

千葉市液状化対策推進委員会

— 第6回 —

日時：平成26年8月21日（木）

14:00から

場所：美浜区役所 講堂

議 題

モデル地区の事業計画案

対象地域(P1)

3



第5回委員会の課題(P1)

4

項目	指摘事項	対応
観測期間	沈下がとまっていると見るのか、まだそうでもないとするのか なかなか難しい判断になるので、もう少し経過を見たい	平成26年9月30日まで観測を延期
	排水量の経年変化があるかどうか気になるので、計測を継続する	平成26年9月30日まで観測を延期
結果と予測の比較	圧密試験で求めた時間沈下曲線で推定すると、 長期的にどうなるのかという長期予測をする	指摘事項に対し回答
	降水量と排水量の収支で、雪が降る前の非常に安定したところはどうなるのか	
	Fsc層が過圧密かどうかのコメントがあるとよかった	
	Fsc層が過圧密かどうか、e-logP曲線があるので 圧密降伏応力が出せるので整理はできる	
連成解析	連成解析(P17)で、計算値に比べて、 観測値のほうが下がり方が遅いという状況がある。 これは鉛直方向と水平方向の透水係数に起因している可能性があるので、 鉛直方向の透水係数を用いて再計算する	条件を整理して再解析
	連成解析に用いた物性値(P17)の根拠を示すこと	指摘事項に対し回答
	連成解析で、Fsc層は普通の弾性で、 Fc2層は弾塑性でやればよいという整理ができていいのか	解析条件の再整理
	イオン濃度の経年変化をみていくと 下部からの漏水がはっきりする可能性がある	8月上旬に追加分析を実施
調査計画	圧密試験とか、一つの層に1試料しかない計画になっており 1個の供試体ですと、ばらついたりするので、 一つの層の中で、複数とるとよい。 特に、問題となる地層がわかっているときは密にとる	追加調査を実施

実証実験の区域

5



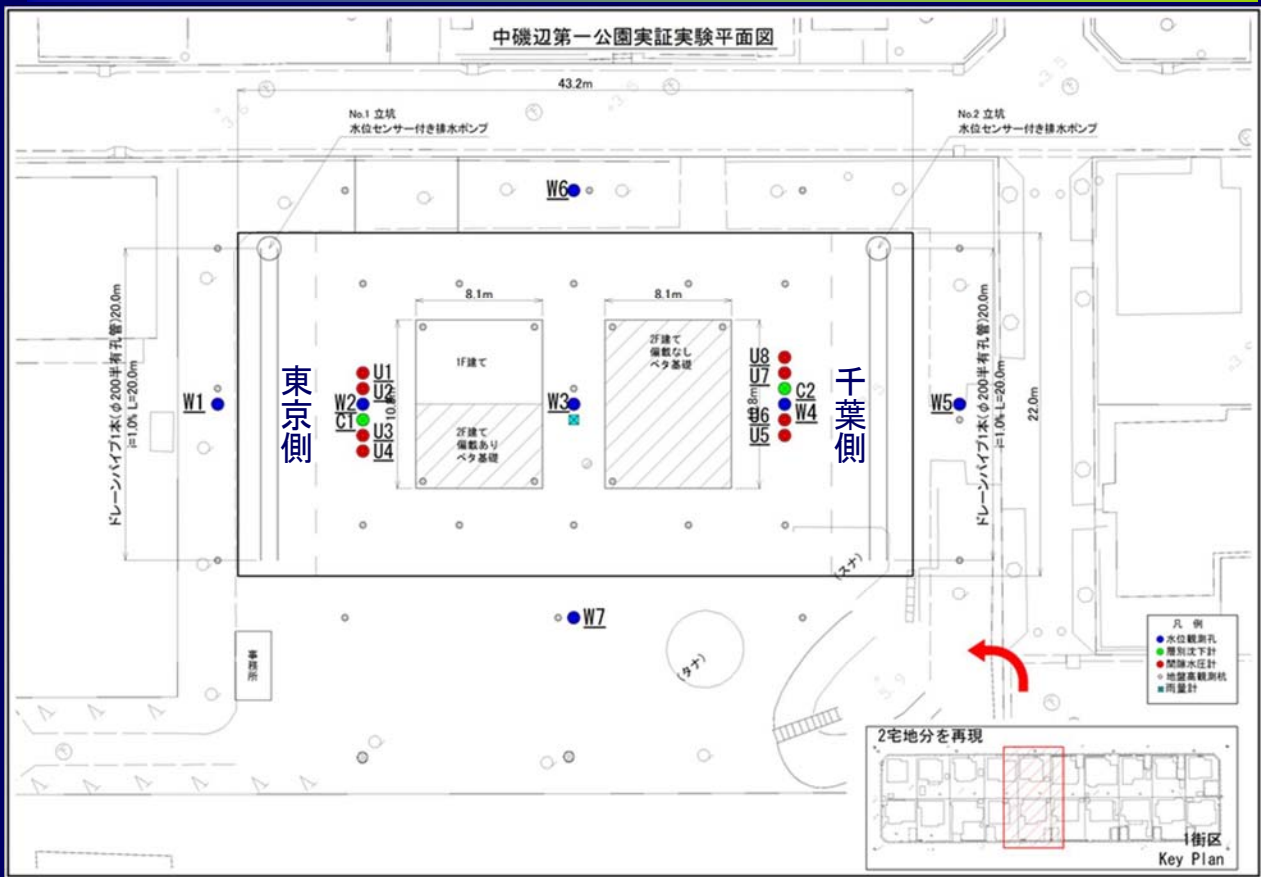
実証実験の計測機器(P2)

6

計測工	目的	台数	計測間隔			備考
			開始～1ヶ月	1～3ヶ月	3～6ヶ月	
地下水位計	暗渠による地下水位低下とFsc層の水位変化の関係把握	7	毎日	1週間に1回	2週間に1回	自動収録、1時間毎
間隙水圧計	暗渠による地下水位低下とFc2、Acs、As1、As2各層の水圧変化の関係把握	8	毎日	1週間に1回	2週間に1回	自動収録、1時間毎
層別沈下計	暗渠による地下水位低下とFsc、Fc2、Acs、As1、As2各層の沈下量の関係把握	2	毎日	1週間に1回	2週間に1回	手動観測
変位杭	暗渠による地下水位低下と地表面沈下量の関係把握	33	毎日	1週間に1回	2週間に1回	手動観測
排水量	暗渠からの排水量の把握	2	毎日	1週間に1回	2週間に1回	自動収録
雨量計	現地の降雨量を把握	1	—	—	—	自動収録、1時間毎

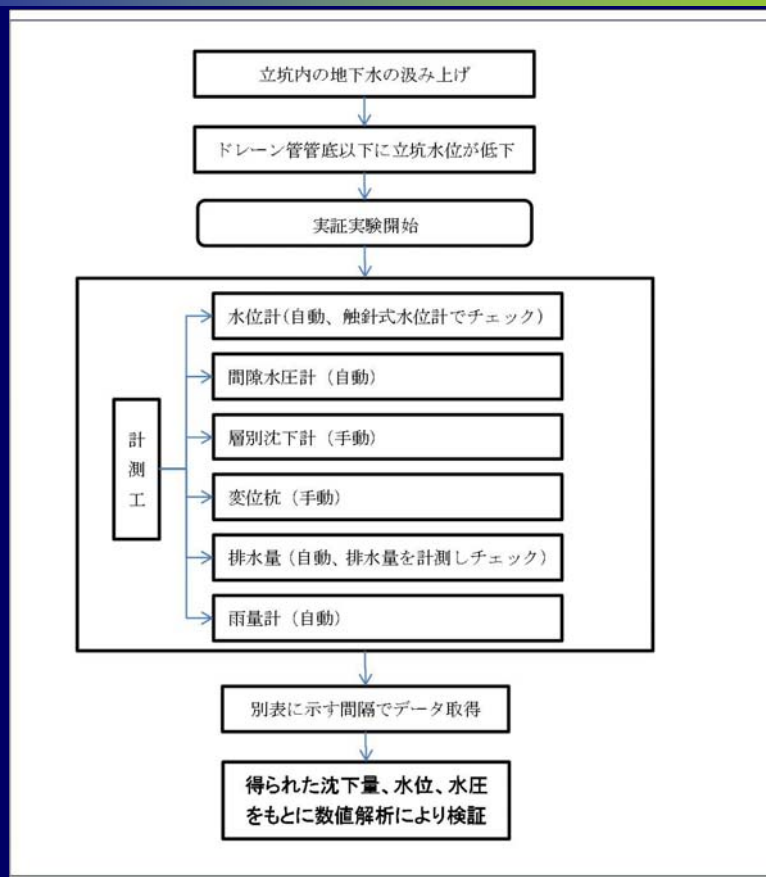
実証実験の平面図(P2)

7

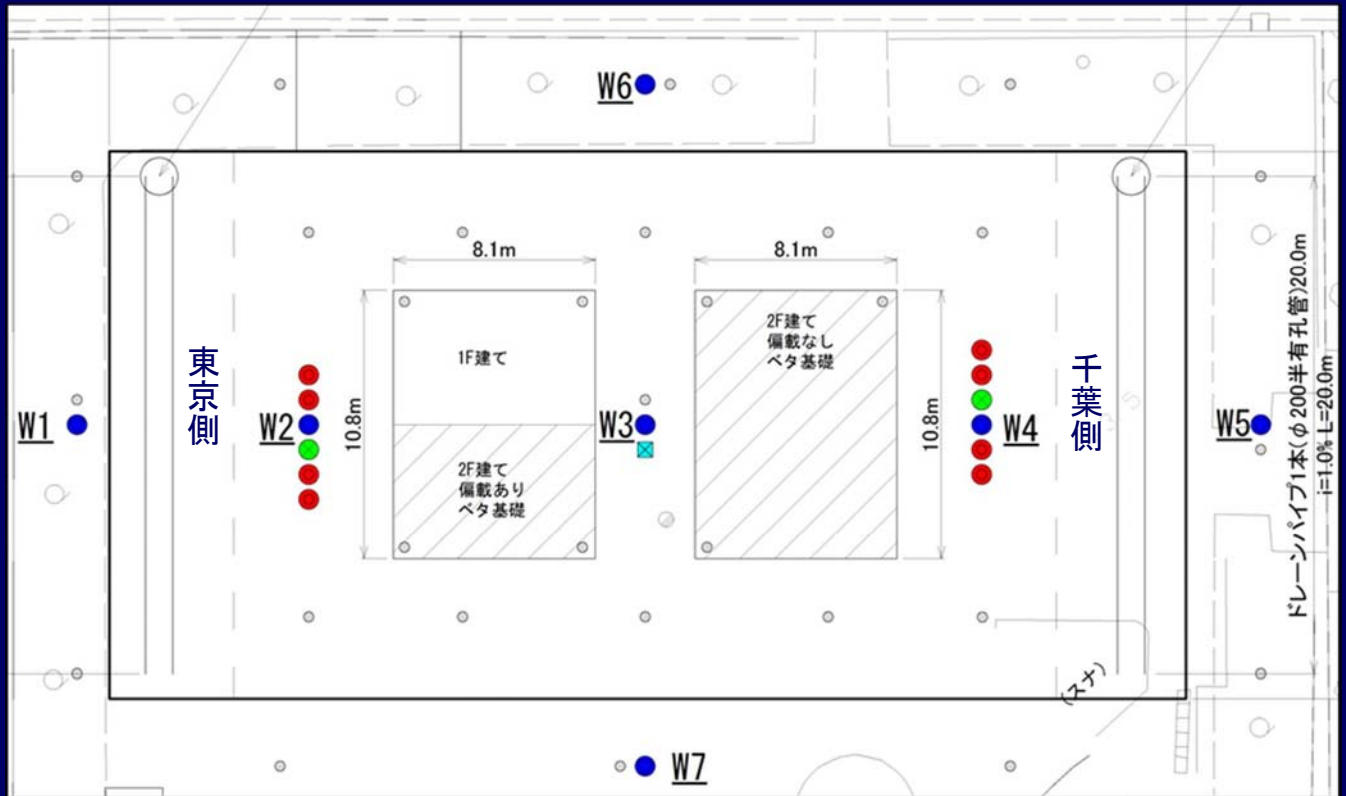


実証実験のフロー(P2)

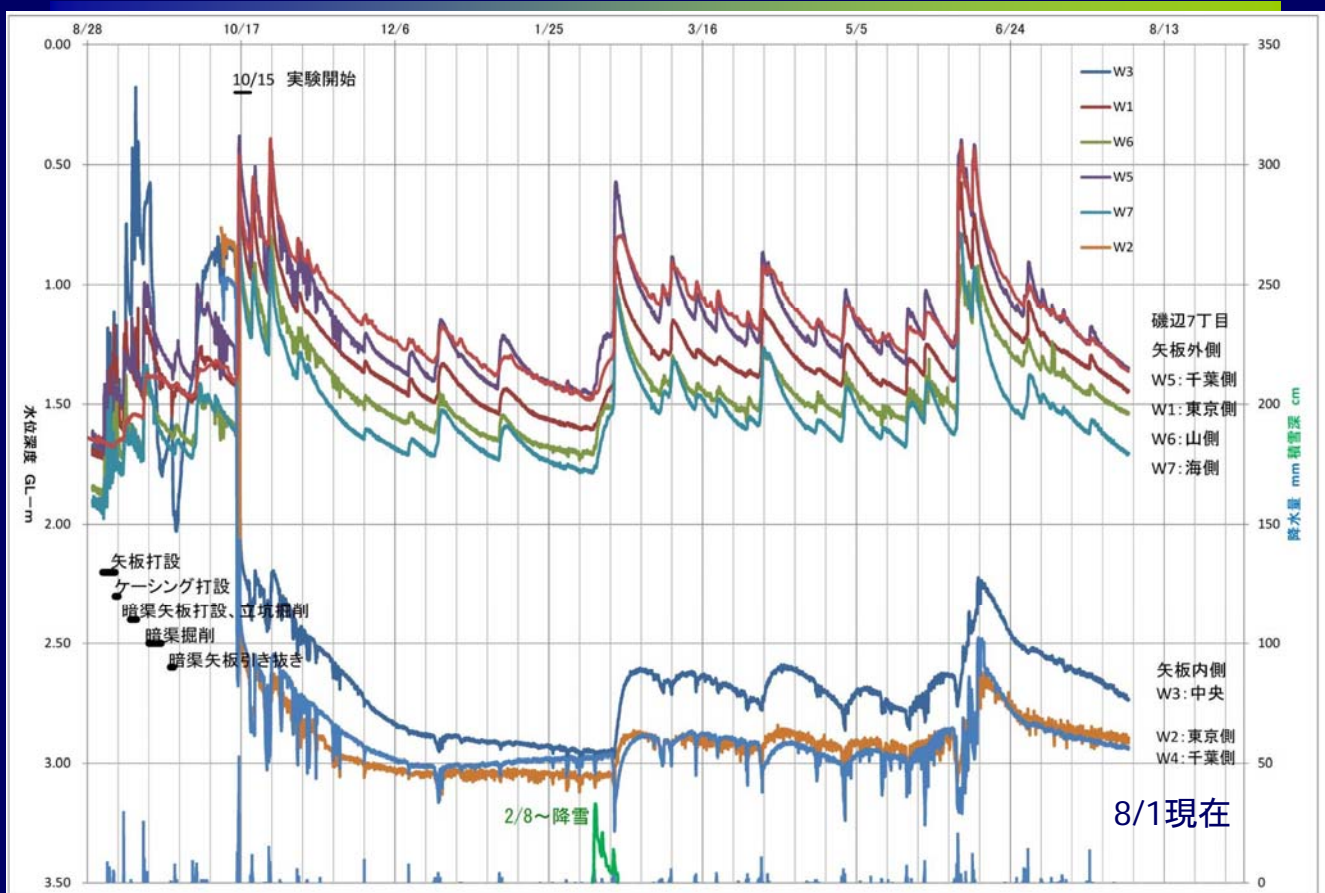
8



水位観測位置図(P3)

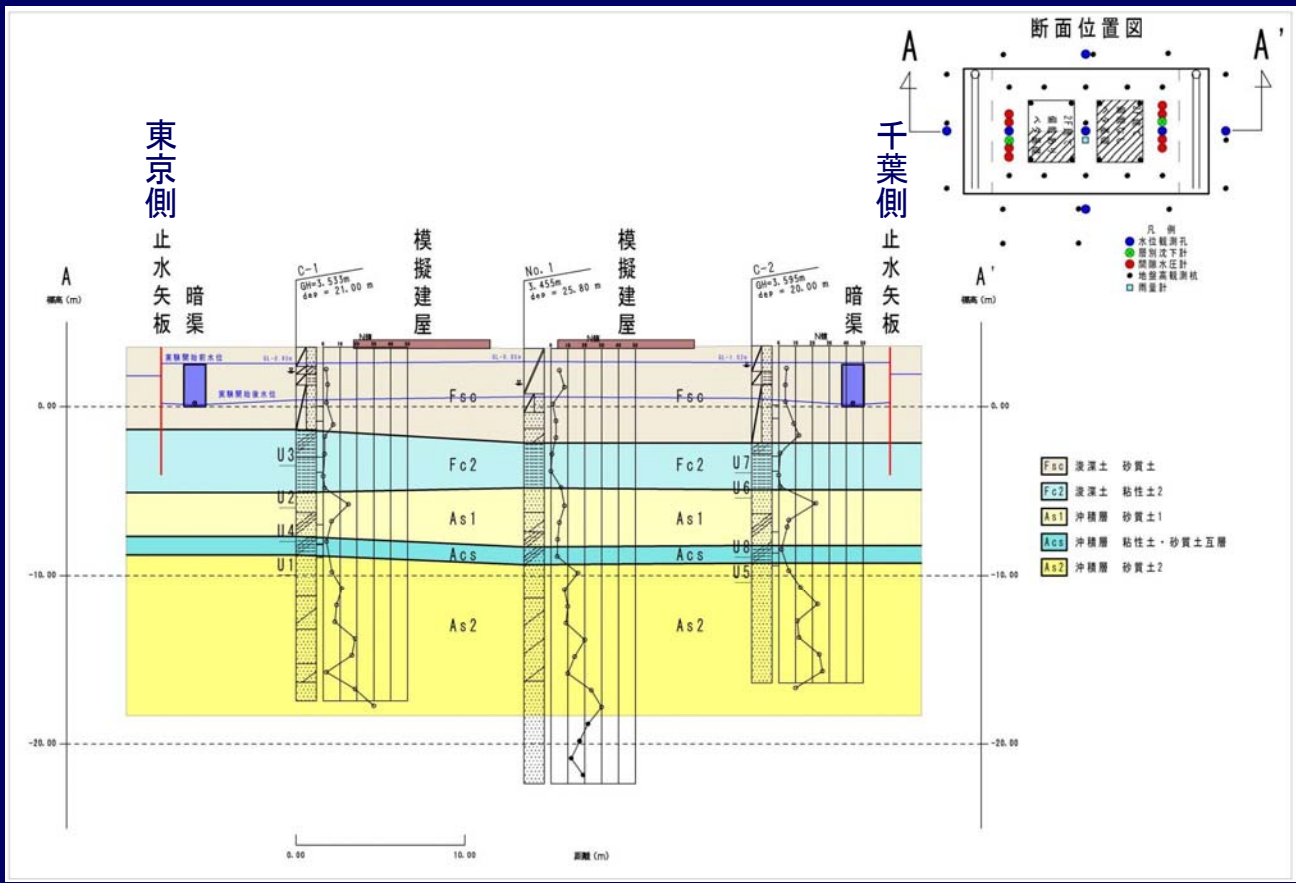


水位観測結果(P4)



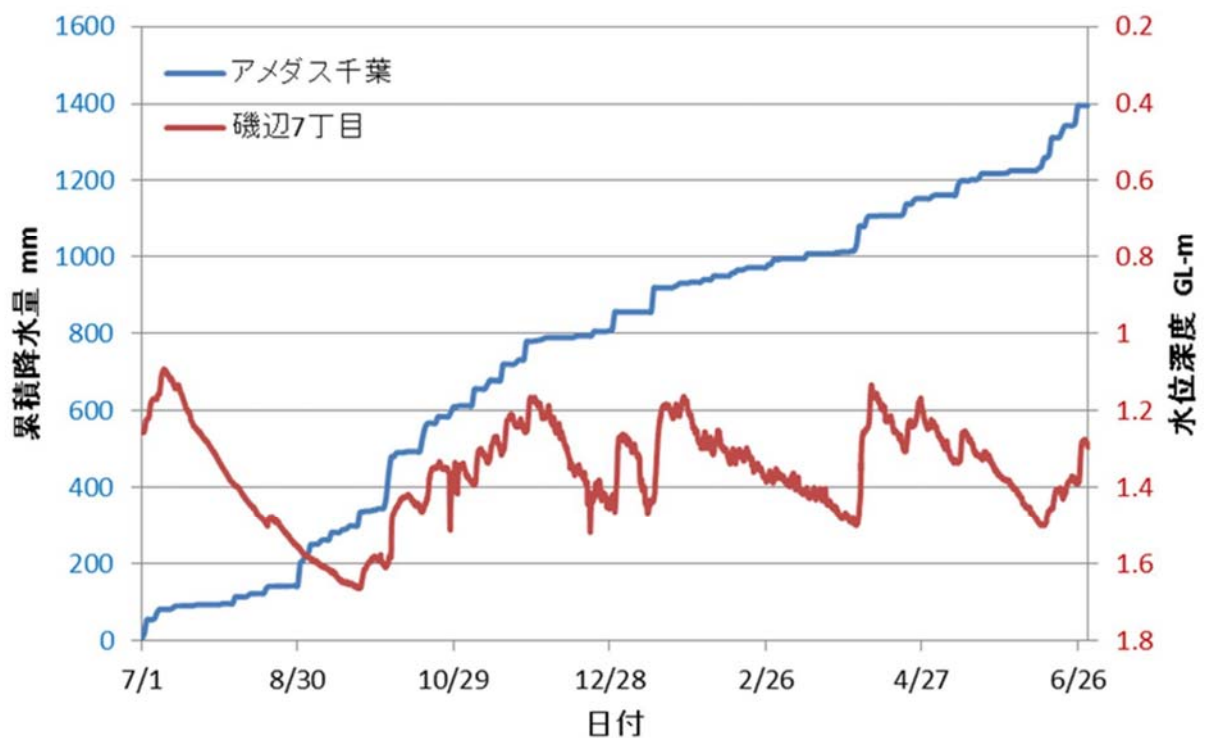
実証実験の断面図(P5)

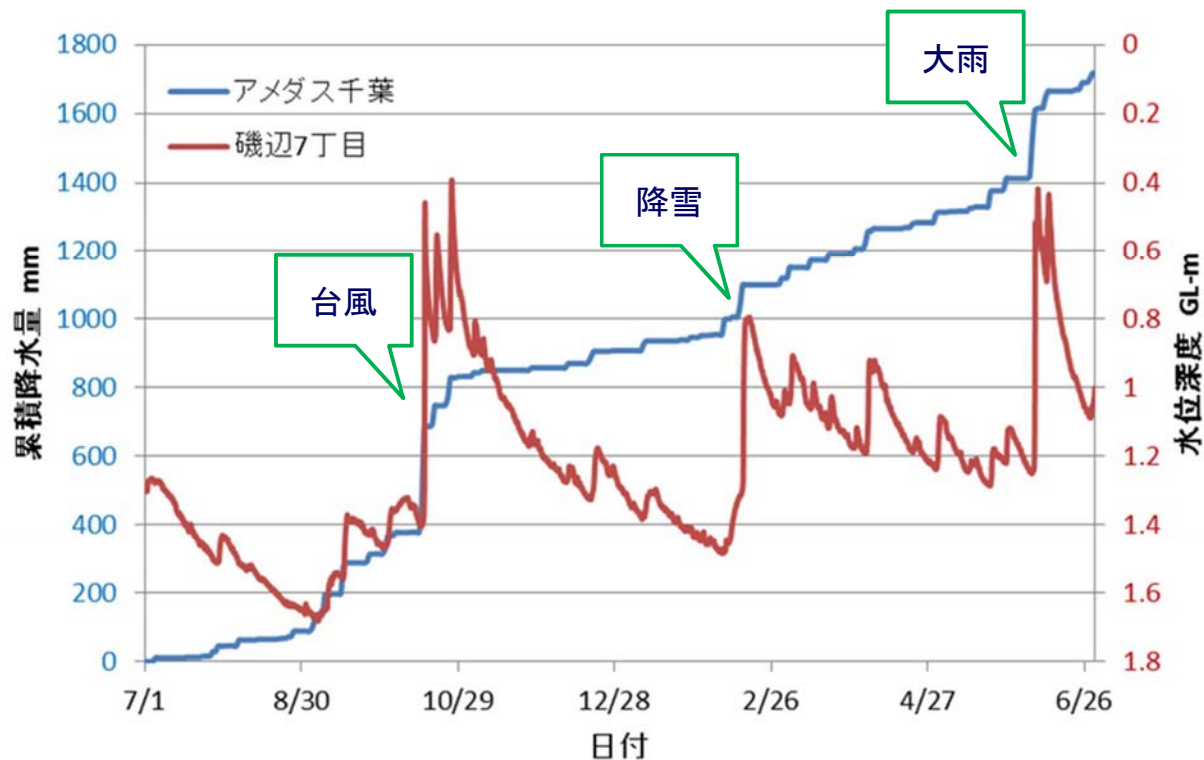
11



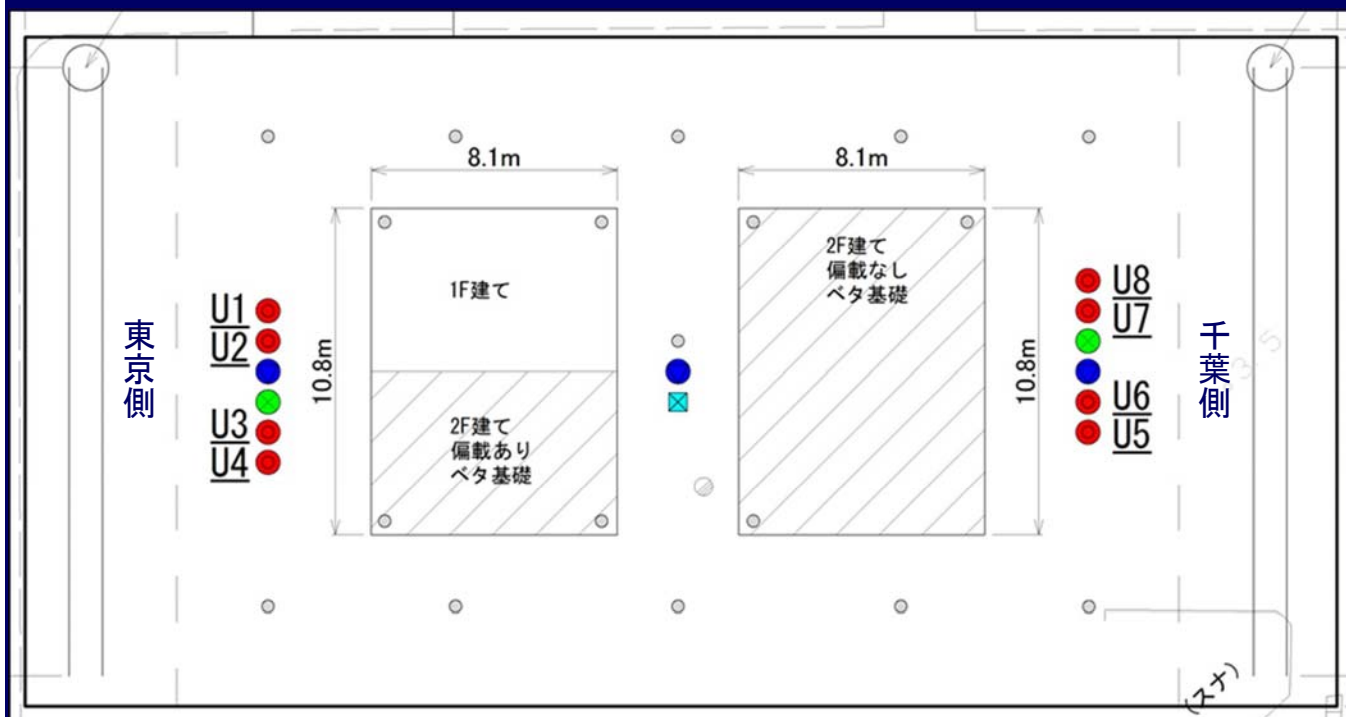
2012/7～2013/6の累積降水量と地下水位の関係(P6)

12

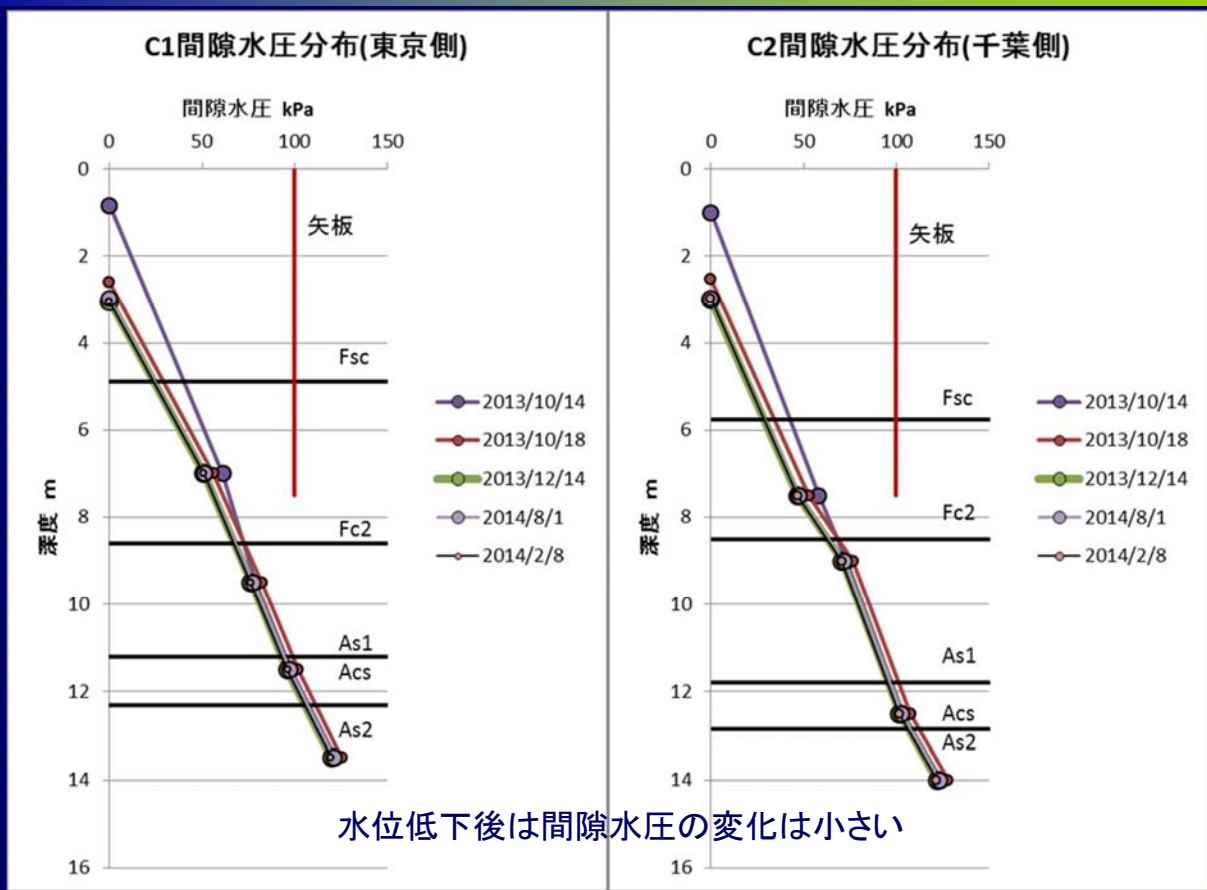




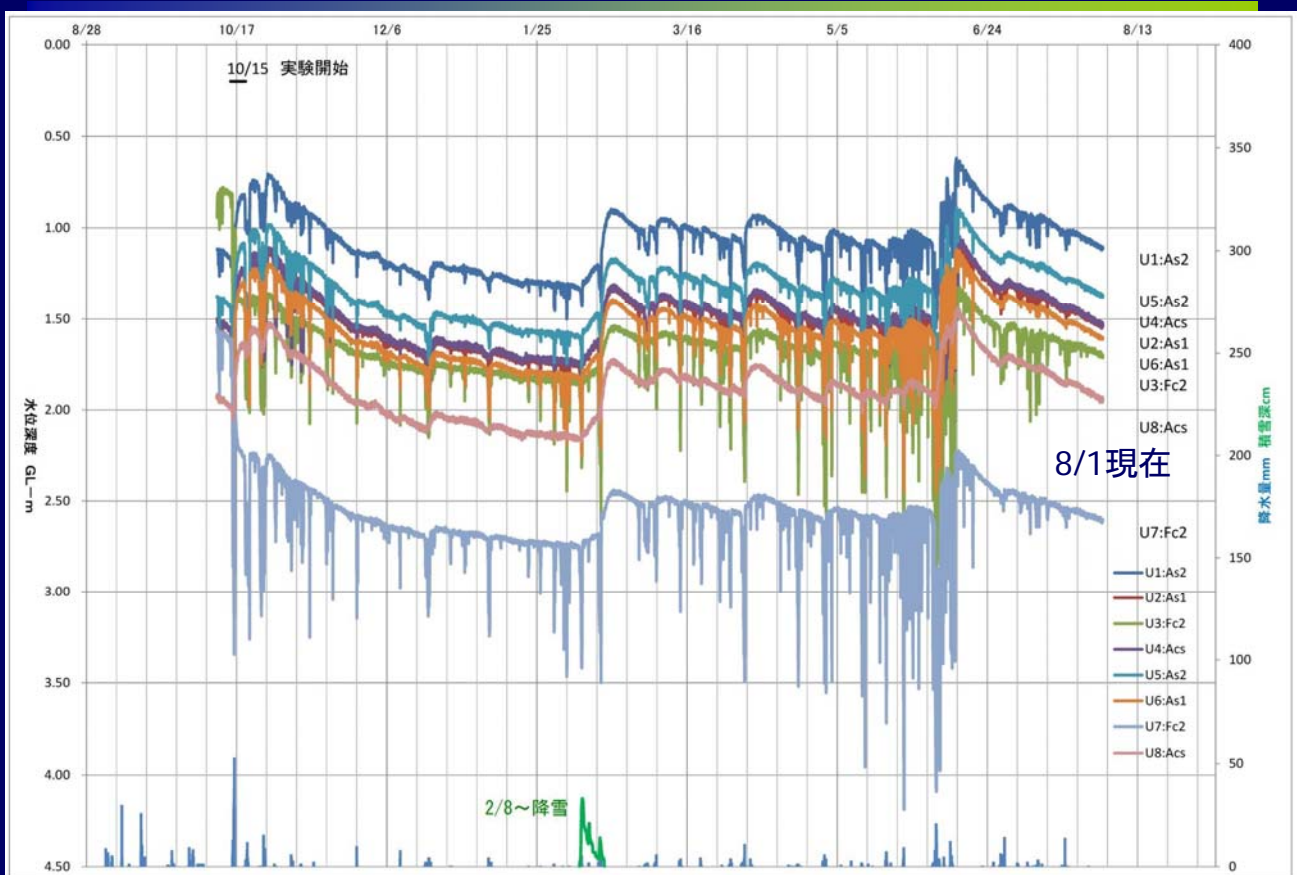
間隙水圧計観測位置図(P7)



間隙水圧分布(P7)

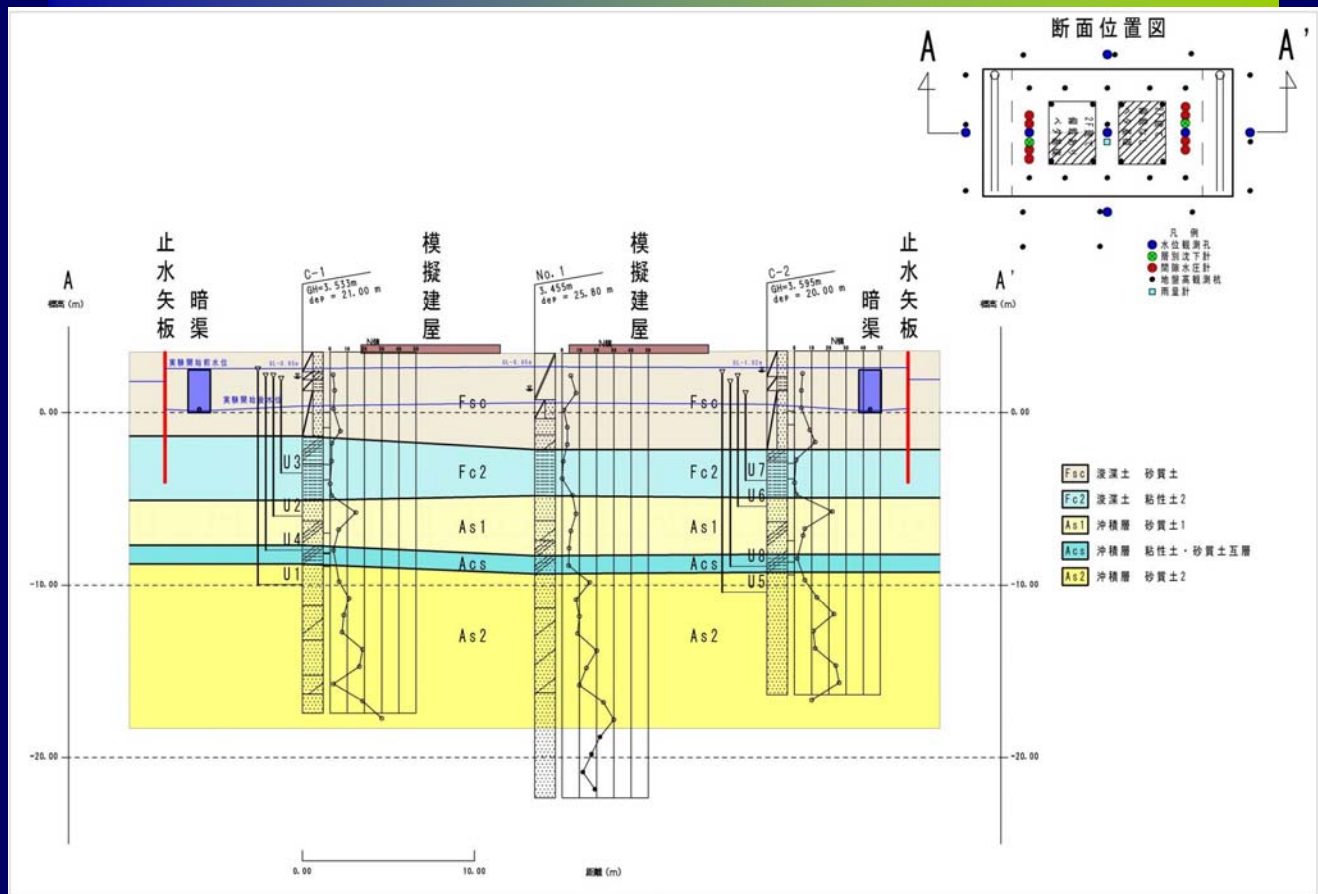


間隙水圧計観測結果(P8)



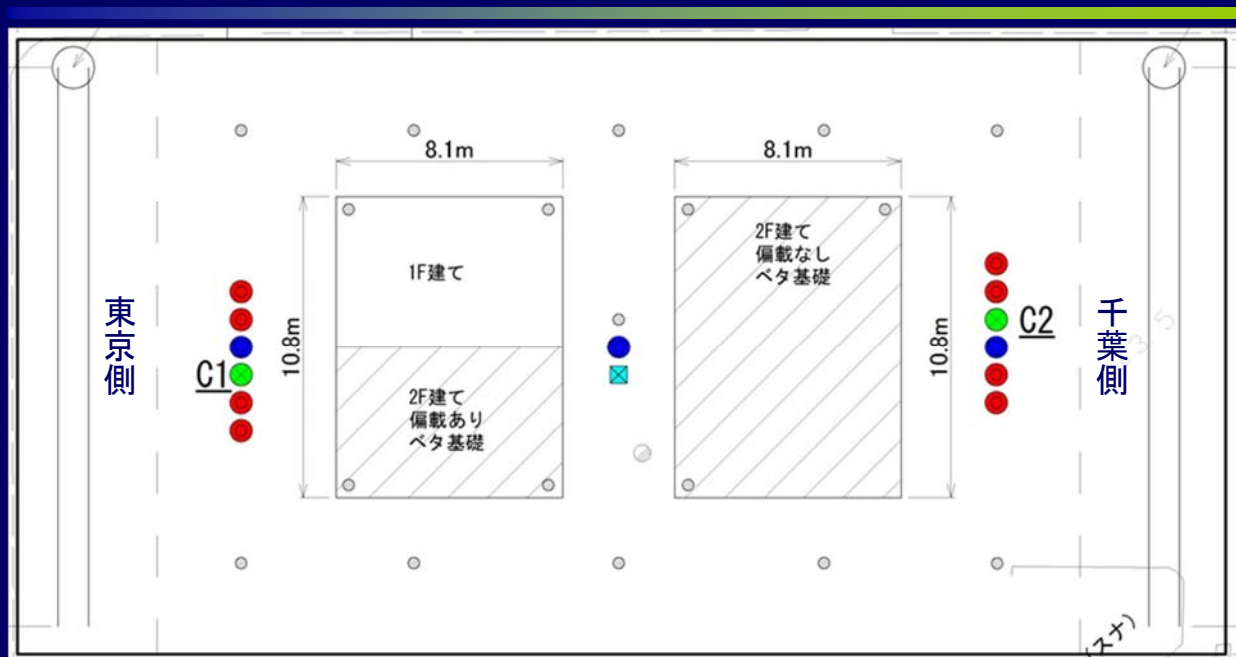
間隙水压分布(P9)

17



層別沈下計位置図と結果(P10)

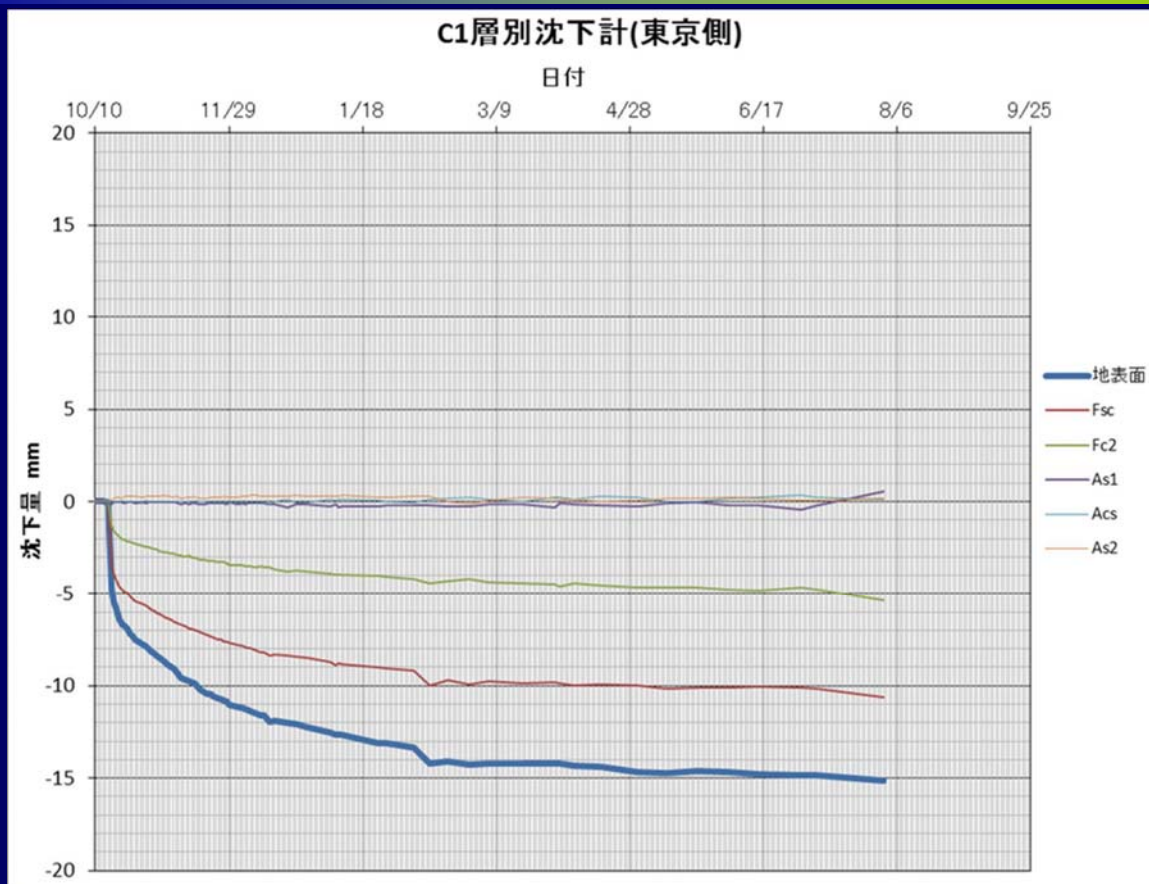
18



計測点	8/1時点での沈下量(cm)		
	地表面(cm)	Fsc(cm)	Fc2(cm)
C1	1.51	1.06	0.53
C2	1.14	0.84	0.28

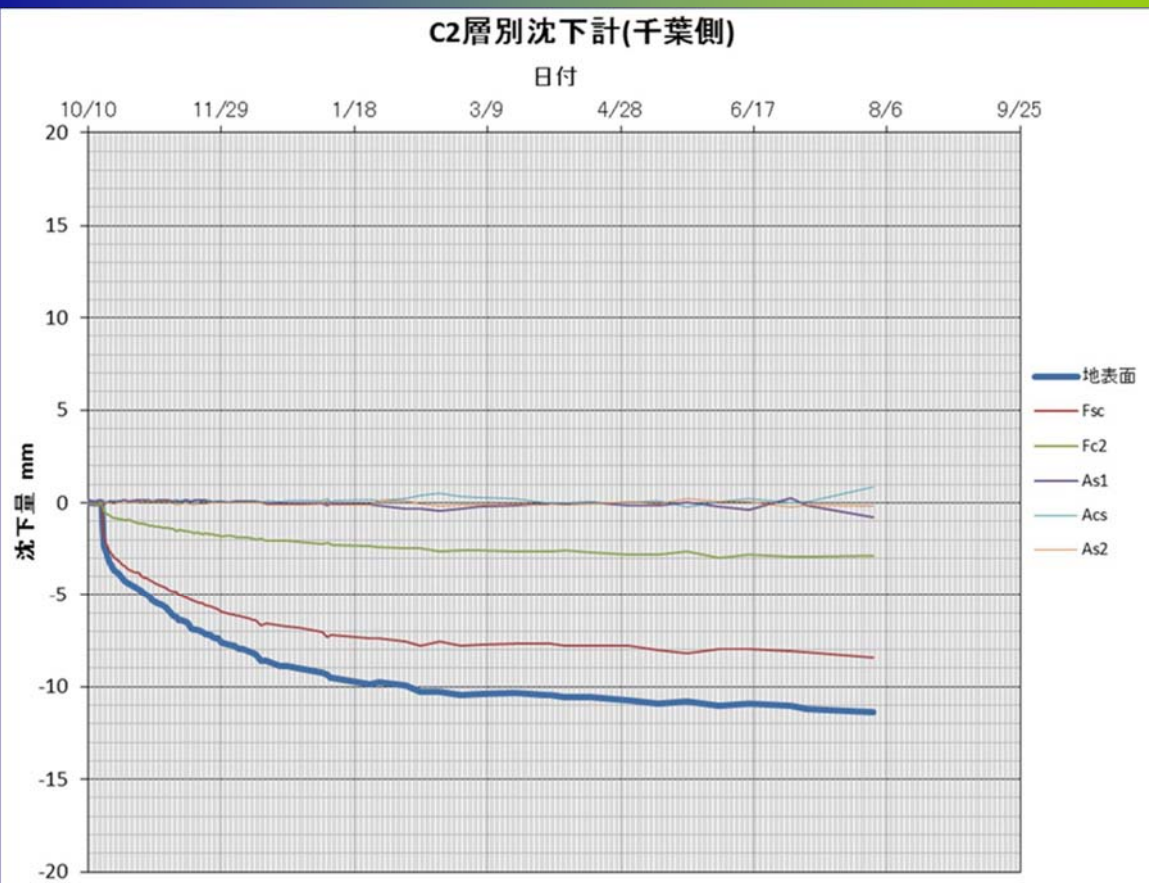
層別沈下計 C1(P10)

19

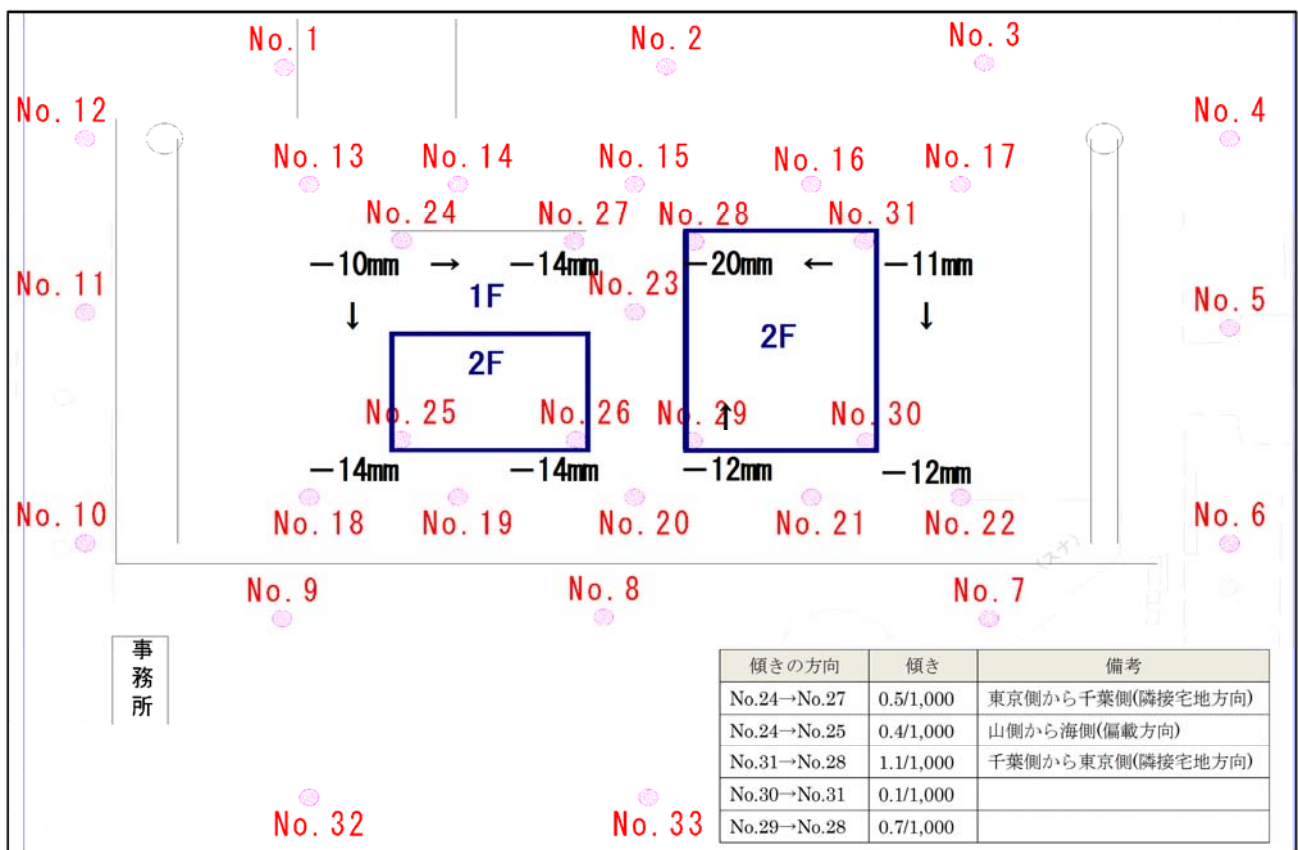


層別沈下計 C2(P10)

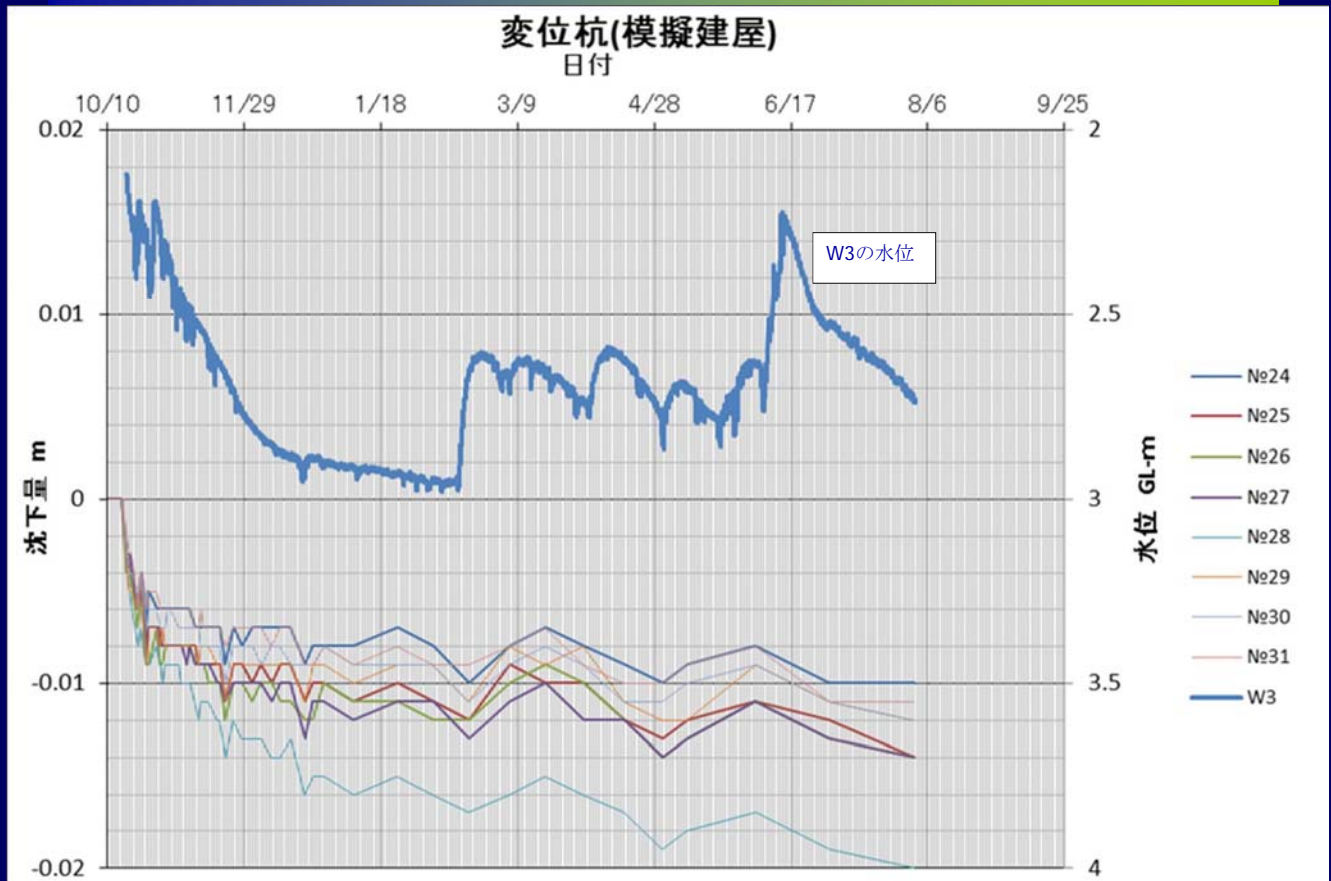
20



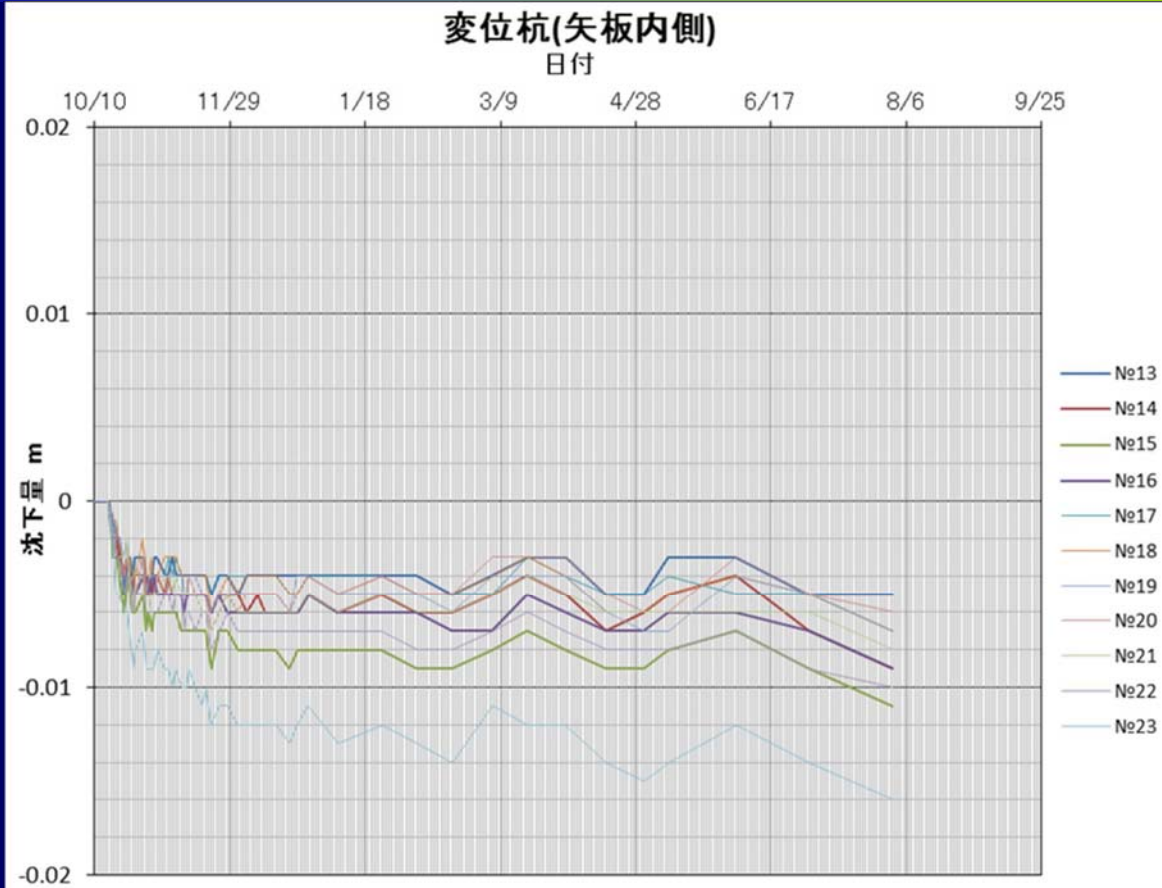
地表面沈下計(P11)



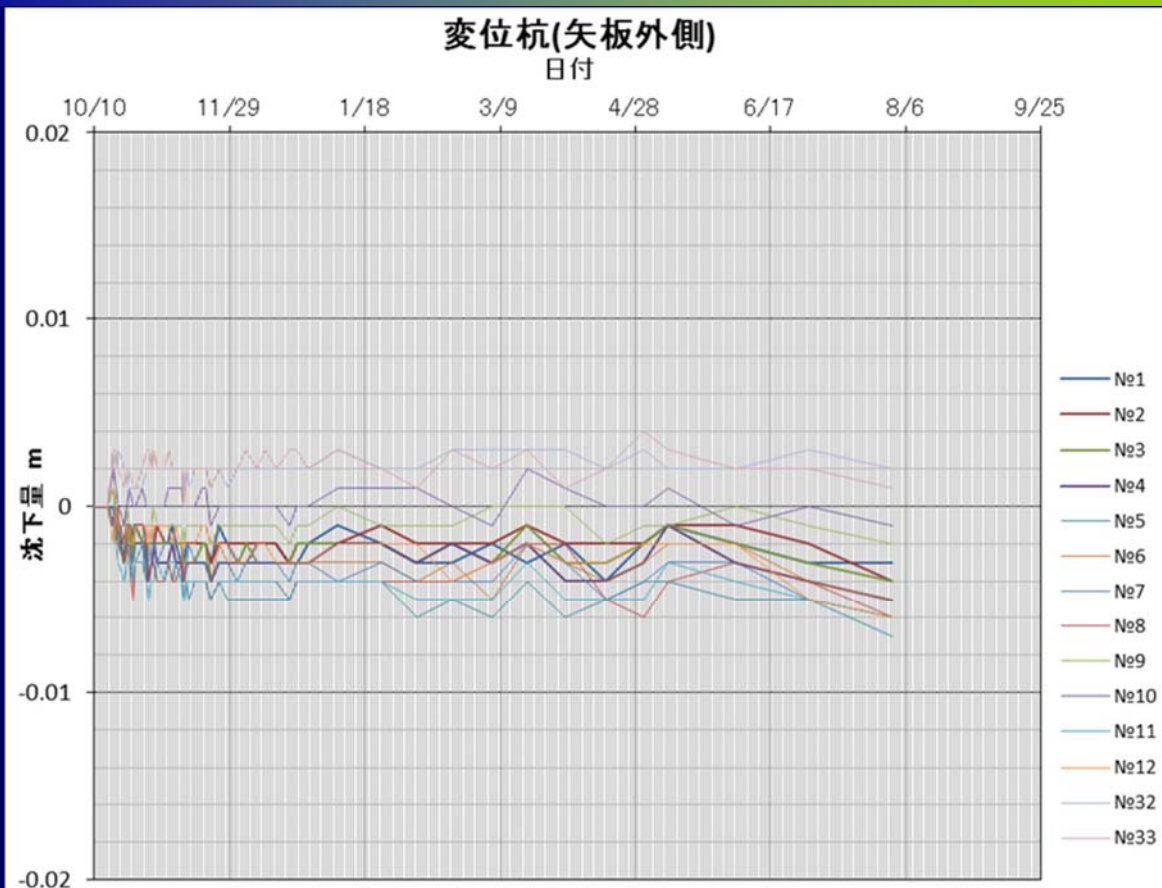
地表面沈下計 模擬建屋(P11)



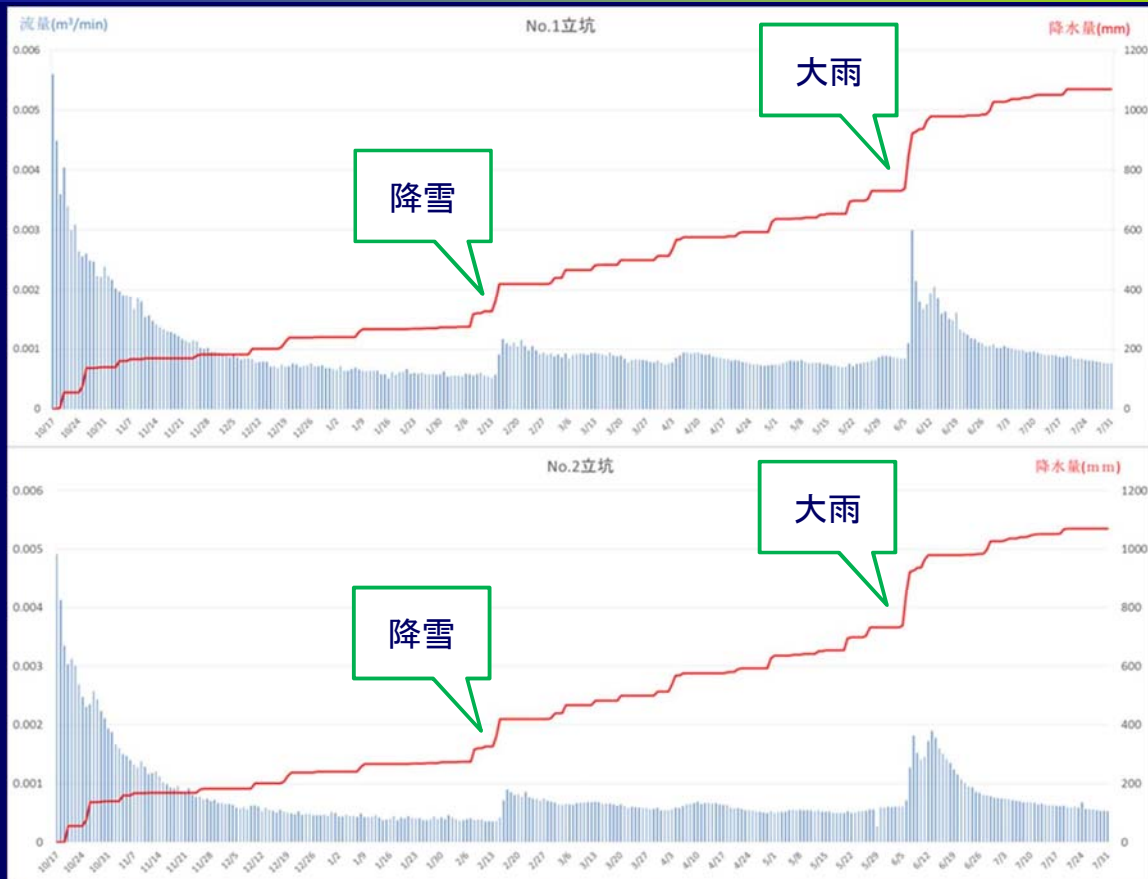
地表面沈下計 矢板内側(P11)



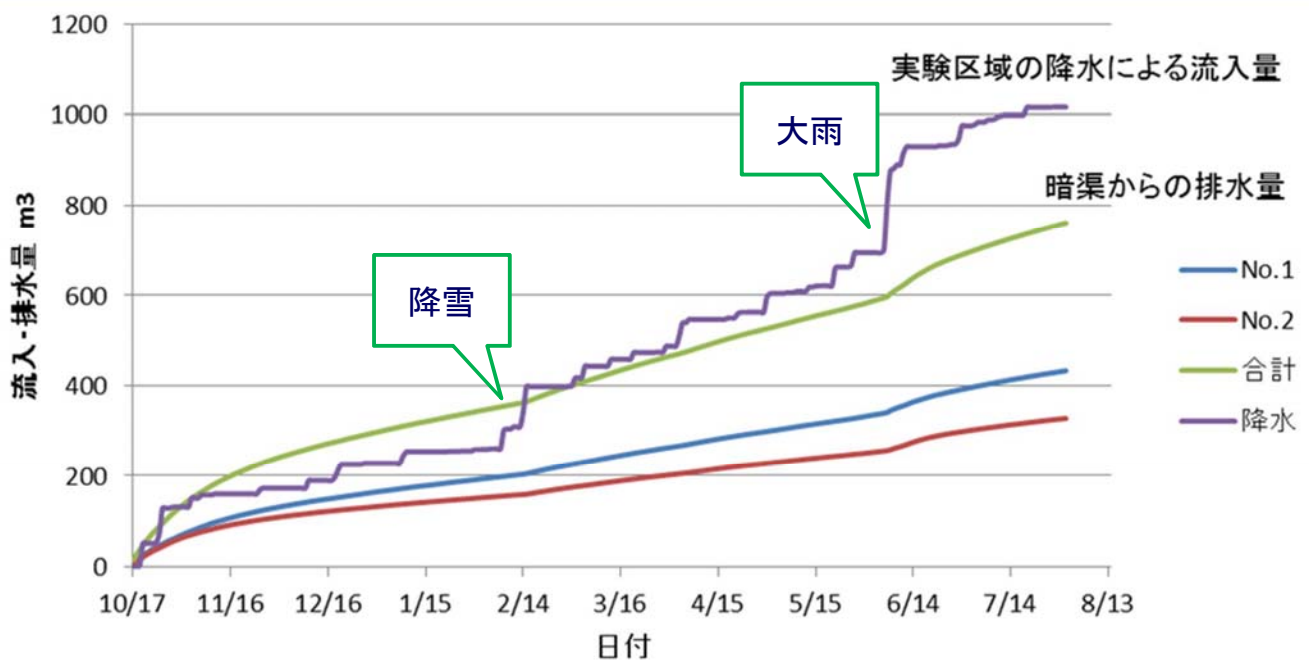
地表面沈下計 矢板外側(P12)



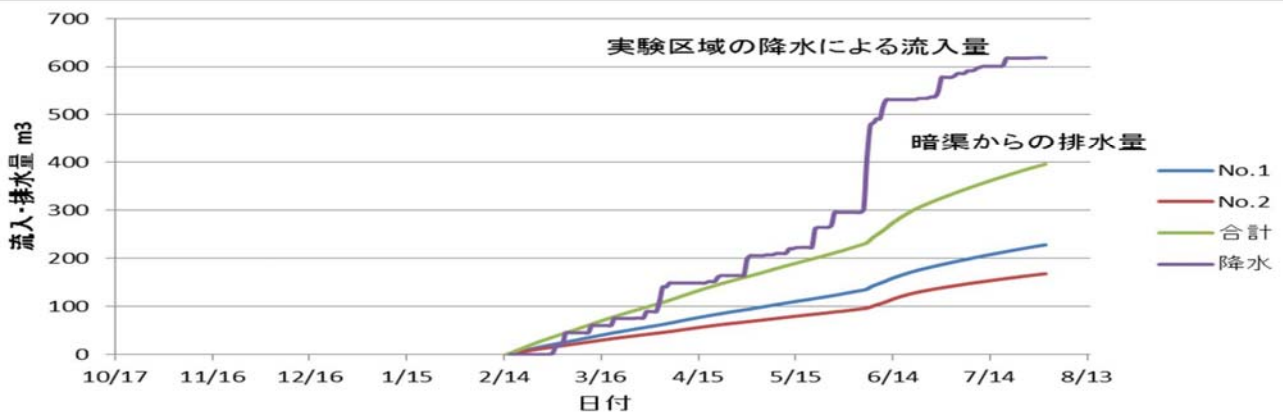
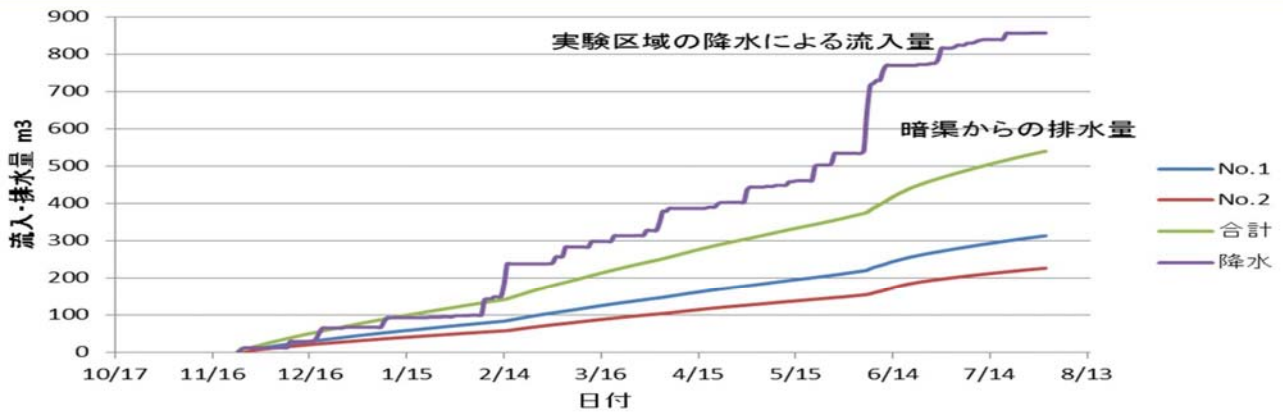
日排水量と累積降水量(P13)



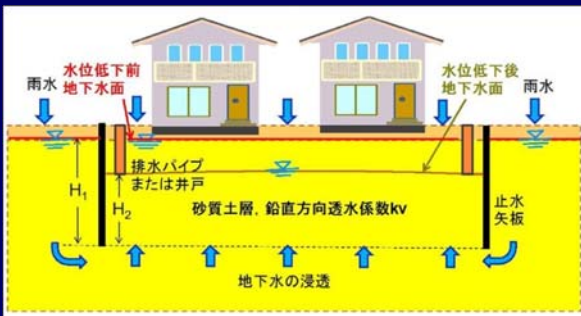
日排水量と累積降水量(P13)



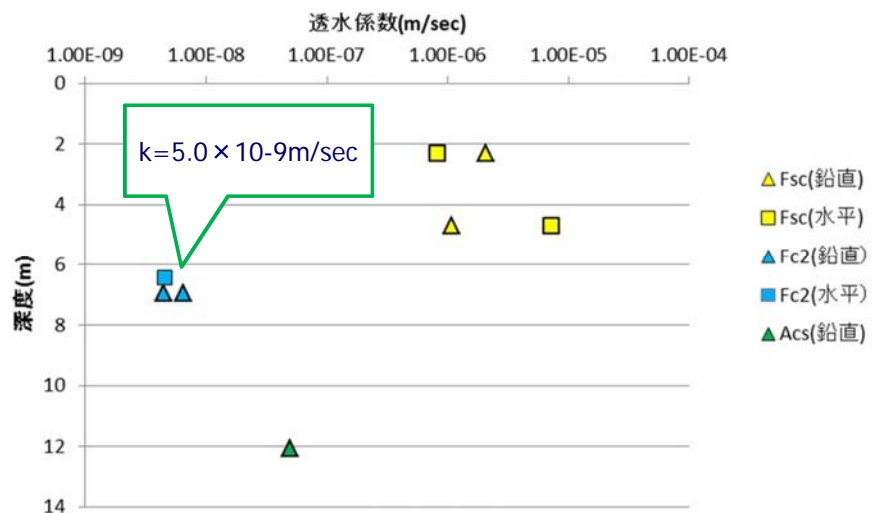
累積期間の違い(P13)



排水量の検討(P14)

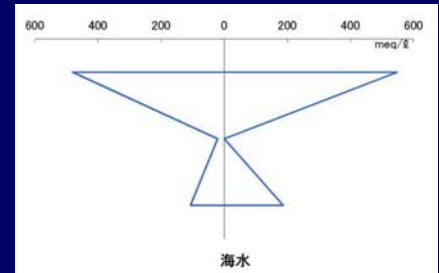
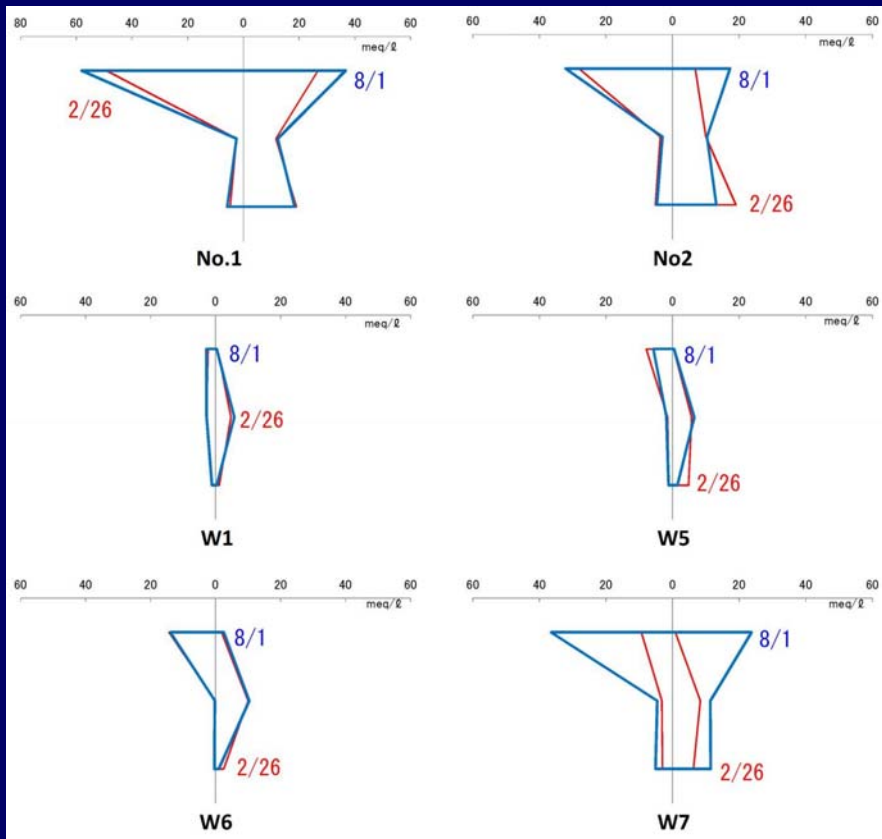


当該地には不透水層であるFc2が存在する。
粘性土の透水係数に依存すると考えられる。
Fc2の鉛直方向の透水係数を $k_v = 5.0 \times 10^{-9} \text{ m/sec}$
290日の期間(排水量の観測期間)とすれば、
 $Q_p = k_v \times ((H_1 - H_2)/H_2) \times 43.2 \times 22 \times 3600 \times 24 \times 290$
 $= 5.0 \times 10^{-9} \times (2/4.5) \times 2381322240$
 $= 52.9 \text{ m}^3$

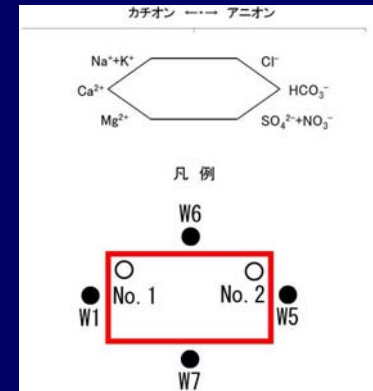


水質分析(P15)

29



凡例



- 矢板の内側と外側で水質は異なる
- 矢板外側は降水起源の表層地下水
- 矢板内側は海水の影響を受けた深層地下水

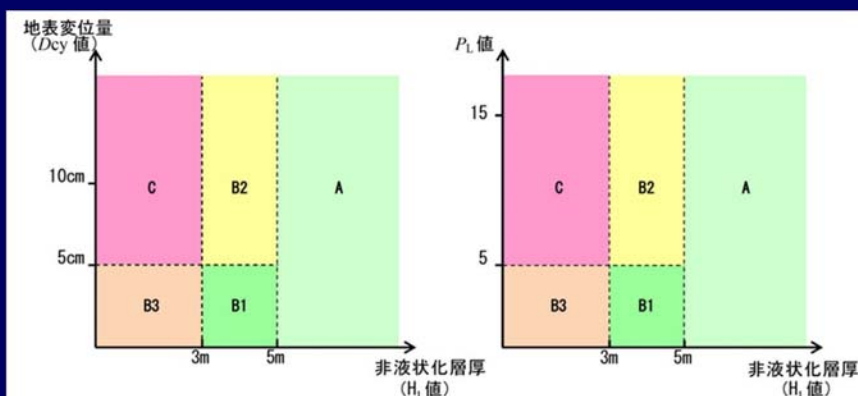
効果検証に用いたボーリング(P16)

30



本資料は個人情報保護のため画像処理を施しています

効果検証の目標値(P16)



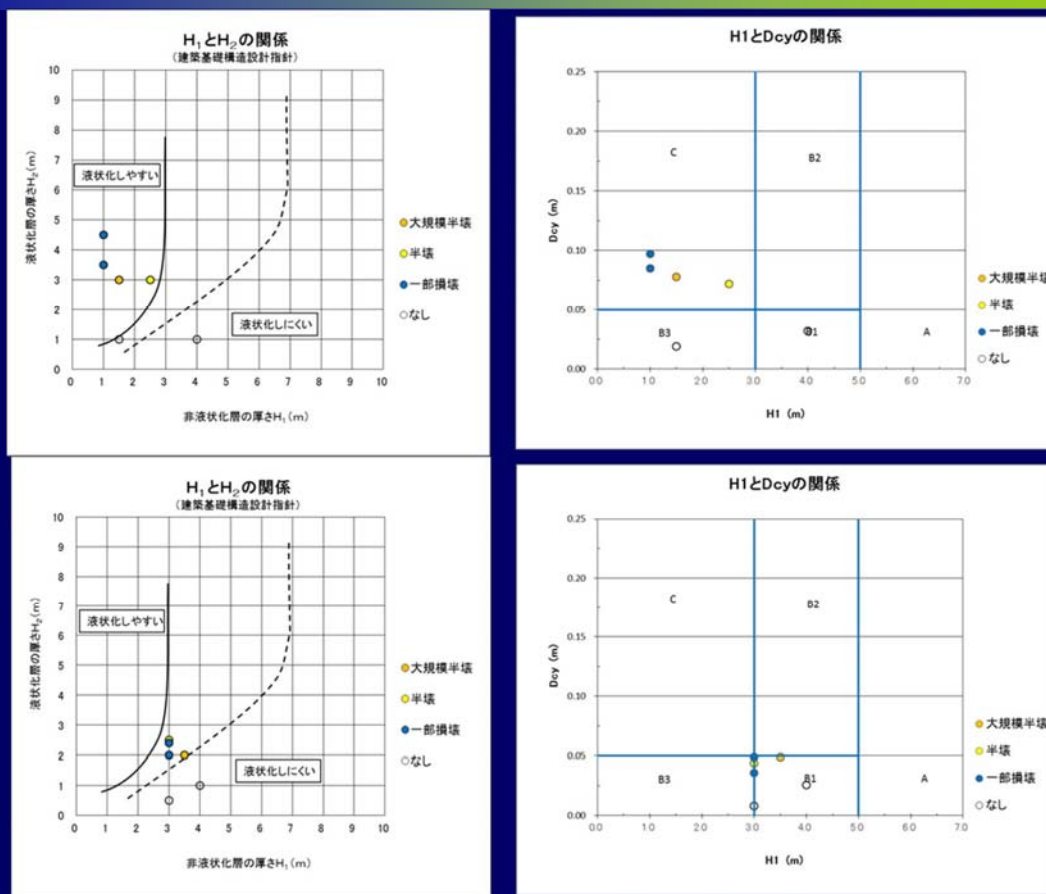
判定結果	H ₁ の範囲	Dcyの範囲	P _L 値の範囲	地下水位低下工法	格子状地中壁工法
C	3m 未満	5cm 以上	5 以上	不可	不可
B3		5cm 未満	5 未満	不可 (※)	不可
B2	3m 以上	5cm 以上	5 以上	液状化被害軽減の 目標として可	不可
B1	5m 未満	5cm 未満	5 未満		
A	5m 以上	—	—	液状化被害抑制の目標として可	

(※) 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。

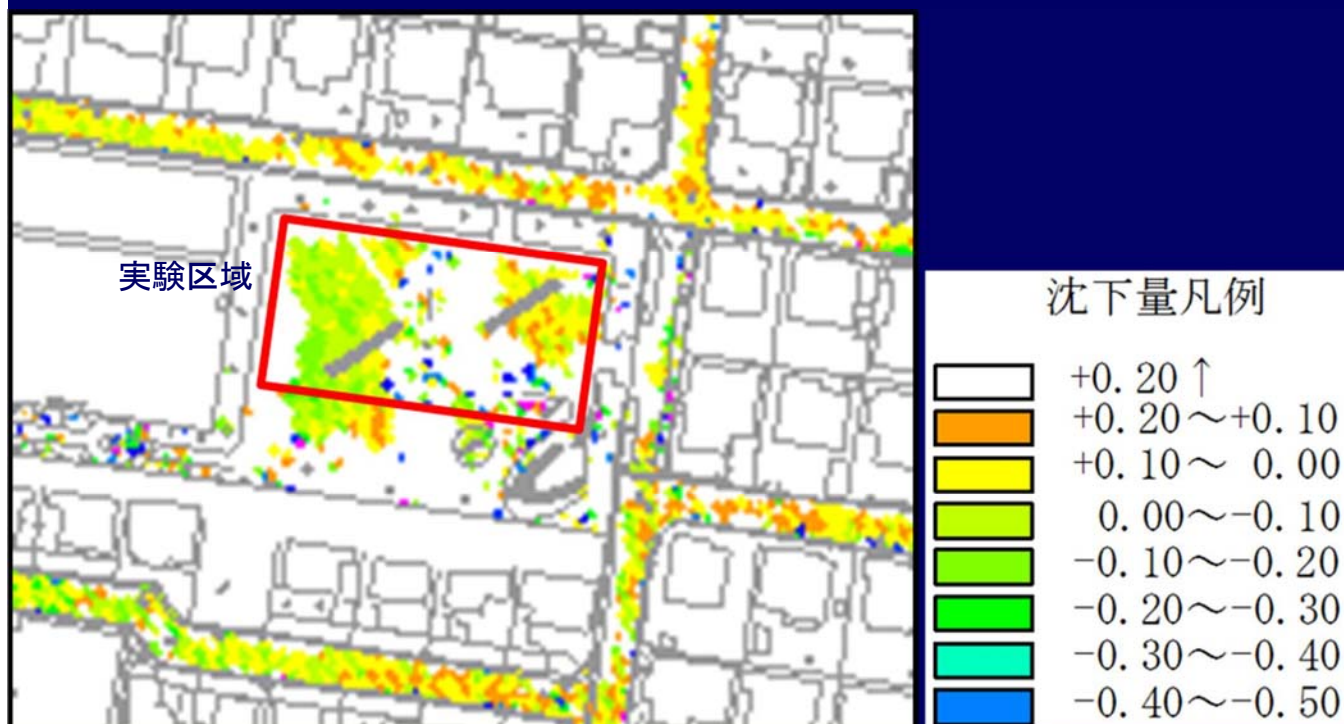
対策効果(P17)

孔名	現況水位(対策前)					水位低下後(対策後)					被害程度
	地下水位 (GL-m)	非液状化層 H1(m)	液状化層 H2(m)	M9,200gal Dcy(cm)	判定結果	地下水位 (GL-m)	非液状化層 H1(m)	液状化層 H2(m)	M9,200gal Dcy(cm)	判定結果	
A-1	1.1	1.5	3.0	7.8	C	3.0	3.5	2.0	4.9	B1	大規模半壊
N-1	1.9	1.5	1.0	1.9	B3	3.0	3.0	0.5	0.8	B1	なし
N-2	1.3	4.0	1.0	3.2	B1	3.0	4.0	1.0	2.6	B1	なし
N-3	1.3	1.0	4.5	8.5	C	3.0	3.0	2.5	3.6	B1	一部損壊
N-4	1.4	1.0	3.5	9.7	C	3.0	3.0	2.0	4.9	B1	一部損壊
H25No.1	1.0	2.5	3.0	7.2	C	3.0	3.0	2.5	4.4	B1	半壊

対策効果(P17)

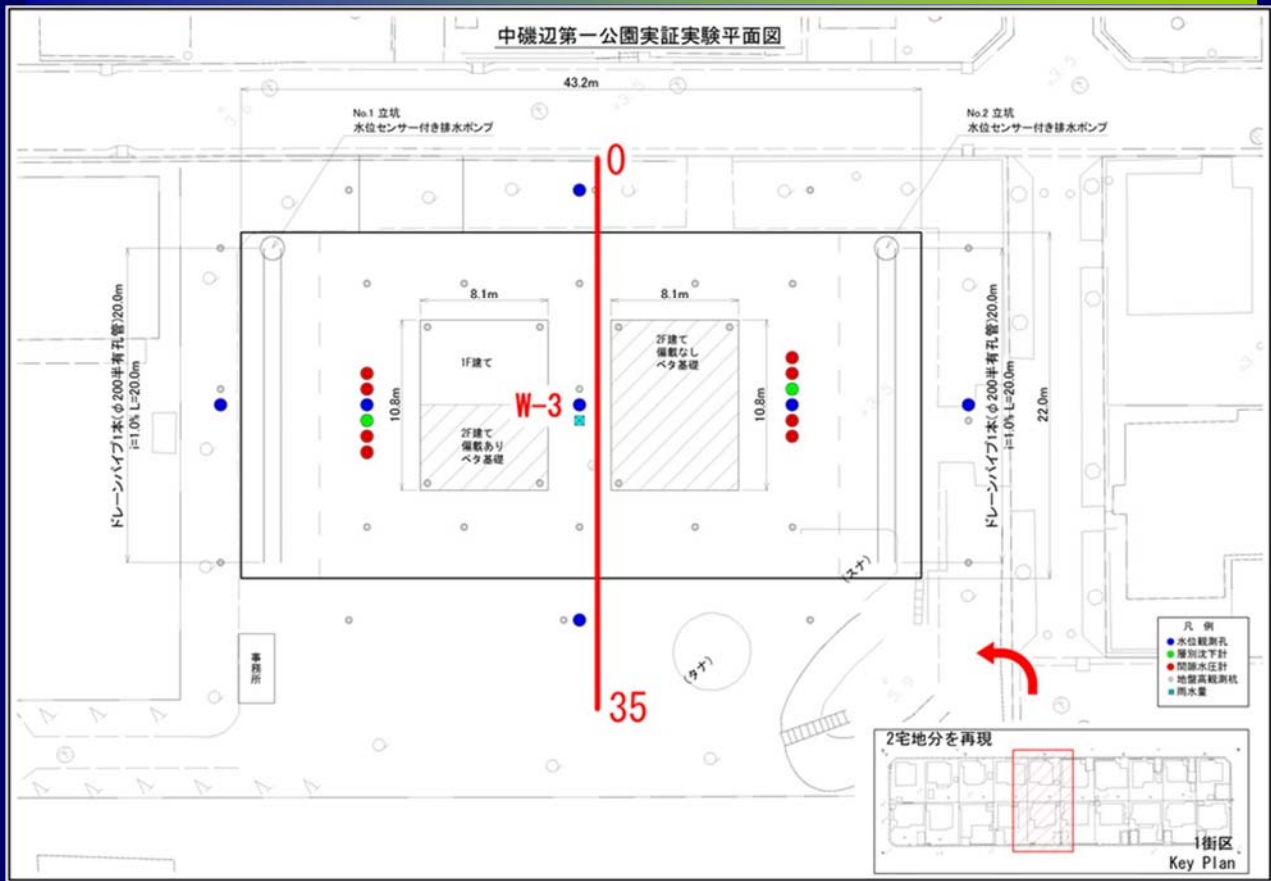


沈下マップ(P17)



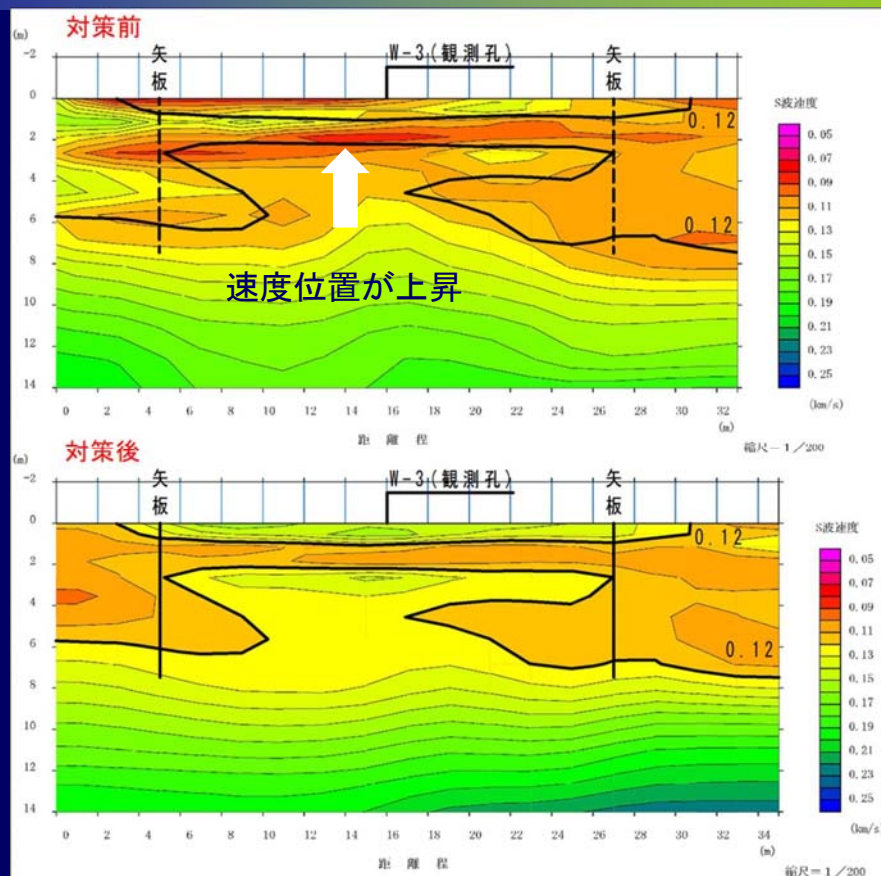
表面波探査測線(P21)

35



S波速度の変化(P21)

36

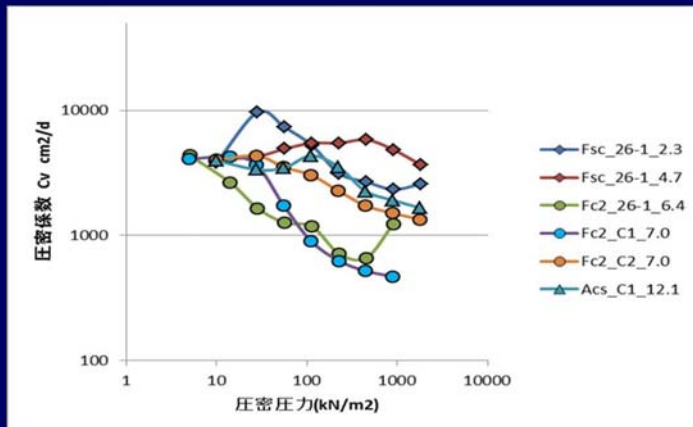


沈下計算の条件(P22)

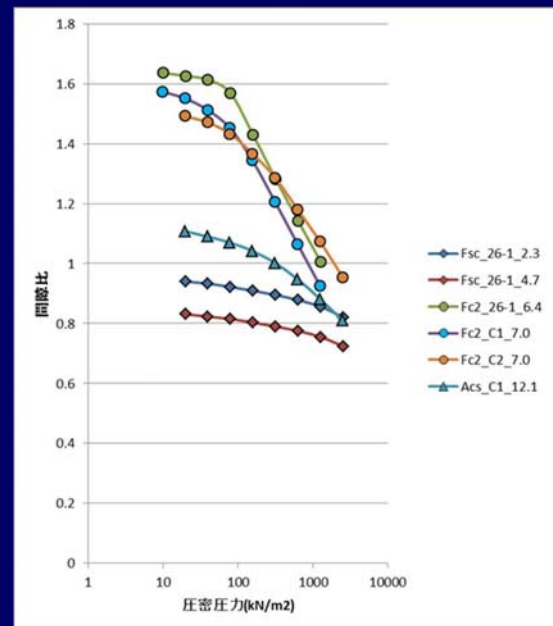
37

単位体積重量

地層	単位体積重量 (kN/m ³)
Fsc	17.0
Fc2	16.0
As1	18.5
Acs	18.0
As2	18.5



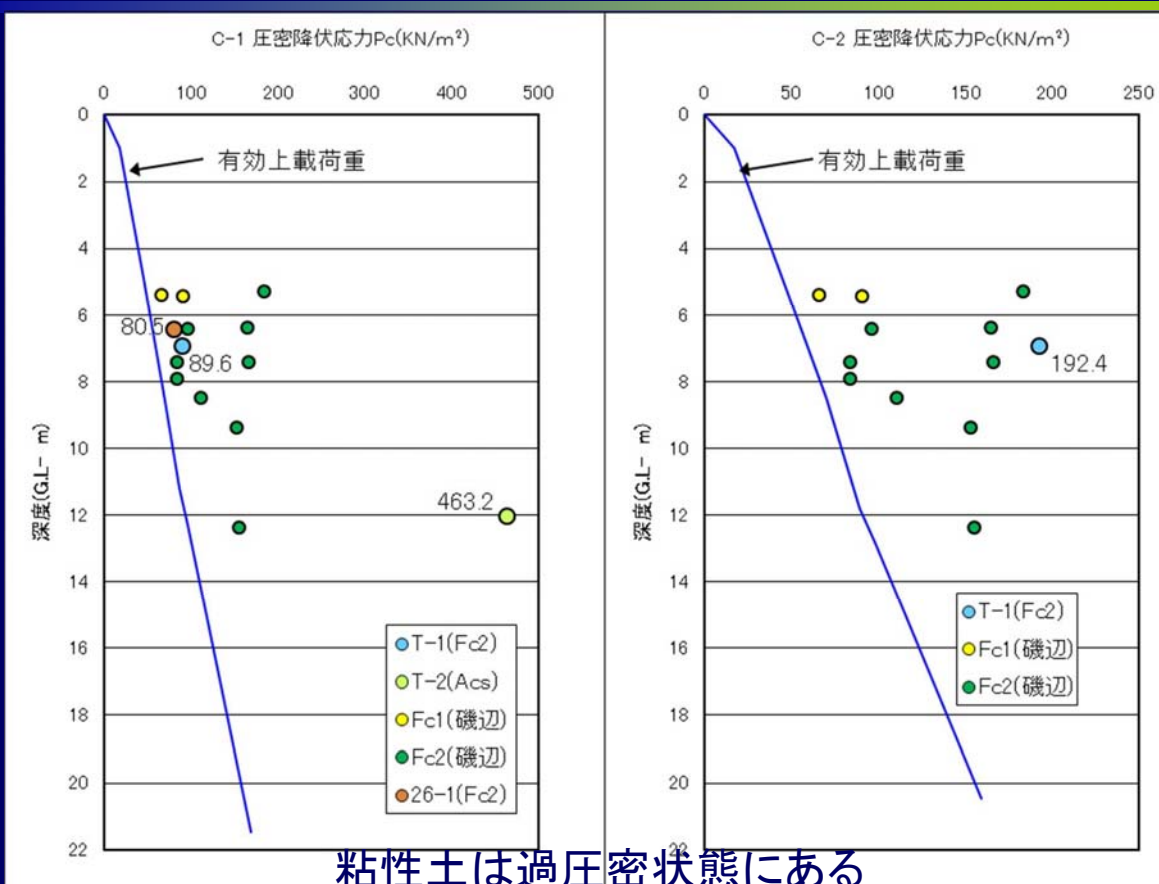
Cv曲線



e-logP曲線

有効上載圧と圧密降伏応力(P22)

38

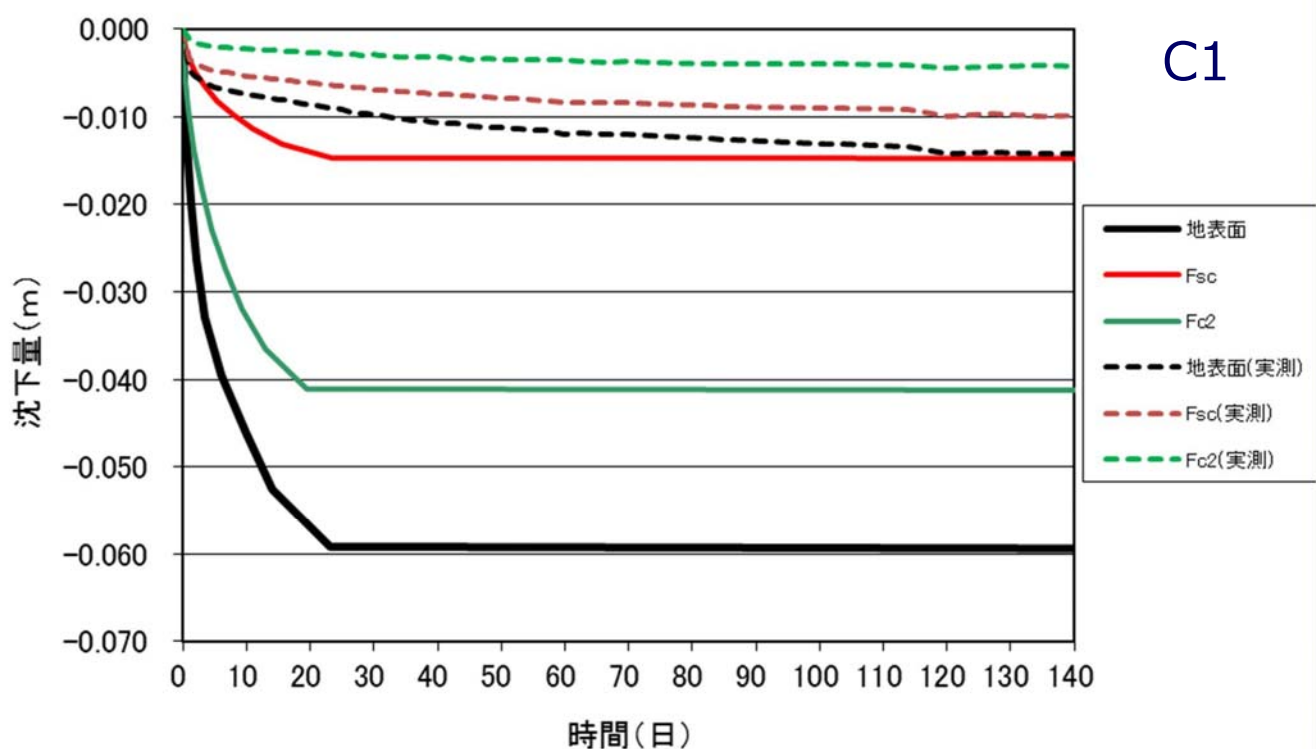


粘性土は過圧密状態にある

Δe法による沈下計算での検証(P23)

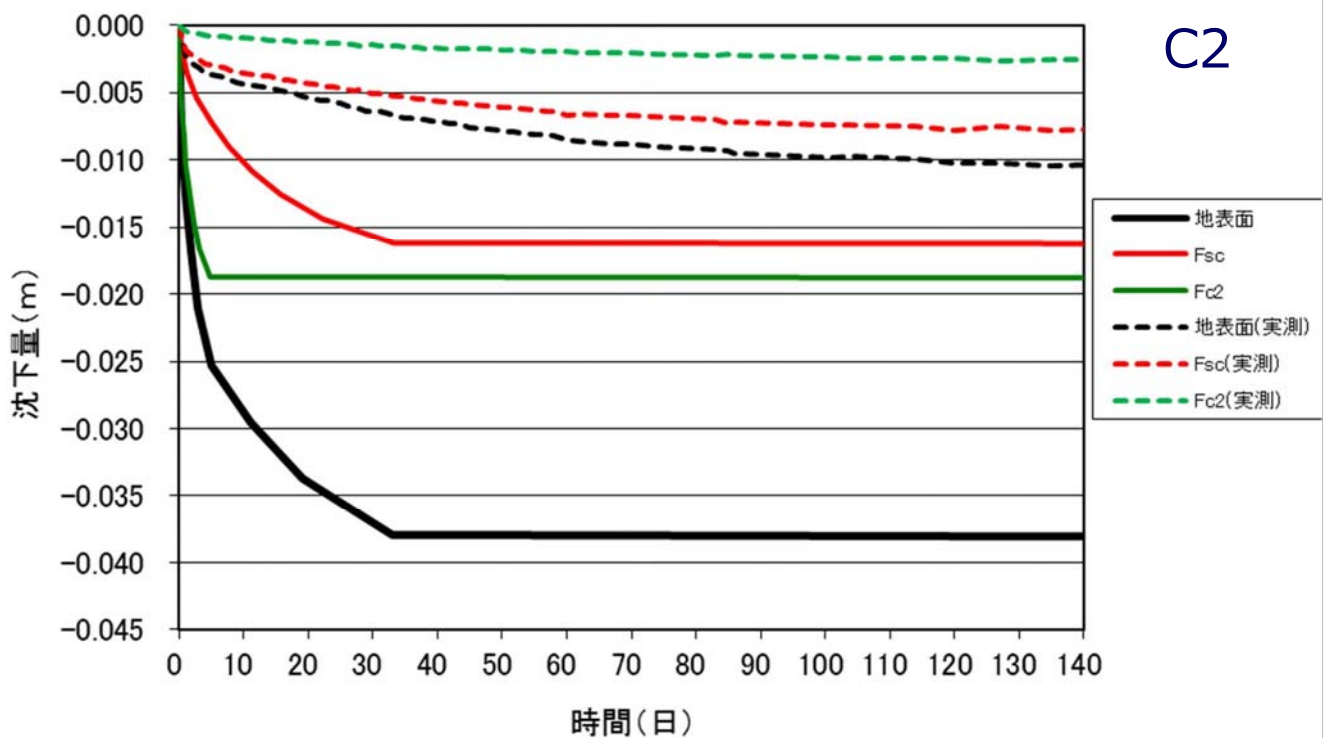
地点	土層	圧密度(%)	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	実測値 (8/1)
C1 (東京側)	全層	経過日数	0	1	1	2	3	6	10	14	23	—	—
		沈下量(cm)	0.7	1.3	2.0	2.6	3.3	3.9	4.6	5.3	5.9	6.6	1.5
	Fsc	経過日数	0	1	2	3	5	8	11	16	23	—	—
		沈下量(cm)	0.2	0.3	0.5	0.7	0.8	1.0	1.1	1.3	1.5	1.6	1.1
	Fc2	経過日数	0	1	2	3	5	7	9	13	19	—	—
		沈下量(cm)	0.5	0.9	1.4	1.8	2.3	2.7	3.2	3.7	4.1	4.6	0.5
	Acs	経過日数	0	0	0	0	0	0	0	0	1	—	—
		沈下量(cm)	0.0	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.4	0.0
C2 (千葉側)	全層	経過日数	0	0	1	2	3	5	11	19	33	—	—
		沈下量(cm)	0.4	0.8	1.3	1.7	2.1	2.5	3.0	3.4	3.8	4.2	1.1
	Fsc	経過日数	0	1	3	5	8	11	16	22	33	—	—
		沈下量(cm)	0.2	0.4	0.5	0.7	0.9	1.1	1.3	1.4	1.6	1.8	0.8
	Fc2	経過日数	0	0	0	1	1	2	2	3	5	—	—
		沈下量(cm)	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.5	1.7	1.9	2.1	0.3
	Acs	経過日数	0	0	0	0	0	0	0	0	1	—	—
		沈下量(cm)	0.0	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.1

Δe法による沈下計算での検証(P23)



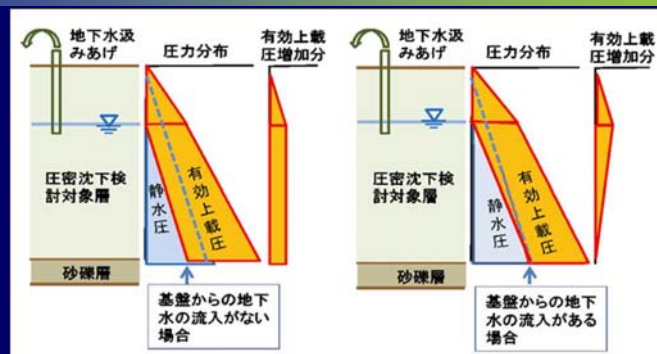
Δe 法による沈下計算での検証(P23)

41



間隙水圧を考慮した Δe 法による検証(P24)

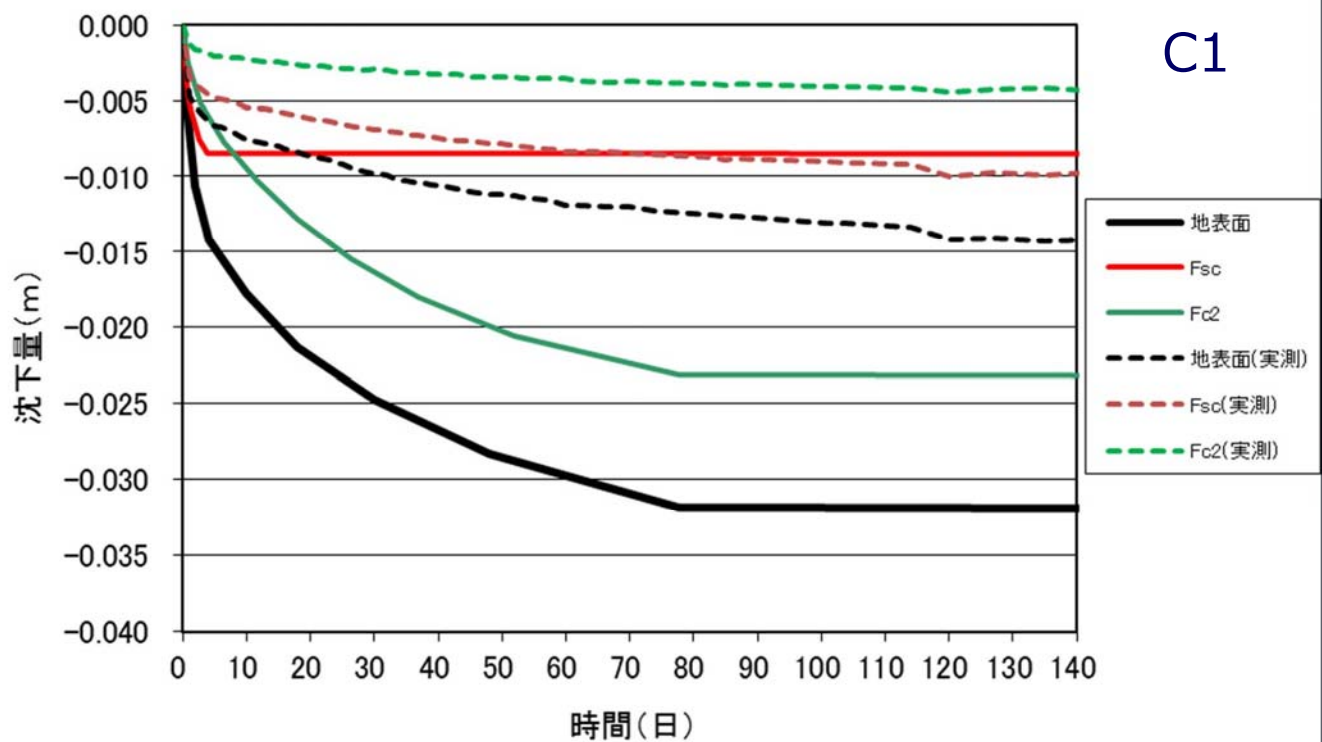
42



計測点	地層	沈下量(cm)	
		7/31 実測値	計算値
C1	Fsc	1.06	0.94
	Fc2	0.53	2.57
	Acs	0.01	0.04
	全層	1.51	3.55
C2	Fsc	0.84	0.93
	Fc2	0.28	1.21
	Acs	0.08	0.04
	全層	1.14	2.18

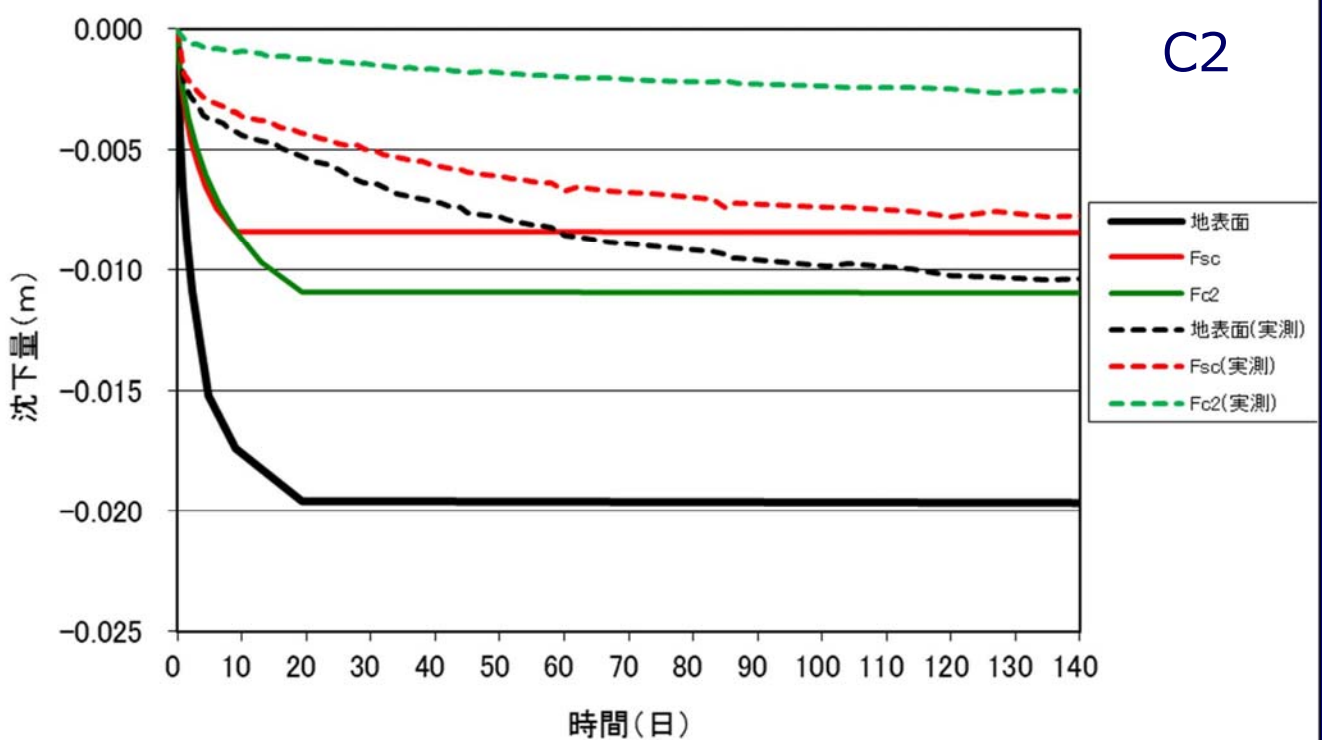
間隙水圧を考慮した Δe 法による検証(P24)

43



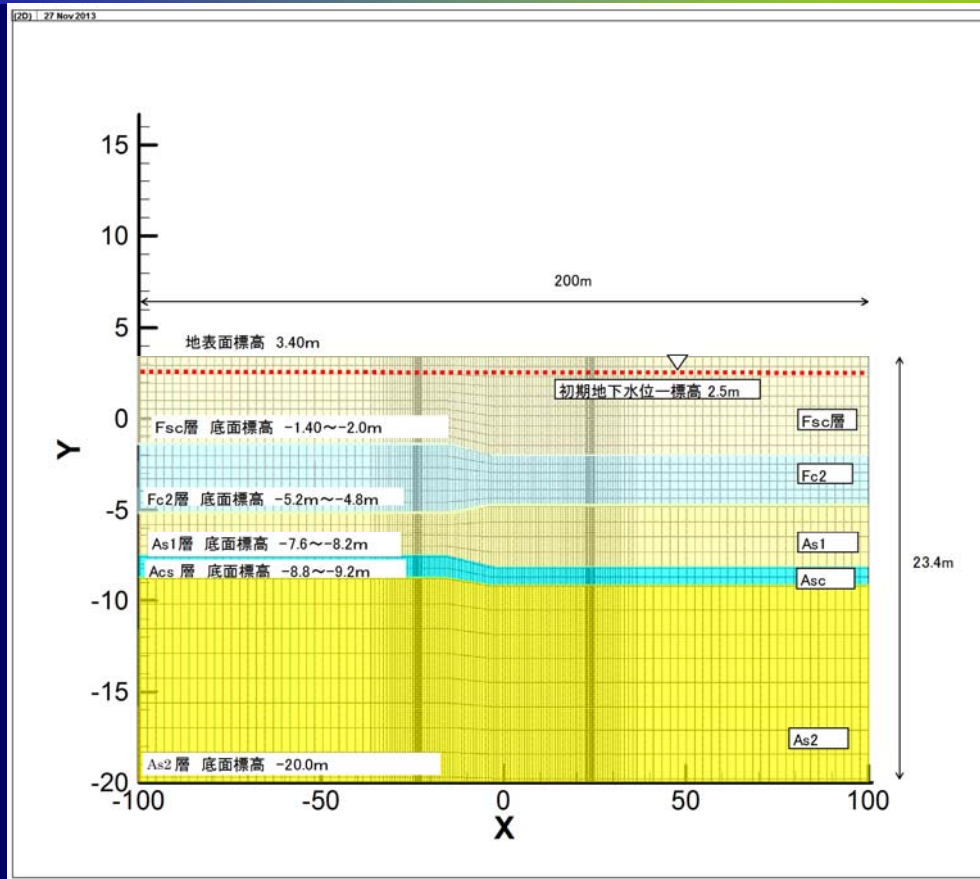
間隙水圧を考慮した Δe 法による検証(P24)

44



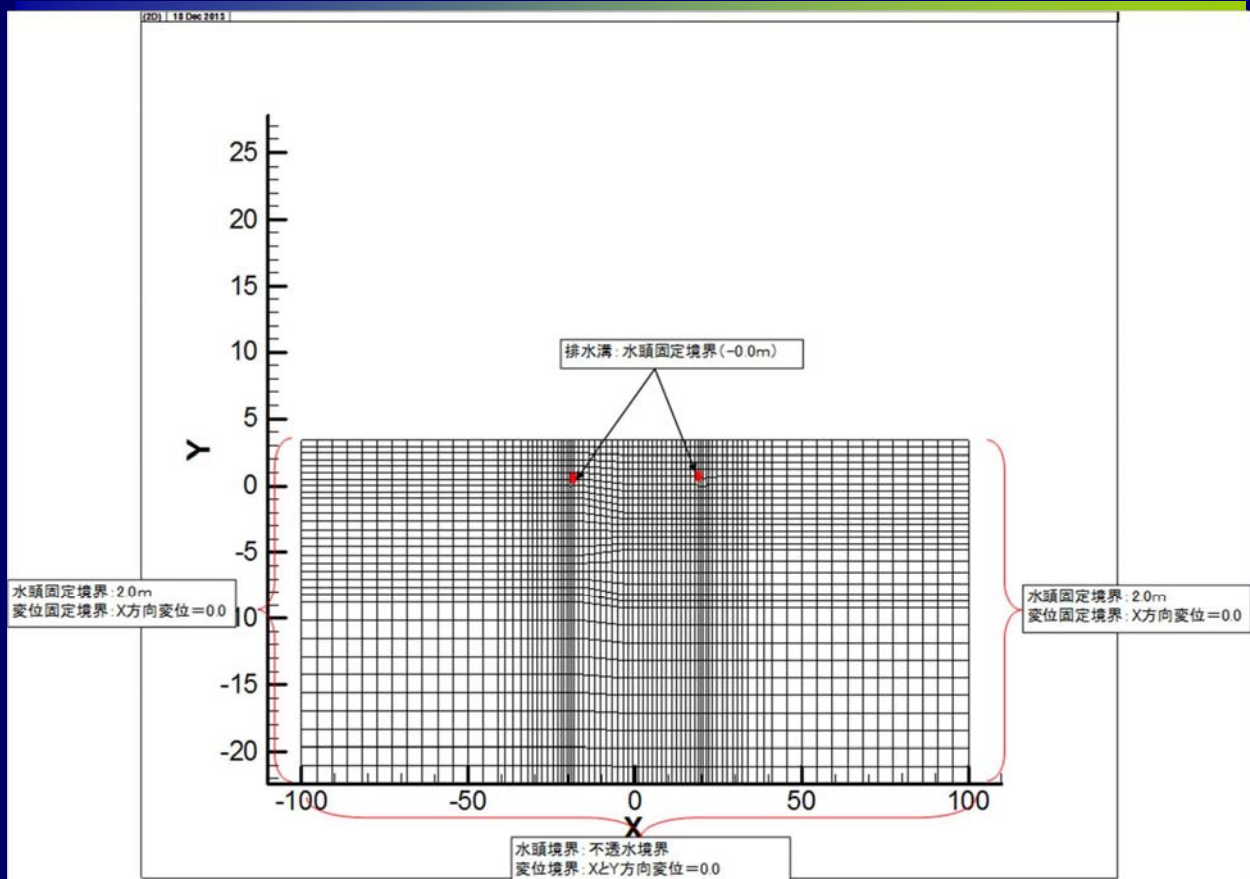
連成解析のモデル(P26)

45



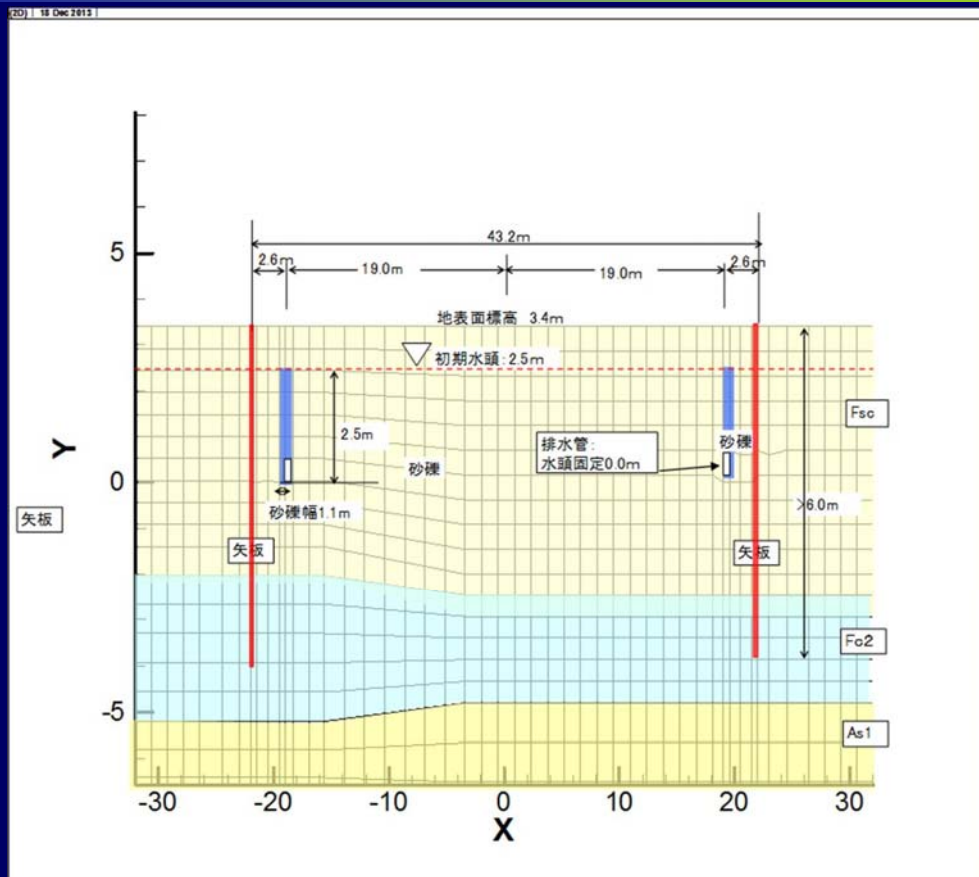
連成解析のモデル(P26)

46



連成解析のモデル(P27)

47



連成解析に用いた物性値(P27)

48

No	土質名	飽和透水係数 K(m/s)	比貯留係数 (1/m)	飽和体積含水率 (θ)	水理特性曲線
1	Fsc	6.00E-05	1.00E-04	0.2	図 2.4.4
2	Fc2	5.50E-09	1.00E-03	0.1	図 2.4.5
3	As1	5.00E-07	1.00E-03	0.1	図 2.4.4
4	Asc	4.95E-08	1.00E-03	0.1	図 2.4.5
5	As2	3.00E-05	1.00E-04	0.2	図 2.4.4
6	止水矢板	1.00E-09	1.00E-04	0.1	図 2.4.5
7	砂礫	1.00E-03	1.00E-04	0.2	図 2.4.6

連成解析に用いた物性値(P28)

初期応力解析用物性値 (弾性モデル)

土層	N 値	単位体積重量	ヤング係数	ポアソン比	原位置における 静止土圧係数
	N	γ	E	ν	Ki
		kN/m ³	kN/m ²		
Fsc	4	17.0	11200	0.28	0.398
Fe2	1	16.0	5250	0.35	0.541
As1	11	18.5	30800	0.33	0.500
Acs	2	18.0	5600	0.32	0.464
As2	14	18.5	39600	0.32	0.470

圧密解析における弾性モデル物性値

土層	ヤング係数	ポアソン比	静止土圧係数	粘性係数	内部摩擦角	透水係数
	E	ν	Ki	C	Φ	k
	KN/m ²			KN/m ²		m/s
Fsc	11200	0.28	0.40	0	37	6.0E-05
As1	30800	0.33	0.50	0	30	5.0E-07
As2	39600	0.32	0.47	0	32	3.0E-05

圧密解析における弾塑性モデルの物性値

土層	単位 体積重量	ポア ソン 比	初期 間隙比	圧縮 係数	膨潤 係数	ダイレイタ ンシー係数	先行時の 静止土圧 係数	限界 応力比	透水係数
	γ	ν	e0	λ	κ	D	Ki	M	k
	kN/m ³								m/s
Fe2	16.000	0.350	1.732	0.204	0.0204	0.043	0.651	1.135	5.00E-09
Acs	18.000	0.320	0.995	0.104	0.0104	0.029	0.857	1.607	4.95E-08

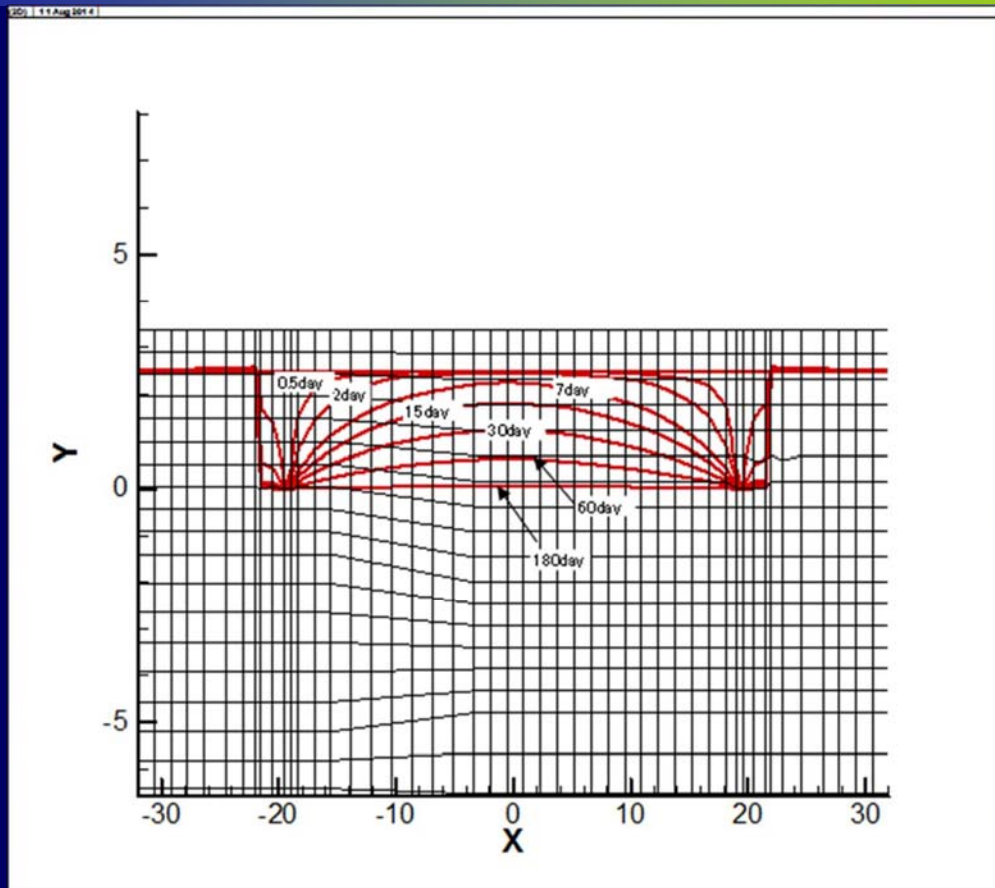
物性値の設定根拠(P28)

変形解析に関するパラメータの設定方法リスト

解析用パラメータ			パラメータの設定方法
弾性 モデル	ヤング係数 kN/m ²	Ei	・ Fe2 : 一軸圧縮試験値 ・ それ以外 : E=2800N
	現地盤における静止土圧係数	Kj	$K_j = K_0(OCR)^{0.54 \exp(-Ip/1.22)}$ Alpan(1967) OCR : 過圧密比 Ip : 塑性比
	ポアソン比	ν	$\nu = K_0/(1+K_0)$ 静止土圧係数 $K_0 = 1 - \sin \Phi'$ Jaky(1944)
弾塑性 モデル	圧縮係数	λ	$\lambda = 0.434 Cc$ Cc : e-logP 曲線の圧縮係数
	膨張係数	κ	$\kappa = 0.434 Cs$; Cs : e-logP 曲線の膨張係数 Cs の試験値がない場合 : $\kappa = (1/10) \lambda$
	先行時の間隙比	e0	試験値
	限界状態応力比	M	$\Lambda = 1 - \kappa / \lambda$, $M = 1.75 \Lambda$ (軽部 1975)
	ダイレイタンス係数	D	$D = (\lambda - \kappa) / (M(1+e0))$
	先行時の静土圧係数	K0	$K_0 = 1 - \sin \Phi'$ Jaky(1944) $K_0 = 0.44 + 0.42 * 0.01 * IP$ (Massarsch, 1979) IP 塑性比
	粘着力	C	・ Acs : 三軸せん断試験 ・ Fe2 : 一軸圧縮強度の 1/2 ・ Fsc, As1, As2 ; C=0.0
浸透	透水係数	k	・ Fsc : 三軸せん断試験 ・ As1, As2 : $\phi = 20N^{1/2} + 15$, ただし、45° 上限 ・ Fe2, Acs : $\phi = 0$
			・ 透水試験 ・ 粒度試験結果 D20 からの推定

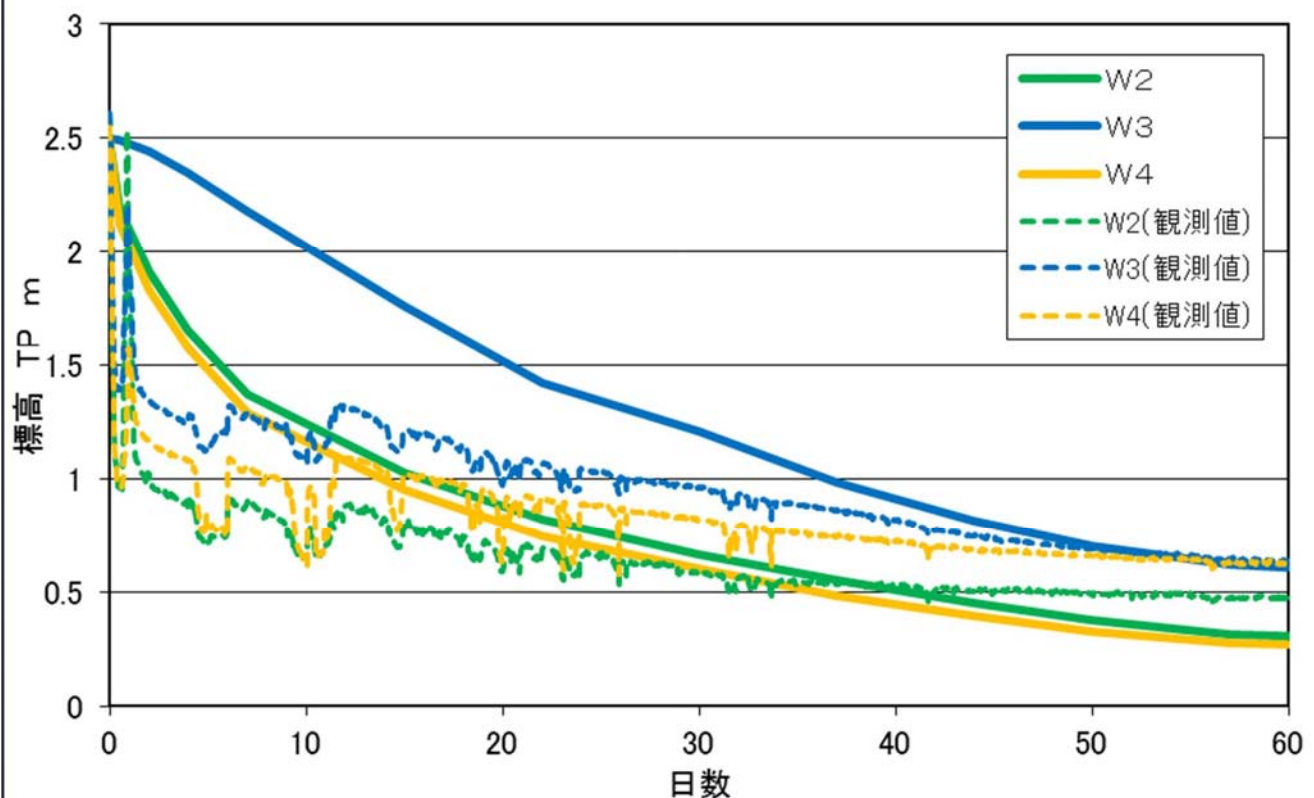
解析結果(水位線の変化)(P29)

51



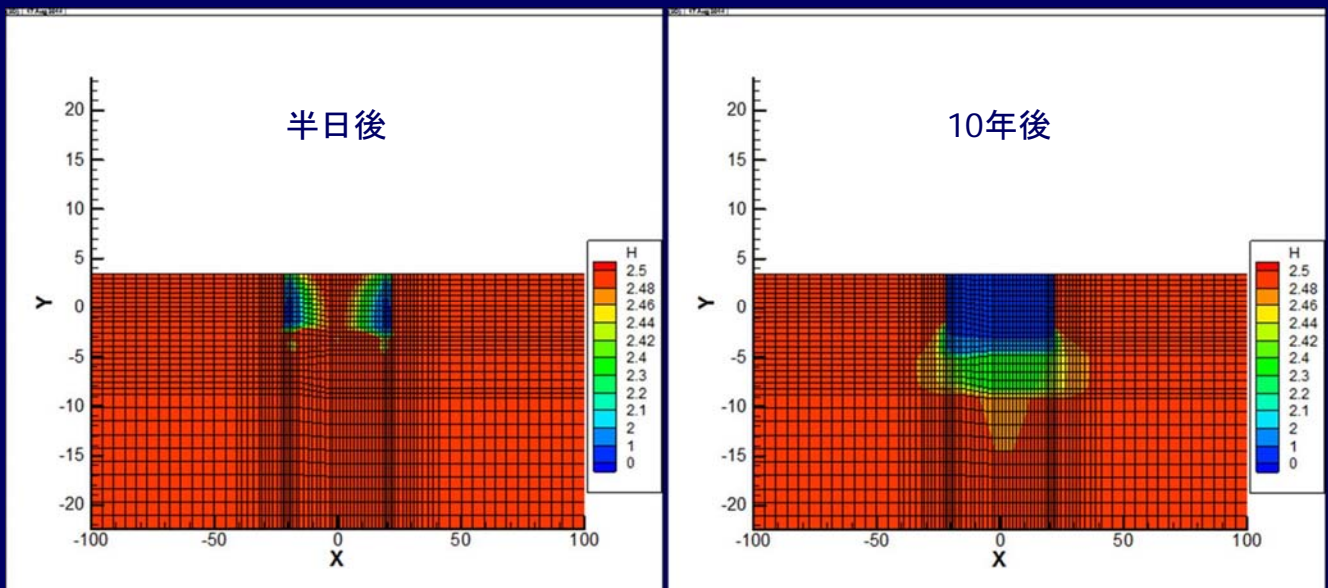
解析結果(地下水位の変化)(P29)

52



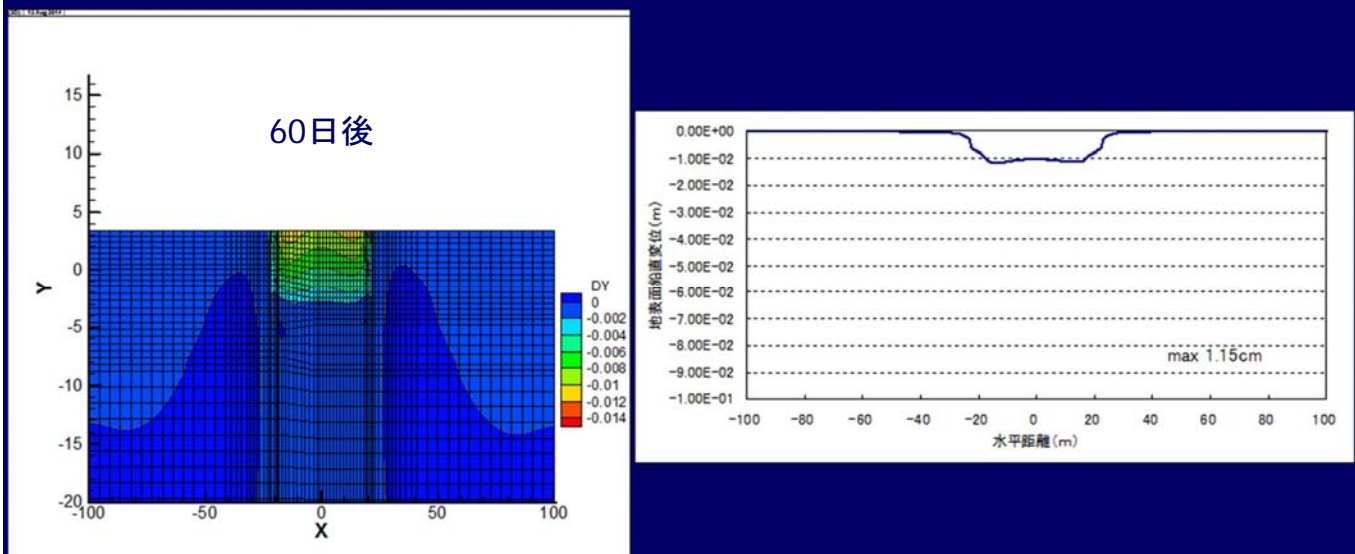
解析結果(水頭分布)(P29)

53

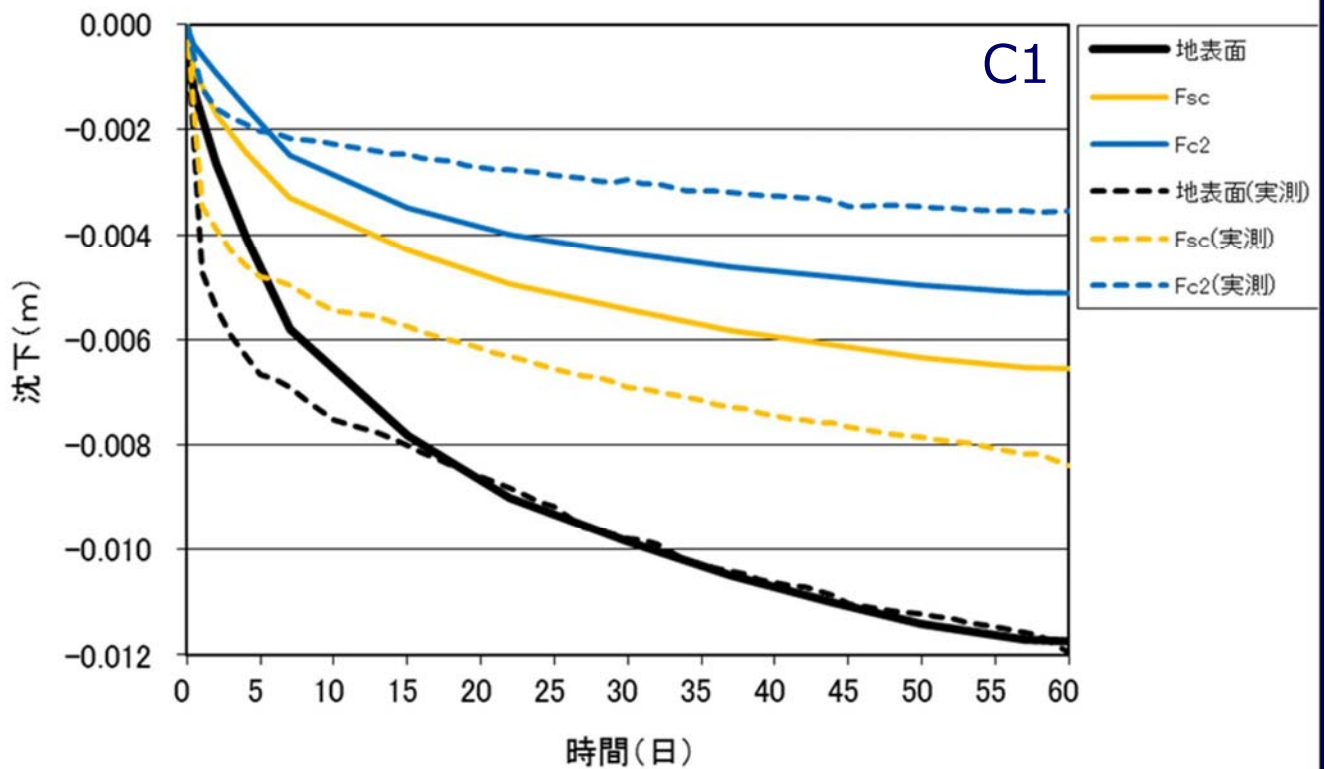


解析結果(鉛直變位)(P30)

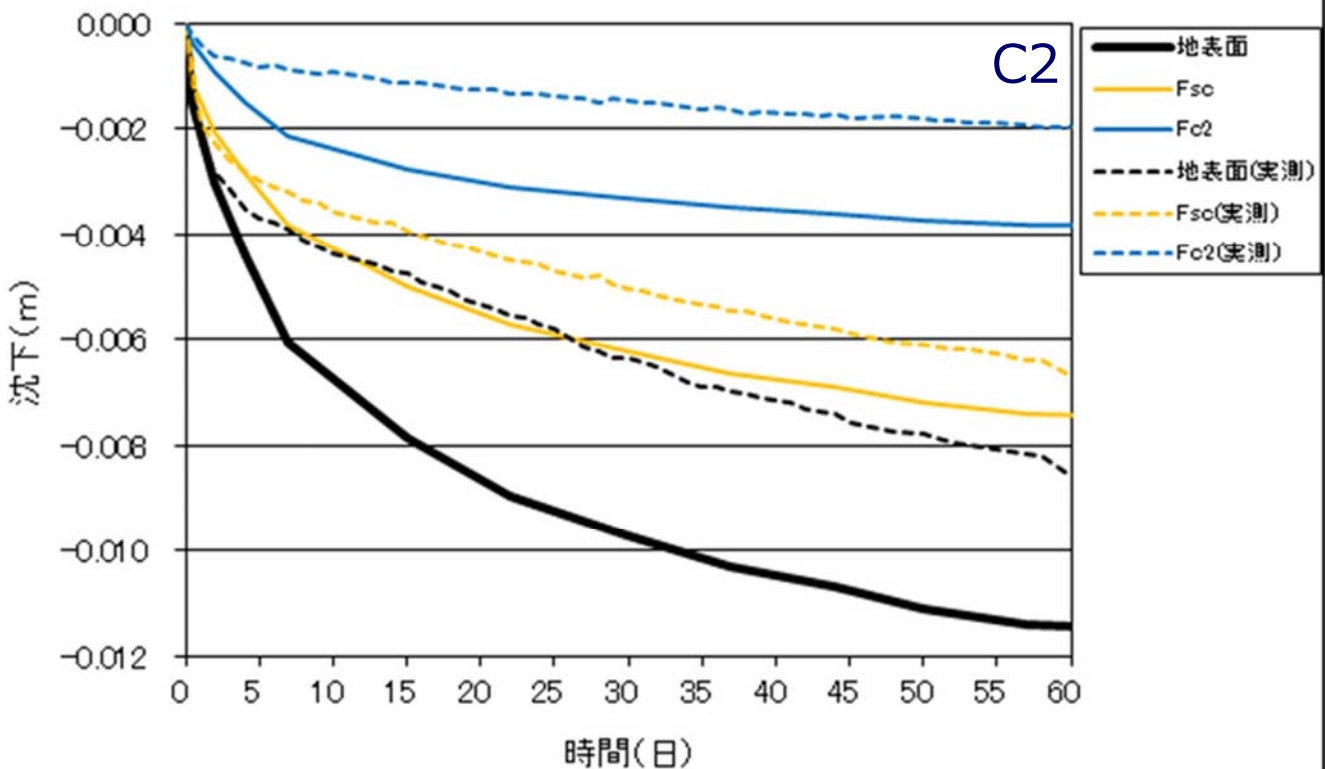
54



解析結果と沈下量の比較(P31)



解析結果と沈下量の比較(P31)



排水量の検討(P32)

実験区域	$A=0.09504\text{ha}(43.2 \times 22\text{m}^2)$
実験期間(2013/10/17から2014/7/31)の平均排水量	
No.1立坑	$Q1=0.001044\text{m}^3/\text{min}$
No.2立坑	$Q2=0.00079\text{m}^3/\text{min}$
実験区域の排水量	$Qt=0.002088\text{ m}^3/\text{min}$ (安全側にNo.1立坑からの排水の2倍)
1haあたりの排水量	$Q=0.02197\text{ m}^3/\text{min}$



排水ポンプの検討(P32)

A1区域の面積	$A1=3.2\text{ha}$
A2区域の面積	$A2=1.6\text{ha}$
A3区域の面積	$A3=2.3\text{ha}$
ここで、1haあたりの排水量から区域ごとの排水量は以下の通り。	
A1区域の排水量	$QA1=0.070\text{m}^3/\text{min}$
A2区域の排水量	$QA2=0.035\text{m}^3/\text{min}$
A3区域の排水量	$QA3=0.051\text{m}^3/\text{min}$
各区域の排水量は少ないが、暗渠の勾配を確保する面からA1とそれ以外の区域に区分する。	
A1区域の排水量	$QA1=0.070\text{ m}^3/\text{min}$
A2+A3区域の排水量	$QA2+A3=0.086\text{ m}^3/\text{min}$

ポンプ規格選定の基本条件は以下の通り。

排水量	$Q=0.086\text{m}^3/\text{min}$
吐出側レベル	-1.200m (吐出レベル HWL:-1.200m)
吸込側レベル	-4.00m (ポンプ施設 LWL:-4.000m)
圧送管延長L=20.0m	(余裕考慮)
ポンプ台数	2台 (うち1台は予備)
運転方式	2台単独交互運転

ポンプ仕様は以下の通り。

形式	着脱式水中ポンプ
口径	50mm
吐出量	$Q=0.086\text{m}^3/\text{min}$
全揚程	5m
出力	0.4kW
周波数	50Hz
台数	2台(うち1台は予備)

ポンプの使用電力(P33)

1. 基本条件

電動機出力 0.4 kW
 ポンプ台数 2 台 (内 1 台予備)
 運転時間 24 時間/日とする。

2. 電力料金

1) 契約電力

$0.4 \text{ kW} \times 1 \times 1.25 = 0.5 \text{ kW}$
 よって契約電力は 1 kWとする。

2) 基本料金

$1,101.6 \text{ 円/kW月} \times 1 \text{ kW} \times 12 \text{ 月} = 13,219 \text{ 円/年}$

3) 電力量料金

$(16.97 \text{ 円/kW時} \cdot \text{日} \times 92 \text{ 日} + 15.42 \text{ 円/kW時} \cdot \text{日} \times 273 \text{ 日}) \times 0.4 \text{ kW}$
 $\times 24 \text{ 時間/日} = 55,401 \text{ 円/年}$
 92日 : 7月～9月(夏季)
 273日 : 1月～6月・10月～12月

4) 電力料金

よって、1箇所あたりの年間の電力料金は
 $13,219 + 55,401 = 68,620 \text{ 円/年}$

2箇所の年間の電力料金は $68,620 \times 2 = 137,240 \text{ 円}$

メンテナンス計画(P33)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ポンプ	点検1	点検1	点検1	点検1	修理	点検1	点検1	点検1	点検1	交換
制御盤					点検1					内部部品交換
ピット			内部清掃			内部清掃			内部清掃	
暗渠										洗浄
電気	保安協会	保安協会	保安協会	保安協会	保安協会	保安協会	保安協会	保安協会	保安協会	保安協会
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
ポンプ	点検1	点検1	点検1	点検1	修理	点検1	点検1	点検1	点検1	交換
制御盤					点検1					内部部品交換
ピット		内部清掃			内部清掃			内部清掃		
暗渠										洗浄
電気	保安協会	保安協会	保安協会	保安協会	保安協会	保安協会	保安協会	保安協会	保安協会	保安協会
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
ポンプ	点検1	点検1	点検1	点検1	修理	点検1	点検1	点検1	点検1	-
制御盤					点検1					-
ピット	内部清掃			内部清掃			内部清掃			-
暗渠										-
電気	保安協会	保安協会	保安協会	保安協会	保安協会	保安協会	保安協会	保安協会	保安協会	保安協会

メンテナンス内容

点検1	ポンプ: ポンプオイル交換・絶縁測定	費用	25万円/年
修理	制御盤: 内部構成部品点検・配線確認 ポンプ: ベアリング・メカニカルシールの交換 電動機ワニス処理	費用	30万円/1台
交換	ポンプ: 新規交換	費用	40万円/1台
内部部品交換	制御盤: マグネットの交換	費用	50万円/1回
内部清掃	ポンピット: ピット内の砂の除去(砂の流入により、頻度を判断)	費用	25万円/1回
洗浄	暗渠: 暗渠内で水を高圧噴射させ、機能回復させる	費用	20万円/100m
保安協会	受電に関して、主任技術者の選定が必要。保安協会に代行依頼可能	費用	10万円/年

