

千葉市液状化対策推進委員会

— 第12回 —

・日時・

平成31年3月25日（月）10：30～

・場所・

ホテルポートプラザちば 2F パール

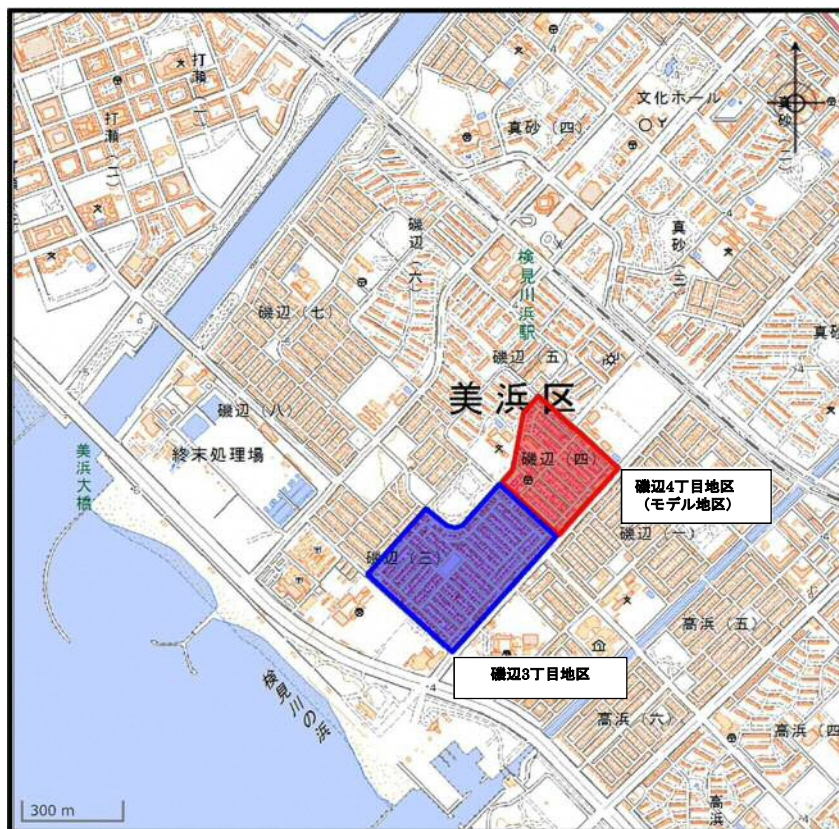
1

議 題

磯辺3丁目地区における
地下水位の低下方法について

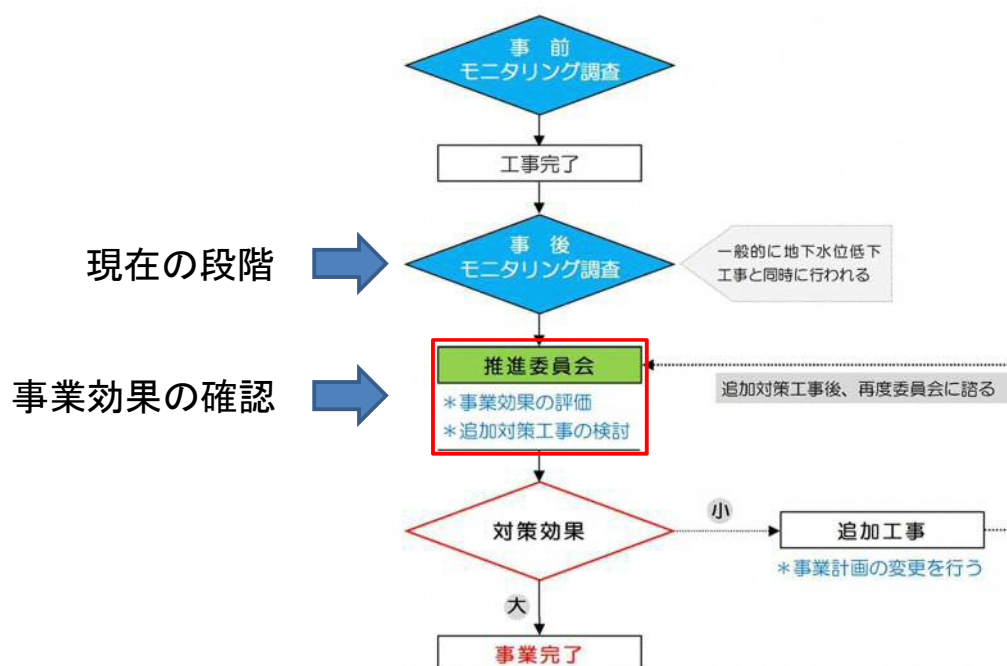
2

事業位置(磯辺4丁目地区(モデル地区),磯辺3丁目地区)(P1)



3

事業完了までのフロー(P1)



4

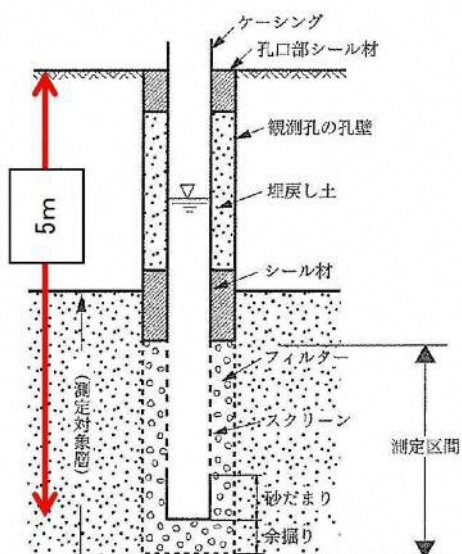
■地下水位低下工法施工後の事業効果の確認(P1)

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

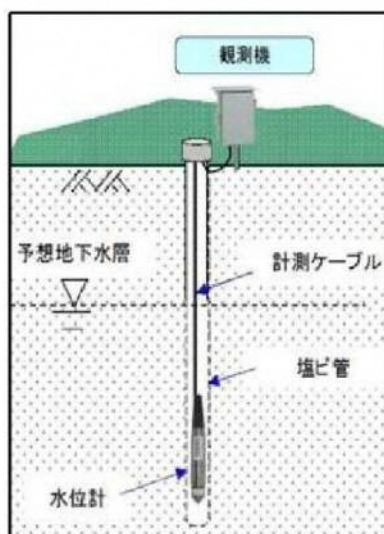
5

■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

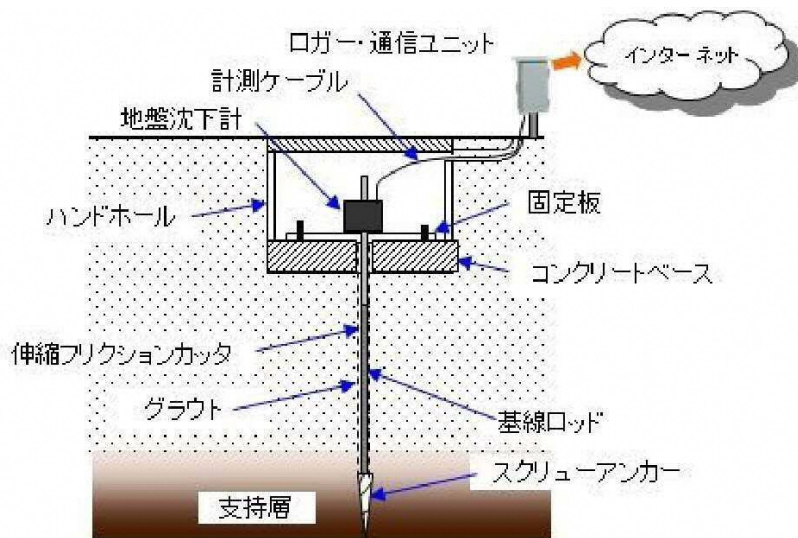


(b) 自記水位計

6

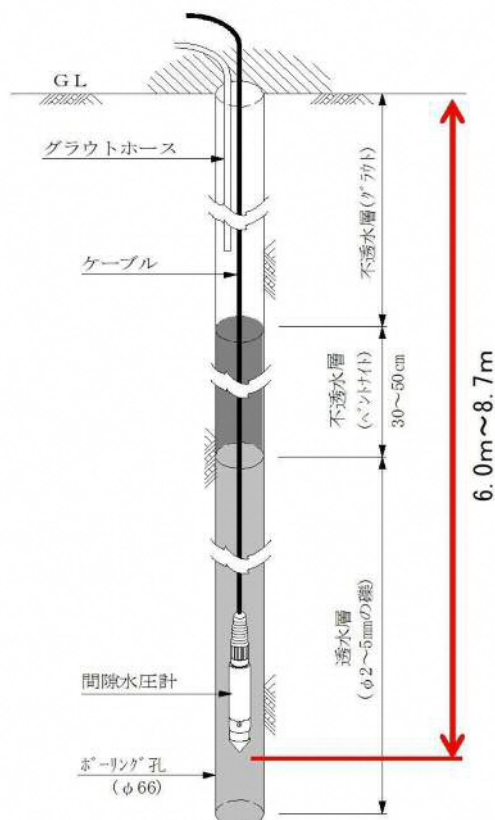
■地盤沈下計の設置例(P2)

地盤沈下計：地表面の沈下量の計測



7

■間隙水圧計の設置例(P2)

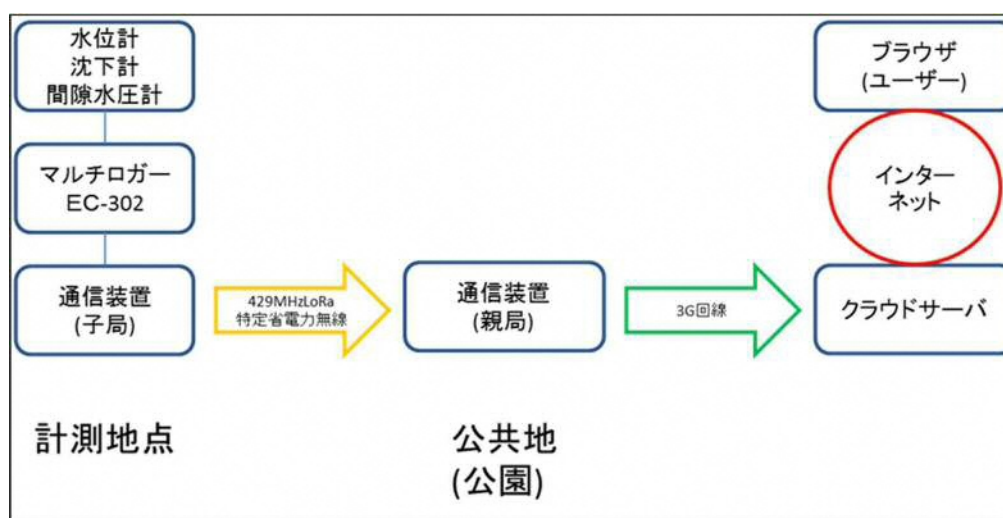


間隙水圧計：
粘性土の間隙水圧の計測
沈下量の検証に必要

8

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



9

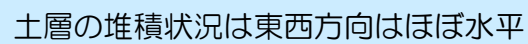
地質層序(P3)

浚渫土砂層(Fsc)の地下水位を低下させる

時代	記号	地層名称	土質
現世	B	盛土	砂質土、粘性土
	Fsc	埋立土	シルト質細砂
	Fs		シルト質砂、砂質シルト
	Fc1		シルト、砂質シルト
	Fc2		シルト
	Fc3		砂混じりシルト
沖積世	As1	沖積層	細砂
	Acs		シルト、シルト混じり細砂
	As2		粘土質細砂、シルト質細砂
洪積世	Ds	洪積層	細砂

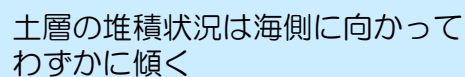
10

■磯辺4丁目地区（モデル地区）代表断面(C-C') (P4)



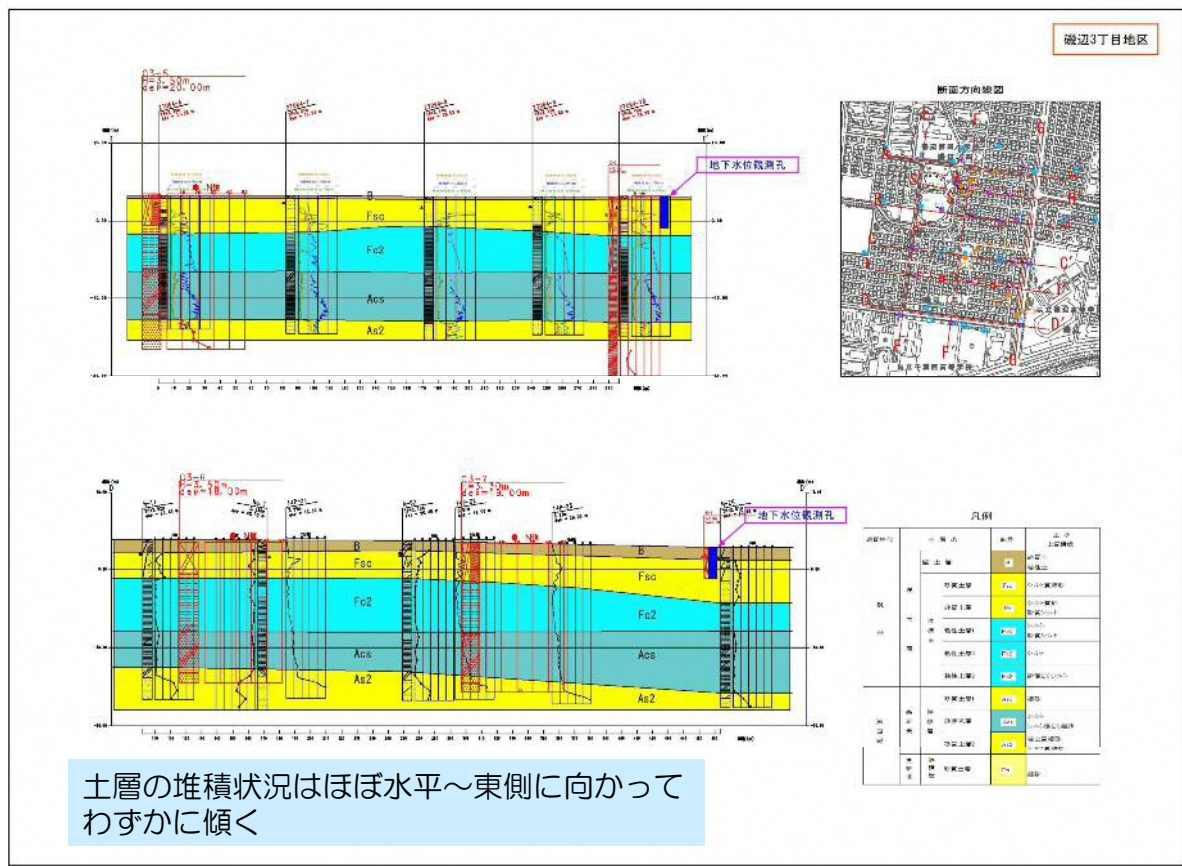
11

■磯辺4丁目地区（モデル地区）代表断面(4-4') (P5)

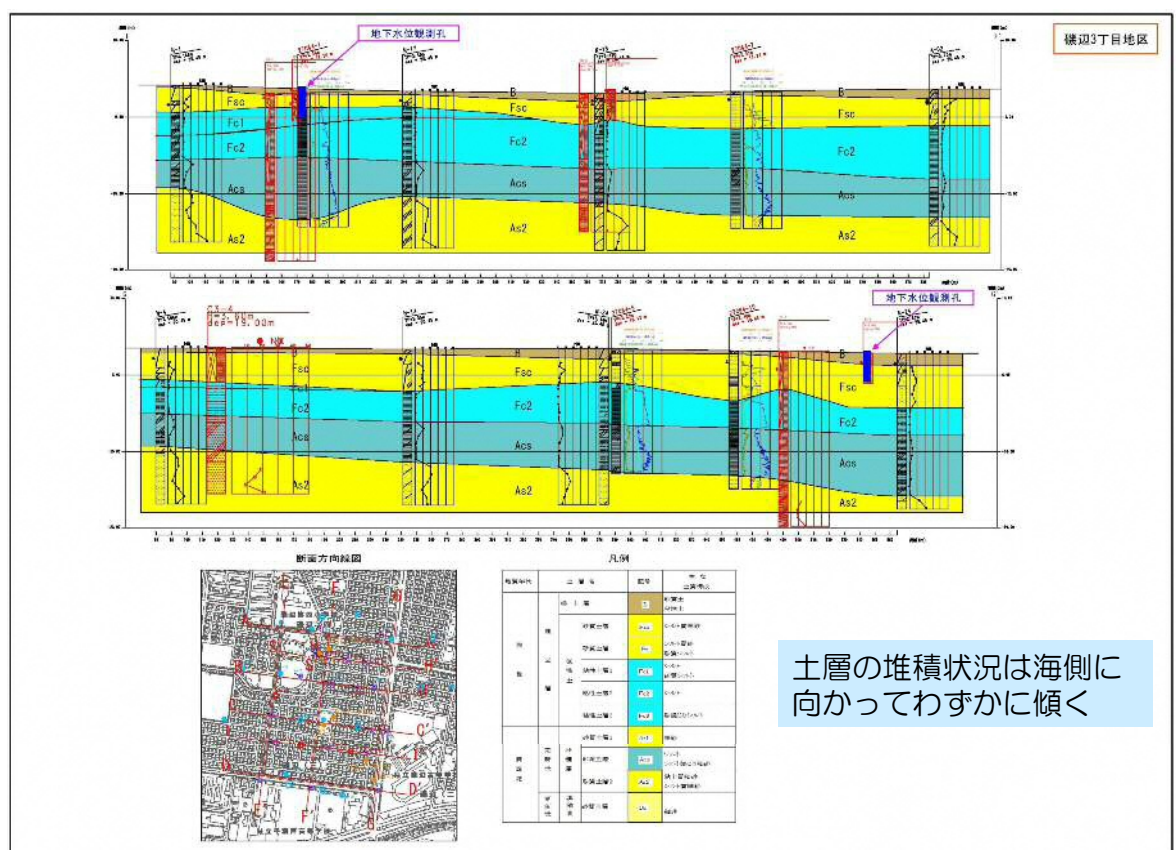


12

■磯辺3丁目地区 代表断面(D-D'、I-I')(P6)



■磯辺3丁目地区 代表断面(G-G'、F-F')(P7)



マンホールポンプの設定水位(P9)

マンホールポンプが起動・停止する深度の中間点を設定水位と定義し、設定水位を下げていくことで地下水位低下のコントロールを行う

日時	試験排水				日時	試験排水	本排水Ⅰ	本排水Ⅱ	
	9月3日	9月7日	9月13日	9月19日		10月27日	11月2日	1月8日	2月5日
設定水位	1.5m	1.8m	2.1m	3.0m	設定水位	2.5m	3.0m	3.5m	3.8m
概略図					概略図				
動作	サイクルタイム5分 排水時間40秒	サイクルタイム5分 排水時間40秒	サイクルタイム5分 排水時間40秒	サイクルタイム9分 排水時間120秒	動作	サイクルタイム10分 排水時間50秒	サイクルタイム10分 排水時間45秒	サイクルタイム12分 排水時間70秒	サイクルタイム20分 排水時間80秒
状況	地下水位動かず	地下水位が少し動いた	地下水位が少し動いた	地下水位が動き続ける	状況	地下水位が少し動いた	地下水位が動き続ける	地下水位が動き続ける	地下水位が微妙に動いた

15

磯辺4丁目地区(モデル地区) 観測孔の配置(P10)



16

■磯辺4丁目地区(モデル地区) 水準点、宅地内測量の配置(P10)

地盤の傾きを把握するため、各排水段階終了後に水準測量を実施



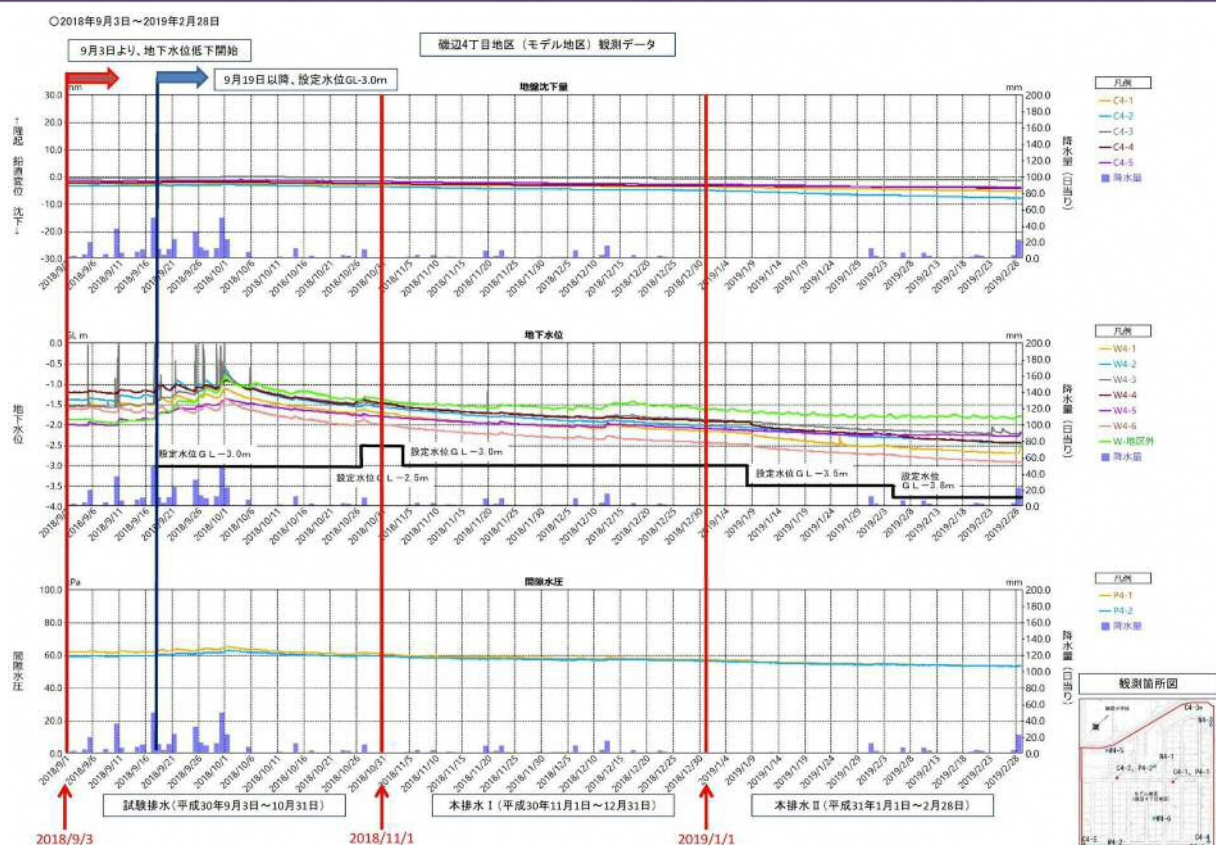
水準測量による観測点



宅内測量位置
(個人情報保護のため画像処理しています)

17

■磯辺4丁目地区(モデル地区)の観測データ(P11)



18

磯辺4丁目地区(モデル地区) 地下水位(P12)

2016/9/1から計測開始

2019/2/28には観測孔の平均水位がGL-2.5mに達した

日付	平均値 GL-m	W4-1(m)		W4-2(m)		W4-3(m)		W4-4(m)		W4-5(m)		W4-6(m)	
		GL-	△	GL-	△	GL-	△	GL-	△	GL-	△	GL-	△
2018/9/3	1.56	1.57		1.41		1.56		1.23		2.03		1.64	
2018/11/3	1.69	1.80	0.23	1.63	0.22	1.57	0.01	1.57	0.34	1.86	-0.17	2.08	0.44
2019/1/8	2.08	2.23	0.66	2.09	0.68	1.94	0.38	1.96	0.73	2.17	0.14	2.51	0.87
2019/2/28	2.44	2.72	1.15	2.48	1.07	2.24	0.68	2.46	1.23	2.30	0.27	2.95	1.31

注: 平均値はW4-1～W4-5の値、△は2018/9/3との差

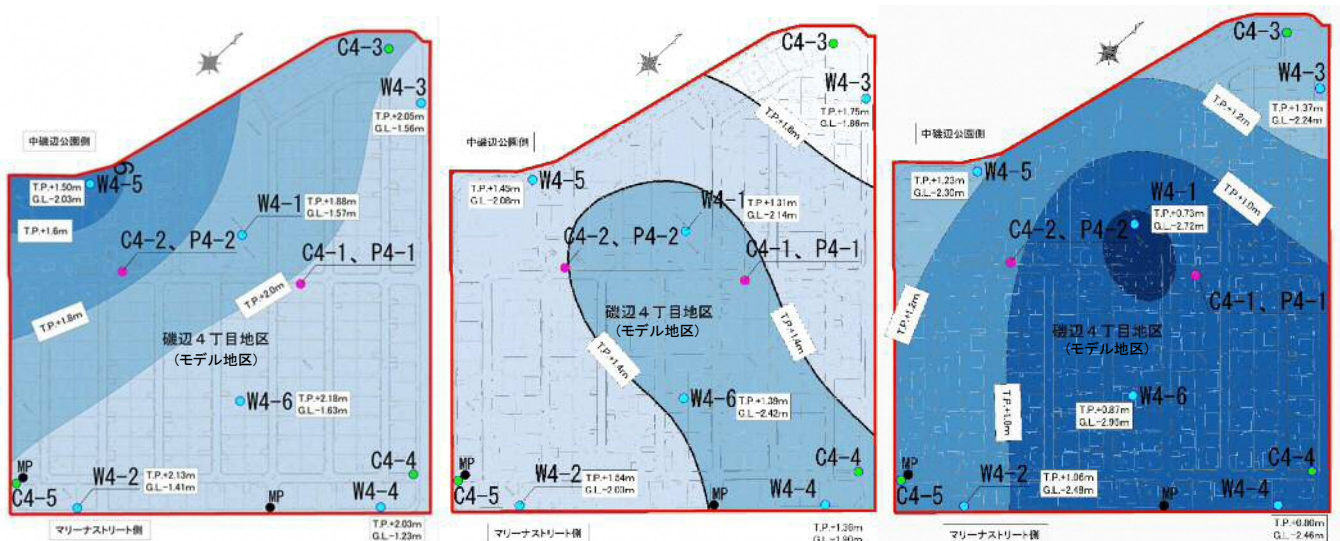
日付	平均値	W4-1(m)		W4-2(m)		W4-3(m)		W4-4(m)		W4-5(m)		W4-6(m)	
		GL-	△	GL-	△	GL-	△	GL-	△	GL-	△	GL-	△
2019/2/28	2.53	2.72	1.15	2.48	1.07	2.24	0.68	2.46	1.23	2.30	0.27	2.95	1.31

注: 平均値はW4-1～W4-6の値、△は2018/9/3との差

19

磯辺4丁目地区(モデル地区) 地下水位(P12)

地区中央付近から地下水位が低下している



2018/9/3

2018/12/24

2019/2/28

凡 例

- 止水壁
- 地下水位観測箇所
- 地盤沈下量及び間隙水圧観測箇所
- 地盤沈下量観測箇所

20

■磯辺4丁目地区(モデル地区) 鉛直変位(P13)

2016/9/1から計測を開始

地下水位を下げるまでに2年間で2.7～3.7mm程度沈下している

地下水位を下げてからは6ヶ月で最大4.6mm沈下している

日付	C4-1(mm)		C4-2(mm)		C4-3(mm)		C4-4(mm)		C4-5(mm)	
	変位	△	変位	△	変位	△	変位	△	変位	△
2018/9/3	-2.98		-3.70		-0.86		-2.66		-1.83	
2018/11/3	-3.33	-0.35	-4.27	-0.57	-0.80	0.06	-2.93	-0.27	-2.22	-0.39
2019/1/8	-4.29	-1.31	-5.75	-2.05	-1.12	-0.26	-3.85	-1.19	-3.37	-1.54
2019/2/28	-5.74	-2.76	-8.34	-4.64	-1.59	-0.73	-4.59	-1.93	-4.24	-2.41

注：－は沈下、△は2018/9/3との差

21

■磯辺4丁目地区(モデル地区) 間隙水圧(P13)

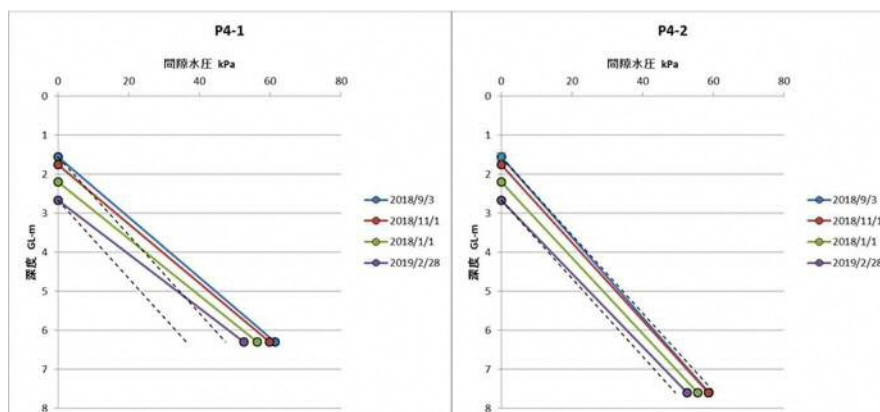
2016/9/1から計測を開始

地下水位を下げてからFc2層の間隙水圧も低下

ただし、地下水位の低下量よりは小さい

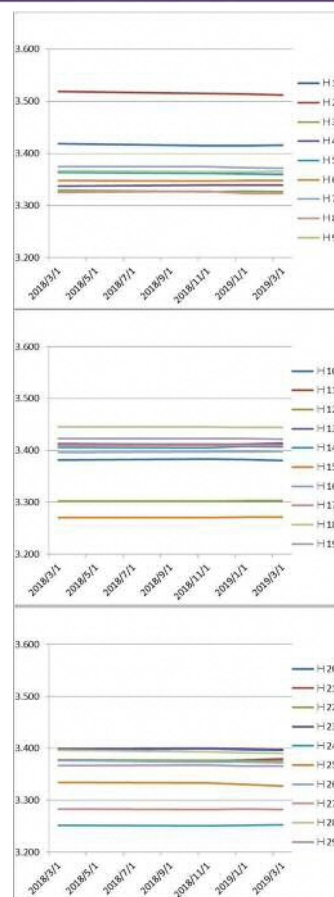
日付	P4-1			P4-2		
	(kPa)	△(kPa)	△(m)	(kPa)	△(kPa)	△(m)
2018/9/3	61.4			58.8		
2018/11/3	59.4	-2.00	-0.20	58.1	-0.70	-0.07
2019/1/8	56	-5.40	-0.55	55.3	-3.50	-0.36
2019/2/28	52.6	-8.80	-0.90	52.6	-6.20	-0.63

注：△は2018/9/3との差



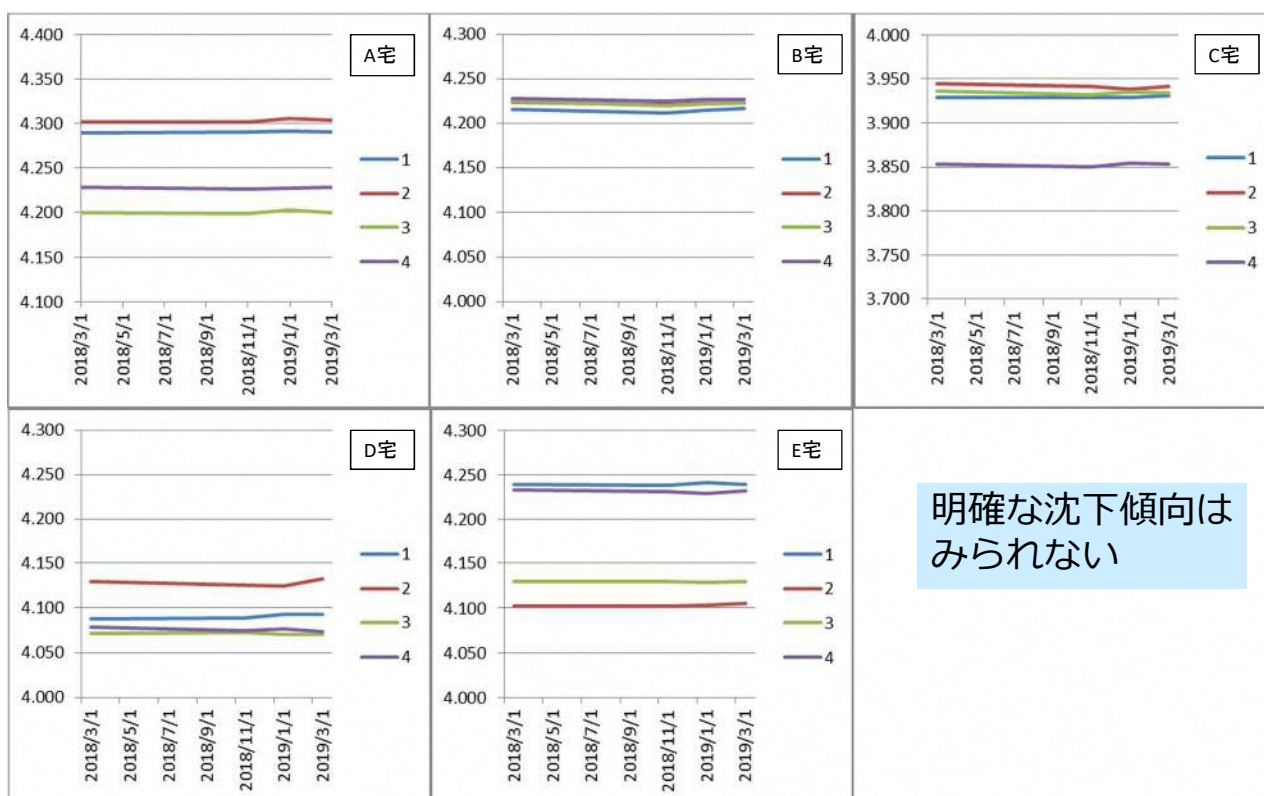
22

磯辺4丁目地区(モデル地区) 水準測量(P14)



23

磯辺4丁目地区(モデル地区) 宅地内測量(P15)



24

■磯辺4丁目地区(モデル地区) 地下水位低下状況(P16)

試験排水

- ・ 降雨のない期間の水位低下量は3.5～1.8cm/日程度である
- ・ 設定水位を変更しても地下水位の急激な変化はみられない
- ・ 平成30年10月25日に全ての観測孔の地下水位がGL-1.5m以下を示した
- ・ 試験排水期間(平成30年10月31日まで)で、明確な地盤沈下は確認されない
- ・ 試験排水期間(平成30年10月31日まで)で、間隙水圧の変化は確認されない

本排水 I

- ・ 2018/12/24に平均地下水位が目標値であるGL-2.0mに達した
- ・ 地下水位の平均値がGL-2.0mに達した際の鉛直変位は最大1.6mmと小さい
- ・ 地下水位の平均値がGL-2.0mに達した際の間隙水圧の変化は認められるが、実際の水位低下量より小さい

本排水 II

- ・ 2019/2/28に平均地下水位が目標値であるGL-2.5mに達した
- ・ 地下水位の平均値がGL-2.5mに達した際の鉛直変位は最大4.6mmと小さい
- ・ 地下水位の平均値がGL-2.5mに達した際の間隙水圧の変化は認められるが、実際の水位低下量より小さい

25

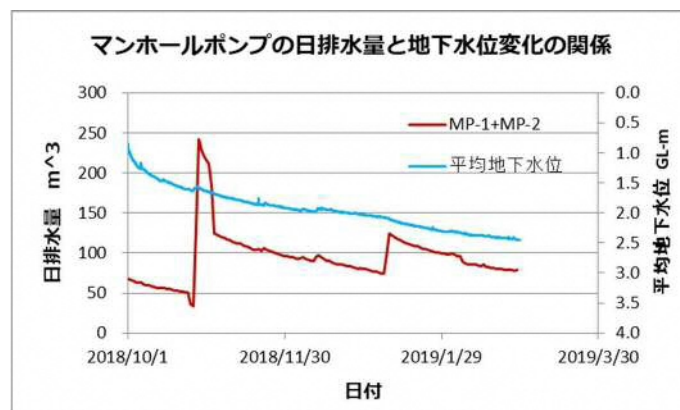
■磯辺4丁目地区(モデル地区) 地下水位低下状況(P16)

排水量は、設定水位を変更すると一時的に増加し、その後一定勾配の排水量の低下を示す

- 排水量の増加は集排水管の中やその周辺の地下水が速やかに排水されるため
- 排水量が一定勾配になるのは地山から集排水管へのシミだし速度に依存

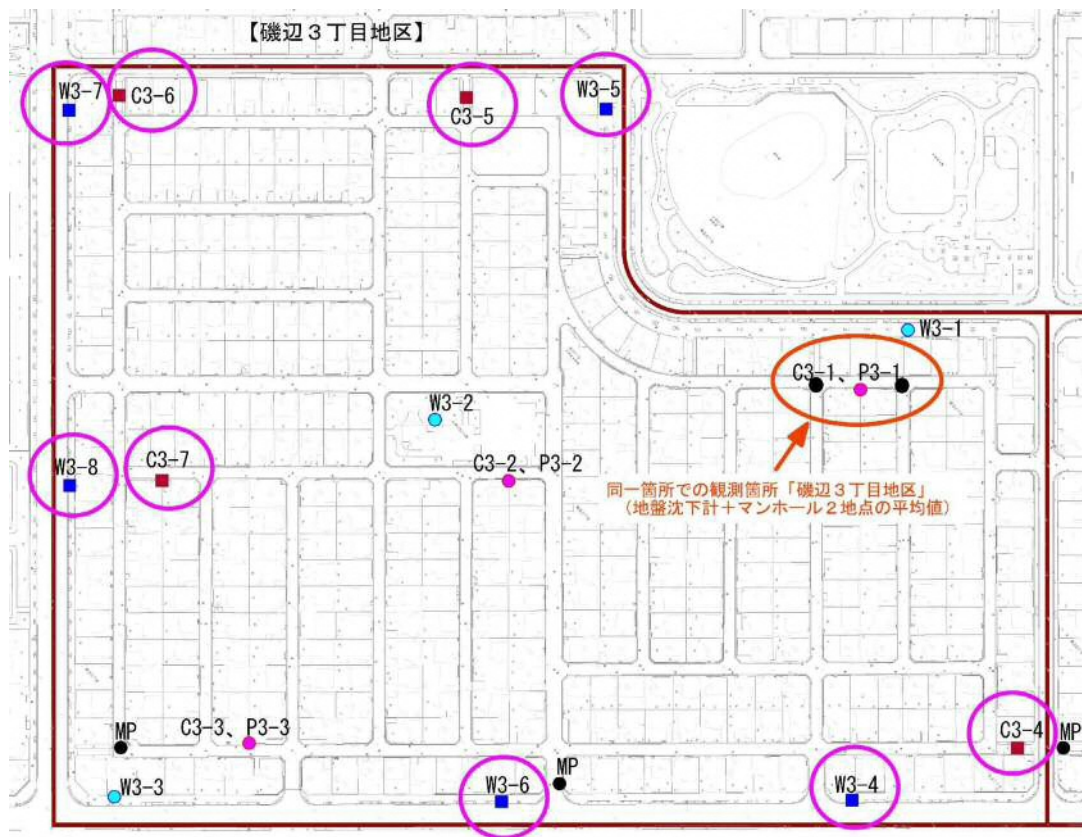
平均した地下水位の低下傾向は、2019年2月以降ではやや緩やか

- 集排水管がまだ水没した状態にあること、地下水位と集排水管の水頭差が小さく低下しにくい、あるいは他の要因がある
- 今後、データを蓄積して再検討を行う



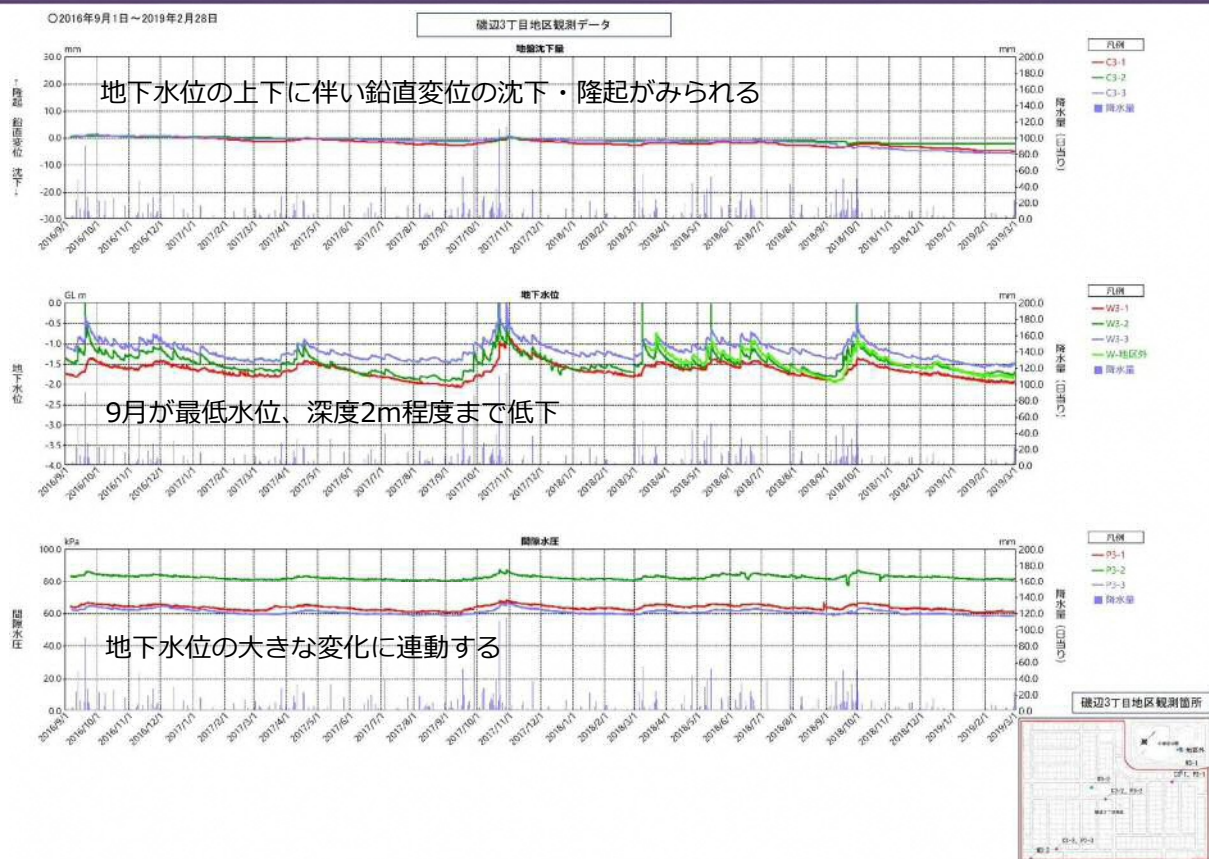
26

磯辺3丁目地区 観測箇所(P17)



27

磯辺3丁目地区 観測データ(P18)



28

■磯辺3丁目地区 地下水位(P19)

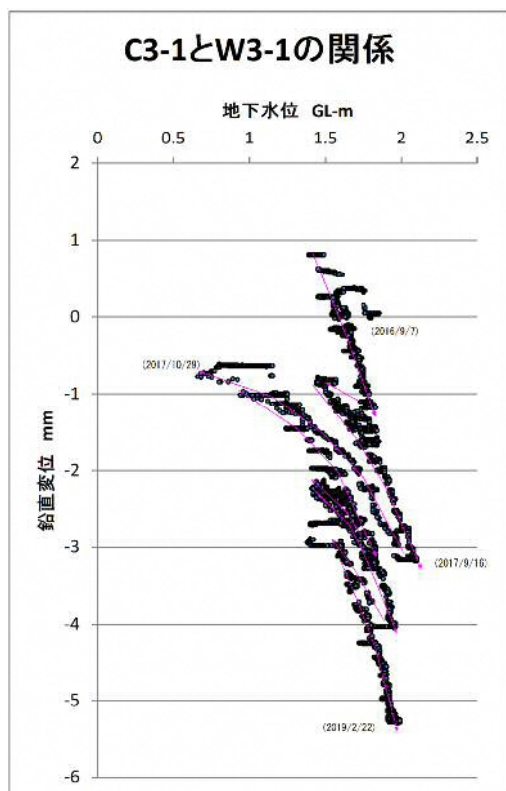


2016/9/1から観測開始
季節変動で深度2mまで低下

日付	平均値 (GL-m)	W3-1 (GL-m)	W3-2 (GL-m)	W3-3 (GL-m)
2016/9/10	1.52	1.84	1.53	1.19
2017/9/15	1.81	2.09	1.90	1.43
2018/9/3	1.71	1.92	1.83	1.39
2019/2/28	1.77	1.97	1.81	1.54

29

■磯辺3丁目地区 鉛直変位(P19)



2016/9/1から観測開始
2年間で1.8～3.8mm沈下が生じている

日付	C3-1 (mm)	C3-2 (mm)	C3-3 (mm)
2016/9/10	0.04	0.16	0.00
2017/9/15	-3.15	-1.56	-1.78
2018/9/3	-3.79	-1.80	-2.40
2019/2/28	-5.41	-2.59	-6.29

30

磯辺3丁目地区 間隙水圧(P20)

2016/9/1から観測開始
計器はFc2層の中央に設置
P3-1、P3-2は地下水位に比べ被圧傾向がみられる

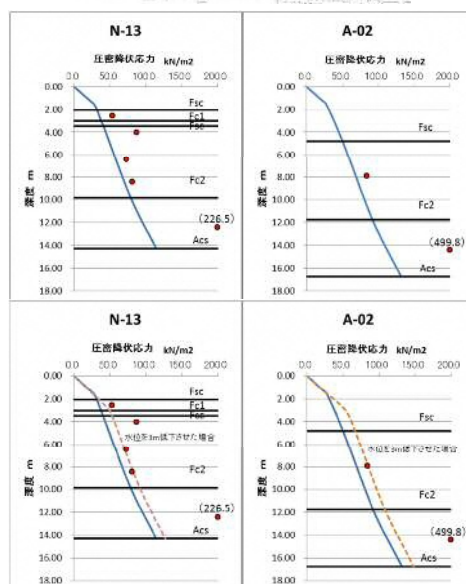
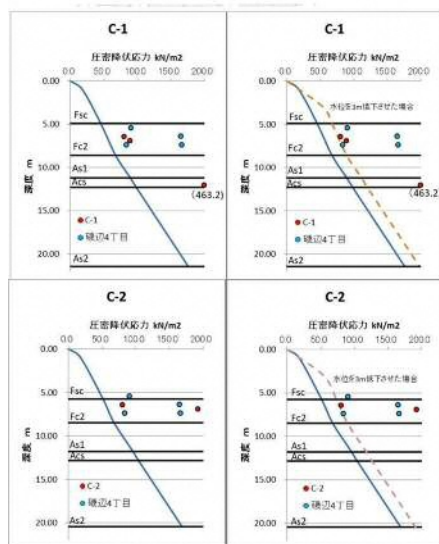
日付	P3-1			P3-2			P3-3		
	設置深度 GL-m	kPa	換算水位 GL-m	設置深度 GL-m	kPa	換算水位 GL-m	設置深度 GL-m	kPa	換算水位 GL-m
2016/9/10	7.2	63.20	0.75	9.0	82.60	0.57	7.6	61.20	1.36
2017/9/15	7.2	60.30	1.05	9.0	80.20	0.82	7.6	58.20	1.66
2018/9/3	7.2	63.00	0.77	9.0	81.30	0.70	7.6	59.00	1.58
2019/2/28	7.2	60.40	1.04	9.0	81.10	0.72	7.6	58.00	1.68

31

圧密降伏応力と有効上載圧(P20~21)



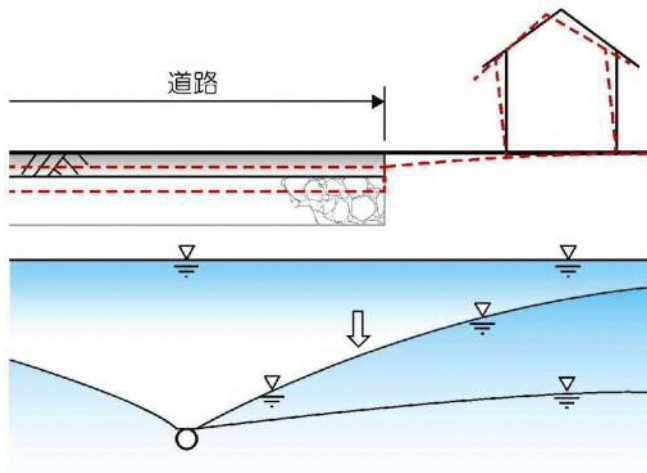
地下水位を3m下げたとしてもFc2層は圧密降伏応力からみて正規圧密～過圧密状態



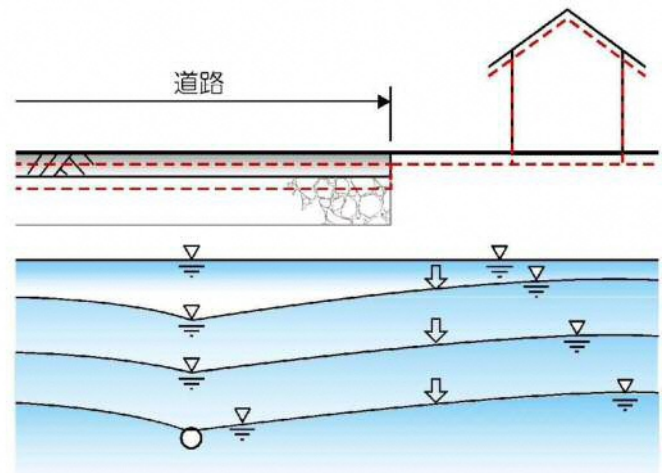
32

■地下水位を急激に下げた場合と段階的に下げた場合のイメージ(P21)

集排水管のある道路と宅地で水位差が生じないように
段階的に地下水位を下げる



(a) 急激に水位を下げた場合



(b) 段階的に水位を下げた場合

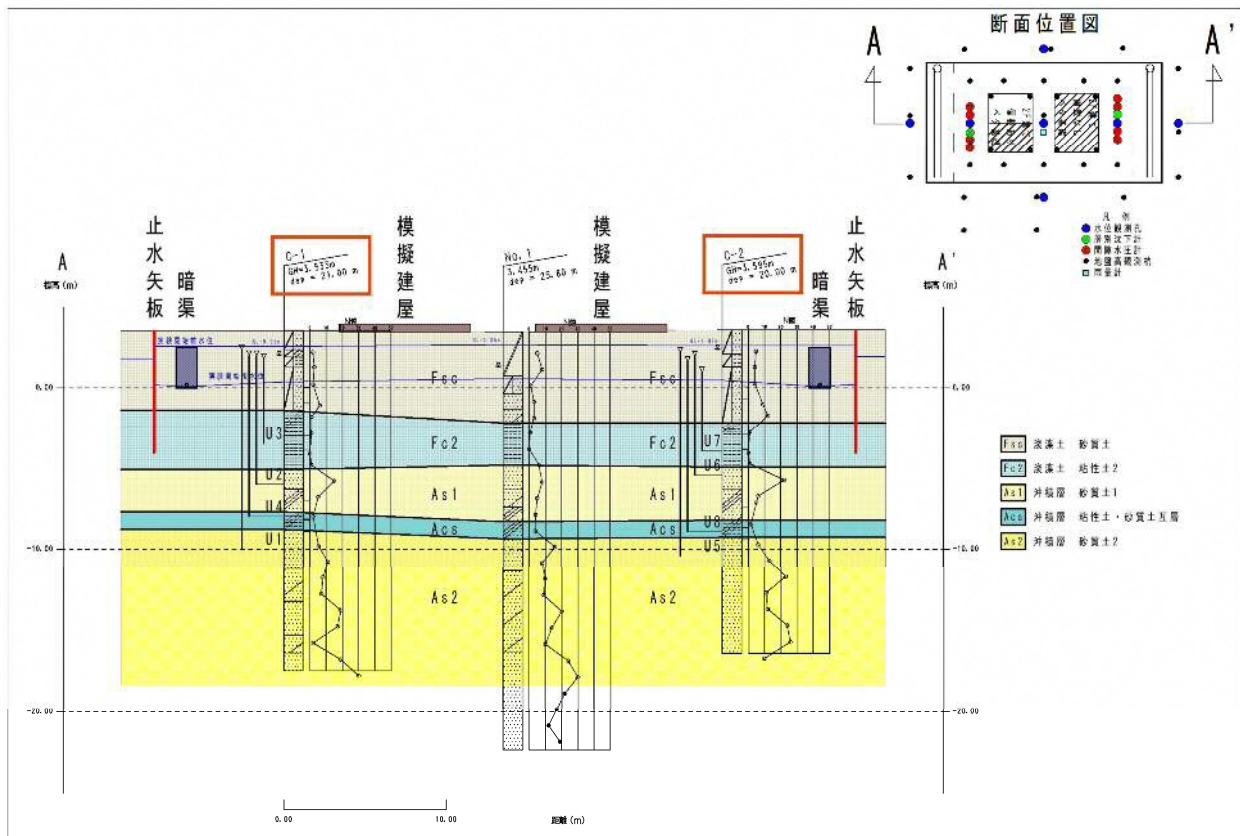
33

■磯辺3丁目地区 段階的な地下水位の低下方法(P21)

- ①磯辺4丁目地区で、試験排水段階では1.8cm/日以上での低下速度を示した
- ②磯辺4丁目地区で、地下水位は本排水Ⅱまでは2ヶ月間で順調に低下した
- ③磯辺4丁目地区で、観測期間内に地下水位がGL-2.5mまで下がった
- ④磯辺4丁目地区で、マンホールポンプから地下水を排水するのに設定水位を変更しても、観測した地下水位に急激な低下はみられず、その変化は緩やかである
- ⑤磯辺4丁目地区で、試験排水開始から本排水Ⅱ完了時点で生じた鉛直変位は最大4.6mm(C4-2)で基準値とした20mmの1/4程度である
- ⑥地下水位を下げる前の鉛直変位に差はない
：磯辺4丁目地区(3.7mm ; C4-2)、磯辺3丁目地区(3.8mm ; C3-1)
- ⑦磯辺3丁目地区と磯辺4丁目地区のFc2層の圧密降伏応力は、地下水位を3m下げたときの有効上載圧にほぼ等しい(正規圧密状態)ため、地下水位を3m下げても大きな圧密沈下は発生しないと想定される。実際、磯辺4丁目の本排水Ⅱまでの鉛直変位の実績値は4.6mmと大きな圧密沈下は発生しなかった

34

磯辺4丁目地区(モデル地区) 実証実験の沈下量の検証(P22)



35

磯辺4丁目地区(モデル地区) 実証実験の沈下量の検証(P22)

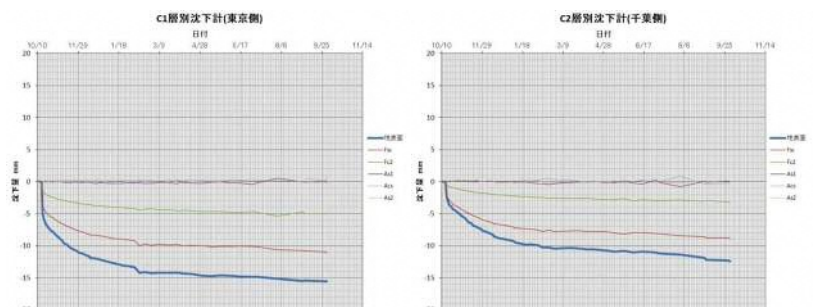
Δe法による沈下解析結果

検討点	沈下量(cm)			
	全層	Fsc	Fc2	Acs他
C1	6.60	1.60	4.60	0.40
C2	4.20	1.80	2.10	0.30

検討点	90%圧密に達する日数(日)			
	全層	Fsc	Fc2	Acs他
C1	23	23	19	1
C2	33	33	5	1

中磯辺第一公園で実施した実証実験結果

検討点	10/1までの沈下量(cm)			
	全層	Fsc	Fc2	Acs
C1	1.55	1.11	0.49	-0.05
C2	1.24	0.88	0.33	0.03

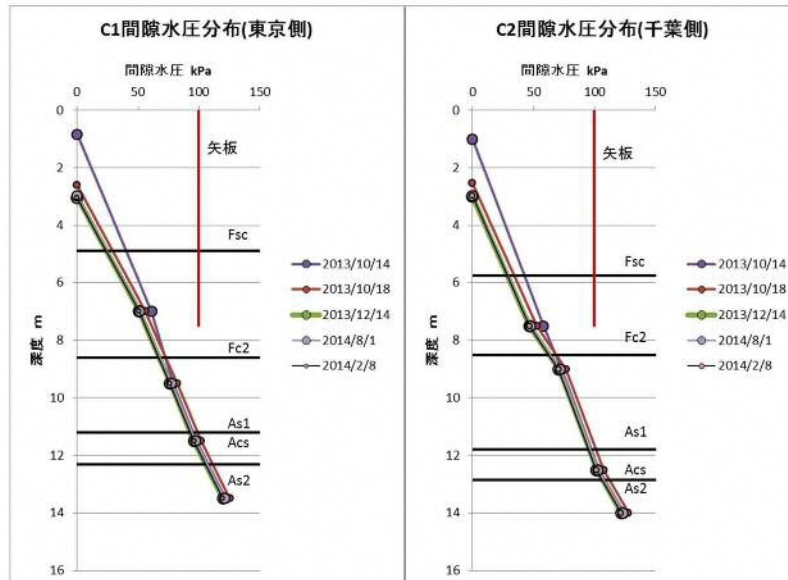


36

■磯辺4丁目地区(モデル地区) 実証実験での検証(P22)

間隙水圧を考慮した Δe 法による沈下解析結果

検討点	沈下量(cm)			
	全層	Fsc	Fc2	Acs他
C1	3.55	0.94	2.57	0.04
C2	2.18	0.93	1.21	0.04



37

■磯辺3丁目地区 沈下量の想定(P23)

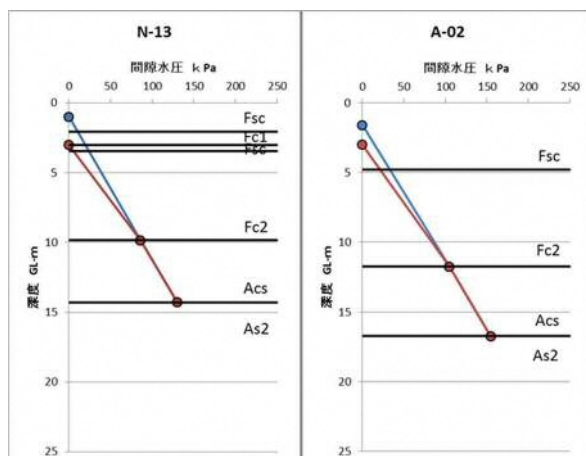
間隙水圧を考慮した Δe 法による沈下解析結果

検討点	沈下量(cm)			
	全層	Fsc	Fc2	Acs
N-13	5.20	1.20	4.00	0.00
A-02	2.90	0.60	2.30	0.00



実証実験を考慮した補正沈下量

検討点	沈下量(cm)			
	全層	Fsc	Fc2	Acs
N-13	2.40	1.20	1.20	0.00
A-02	1.29	0.60	0.69	0.00



38

Ⅰ段階的な地下水位の低下方法(基本方針) (P24)

- (1)試験排水の目標値である地下水位GL-1.5mは季節変動の範囲にあり、季節変動の範囲で地下水位を下けても問題は生じないと仮定し、開始時期を6月とすれば今までの観測データからGL-1.2m程度と想定されるので、これをGL-1.50mまで地下水位を下げるのに、1ヶ月程度の期間を見込む
- (2)計測地点で鉛直変位が本排水Ⅰで1cm以上、本排水Ⅱで2cm以上、本排水Ⅲで3cm以上生じる、もしくは想定以上の鉛直変位が想定される時は、地下水位低下を中断し、水位を維持する。そして、詳細調査を行い問題があれば対策を検討、問題が無ければ地下水位低下を再開する
- (3)本排水Ⅰ、本排水Ⅱ、本排水Ⅲの地下水位低下はそれぞれ50cm下げる

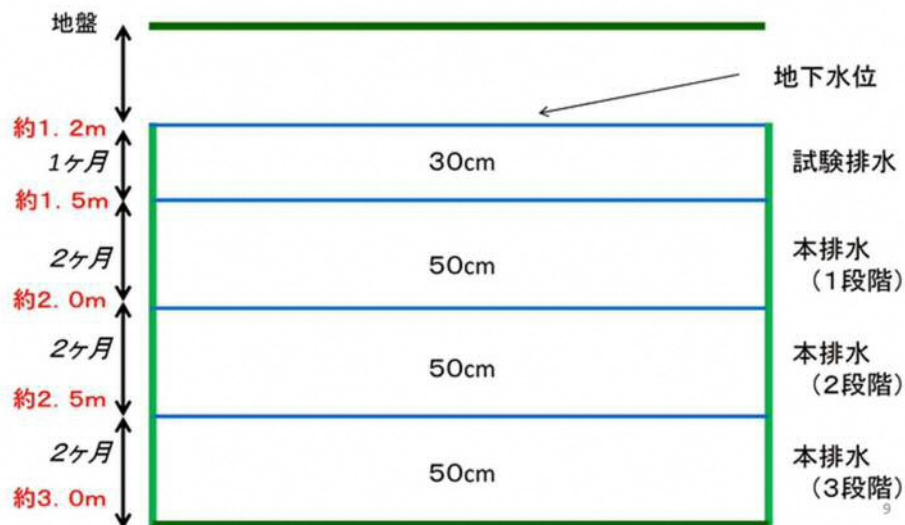
39

Ⅰ段階的な地下水位の低下方法(基本方針) (P24)

- (4)各段階において下記の項目を満足した場合は、次の段階に進める
 - ①各段階において地下水位が設定した高さまで低下している
 - ②各段階において鉛直変位がその増加量からみて基準値を超えない
 - ③本排水によって新たに傾いた地盤の変位が、本排水Ⅰで1/1,000未満、本排水Ⅱで2/1,000未満、本排水Ⅲで3/1,000未満である
- (5)ポンプの設定水位は、目標とする低下水位から1m下げた位置を基本とする
- (6)各段階の排水期間の目安は60日とする

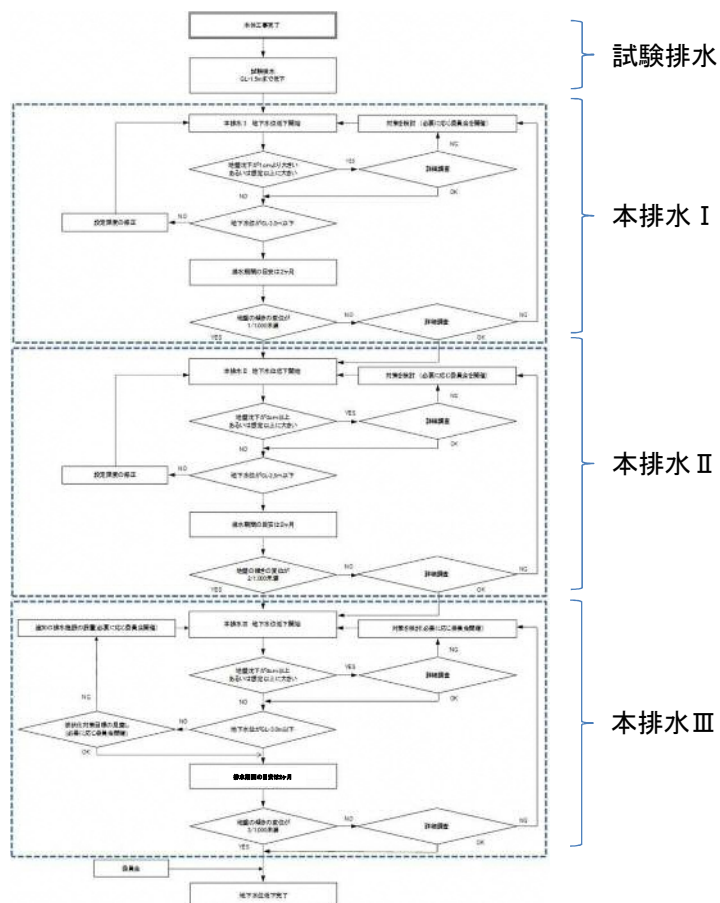
40

■地下水位低下の方法(P24)



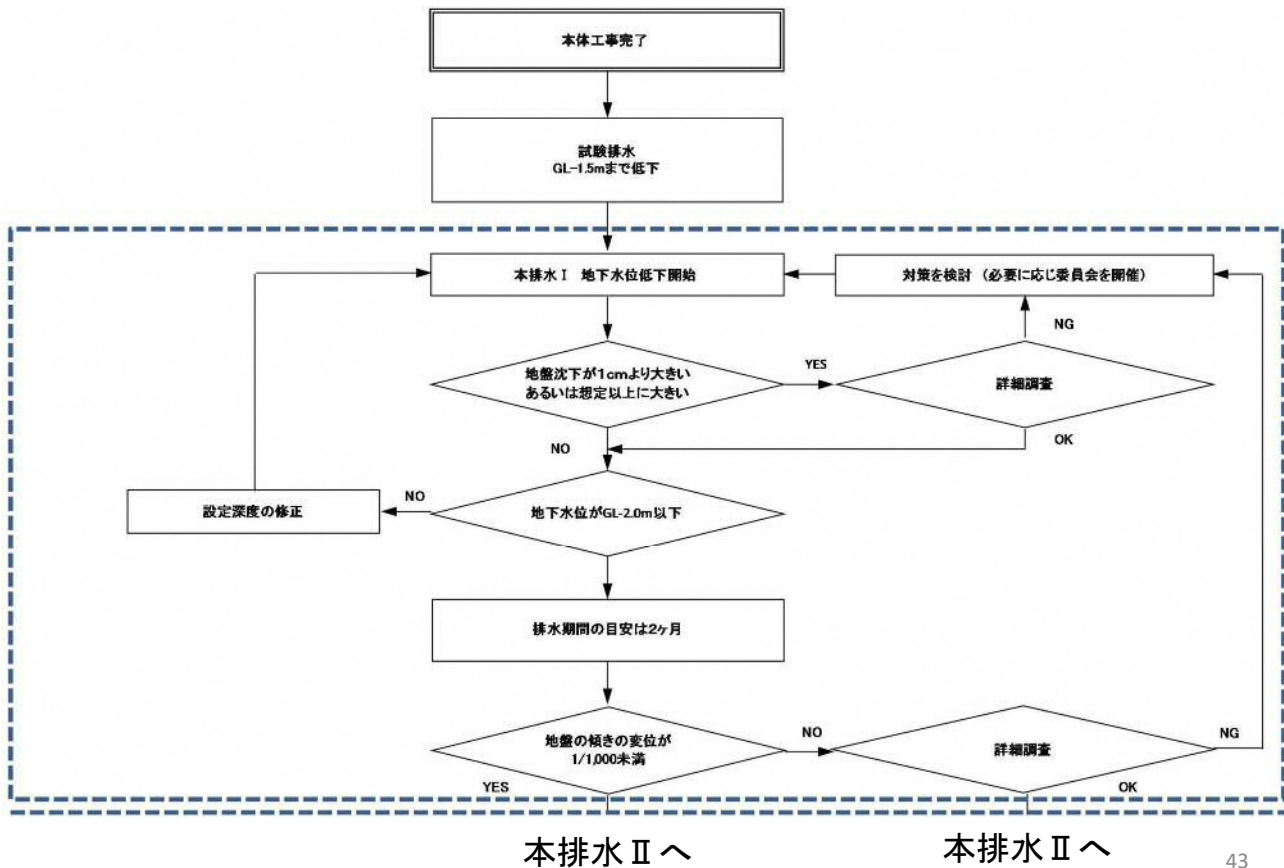
41

■段階的な地下水位の低下方法(全体) (P24)

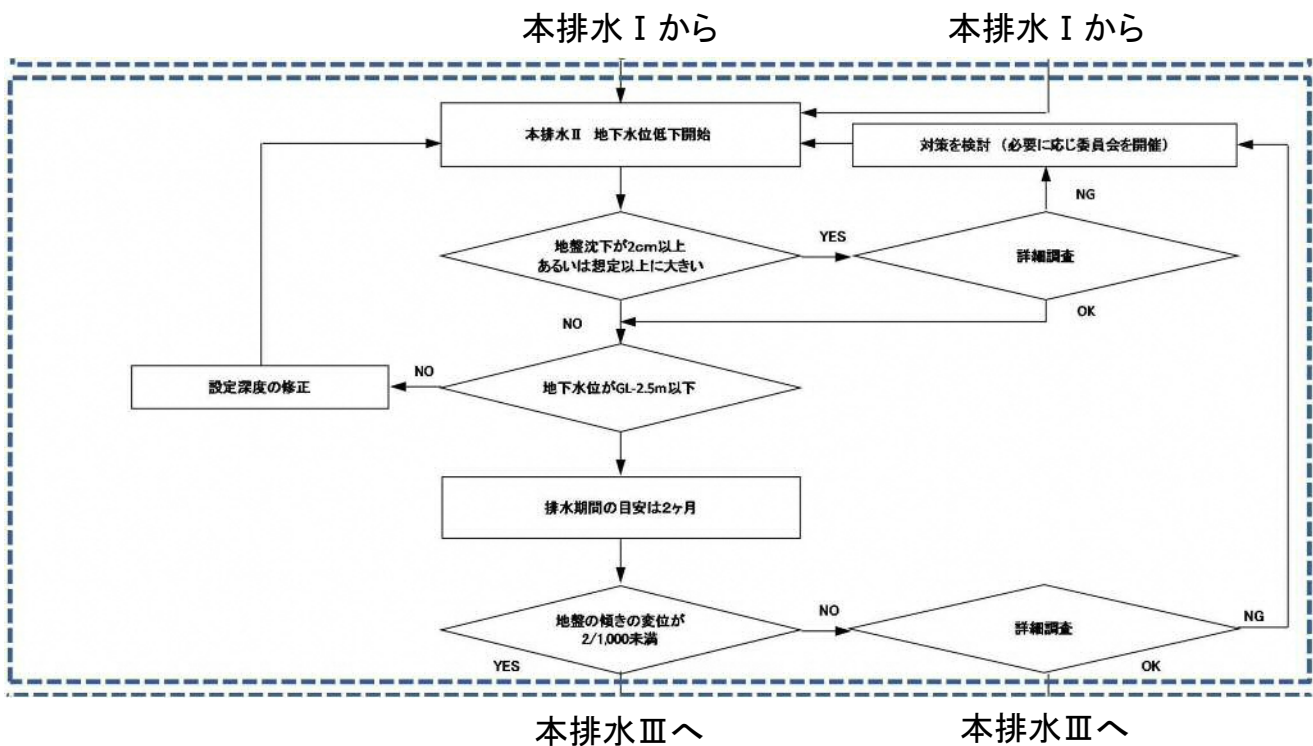


42

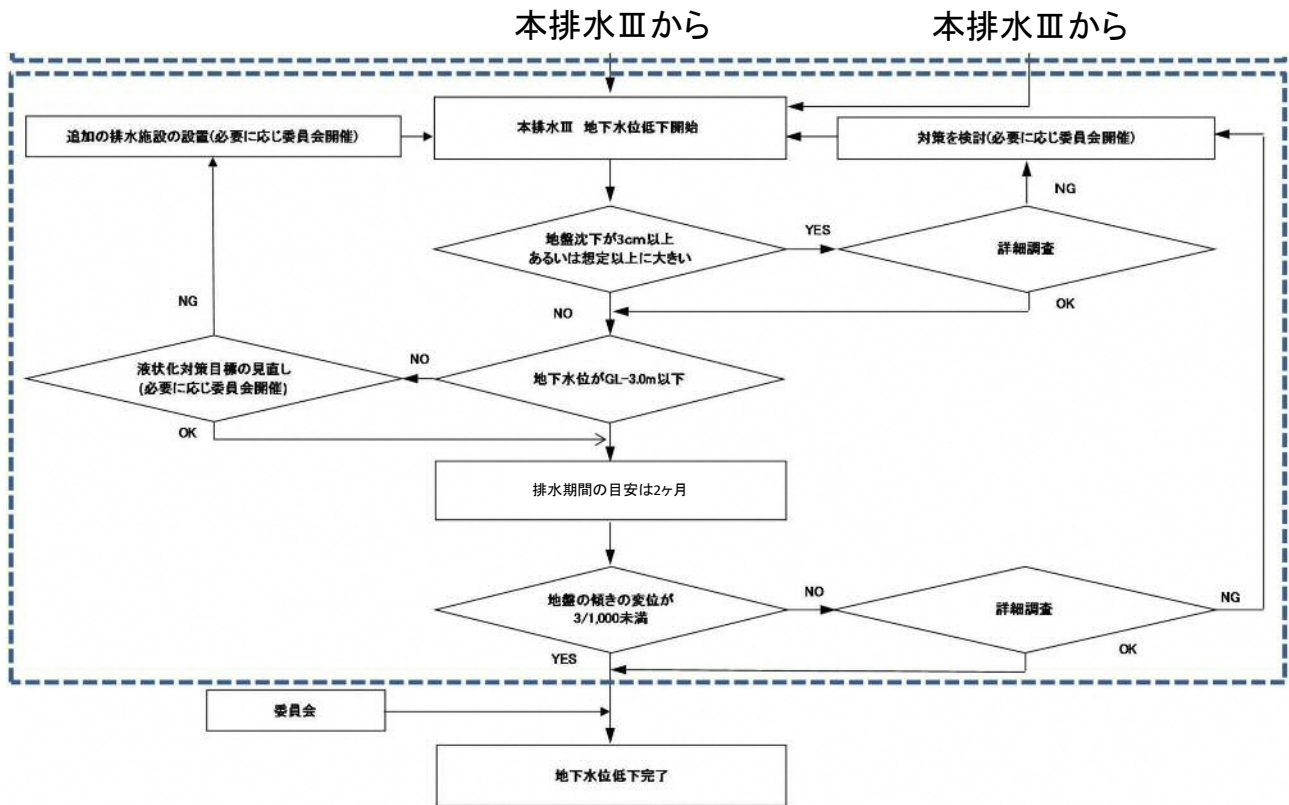
Ⅰ段階的な地下水位の低下方法(試験排水、本排水Ⅰ) (P24)



Ⅰ段階的な地下水位の低下方法(本排水Ⅱ) (P24)



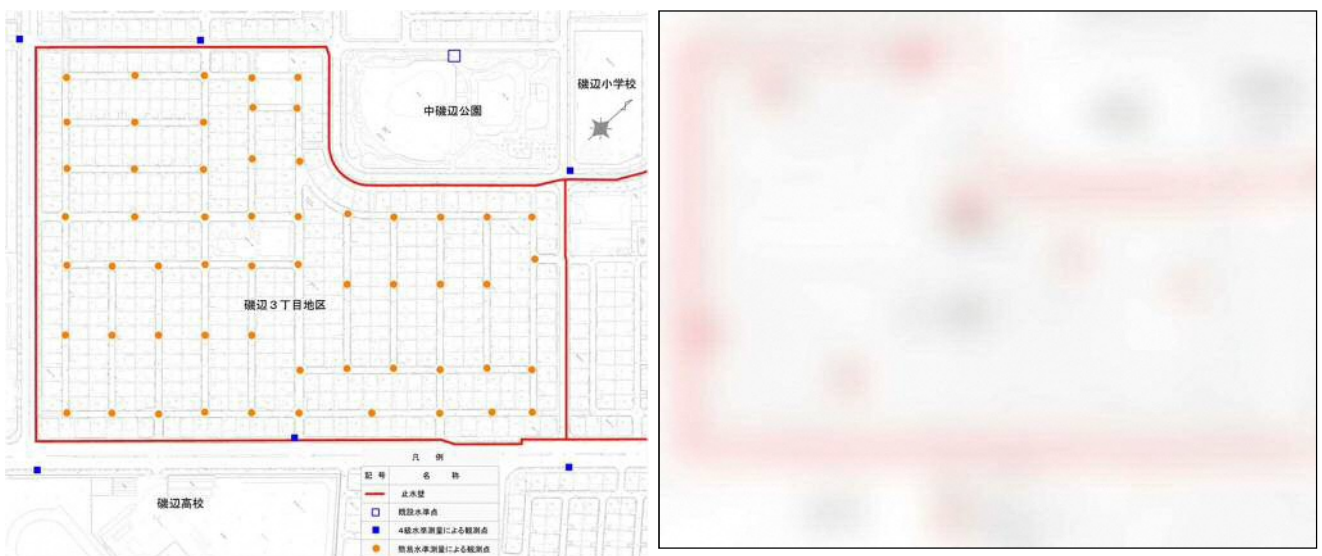
Ⅰ段階的な地下水位の低下方法(本排水Ⅲ) (P24)



45

Ⅰ磯辺3丁目地区 水準測量、宅地内測量(P25)

地盤の傾きを把握するため、各排水段階終了後に水準測量を実施



水準測量による観測点

宅内測量位置
(個人情報保護のため画像処理しています)

46

スケジュール(P26)

6月上旬から試験排水を実施予定

千葉市液状化対策事業
磯辺3丁目 地下水位低下スケジュール

地区名	内 容		2019												2020		
			4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月			
			日	日	日	日	日	日	日	日	日	日	日	日	日	日	日
磯辺3丁目	準備作業																
	地下水位低下期間	試験排水 GL-1.2m→GL-1.5m															
		本排水Ⅰ GL-1.5m→GL-2.0m															
		本排水Ⅱ GL-2.0m→GL-2.5m															
		本排水Ⅲ GL-2.5m→GL-3.0m															
	経過観測期間																
	水準測量																