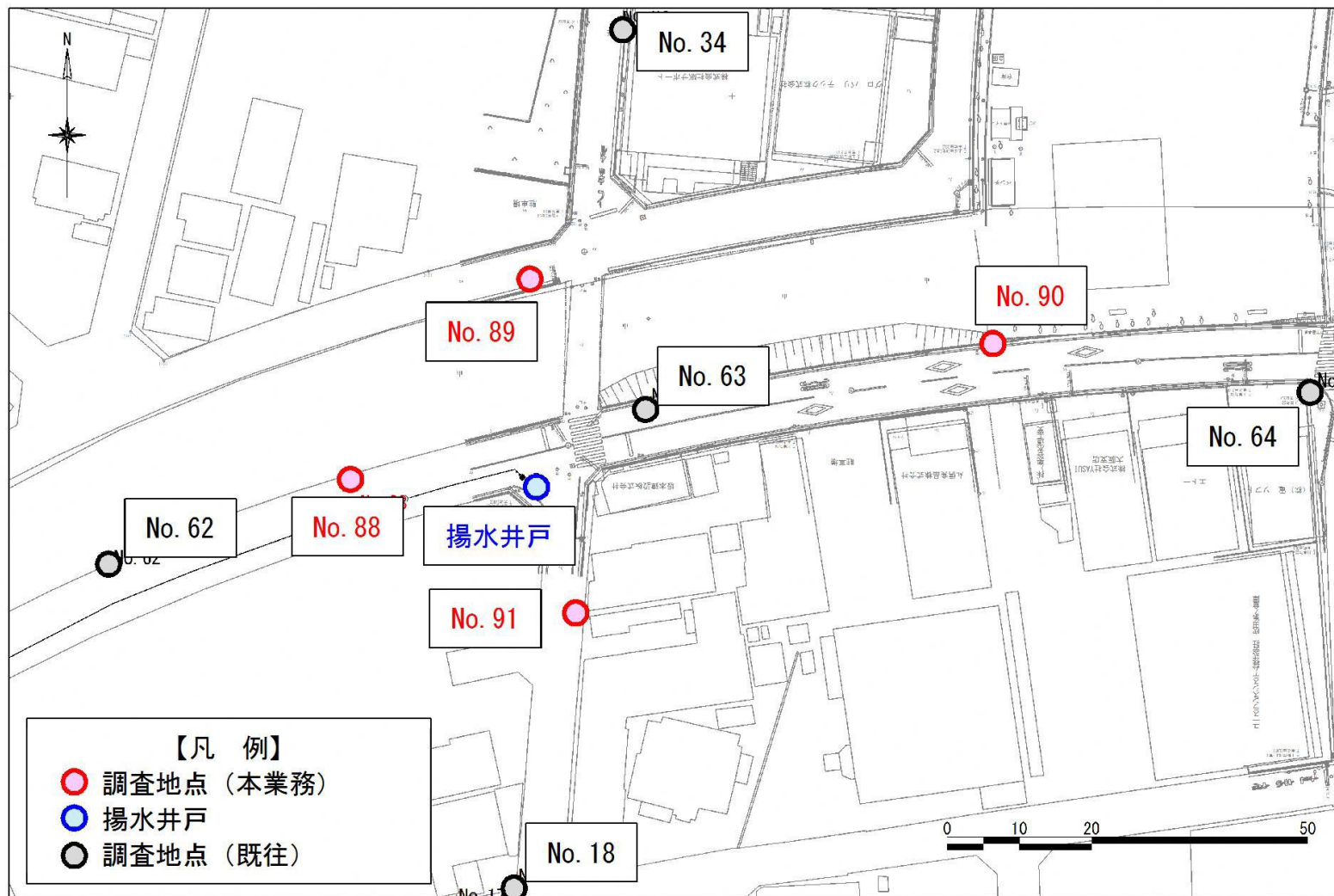


## 資料3 予測地盤沈下量の試算結果について

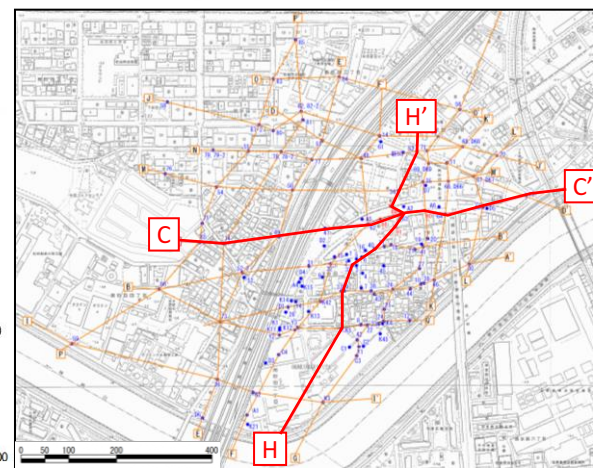
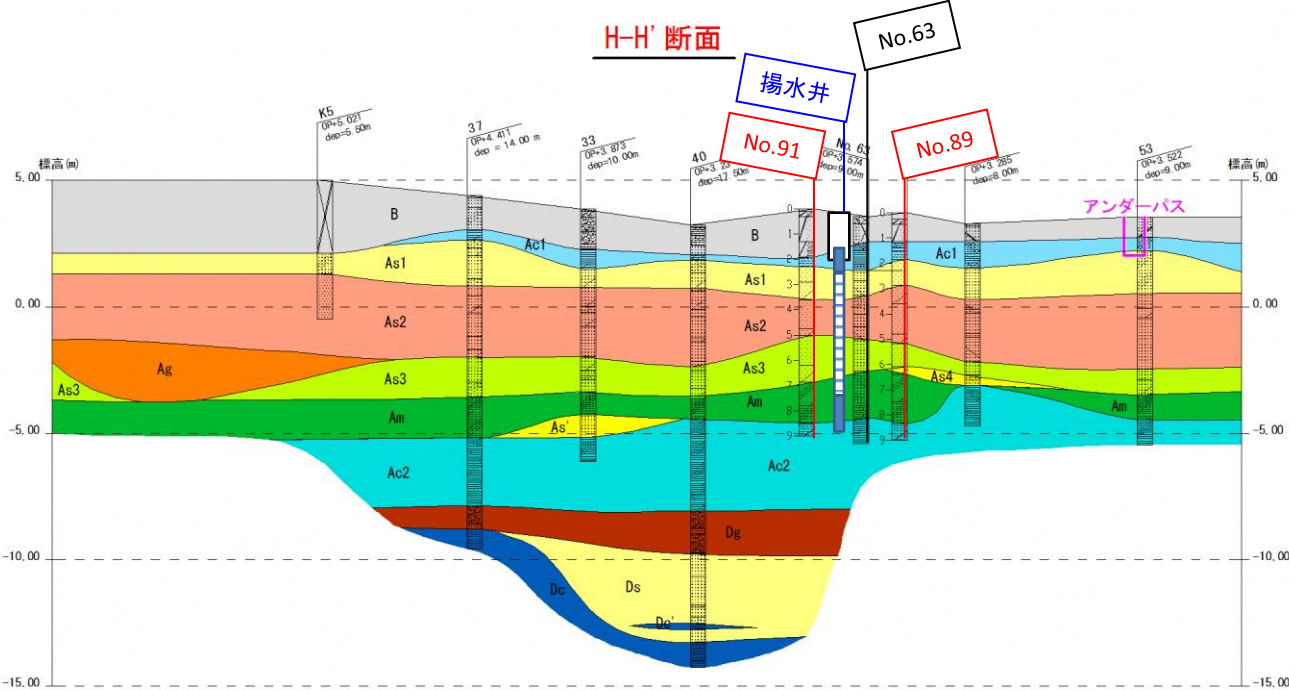
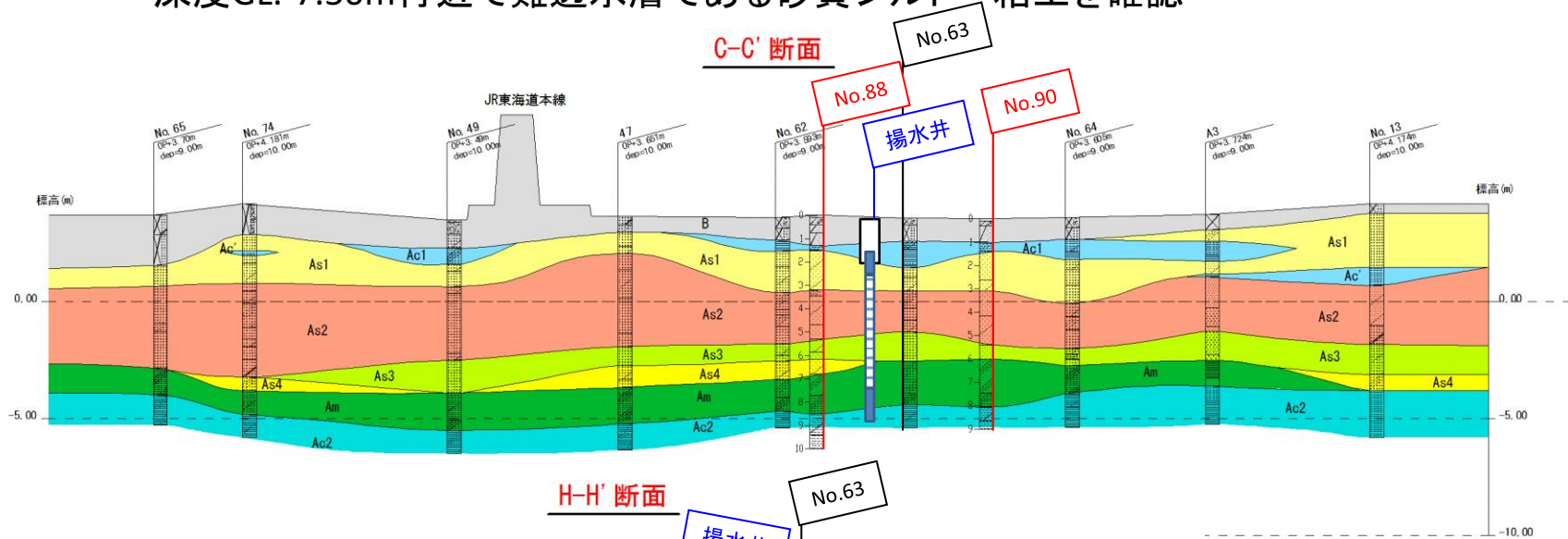
# ボーリング調査結果(1)

- 揚水井戸を中心に東西南北方向に各1地点、計4地点 (No.88～No.91) でボーリング調査を実施し、観測井戸を設置した。



# ボーリング調査結果(2)

- 揚水井直近の既往No.63地点の調査結果とおおむね合致
- 深度GL.-7.50m付近で難透水層である砂質シルト～粘土を確認



# 予測地盤沈下量の試算方法

透水係数の算定

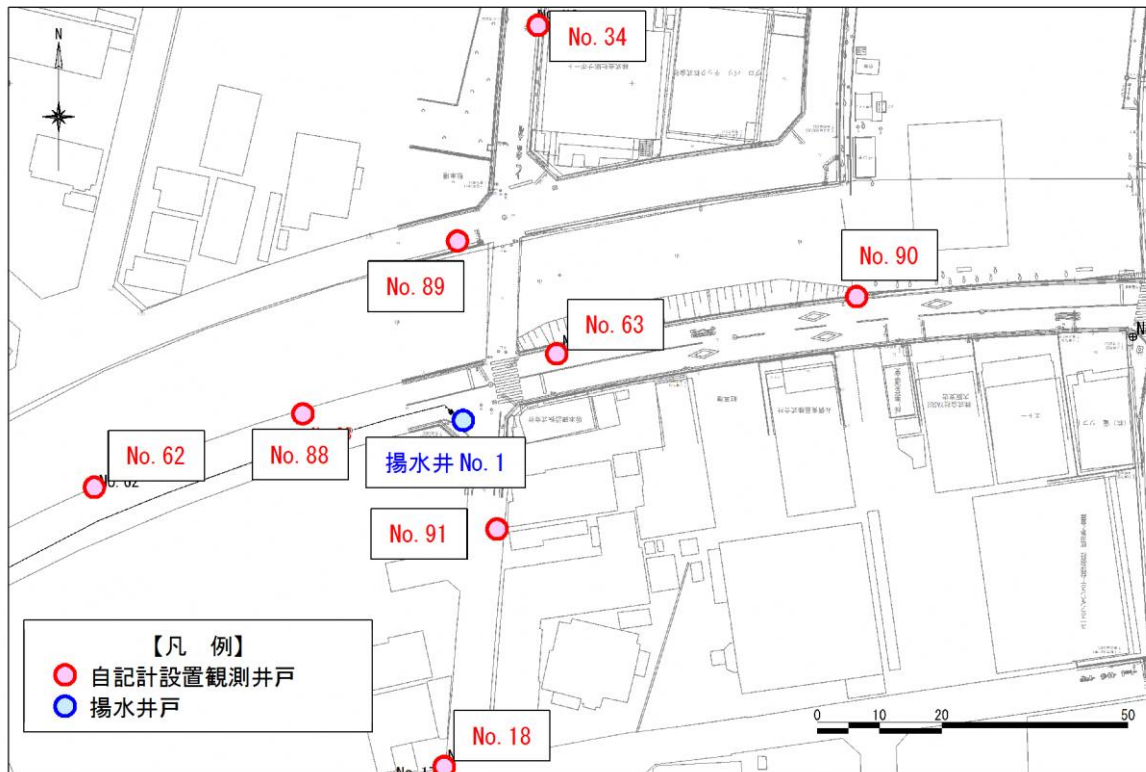
連続揚水試験時の周辺観測井における水位降下量から透水係数を算定

水位降下量および  
降下範囲の試算

上記の透水係数を用いて、揚水による地下水位の降下量および降下範囲を試算

予測地盤沈下量の  
試算

上記の地下水位降下量および近隣の調査データ等を用いて、予測地盤沈下量を試算



揚水井との 位置関係	観測井	揚水井との距離 (m)
東側	No.63	21
	No.90	67
西側	No.88	26
	No.62	57
南側	No.91	18
	No.18	52
北側	No.89	29
	No.34	65

# 透水係数の算定(1)

## 【算定方法】

- チームの平衡式による

$$k = \frac{2.3Q}{\pi(h_2^2 - h_1^2)} \log \frac{r_2}{r_1}$$

$k$  : 透水係数 (m/sec)  
 $Q$  : 揚水量 (m<sup>3</sup>/sec) (14 L/min = 0.00028 m<sup>3</sup>/sec)  
 $h_1, h_2$  : 揚水井からの距離  $r_1, r_2$  の地点における観測井内水位から難透水層までの深さ (m)

## 【算定結果】

- No.34では地下水位の降下が確認されなかったため、試算からは除外
- 揚水井周辺の透水係数は  $2.05 \sim 4.71 \times 10^{-5} \text{m/sec}$

揚水井No.1 との位置関係	地点名	揚水井No.1 からの距離 ( m )	地下水位 ( O.P.+m )		井戸内水位から難透水層までの深さ ( m ) ※3		地下水位 の降下量 ( m )	透水係数k ( m/sec )
			自然水位※1	安定水位※2	自然水位※1	安定水位※2		
			( 段階揚水試験前 )	( 連続揚水試験中 )	( 段階揚水試験前 )	( 連続揚水試験中 )		
—	揚水井No.1	0	1.99	1.38	5.89	5.28	0.61	—
東側	No.63	21	1.89	1.73	5.79	5.63	0.16	4.71E-05
	No.90	67	1.95	1.89	5.85	5.79	0.06	
西側	No.88	26	2.06	1.89	5.96	5.79	0.17	2.05E-05
	No.62	57	2.20	2.13	6.10	6.03	0.07	
南側	No.91	18	2.09	1.86	5.99	5.76	0.23	3.20E-05
	No.18	52	2.16	2.07	6.06	5.97	0.09	
北側	No.89	29	1.72	1.59	5.62	5.49	0.13	—
	No.34	65	1.80	1.82	5.70	5.72	-0.02	
最大		67	2.20	2.13	6.10	6.03	0.61	4.71E-05
最小		0	1.72	1.38	5.62	5.28	0.06	2.05E-05
平均		—	2.01	1.82	5.91	5.72	0.19	3.32E-05

※1 段階揚水試験開始前の自然水位 ( 6月14日9時 )

※2 連続揚水試験時の安定水位 ( 6月15日14時 )

※3 難透水層の上面標高は既往ボーリング ( No.63 ) の結果より、O.P.-3.90m

※4 No.34は揚水による地下水位の降下が認められなかったため算定から除外



# 透水係数の算定(2)

## 【透水係数の妥当性】

- 揚水試験の結果から得られた透水係数は $2.05 \sim 4.71 \times 10^{-5} \text{m/sec}$ であった。
- No.88～91地点のボーリング調査結果より、第1帯水層は細砂～粗砂主体で構成されている。
- 揚水井から約100m離れたNo.45地点の透水試験の結果、透水係数は $4.29 \times 10^{-5} \text{m/sec}$
- 一般的に透水係数が $1 \times 10^{-5} \text{m/sec}$ オーダーの場合は、透水性は低く、対応する土の種類は微細砂、シルトである。
- 既往の透水試験結果および一般値と比較して、揚水試験により得られた透水係数は妥当であると言える。

(m/sec)	$10^{-11}$	$10^{-10}$	$10^{-9}$	$10^{-8}$	$10^{-7}$	$10^{-6}$	$10^{-5}$	$10^{-4}$	$10^{-3}$	$10^{-2}$	$10^{-1}$	$10^0$
透水性	実質上不透水		非常に低い		低い			中位		高い		
対応する土の種類	粘性土 {C}		微細砂、シルト 砂-シルト-粘土混合土 {SF} [S-F] {M}					砂及び礫 (GW) (GP) (SW) (SP) (G-M)			清浄な礫 (GW) (GP)	
透水係数を直接測定する方法	特殊な変水位 透水試験		変水位透水試験				定水位透水試験		特殊な変水位 透水試験			
透水係数を間接的に推定する方法	圧密試験結果から計算						なし		清浄な砂と礫は 粒度と間隙比から計算			

# 地下水位降下量および降下範囲の推定

## 【推定方法】

- チームの平衡式による

$$k = \frac{2.3Q}{\pi(h_2^2 - h_1^2)} \log \frac{r_2}{r_1}$$

$k$  : 透水係数 (m/sec) ( $4.71 \times 10^{-5}$  m/sec<sup>※1</sup>)

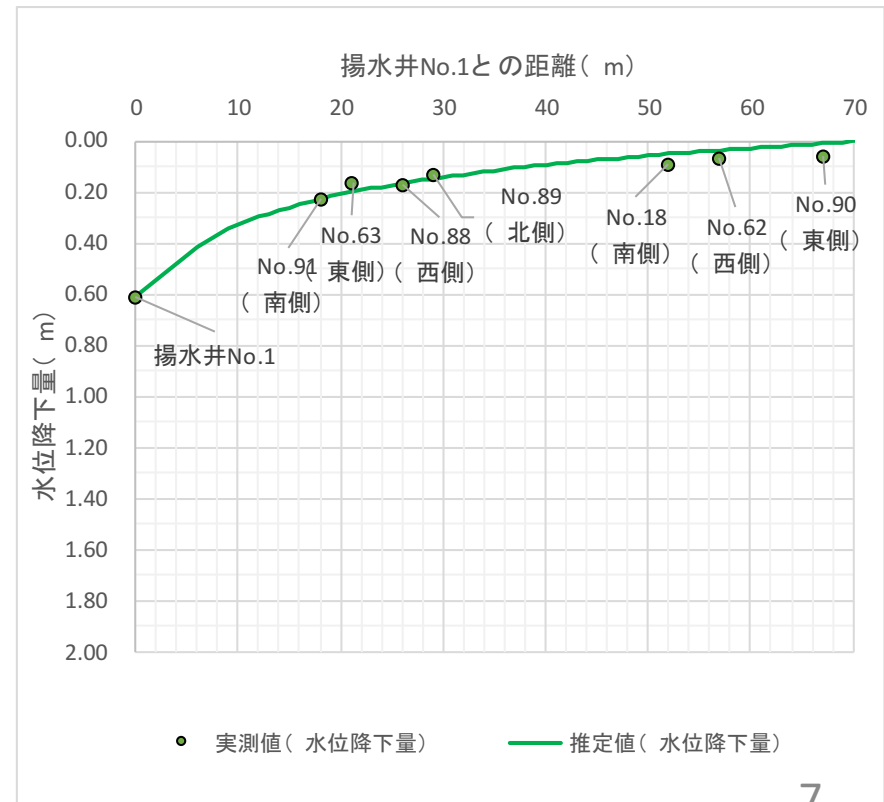
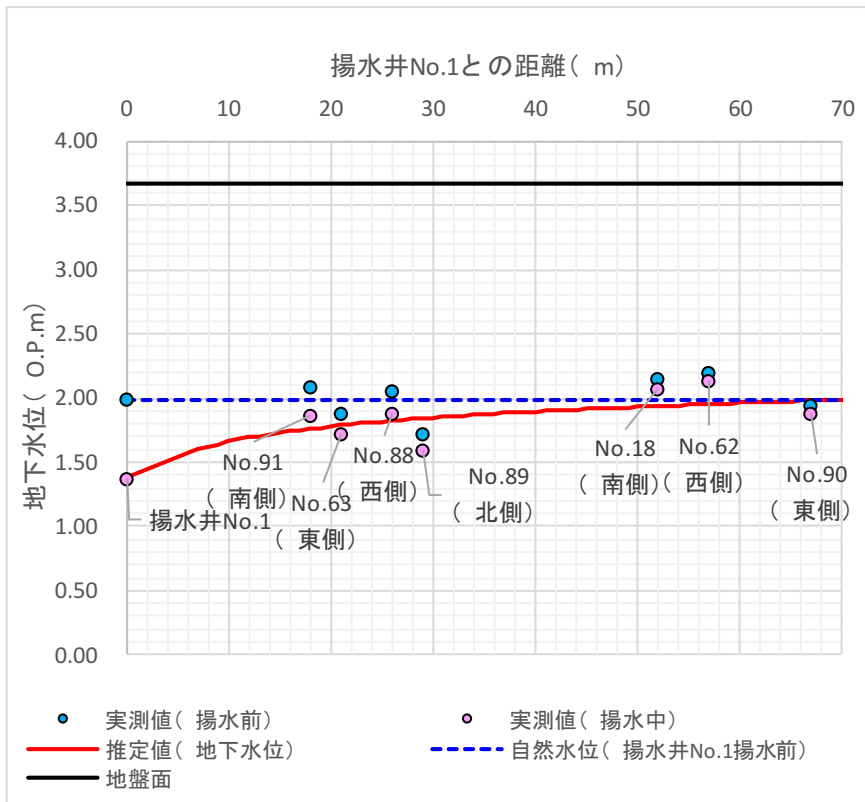
$Q$  : 揚水量 (m<sup>3</sup>/sec) (14 L/min = 0.00028 m<sup>3</sup>/sec)

$h_1, h_2$ : 揚水井からの距離  $r_1, r_2$  の地点における観測井内水位から難透水層までの深さ (m)

※1 揚水試験により得られた透水係数のうち、より安全側(揚水による影響円が大きくなる)の透水係数を採用

## 【推定結果】

- 水位降下量が実測値に近似するよう試算した結果、揚水による地下水位降下の影響範囲は揚水井から半径70m程度



# 予測地盤沈下量の推定(1)

## 【推定方法】

- テルツァーギの一次元圧密沈下理論による

$$S_c = \sum \frac{C_c}{1 + e_{0,c}} \cdot \log \frac{p_1'}{p_0'} \cdot H_c$$

$S_c$  : 圧密沈下量(cm)

$C_c$  : 圧縮指数( $C_c=0.53$ )…④から引用

$e_{0,c}$  : 飽和した粘性土の間隙比( $e_{0,c}=1.201$ )…④をもとに算定

$p_0'$  : 揚水前の鉛直有効応力( $p_0'=98.5 \text{ kN/m}^2$ )…①～④をもとに算定

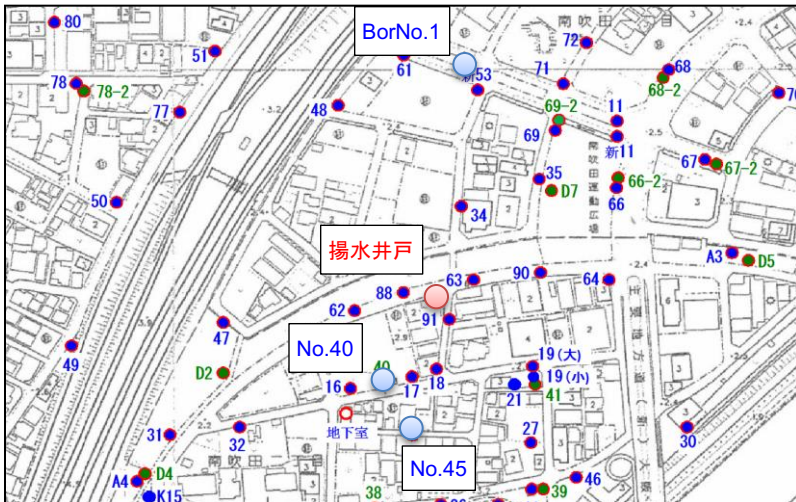
$p_1'$  : 揚水後の鉛直有効応力…①～④をもとに算定

$H_c$  : 軟弱地盤(沖積第2粘性土層)の層厚( $H_c=3.60\text{m}$ )…③から引用

## 【引用データ】

項目		引用元
第1帯水層の砂層	①層厚	揚水井近傍の観測井No.63のボーリング調査結果より
	②物性値	既往土質試験結果が無いため、「土質試験 基本と手引き(社団法人地盤工学会)」に示された代表的な土の測定例を参考に設定
沖積第2粘性土層	③層厚	揚水井から南西側へ約80m離れた観測井No.40のボーリング調査結果を引用
	④物性値	揚水井から北側へ約160m離れたBorNo.1の土質試験結果を引用

揚水井と既往調査地点の位置関係

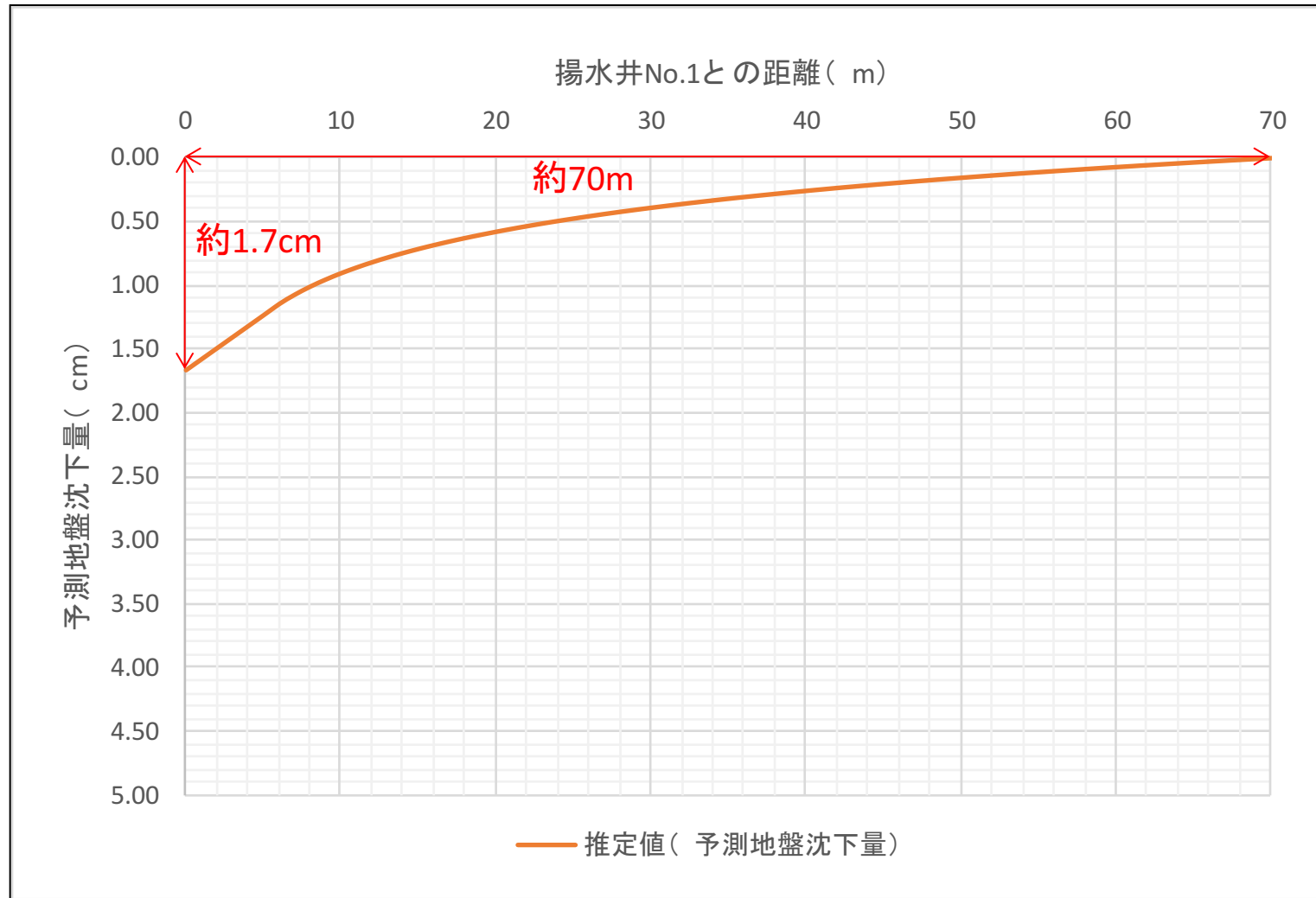




# 揚水による予測地盤沈下量の推定(2)

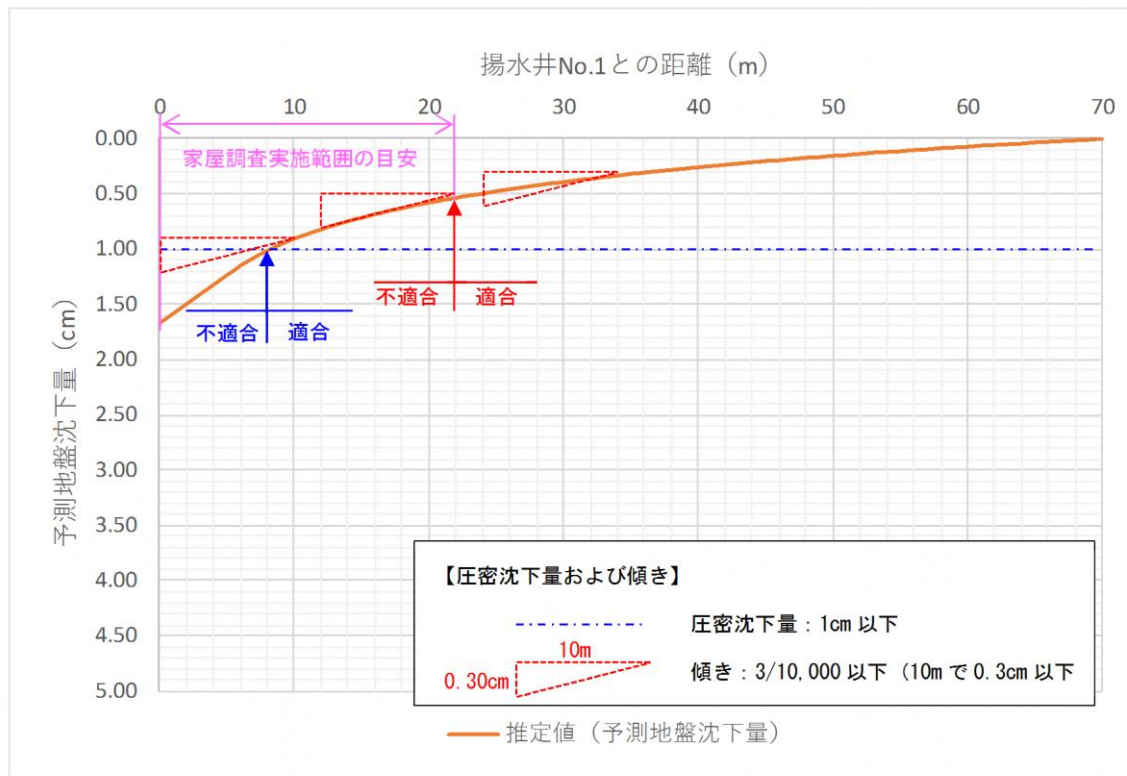
## 【推定結果】

- 揚水井の近傍で約1.7cmの沈下が予想される
- 揚水井から距離が離れるに従って予測地盤沈下量は逡減



# 家屋調査の実施範囲について

- 日本建築学会「小規模建築物基礎設計指針」によると、布基礎やべた基礎の建物の設計における圧密沈下の許容値は10cm以下、不同沈下に対する傾斜角の設計目標値は3/1,000以下とされている
- 上記に対して十分に小さいと思われる1/10の値を目安とし、家屋調査実施範囲を設定する
  - 圧密沈下量: 1cm以下
  - 傾き: 3/10,000以下 (10mで3mm以下)
- 家屋調査は、上記条件に合致しない揚水井から半径21m程度を対象に実施する



# 揚水前の地盤測量の結果

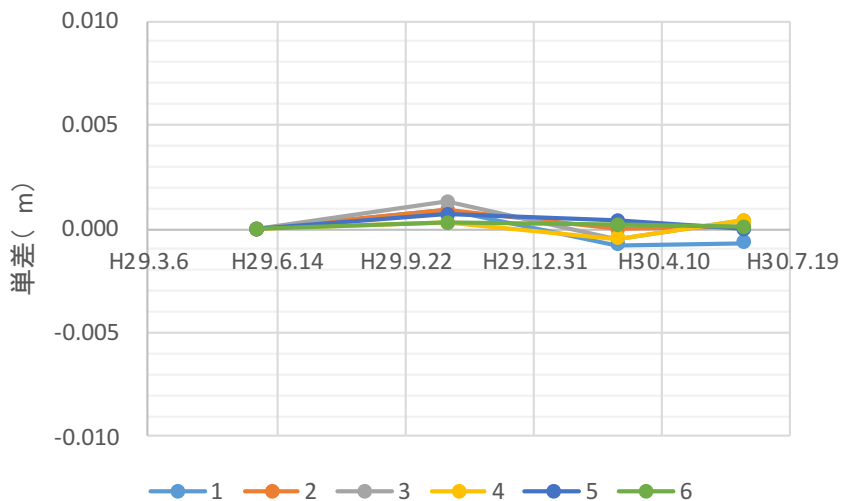
- 揚水前における地盤測量(1級水準測量)の結果、現時点において沈下は認められない。
- 今後も継続して地盤測量を行い、周辺環境に留意しながら揚水対策を実施する。



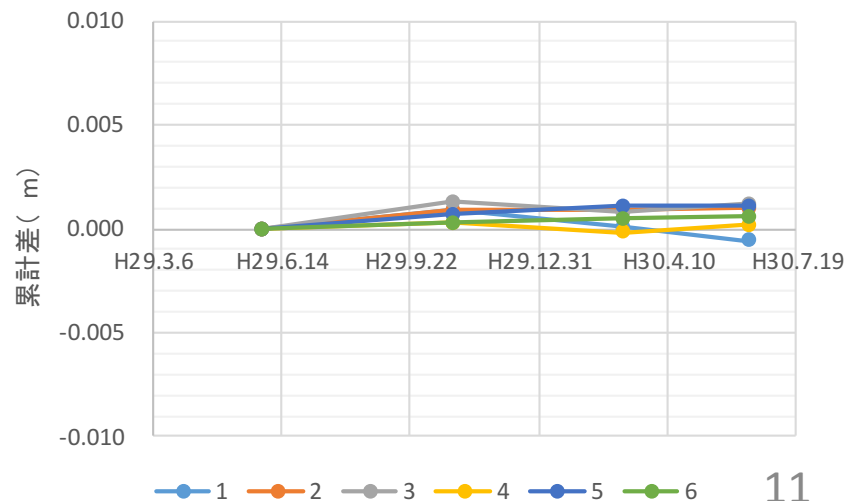
回数	第1回目	第2回目			第3回目			第4回目		
測定日	2017/5/30	2017/10/25			2018/3/6			2018/6/12		
測点	標高 ( O.P.m)	標高 ( O.P.m)	単差 ( m)	累計差 ( m)	標高 ( O.P.m)	単差 ( m)	累計差 ( m)	標高 ( O.P.m)	単差 ( m)	累計差 ( m)
1	3.6532	3.6541	0.0009	0.0009	3.6533	-0.0008	0.0001	3.6526	-0.0007	-0.0006
2	3.6933	3.6942	0.0009	0.0009	3.6942	0.0000	0.0009	3.6943	0.0001	0.0010
3	3.6337	3.6350	0.0013	0.0013	3.6345	-0.0005	0.0008	3.6349	0.0004	0.0012
4	3.5840	3.5843	0.0003	0.0003	3.5838	-0.0005	-0.0002	3.5842	0.0004	0.0002
5	3.5438	3.5445	0.0007	0.0007	3.5449	0.0004	0.0011	3.5449	0.0000	0.0011
6	3.5049	3.5052	0.0003	0.0003	3.5054	0.0002	0.0005	3.5055	0.0001	0.0006

※測定単位: 1級水準測量 (1/10mm)

単差 ( 前回測定値との差 )



累計差 ( 初期値との差 )

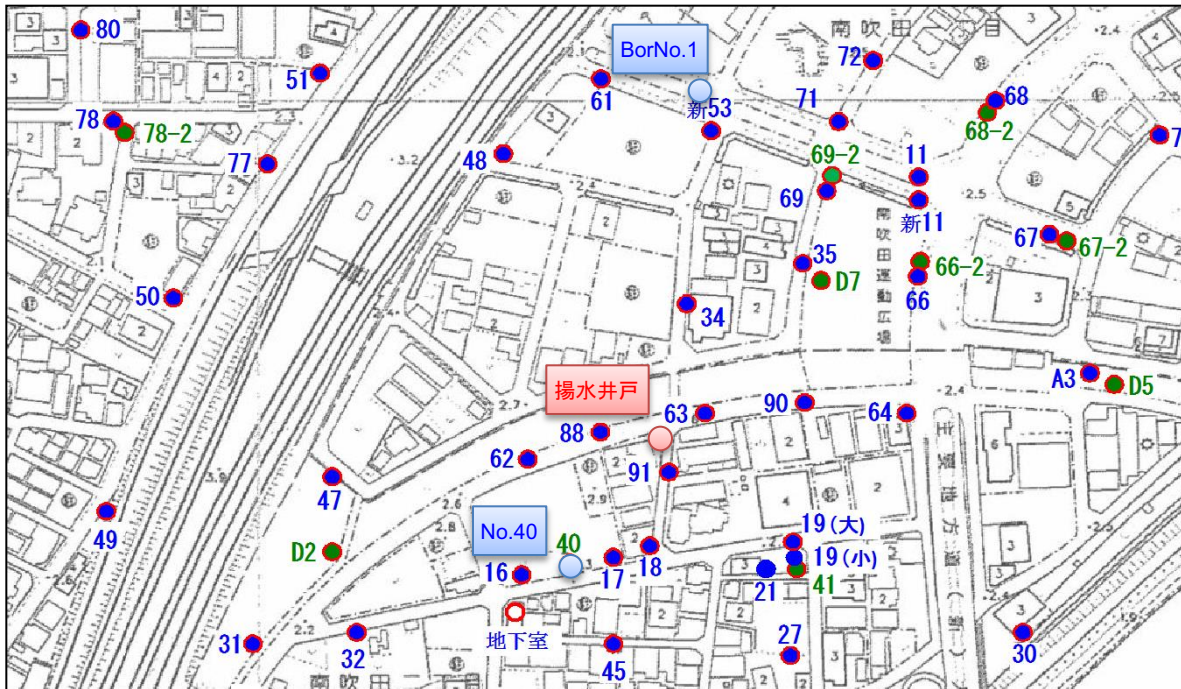


# 予測地盤沈下量の試算結果のまとめ(1)

## 【前提:試算結果の不確かさ】

- 予測地盤沈下量の試算には、揚水試験結果と併せて近傍の調査データや一般値を活用しており、揚水井およびその周辺の地盤条件を必ずしも正確に表現しているとは言えない。

項目		引用元
第1帯水層の砂層	物性値	既往土質試験結果が無いため、「土質試験 基本と手引き(社団法人地盤工学会)」に示された代表的な土の測定例を参考に設定
沖積第2粘性土層	層厚	揚水井から南東側へ約80m離れた観測井No.40のボーリング調査結果を引用
	物性値	揚水井から北側へ約160m離れたBorNo.1の土質試験結果を引用



揚水井と既往調査地点の位置関係



## 予測地盤沈下量の試算結果のまとめ(2)

項目	まとめ
試算結果	<ul style="list-style-type: none"><li>• 地下水位の低下が予想される範囲は揚水井から半径70m程度</li><li>• 揚水井近傍の予測地盤沈下量は1.7cm程度</li><li>• 予測地盤沈下量は揚水井から離れるに従って逡減</li><li>• 家屋調査実施範囲は、安全を見込んで揚水井から半径21m程度を目安に設定</li></ul>
今後の対応	<ul style="list-style-type: none"><li>• 現時点においては、年間を通じて地下水位が高い状態にあり、今回設定した適正揚水量で揚水を開始したとしても、揚水による水位低下後の地下水位は、概ね年間の地下水位変動の範囲内に入っており、直ちに地盤沈下が生じるものではない。</li><li>• 本揚水試験は、比較的地下水位が高い時期に実施したものであり、渇水期(12月～2月)の地下水位の低い時期に得られる結果と異なる可能性がある。年間を通じて地下水位が低い渇水期(12月～2月)に改めて地下水位の降下量を測定し、予測地盤沈下量の推計を行う。</li><li>• 今後、定期的(年2回)に地盤測量を行うとともに、定期的に周辺観測井の地下水を確認するなど、留意しながら揚水対策を実施する。</li><li>• なお、予測地盤沈下量には不確かさがあるものの、本試験結果を踏まえ、揚水開始前に家屋事前調査を行う。</li></ul>