

千葉市液化化対策推進委員会

— 第15回 —

・日時・

令和3年3月5日（金） 13：30～

・場所・

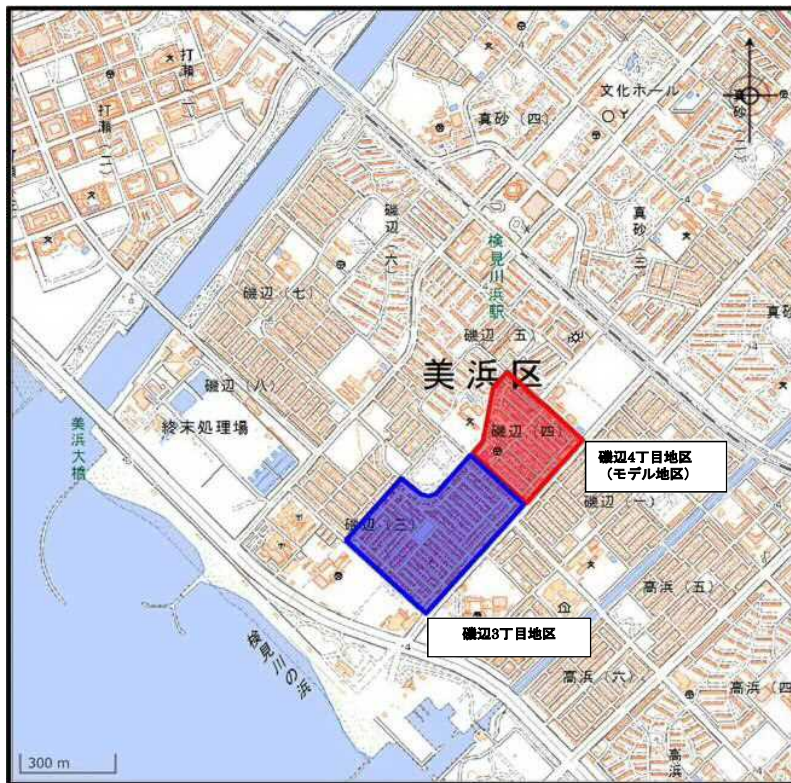
ホテルポートプラザちば 2F パール

1

議題1. 磯辺3丁目地区の 事業効果について

2

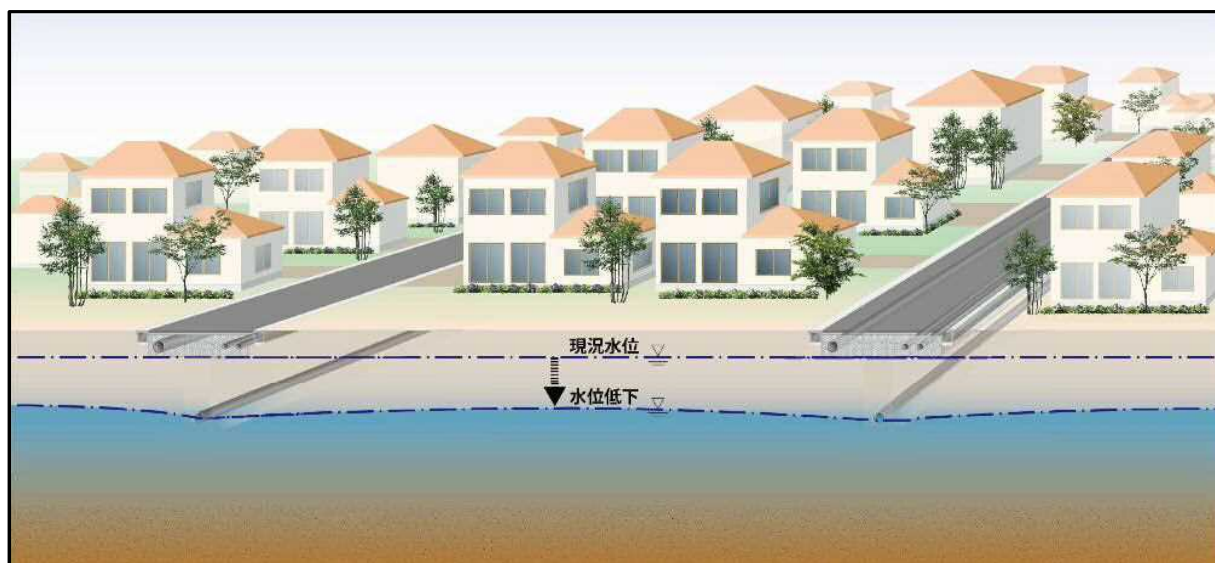
事業位置(磯辺4丁目地区、磯辺3丁目地区)(P1)



3

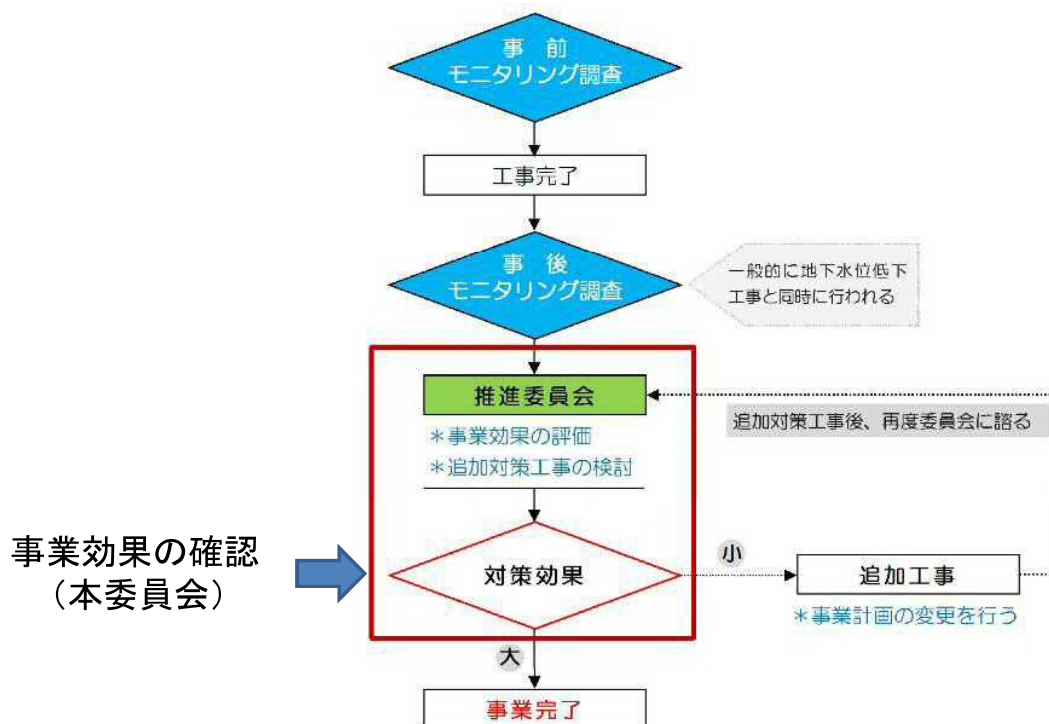
地下水水位低下工法

本地区の地下水低下工法は、道路下に集排水管を張り巡らし、それに接続したマンホールポンプにより地区外へ地下水を排水する



4

事業完了までのフロー(P1)



5

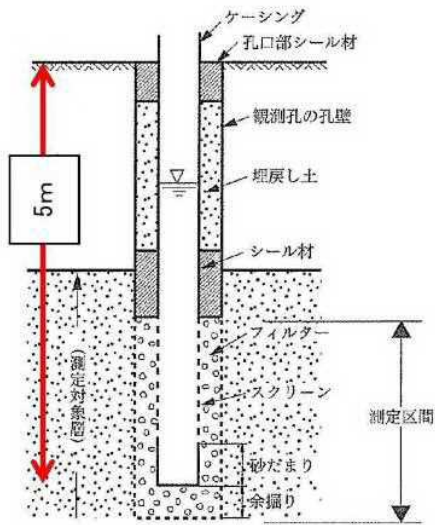
地下水位低下工法施工後の事業効果の確認(P1)

確認が必要な事項	確認方法	計測・対応等
地下水位低下状況	どの程度地下水位が低下しているかを確認するための地下水位観測を行う。	自記水位計 降雨量
地下水位低下に伴う地盤沈下状況	施工時および地下水位低下に伴う地盤沈下状況を確認するための沈下量の観測を行う。	地盤沈下計 間隙水圧計
想定していた効果が得られない場合の対応策	<ul style="list-style-type: none"> モニタリング調査結果を基に再検討を行う。 地区として必要な効果が得られない場合はその原因を推定し、追加対策の検討を行う。 	委員会等の開催など

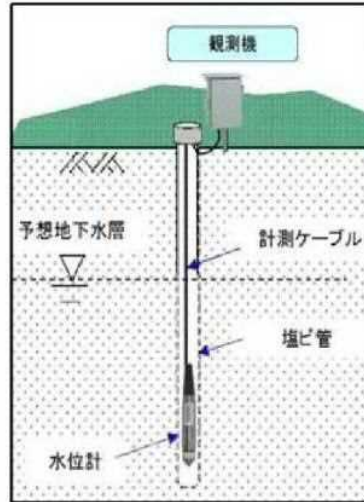
6

■地下水位観測孔及び自記水位計の設置例(P2)

地下水位計：地下水位の計測



(a) 水位観測孔

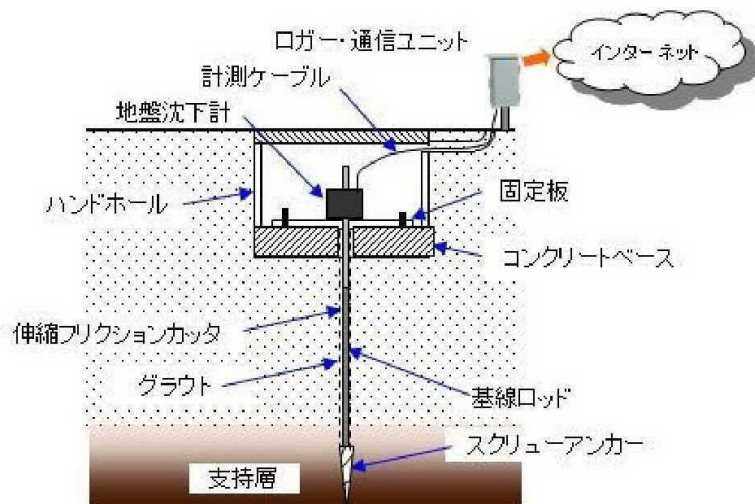


(b) 自記水位計

7

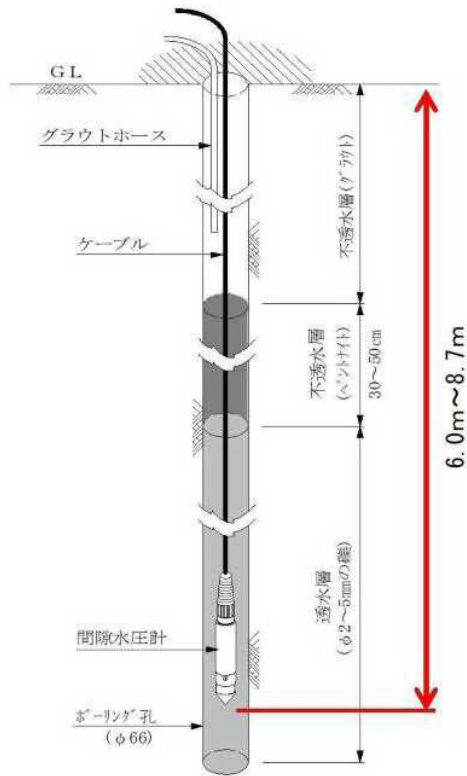
■地盤沈下計の設置例(P2)

地盤沈下計：地表面の沈下量の計測



8

間隙水圧計の設置例(P3)

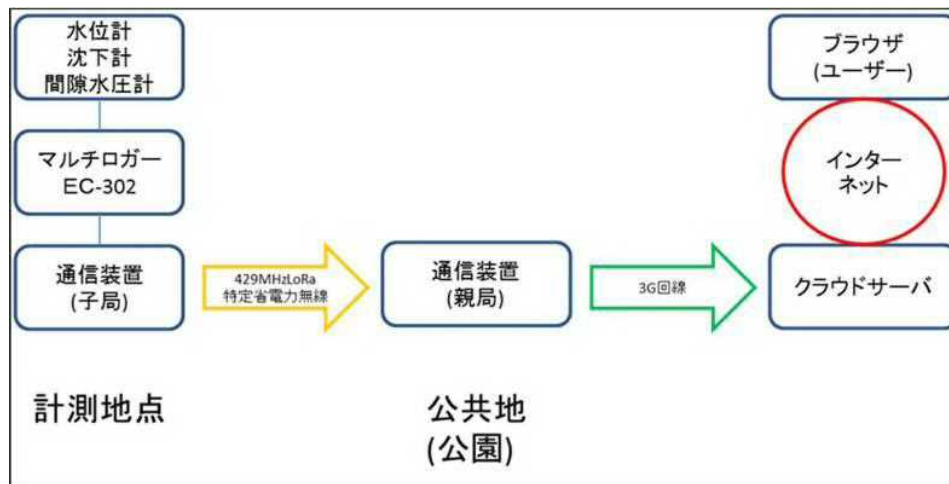


間隙水圧計：
粘性土の間隙水圧の計測
沈下量の検証に必要

9

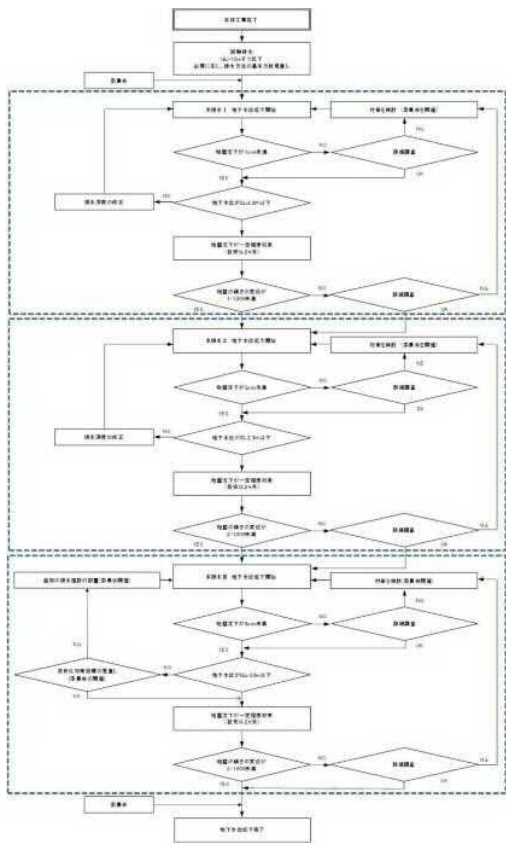
計測の自動化(P3)

地下水位低下時に計測データの即時性が得られるように計測を自動化
中磯辺第一公園と中磯辺第二公園に親局を設置
計測地点25箇所での計測データを親局に集約
親局からクラウドサーバにデータを転送、サーバでデータ処理



10

段階的な地下水位の排水方法 (P4、5)



試験排水 (2019(令和元年)/6/3~)

本排水Ⅰ (2019(令和元年)/7/1~)

本排水Ⅱ (2019(令和元年)/9/1~)

本排水Ⅲ (2019(令和元年)/11/18~)

経過観測 (2020(令和2年)/1/28~
2021(令和3年)/1/27)

磯辺3丁目地区 設定水位(P5)

日時	試験排水	本排水Ⅰ	本排水Ⅱ		本排水Ⅲ		本排水Ⅲ
	6月3日	7月1日	9月9日	10月1日	10月9日	11月8日	1月8日
設定水位	1.9m	2.4m	2.9m	3.2m	3.6m	3.80m	4.00m
概略図	MP地表面	MP地表面	MP地表面	MP地表面	MP地表面	MP地表面	MP地表面
	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	1.87	2.37	2.87	3.17	3.47	3.77	3.9
	1.9m	2.4m	2.9m	3.2m	3.6m	3.8m	4.0m
	1.93	2.43	2.93	3.23	3.53	3.83	4.1
	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0

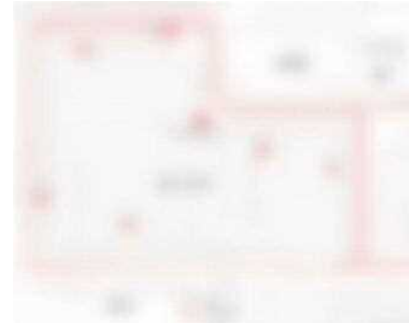
磯辺3丁目地区 観測位置 (P6)



観測孔



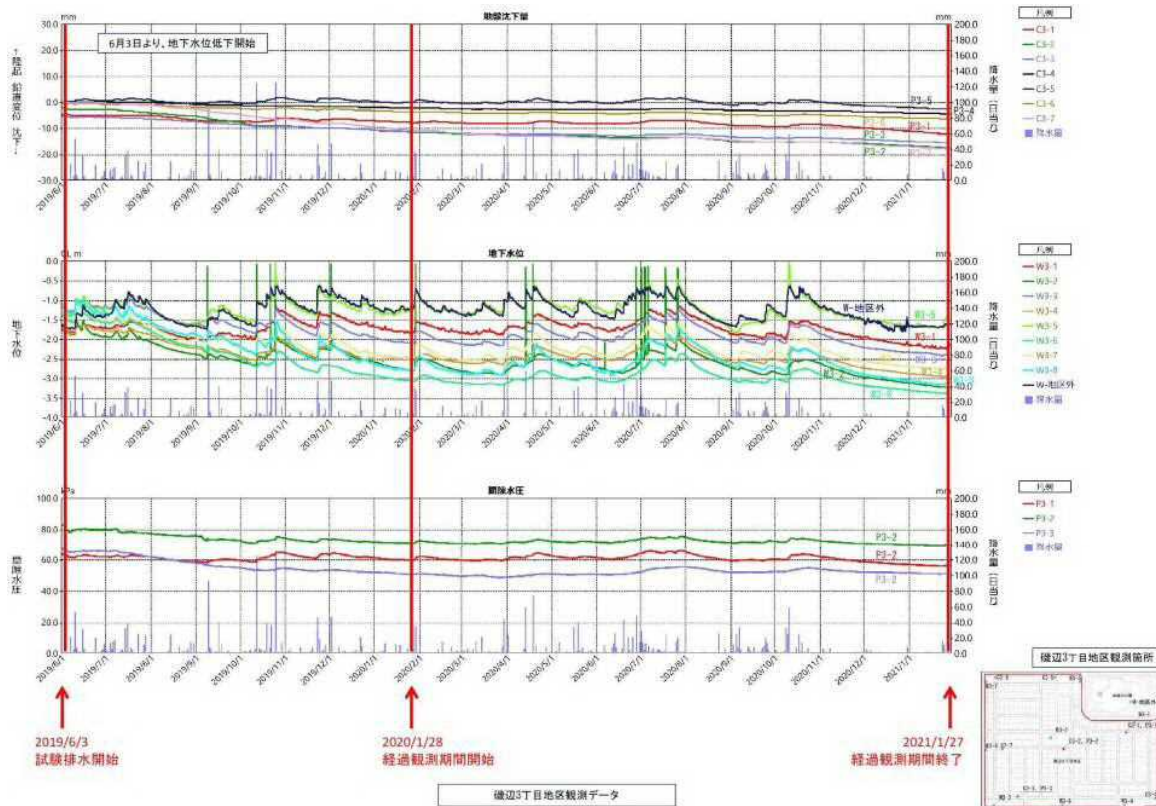
水準測量



宅地内測量

(個人情報保護のため画像処理しています)

磯辺3丁目地区 観測データ (P7)



磯辺3丁目地区 地下水位(P8)

日付	平均値 GL-m	W3-1(m)		W3-2(m)		W3-3(m)		W3-4(m)		W3-5(m)		W3-6(m)		W3-7(m)		W3-8(m)	
		GL-	△	GL-	△	GL-	△	GL-	△	GL-	△	GL-	△	GL-	△	GL-	△
2019/6/3	1.47	1.79		1.67		1.23		1.73		1.36		1.44		1.36		1.15	
2019/7/3	1.57	1.76	-0.03	1.98	0.31	1.22	-0.01	1.82	0.09	1.25	-0.11	1.60	0.16	1.55	0.19	1.38	0.23
2019/9/3	2.02	2.03	0.24	2.43	0.76	1.64	0.41	2.27	0.54	1.59	0.23	2.22	0.78	2.06	0.70	1.94	0.79
2019/11/20	2.22	1.71	-0.08	2.52	0.85	1.91	0.68	2.45	0.72	1.37	0.01	2.86	1.42	2.39	1.03	2.56	1.41
2020/1/27	2.39	1.86	0.07	2.84	1.17	2.12	0.89	2.54	0.81	1.29	-0.07	3.11	1.67	2.53	1.17	2.84	1.69
2021/1/27	2.69	2.17	0.38	3.27	1.60	2.41	1.18	2.97	1.24	1.41	0.05	3.43	1.99	2.71	1.35	3.14	1.99

注：平均値はW3-1～W3-8の値、△は2019/6/3との差

経過観測期間の降水量は平年値に比較して1.3倍

経過観測期間内に地下水位は0.3m程度低下した。

W3-1、W3-3、W3-5を除くと平均水位は3.10m
除外理由

W3-1：集排水管の埋設深度が浅い

W3-3：観測井の標高が低く、見かけ水位が浅い

W3-5：地区外水位とほぼ同じ

地下水面は北側から南側に向けて低くなる

15

磯辺3丁目地区 宅地内の地下水位(P10)

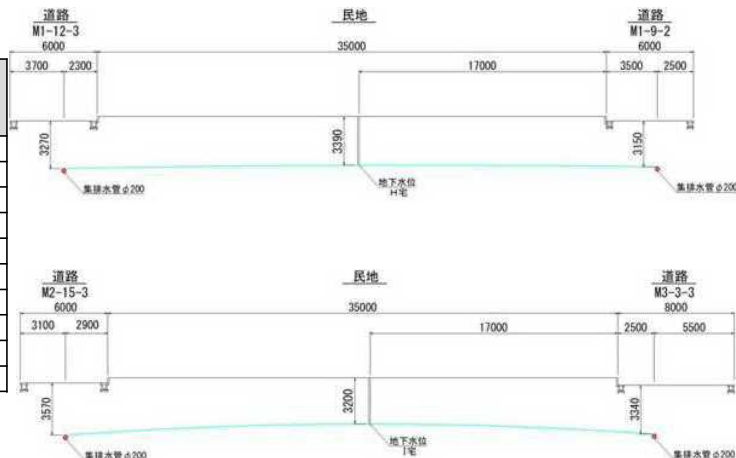
スウェーデン式サウンディング孔を用いて宅地背割り部で地下水位を観測

地下水位観測孔の測定値の変化を考慮すれば
宅地内の地下水位も集排水管程度まで低下することが想定される

観測地点	地下水位 2020/9/15 (GL-m)	地下水位 2021/1/27 (GL-m)
H宅	2.98	(3.39)
I宅	2.79	(3.20)
W3-1	1.94	2.17 (△0.23)
W3-2	2.86	3.27 (△0.41)
W3-3	2.09	2.41 (△0.32)
W3-4	2.60	2.97 (△0.37)
W3-5	1.59	1.41 (△-0.18)
W3-6	3.11	3.43 (△0.32)
W3-7	2.41	2.71 (△0.30)
W3-8	2.72	3.14 (△0.42)

注 △は水位差

H宅、I宅の()はW3-2の水位差を反映

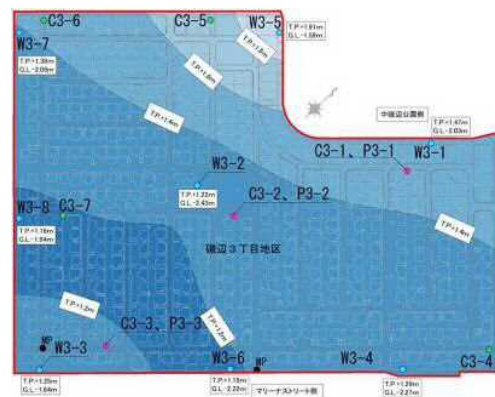


16

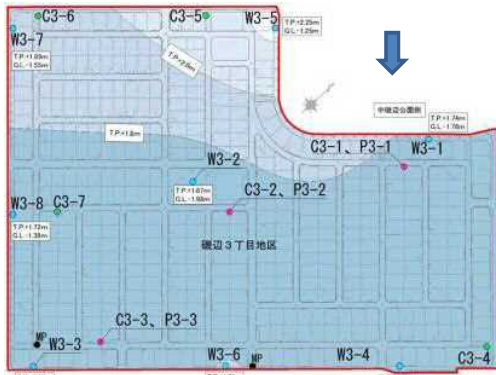
磯辺3丁目地区 地下水位コンター(P10、11)



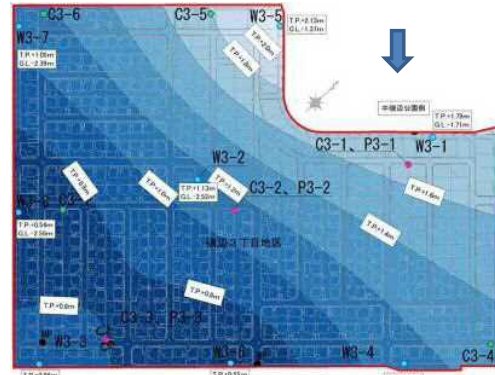
試験排水開始 (2019/6/3)



本排水Ⅱ開始 (2019/9/3)



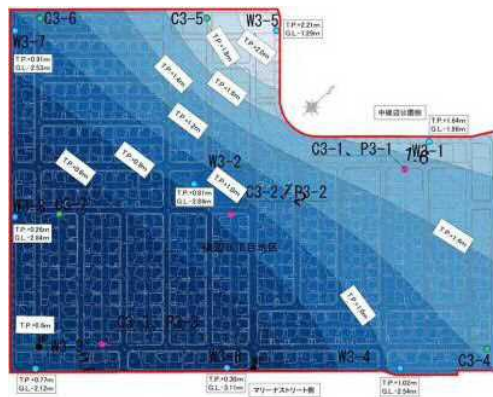
本排水Ⅰ開始 (2019/7/3)



本排水Ⅲ開始 (2019/11/20)

17

磯辺3丁目地区 地下水位コンター(P11)



経過観測開始 (2020/1/28)



経過観測終了 (2021/1/28)

18

磯辺3丁目地区 鉛直変位(P12)

地下水位低下後に2.8~18.4mmの鉛直変位が生じている
ただし、これは本排水Ⅲの基準値(30mm)に比べると2/3以下

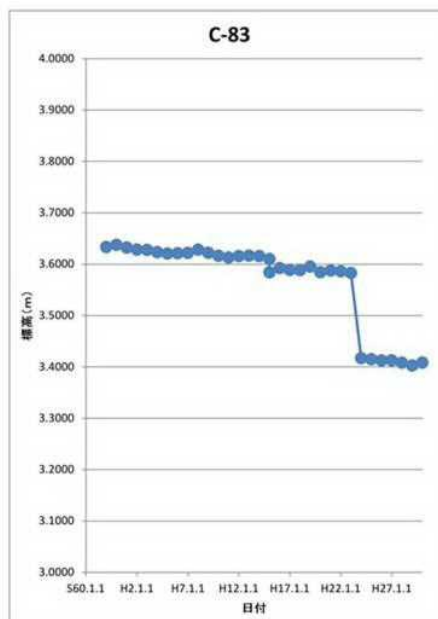
日付	C3-1(mm)		C3-2(mm)		C3-3(mm)		C3-4(mm)		C3-5(mm)		C3-6(mm)		C3-7(mm)	
	変位	△	変位	△	変位	△	変位	△	変位	△	変位	△	変位	△
2019/6/3	-5.06		-2.61		-5.89		-0.09		0.10		-0.71		-0.12	
2019/7/3	-5.42	-0.36	-3.27	-0.66	-6.37	-0.48	-0.24	-0.15	0.37	0.27	-1.08	-0.37	-0.84	-0.72
2019/9/3	-7.53	-2.47	-5.94	-3.33	-7.97	-2.08	-1.11	-1.02	-0.69	-0.79	-2.28	-1.57	-3.23	-3.11
2019/11/20	-7.39	-2.33	-10.35	-7.74	-10.36	-4.47	-1.89	-1.80	-0.14	-0.24	-3.18	-2.47	-8.27	-8.15
2020/1/27	-8.25	-3.19	-12.09	-9.48	-11.86	-5.97	-2.64	-2.55	-0.42	-0.52	-4.13	-3.42	-11.37	-11.25
2021/1/27	-12.7	-7.64	-17.95	-15.34	-16.01	-10.12	-4.78	-4.69	-2.74	-2.84	-6.81	-6.10	-18.55	-18.43

注: △は2019/6/3との差

19

磯辺3丁目地区 中磯辺公園の地盤変動(P12)

観測日	測地系	標高(m)	前年との差(mm)
S60.1.1	日本測地系	3.6379	
S61.1.1	日本測地系	3.6326	-5.3
S62.1.1	日本測地系	3.6331	0.5
S63.1.1	日本測地系	3.6374	4.3
S64.1.1	日本測地系	3.6321	-5.3
H2.1.1	日本測地系	3.6282	-3.9
H3.1.1	日本測地系	3.6276	-0.6
H4.1.1	日本測地系	3.6232	-4.4
H5.1.1	日本測地系	3.6206	-2.6
H6.1.1	日本測地系	3.6210	0.4
H7.1.1	日本測地系	3.6217	0.7
H8.1.1	日本測地系	3.6283	6.6
H9.1.1	日本測地系	3.6219	-6.4
H10.1.1	日本測地系	3.6162	-5.7
H11.1.1	日本測地系	3.6128	-3.4
H12.1.1	日本測地系	3.6156	2.8
H13.1.1	日本測地系	3.6163	0.7
H14.1.1	日本測地系	3.6156	-0.7
H15.1.1	世界測地系	3.6099	-5.7
H15.1.1	世界測地系	3.5839	
H16.1.1	世界測地系	3.5922	8.3
H17.1.1	世界測地系	3.5886	-3.6
H18.1.1	世界測地系	3.5883	-0.3
H19.1.1	世界測地系	3.5950	6.7
H20.1.1	世界測地系	3.5842	-10.8
H21.1.1	世界測地系	3.5873	3.1
H22.1.1	世界測地系	3.5860	-1.3
H23.1.1	世界測地系	3.5828	-3.2
H24.1.1	世界測地系	3.4169	-165.9
H25.1.1	世界測地系	3.4149	-2.0
H26.1.1	世界測地系	3.4124	-2.5
H27.1.1	世界測地系	3.4128	0.4
H28.1.1	世界測地系	3.4080	-4.8
H29.1.1	世界測地系	3.4025	-5.5
H30.1.1	世界測地系	3.4083	5.8
H31.1.1	世界測地系	3.4050	-3.3
R2.1.1	世界測地系	3.4073	2.3



中磯辺公園に設置された1級水準点について昭和60年から地盤変動を記録している

1年に1mm程度は自然に鉛直変位が生じている

20

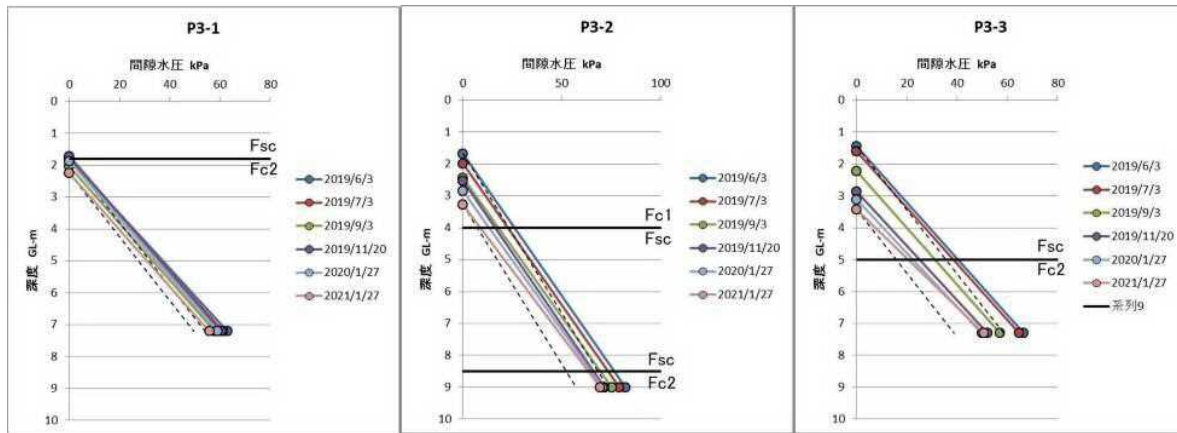
磯辺3丁目地区 間隙水圧(P13)

日付	P3-1			P3-2			P3-3		
	(kPa)	Δ (kPa)	Δ (m)	(kPa)	Δ (kPa)	Δ (m)	(kPa)	Δ (kPa)	Δ (m)
2019/6/3	62.9			82.2			66.5		
2019/7/3	61.2	-1.70	-0.17	79.1	-3.10	-0.32	64.7	-1.80	-0.18
2019/9/3	57.9	-5.00	-0.51	75.3	-6.90	-0.70	57.1	-9.40	-0.96
2019/11/20	60.4	-2.50	-0.26	71.6	-10.60	-1.08	52.1	-14.40	-1.47
2020/1/27	59.1	-3.80	-0.39	70.6	-11.60	-1.18	49.8	-16.70	-1.70
2021/1/27	55.7	-7.20	-0.73	69.5	-12.70	-1.30	50.6	-15.90	-1.62

注: Δ は2019/6/3との差、参考までに水頭換算した値を併記

計器はFc2層に設置

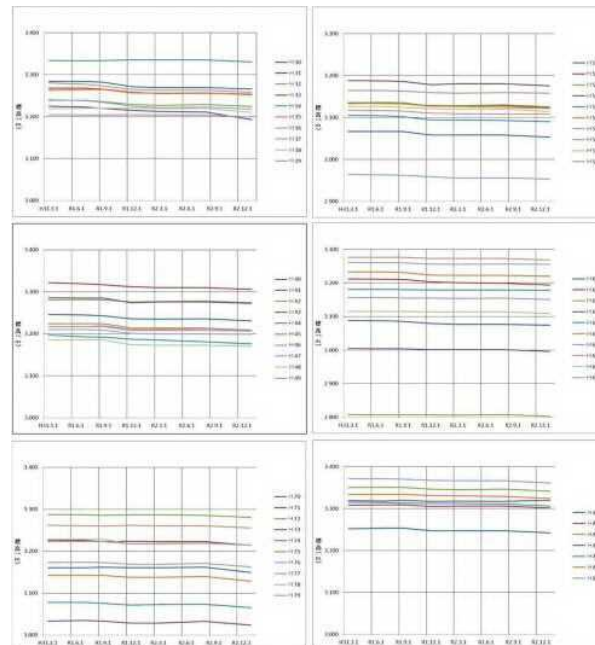
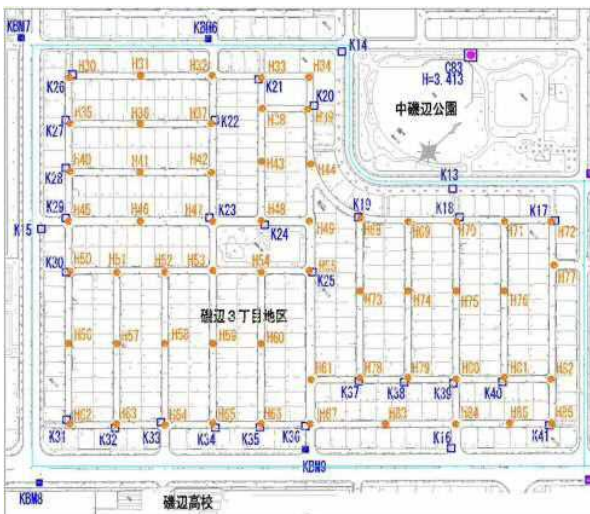
地下水位に比べ被圧傾向がみられる



21

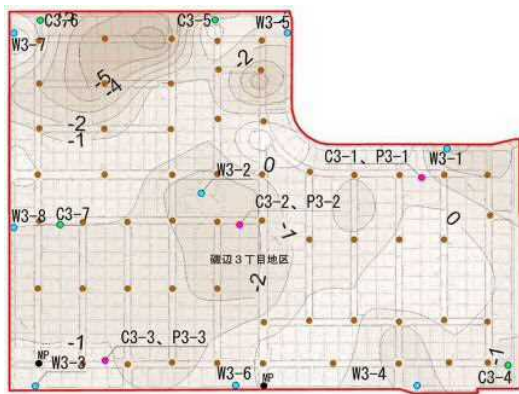
磯辺3丁目地区 水準測量(P13、14)

計測点の7割で5mm以上の沈下が生じた



22

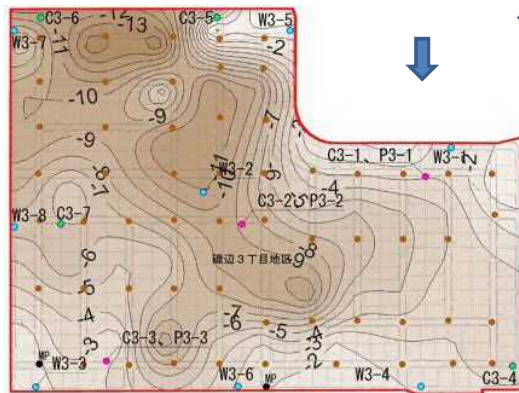
磯辺3丁目地区 標高差コンター(P15、16)



本排水Ⅰ完了(2019/9)



本排水Ⅲ完了(2020/3)



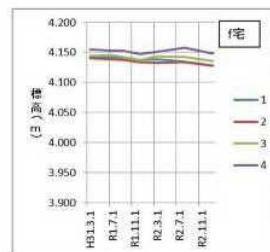
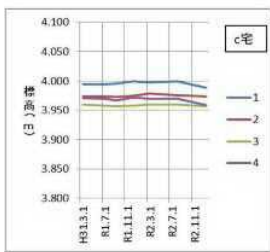
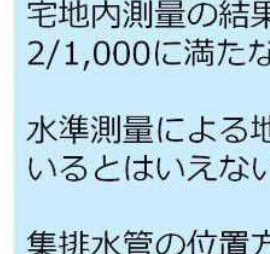
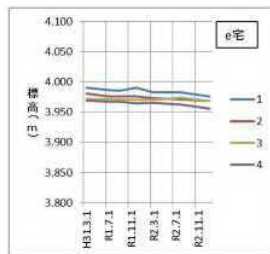
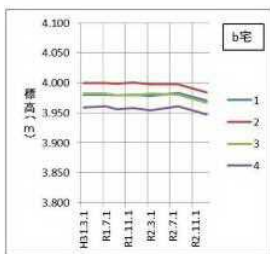
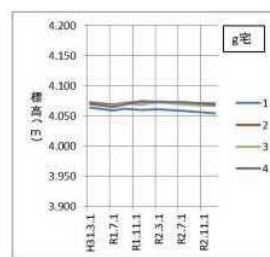
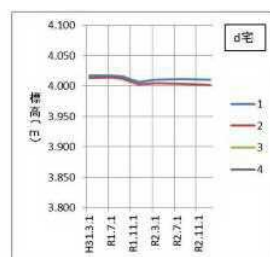
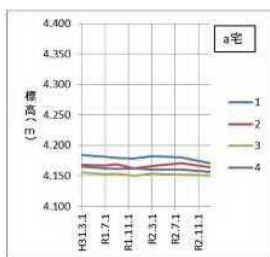
本排水Ⅱ完了(2019/12)



経過観測終了(2021/1)

23

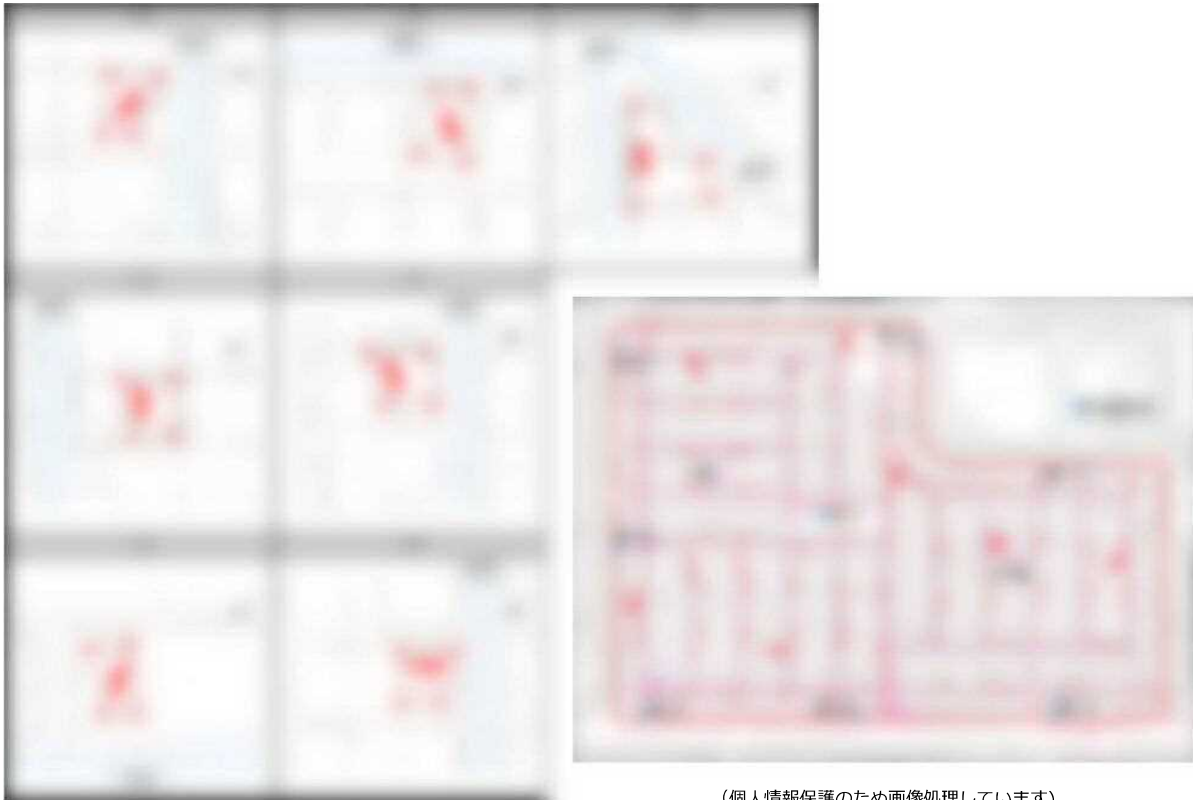
磯辺3丁目地区 宅地内測量(P17)



宅地内測量の結果では地盤の傾きは
2/1,000に満たない
水準測量による地盤の傾きに整合して
いるとはいえない
集排水管の位置方向に傾いているとは
いえない

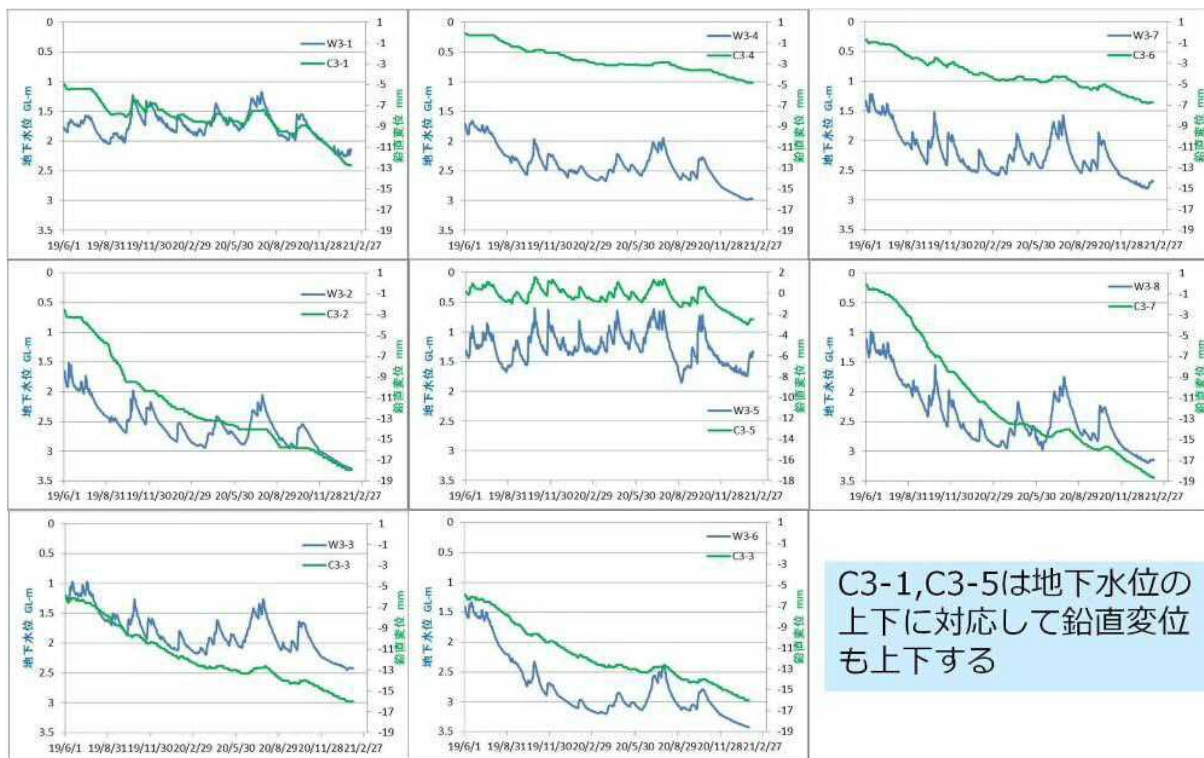
24

磯辺3丁目地区 宅地内測量(P17)



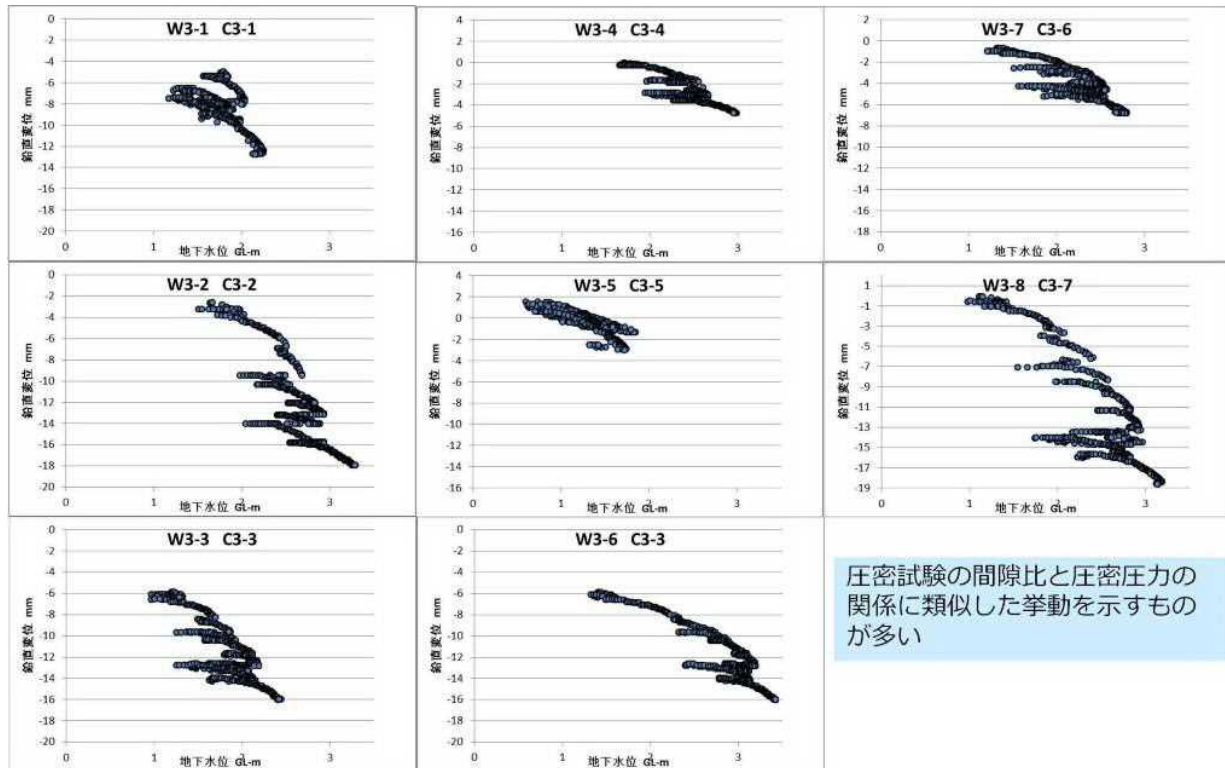
(個人情報保護のため画像処理しています)

磯辺3丁目地区 地下水位と鉛直変位の経時変化(P19、20)



C3-1,C3-5は地下水位の上下に対応して鉛直変位も上下する

磯辺3丁目地区 地下水位と鉛直変位の関係(P20、21)



27

磯辺3丁目地区 検討ボーリング(P24)

下記の9地点で効果検証を行った

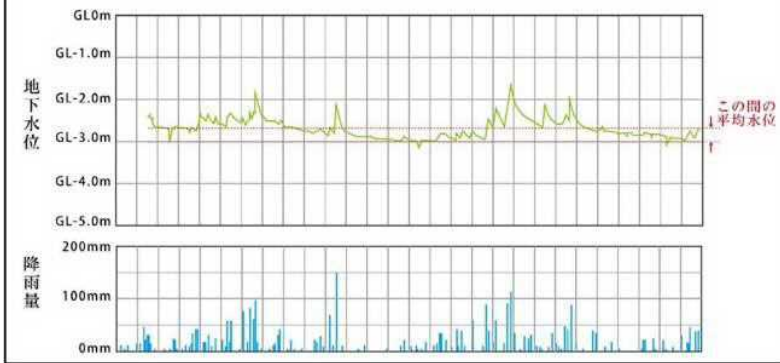
孔名	調査、委託名
A-02	液状化対策関連地質調査業務委託その4
N-11	液状化対策関連地質調査業務委託その4
N-12	液状化対策関連地質調査業務委託その4
N-13	液状化対策関連地質調査業務委託その4
N-14	液状化対策関連地質調査業務委託その4
N-24	液状化対策関連地質調査業務委託その7
N-25	液状化対策関連地質調査業務委託その7
27B64-1	液状化対策関連地質調査業務委託その19
N-1	液状化対策関連地質調査業務委託その1



28

磯辺3丁目地区 平均低水位の考え方(P24)

地下水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。



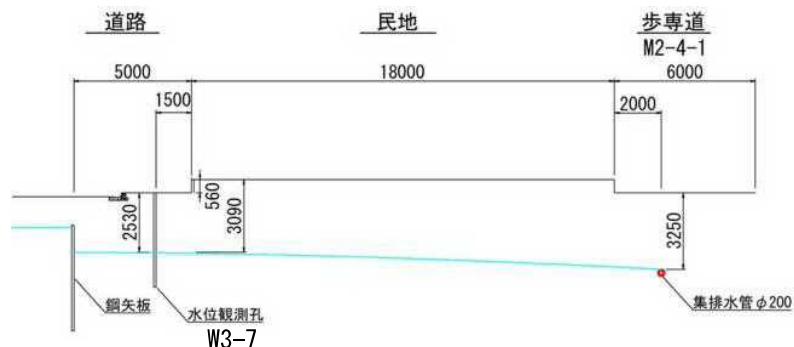
判定位置	地下水観測孔	①平均水位(GL・m)	②平均低水位(GL・m)
A-02	W3-8	2.66	2.88
N-11	W3-7	2.34	2.53
N-12	W3-5	1.26	1.49
N-13	W3-2	2.76	2.95
N-14	W3-4	2.52	2.70
N-24	W3-6	3.04	3.17
N-25	W3-3	1.97	2.15
27B64-01	W3-5	1.26	1.49
N-1	W3-1	1.76	1.95

29

磯辺3丁目地区 平均低水位の考え方(P26)



N-11地点は地下水観測孔が宅地より低い位置にあるため、効果判定を行う地下水位はこの比高差を考慮するのが妥当である



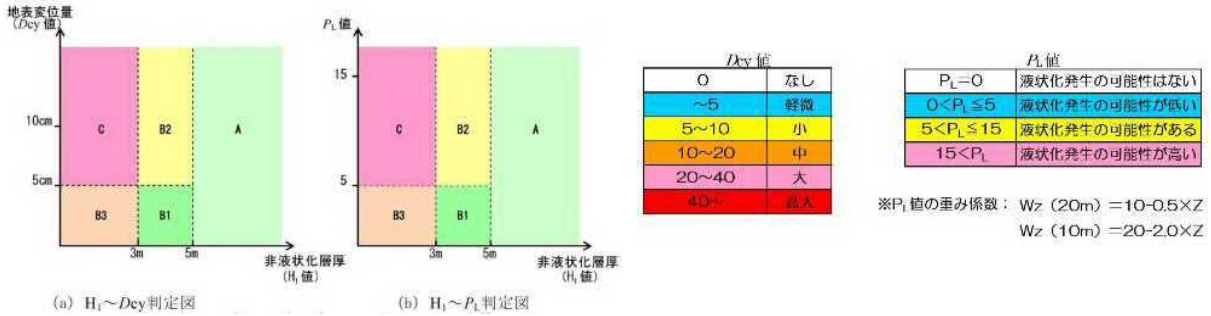
30

磯辺3丁目地区 判定基準(P27)

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の設定
(出典:市街地液状化対策推進ガイドンスP80、国土交通省、都市局)

判定結果	H ₁ の範囲	Dcyの範囲	P _L 値の範囲	地下水位低下工法	格子状地中壁工法
C	3m 未満	5cm 以上	5 以上	不可	不可
B3		5cm 未満	5 未満	不可(※)	不可
B2	3m 以上	5cm 以上	5 以上	液状化被害軽減の 目標として可	不可
B1	5m 未満	5cm 未満	5 未満		
A	5m 以上	—	—	液状化被害抑制の目標として可	

(※) 原則不可であるが、専門家からなる委員会等で詳細、且つ、高度な検討を行った結果の判断についてはこの限りではない。

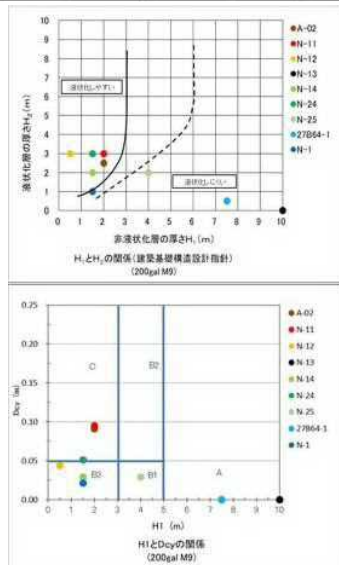


公共施設・宅地一体型液状化対策工法の判定基準
(出典:市街地液状化対策推進ガイドンスP80、国土交通省、都市局)

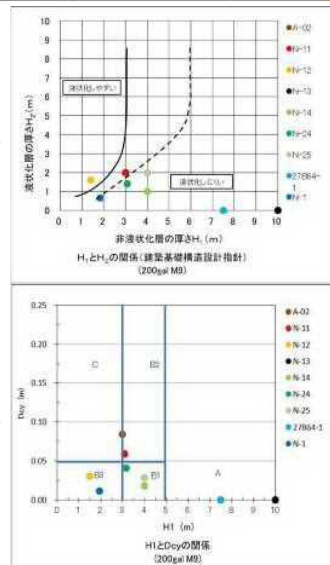
磯辺3丁目地区 効果判定結果 H1-Dcy(P28)

観測地点	対策前地下水位				判定	対策後地下水位(2020/1/27)				判定
	地下水位 GL(m)	非液状化層 H1(m)	液状化層 H2(m)	M9.0.200gal Dcy(cm)		地下水位 GL(m)	非液状化層 H1(m)	液状化層 H2(m)	M9.0.200gal Dcy(cm)	
A-02	1.50	2.00	2.50	9.10	C	2.88	3.00	2.00	8.40	B2
N-11	1.50	2.00	3.00	9.20	C	3.09	3.09	1.91	5.91	B2
N-12	0.50	0.50	3.00	4.40	B3	1.49	1.49	1.51	3.05	B3
N-13	1.00	10.00	0.00	0.00	A	2.95	10.00	0.00	0.00	A
N-14	1.50	1.50	2.00	2.90	B3	2.70	4.00	1.00	1.80	B1
N-24	1.50	1.50	2.50	5.10	C	3.17	3.17	1.83	4.09	B1
N-25	1.50	4.00	2.00	2.90	B1	2.15	4.00	2.00	2.82	B1
27B64-1	1.50	7.50	0.00	0.00	A	1.49	7.50	0.00	0.00	A
N-1	1.50	1.50	1.00	2.11	B3	1.95	1.95	0.65	1.13	B3

対策前



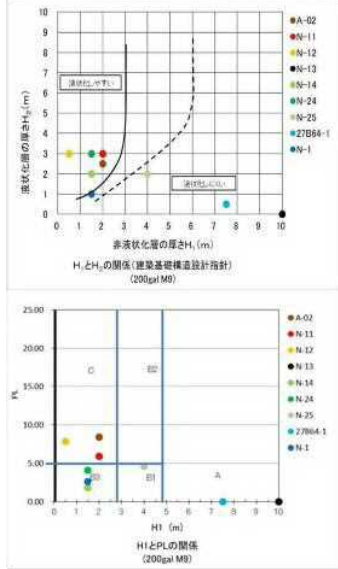
地下水位
低下後



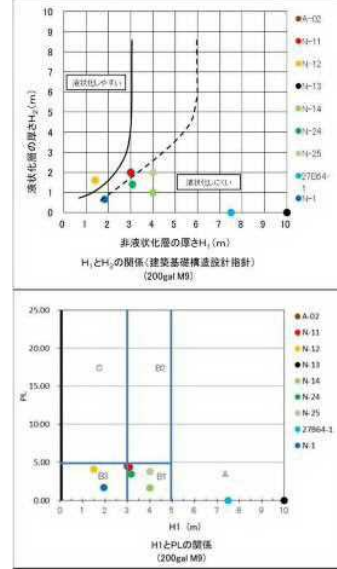
磯辺3丁目地区 効果判定結果 H1-PL(P28)

観測地点	対策前地下水位					対策後地下水位(2020/1/27)				
	地下水位 GL-m	非液化化層 H1(m)	液化化層 H2(m)	M9.0.200gal PL	判定	地下水位 GL-m	非液化化層 H1(m)	液化化層 H2(m)	M9.0.200gal PL	判定
A-02	1.50	2.00	2.50	8.40	C	2.88	3.00	2.00	4.46	B2
N-11	1.50	2.00	3.00	5.91	C	3.09	3.09	1.91	4.37	B2
N-12	0.50	0.50	3.00	7.83	C	1.49	1.49	1.51	4.06	B3
N-13	1.00	10.00	0.00	0.00	A	2.95	10.00	0.00	0.00	A
N-14	1.50	1.50	2.00	1.80	B3	2.70	4.00	1.00	1.64	B1
N-24	1.50	1.50	3.00	4.09	B3	3.17	3.17	1.83	3.48	B1
N-25	1.50	4.00	2.00	4.62	B1	2.15	4.00	2.00	3.79	B1
27B64-1	1.50	7.50	0.50	0.00	A	1.49	7.50	0.00	0.00	A
N-1	1.50	1.50	1.00	2.62	B3	1.95	0.65	1.67	1.67	B3

対策前



地下水位
低下後



33

磯辺3丁目地区 判定結果(P28)

地下水位低下前は、A-02、N-11、N-24がC判定であった

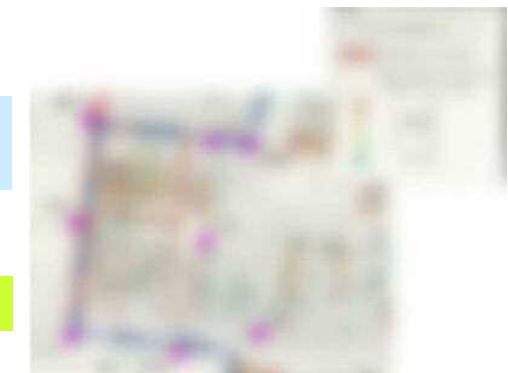
地下水位低下後はA-02とN-11はB2、N-24がB1で水位低下の効果が認められる

N-12、N-1は地下水位低下後もB3判定で変化がない

N-12、N-1ともに地下水位低下量が小さかった

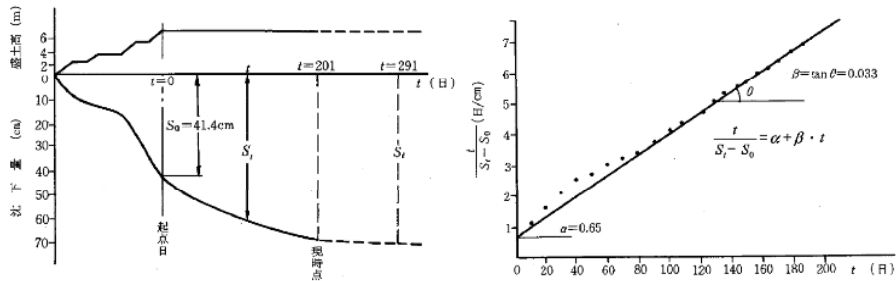
B3判定であってもDcy値、PL値ともに小さい
Dcy値、PL値ともに減少している

液化化被害の軽減効果があった



(個人情報保護のため画像処理しています) 34

磯辺3丁目地区 沈下予測(P29)



実測沈下曲線と双曲線法による予測例

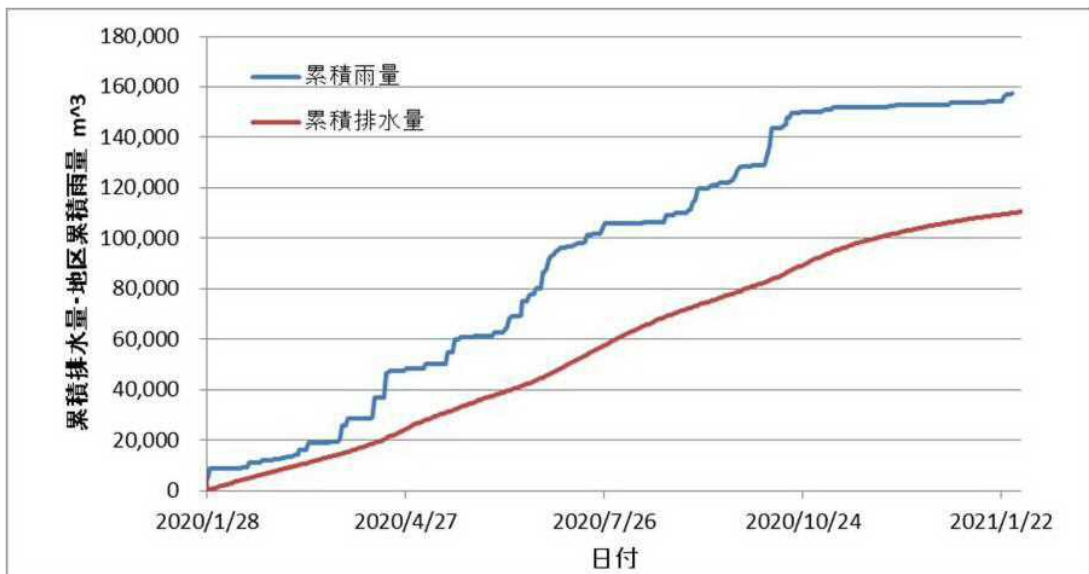
2021年1月には圧密度が90%に達した
最終沈下量は19mm程度と想定される

観測地点	起点日の沈下量 S0(mm)	t2日の沈下量 t2は2021/1/28 S2(mm)	最終沈下量 Sf(mm)	残留沈下量 Sr(mm)	圧密度	圧密度が90%に達する日
C3-1	8.3	127	136	0.9	93%	2021/1/17
C3-2	12.1	180	18.0	0.0	100%	2020/11/17
C3-3	11.9	160	16.2	0.2	99%	2020/11/22
C3-4	2.6	48	4.8	0.0	100%	2020/12/15
C3-5	0.4	27	-	-	-	-
C3-6	4.1	68	-	-	-	-
C3-7	11.4	186	18.7	0.1	99%	2020/11/30

最終沈下量の想定

磯辺3丁目地区 水収支(P30)

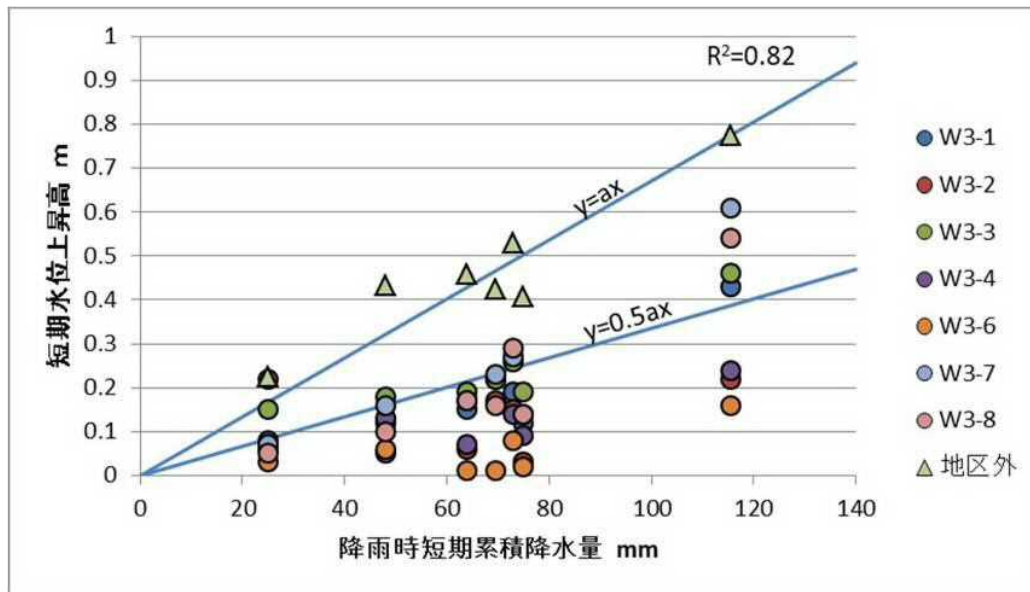
地区内に降った雨の累積降水量とポンプ排水した累積排水量を比較すると
降水量の約7割を排水している



累積排水量と累積降水量の関係

磯辺3丁目地区 地下水位低下の効果(P30)

急激な水位上昇をもたらした累積雨量とその水位上昇量を比較すると地区内の水位上昇量は地区外の水位上昇量の概ね半分以下を示す



降雨時短期累積雨量と降雨時短期水位上昇量の関係