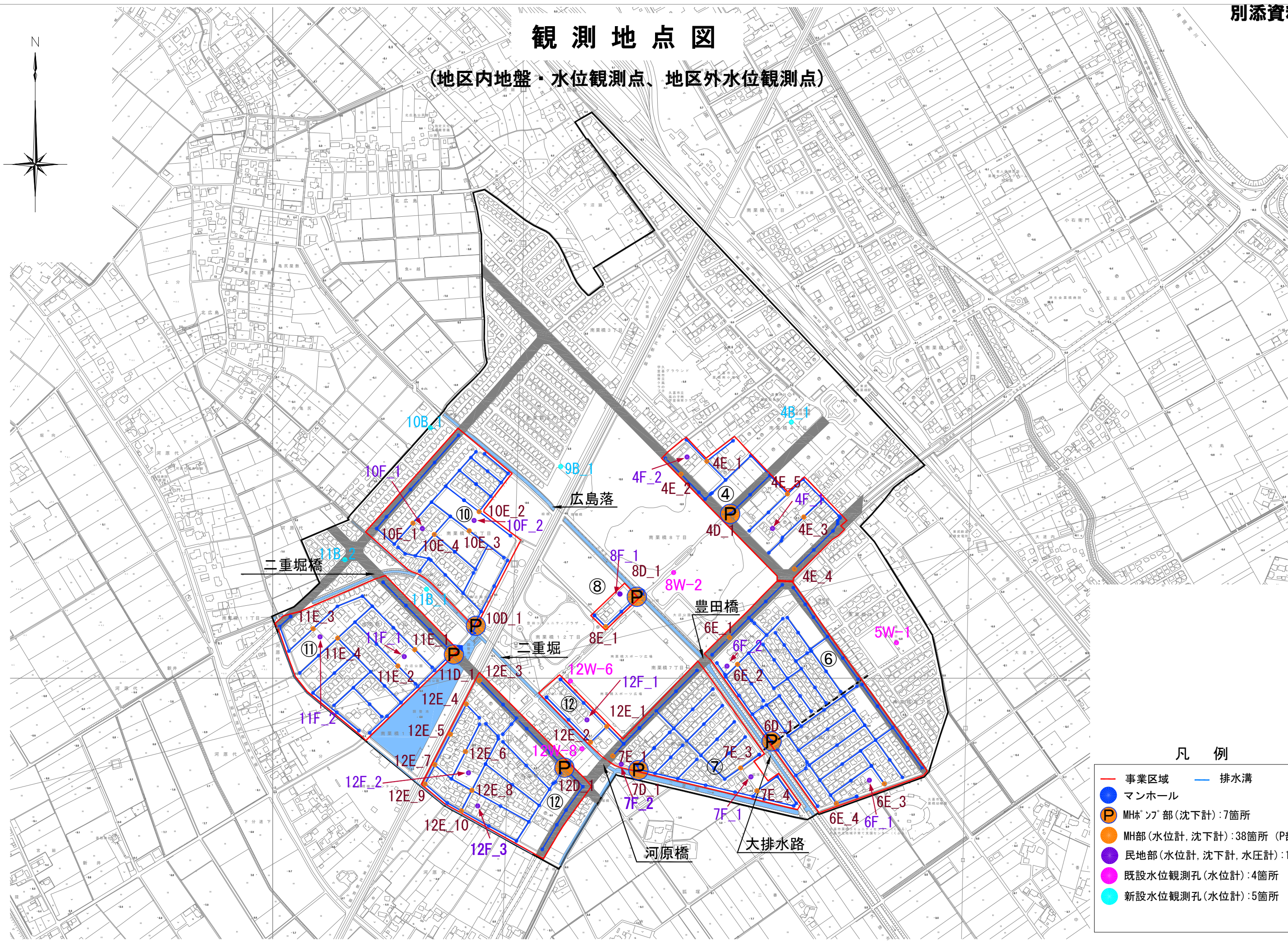
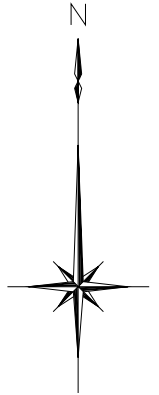


観測地点図

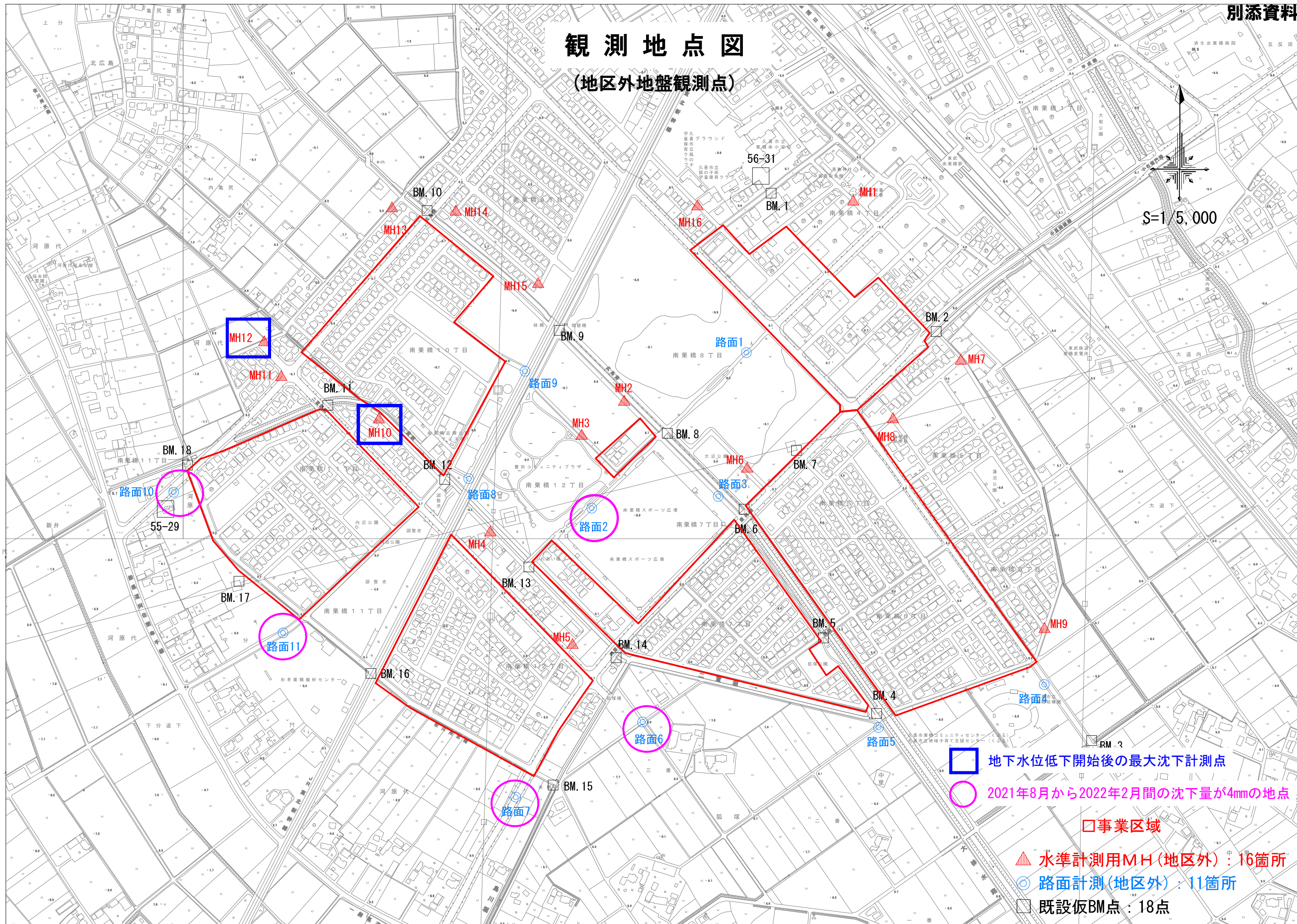
(地区内地盤・水位観測点、地区外水位観測点)



凡例

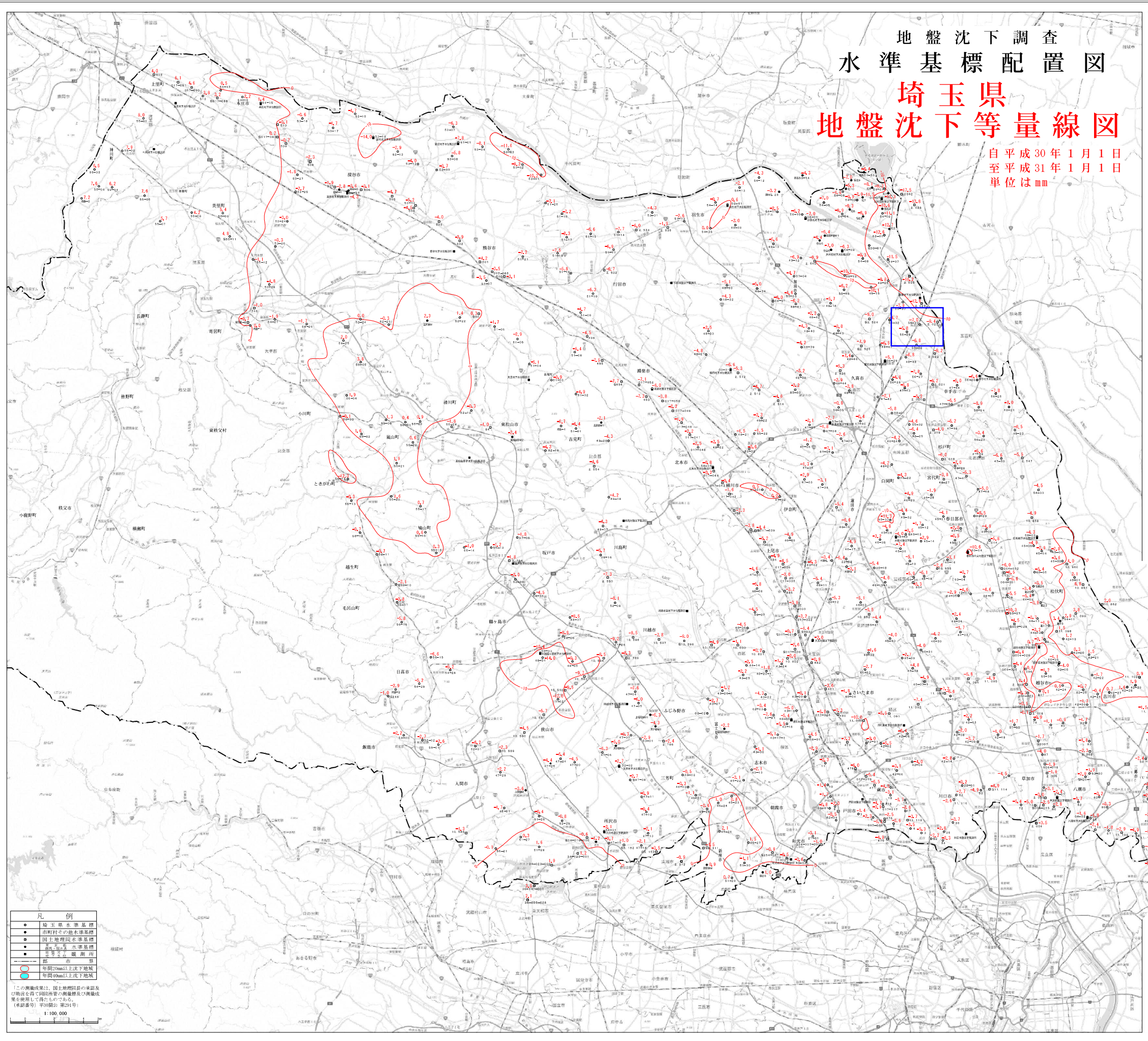
- 事業区域
- 排水溝
- マンホール
- P MHP部(水位計, 沈下計): 7箇所
- MH部(水位計, 沈下計): 38箇所 (P部含む)
- 民地部(水位計, 沈下計, 水圧計): 14箇所
- 既設水位観測孔(水位計): 4箇所
- 新設水位観測孔(水位計): 5箇所

観測地点図 (地区外地盤観測点)



地盤沈下調査
水準基標配置図
埼玉県
地盤沈下等量線図

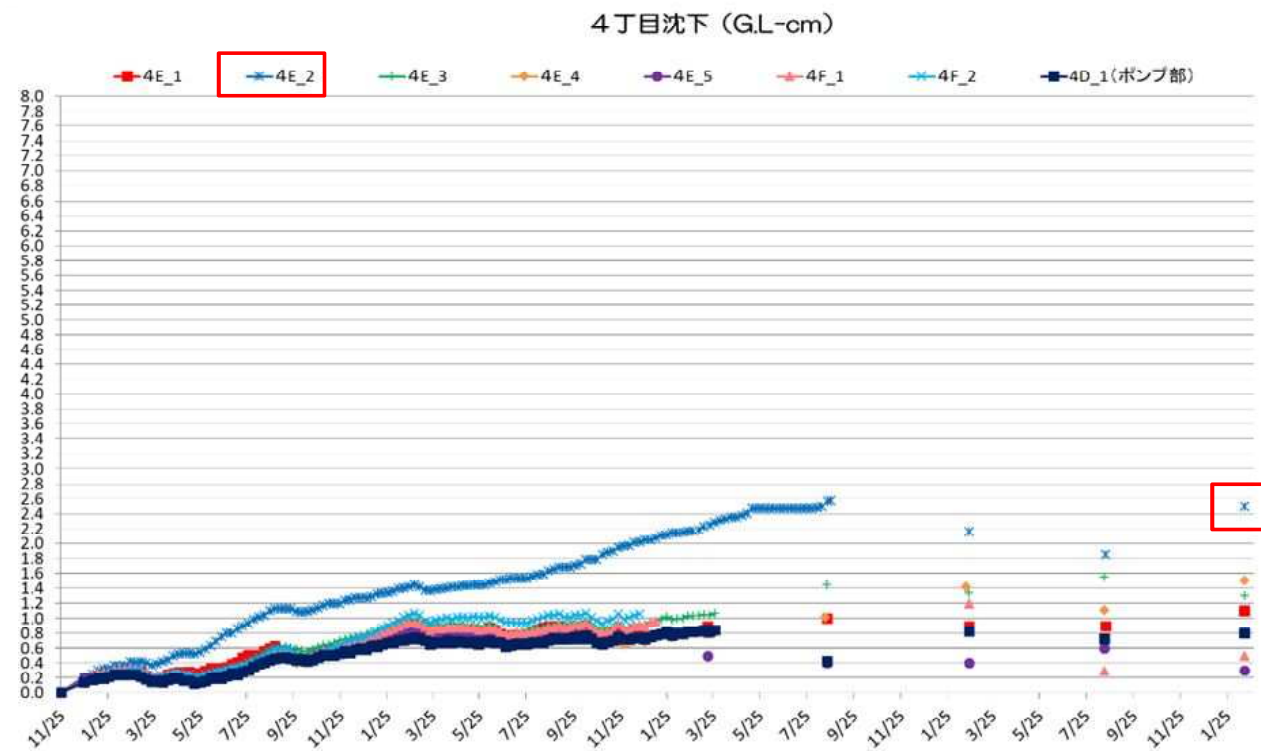
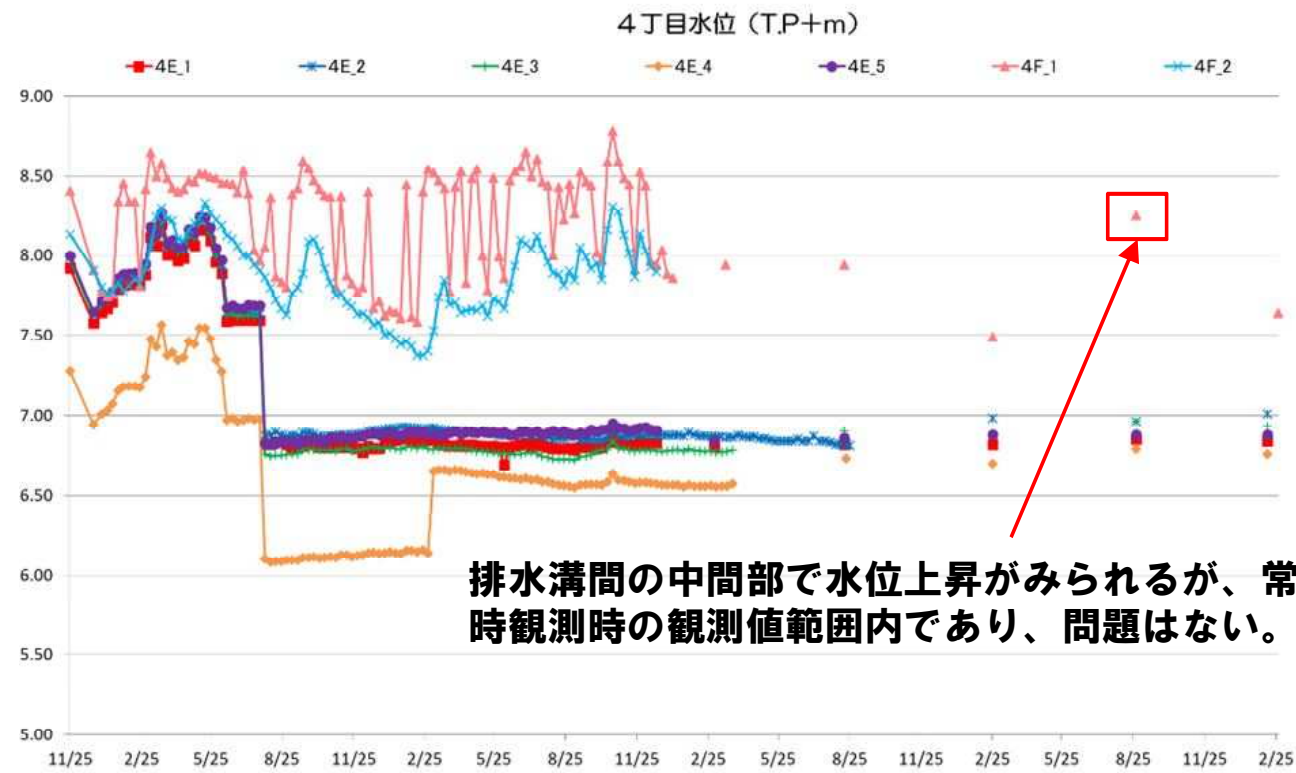
自平成30年1月1日
至平成31年1月1日
単位はmm



埼玉県測量設計業協同組合

埼玉県環境部水環境課

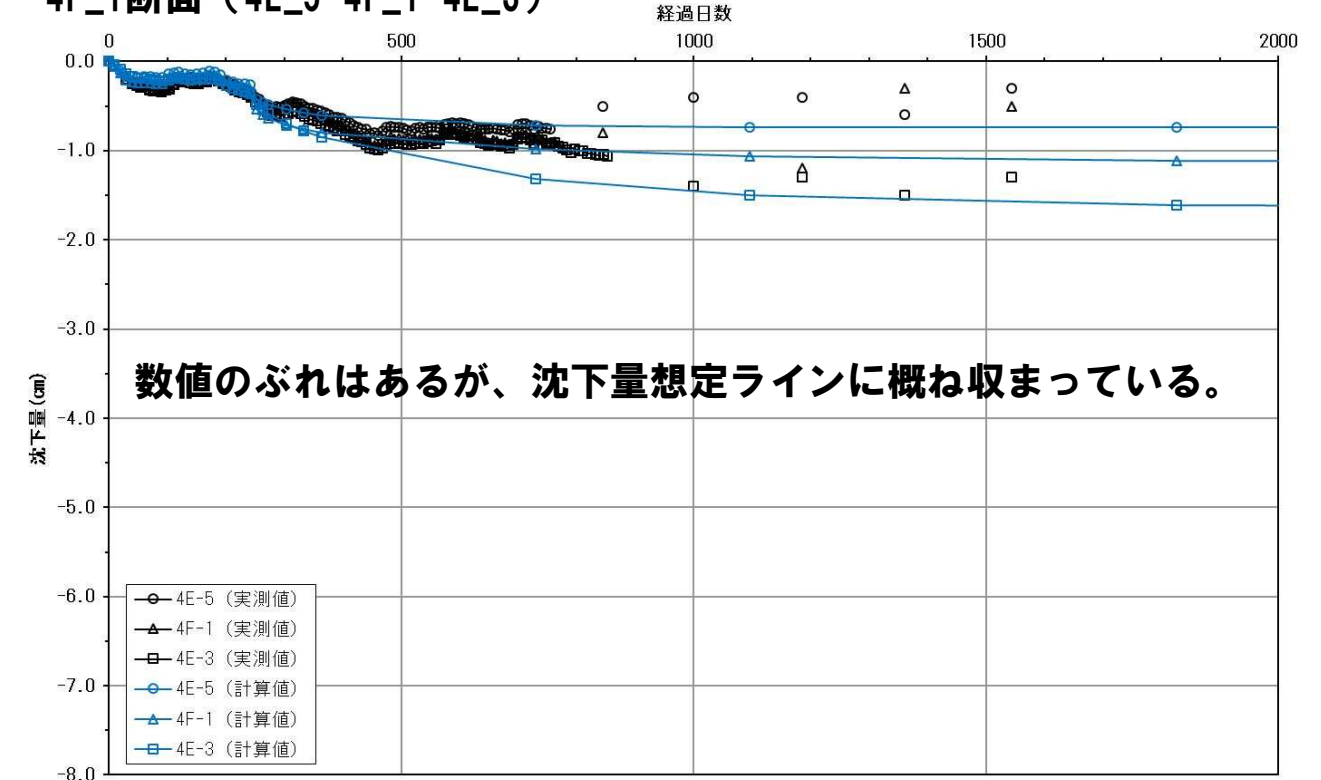
[水位と沈下状況]



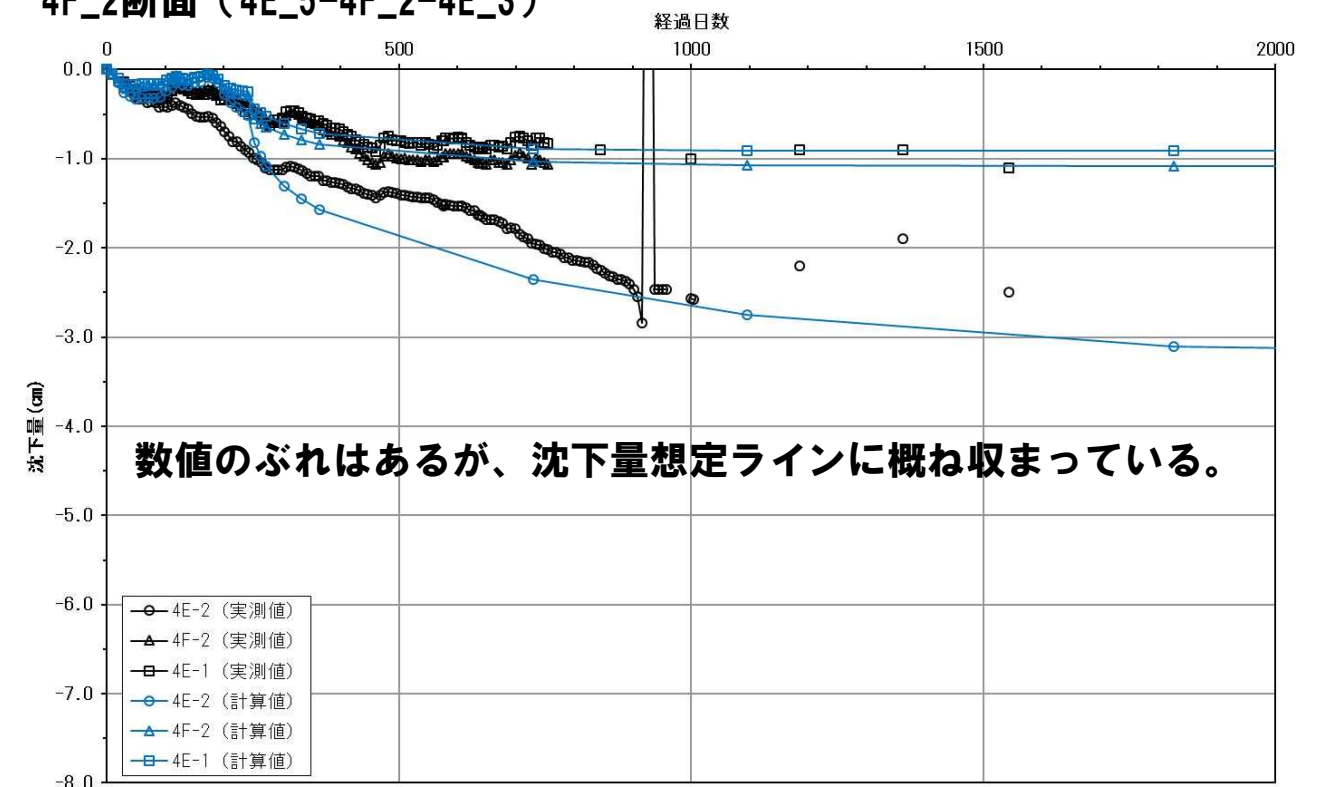
[解析予測との対比]

解析上の水位は、排水溝部の管路高で固定している。

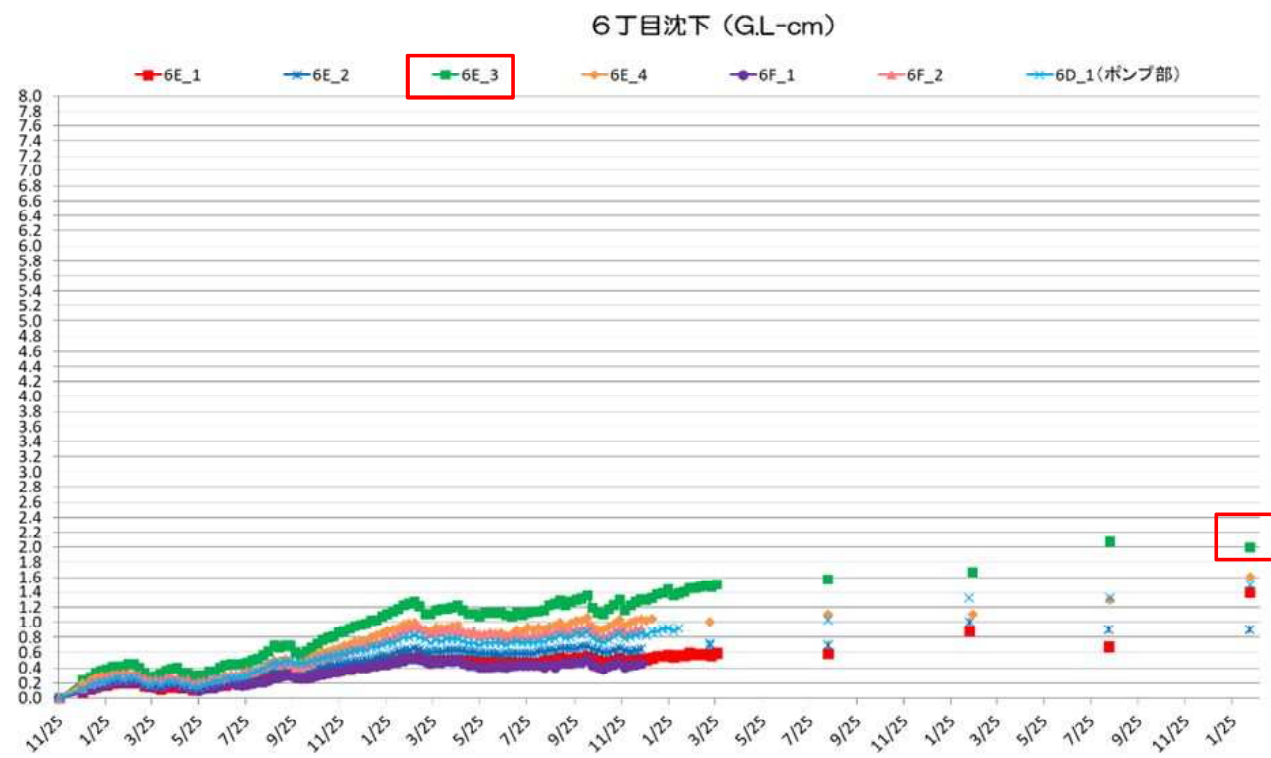
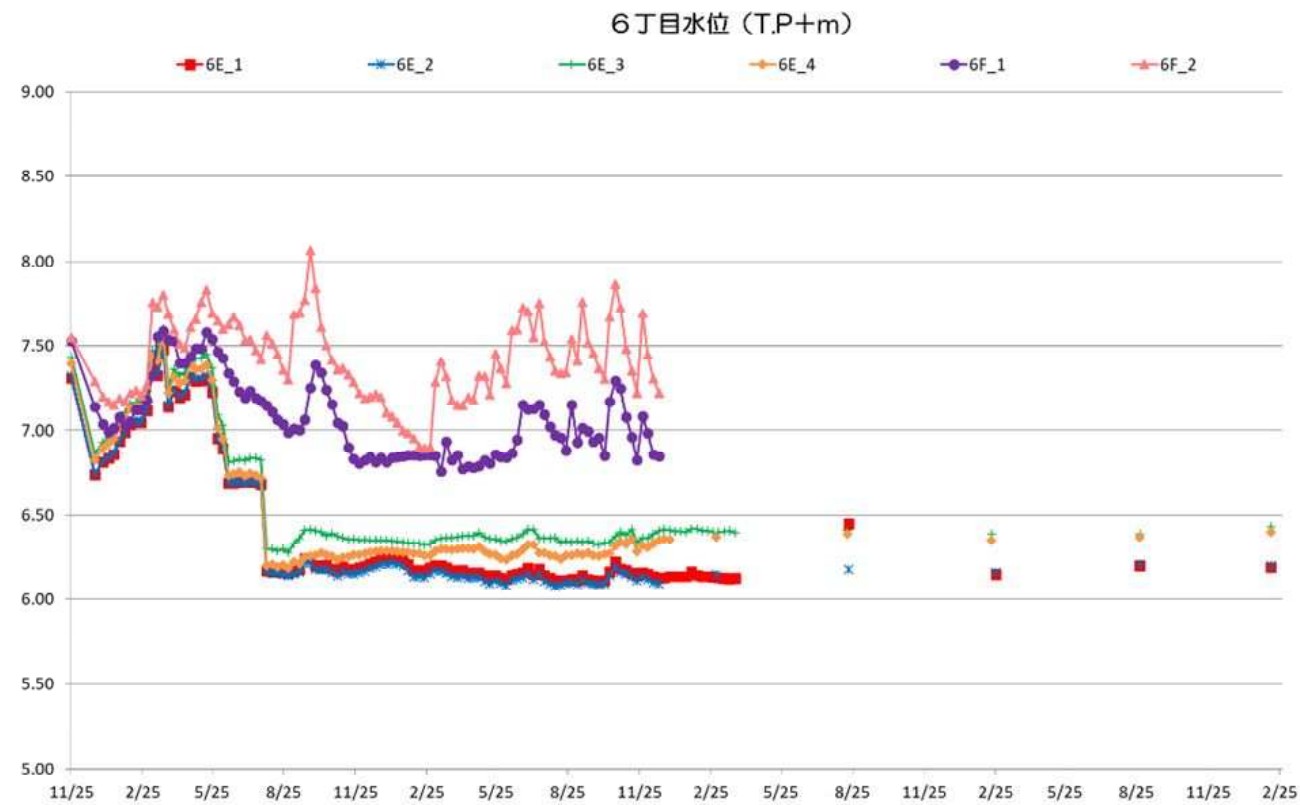
4F_1断面 (4E_5-4F_1-4E_3)



4F_2断面 (4E_5-4F_2-4E_3)

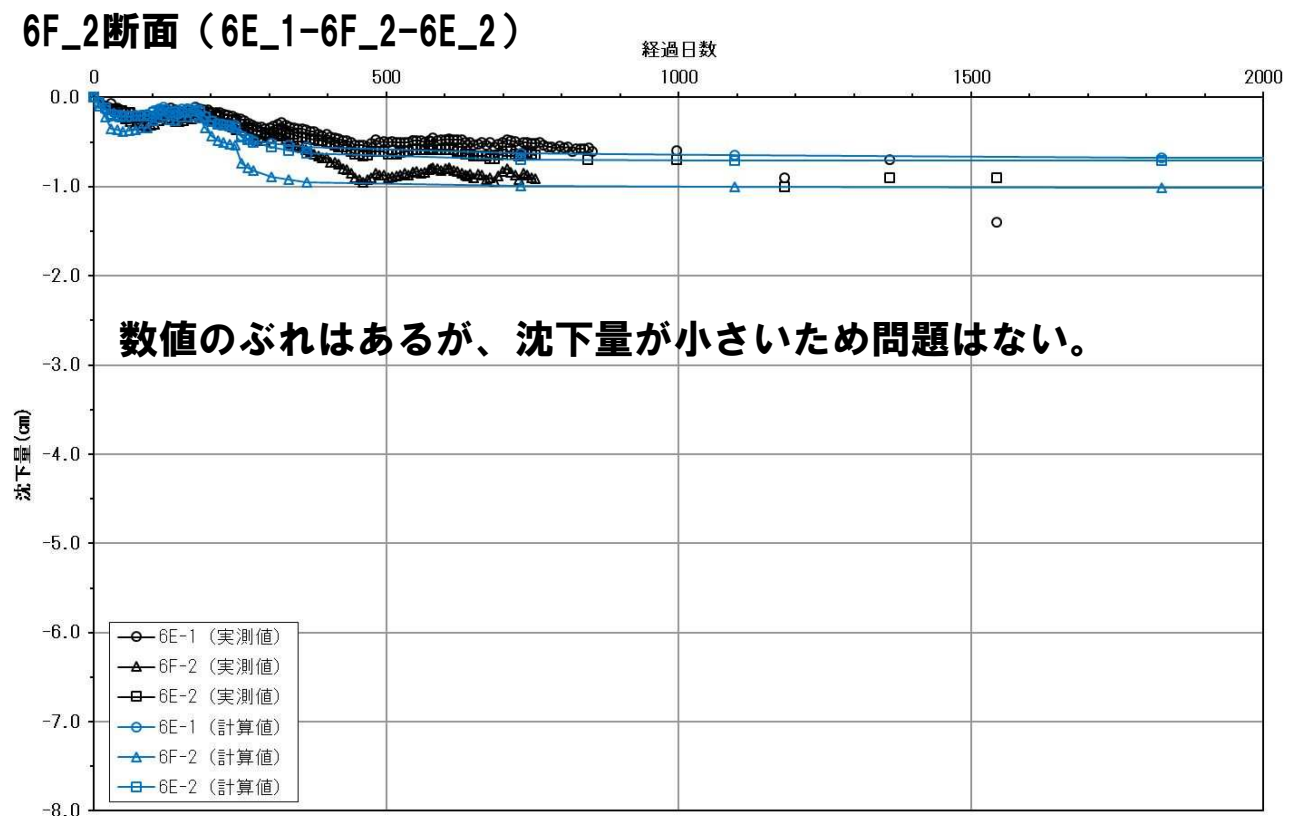
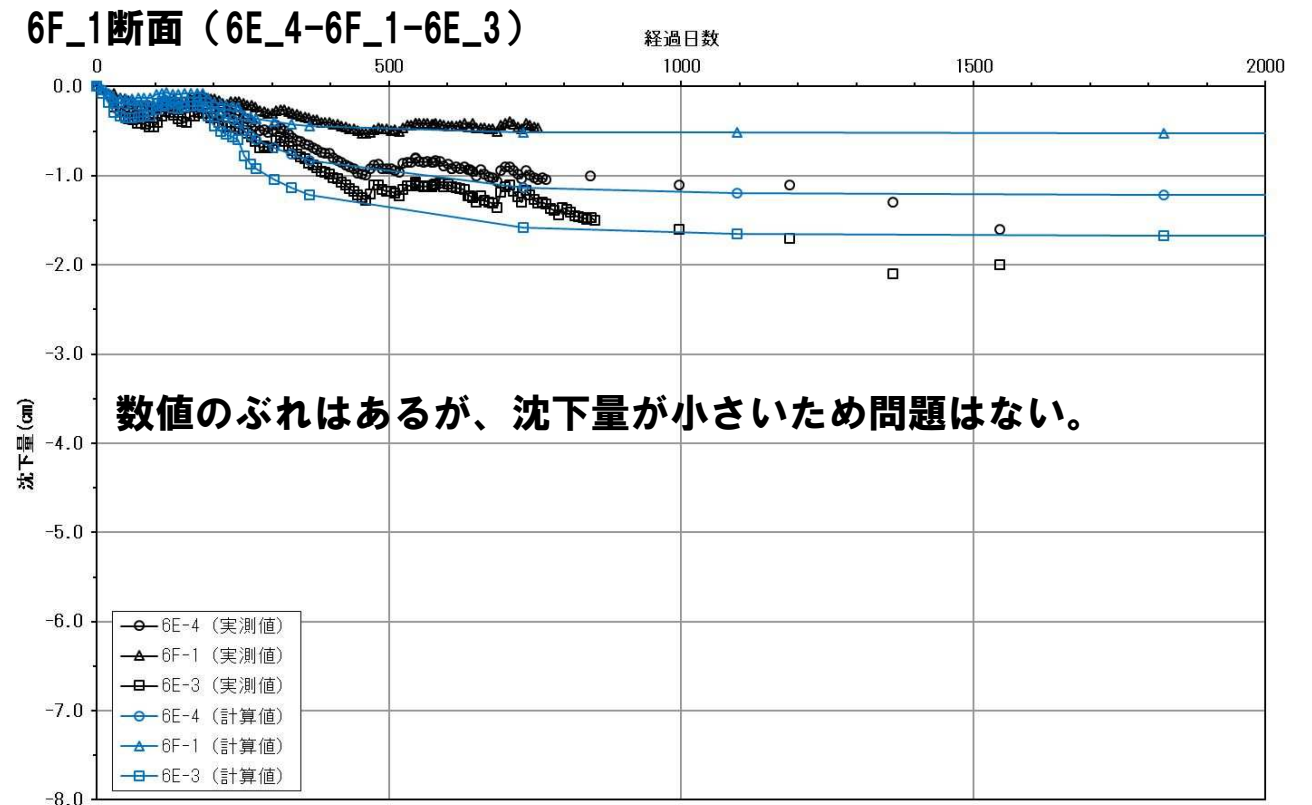


[水位と沈下状況]

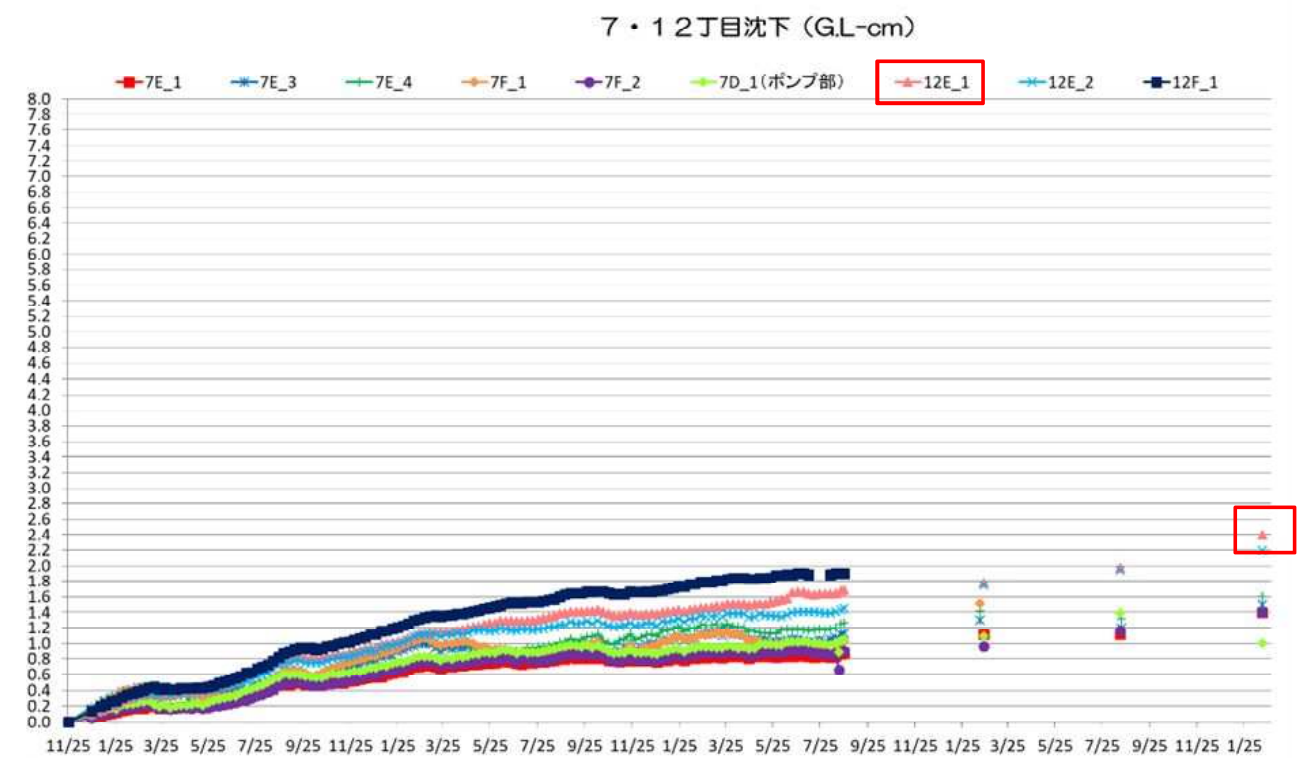
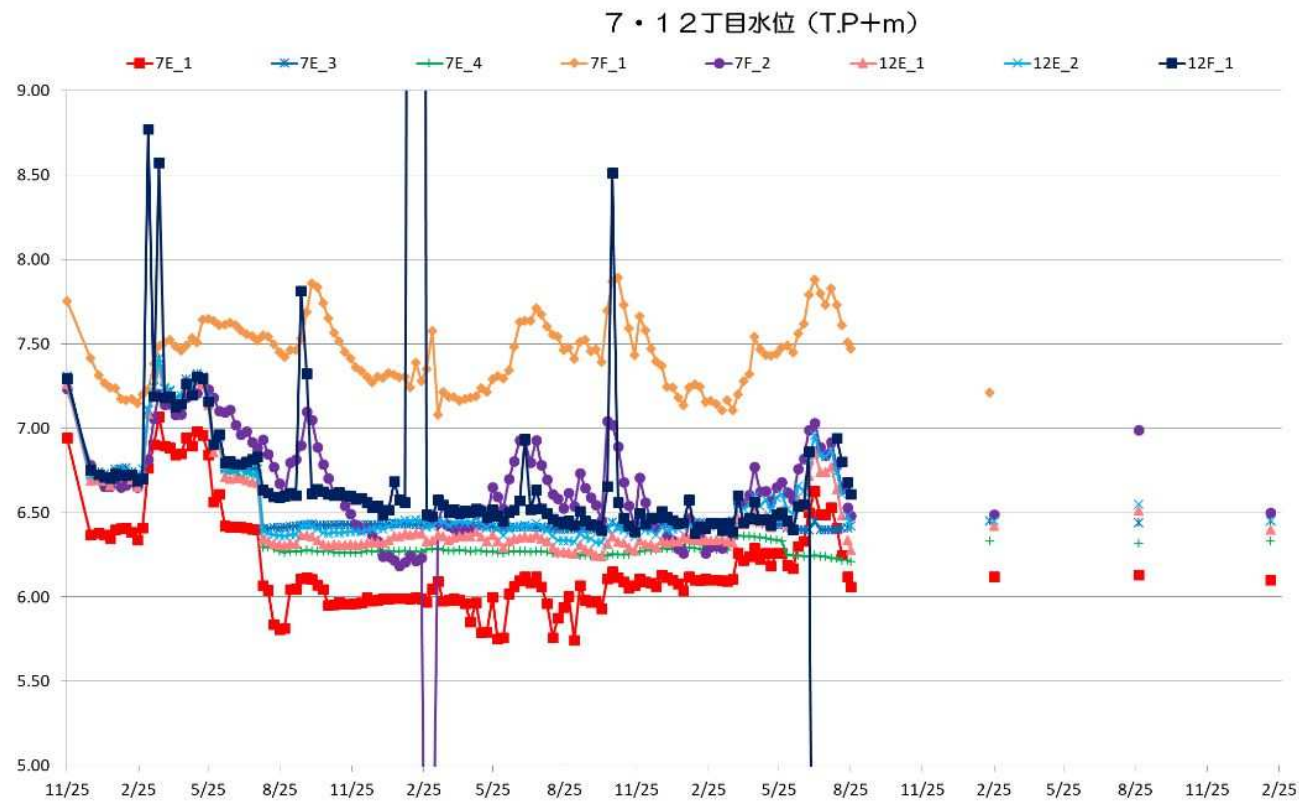


6丁目の最大沈下量は6E_3の2.0cmとなっている。

[解析予測との対比]



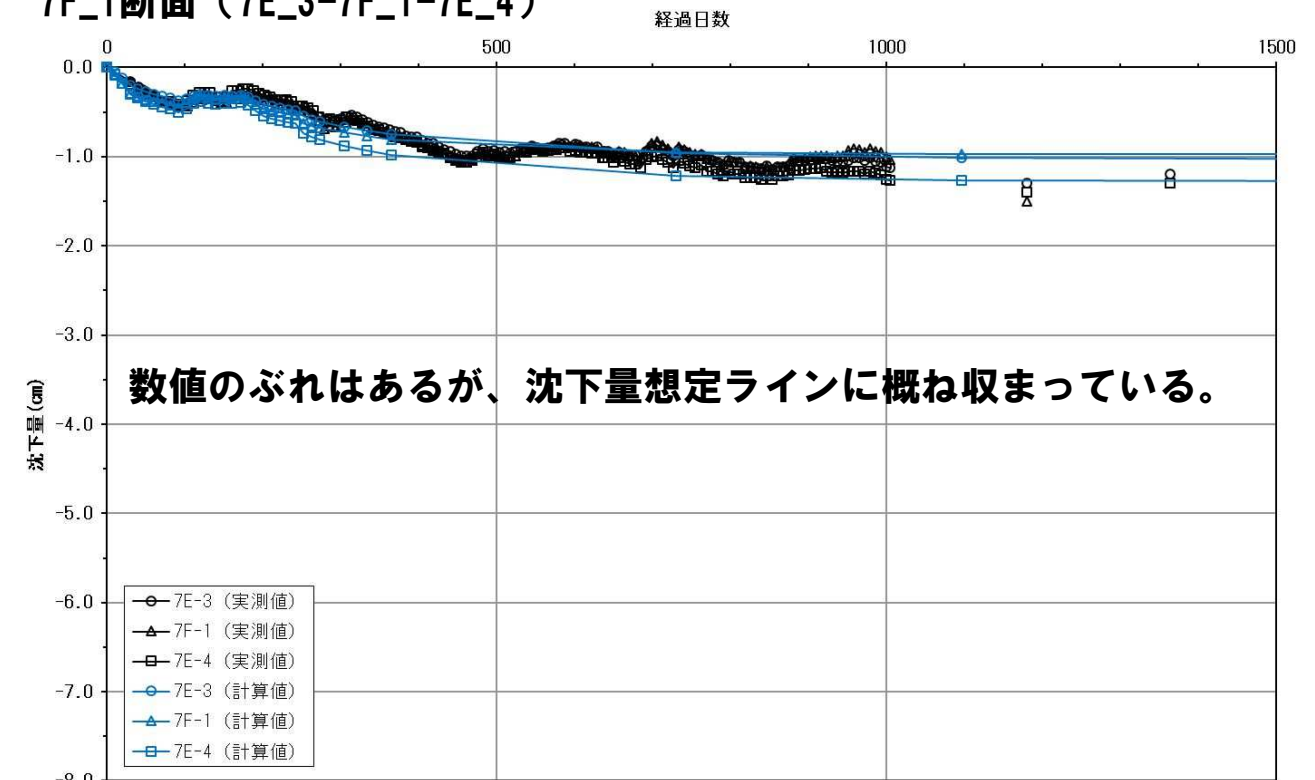
[水位と沈下状況]



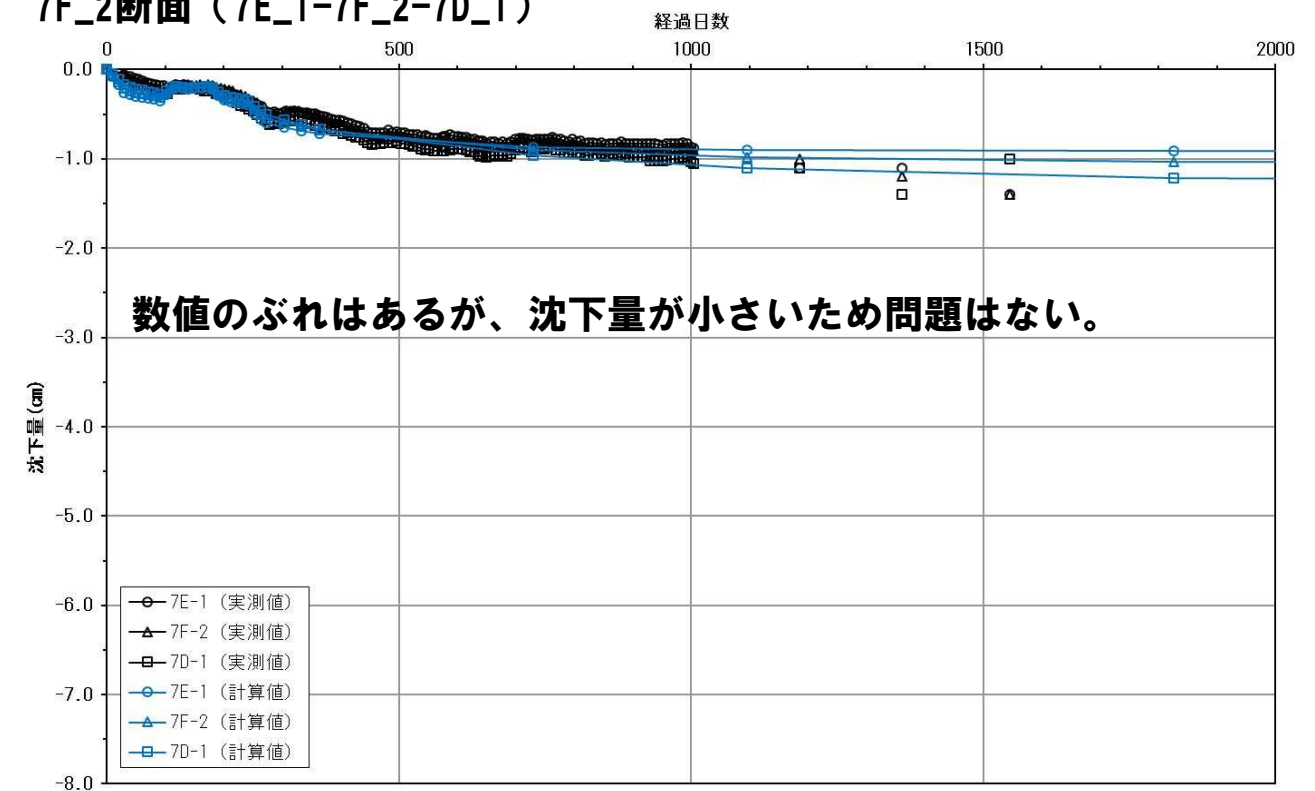
7-12丁目の最大沈下量は12E_1の2.4cmとなっている。

[解析予測との対比]

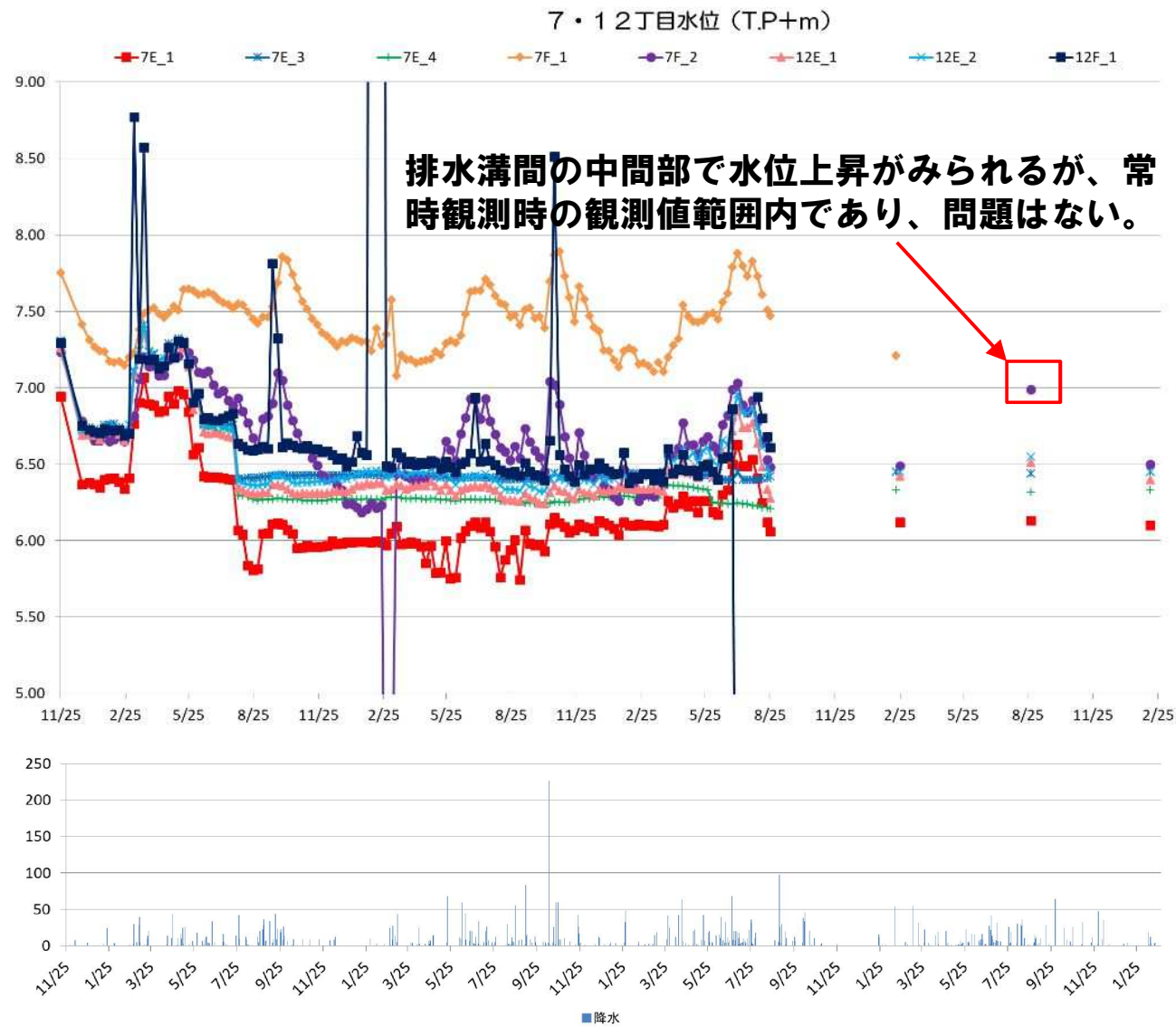
7F_1断面 (7E_3-7F_1-7E_4)



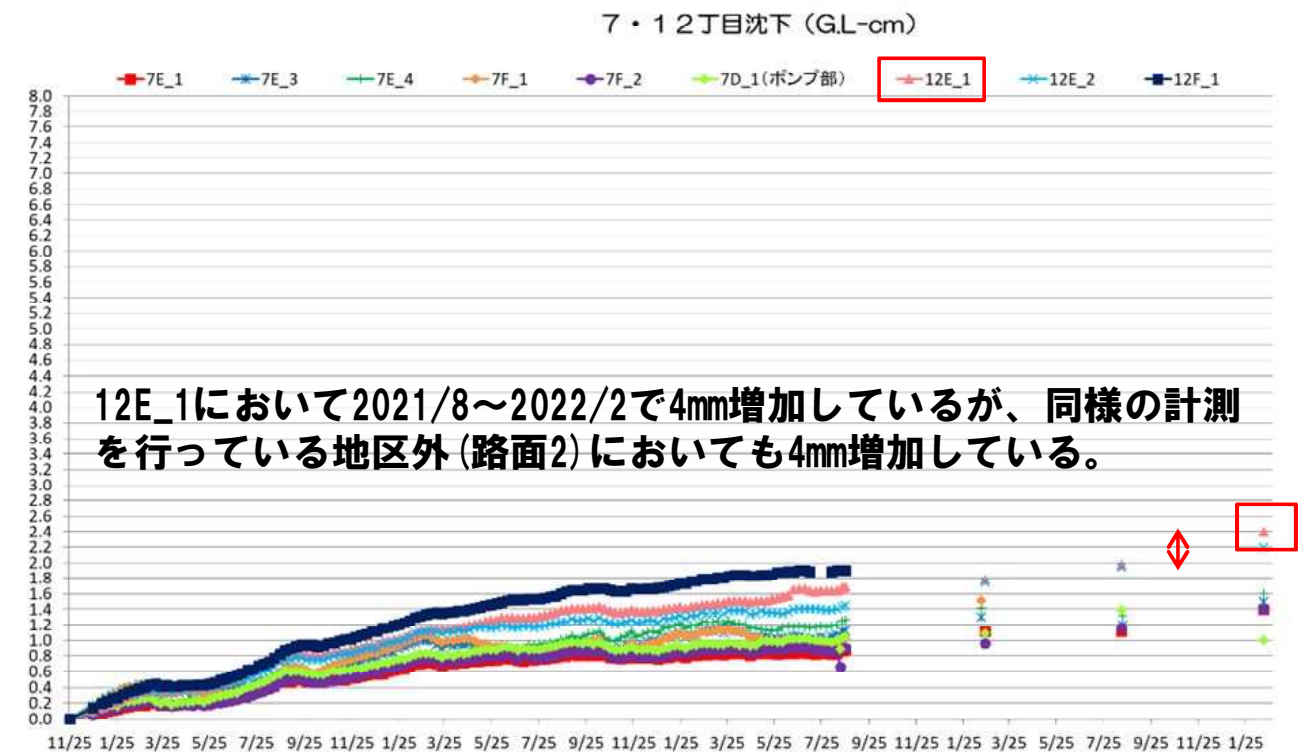
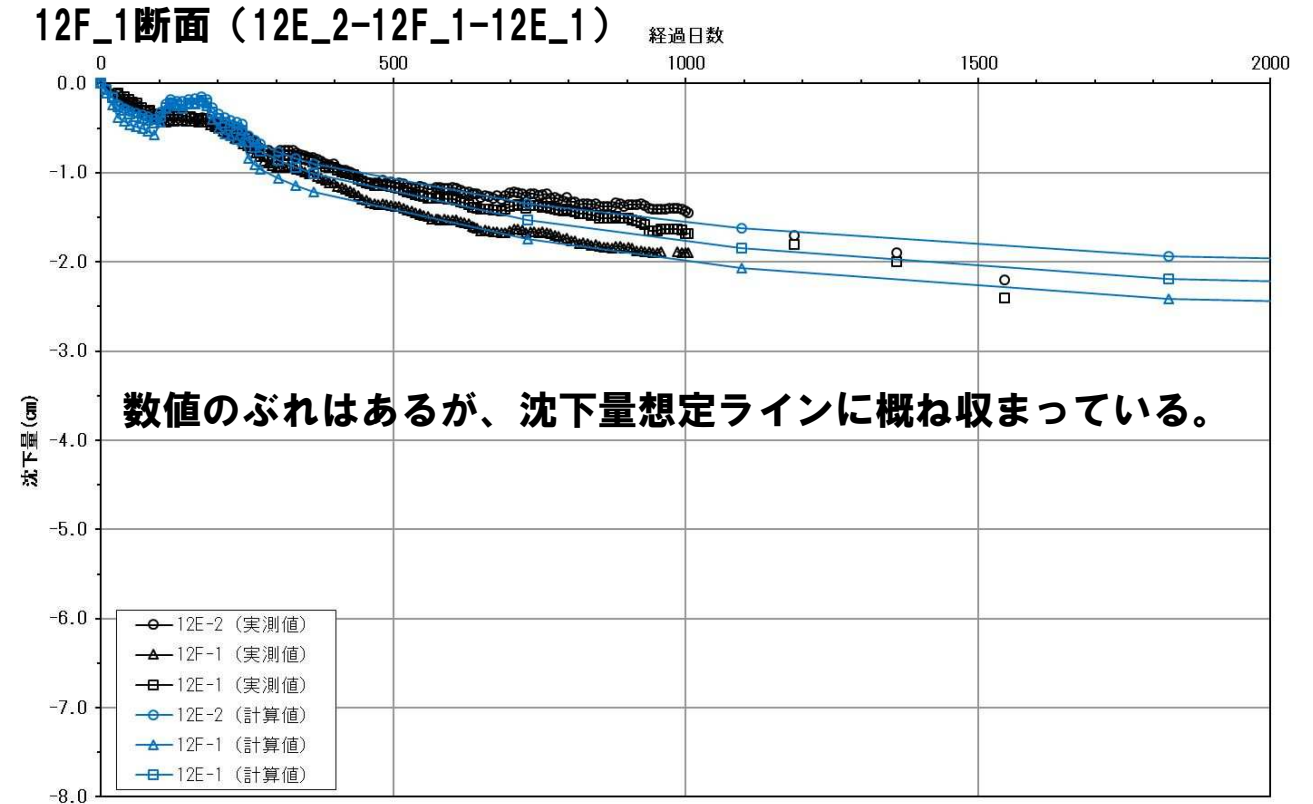
7F_2断面 (7E_1-7F_2-7D_1)



[水位と沈下状況]

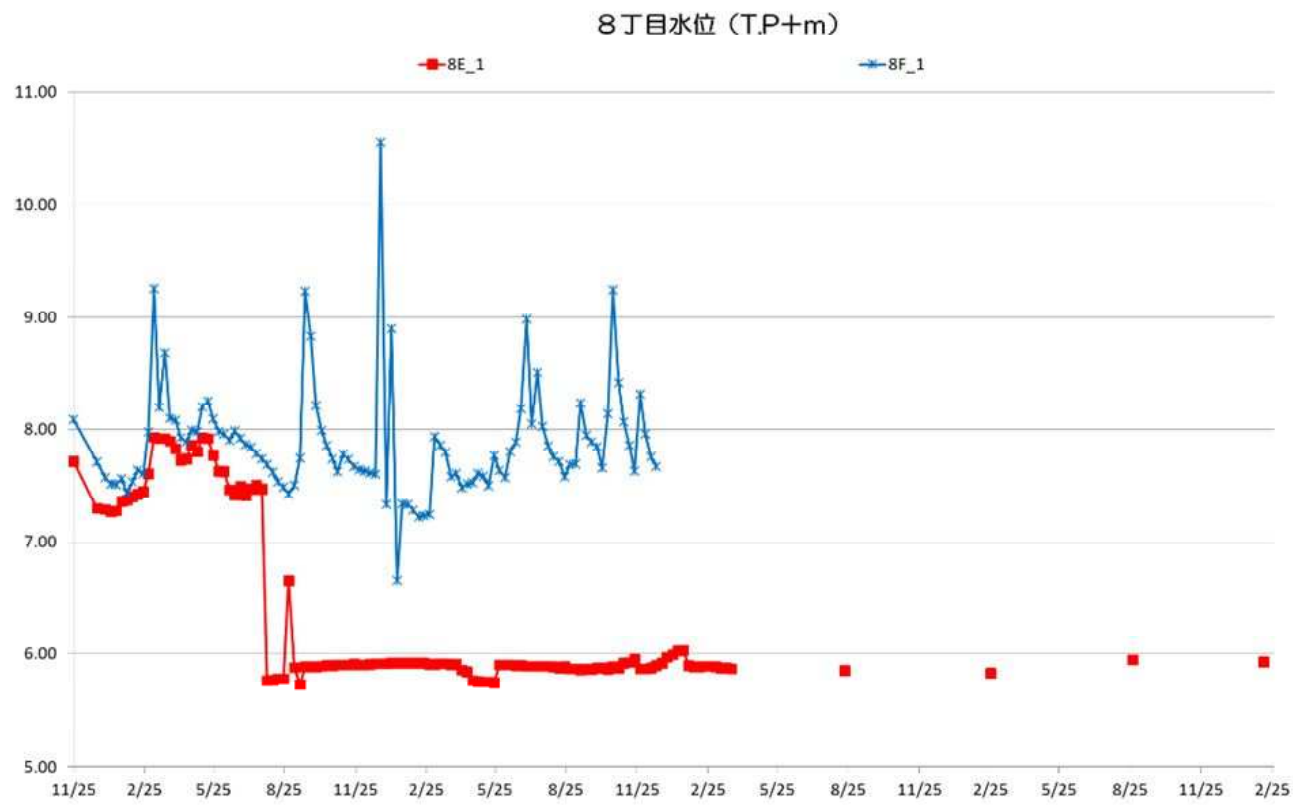


[解析予測との対比]



7-12丁目の最大沈下量は12E_1の2.4cmとなっている。

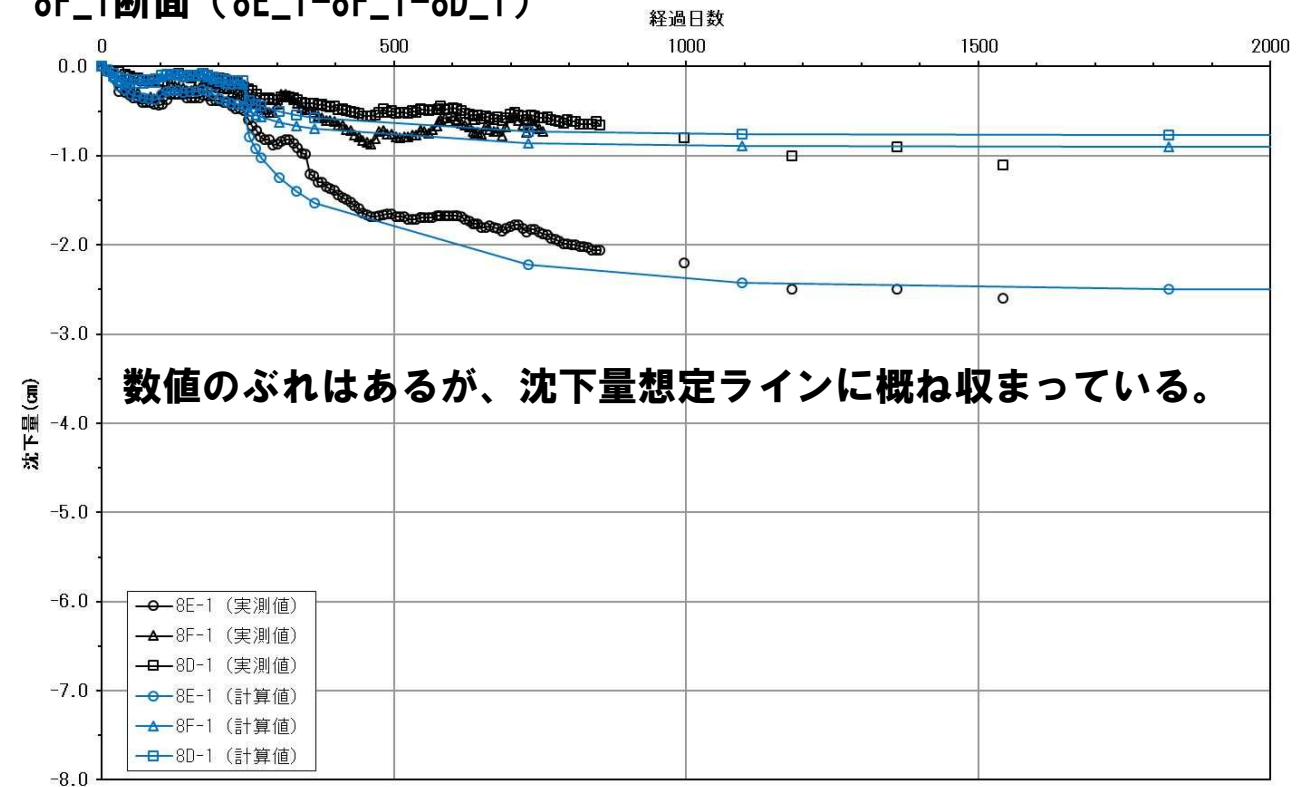
[水位と沈下状況]



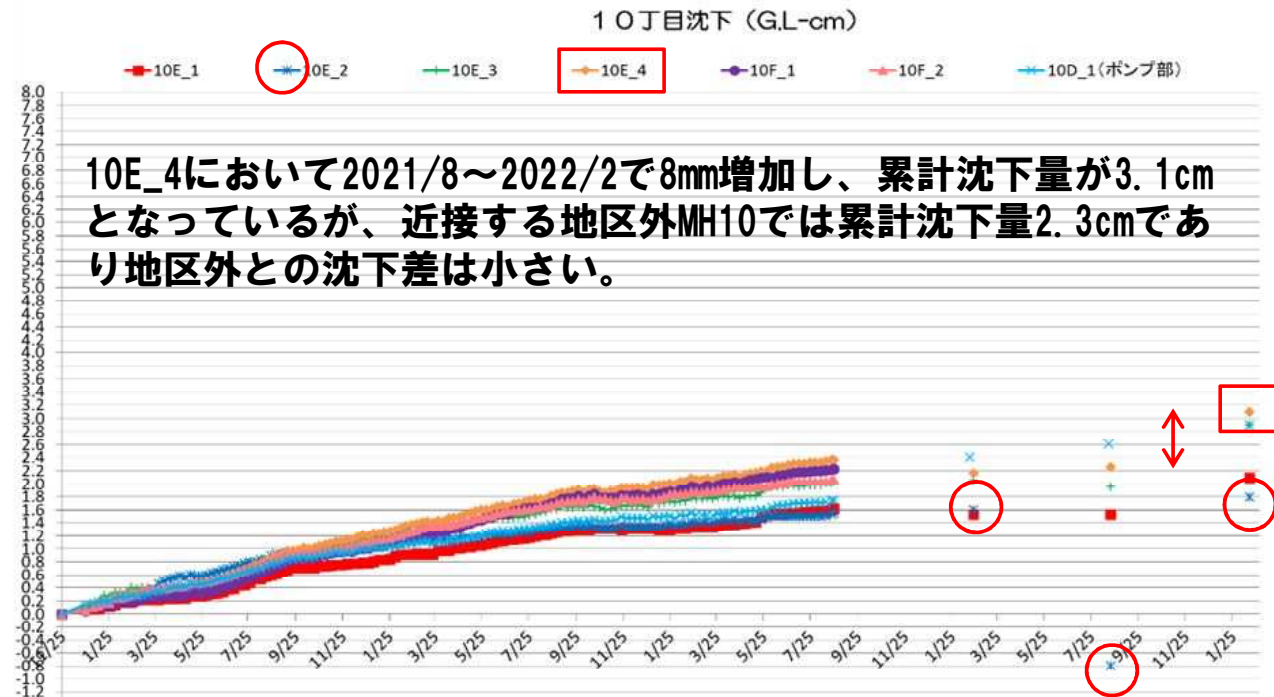
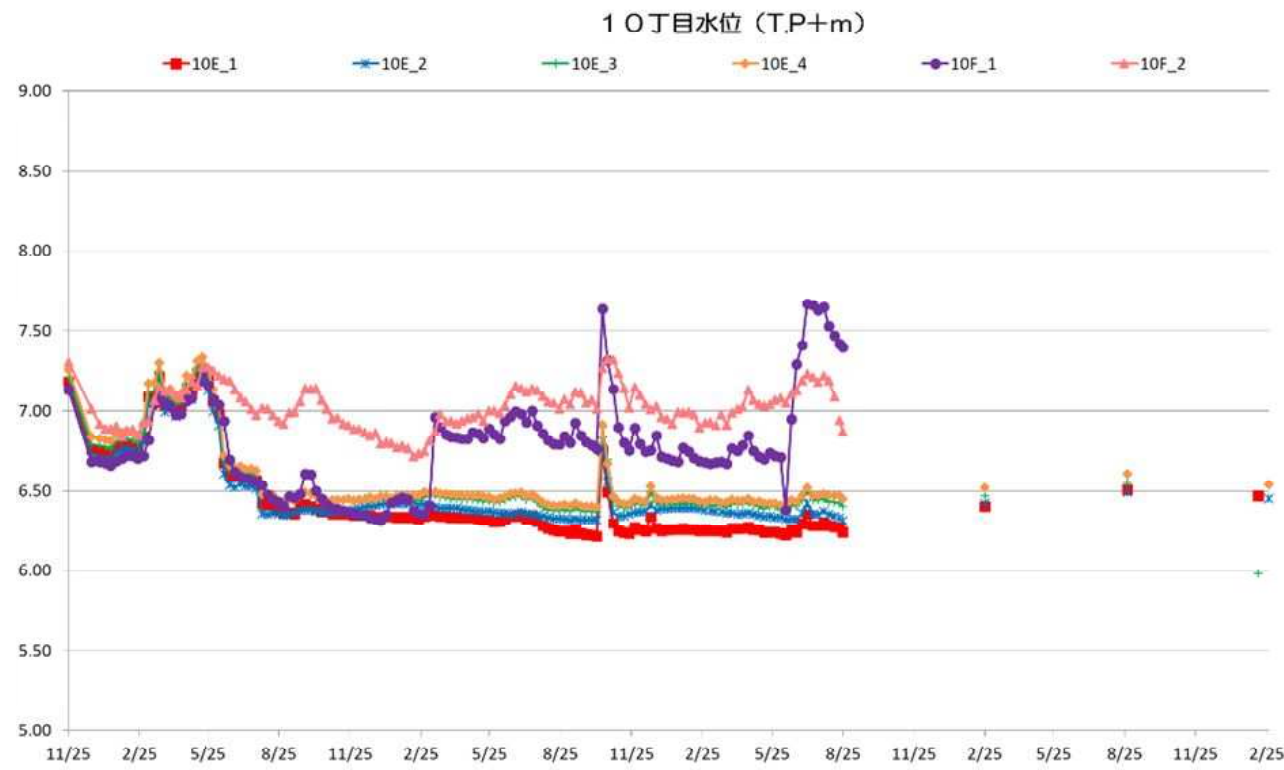
8丁目の最大沈下量は8E_1の2.6cmとなっている。

[解析予測との対比]

8F_1断面 (8E_1-8F_1-8D_1)



[水位と沈下状況]

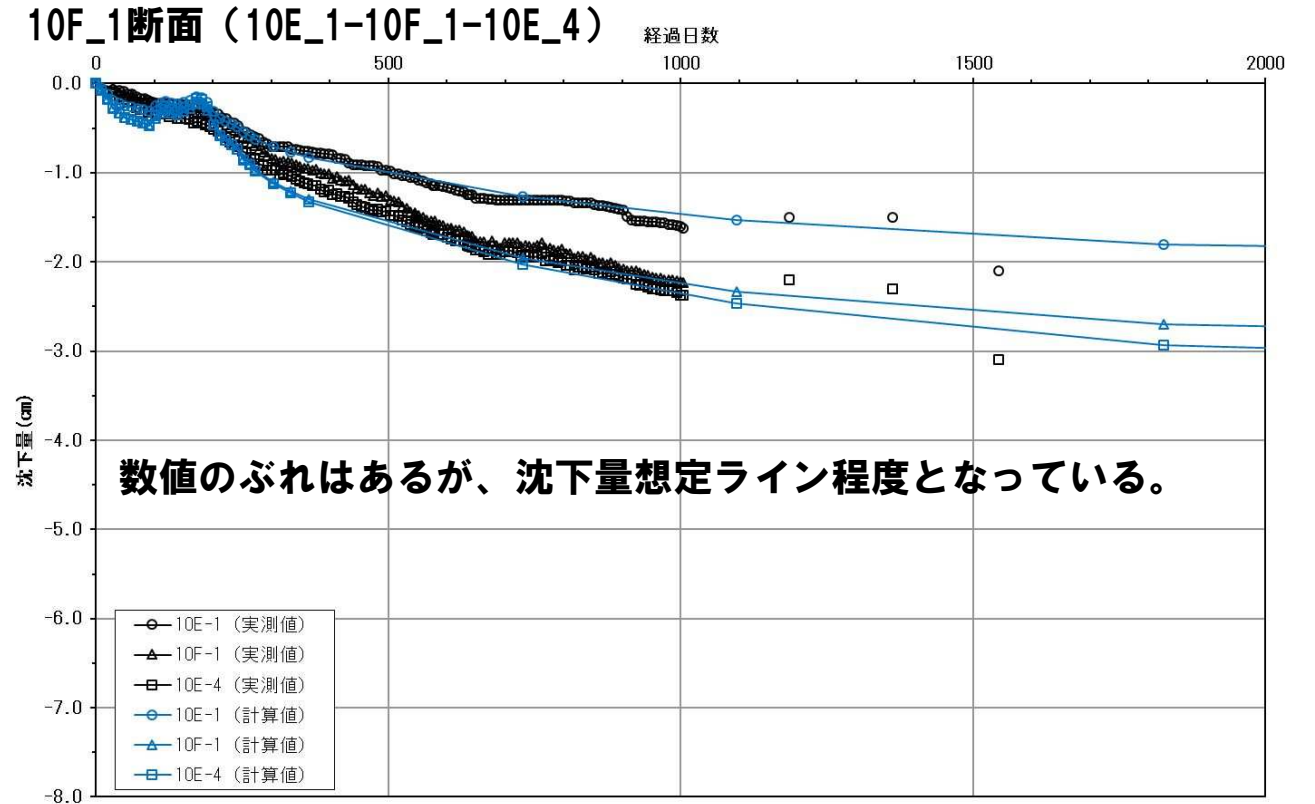


10E_4において2021/8~2022/2で8mm増加し、累計沈下量が3.1cmとなっているが、近接する地区外MH10では累計沈下量2.3cmであり地区外との沈下差は小さい。

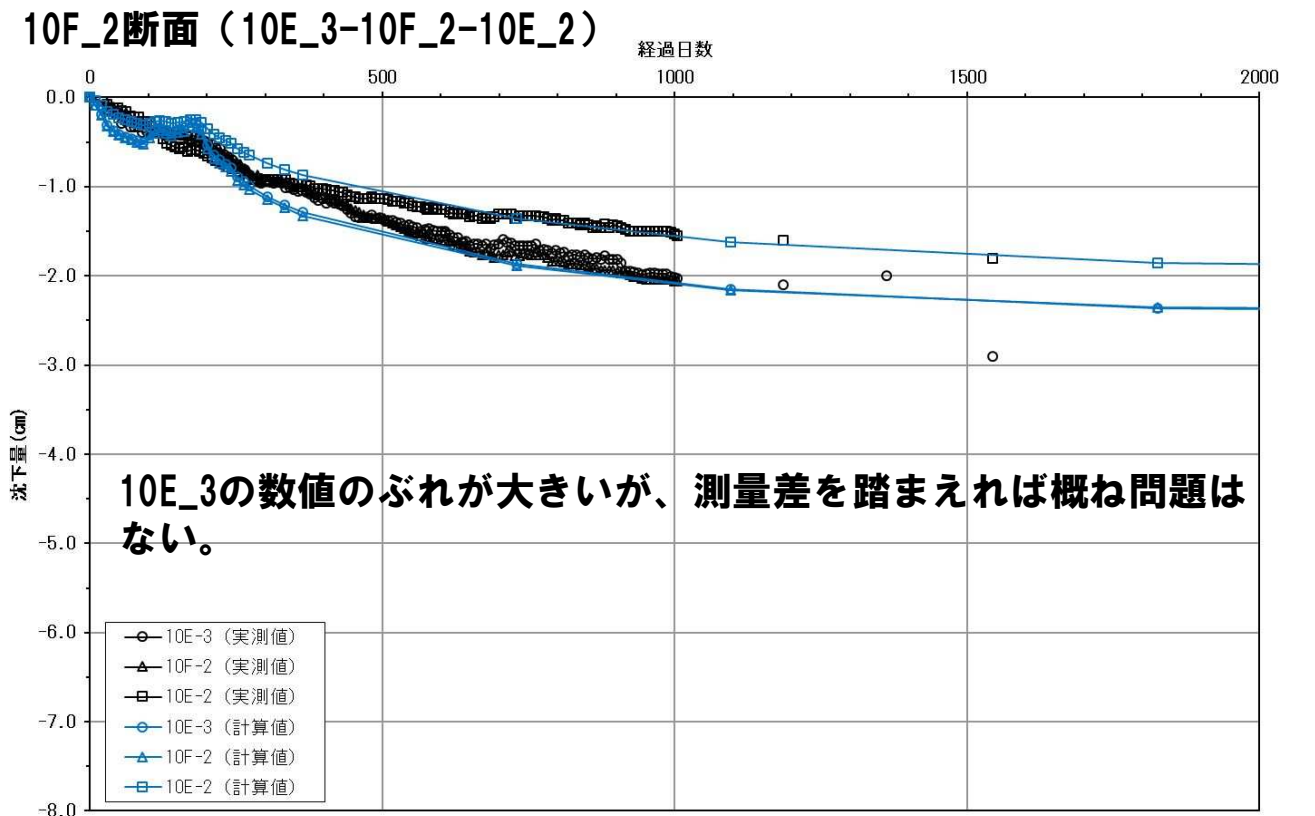
10E_2地点で2021年8月に隆起○となっているが、2022年2月で2021年2月の計測値程度に戻っていることから、特異値の可能性が高い。

10丁目の最大沈下量は10E_4の3.1cmとなっている。

[解析予測との対比]

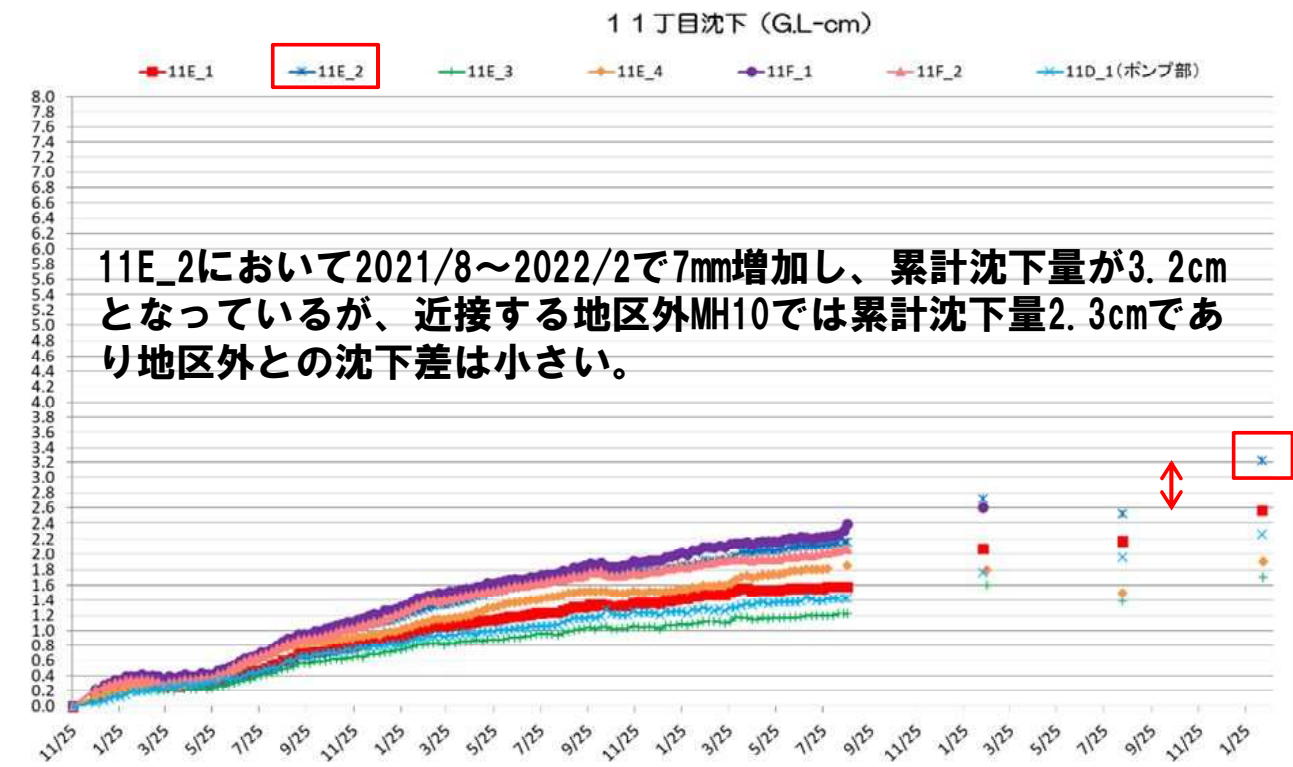
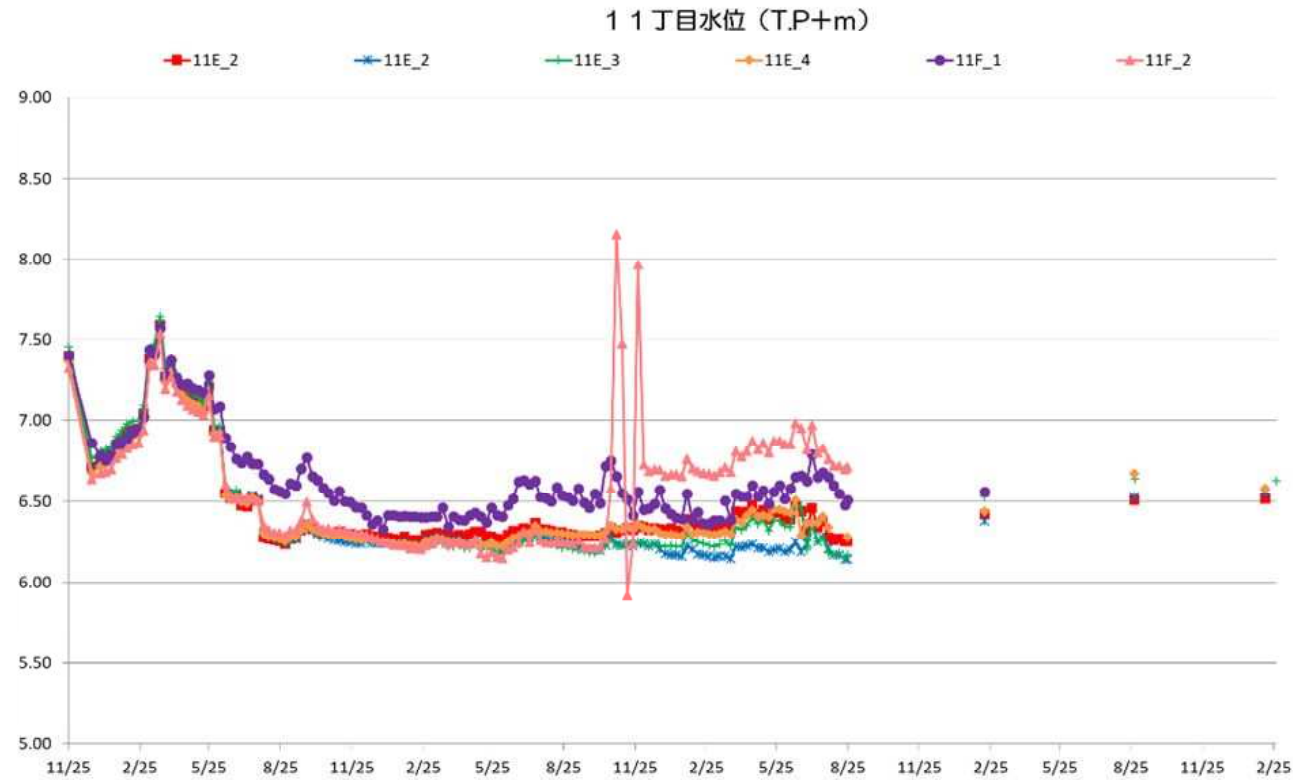


数値のぶれはあるが、沈下量想定ライン程度となっている。



10E_3の数値のぶれが大きいですが、測量差を踏まえれば概ね問題はない。

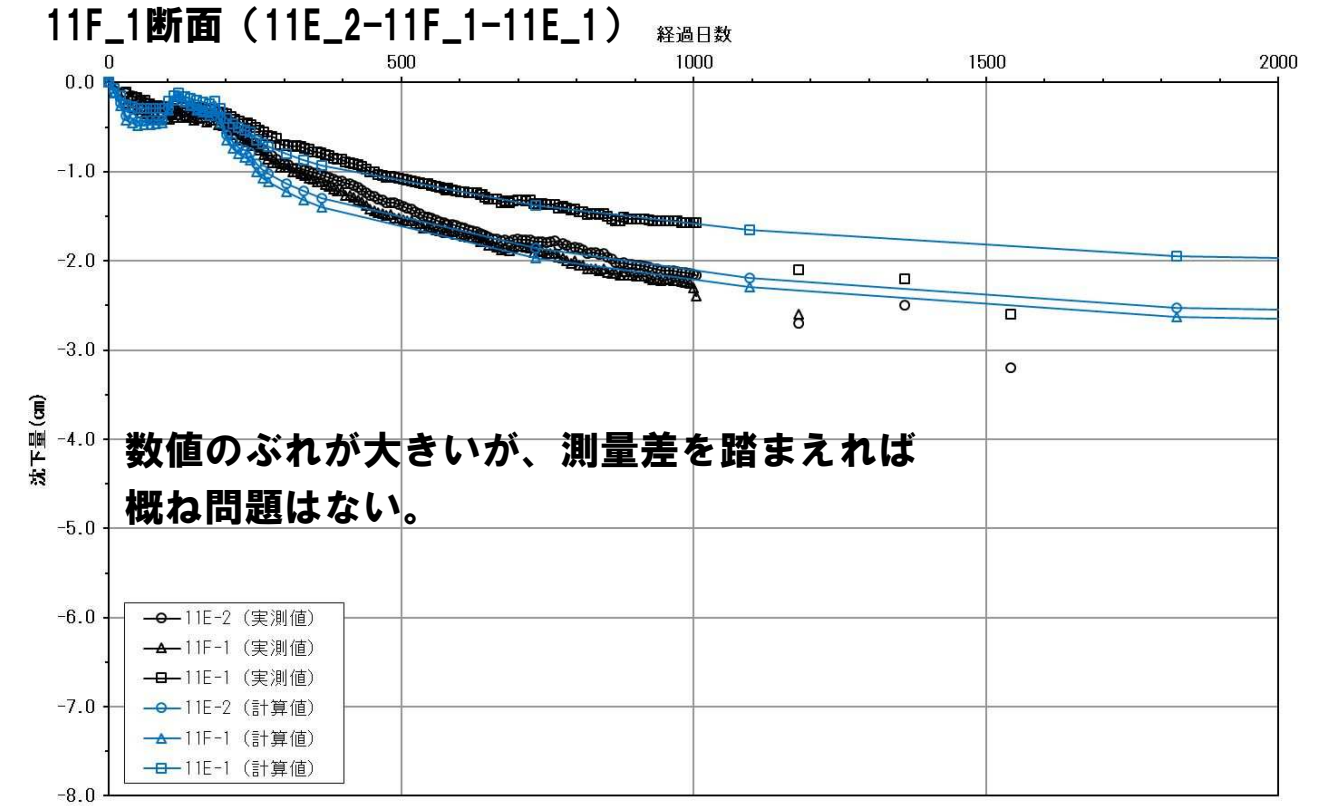
[水位と沈下状況]



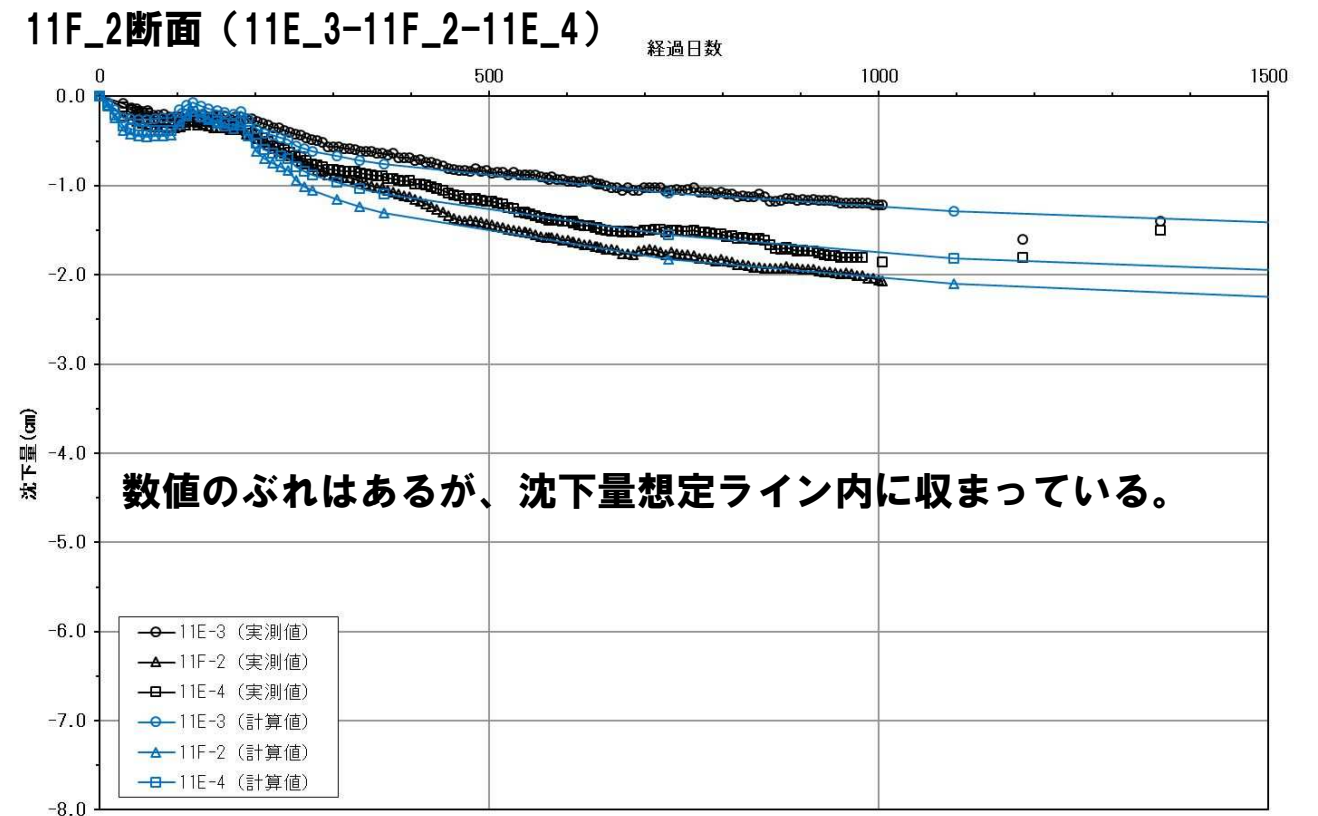
11E_2において2021/8~2022/2で7mm増加し、累計沈下量が3.2cmとなっているが、近接する地区外MH10では累計沈下量2.3cmであり地区外との沈下差は小さい。

11丁目の最大沈下量は11E_2の3.2cmとなっている。

[解析予測との対比]

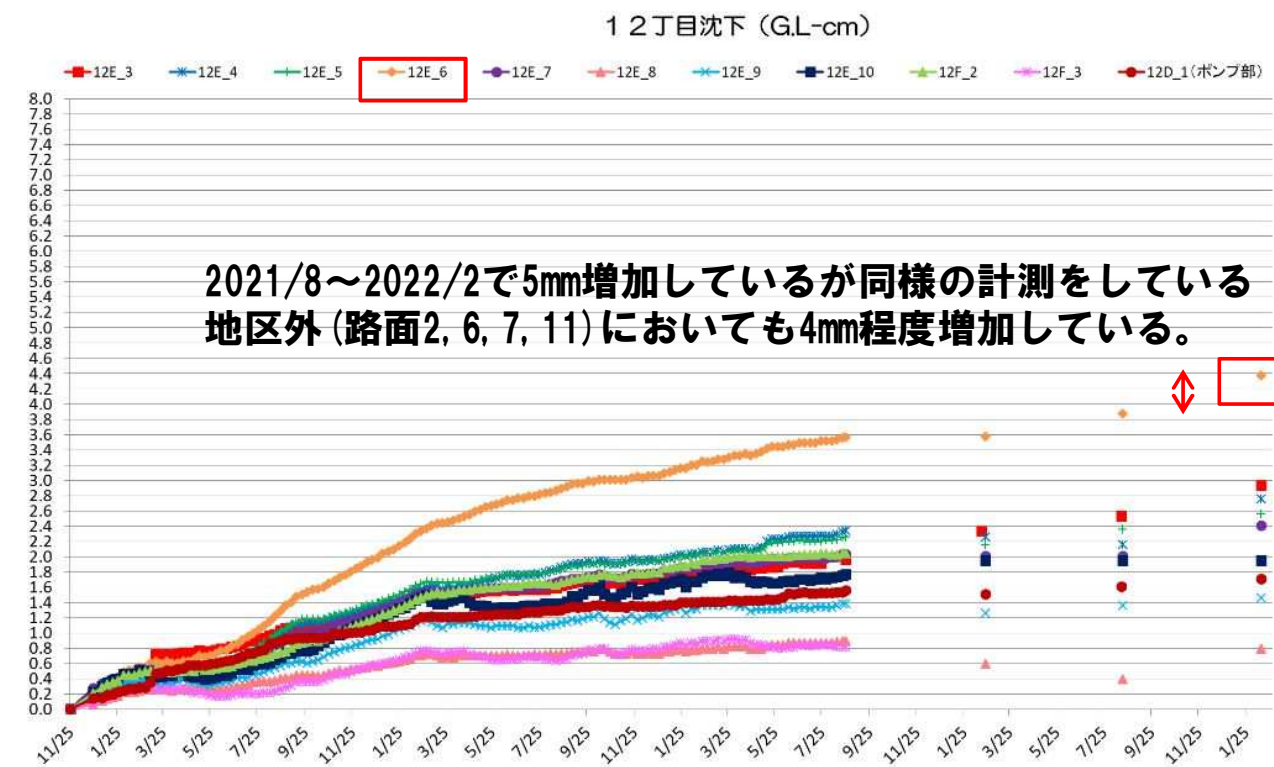
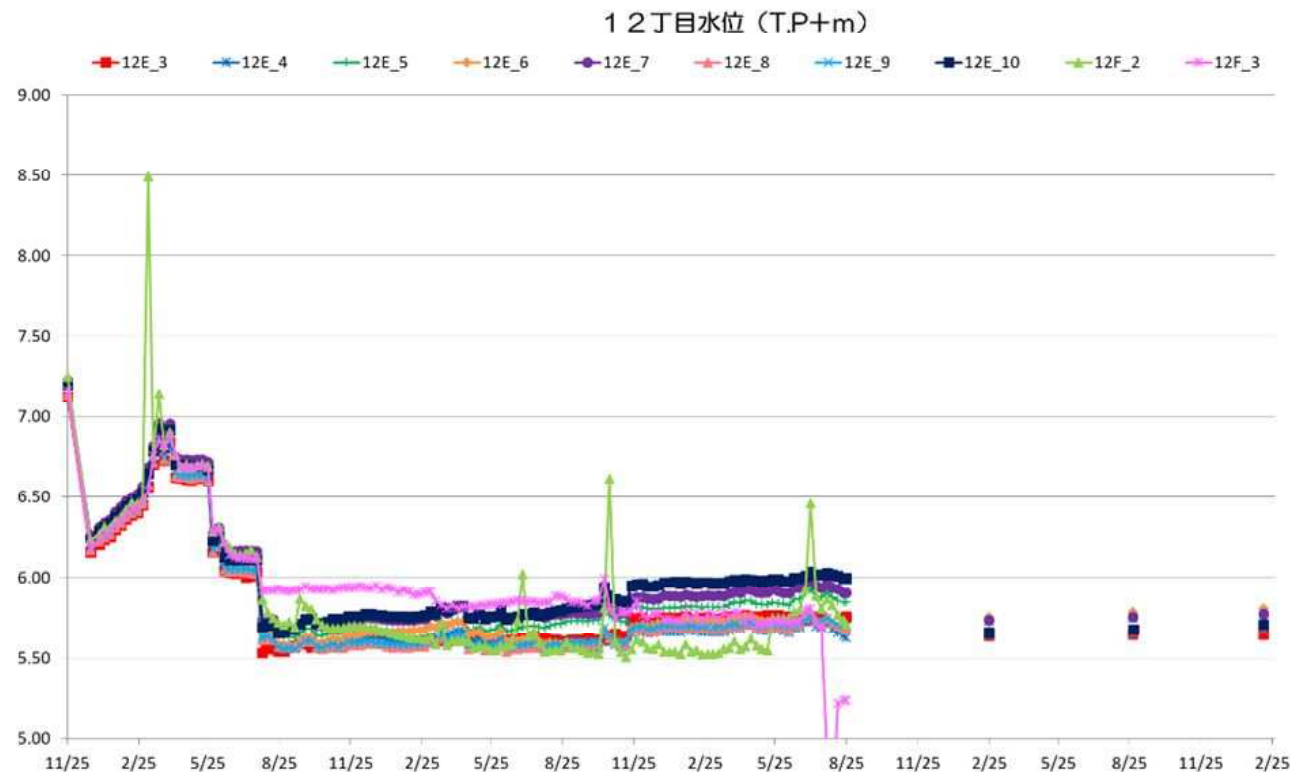


数値のぶれが大きいですが、測量差を踏まえれば概ね問題はない。



数値のぶれはあるが、沈下量想定ライン内に収まっている。

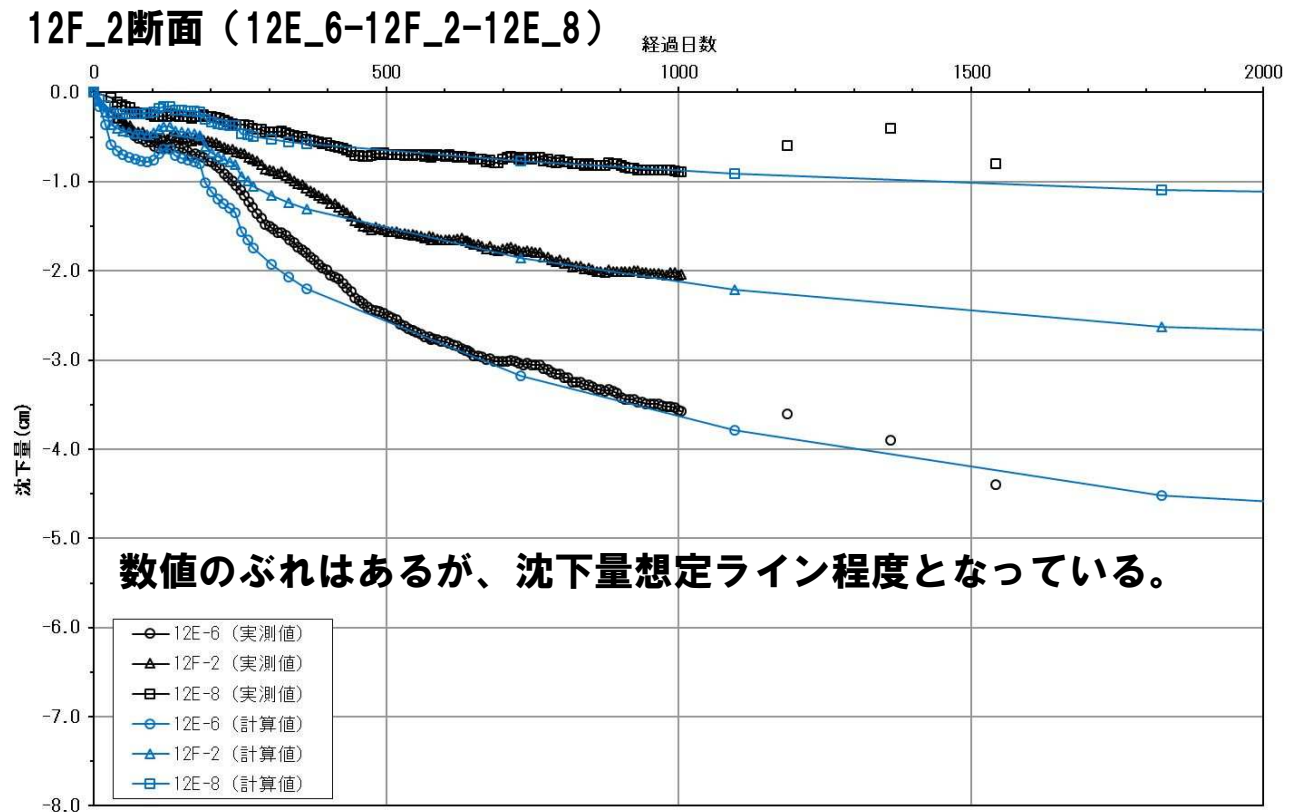
[水位と沈下状況]



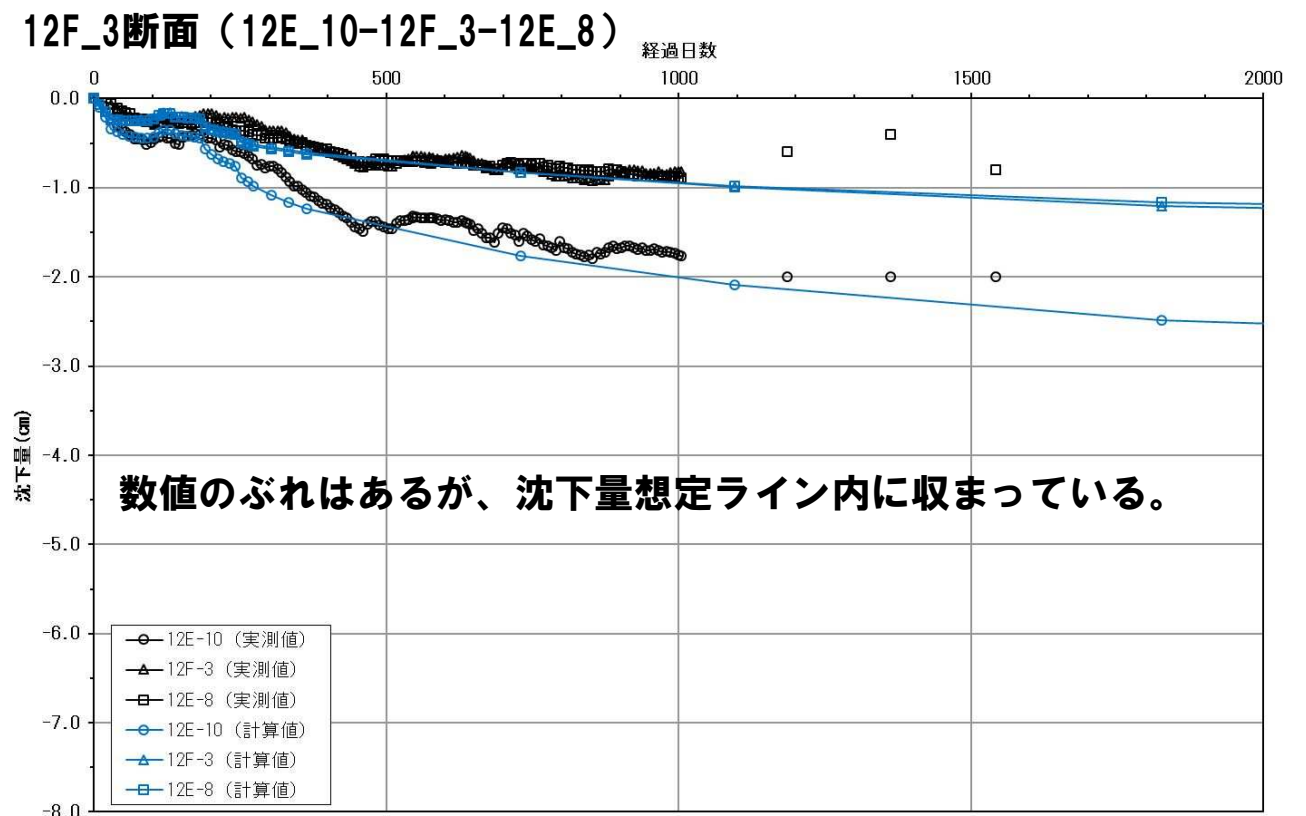
2021/8~2022/2で5mm増加しているが同様の計測をしている地区外(路面2, 6, 7, 11)においても4mm程度増加している。

12丁目の最大沈下量は12E_6の4.4cmとなっている。

[解析予測との対比]



数値のぶれはあるが、沈下量想定ライン程度となっている。



数値のぶれはあるが、沈下量想定ライン内に収まっている。

■ 検討委員会報告書 概要版

久喜市液状化対策検討委員会経緯と各章構成

	平成23年 (2011年)	平成23年度 (2011年度)		平成24年度 (2012年度)		平成25年度 (2013年度)		平成26年度 (2014年度)		平成27年度 (2015年度)		平成28年度 (2016年度)		平成29年度 (2017年度)		平成30年度 (2018年度)		令和元年度 (2019年度)		令和2年度 (2020年度)		令和3年度 (2021年度)	
	3月	4~9月	10~3月	4~9月	10~3月	4~9月	10~3月	4~9月	10~3月	4~9月	10~3月	4~9月	10~3月	4~9月	10~3月	4~9月	10~3月	4~9月	10~3月	4~9月	10~3月	4~9月	10~3月
1章. 地震の概要	●東日本大震災																						
2章. 久喜市液状化対策検討委員会	●第1回(2012年5月10日) 第21回(2022年3月10日)●																						
3章. 事業計画策定	事業区域の目安設定(2015年4月9日)● 実証実験																						
4章. 計測管理	●地下水位低下開始(2017年11月25日) 計測完了(2022年3月31日)●																						
5章. 事業の効果と沈下の影響	効果影響確認(2020年9月28日)●																						

■ 検討委員会報告書 概要版

第1章 地震の概要

1.1 地震発生の概要

平成23年3月11日14時46分、三陸沖を震源とするマグニチュード(M)9.0の地震が発生し、宮城県栗原市で最大震度7を観測、久喜市では震度5強を観測した。

表 1-1-1. 東北地方太平洋沖地震の震源及び規模等

地震発生時刻	平成23年3月11日14時46分
発生場所(震源位置)	北緯38度06.2分、東経142度51.6分、深さ24km
規模(マグニチュード)	9.0(モーメントマグニチュード)
最大震度	宮城県栗原市 震度7 久喜市内最大 震度5強
発震機構	西北西-東南東方向に圧力軸を持つ逆断層型(CMT解)

1.2 一般被害等の状況

東北地方太平洋沖地震(東日本大震災)により、久喜市では震度5強を記録し、停電(約15,000戸)や断水などライフラインが遮断される状態となった。地震や液状化による建物の全半壊や一部損壊は500件を超え、市内19箇所避難所を設置し、帰宅困難者を含めて最大で1,200人以上の方々が避難を余儀なくされた。

その中でも、著しく液状化の被害に見舞われたのが南栗橋地区であり、液状化により、道路や上下水道、マンホール等は陥没や隆起、建物や電柱は傾きや沈下等による被害が発生し、市民生活に大きな影響を及ぼした。



写真 1-2-1. 久喜市南栗橋における被害状況

1.3 公共施設被害状況

南栗橋地区の電柱を除く公共インフラ施設の被害状況は下記のように報告されている。

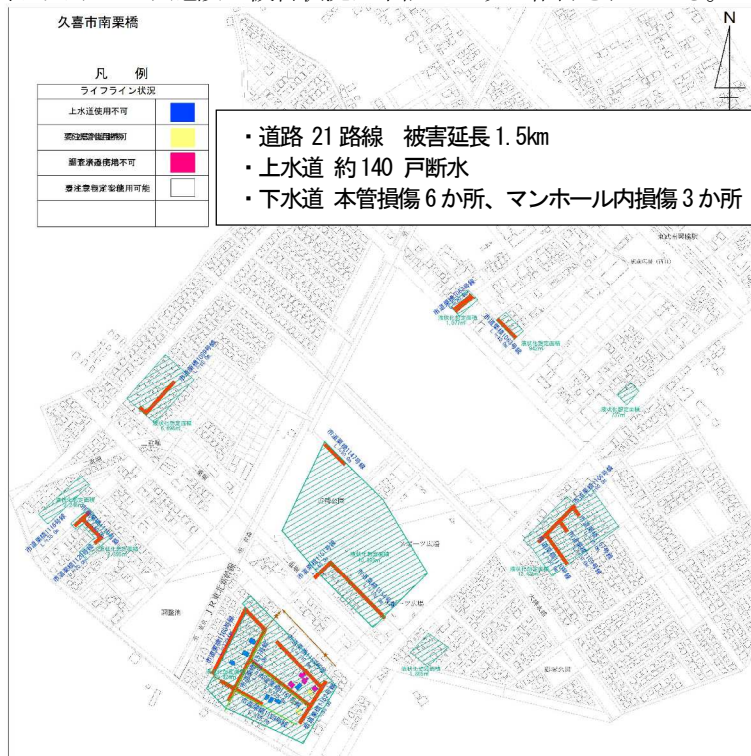


図 1-3-1. 南栗橋地区公共施設被害状況図

第2章 久喜市液状化対策検討委員会

2.1 久喜市液状化対策検討委員会について

東日本大震災において発生した南栗橋地区内の地盤の液状化に関し、被災住宅地の今後の対策について検討するため、平成24年(2012年)3月23日久喜市液状化対策検討委員会条例を定め、久喜市液状化対策検討委員会を設置した。

久喜市液状化対策検討委員会は、オブザーバーとしての関係行政機関の職員委員2名を含む8名以内で組織するものとし、学識経験者として、下記6名に委嘱された。

表 2-1-1. 久喜市液状化対策検討委員会メンバー

職名	氏名	所属
1 会長	坂本 功	東京大学 名誉教授
2 副会長	河合 直人	工学院大学 建築学部建築学科 教授
3	古関 潤一	東京大学生産技術研究所 基礎地盤工学研究室 教授
4	佐久間 順三(工学博士)	有限会社 設計工房佐久間 代表取締役
5	松下 克也	株式会社 ミサワホーム総合研究所
6	若松 加寿江	関東学院大学 工学部社会環境システム学科 教授

オブザーバー：埼玉県市街地整備課副課長、久喜市副市長

久喜市液状化対策検討委員会は、平成24年(2012年)5月10日から令和4年(2022年)3月10日まで、計21回開催し、調査方法や対策工法、モニタリング結果の評価等について審議した。

第3章 事業計画策定

3.1 調査

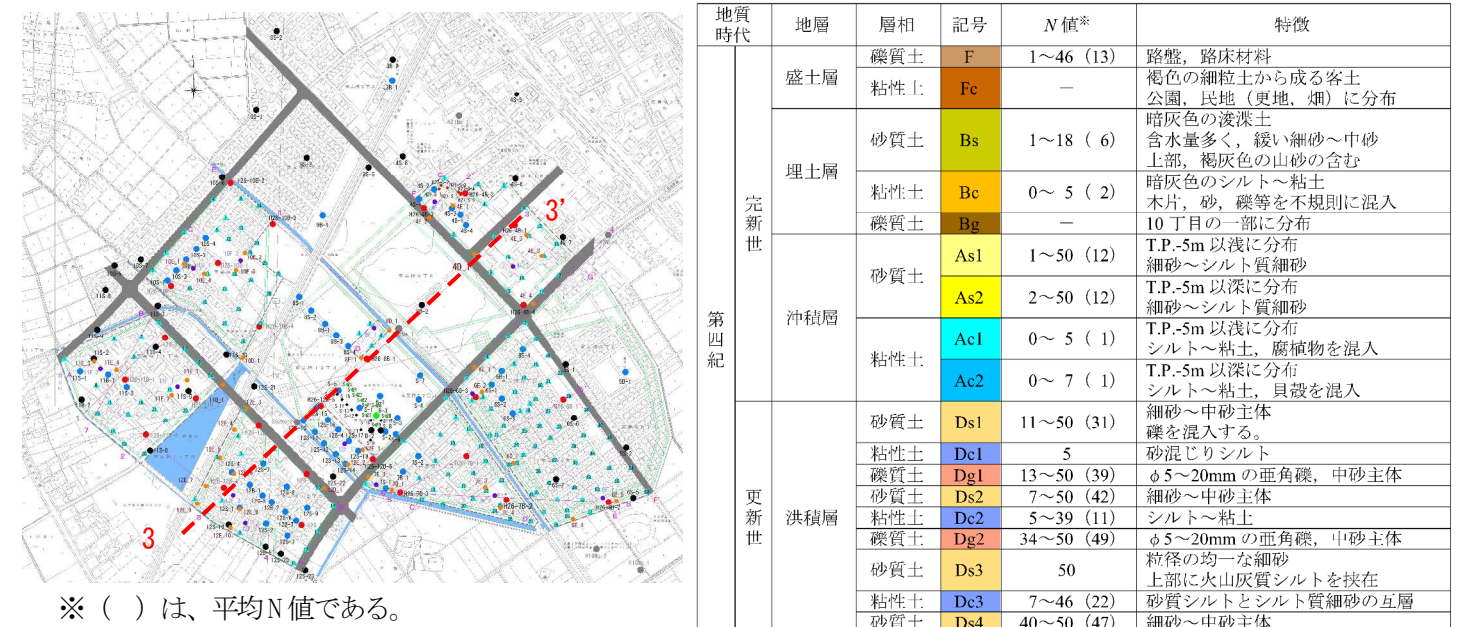
事業計画策定等にあたり、地質調査、地下水位調査(地下水位低下開始前)等を実施した。

[主な調査内容と状況]

□地質調査 : ボーリング(98本)、PDCサンディング(265本)

盛土(F層)および埋土(B層)の下位には、粘性土を主体とする沖積層が25~30m程度分布する。沖積粘性土(Ac層)は、土層の境界部を除いてはN値0(モンケン自沈)となり、極めて軟質である。

沖積粘性土(Ac層)は、T.P.-5m付近を境に混入物が変化する。T.P.-5m以浅では腐植物、T.P.-5m以深では貝殻を混入する。ここでは、T.P.-5m以浅の沖積粘性土をAc1層、T.P.-5m以浅の沖積粘性土をAc2層とし区分した。



※()は、平均N値である。

■ 検討委員会報告書 概要版

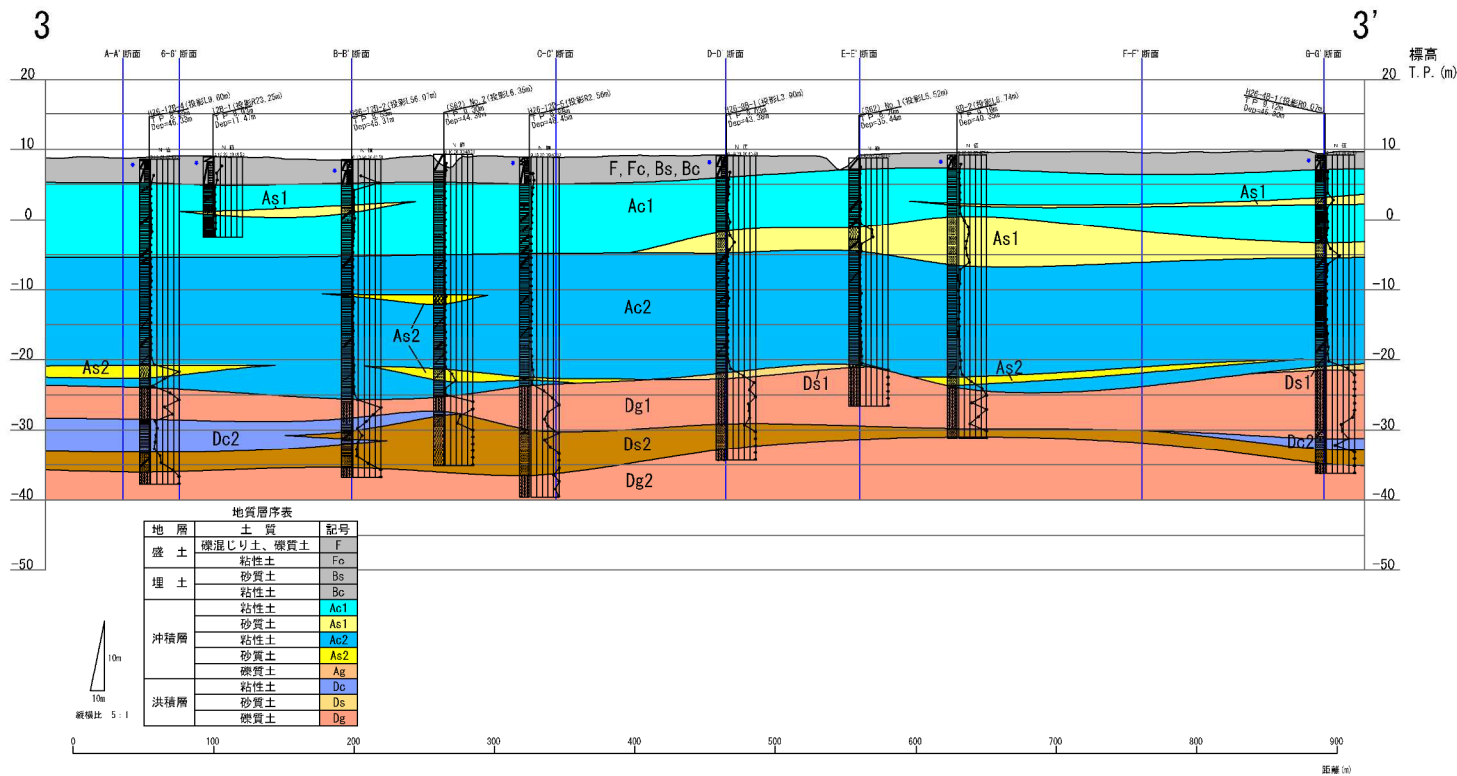


図 3-1-1. 地層層序表・地質想定断面図 (3-3' 断面)

□水位調査 : 観測井設置 (29 箇所)、水路水位観測 (10 箇所)

- 地下水位は日降雨量 50mm 程度以上の雨に水位が敏感に反応する。
- 4 月～6 月頃の代掻きは水位変動にほとんど影響がない。

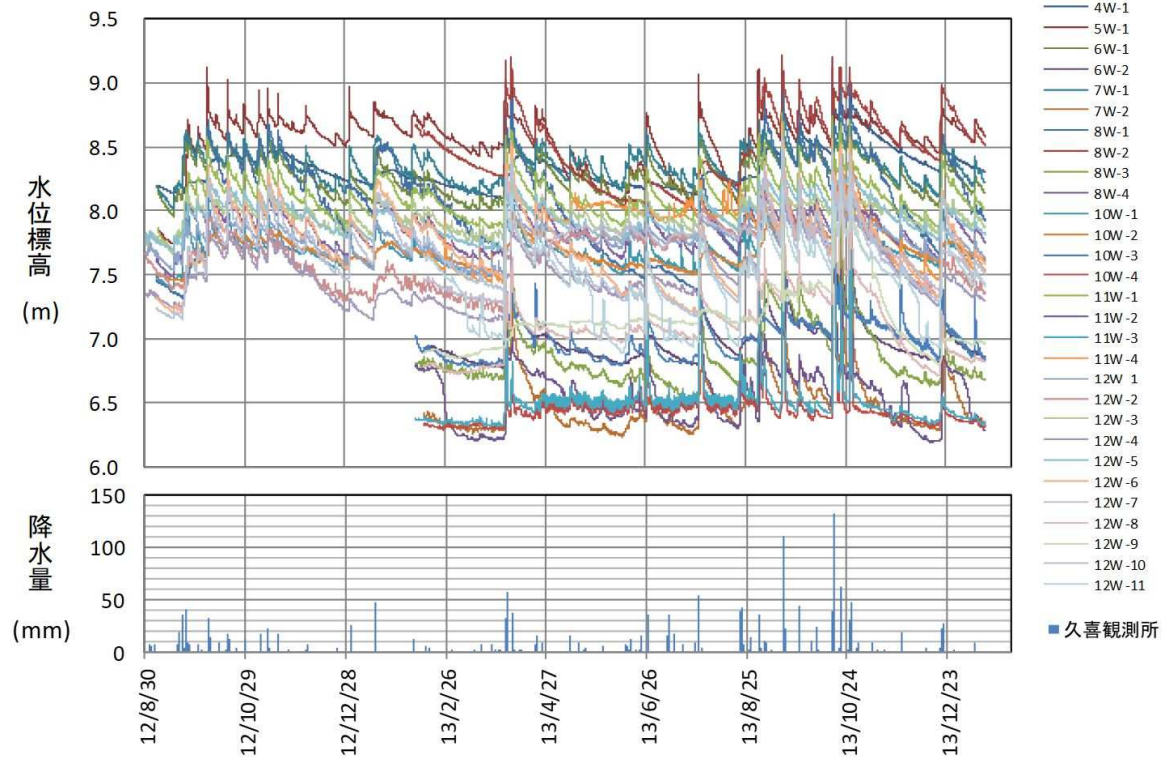


図 3-1-2. 地下水位変動状況 (地下水位低下開始前)

- 水路水位は日降雨量 50mm 程度以上の雨に水位が敏感に反応する。
- 4 月～6 月頃の代掻きは水位変動にほとんど影響がない。
- 2013 年 10 月 16 日に 132.5mm/日の降雨があり、RW-1 の場合 1m 程度の水位上昇 (T.P.+約 7.9m) が確認され、10 月 19 日に降雨前程度の水位に戻っている。

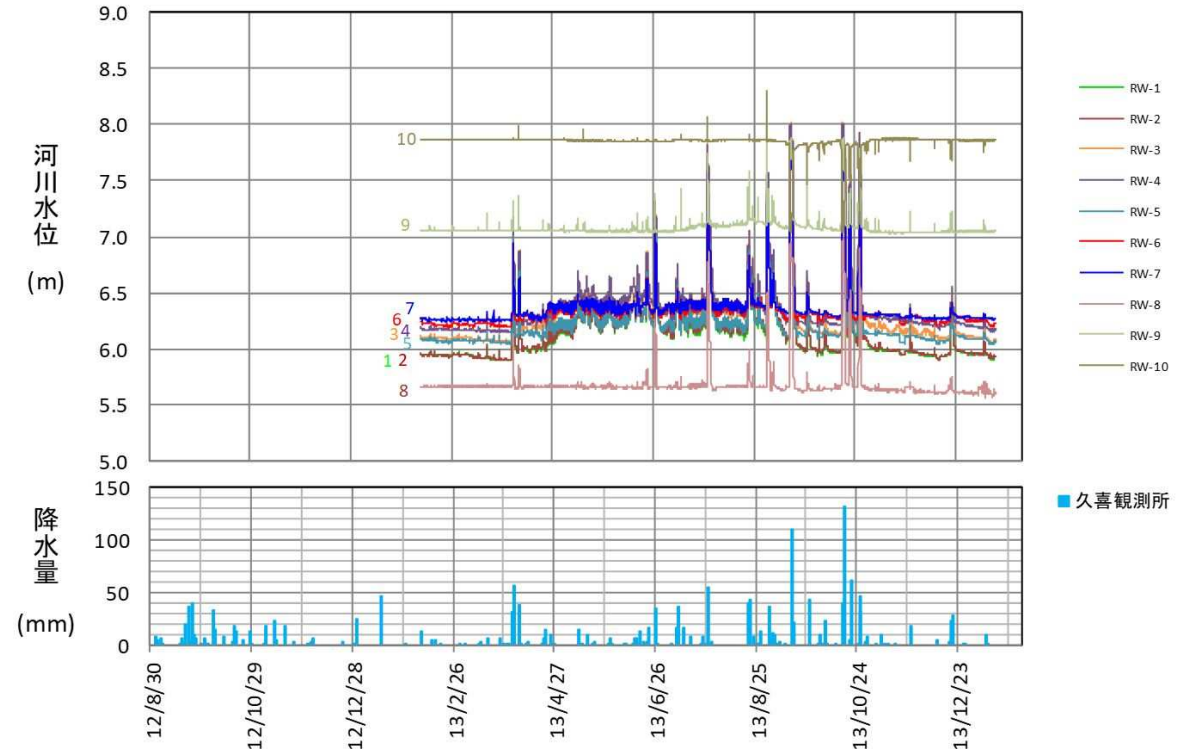


図 3-1-3. 水路水位変動状況 (地下水位低下開始前)

□広域的地盤沈下 (地下水位低下開始前)

広域的な地盤沈下状況の把握 :

南栗橋地区は、埼玉北東部に位置しているが、昭和 50 年代半ば以降、北東部の鷲宮町、栗橋町 (いずれも現久喜市) 付近での地盤沈下が大きくなった経緯がある。

- 地表面沈下の年変動は縮小傾向にあったが 2010[H22]年～2011[H23]年では沈下年変動量が増えている (2011[H23]年は震災の影響も含まれる)。
- 1983[S58]年から豊田区画整理事業に工事着手しており、基標番号 2024 のデータによると 1m 程度の累積沈下量を計測している。
- 住民アンケートによる家屋建築年数は平成 3 年くらいからが多くなっており、各年データとして記録されている南栗橋周辺の平成 6 年からの累計沈下量では 16cm～35cm 程度の沈下量を記録している。
- 地盤沈下により家屋が傾いて困った例については確認できていない。
- 不等沈下による路面の補修は適宜行っている。



図 3-1-4. 栗橋付近の広域的な地盤沈下状況 (2002[H14]年～2011[H23]年)

■ 検討委員会報告書 概要版

□家屋状況調査

被災した家屋の特徴の有無把握のため、住民アンケートを実施（2012年9月）し、取りまとめを行った。
 なお、相対比率としてどういった構造の方が被害を受けにくかったかをまとめたものであり、その構造であれば今後被害が出ないということを示したのではない。

(罹災状況)

一部損壊以上の罹災証明を受けている件数は、12丁目（68件）、10丁目（22件）、11丁目（10件）、6丁目（8件）、7丁目（6件）、4丁目（3件）、9丁目（1件）の順となっている。

(罹災状況と家屋構造形式)

- 罹災と家屋構造形式との比較を行うために、件数の多い12丁目を抽出した結果をまとめた。
- ・家の構造形式としては鉄筋コンクリート・鉄骨造の被害が少ない。
 - ・基礎の構造としてはべた基礎のほうが被害は少ない。
 - ・木造では、地盤対策あり（べた基礎）を除いて罹災率は高い値を示している。
 - ・べた基礎では、地盤対策（支持力対策）が被害の軽減に寄与した傾向がある。
 - ・基礎の鉄筋の有無については、平成12年以降の家屋でも鉄筋なしと回答している家屋もあるため、鉄筋の有無による違いは判断できない。
 - ・木造におけるべた基礎では、対策の方法により罹災率に変化が表れた。
 - ・布基礎においては対策の種類や有無においても罹災率の変化が表れていない。
- ※地盤改良は種類が不明なものを集計
- ・べた基礎の柱状改良は、被害の軽減に寄与した傾向がある。
- （少なくとも各地区における液状化層厚以上の長さは必要と考えられる）

(建築年の違いによる罹災状況)

- ・7丁目では1981～1999年の建築基準法により建築された家屋のみ罹災している。
- ・12丁目では2000年建築基準法により建築された家屋でも罹災しているが罹災率は1981～1999年建築基準法の方が高くなる。

(7丁目の建設年別戸数)		
1981～1999	: 35件	- 38.5%
2000～2011.3	: 52件	- 57.1%
不明	: 4件	- 4.4%
合計	: 91件	
(構造形式別の基礎の形状)		
	1981 ～1999	2000 ～2011.3
全壊	-	-
大規模半壊	-	-
半壊	3/35≒8.6%	-
一部損壊	3/35≒8.6%	-

7丁目では罹災証明の判定がある住戸は、1981～1999年に建築された建物である。

(12丁目の建設年代別戸数)		
1981～1999	: 81件	- 68.1%
2000～2011.3	: 27件	- 22.7%
不明	: 11件	- 9.2%
合計	: 119件	
(構造形式別の基礎の形状)		
	1981 ～1999	2000 ～2011.3
全壊	9/81≒11.1%	-
大規模半壊	15/81≒18.5%	2/27≒7.4%
半壊	18/81≒22.2%	2/27≒7.4%
一部損壊	12/81≒14.8%	3/27≒11.1%

12丁目では、1981～1999年に建てられた建物の方が2000～2011.3のものより罹災証明の判定が行われた件数が高い率である。

□埋設状況調査

埋設企業者より埋設台帳を入手し、南栗橋は東彩ガス、上水道、下水道の3企業が埋設している状況を確認した。
 各企業者の使用管材は下記の通りである。なお、埋設管理者（水道、東彩ガス）への聞き取りでは特に沈下対策としての管材を採用しているわけではないが、これまで南栗橋地区の圧密沈下について通常の維持管理で大きな問題はないとのことであった。

(下水道管)

：VU管（硬質塩化ビニル管）、HP管（遠心力鉄筋コンクリート管）

(水道管)

：HIVP管（水道用耐衝撃性硬質ポリ塩化ビニル管）

(ガス管)

：PE管（ガス用ポリエチレン管）

□囲繞堤資料

豊田土地区画整理事業地の造成には、「中川総合開発事業権現堂調整池 調整池浚渫計画報告書 S60.10 埼玉県権現堂調節地建設事務所」により囲繞堤を築いた中に権現堂調整池の浚渫土砂等を用いていることが確認できた。
 また、囲繞堤の位置については、既往資料及び航空写真、地質調査結果により判断した。



3.2 事業計画策定

□南栗橋地区の特徴

1) 地理的状況整理

- ・土地の変遷について整理を行った結果、宅地造成前の土地利用状況と液状化発生個所との相関は確認できなかった。
- ・造成は権現堂調整池浚渫土砂と建設残土により行われ、液状化は浚渫土砂造成部で発生している。

2) 地震波の特徴

- ・K-NET久喜データの整理し、地表面最大加速度 202gal、50gal以上の強震継続時間は80秒程度であったことを確認した。

□液状化検証と再液状化診断

1) 南栗橋地区にて液状化が発生した原因

- ①細粒分の少ない浚渫土砂（Bs層）による盛土
- ②高い地下水位
- ③強く揺れの長い地震

2) 再液状化診断

- ・当初地盤における液状化(FL)計算および非液状化層厚 H1 と液状化層厚 H2 の関係による地表面への液状化影響結果と、噴砂鉋物組成観察結果により、造成に用いた浚渫土砂（Bs層）が噴砂したものと考えられ、地質性状等に変化がないことから、再度同様の地震による再液状化の可能性も高い。

□液状化に有効な対策工整理

液状化を防ぐ原理による工法の中から適用区分（「更地でのみ適用性が高い」「宅地でのみ適用性が高い」「更地・宅地ともに適用性が高い」）ごとの工法抽出を行った。

[更地でのみ適用性が高い]

- ・置換工法

[宅地でのみ適用性が高い]

- ・高圧噴射攪拌工法（格子状改良）

[更地・宅地ともに適用性が高い]

- ・ディープウェル工法（地下水位低下）
- ・排水溝工法（地下水位低下）

■ 検討委員会報告書 概要版

- ・深層混合処理工法（格子状改良）
- ・表層安定処理工法（格子状改良）

上記工法のうち、置換工法については、更地にしか適用できず、更地は事業要件外となるため、既存宅地部の再液状化対策工法選定から除外した。

□対象地震動設定

1) 対象地震動

- ・LV2 を用いる場合、南栗橋地区と接続地区の地盤強度が大きく変わるため、上下水道、ガス、下水管などがずれしてしまうなどの問題が生じる可能性があることから、想定する地震動は、LV1 地震の「東日本大震災」と同レベルのマグニチュード及び久喜市で観測された地表面最大加速度（M9、202gal）とした。

□液状化対策工法比較

液状化に有効な対策工法整理にて抽出した工法について、採用にあたっての課題を整理し、対策工法の選定を行った。下記理由により、地下水位低下および圧密沈下に対する実証実験を実施し、水位低下、地盤沈下の影響を確認し、効果と影響に問題がなければ「地下水位低下工法」を選定することとした。

- ・解析結果を踏まえた改良厚等により工事費算出結果によると、格子状改良では住民負担が 750 万円程度（塀等の改修費除く）となるケースも想定され、地下水位低下工法が現実的な選択肢となっている。
- ・浸透流解析と実験との対比により、地下水位低下工法の妥当性を明らかにする。
- ・南栗橋地区における地下水位低下に伴う圧密沈下に対する不同沈下の状況を明らかにする。
- ・実験を通して、傾斜状況などを住民の目で実際に確認することにより、工法の理解を得る。
- ・ディープウェルの場合、宅地内での管理となるため、排水溝での水位低下が望ましい。

□実証実験

1) 概要

地下水位低下工法による所定の増加荷重に対する沈下量、地下水位などを把握し、対象地区への適用性、工法の妥当性あるいは周辺への影響の有無などを明らかにすることを目的として、2013（平成 25）年 4 月上旬～2014（平成 26）年 3 月下旬に実証実験を実施した。

2) 実験場概要

実験場内に排水溝工法試験箇所と井戸工法試験箇所を設け、井戸工法試験箇所においては模擬家屋荷重を載荷した状態で水位低下によって、どの程度沈下するかを把握した。

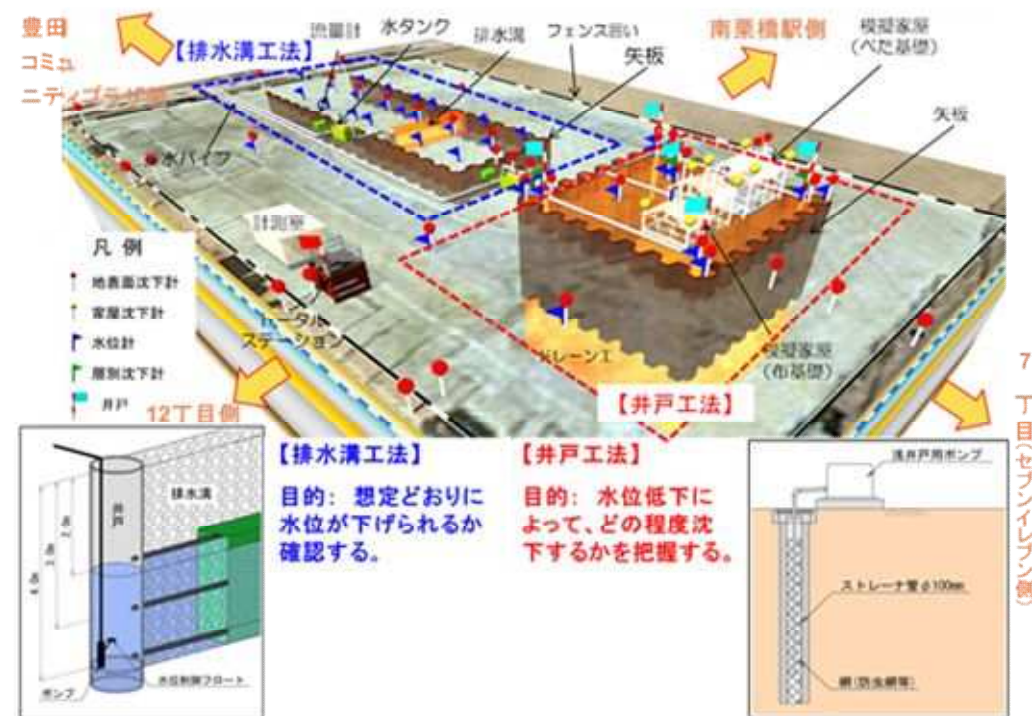


図 3-2-1. 実験場概要図

3) 観測結果

【水位観測結果】

- ・実験結果から、排水溝間中央部相当位置で深度 2.5 m までの水位低下が確認され、さらに排水溝の水位を 4.0 m まで下げた場合には 2.6 m まで低下した（低下量では 1.6 m）。
- ・道路部の排水溝施設から、想定通りに地下水位を下げられることが確認できた。

【沈下観測結果】

- ・実験で得られた沈下量は、この断面では中央部で 13cm 程度となっており、最大で 15 cm 程度となった。
- ・実験結果による沈下については、矢板付近で沈下量が小さくなっており、矢板の拘束の影響を受け、沈下が抑制される傾向にある。
- ・沈下差が大きくなることにより、傾斜角も大きく（最大 8/1,000）なる傾向にある。
- ・模擬家屋部の基盤修正の盛土の影響を含んだ値となっている。

4) 実験を踏まえた解析結果

実験において、実験場特有の条件が観測値に影響を与えているため、解析により影響を排除した場合の数値を算出した。

【解析結果】

- ・鋼矢板や地盤改良、整地盛土荷重の影響を取り除いた解析の結果、水位低下による沈下量は最大 7.8 cm（30 年後）となった。
- ・工事の影響を除去した傾斜角は、「市街地液状化推進ガイダンス（以下、ガイダンスと称す）」に示された参考値（3/1,000）を下回る結果となった。

□対策工選定

1) 選定工法

下記理由により、「地下水位低下工法」を採用した。

- ①南栗橋地区は、地下水位を下げやすい地盤であること。
 - ・南栗橋地区にある砂層は粒の揃った砂のため、水を通しやすい。
 - ・砂層の厚さが薄く水位低下量が少なく済む。
- ②他の工法に比べて、対策費用が安価であること。
 - ・道路内の工事だけで宅地内も効果が見込まれるため、基本的に、ほとんどの宅地内の工事が発生しない。
 - ・地盤を固める工法などに比べて、全体の工事費が安い。
 - ・地下水を排水するための水路が整備されている。
- ③地下水位を下げることにより、家屋の使用に悪影響をおよぼすような傾斜は生じにくいと考えられること。
 - ・実証実験を行った結果、地下水位を低下させることで地盤沈下は発生するが、傾斜は、国から示されている参考値（3/1000 の傾き）を下回ること。
 - ・過去の地盤沈下において家屋の構造系に影響を与えるような不等（不同）沈下が報告されていないこと。
- ④宅地部の液状化対策として用いられている同種の事例があること。
 - ・「尼崎市築地地区（兵庫県南部地震）」「新潟県柏崎市（中越沖地震）」

■ 検討委員会報告書 概要版

2) 対策概要

本地区における液状化対策として行われる地下水低下工法は、地区ごとに矢板等で止水を行ったうえで道路内に「排水溝」を設置し、マンホールポンプにより既設水路へ排水させることで地区全体において地下水位の低下を図ることとした。

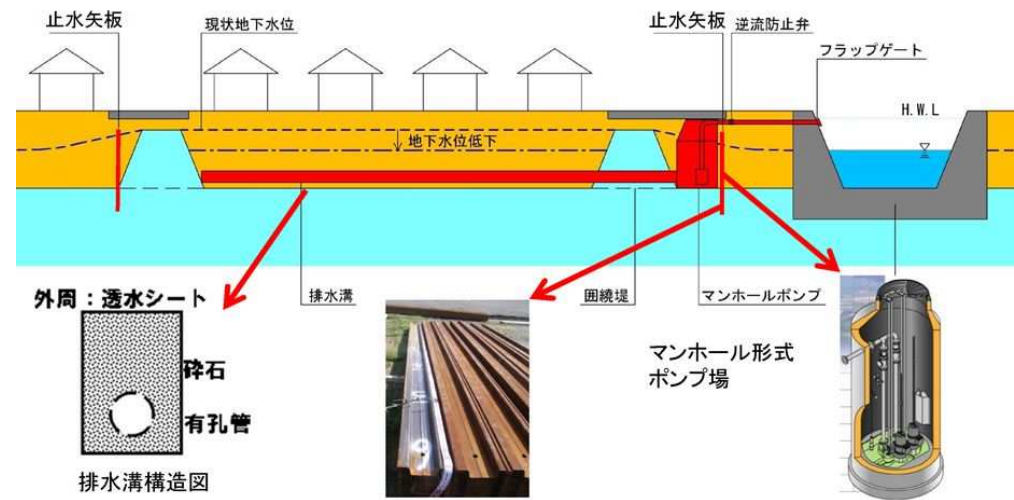


図3-2-2. 対策概要図

3) 細部構造

- 地下水低下工法の細部構造は実証実験結果等を踏まえ、下記とした。
- ・排水溝は、管材に有孔管を使用し、周囲を砕石+透水シートで埋め戻す。
 - ・砕石+透水シートは実証実験に用いた4号砕石+不織布タイプとする。
 - ・有孔管径は、実証実験にて所定の水位低下を図ることができたφ200とする。
 - ・最下流で圧送にて水路等へ排水する計画であることから、排水溝の砕石を1.5m程度の高さとする。全断面を通水構造とし、有孔管に縦断勾配は設けないものとする。
 - ・締切矢板の天端は、宅地内へのインフラ引込を考慮し、GL-1.0mとする。

□対策範囲設定

- 下記に示す、再液状化により地表面が影響を受ける範囲設定にあたっての考え方にに基づき対策範囲を設定した。
- ・液状化による地表面への影響判定は、「市街地液状化対策推進ガイダンス H26.3 国土交通省都市局都市安全課」に基づき行う。
 - ・ボーリング、サウンディング試験による液状化による地表面への影響判定結果および東日本大震災時の液状化箇所を基本とする。
 - ・影響を受ける範囲の境界は、造成地の埋戻し状況が異なっている可能性がある圍繞堤により区分する。
 - ・主要道路部は造成にあたり、埋め戻し状況が異なっている可能性がある。
 - ・液状化による地表面への影響を受ける判定箇所において、駐車場・更地・公園等の範囲を一部除外する。
 - ・水路部は深さが3m程度あり、水路下にBs層がほとんどないため、液状化の影響が生じないものとする。
 - ・同一圍繞堤内が主要道路、水路により区分され、それぞれで液状化による地表面への影響判定結果が異なる場合は境界設定を行う。
 - ・浚渫土砂の不均一性を考慮し、圍繞堤、主要道路などで区分された中で、1箇所でも液状化による顕著な被害の可能性が高いという結果が出た場合は、区分範囲全体を「影響を受ける可能性が高い範囲」とする。

□事業区域決定

再液状化により地表面が受ける範囲、事業区域の目安および宅地の関係地権者の3分の2以上の同意により、事業区域範囲を決定した。

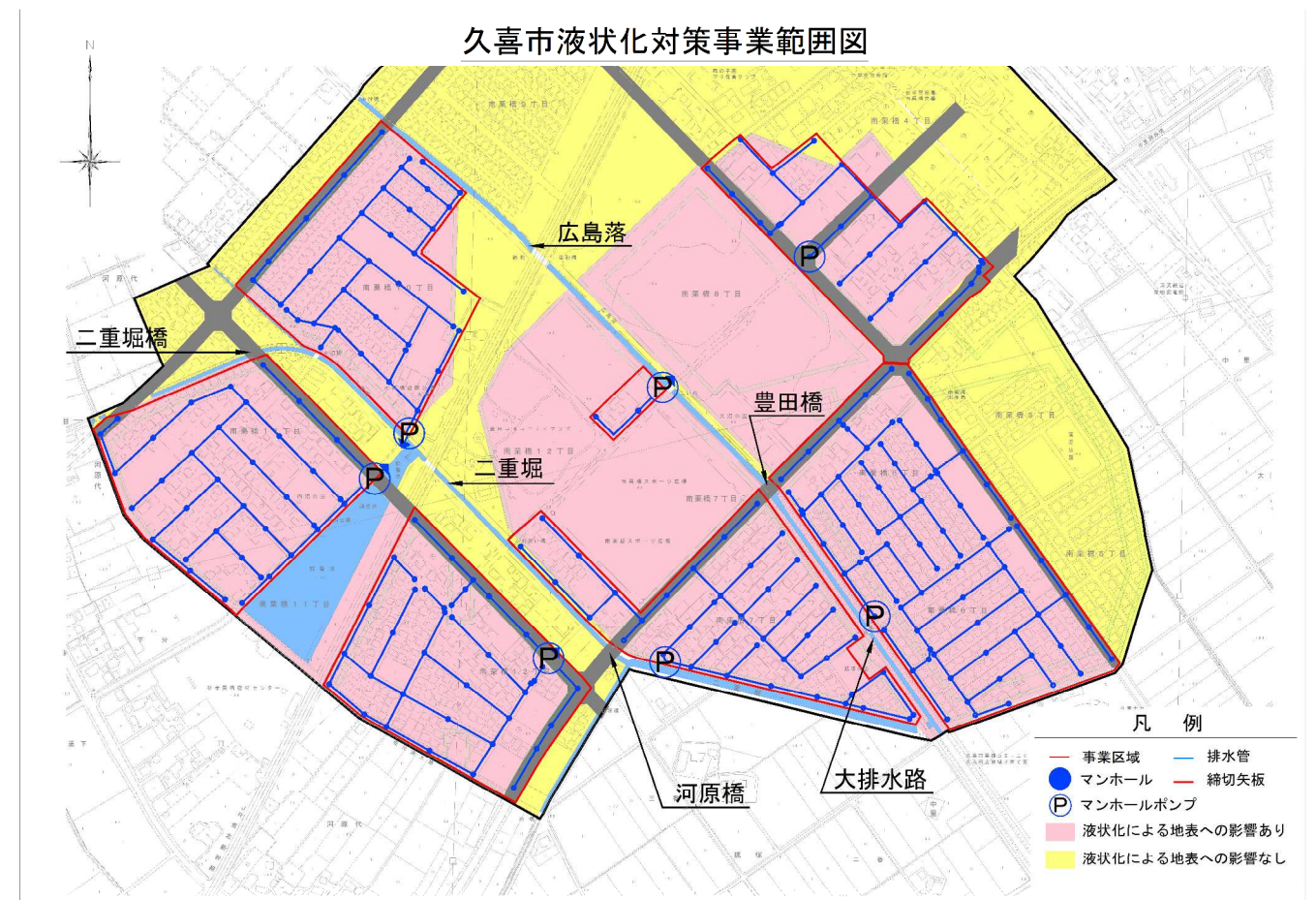


図3-2-3. 事業範囲図

■ 検討委員会報告書 概要版

第4章 計測管理

4.1 計測管理関連業務

当時の最新基準である「市街地液状化対策推進ガイドンス」H28.2国土交通省都市局に基づき、「モニタリング調査」を実施した。

モニタリング調査により、地下水位低下工法の効果・影響観測および検証を行うことを目的とし、観測機器設置、計測管理、解析等を実施し、委員会に結果等を諮った。

4.2 計測管理

□調査内容

1) 工事により発現した効果を確認するための事項

- 「地下水位観測」
- ・ ポンプ稼働前後の地下水位の把握

2) 地下水位低下前後における建物への影響の因果関係を確認するための事項

- 「沈下観測」
- ・ 地下水排水管設置工事中における沈下量の確認（工事中の沈下量）
- ・ 地下水排水開始後の沈下量の確認（地下水位低下後の沈下量）

□地下水位低下工法施工後の効果検証方法

「市街地液状化対策推進ガイドンス」H28.2国土交通省都市局に基づき、「自記水位計」、「地盤沈下計」、「間隙水圧計」を設置し、計測結果を効果検証に用いた。

□計測期間・計測スケジュール

工事完了後（地下水位低下前）に初期値を計測（平成29年3月を予定）し、地下水位低下後の挙動を地下水位低下対策実施期間について継続的に計測した。

ガイドンスでは、地下水位の低下が落ち着いた後1年間を観測期間としているが、久喜市では実証実験結果などにより、沈下の大部分が収束するまでに2年程度は要することから、地下水位低下開始から2年以上の観測とした。

なお、経済性の観点から、地下水位の低下が落ち着いた後1年間は自動常時観測（計測A）とし、それ以降は沈下状況も踏まえ、常時観測から観測頻度、方法（自動計測→手計測）を変更し、継続観測を実施した。

□観測地点

1) 事業区域内

各地区の観測予定位置は下記に示す3地点とし、マンホールポンプ部を除き1箇所あたり民地部1孔、マンホール2基を基本とする。

- A. 各地区の再液状化の危険の高いところ
（各地区の必要低下水位設定マンホール付近）
- B. 各地区の地下水位が下がりにくいところ
（マンホールポンプからの管路距離が遠い箇所が必要水位低下量が大きいところ）
- C. マンホールポンプ部

なお、民地部は更地・畑・駐車場を基本とした。

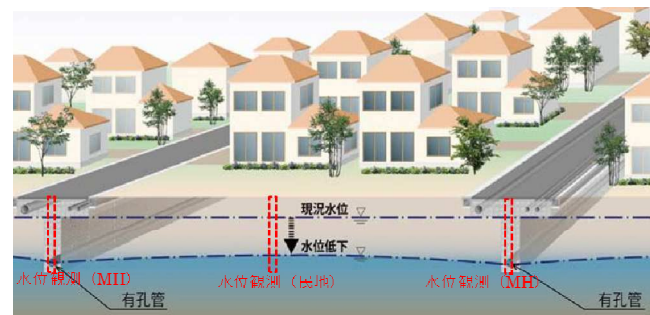


図4-2-1. 地下水位観測位置概要図

2) 事業区域外

事業区域外は、事業区域外への影響が把握可能となるよう、締切矢板から1区画程度外周に配置した。



図4-2-2. 観測地点（事業区域内水位、沈下・事業区域外水位）

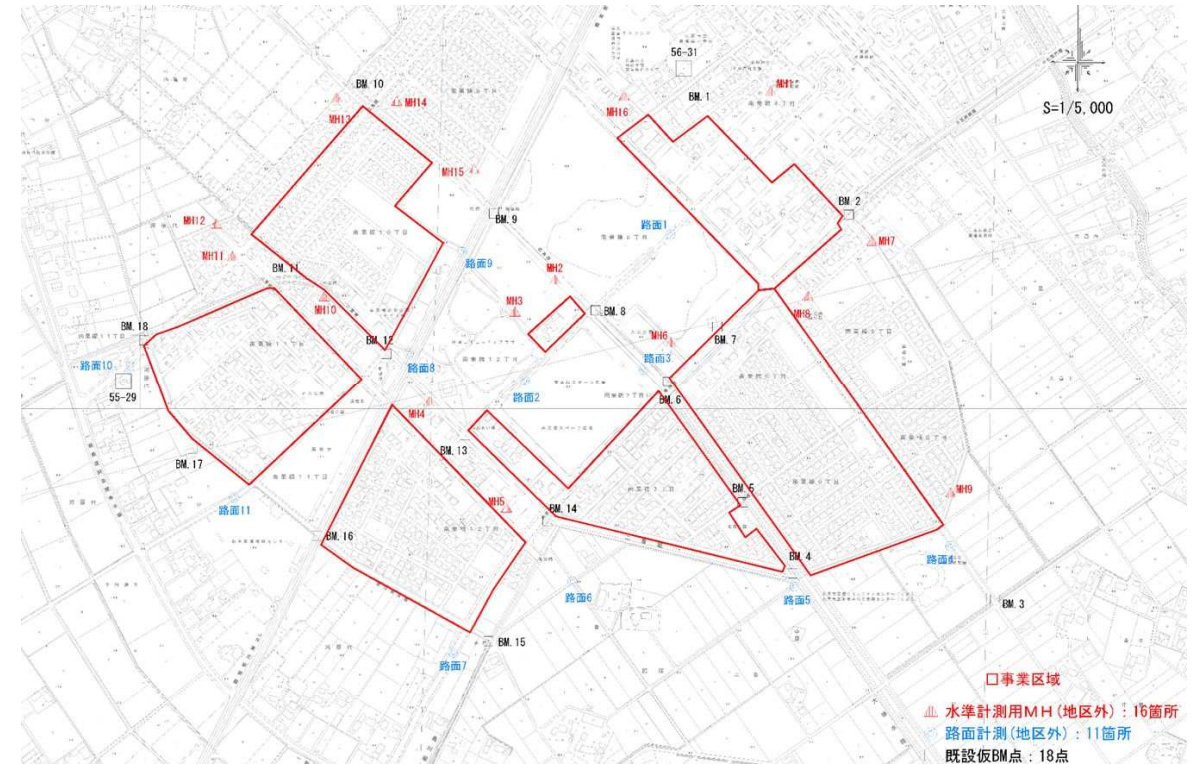


図4-2-3. 観測地点（事業区域外沈下）

■ 検討委員会報告書 概要版

4.3 計測管理結果

[地下水位]

水位低下開始から33か月(2017.11/25~2020.8/24[最終低下水位が落ち着いてから2年:2018.8.25~2020.8.24])が経過し、2020.8/25正午のデータにおいて道路部は全て地区内目標水位に達している。民地部で地区内目標水位に達していない地点があるが、観測地点が粘性土層であることや概ね地点の液状化に対して必要な水位低下はなされていることから、事業区域内は液状化に対し、所定の強度を確保できているものと考えられる。

また、その後の2022年2月時点においても、排水溝部の水位は概ね一定であり、水位地下機能に問題はなく、排水溝中間点での水位についても、地点の必要低下水位以下にある。

以上のことから、M9、地表面最大加速度202gal程度の地震に対する顕著な被害の可能性の低い地区となっている。

水位(T.P.m)				水位(T.P.m)				水位(T.P.m)			
観測地点	4E_5	4F_1	4E_3	観測地点	4E_2	4F_2	4E_1	観測地点	6E_4	6F_1	6E_3
距離(m)	-23.8	0	32.7	距離(m)	-29.4	0	26	距離(m)	-34	0	24.5
2017/11/25 12:00	8.00	8.40	7.98	2017/11/25 12:00	7.98	8.13	7.92	2017/11/25 12:00	7.39	7.53	7.43
2018/8/25 12:00	6.84	7.82	6.76	2018/8/25 12:00	6.88	7.66	6.83	2018/8/25 12:00	6.20	7.02	6.30
2019/1/25 12:00	6.87	7.61	6.79	2019/1/25 12:00	6.93	7.44	6.85	2019/1/25 12:00	6.28	6.85	6.34
2019/8/25 12:00	6.89	8.64	6.74	2019/8/25 12:00	6.86	7.82	6.80	2019/8/25 12:00	6.25	6.87	6.34
地点必要低下水位	7.80	9.14	9.08	地点必要低下水位	7.80	9.26	7.80	地点必要低下水位	8.66	8.40	7.90
地区内目標水位	7.66	7.66	7.66	地区内目標水位	7.66	7.66	7.66	地区内目標水位	6.70	6.70	6.70

水位(T.P.m)				水位(T.P.m)				水位(T.P.m)			
観測地点	6E_1	6F_2	6E_2	観測地点	7E_3	7F_1	7E_4	観測地点	7E_1	7F_2	7D_1
距離(m)	-26.5	0	21.5	距離(m)	-35.5	0	20	距離(m)	-26.8	0	27.5
2017/11/25 12:00	7.31	7.55	7.32	2017/11/25 12:00	7.31	7.75	7.28	2017/11/25 12:00	6.95	7.23	6.04
2018/8/25 12:00	6.16	7.35	6.15	2018/8/25 12:00	6.42	7.45	6.27	2018/8/25 12:00	5.81	6.65	6.04
2019/1/25 12:00	6.23	7.00	6.20	2019/8/25 12:00	6.40	7.46	6.26	2019/8/25 12:00	6.06	6.55	6.06
2019/8/25 12:00	6.17	7.37	6.13	2020/8/25 12:00	6.42	7.47	6.21	2020/8/25 12:00	6.06	6.48	6.06
地点必要低下水位	7.30	9.37	7.40	地点必要低下水位	8.20	8.20	8.20	地点必要低下水位	7.10	8.50	8.52
地区内目標水位	6.70	6.70	6.70	地区内目標水位	7.10	7.10	7.10	地区内目標水位	7.10	7.10	7.10

水位(T.P.m)				水位(T.P.m)				水位(T.P.m)			
観測地点	8E_1	8F_1	8D_1	観測地点	10E_1	10F_1	10E_4	観測地点	10E_3	10F_2	10E_2
距離(m)	-61.7	0	24	距離(m)	-23	0	23	距離(m)	-22.5	0	23
2017/11/25 12:00	7.71	8.09	7.25	2017/11/25 12:00	7.18	7.13	7.25	2017/11/25 12:00	7.21	7.30	7.14
2018/8/25 12:00	6.01	7.47	5.96	2018/8/25 12:00	6.37	6.42	6.44	2018/8/25 12:00	6.43	6.94	6.35
2019/1/25 12:00	5.92	7.34	5.54	2019/8/25 12:00	6.28	6.81	6.44	2019/8/25 12:00	6.42	7.01	6.33
2019/8/25 12:00	5.87	7.80	5.53	2020/8/25 12:00	6.24	7.40	6.45	2020/8/25 12:00	6.40	6.87	6.31
地点必要低下水位	7.69	9.30	8.88	地点必要低下水位	6.56	7.10	7.20	地点必要低下水位	7.40	7.70	7.50
地区内目標水位	7.69	7.69	7.69	地区内目標水位	6.56	6.56	6.56	地区内目標水位	6.56	6.56	6.56

水位(T.P.m)				水位(T.P.m)				水位(T.P.m)			
観測地点	11E_2	11F_1	11E_1	観測地点	11E_3	11F_2	11E_4	観測地点	12E_2	12F_1	12E_1
距離(m)	-20.8	0	22.8	距離(m)	-23	0	23.5	距離(m)	-23	0	18.7
2017/11/25 12:00	7.39	7.41	7.40	2017/11/25 12:00	7.46	7.32	7.36	2017/11/25 12:00	7.29	7.30	7.26
2018/8/25 12:00	6.26	6.55	6.25	2018/8/25 12:00	6.26	6.30	6.27	2018/8/25 12:00	6.36	6.59	6.31
2019/8/25 12:00	6.30	6.60	6.36	2019/8/25 12:00	6.28	6.34	6.36	2019/8/25 12:00	6.35	7.04	6.29
2020/8/25 12:00	6.14	6.51	6.25	2020/8/25 12:00	6.17	6.71	6.28	2020/8/25 12:00	6.42	6.61	6.28
地点必要低下水位	6.63	7.10	6.63	地点必要低下水位	6.63	9.22	6.63	地点必要低下水位	6.65	7.60	7.10
地区内目標水位	6.63	6.63	6.63	地区内目標水位	6.63	6.63	6.63	地区内目標水位	6.65	6.65	6.65

水位(T.P.m)				水位(T.P.m)			
観測地点	12E_6	12F_2	12E_8	観測地点	12E_10	12F_3	12E_8
距離(m)	-18.5	0	26.4	距離(m)	-31.2	0	22.4
2017/11/25 12:00	7.20	7.25	7.14	2017/11/25 12:00	7.20	7.16	7.14
2018/8/25 12:00	5.59	5.72	5.58	2018/8/25 12:00	5.66	5.93	5.58
2019/8/25 12:00	5.59	5.77	5.58	2019/8/25 12:00	5.81	5.88	5.58
2020/8/25 12:00	5.67	5.71	5.68	2020/8/25 12:00	6.00	5.24	5.68
地点必要低下水位	7.20	6.90	6.70	地点必要低下水位	7.50	7.30	6.70
地区内目標水位	6.04	6.04	6.04	地区内目標水位	6.04	6.04	6.04

図4-3-1. 各地区地下水水位観測値(自動観測)

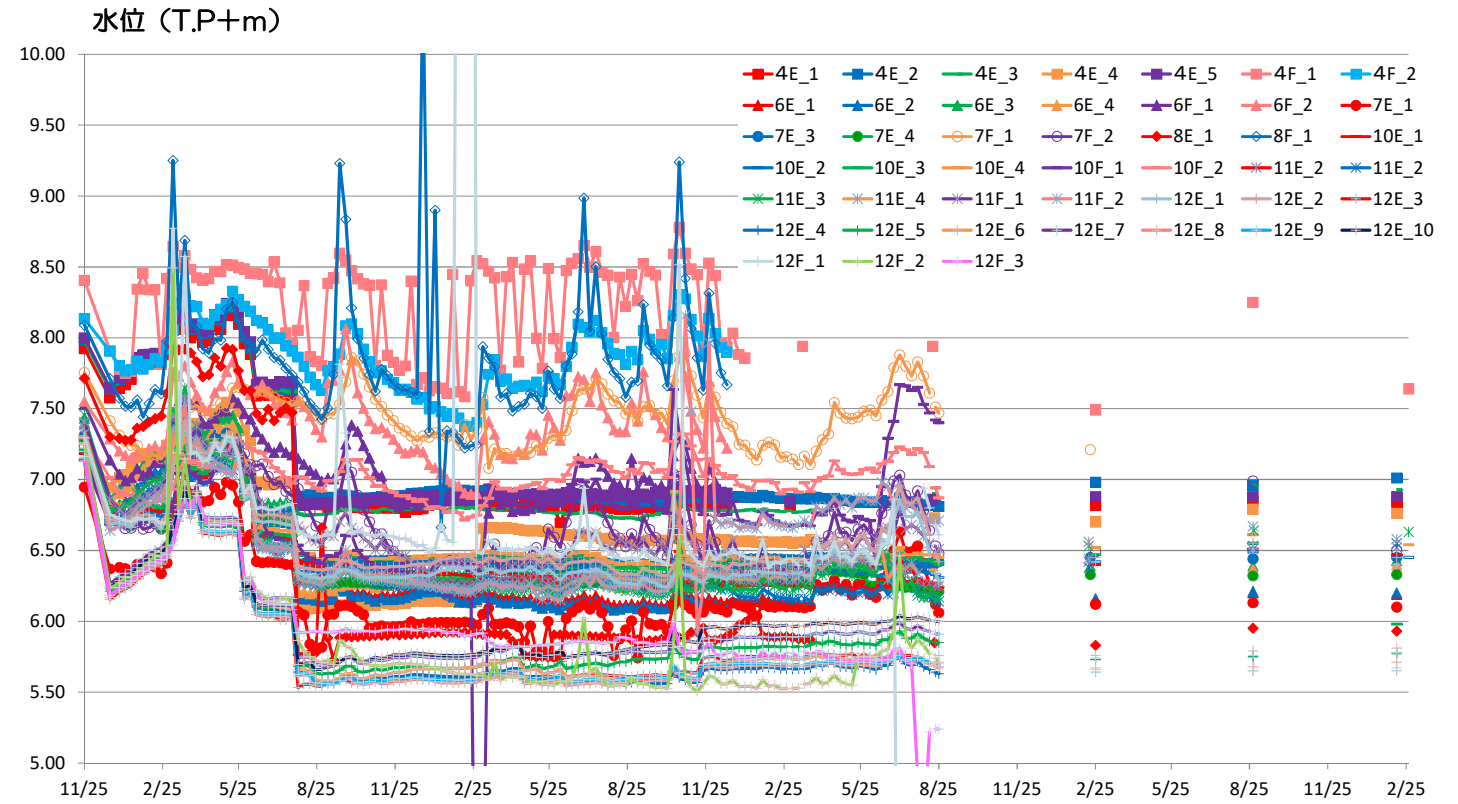


図4-3-2. 各地区地下水水位時系列図

■ 検討委員会報告書 概要版

[沈下量]

2019年8月時点において4、6、8丁目は、沈下が収束傾向にあり、沈下量も少ないことから民地部は観測を終了し、官地部は観測頻度、方法（自動計測→手計測）を変更した。

一方、7、10、11、12丁目は、更に自動計測を1年間継続（2020年8月まで）した。

2020年8月25日時点における地区の沈下量は、最大で36mm、傾斜角は、最大1.03/1000程度（いずれも12E_6）で、限界値として設定している傾斜角3/1000以下となっており、地下水位低下の影響は当初の想定範囲内に収まっていることから、民地部は観測を終了し、官地部は観測頻度、方法（自動計測→手計測）を変更した。

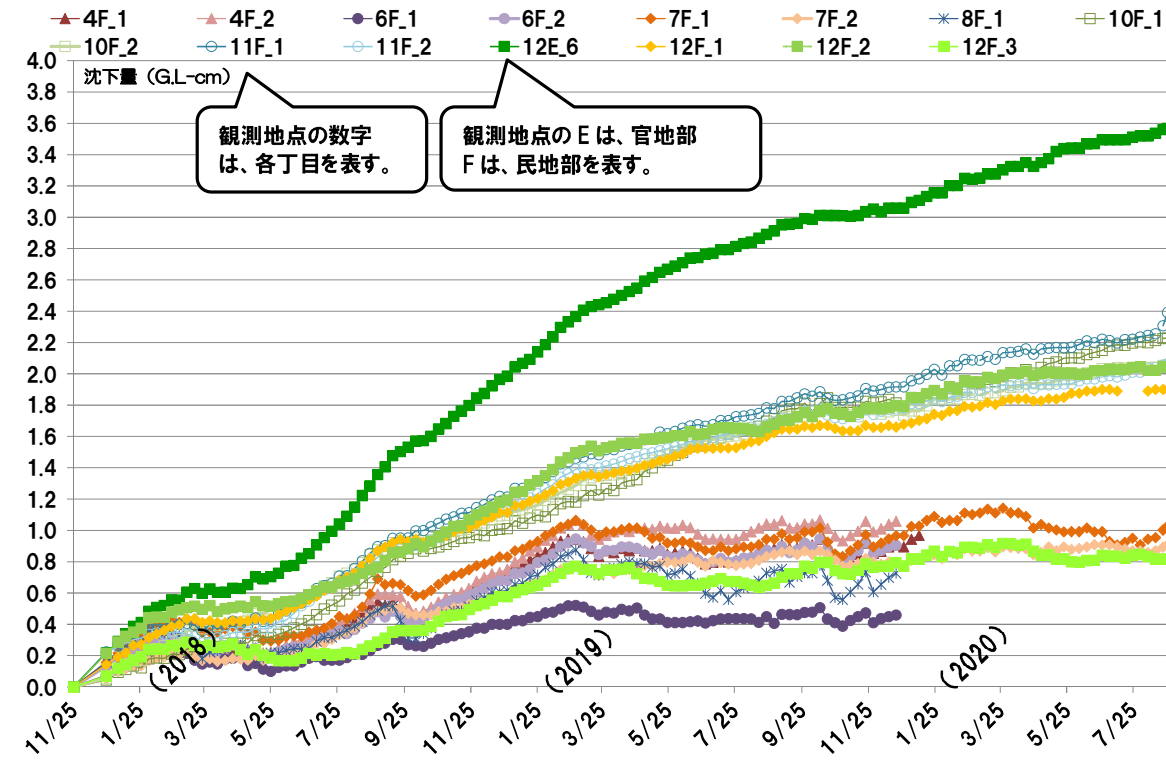


図4-3-3. 各地区代表地点沈下経時グラフ（自動観測）

また、観測頻度、方法（自動計測→手計測）変更後の2021年2月時点における地区の沈下量は、最大で44mm（12E_6）で、広域的地盤沈下（地区外沈下量）、測量手法変更による数値誤差を踏まえると予測解析程度の数値となっている。

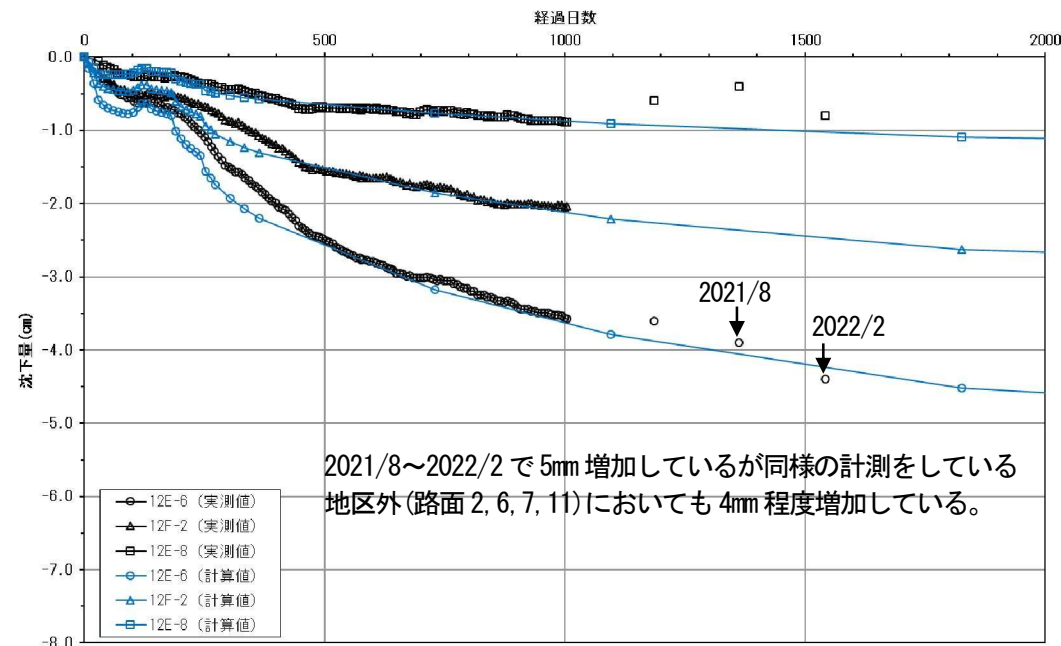
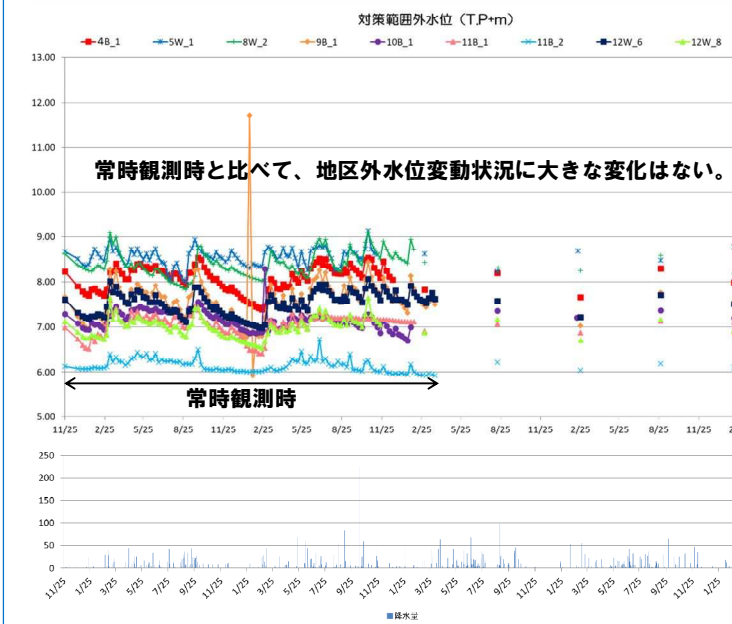


図4-3-4. 最大沈下量計測地点実績値-予測値対比グラフ

[地区外観測結果]

・地区外地下水位と降水量



・地区外沈下量

観測年月日	2017/11/15 ~ 2017/11/16	2021/8/16 ~ 2021/8/18	2022/2/9 ~ 2022/2/12	2017/11 からの 累計沈下量 (mm)	直近6ヵ月 沈下量 (mm) 2021/8~ 2022/2
MH1	9.173	9.175	9.177	-4	-2
MH2	8.876	8.868	8.866	10	2
MH3	9.086	9.075	9.074	12	1
MH4	8.525	8.505	8.503	22	2
MH5	8.511	8.499	8.497	14	2
MH6	8.977	8.973	8.970	7	3
MH7	9.361	9.360	9.360	1	0
MH8	9.213	9.214	9.212	1	2
MH9	8.943	8.941	8.941	2	0
MH10	8.635	8.615	8.612	23	3
MH11	8.763	8.749	8.747	16	2
MH12	8.306	8.287	8.283	23	4
MH13	9.342	9.338	9.334	8	4
MH14	9.158	9.151	9.152	6	-1
MH15	8.885	8.877	8.877	8	0
MH16	9.090	9.084	9.083	7	1
路面1	9.255	9.251	9.251	4	0
路面2	8.850	8.834	8.830	20	4
路面3	9.154	9.142	9.141	13	1
路面4	8.992	8.989	8.990	2	-1
路面5	8.442	8.436	8.435	7	1
路面6	8.313	8.302	8.298	15	4
路面7	9.187	9.188	9.184	3	4
路面8	8.525	8.506	8.503	22	3
路面9	8.817	8.804	8.802	15	2
路面10	8.846	8.840	8.836	10	4
路面11	8.883	8.875	8.871	12	4

地区外地盤観測点における2017年11月から2022.2までの地区外累計最大沈下量はMH10, 12の2.3cmとなっている。
また、直近の2021年8月~2022年2月の6ヵ月間での沈下増加量は最大4mm (MH12, 13, 路面2, 6, 7, 10, 11) となっている。

4.4 解析結果

観測データを用いて圧密沈下解析を行い、今後の状況を予測し、現設定水位の妥当性を確認した。

□観測地点予測解析結果

同定（フィッティング）を行ったモデルにおいて、観測地点の最終沈下量ならびに観測地点間の最大傾斜角を予測した結果を下表に示す。

最終最大沈下量は12F_2で-5.5cm程度となる。また、傾斜角3/1000を超える断面はない。

表6-4-1. 最終沈下量・最大傾斜角一覧（観測地点）

断面	最終沈下量(cm)			最大傾斜角 ×1/1000 (rad)	
	左端	中央	右端	左側	右側
4F-1	-0.74	-1.13	-1.64	0.13	0.16
4F-2	-3.29	-1.09	-0.91	-0.80	-0.07
6F-1	-1.21	-0.52	-1.67	-0.20	0.58
6F-2	-0.68	-1.01	-0.70	0.19	-0.16
7F-1	-1.04	-0.97	-1.28	0.03	0.16
7F-2	-0.92	-1.06	-1.27	0.06	0.10
8F-1	-2.51	-0.90	-0.77	-0.26	-0.05
10F-1	-2.00	-2.96	-3.34	0.43	0.13
10F-2	-2.45	-2.42	-2.00	0.02	-0.24
11F-1	-2.77	-2.88	-2.18	0.06	-0.29
11F-2	-1.68	-2.54	-2.19	0.42	-0.17
12F-1	-2.23	-2.72	-2.51	0.21	-0.12
12F-2	-5.42	-3.12	-1.33	-1.48	-0.68
12F-3	-3.01	-1.51	-1.41	-0.54	-0.04

■ 検討委員会報告書 概要版

□家屋部予測解析結果

同じ解析結果における、家屋部の最終沈下量ならびに最大傾斜角を下表に示す。

家屋位置の最大最終沈下量は、-4.71cmである。最大傾斜角は、-1.48/1000であり、傾斜角3/1000を超える家屋はない。

表 6-4-2. 最終沈下量・最大傾斜角一覧（家屋部）

断面	最終沈下量(cm)						断面	最大傾斜角×1/1000 (rad)		
	家屋-1		家屋-2		家屋-3			家屋-1	家屋-2	家屋-3
	左端	右端	左端	右端	左端	右端				
4F-1	-0.91	-1.08	-1.12	-1.33			0.20	0.31		
4F-2	-1.43	-1.09	-1.04	-0.98			-0.29	-0.08		
6F-1	-1.36	-0.53	-0.51	-0.52			-0.59	0.02		
6F-2	-0.99	-1.01	-1.02	-0.80			0.04	-0.20		
7F-1	-1.13	-1.00	-0.97	-0.97	-0.98	-1.29	-0.12	0.01	0.02	
7F-2	-0.94	-0.99	-1.05	-1.13			0.05	0.07		
8F-1	-2.62	-2.77	-2.74	-1.06	-0.95	-0.85	0.10	-1.44	-0.09	
10F-1	-2.13	-2.80	-3.01	-3.07			0.62	0.06		
10F-2	-2.35	-2.42	-2.19	-2.02			0.08	-0.24		
11F-1	-2.83	-2.89	-2.80	-2.37			0.06	-0.42		
12F-1	-2.37	-2.71	-2.72	-2.60			0.26	-0.11		
12F-2	-4.71	-3.22	-3.17	-2.43	-2.15	-1.36	-1.48	-0.73	-0.28	
12F-3	-2.99	-2.44	-1.92	-1.61	-1.43	-1.41	-0.67	-0.47	-0.27	

これらの解析結果を踏まえ、現水位設定を今後継続しても、問題はないものと判断した。

- 本解析においては、圧縮指数、透水係数について、地質的に取りうる範囲で数値設定を行っており、土質試験結果の数値設定に対し、実測値との整合性が向上するとともに、解析値がより大きな値を示しており、安全側の将来評価となっている。
- 解析結果において、事業区域内の最終最大沈下量は5.42cm、最終最大傾斜角は1.48/1000程度である。家屋部では最終最大沈下量は4.71cm、最終最大傾斜角は1.48/1000程度であり、傾斜角の限界値3/1000以下で収まる。
- 本解析は実測値とのフィッティングを行っていることから、広域的地盤沈下の影響も含んだものとなっている（地下水位低下の影響による沈下量は解析値よりも小さい）。

4.5 事前家屋調査・事後調査結果

□家屋調査対象範囲

家屋調査対象範囲は、対象事業区域内および締切矢板に隣接する事業区域外1軒分とし、水路を挟んだ家屋は含まないものとした。

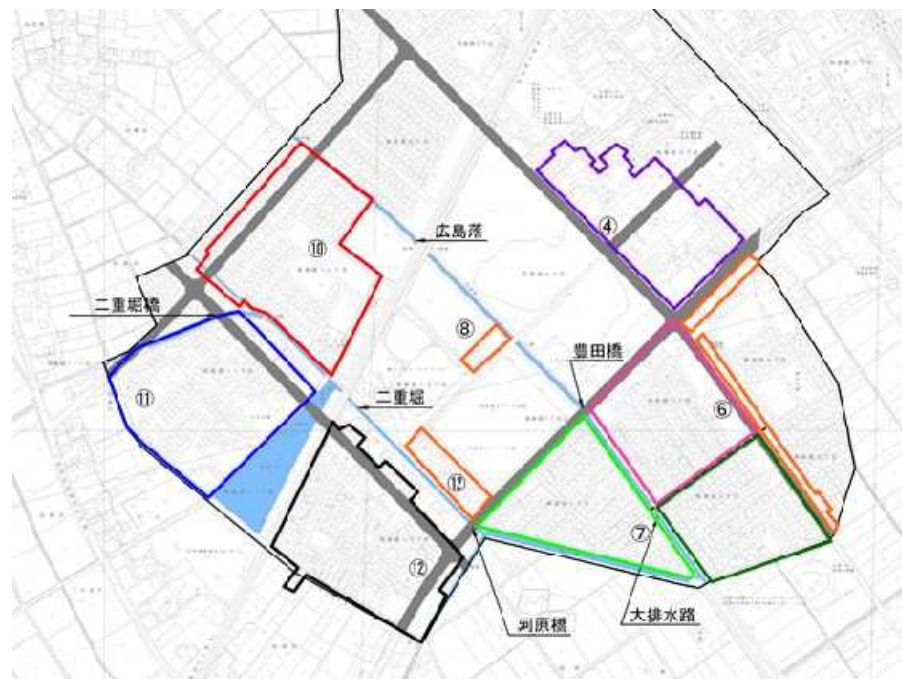


図 4-5-1. 家屋調査対象範囲

□調査内容

建物等の亀裂の状態、傾斜の程度等を調査、比較し、スケッチや写真撮影などで記録した。

[調査項目]

調査項目は、次の事項とした。

- 建物等の全景
- 建物基礎の亀裂等
- 土間コンクリートの亀裂等
- 外壁の亀裂、脱落、破損等
- 内壁の亀裂、脱落、破損及び柱、廻り縁等との隙間の状態
- 柱、床等の傾斜
- 建具の状態
- タイル張部分の亀裂、目地切れ等
- 屋根、天井等の漏水箇所等の状態
- テラスの亀裂、破損及び傾斜
- 塀の亀裂、破損及び傾斜
- その他必要な事項

柱傾斜：1m下げ振りを用いて、原則として鴨居の下より直交する2方向の傾斜状態を測定し、柱からの数値を記録した。（単位mm）

床傾斜：1mの水準器を用いて測定し、水準器に向かって右側か、左側かの下がりの状態を記録した。（単位mm）

□補償

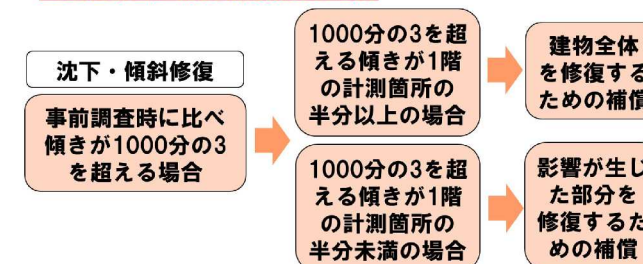
補償については、下記の考え方にに基づき実施することとした。

なお、工事による補償も事後調査により実施する。

[補償の考え方①]

建物の場合

地下水位低下後、2年間で1000分の3を超える傾きが生じた場合、補償の対象とする。



[補償の考え方②]

外構等の場合

★塀
建物と同様の考え方で補償の対象とする。
※ただし、対策前に、既に1000分の7の傾きを超えている場合は補償の対象外となります。

★庭木
補償対象外。

なお、補償については「金銭補償」とし、補償金額・内容は、「公共事業に係る工事の施行に起因する地盤変動により生じた建物等の損害等に係る事務処理要領」・「地盤変動に伴う建物損傷について」に基づくこととする。

□事前家屋調査結果

工事実施前に事前家屋調査を実施した。実施状況を下記にまとめる。

表 4-5-1. 事前家屋調査実施状況一覧

丁目	対象数 (件)	調査数 (件)	
		内部(一部含む)	外部
4	75	67	70
5	37	21	36
6北	174	153	170
6南	145	142	145
7-12	183	162	169
8	6	6	6
10	183	167	180
11	175	158	172
12	202	174	192
合計	1180	1050	1140

■ 検討委員会報告書 概要版

□家屋事後調査結果

各地区ごとの家屋事後調査実施状況を下記にまとめる。

- ・本事業により、事前調査時に対して3/1000以上の傾きが生じた家屋はなかった。
- ・確認された主な損傷としては、外構部の亀裂、クラック、室内建具不良等となっている。
- ・解析、計測上の傾斜角の大きい地区と補償状況は一致しておらず、工事時の影響を多く含んでいるものと想定される。

表 4-5-2. 家屋事後調査実施状況一覧

丁目	対象数 (件)	調査数 (件)		3/1000以上の傾きが発生した家屋件数	補償				主な損傷内容
		内部(一部含む)	外部		補償対象件数	対象数に対する補償割合(%)	補償額(万円)	1件当たり補償額(万円)	
4	74	38	46	0	37	50.0	655	18	クラック・亀裂・隙間等
5	37	20	20	0	11	29.7	160	15	目地破損・亀裂・隙間等
6北	201	171	185	0	150	74.6	4,475	30	クラック・亀裂・建具隙間等
6南	145	103	122	0	103	71.0	3,336	32	クラック・目地破損・建具隙間等
7-12	148	106	137	0	120	81.1	3,444	29	クラック・亀裂・隙間等
8	6	4	4	0	3	50.0	157	52	隙間・建具不良等
10	146	90	115	0	59	40.4	956	16	クラック・亀裂・隙間等
11	171	118	160	0	104	60.8	2,113	20	目地破損・亀裂・隙間等
12	200	177	196	0	125	62.5	2,443	20	ブロック塀クラック・建具不良等
合計	1128	827	985	0	712	63.1	17,739	25	

4.6 今後の管理

令和3年度をもって水位低下、地盤沈下の把握を目的とした観測を終了とし、今後は、以下の管理を行うこととした。

- ・定期的なポンプ点検により、ポンプに不具合がないか確認する。
→不具合がある場合は、修理、更新の対応が考えられる。
- ・ポンプ点検時にポンプが設置されているマンホール内水位が不自然に上昇（降雨がないのにマンホール内水深が起動水位を大きく超えている）していないか確認する。
→ポンプに異常がない場合、起動水位設定を下げる対応が考えられる。
- ・前年同月と大きな変化（水位が高くなっていないか）を確認し、乖離が大きい場合は、前年との降雨量の違いがないか確認する。
→降雨量に大きな違いがない場合、管内洗浄等の実施が考えられる。
また、来年度初めのポンプ点検時に、マンホールポンプ接続部の有孔管の内部、孔の写真を撮影し、将来時の経時変化が把握できるよう記録しておく。

第5章. 事業の影響と効果

5.1 事業の影響

地下水位低下の影響は当初の想定範囲内に収まっている。

- ・観測状況・解析結果より2020年8月25日時点で水位低下による沈下の影響は警戒管理値（沈下量4cm、傾斜角2/1000）内に収まっている。
- ・今後の予測においても限界値内（傾斜角3/1000）に収まっている。
- ・広域的な地盤沈下の状況を踏まえれば、本事業の地下水位低下による沈下影響はより小さいものと考えられる。
- ・家屋調査結果により、コンクリートたたきのひび割れ等の確認はされているが、事前調査から3/1000以上の傾きを計測した家屋はない。

5.2 事業の効果

□再液状化防止に対する効果

- ・降雨後に所定水位までの低下が確認されていることから、M9、地表面最大加速度202gal程度の地震に対する顕著な被害の可能性の低い地区となっている。
- ・本対策の水位低下によりLV2地震動に対しても、無対策に比べ被害軽減が期待できる。

表 5-2-1. 水位低下後の液状化判定結果

地点	地下水位 GL-	水位低下量	低下後地下水位 GL-	非液状化層厚 H1 (m)	判定項目	LV1地震 地表面最大加速度 マグニチュード		備考	LV2地震(参考) 地表面最大加速度 マグニチュード	
						202gal,M9	202gal,M9		329gal,M7.3	407.5gal,M8.1
4B-1	0.586	0.914	1.500	5.001	P _L 値	0.00	A		1.08	3.28
					D _{cy} (cm)	0.0	A		1.0	1.0
6B-1	0.463	2.037	2.500	2.500	P _L 値	2.91	B3	H1H2	3.21	3.50
					D _{cy}	4.0	B3	2.500:1.000	4.0	4.0
7B-1	0.361	2.139	2.500	2.500	P _L 値	3.64	B3	H1H2	5.61	7.55
					D _{cy} (cm)	4.0	B3	2.500:0.800	5.0	5.0
8B-1	0.538	1.662	2.200	2.20	P _L 値	3.15	B3	H1H2	6.04	10.25
					D _{cy} (cm)	4.0	B3	2.200:0.300	4.0	7.0
10B-1	0.846	0.654	1.500	1.500	P _L 値	3.61	B3	H1H2	6.53	9.55
					D _{cy} (cm)	3.0	B3	2.000:1.400	4.0	5.0
11B-1	0.430	2.070	2.500	2.500	P _L 値	0.41	B3	H1H2	2.17	3.92
					D _{cy} (cm)	0.0	B3	2.500:1.200	1.0	2.0
11B-2	0.776	1.124	1.900	4.000	P _L 値	3.11	B1		7.44	11.71
					D _{cy} (cm)	4.0	B1		6.0	7.0
12B-1	0.543	1.457	2.000	2.000	P _L 値	2.11	B3	H1H2	4.47	6.80
					D _{cy} (cm)	2.00	B3	2.000:1.900	3.00	3.00
12B-2	0.570	0.930	1.500	2.000	P _L 値	0.51	B3	H1H2	2.18	4.06
					D _{cy} (cm)	0.0	B3	2.000:0.600	1.0	1.0
12B-3	0.635	1.865	2.500	2.500	P _L 値	2.38	B3	H1H2	2.81	4.75
					D _{cy} (cm)	4.0	B3	2.500:0.700	4.0	5.0
12B-4	0.610	1.390	2.000	2.000	P _L 値	3.98	B3	H1H2	6.11	9.96
					D _{cy} (cm)	4.0	B3	2.000:1.000	5.0	6.0
12B-5	0.732	0.768	1.500	1.50	P _L 値	2.12	B3	H1H2	2.93	4.22
					D _{cy} (cm)	3.0	B3	1.500:0.600	4.0	4.0

参考資料(別冊)

本検討委員会での調査資料・作成資料について参考資料として取りまとめた。

- 参-1 久喜市液状化対策検討委員会資料
- 参-2 ボーリング・サウンディングデータ一覧