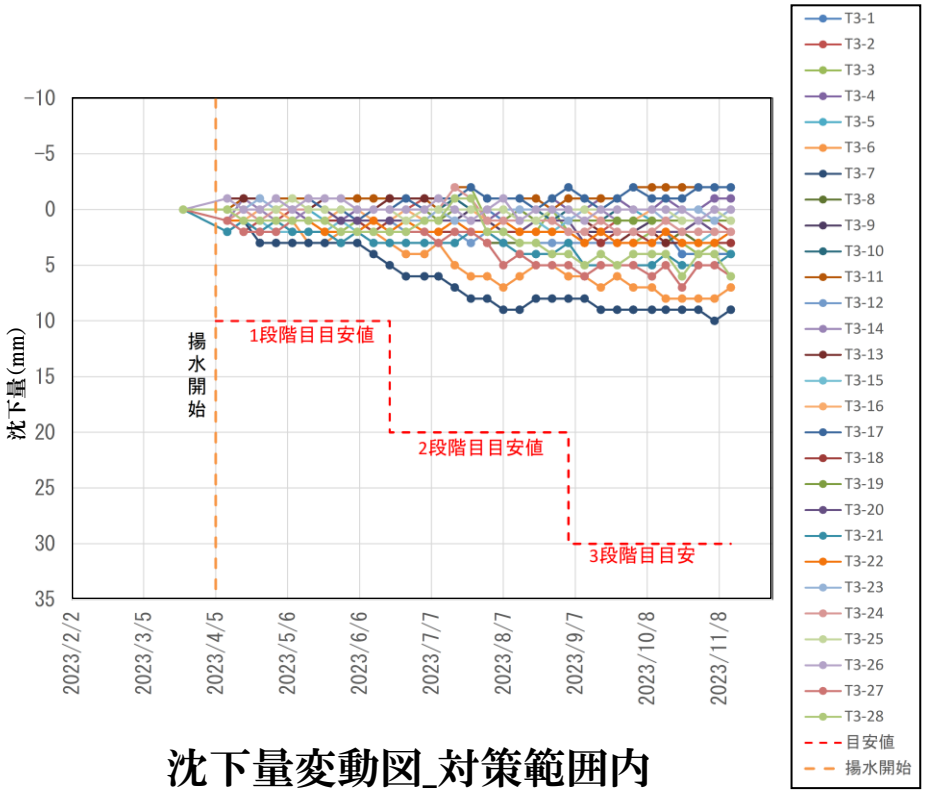
Ac1-u	3.28mm
As1-u	0.43mm
Ac1-d	0.64mm
Ac2-u	0.85mm
Ac2-d～Aks～AKc	0.00mm

合計圧縮量
5.20mm

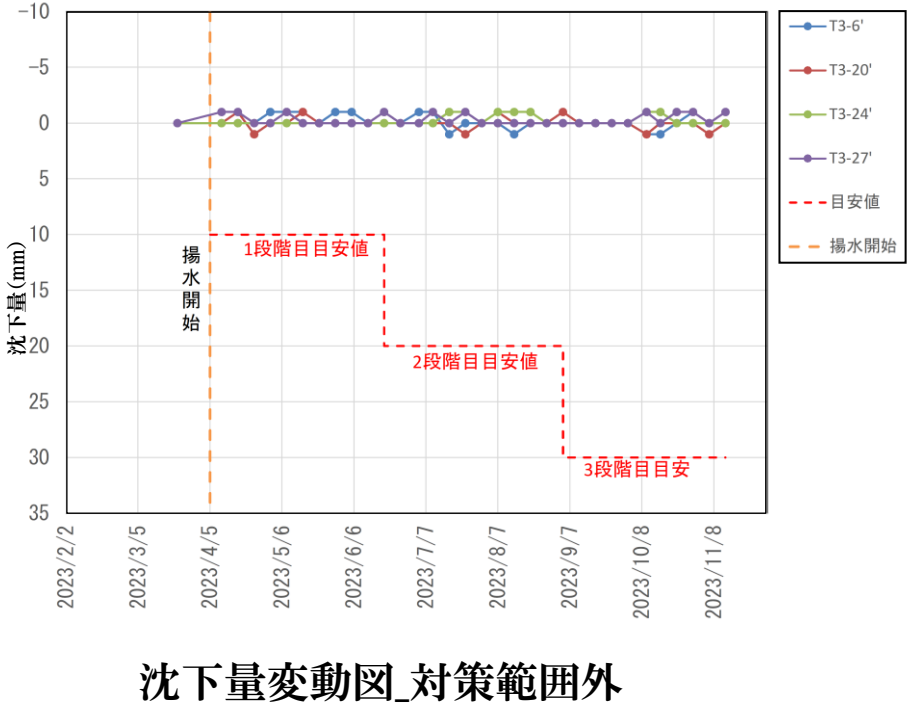
- 現時点の圧縮量は、全層の合計で5.20mmと微小であり、1段階目目安値(10mm)以下である。
- 層別で最も圧縮しているのは、Ac1-u層の3.28mmである。

※目安値とは、基準値3/1000を10m幅当りに換算した値

【③地区の沈下モニタリング(沈下鋲)】



沈下量変動図_対策範囲内

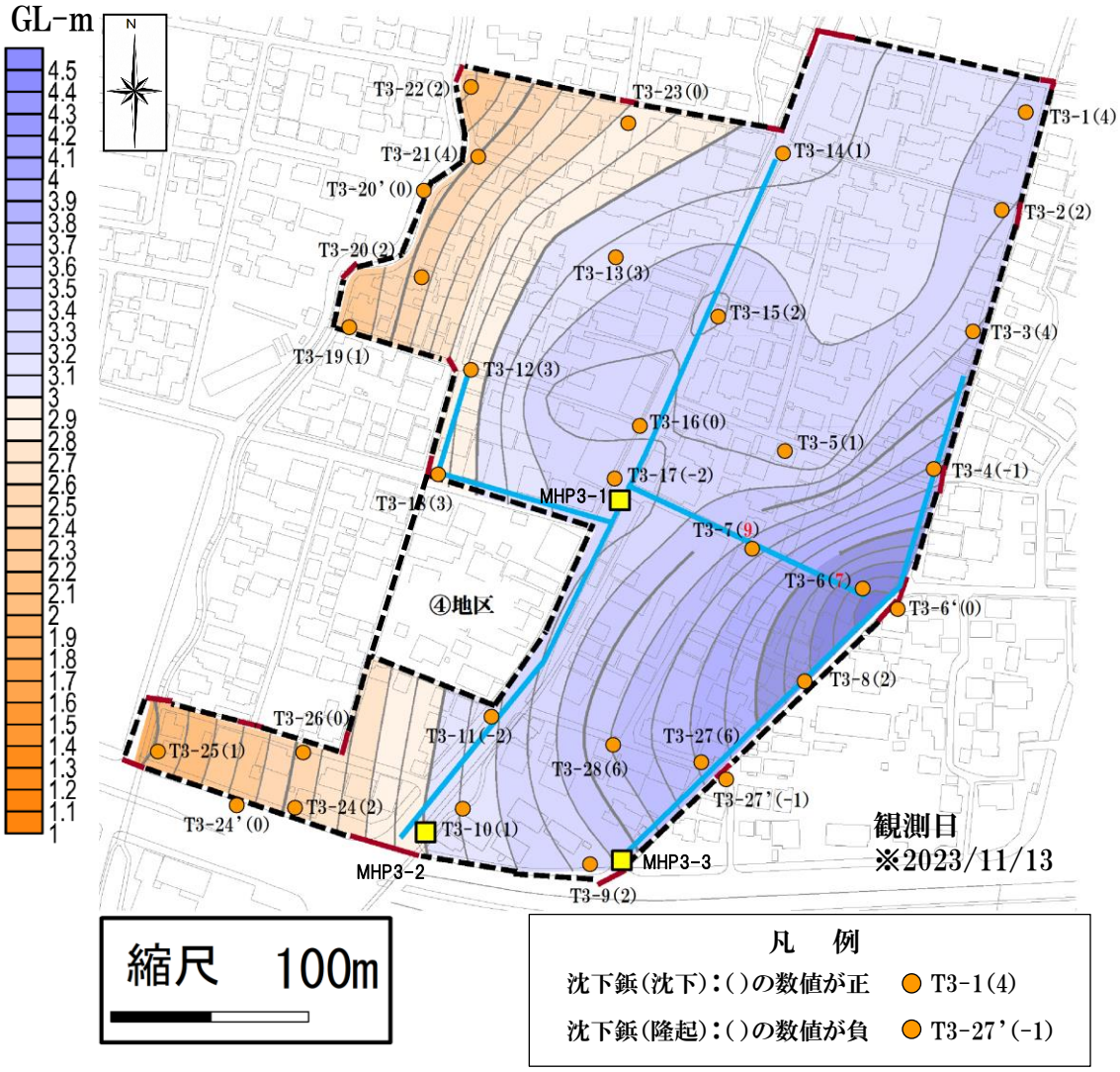


沈下量変動図_対策範囲外

- 現時点の沈下量は、対策範囲内、範囲外ともに1段階目目安値(10mm)以下である。
- 対策範囲内の最大沈下量は9mm(T3-7)であり、有害な沈下は確認されていない。
- 対策範囲外の最大沈下量は0mm(4点全て)であり、沈下の進行は確認されていない。

※目安値とは、基準値3/1000を10m幅当りに換算した値

【③地区の沈下モニタリング(沈下鋲平面図)】



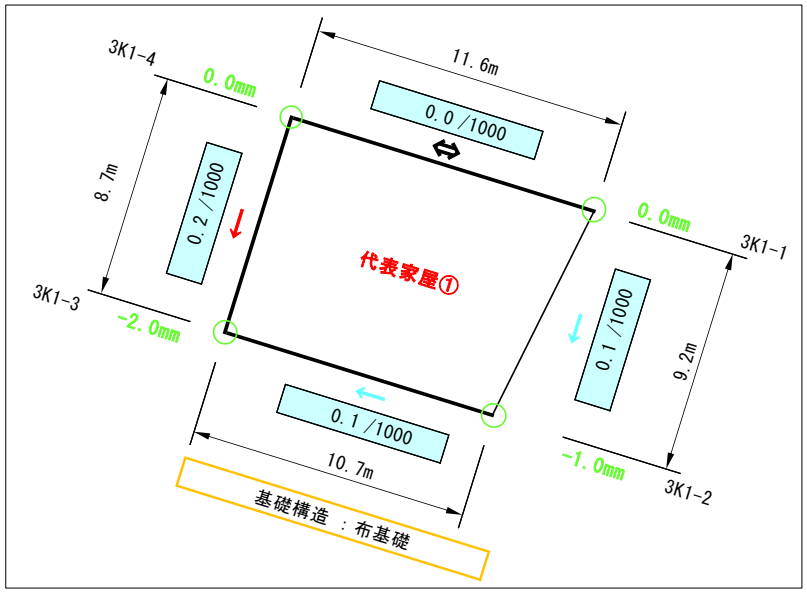
・水位が最も低下している集水管沿いの沈下鋲で最大沈下量が確認されている。

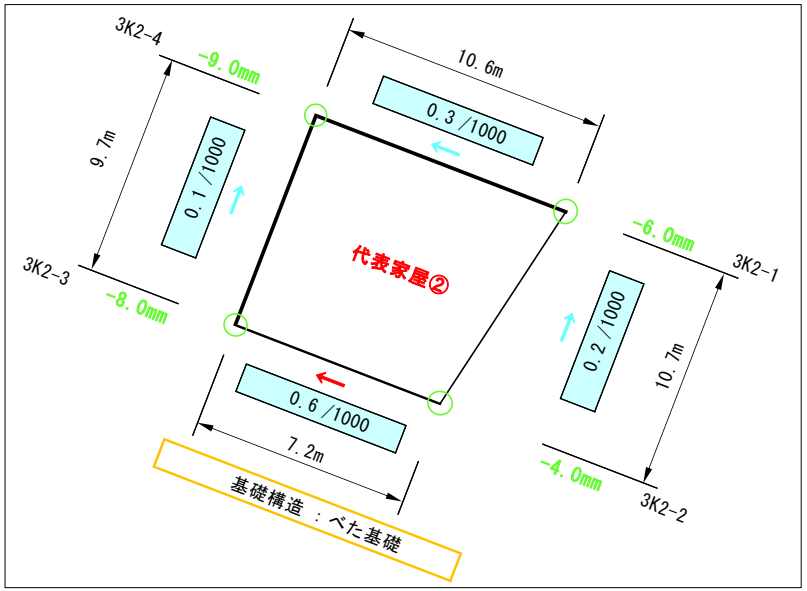
・最大沈下量は9mm(T3-7)となっているが、目安値内となっている

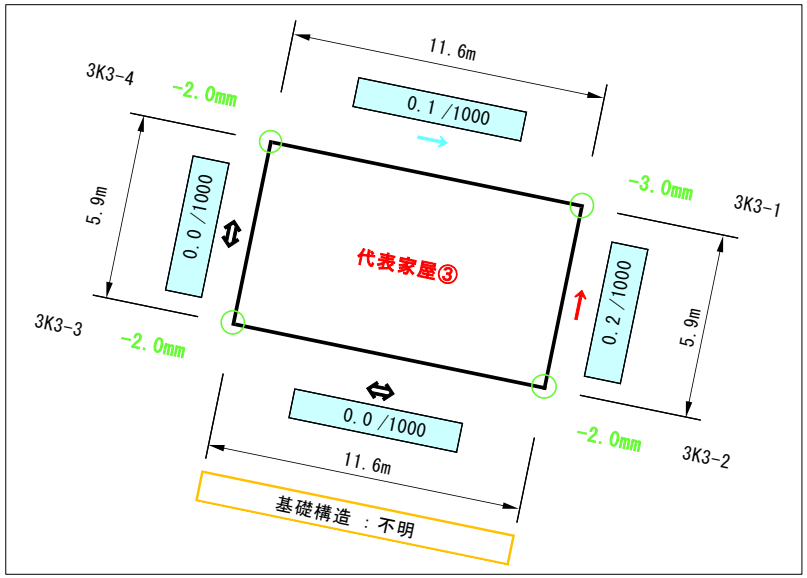
・水位低下量が比較的大きい地区の東側で比較的大きな沈下量が確認されている。

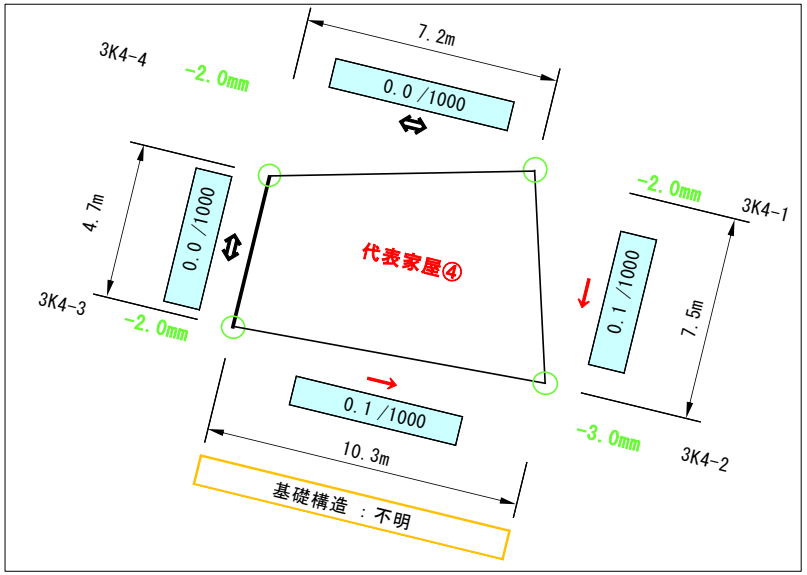
【③地区の沈下モニタリング(代表家屋)】

凡　例
- ←：最大傾斜方向
- ←：傾斜方向
- ⇔：傾斜なし
- 0mm：沈下量
- (+方向：隆起、-方向：沈下)





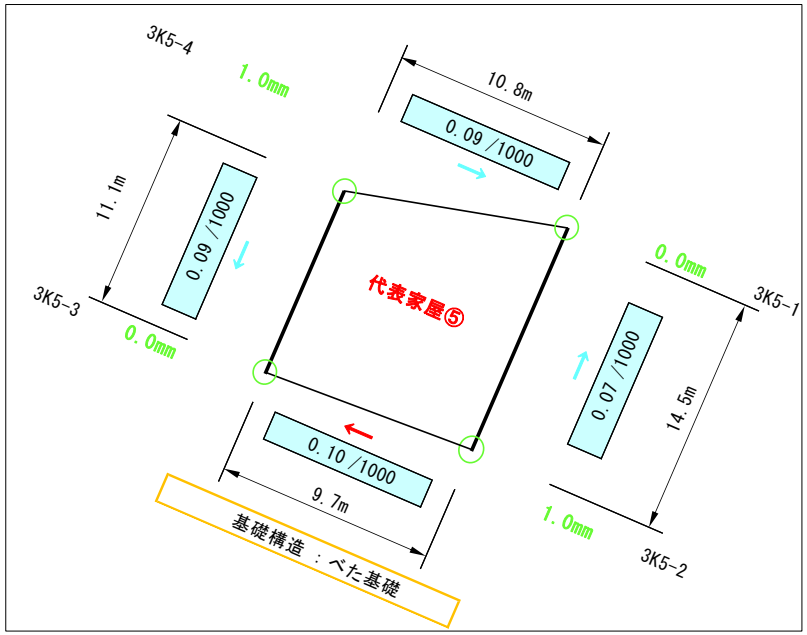


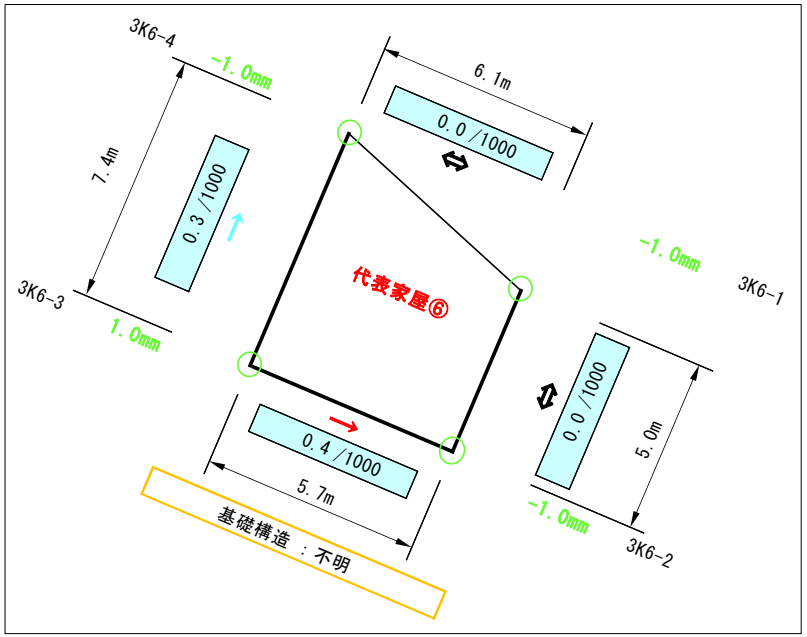


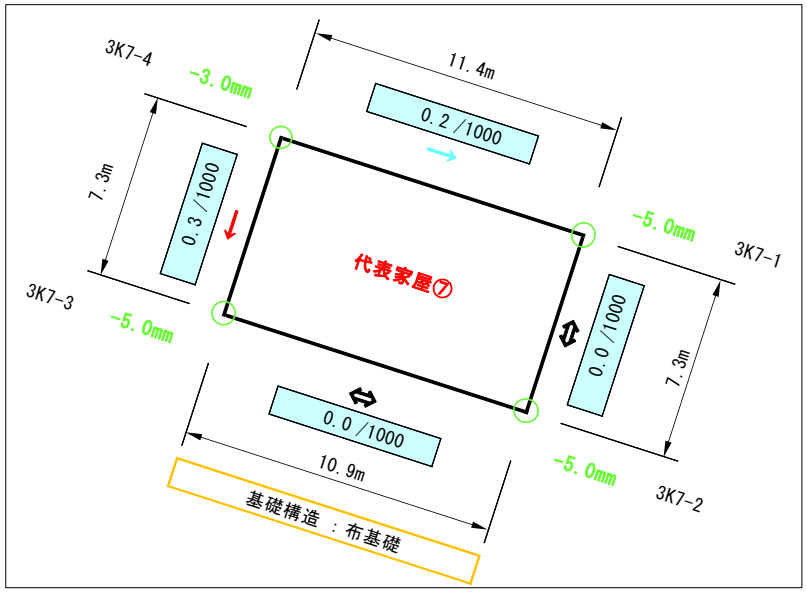
※2024/1/15
観測結果

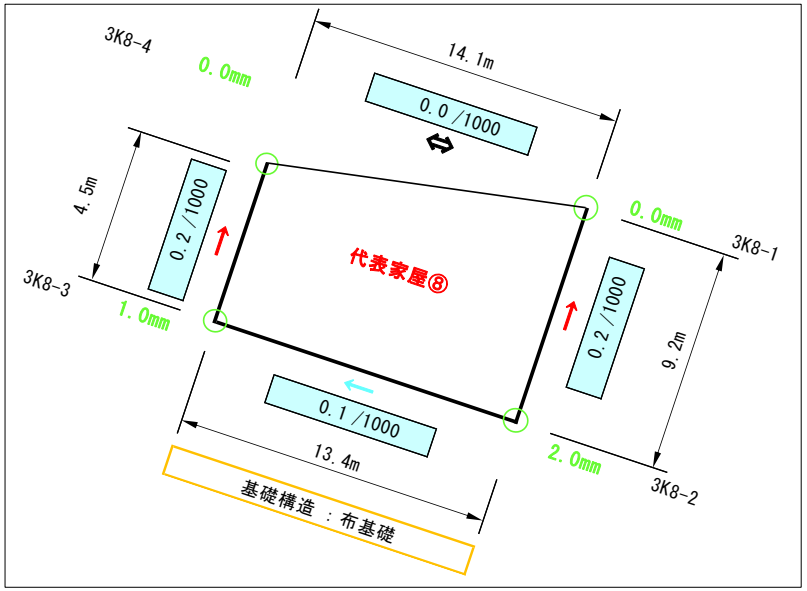
【③地区の沈下モニタリング(代表家屋)】

凡　例
- ←　：最大傾斜方向
- ←　：傾斜方向
- ⇔　：傾斜なし
- 0mm　：沈下量
- （+方向：隆起、-方向：沈下）



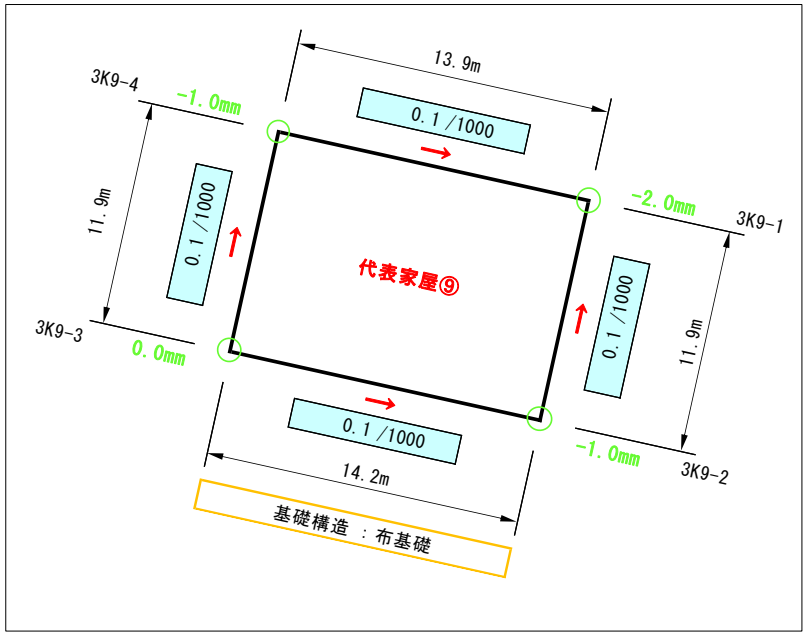


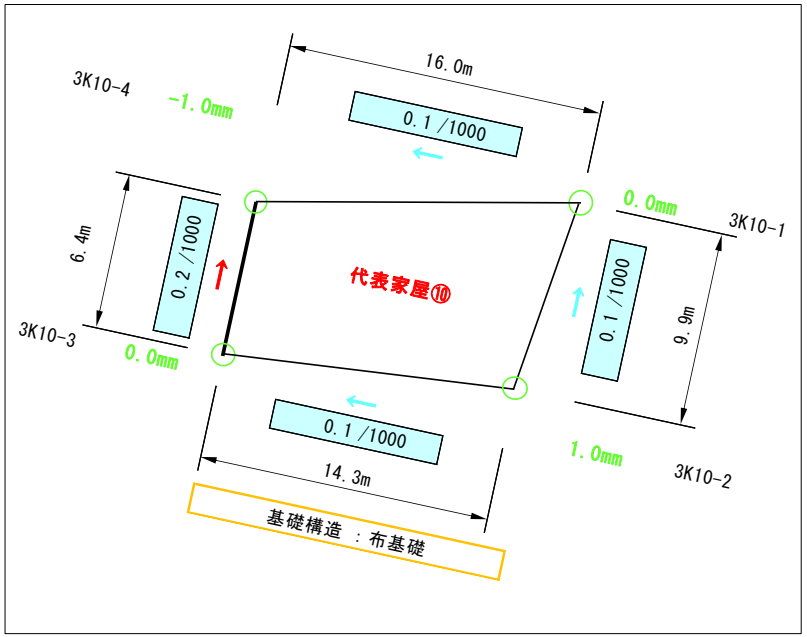




※2024/1/15
観測結果

【③地区の沈下モニタリング(代表家屋)】





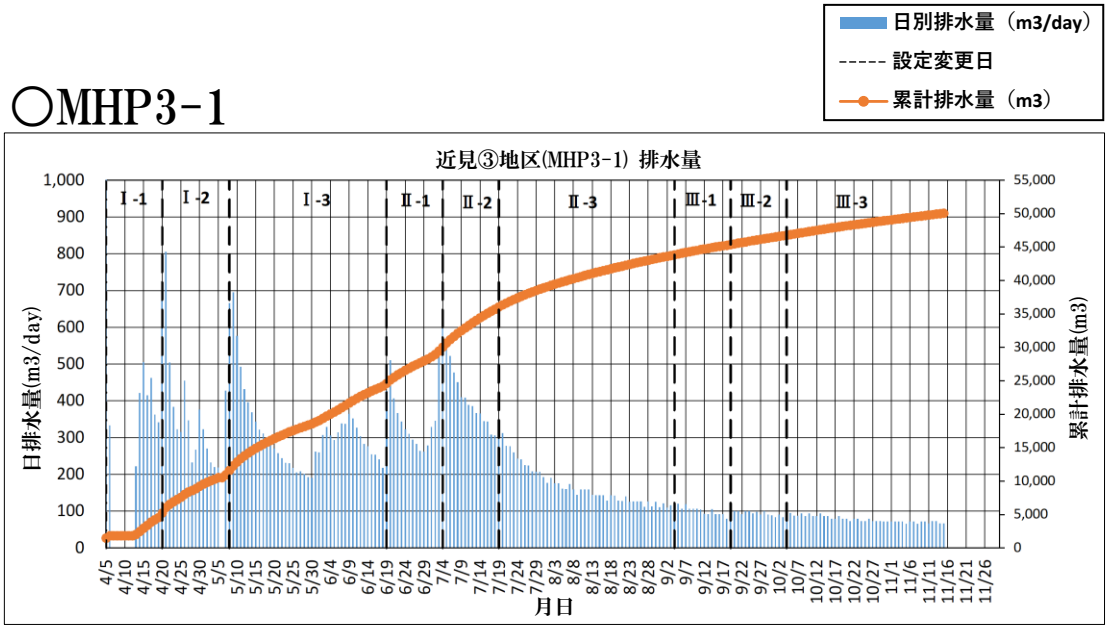
凡　例
- ⟵ ：最大傾斜方向
- ⟵ ：傾斜方向
- ⇔ ：傾斜なし
- 0mm ：沈下量
  (+方向：隆起、-方向：沈下)

- 代表家屋10軒のうち、最大傾斜角は、代表家屋②の0.6/1000radであり、基準値未満である。

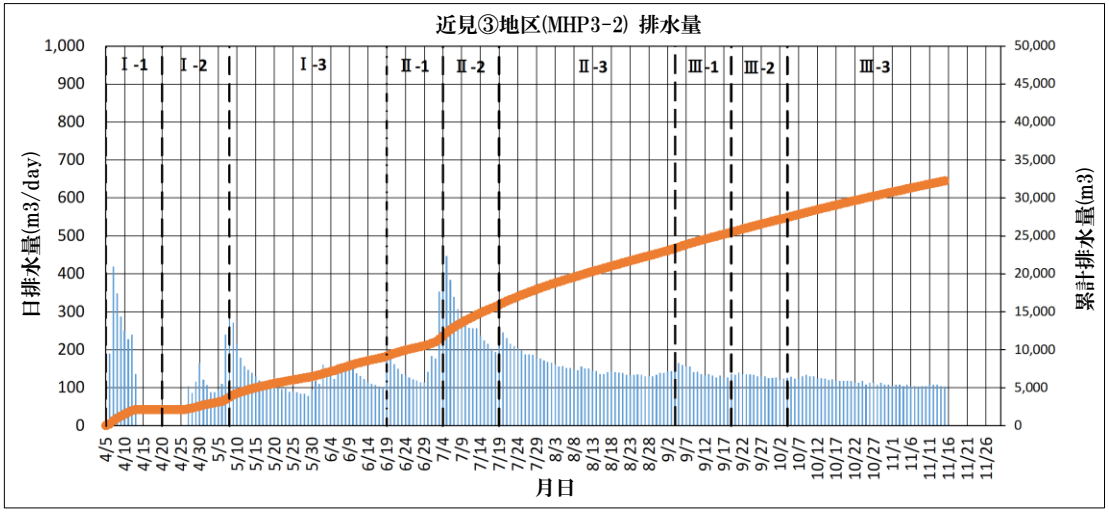
※2024/1/15
観測結果

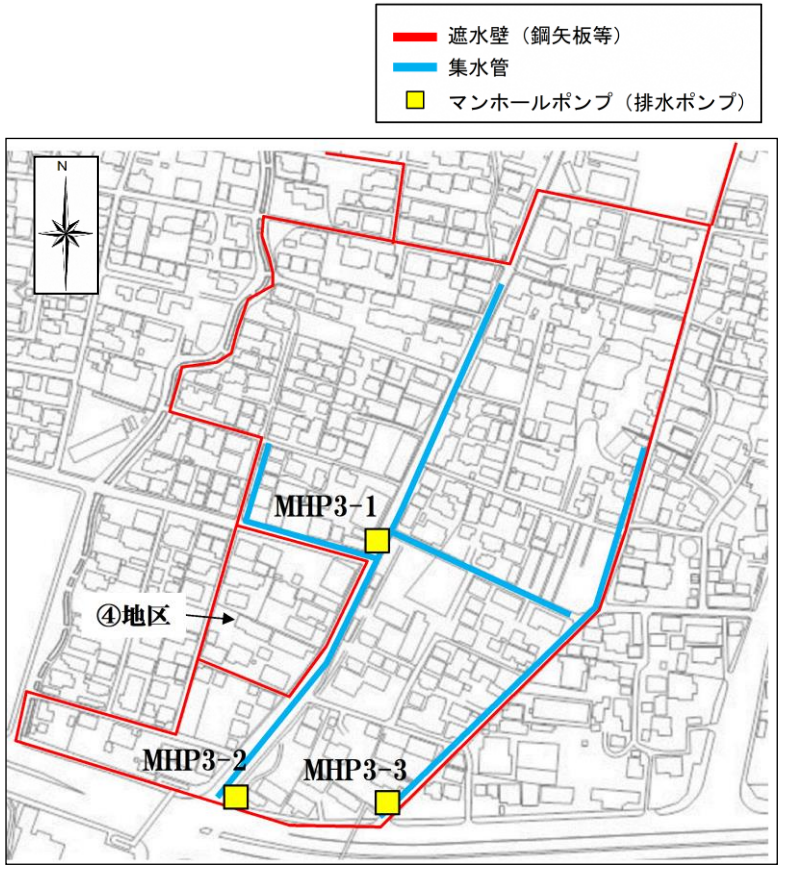
【③地区の排水量モニタリング】

○MHP3-1



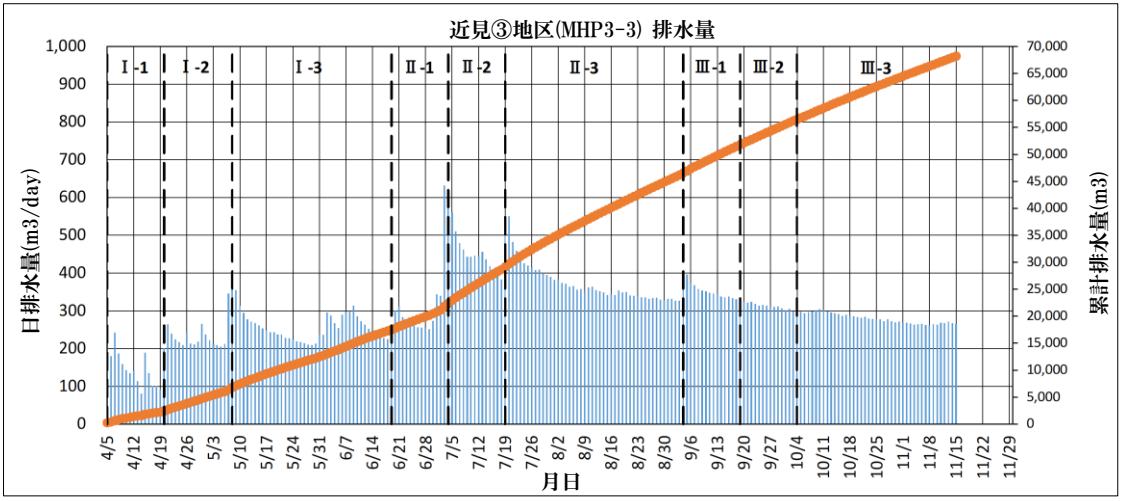
○MHP3-2



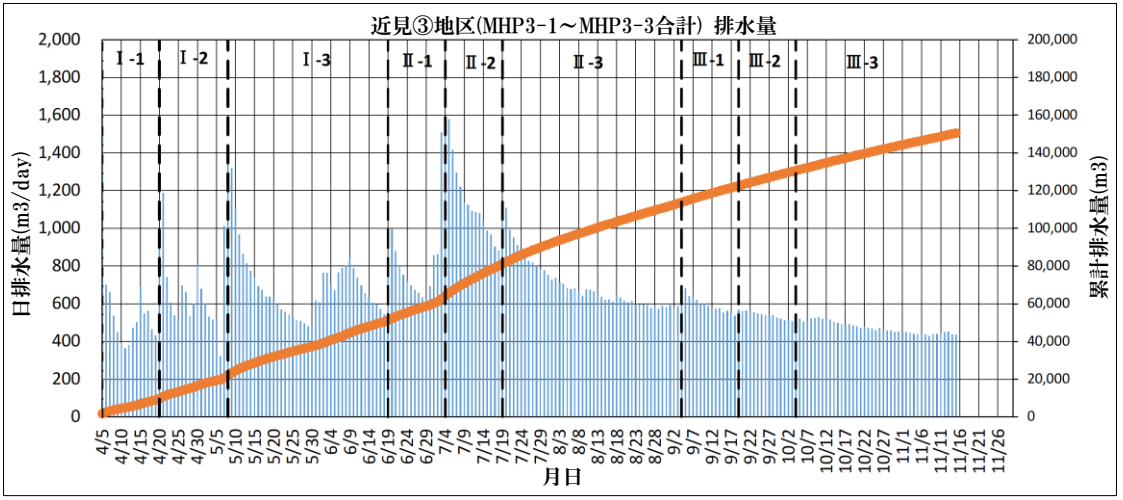


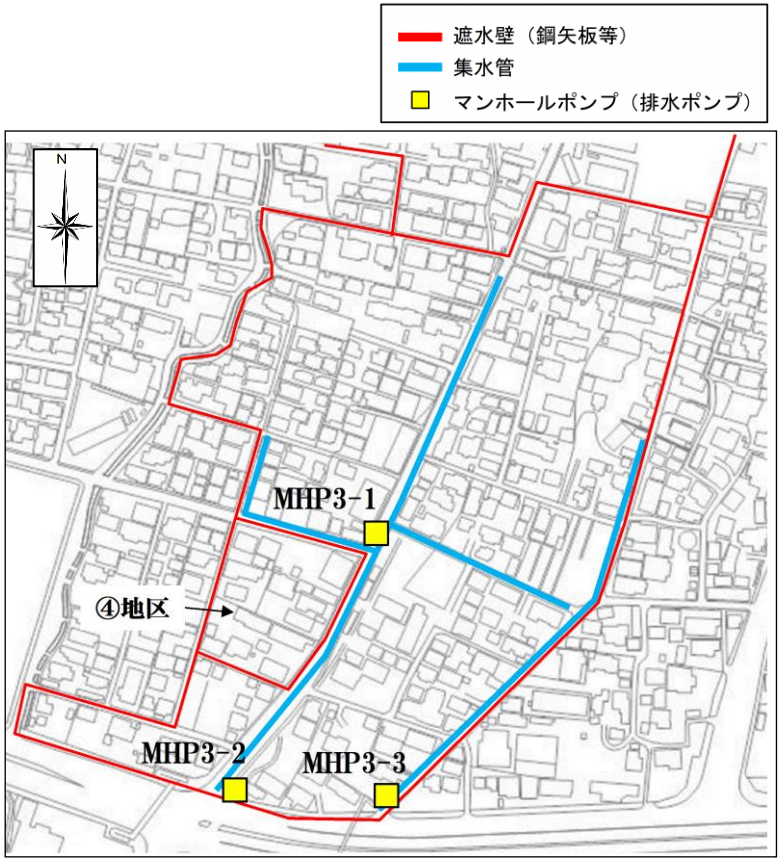
【③地区の排水量モニタリング】

○MHP3-3



○MHP3-1～MHP3-3合計

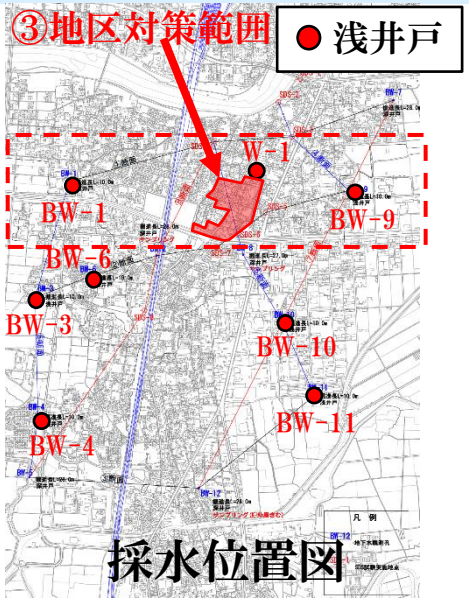




- 日々の排水量は、降雨や設定変更によって変化しているが、③地区の総排水量は、約600～700m³/dayである。
- これは、想定排水量(約6,300m³/day)の約10～11%である。

【水質変化】

- 現段階では事業による大きな水質変化は認められない。
- 地区の水質は、揚水前(渇水期)と揚水後(豊水期)でわずかに変化が認められるが、季節変動の影響と考えられる。
- 季節変動の影響確認を含め、引き続き観測を継続する。



水質分析結果

対策範囲内

項目		BW-1						BW-9						W-1				MHP3-2			単位	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			
		2019/8/28 (雨期)	2020/7/16 (雨期)	2021/1/21 (乾期)	2022/1/20 (乾期)	2022/7/25 (雨期)	2022/1/24 (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 (雨期)	2022/1/24 (乾期)	2019/8/28 (雨期)	2022/1/20 (乾期)	2022/7/25 (雨期)	2022/1/24 (乾期)	2023/3/22 (乾期)	2023/8/1 (雨期)	2024/1/9 (乾期)		
1	一般細菌	3000	3000	180	280	820	220	170	1500	70	110	400	80	230	190	68	62	3000以上	9	14	個/mL	100個/L以下
2	大腸菌	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	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	－	検出されないこと
3	亜硝酸態窒素	0.027	0.021	0.054	0.085	0.054	0.068	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	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	0.3	0.3	0.7	2.0	0.7	1.3	0.1	0.1	0.1	0.1未満	0.1未満	0.1未満	0.8	0.4	0.1	0.1未満	0.4	0.4	0.4	mg/L	10mg/L以下
5	塩化物イオン	5.2	2.9	6.5	7.8	6.2	9.2	6.6	3.3	6.4	7.1	9.9	13	3.8	5.8	2.3	2.7	7.2	6.1	7.3	mg/L	200mg/L以下
6	有機物(全有機炭素(TOC)の量)	1.0	1.0	0.6	0.7	0.8	0.8	1.8	1.6	2.0	2.7	2.5	2.9	1.0	0.6	1.0	0.6	0.9	0.6	0.8	mg/L	3mg/L以下
7	pH値	6.9	6.7	6.9	6.9	6.9	7.0	7.3	7.4	7.3	7.2	7.3	7.3	7.1	7.2	7.1	7.1	7.7	7.0	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	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
9	臭気	異常なし	生くさ臭	異常なし	土臭	異常なし	異常なし	異常なし	生くさ臭	異常なし	土臭	異常なし	土臭	異常なし	微土臭	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	－	異常なし
10	色度	4.4	3.2	2.4	2.4	4.3	2.3	8.5	4.7	73	75	87	73	2.0	1.7	1.2	4.7	4.9	1.4	1.4	度	5度以下
11	濁度	27	1.4	0.9	2.2	1.0	0.6	0.9	4.2	33	58	52	56	7.2	6.8	2.0	1.4	1.0	0.1未満	0.1未満	度	2度以下

【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 (⊿h=2.0m)	GL-2.0m (⊿h=1.0m)	GL-2.5m (⊿h=0.5m)	地区の大部分で目標水位を満足
地盤沈下（傾斜角）	基準:傾斜角3/1000 (最大5/1000)	0.0/1000～0.6/1000	0.0/1000～0.4/1000	0.0/1000～0.6/1000
（沈下量）	基準:沈下量50mm	0mm～3mm	0mm～9mm	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
排水量	定常時： 6300m^3/day (参考値)	定常時:500～600m^3/day		定常時:600～700m^3/day

【本事業の対策目標】

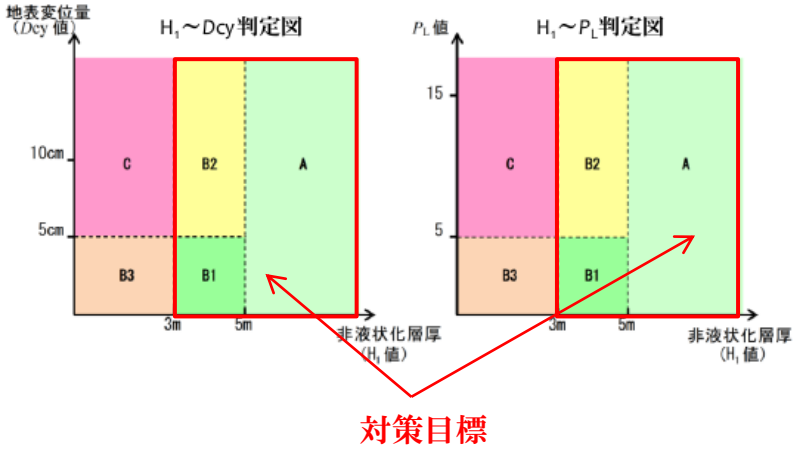
対策目標は、液状化被害抑制を目標としてAランク、B1ランク
液状化被害軽減の目標として、B2ランクとしている。

◇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）

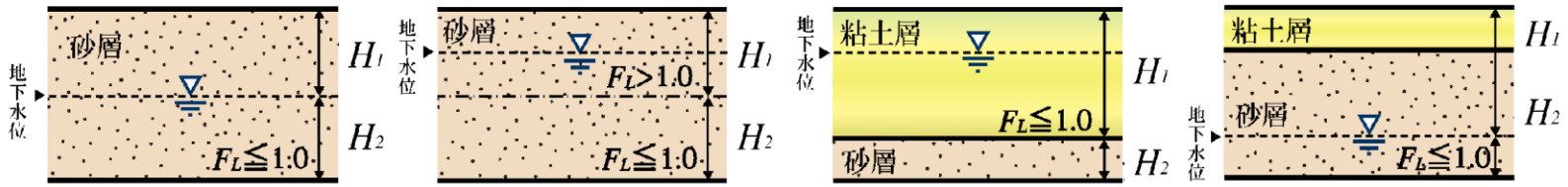
判定結果	Ｈ１の範囲	Ｄｃｙの範囲	ＰＬ値の範囲	地下水位低下工法
C	3m未満	５ｃｍ以上	５以上	不可
B３		５ｃｍ未満	５未満	不可（※）
B２	3m以上5m未満	５ｃｍ以上	５以上	液状化被害軽減の目標として可
B１		５ｃｍ未満	５未満	液状化被害抑制の目標として可
A	５m以上	－	－	

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）



市街地液状化対策推進ガイダンス【本編】_令和元年6月_国土交通省都市安全課より引用

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）で比較し、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。

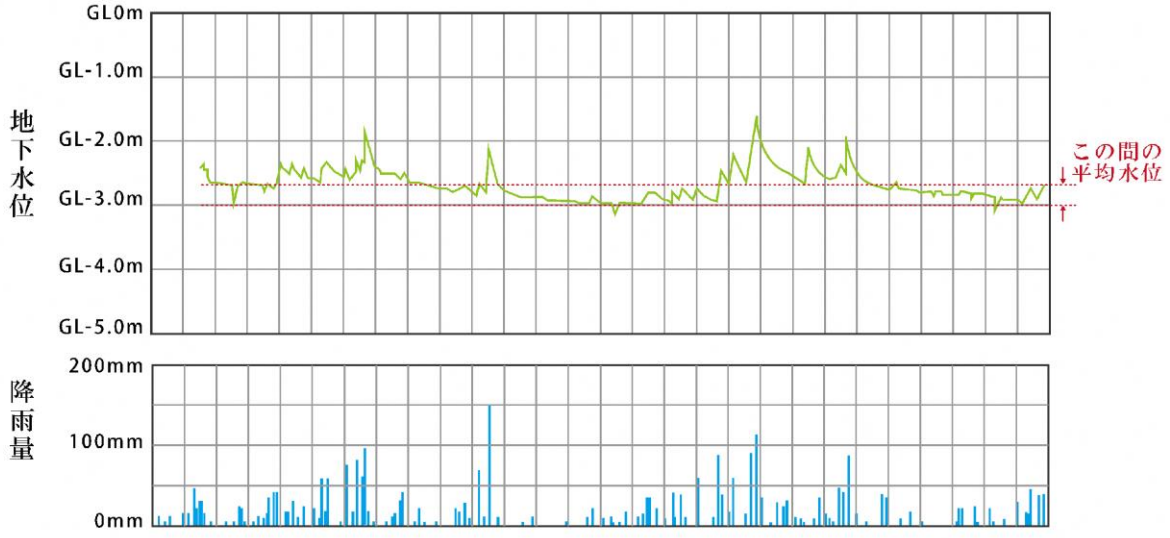


図 5-30　平均低水位算出例

市街地液状化対策推進ガイダンス
【本編】p142

【ガイダンスに基づいた評価手法】

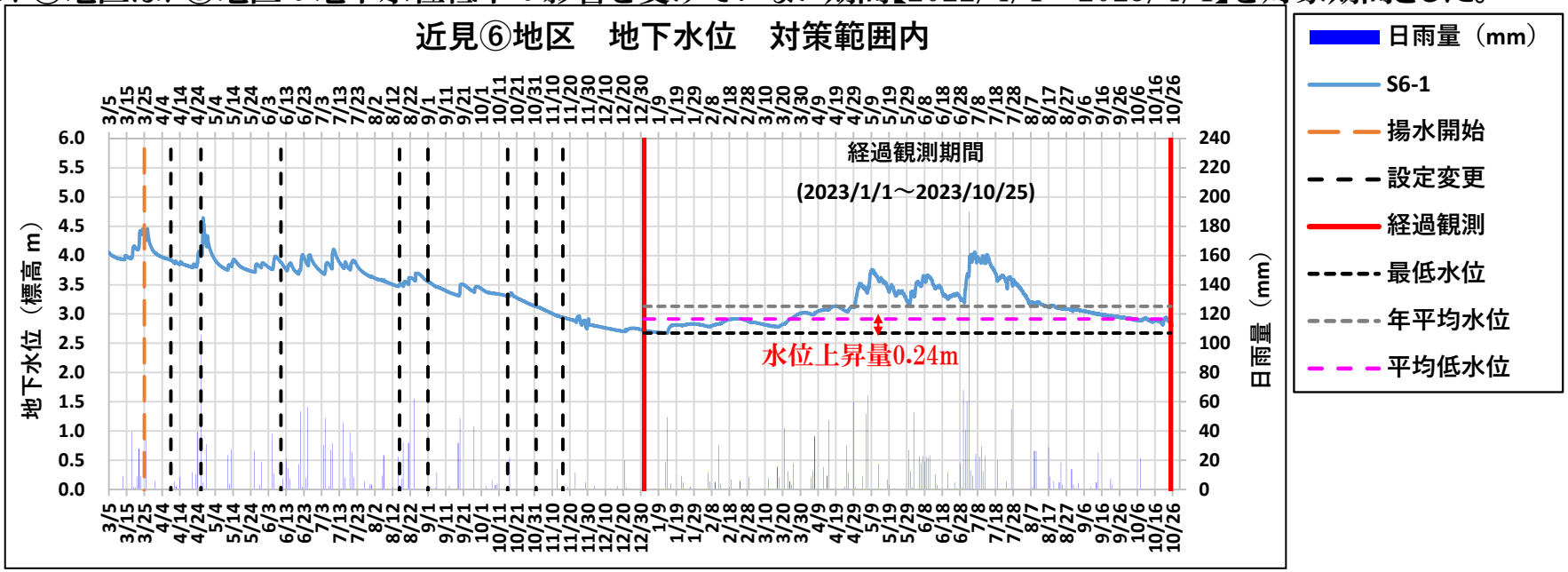
ガイダンスでは「地下水位低下工法の対策効果は、降雨・降雪の影響を除いた平均低水位等（年平均水位以下の日平均した水位）で比較」と記載されている。

そこで、水位低下完了地区(④⑥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。

また、地下水位低下は完了していないが、2022/12/6からポンプの設定を変更していない⑦地区の水位データも併せて整理した。

なお、対象期間は⑥⑦地区の最後のポンプ設定変更から30日程度が経過した【2023/1/1～2023/10/25】とした。

※ただし、④地区は、③地区の地下水位低下の影響を受けていない期間【2022/4/1～2023/4/1】を対象期間とした。



平均低水位および水位上昇量の整理例

【地下水位低下後の水位上昇量】

各観測孔における最低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)

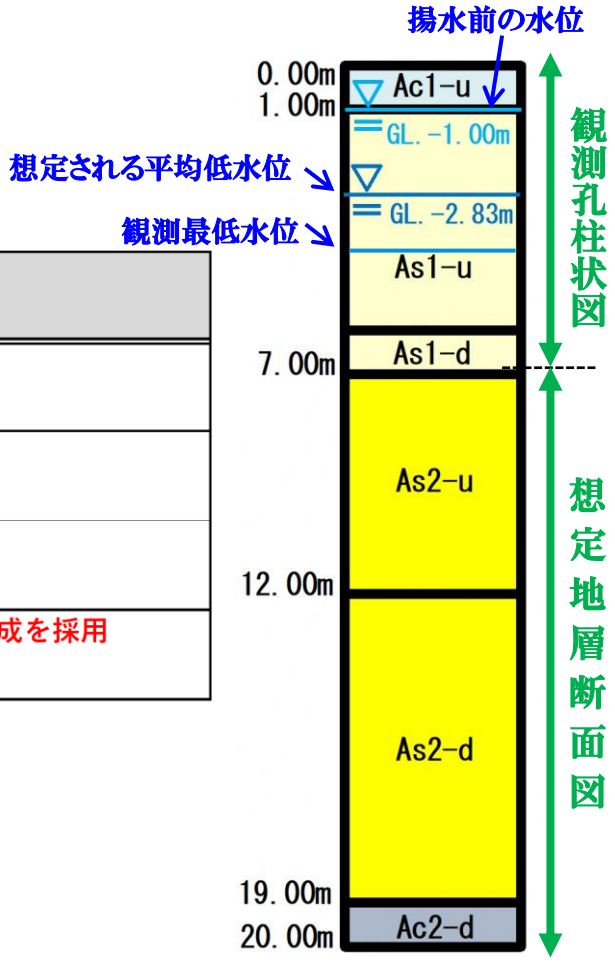
地点名	S4-2	S4-6	S6-1	S6-7	S6-9	S7-1	S7-2	S7-3	S7-4	S7-5	S7-7	全地点平均
平均低水位(標高 m)	3.82	3.79	2.92	2.95	2.64	2.91	3.19	3.08	2.90	2.17	2.27	2.97
最低水位(標高 m)	3.62	3.55	2.68	2.74	2.42	2.63	2.88	2.79	2.61	1.96	1.98	2.71
水位上昇量(m) (最低水位から平均低水位までの上昇量)	0.20	0.24	0.24	0.21	0.22	0.29	0.30	0.29	0.29	0.20	0.29	0.25

上記の結果から、各観測孔の水位上昇量の平均値は0.25m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0.25m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。

項目		精度	備考
地盤高(TP.m)		実測値	各観測地点の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	・観測最低水位 ・想定される平均低水位を採用(最低水位+0.25m)
地層構成		実測値/推定値	GL-7.0m以浅は観測孔設置時の簡易柱状図による地層構成を採用 GL-7.0m以深は想定地層断面図より地層構成を採用



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

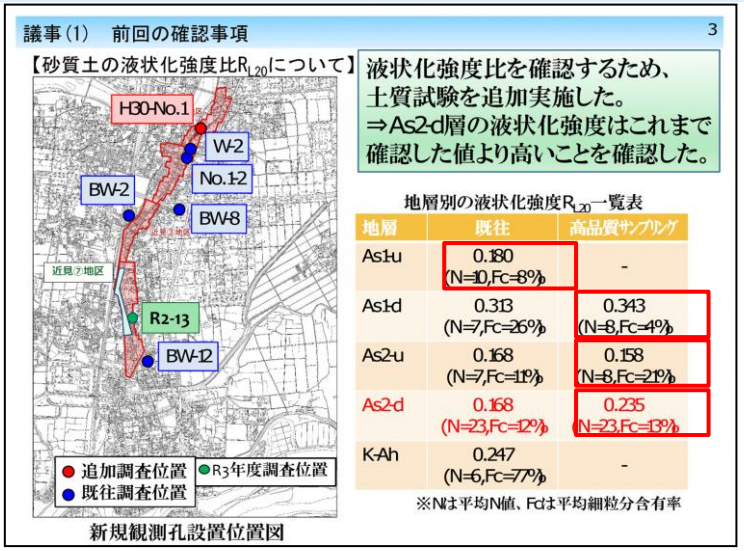
項目		S3-1	S3-2	S3-3	S3-4	S3-5	S3-6	S3-7	S3-8	S3-9	S3-10	S3-11	S3-12	S3-13	S3-14	S3-15	S3-16
地盤高(TP.m)		6.909	6.741	6.965	6.632	6.833	6.296	6.322	6.419	6.25	6.297	6.148	6.628	6.214	6.795	6.377	6.996
地下水位(GL.-m)	揚水前の水位	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	観測最低水位(平均定水位)	3.13 (2.88)	3.06 (2.81)	3.36 (3.11)	3.10 (2.85)	3.31 (3.06)	3.20 (2.95)	4.57 (4.32)	3.62 (3.37)	3.34 (3.09)	3.03 (2.78)	2.10 (1.85)	3.34 (3.09)	2.27 (2.02)	2.95 (2.70)	2.31 (2.06)	3.24 (2.99)
地層の下端深度(GL.-m)	Ac1-u	—	—	3.80	3.30	—	3.60	3.90	3.40	3.60	1.70	3.70	4.70	2.50	—	1.30	3.50
	As1-u	5.90	5.40	5.90	5.30	5.00	5.30	7.00	6.10	5.20	7.00	5.50	5.80	5.40	5.10	5.00	7.90
	Ac1-d	6.80	—	8.40	8.70	—	7.60	—	8.00	8.00	8.70	8.00	7.00	6.50	8.20	6.20	—
	As1-d	9.40	8.50	9.20	—	8.60	8.20	8.10	—		—	—	—	—	7.50	—	9.40
	As2-u	14.30	13.50	13.90	13.70	13.20	12.50	12.30	11.60	11.90	11.30	11.20	11.80	11.40	11.80	11.60	12.70
	As2-d	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	19.50	19.40	19.10	19.10	18.80	18.80	19.20	19.80	19.20	19.00	20.00
	Ac2-d	—	—	—	—	—	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	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とおり設定した。

- 各地層のN値、Fcは既往柱状図(B0rNo.1～3、H30-No.2、No.1-2)の平均値を採用。
- 単位体積重量、液状化抵抗比は、既往土質試験結果を採用。

(※粘性土の液状化抵抗比についてはN値、Fc、有効土被り圧より算出)



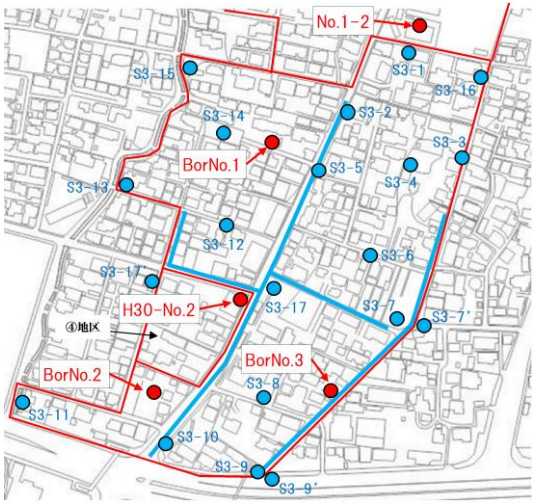
地層	既往	高品質サンプリング
As1-u	0.180 (N=10,Fc=8%)	-
As1-d	0.313 (N=7,Fc=26%)	0.343 (N=8,Fc=4%)
As2-u	0.168 (N=7,Fc=11%)	0.158 (N=8,Fc=21%)
As2-d	0.168 (N=23,Fc=12%)	0.235 (N=23,Fc=13%)
K-Ah	0.247 (N=6,Fc=77%)	-

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

土質定数の設定方法一覧

地層名/項目	単位体積重量 γt(kN/m3)	N値	Fc（%）	液状化抵抗比
Ac1-u	既往土質試験結果(14.0)を採用	③地区の既往柱状図のAc1-u層の平均値を採用		N値、Fc、有効土被り圧より算出
As1-u	既往土質試験結果(17.0)を採用	③地区の既往柱状図のAs1-u層の平均値を採用		0.180（第8回委員会時に報告）
Ac1-d	既往土質試験結果(14.0)を採用	③地区の既往柱状図の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	既往土質試験結果(17.0)を採用	③地区の既往柱状図のAs1-d層の平均値を採用		0.343（第8回委員会時に報告）
As2-u	既往土質試験結果(18.0)を採用	③地区の既往柱状図のAs2-u層の平均値を採用		0.158（第8回委員会時に報告）
As2-d	既往土質試験結果(18.0)を採用	③地区の既往柱状図のAs2-d層の平均値を採用		0.235（第8回委員会時に報告）
As2-d	③地区の既往柱状図のAs2-d層の平均値を採用			N値、Fc、有効土被り圧より算出



地質調査位置

【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 単位体積重量 γt(kN/m3)	2 N値	3 Fc（%）	4 液状化抵抗比	備考
Ac1-u	14.0	3	68.6	算出値	項目1は、既往土質試験結果を採用（第8回委員会時に報告） 項目2・3は、既往柱状図のAc1-u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	7	10.9	0.180	項目1・4は、既往土質試験結果を採用（第8回委員会時に報告） 項目2・3は、既往柱状図のAs1-u層の平均値を採用
Ac1-d	14.0	0	76.5	算出値	項目1は、既往土質試験結果を採用（第8回委員会時に報告） 項目2・3は、既往柱状図の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-d	17.0	15	7.3	0.343	項目1・4は、既往土質試験結果を採用（第8回委員会時に報告） 項目2・3は、既往柱状図のAs1-d層の平均値を採用
As2-u	18.0	5	20.1	0.158	項目1・4は、既往土質試験結果を採用（第8回委員会時に報告） 項目2・3は、既往柱状図のAs2-u層の平均値を採用
As2-d	18.0	13	30.5	0.235	項目1・4は、既往土質試験結果を採用（第8回委員会時に報告） 項目2・3は、既往柱状図のAs2-d層の平均値を採用
Ac2-d	15.0	2	94.9	算出値	項目1・2・3は、既往柱状図の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

各観測地点の液状化判定結果であるPLおよびDcyのランク変化図を以下に示す。
揚水後の最低水位では、全地点においてB2～Aランクに改善している。

液状化判定結果一覧

項目	水位低下前															
地点名	S3-1	S3-2	S3-3	S3-4	S3-5	S3-6	S3-7	S3-8	S3-9	S3-10	S3-11	S3-12	S3-13	S3-14	S3-15	S3-16
標高	6.909	6.741	6.965	6.632	6.833	6.296	6.322	6.419	6.250	6.297	6.148	6.628	6.214	6.795	6.377	6.996
地下水位(GL-m)	1.0															
H1	1.0	1.0	1.0	2.5	1.0	1.0	2.5	2.5	2.5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	2.5
PL	20.3	18.2	22.9	28.2	17.3	22.4	22.4	25.0	26.7	25.5	22.2	24.2	22.3	18.7	24.2	19.9
Dcy(cm)	18.2	17.0	15.6	16.1	15.9	14.3	16.9	13.4	12.7	13.4	11.1	15.7	14.0	13.2	17.0	16.5
PL判定ランク	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
Dcy判定ランク	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C

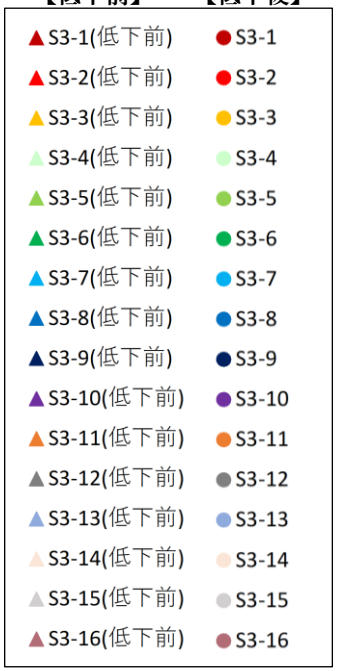
地点名	S3-1	S3-2	S3-3	S3-4	S3-5	S3-6	S3-7	S3-8	S3-9	S3-10	S3-11	S3-12	S3-13	S3-14	S3-15	S3-16
B2ランク以上となる境界水位(GL-m)	2.06	2.07	1.42	1.16	2.06	1.08	1.11	1.16	1.16	2.15	1.07	2.06	1.41	2.08	2.06	1.08

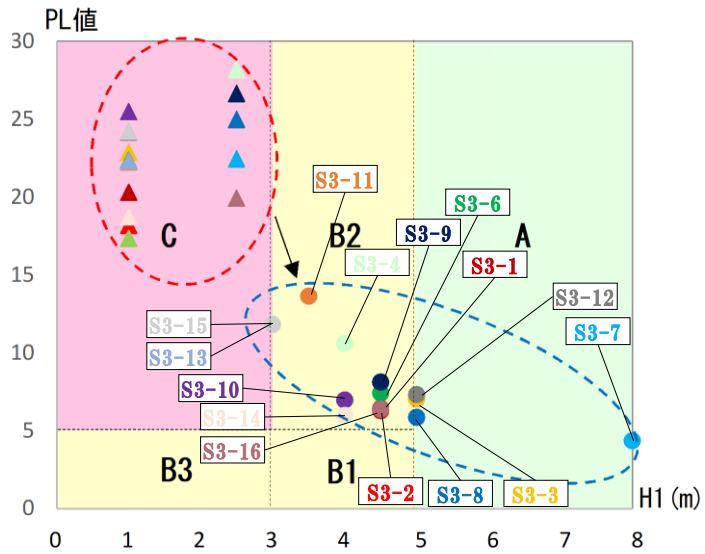
	地下水位低下期間中の最低水位															
地点名	S3-1	S3-2	S3-3	S3-4	S3-5	S3-6	S3-7	S3-8	S3-9	S3-10	S3-11	S3-12	S3-13	S3-14	S3-15	S3-16
標高	6.909	6.741	6.965	6.632	6.833	6.296	6.322	6.419	6.250	6.297	6.148	6.628	6.214	6.795	6.377	6.996
最低水位(GL-m)	3.13	3.06	3.36	3.10	3.31	3.20	4.57	3.62	3.34	3.03	2.10	3.34	2.27	2.95	2.31	3.24
H1	4.5	4.5	5.0	4.0	8.5	4.5	8.0	5.0	4.5	4.0	3.5	5.0	3.0	4.0	3.0	4.5
PL	6.3	6.4	7.0	10.6	5.6	7.4	4.4	5.8	8.1	7.0	13.6	7.3	11.8	6.0	11.8	6.4
Dcy(cm)	11.4	10.7	9.7	10.9	9.0	9.3	8.1	7.7	8.2	8.5	8.7	10.0	10.6	7.8	12.4	10.8
PL判定ランク	B2	B2	A	B2	A	B2	A	A	B2	B2	B2	A	B2	B2	B2	B2
Dcy判定ランク	B2	B2	A	B2	A	B2	A	A	B2	B2	B2	A	B2	B2	B2	B2

各観測地点の液状化判定結果であるPLおよびDcyのランク変化図を以下に示す。揚水後の最低水位では、全地点においてB2～Aランクに改善している。

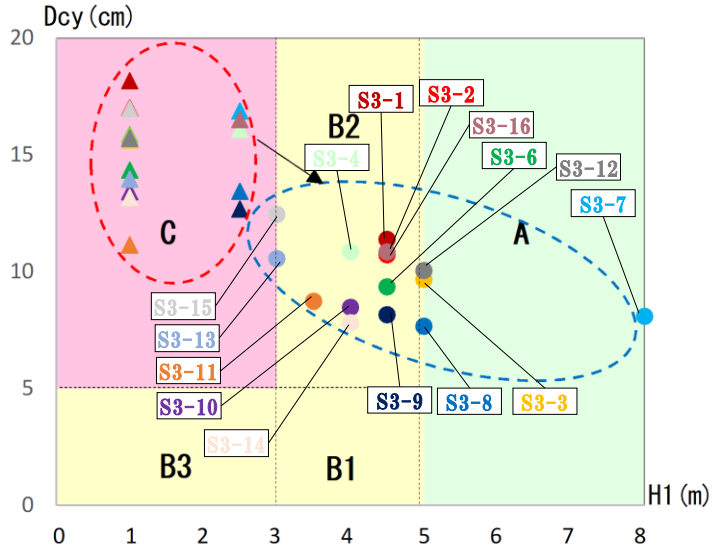
	地下水位低下期間中の最低水位															
地点名	S3-1	S3-2	S3-3	S3-4	S3-5	S3-6	S3-7	S3-8	S3-9	S3-10	S3-11	S3-12	S3-13	S3-14	S3-15	S3-16
標高	6.909	6.741	6.965	6.632	6.833	6.296	6.322	6.419	6.250	6.297	6.148	6.628	6.214	6.795	6.377	6.996
最低水位(GL-m)	3.13	3.06	3.36	3.10	3.31	3.20	4.57	3.62	3.34	3.03	2.10	3.34	2.27	2.95	2.31	3.24
H1	4.5	4.5	5.0	4.0	8.5	4.5	8.0	5.0	4.5	4.0	3.5	5.0	3.0	4.0	3.0	4.5
PL	6.3	6.4	7.0	10.6	5.6	7.4	4.4	5.8	8.1	7.0	13.6	7.3	11.8	6.0	11.8	6.4
Dcy(cm)	11.4	10.7	9.7	10.9	9.0	9.3	8.1	7.7	8.2	8.5	8.7	10.0	10.6	7.8	12.4	10.8
PL判定ランク	B2	B2	A	B2	A	B2	A	A	B2	B2	B2	A	B2	B2	B2	B2
Dcy判定ランク	B2	B2	A	B2	A	B2	A	A	B2	B2	B2	A	B2	B2	B2	B2

地点名	S3-1	S3-2	S3-3	S3-4	S3-5	S3-6	S3-7	S3-8	S3-9	S3-10	S3-11	S3-12	S3-13	S3-14	S3-15	S3-16
B2ランク以上となる境界水位(GL-m)	2.06	2.07	1.42	1.16	2.06	1.08	1.11	1.16	1.16	2.15	1.07	2.06	1.41	2.08	2.06	1.08





PL値 ランク図（観測期間中の最低水位）



Dcy ランク図（観測期間中の最低水位）

各観測地点の液状化判定結果であるPLおよびDcyのランク変化図を以下に示す。
想定される平均低水位においても、全地点においてB2～Aランクに改善している。

液状化判定結果一覧

項目	水位低下前															
地点名	S3-1	S3-2	S3-3	S3-4	S3-5	S3-6	S3-7	S3-8	S3-9	S3-10	S3-11	S3-12	S3-13	S3-14	S3-15	S3-16
標高	6.909	6.741	6.965	6.632	6.833	6.296	6.322	6.419	6.250	6.297	6.148	6.628	6.214	6.795	6.377	6.996
地下水位(GL-m)	1.0															
H1	1.0	1.0	1.0	2.5	1.0	1.0	2.5	2.5	2.5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	2.5
PL	20.3	18.2	22.9	28.2	17.3	22.4	22.4	25.0	26.7	25.5	22.2	24.2	22.3	18.7	24.2	19.9
Dcy(cm)	18.2	17.0	15.6	16.1	15.9	14.3	16.9	13.4	12.7	13.4	11.1	15.7	14.0	13.2	17.0	16.5
PL判定ランク	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
Dcy判定ランク	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C

地点名	S3-1	S3-2	S3-3	S3-4	S3-5	S3-6	S3-7	S3-8	S3-9	S3-10	S3-11	S3-12	S3-13	S3-14	S3-15	S3-16
B2ランク以上となる境界水位(GL-m)	2.06	2.07	1.42	1.16	2.06	1.08	1.11	1.16	1.16	2.15	1.07	2.06	1.41	2.08	2.06	1.08

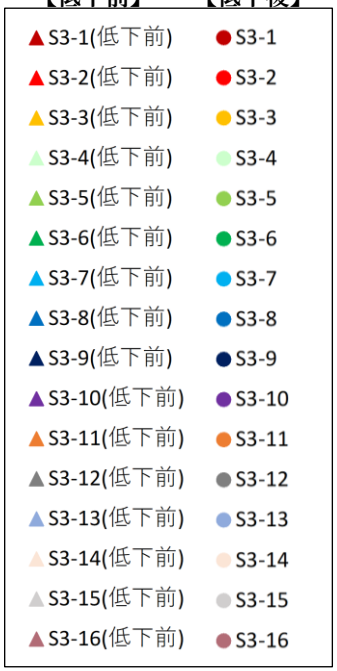
項目	想定される平均定水位(最低水位+0.25m)															
地点名	S3-1	S3-2	S3-3	S3-4	S3-5	S3-6	S3-7	S3-8	S3-9	S3-10	S3-11	S3-12	S3-13	S3-14	S3-15	S3-16
標高	6.909	6.741	6.965	6.632	6.833	6.296	6.322	6.419	6.250	6.297	6.148	6.628	6.214	6.795	6.377	6.996
地下水位(GL-m)	2.88	2.81	3.11	2.85	3.06	2.95	4.32	3.37	3.09	2.78	1.85	3.09	2.02	2.70	2.06	2.99
H1	4.0	4.0	4.5	3.5	4.5	4.0	6.5	4.5	4.0	4.0	3.5	5.0	3.0	4.0	3.0	4.0
PL	7.2	7.1	8.2	12.3	6.1	8.6	4.8	6.9	9.5	8.2	15.5	8.3	13.7	6.7	13.6	7.4
Dcy(cm)	12.0	11.3	10.3	11.0	9.6	9.8	8.9	8.2	8.6	8.7	9.7	10.2	10.8	8.0	12.7	11.4
PL判定ランク	B2	B2	B2	B2	B2	B2	A	B2	B2	B2	B2	A	B2	B2	B2	B2
Dcy判定ランク	B2	B2	B2	B2	B2	B2	A	B2	B2	B2	B2	A	B2	B2	B2	B2

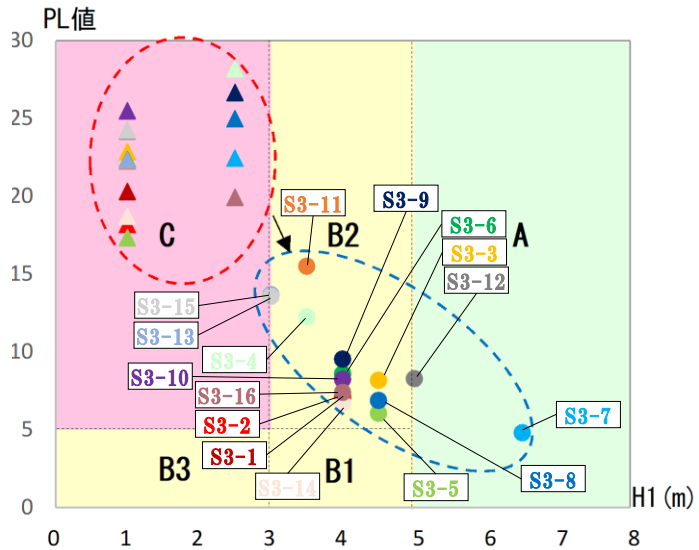
地点名	S3-1	S3-2	S3-3	S3-4	S3-5	S3-6	S3-7	S3-8	S3-9	S3-10	S3-11	S3-12	S3-13	S3-14	S3-15	S3-16
B2ランク以上となる境界水位(GL-m)	2.06	2.07	1.42	1.16	2.06	1.08	1.11	1.16	1.16	2.15	1.07	2.06	1.41	2.08	2.06	1.08

各観測地点の液状化判定結果であるPLおよびDcyのランク変化図を以下に示す。想定される平均低水位においても、全地点においてB2～Aランクに改善している。

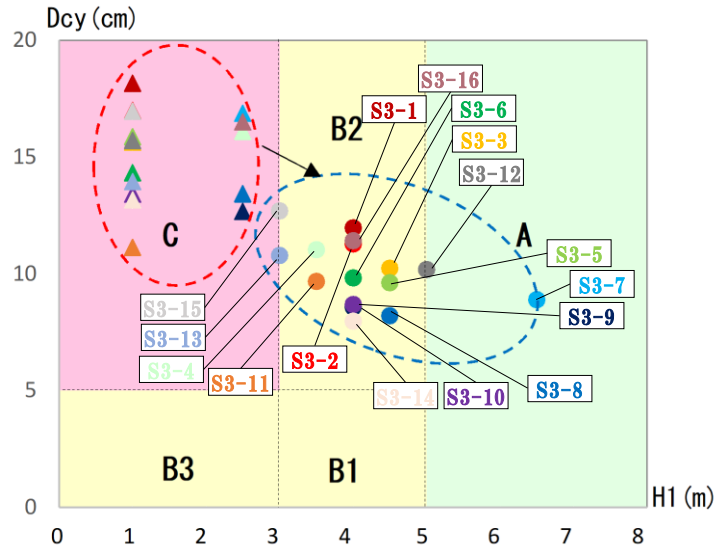
項目	想定される平均定水位(最低水位+0.25m)															
地点名	S3-1	S3-2	S3-3	S3-4	S3-5	S3-6	S3-7	S3-8	S3-9	S3-10	S3-11	S3-12	S3-13	S3-14	S3-15	S3-16
標高	6.909	6.741	6.965	6.632	6.833	6.296	6.322	6.419	6.250	6.297	6.148	6.628	6.214	6.795	6.377	6.996
地下水位(GL-m)	2.88	2.81	3.11	2.85	3.06	2.95	4.32	3.37	3.09	2.78	1.85	3.09	2.02	2.70	2.06	2.99
H1	4.0	4.0	4.5	3.5	4.5	4.0	6.5	4.5	4.0	4.0	3.5	5.0	3.0	4.0	3.0	4.0
PL	7.2	7.1	8.2	12.3	6.1	8.6	4.8	6.9	9.5	8.2	15.5	8.3	13.7	6.7	13.6	7.4
Dcy(cm)	12.0	11.3	10.3	11.0	9.6	9.8	8.9	8.2	8.6	8.7	9.7	10.2	10.8	8.0	12.7	11.4
PL判定ランク	B2	B2	B2	B2	B2	B2	A	B2	B2	B2	B2	A	B2	B2	B2	B2
Dcy判定ランク	B2	B2	B2	B2	B2	B2	A	B2	B2	B2	B2	A	B2	B2	B2	B2

地点名	S3-1	S3-2	S3-3	S3-4	S3-5	S3-6	S3-7	S3-8	S3-9	S3-10	S3-11	S3-12	S3-13	S3-14	S3-15	S3-16
B2ランク以上となる境界水位(GL-m)	2.06	2.07	1.42	1.16	2.06	1.08	1.11	1.16	1.16	2.15	1.07	2.06	1.41	2.08	2.06	1.08





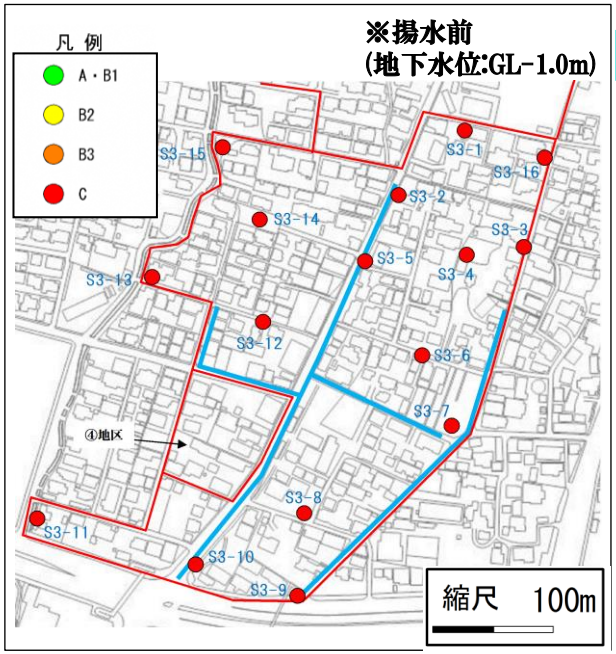
PL値 ランク図(想定される平均低水位)



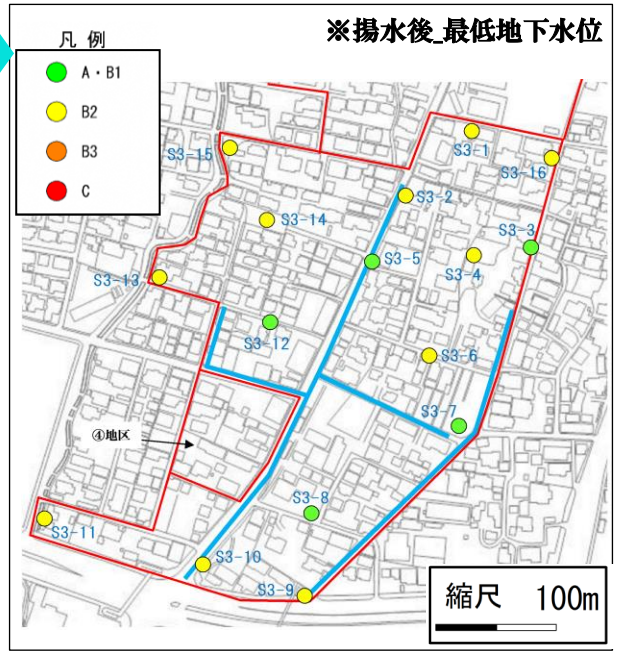
Dcy ランク図(想定される平均低水位)

【PL値_判定ランクの変化】

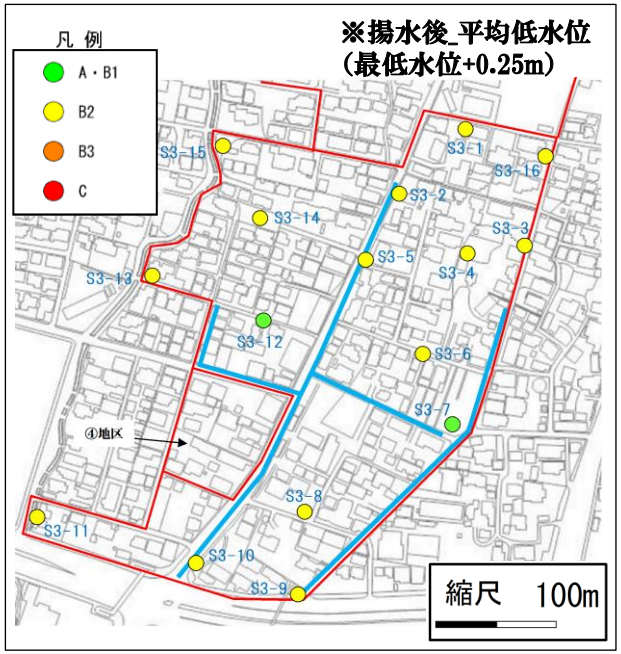
全地点で
B2ランク以上に
改善



PL値ランク平面図
(揚水前)



PL値ランク平面図
(揚水後_最低地下水位)

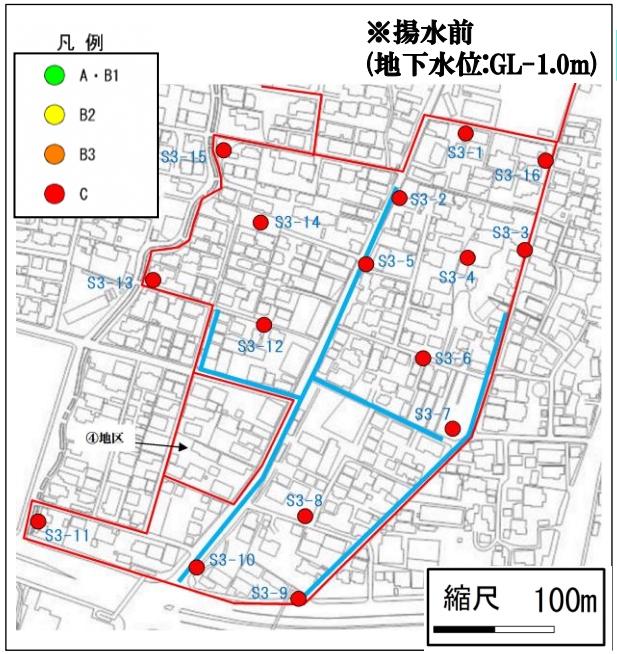


PL値ランク平面図
(揚水後_平均低水位)

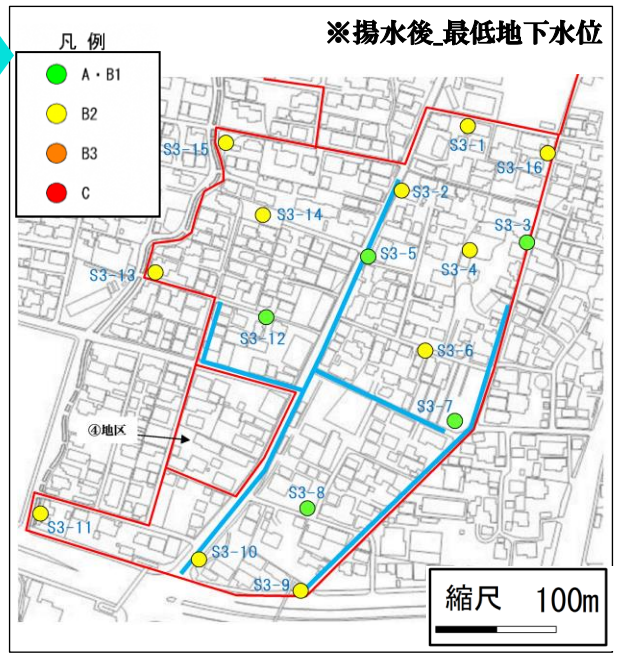
- 揚水前は全地点でCランクであった。
- 揚水後(最低地下水位、想定される平均低水位)では、すべての地点でB2～Aランクに改善している。

【Dcy値_判定ランクの変化】

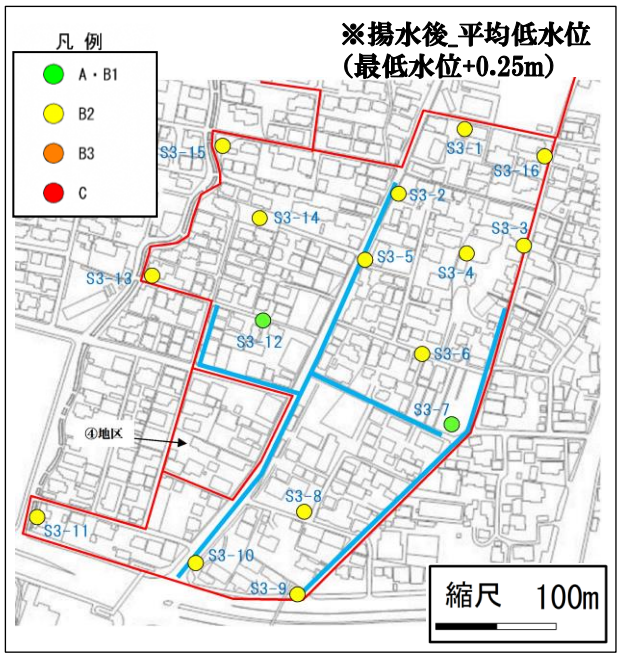
全地点で
B2ランク以上に
改善



Dcy値ランク平面図
(揚水前)



Dcy値ランク平面図
(揚水後_最低地下水位)



Dcy値ランク平面図
(揚水後_平均低水位)

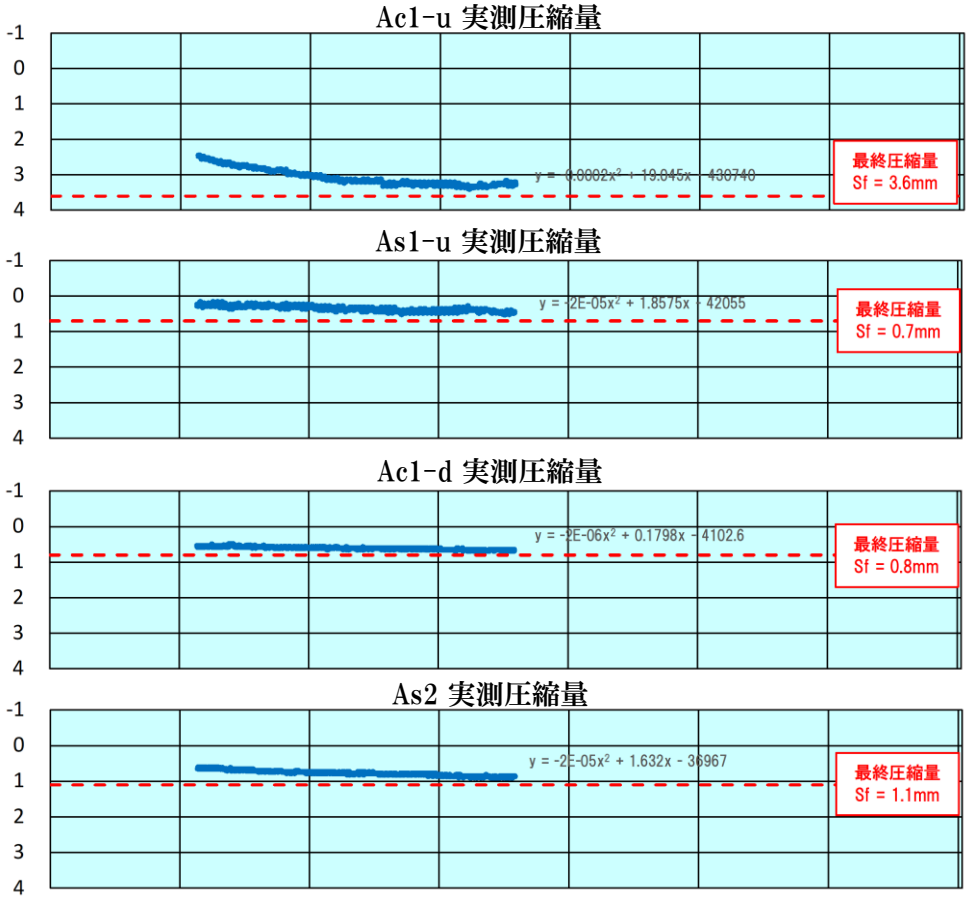
- 揚水前は全地点でCランクであった。
- 揚水後(最低地下水位、想定される平均低水位)では、すべての地点でB2～Aランクに改善している。

【双曲線法による沈下予測】

最終圧縮量の予測

地層	深度	最終圧縮量 Sf(mm)	圧密度 U(%)	残留圧縮量 (mm)
B～Ac1-u	GL-0m～-3.5m	3.6	89.4	0.4
As1-u	GL-3.5m～-6.0m	0.7	67.6	0.2
Ac1-d	GL-6.0m～-9.0m	0.8	79.2	0.2
As2	GL-9.0m～-21.5m	1.1	74.0	0.3
B～As2	圧縮量合計	6.3	82.9	1.1

※期間は2023/9/4～2023/11/16



- 本排水Ⅲ以降のモニタリング 結果を用いて、双曲線法による圧縮量の予測を実施した。
- 全層を合計した最終圧縮量は約6mmと小さく、層ごとの圧密度は約65～90%であった。
- 残留圧縮量は、1mm程度と予測される。
- なお、揚水開始以降の全層を合計した圧縮量は、約5mmである。
- 最終圧縮量においても目安値以内である。

効果判定（最低水位）

・なお、地下水位低下完了時の最低水位では、
地区全体として、以下の対策効果が確認されている。
PL値は、地区の平均でPL=22.6⇒7.9まで、
Dcyは、地区の平均でDcy=15.1cm⇒9.7cmまで減少し、
B2～Aランクに改善した。

効果判定（想定される平均低水水位）

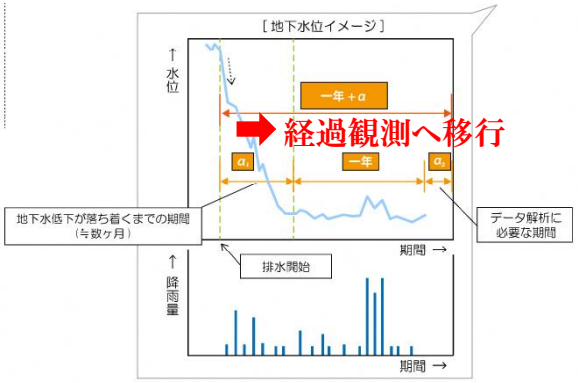
・想定される平均低水位においても、
地区全体として以下の対策効果が見込まれる。
PL値は、地区の平均でPL=22.6⇒9.0まで、
Dcyは、地区の平均でDcy=15.1cm⇒10.1cmまで減少し、
B2～Aランクに改善する。

総括（③地区）

・地下水位低下工法を実施した③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ランクへの改善が見込まれる。
⇒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）。



地下水位低下工事施工後の経過観測方法（イメージ）

▽

追加工事は実施せず、1年間の経過観測に移行する

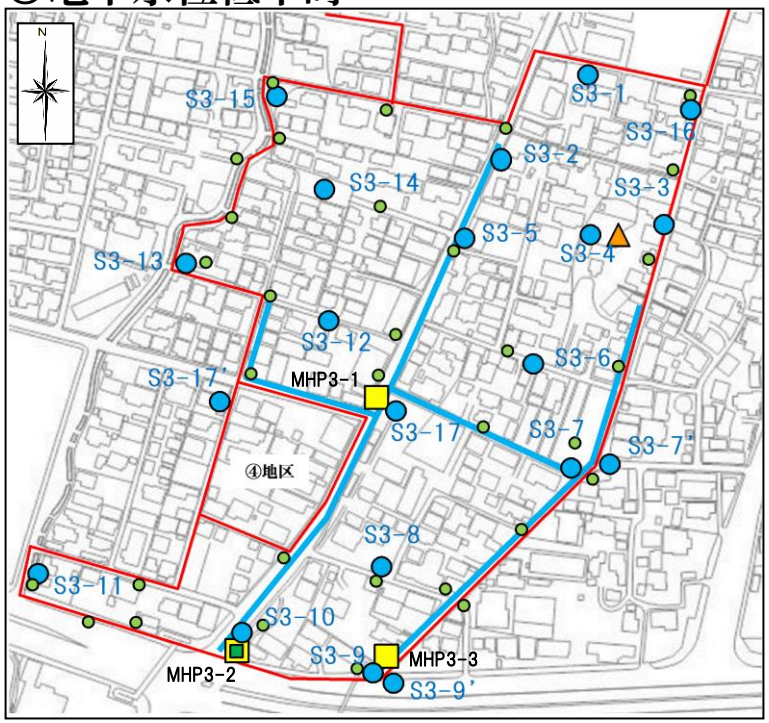
議事2
【経過観察時のモニタリング計画】

【計器配置案】

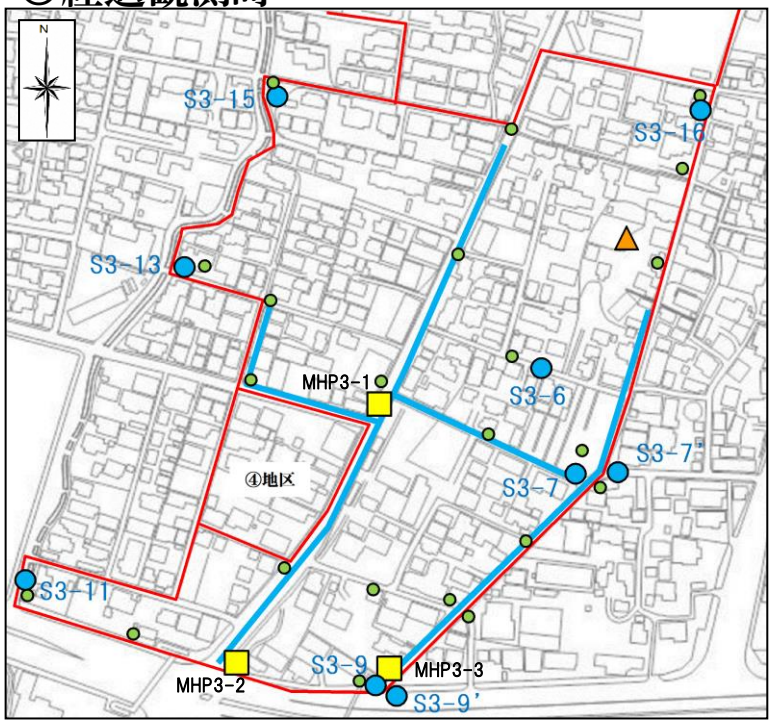
委員会意見反映

観測機器	
自記水位計	○
層別沈下計	△
沈下鋲	○
排水ポンプ(MHP)	□

○地下水位低下時



○経過観測時



・経過観測時の計器配置は以下の9地点とする。

◆区域内

【S3-6、S3-7、S3-9、S3-11、S3-13、S3-15、S3-16】

S3-15、S3-16：地区北側（代表地点）
S3-6、S3-7　：地区東側（代表地点）
S3-9、S3-11：地区南側（代表地点）
S3-13　　：地区西側（代表地点）

◆区域外

【S3-7'、S3-9'】

水位低下傾向の確認

※なお、経過観測を行わない地点についても観測孔は存置する。

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（新規孔） ○	20基	9基
層別沈下計 △	1基	1基
沈下鋲 ○	32点	22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

沈下鋲の観測頻度一覧表

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