

軟弱地盤の解析から施工まで

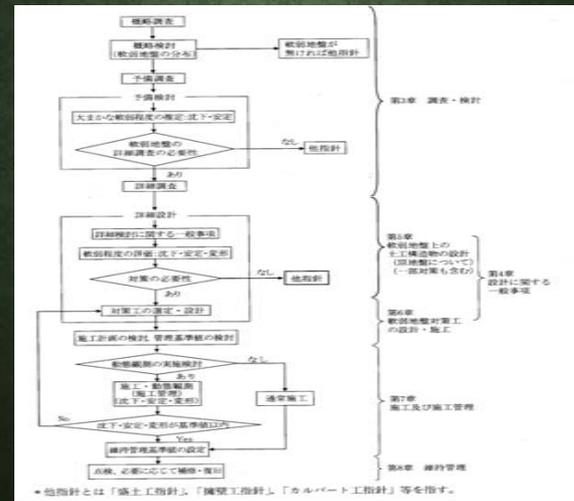
山形県地質土壌調査業協会 技術委員

(株)双葉建設コンサルタント 渡邊 明弘

2014/7/18

1

軟弱地盤解析・対策の流れ



2

解表 3-1 各調査と検討・設計との関連

調査・検討項目	調査		検討	
	概略調査	成果	方法	成果
計画	・既存の資料の収集 ・地質、現地調査	・軟弱地盤の分布、工学的な地盤性、状の概略把握 ・軟弱地盤対策の必要性の把握のための情報収集	・境界線十高の計測 ・全床下層の計算	・周囲地質(軟弱地盤)の評価、同様の検討 ・土工構造物の構造形式及び対策工法の決定 ・後継地盤補強からの取り込み
	結論決定			
予備設計	予備調査		予備検討	
	方法	成果	方法	成果
予備設計	・既存資料の収集 ・地質、現地調査、簡易なサンプリング及び土質分析等のための土質試験	・市街地帯上の軟弱地盤の分布や、地質、工学的特性、対策工法の種類 ・対策工法の種類 ・土質試験結果 ・自然含水比等から土質定数算定	・境界線十高の計測 ・床土中心での軟弱地盤の床下層取り込み	・土工構造物の構造形式、方法及び対策工法の取り込み

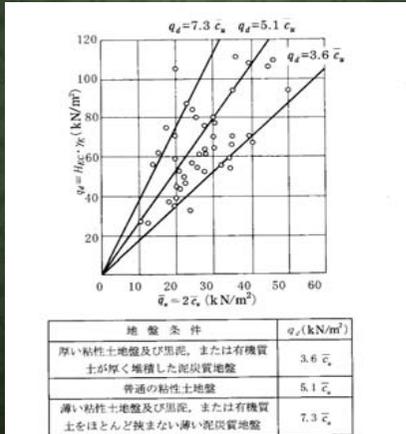
解表 3-1 各調査と検討・設計との関連 (つづき)

調査・検討項目	予備調査		予備検討	
	方法	成果	方法	成果
予備設計	・同上に加え、公共用地等で地盤調査の方法 ・ボーリング ・サンプリング ・物理探査 ・土質試験 ・原位試験	・土工構造物の構造形式、方法及び対策工法の取り込み ・調査資料から土質定数の算定 ・土質試験 ・原位試験	・土工構造物の構造形式、方法及び対策工法の取り込み ・全床下層の計算 ・土工構造物の構造形式、方法及び対策工法の取り込み	・土工構造物の構造形式、方法及び対策工法の取り込み
	詳細設計・用地取得			
詳細設計	詳細調査・追加調査		詳細設計	
	方法	成果	方法	成果
詳細設計	・詳細調査では調査範囲の拡大、必要に応じて地盤調査や土質試験 ・ボーリング ・サンプリング ・物理探査 ・土質試験 ・原位試験	・土工構造物の構造形式、方法及び対策工法の取り込み ・土質試験結果 ・自然含水比等から土質定数算定	・土工構造物の構造形式、方法及び対策工法の取り込み ・全床下層の計算 ・土工構造物の構造形式、方法及び対策工法の取り込み	・土工構造物の構造形式、方法及び対策工法の取り込み

解表 3-2 代表的な軟弱地盤の土層構成とその特徴

名称	概略図	軟弱地盤の性質	主な分布地域
粘土層型		軟弱地盤の最も標準的なタイプとして粘土または有機質分を含む粘土のみで構成されているものであり、 q_v 値は深さ方向に地表より直線状に増大する。なお別層が薄い場合、下位に現れる海成粘土は浸透比が高く地盤対策等で足寸と強度の回復に長時間を要し圧密の進行が非常に遅いことが多い。	小おぼれ谷 臨海埋立地
上部砂層型		地表に3~5mの砂層が載っているタイプであり、砂層が排水層となるので安定の問題は少ない。地震時における液状化が問題となることがある。	海岸砂州 自然堤防
砂層挟在型		上部に陸成粘土、下部に海成粘土が堆積し、その境界に中間砂層が存在するタイプ。中間砂層が排水層となり安定の問題は起因する沈下が継続することが多い。	後背湿地 三角州低地
上部泥炭型		地表部に泥炭層があるタイプでその下の堆積粘土層は、上部10~15mが陸成で、深くなればその下に海成の粘土が堆積していることが多い。この型では直下の粘性土は浸透比が高く、安定に問題が多い。なお粘性土がなくビートだけの場合、初期沈下量は非常に大きい、時間の経緯とともに急速に沈下は減少することが多い。	小おぼれ谷 後背湿地
泥炭挟在型		地表部に粘性土があり、その下に泥炭層が埋もれた形で堆積しているタイプ。複雑な層構成のため q_v 値の深度分布傾向は判然としない。盛土施工の際には、泥炭下の有機質粘土の強度及び挙動が重要な要素となる。	後背湿地

限界盛土高(概略解析)



解図 3-5 平均一軸圧縮強さと限界支持力 q_u との関係 (高速道路、一般国道、旧国鉄の例)

2014/7/18 5

沈下解析

表 5-5 沈下の推定目的と手段 (NEXCO 設計要領)^{*)}

推定目的	推定時期		情報	推定手段	備考
	設計	施工			
一般橋上盤	沈下量	○	土質調査 十層試験 動態観測	設計: $S = S_1 + S_2$ 施工: 沈下量による観測	—
	上り上げ 補し量	○	動態観測	設計: $S = S_1 + S_2 + S_3$ 施工: $S = S_1 + \frac{r}{a + \beta r}$	・ 使用開始後2年間の沈下量で検討
	上り補正 余裕	○	設計資料	$S = \alpha \beta \log \frac{L}{L_0} (-S_1)$ $S_1 = S_2 + S_3 - S_4$	・ 使用開始後2年間の沈下量で検討
橋脚橋台	上り補し量	○	動態観測	$S_1 = S_2 + \frac{r}{a + \beta r}$ から推定 $(S_1, S_2 = \frac{r}{a + \beta r})$ は実測値	「設計要領第二編の付録」参照 S_1, S_2 は実測値
	側面余裕	○	土質調査 土質試験	$S_1 = S_2 + S_3 + S_4$	「設計要領第二編の付録」参照 S_1 は実測値
プレロード 取除き時期	取除き時期	○	設計資料 動態観測	$S = S_1 + \frac{r}{a + \beta r}$	・ プレロードの取除き時期は原則として6ヶ月以上、但し軟弱層厚が10m以下の場合はこの限りではない
	加減高 (引込)	○	水準調査	—	—
橋脚橋台	暫定補正	○	設計資料 動態観測	設計: $S = \alpha \beta \log \frac{L}{L_0}$ 施工: $S = S_1 + \frac{r}{a + \beta r}$	・ 使用開始後5年間の沈下量で検討
	沈下量	○	土質調査 十層試験 土質調査 動態観測	—	—

*) S₁: 即時沈下量 S₂: 圧密沈下量 S₃: 長期沈下量 S₄: 初期沈下量 (r=0) (cm)
 a: S-log L 曲線が直線となる定数
 α: 実測沈下量から定まる定数 (1/cm)
 β: 実測沈下量から定まる定数 (1/mm-day)
 L: 道床の経験値または実測沈下曲線から定まる沈下量 (cm)
 β: 過去の経験値または実測沈下曲線から定まる沈下量 (cm/day)
 S₁: 載荷盛土時点から盛土完成後600日までの沈下量
 S₂: 載荷盛土時点時の地盤のワット等の影響による沈下量
 S₃: 盛土完成後の600日以降の長期沈下量

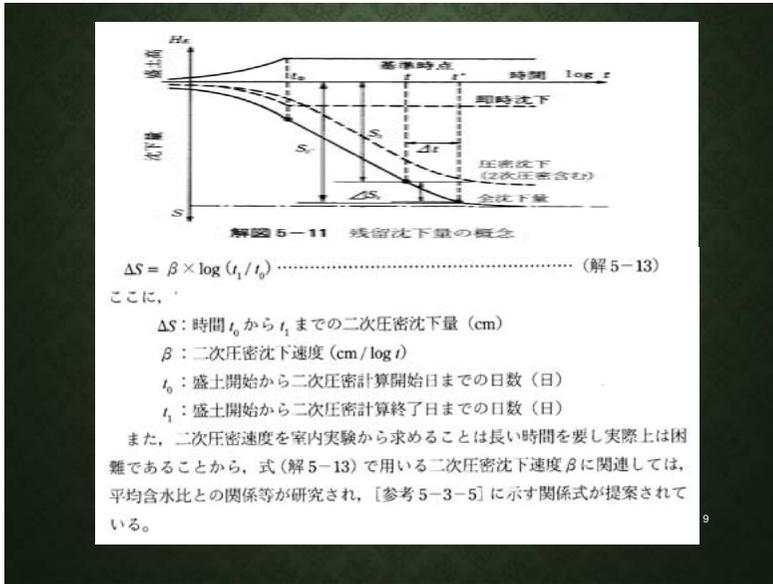
安定解析(軟弱地盤対策工指針の変更点)

4-1-1 設計の基本

- 軟弱地盤上の土工構造物及び軟弱地盤対策工の設計に当たっては、使用目的との適合性、構造物の安全性、耐久性、施工品質の確保、維持管理の容易さ、環境との調和、経済性を考慮しなければならない。
- 軟弱地盤上の土工構造物及び軟弱地盤対策工の設計に当たっては、原則として、想定する作用に対して土工構造物の要求性能を設定し、それを満足することを照査する。
- 軟弱地盤上の土工構造物及び軟弱地盤対策工の設計は、論理的な妥当性を有する方法や実験等による検証がなされた手法、これまでの経験・実績から妥当とみなせる手法等、適切な知見に基づいて行うものとする。

解表 4-2 土工構造物の要求性能に対する限界状態と照査項目 (盛土の例)

要求性能	盛土の限界状態	構成要素	構成要素の限界状態	照査項目	照査手法
性能1	想定する作用によって生じる盛土の変形・損傷が盛土の機能を確保できる限界の状態	基礎地盤	基礎地盤の力学特性に大きな変化が生じず、盛土、路面から要求される変位にとどまる限界の状態	変形	変形照査
			安定	安定照査	
性能2	想定する作用によって生じる盛土の変形・損傷が修復を容易に行い得る限界の状態	盛土	盛土の力学特性に大きな変化が生じず、かつ路面から要求される変位にとどまる限界の状態	変形	変形照査
			安定	安定照査	
性能3	想定する作用によって生じる盛土の変形・損傷が隣接する施設等への大きな影響を防止し得る限界の状態	基礎地盤	復旧に支障となるような過大な変形や損傷が生じない限界の状態	変形	変形照査
			隣接する施設へ大きな影響を与えるような過大な変形や損傷が生じない限界の状態	変形	変形照査
性能3	想定する作用によって生じる盛土の変形・損傷が隣接する施設等への大きな影響を防止し得る限界の状態	盛土	復旧に支障となるような過大な変形や損傷が生じない限界の状態	変形	変形照査
			隣接する施設へ大きな影響を与えるような過大な変形や損傷が生じない限界の状態	変形	変形照査



解表 4-3 荷重の組合せの例 (盛土)

想定する作用	荷重状態	考慮する荷重
常時の作用	施工時	自重 (+ 載荷重)
	供用時	自重 (+ 載荷重)
地震動の作用	レベル 1 地震動時	自重 + 地震の影響
	レベル 2 地震動時	自重 + 地震の影響

() 内のは施工条件、土工構造物の安定性への影響度合等を踏まえて必要に応じて考慮する

解表 4-4 盛土の自重の算出に用いる盛土材の単位体積重量

盛土材	γ (kN/m ³)
硬、硬質土	20
砂、砂質土	19
粘性土 ($w_p \leq 50\%$)	18
火山灰質粘性土	15

解表 4-5 擁壁やカルバート等の構造物の自重の算出に用いる材料の単位体積重量

材料	γ (kN/m ³)
コンクリート	23.0
鉄筋コンクリート	24.5

4-2-3 載荷重

載荷重は、構造物の種類、自動車交通状況や施工状況を考慮して適切に設定するものとする。

盛土、擁壁の安定性の検討で交通荷重や施工荷重を考慮する場合には、載荷重として 10kN/m² を用いてよい。

4-2-5 水圧及び浮力

降雨の作用として、水圧及び浮力を考慮するものとする。

- (1) 水圧は、地盤条件や水位の変動等を考慮して適切に設定するものとする。
- (2) 浮力は、間隙水や水位の変動等を考慮して適切に設定するものとする。

また、浮力は上向きに作用するものとし、土工構造物に最も不利になるように載荷するものとする。

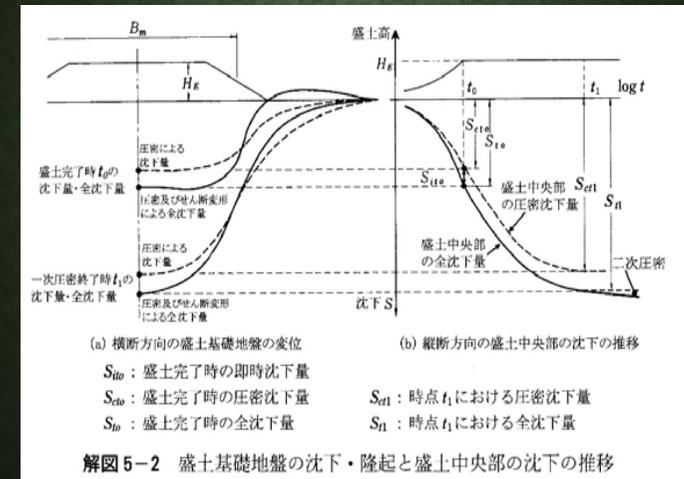
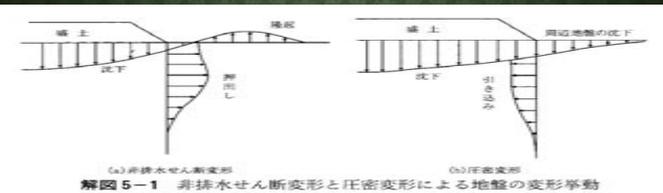
4-2-6 地震の影響

地震の影響として、以下のものを構造物の種類等に応じて考慮する。

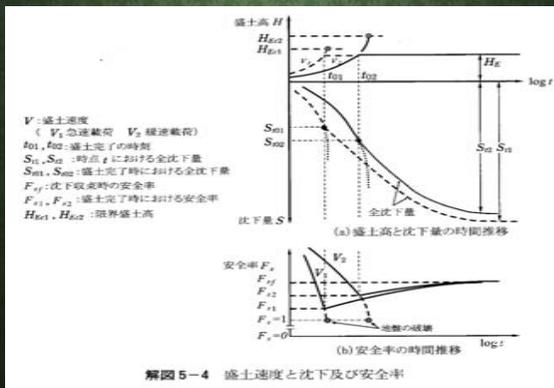
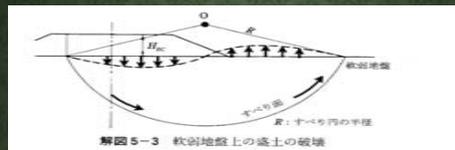
- (1) 構造物の重量に起因する慣性力 (以下、慣性力という)
- (2) 地震時土圧
- (3) 地震時の周辺地盤の変位または変形
- (4) 地震時動水圧
- (5) 液状化の影響

5-1 軟弱地盤上の土工構造物の設計の基本的な考え方

- (1) 軟弱地盤上の土工構造物の設計に当たっては、まず軟弱地盤対策工を施さない場合について、想定する作用に対する軟弱地盤上の土工構造物の安定性を照査する。照査の結果、土工構造物の安定性が満足できない場合、あるいは通常の施工に支障を生じるような場合には、軟弱地盤対策工の適用を検討する。
- (2) 軟弱地盤上の土工構造物の設計に当たっては、地盤調査結果を十分に活用するとともに、軟弱地盤上の土工構造物及び地盤の挙動の予測の不確実性に配慮した設計を行うものとする。また、必要に応じて試験施工を実施するものとする。さらに、施工に当たっては情報化施工により、正確な地盤挙動の把握に努めるとともに、必要に応じて設計の見直しを行う等の適切な対応を図るものとする。

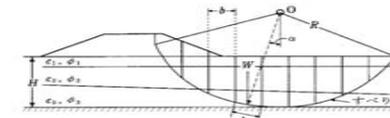


解図 5-2 盛土基礎地盤の沈下・隆起と盛土中央部の沈下の推移



5-4 常時の作用に対する安定の照査

常時の作用に対する軟弱地盤上の土工構造物の安定の照査では、軟弱地盤上の土工構造物が施工時及び供用中における常時の作用に対し、すべり・滑動・転倒及び支持力等に対して安定であることを照査する。



$$F_s = \frac{\sum \{c \cdot l + (W - u_0 \cdot b) \cos \alpha \cdot \tan \phi\}}{\sum (W \cdot \sin \alpha)} \dots \dots \dots (\text{解 5-15})$$

ここに、

- F_s : 安全率
- c : 土の粘着力 (kN/m²)
- ϕ : 土のせん断抵抗角 (°)
- l : 細片で切られたすべり面の長さ (m)
- W : 細片の全重量、載荷重を含む (kN/m)
- u_0 : 静水位時における間隙水圧 (kN/m²)
- b : 細片の幅 (m)
- α : 細片のすべり面平均傾斜角 (°)

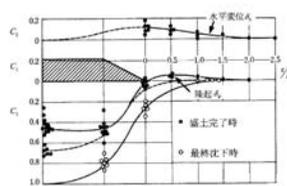
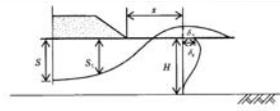
5-5 常時の作用による周辺地盤の変形の照査

常時の作用による変形の照査では、軟弱地盤上の土工構造物の施工時及び供用中における常時の作用に対し、周辺地盤において想定される変形が許容変位を超えないことを照査する。このとき、許容変位は隣接する施設への影響を考慮して定める。

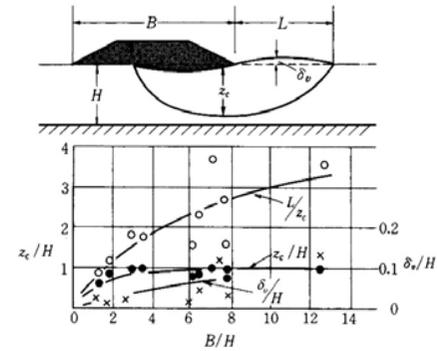
沈下量 $S = C_1 \cdot S$
 側方地盤隆起量 $\delta_v = C_1 \cdot S$
 側方地盤水平移動量 $\delta_h = C_2 \cdot S$

ここに、

C_1, C_2 : 係数 (解図 5-16 の値)
 S : 盛土中央における最終全沈下量 (m)
 H : 軟弱層厚 (m)
 r : 盛土からの水平距離 (m)



解図 5-16 盛土の沈下形状と側方への影響 (高速道路, 一般国道等)³⁾

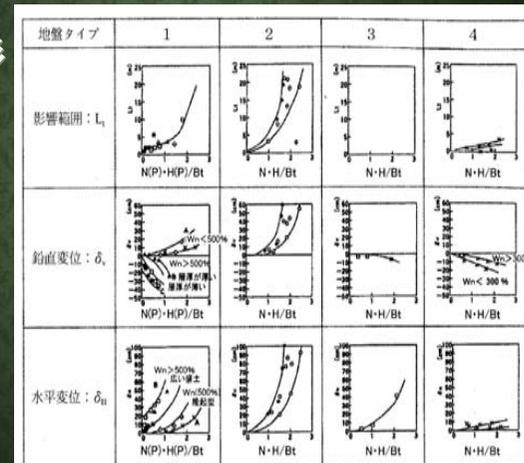


解図 5-17 破壊時における側方地盤への影響 (高速道路, 一般国道等)

参表 5-6 地盤タイプの分類³⁾

区分 項目	地盤タイプ1	地盤タイプ2	地盤タイプ3	地盤タイプ4
土層構成	腐植土+粘性土	粘性土+腐植土	粘性土が主体	砂+粘性土が互層
模式図				
特徴	地表面から腐植土層が卓越する地盤で、この層において大きな地中変形を生じる。	地表面から粘性土、腐植土の層序となる地盤で、地盤中変形は腐植土層の影響を強く受ける。	地表面から粘性土層が卓越する地盤で、地中変形は粘性土層によって生じる。	砂と粘性土が互層に構成している地盤で、地中変形は粘性土層の影響を受ける。

側方変形



参図 5-11 側方変形量とパラメータ³⁾

5-6 地震動の作用に対する安定性の照査

地震動の作用に対する軟弱地盤上の土工構造物の安定性の照査では、地震動レベルに応じて、すべり、滑動、転倒及び支持力等に対して安定であること、変位が許容変位以下であることを照査する。このとき、許容変位は、路面への影響、損傷した場合の土工構造物の修復性及び道路内の付属施設や隣接する施設への影響を考慮して定めるものとする。

1) 液状化の判定

沖積層の土層については、以下に従い液状化の判定を行うことができる。なお、調査の初期段階で適用されるいくつかの検討方法は、「3-6(2)4) 液状化の検討」に示している。

i) 慣性力を考慮した円弧すべり面を仮定した安定解析手法

軟弱地盤上の盛土が慣性力で崩壊することはまれであるが、主として慣性力で崩壊すると考えられる場合には、式(解5-34)を用いて安全率を算出することができる。地震動が作用すると軟弱地盤の強度は低下することが多いが、本式では常時の強度を用いる。このため、土の強度低下が著しくない、山岳盛土や粘性土の卓越した平地部盛土が一般的な適用範囲である。

$$F_s = \frac{\sum [c \cdot l + (W - u_0) \cdot \cos \alpha - k_h \cdot W \cdot \sin \alpha] \cdot \tan \phi}{\sum (W \cdot \sin \alpha + (h/r) \cdot k_h \cdot W)} \dots\dots (解5-35)$$

ここに、

- F_s : 安全率
- c, ϕ : 土の粘着力 (kN/m²) 及びせん断抵抗角 (°)
- W : 分割細片の全重量 (kN/m)
- l : 細片底面の長さ (m)
- b : 細片の幅 (m)
- u_0 : 常時の地下水位による間隙水圧 (kN/m²)
- k_h : 設計水平震度
- r : すべり円の半径 (m)
- h : 分割片の重心位置からすべり円の中心までの鉛直距離 (m)
- α : 分割細片底面の接線方向と水平面のなす角 (°)

$$k_h = c_d \cdot k_{ds} \dots\dots (解5-36)$$

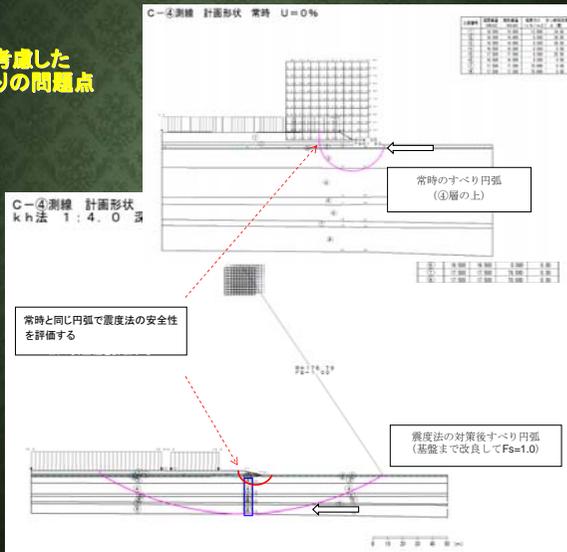
ここに、
 k_d : 設計水平震度 (小数点以下2桁に丸める)
 k_{ds} : 設計水平震度の標準値で、解表5-2による。
 c_d : 地域別補正係数

解表5-2 設計水平震度の標準値

地震動	慣性力用	地盤種別		
		I種	II種	
レベル1地震動	慣性力用	0.08	0.10	0.12
レベル2地震動	慣性力用	0.16	0.20	0.24

設計水平震度 k_h は、式(解5-35)により算出してよい。ここに、地域別補正係数の値及び耐震設計上の地盤種別の算出方法については、「道路土工要綱 資料-1 地震動の作用」によるものとする。

慣性力を考慮した円弧すべりの問題点



ii) 過剰間隙水圧の発生を考慮した円弧すべり面を仮定した安定解析手法

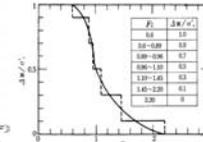
ここで解析手法は、液状化の発生に伴う土のせん断強さの低下を過剰間隙水圧の上昇量により評価するものであるが、間隙水圧を評価する際に盛土が2次元形状であることによる初期せん断応力の影響や、せん断変形に伴う過剰間隙水圧の変化の影響を無視しているなど、多くの簡略化を含んだ一種の簡易式である。

〔参考5-6-1〕 過剰間隙水圧の発生を考慮した円弧すべり面を仮定した安定解析手法
 液状化地盤上の盛土の安定解析を行う場合は、式(参5-10)を用いて安全率 F_s を算出する方法もある。この手法は、地震動の作用による土のせん断強さの低下を過剰間隙水圧の上昇量により評価するもので、地震動の作用による慣性力の影響は考慮せず、地震時に飽和砂質土地盤内に発生する過剰間隙水圧 Δu を考慮して安定解析を行うものである。

$$F_s = \frac{\sum (c \cdot l + (W - u_0 - \Delta u) \cdot \cos \alpha - k_h \cdot W \cdot \sin \alpha) \cdot \tan \phi}{\sum W \cdot \sin \alpha} \dots\dots (参5-10)$$

ここに、

- F_s : 安全率
- c, ϕ : 土の粘着力 (kN/m²) 及びせん断抵抗角 (°)
- W : 分割細片の全重量 (kN/m)
- l : 細片底面の長さ (m)
- b : 細片の幅 (m)
- u_0 : 常時の地下水位による間隙水圧 (kN/m²)
- Δu : 地震動によって発生する過剰間隙水圧 (kN/m²)
- α : 分割細片底面の接線方向と水平面のなす角 (°)

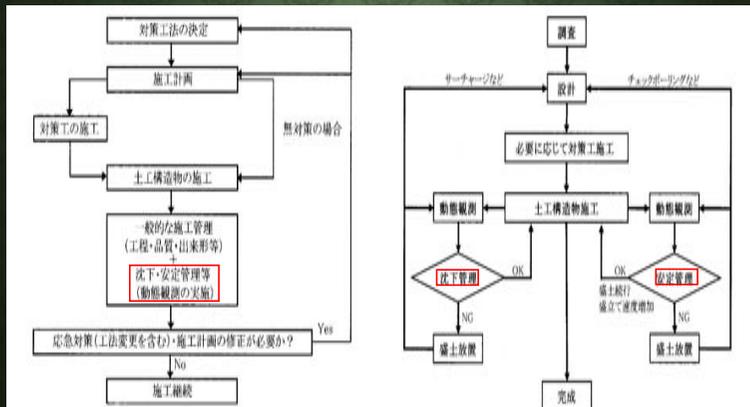


解表5-10 液状化に対する設計用土の過剰間隙水圧 Δu の算出

地震動によって発生する過剰間隙水圧は、液状化判定の結果より得られる液状化に対する抵抗率 F_L を用いて、参図5-12より求めてもよい。

過剰間隙水圧の発生を考慮した円弧すべり面を仮定した安定解析手法によって求めた安全率が1.0以上であれば、沈下量が十分小さいか、構造物の変形は限定されたものに

施工及び施工管理
動態観測

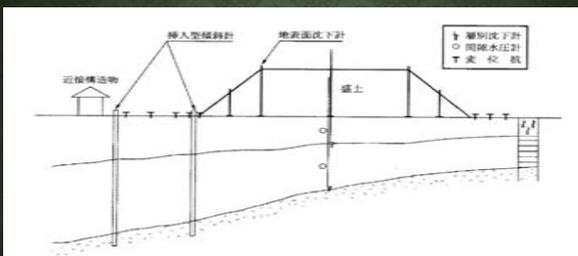


解図7-1 軟弱地盤における施工と施工管理のフローの例

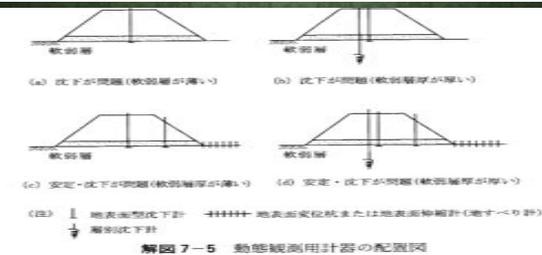
解図7-4 軟弱地盤における情報化施工の実施フロー

解表7-1 各種動態観測用の計器

計測項目	使用計器	測定項目	目的	備考
沈下	地表面型沈下計	軟弱地盤表面の全沈下量	盛土量の検計や安定管理(盛土速度のコントロール)、沈下管理(将来沈下予測による残留沈下量の推定)に測定結果を使用する。	施工に際して必ず実施する。
	層別沈下計	土層別の沈下量	軟弱層が厚く土層構成が複雑で、沈下速度の違い層の圧密度や残留沈下が問題となる箇所に設置し、各層の計算沈下量の検証に使用する。また、改良柱体間の粘土の沈下挙動を把握する。	残留沈下が問題となる箇所では設置が望ましい。施工後の追跡調査にも活用できる。
変位	地表面変位杭	盛土周辺地盤面の水平変位量及び鉛直変位量	盛土周辺地盤の変状の有無を把握して安定管理に用いる。	平地部等の低盛土で隣接地への影響の問題とならない場合を除いて、必ず実施する。
	地表面伸縮計(自記式地すべり計)	盛土周辺地盤面の水平変位量	盛土周辺地盤の変状の量を自動で計測して安定管理に用いる。	地表面変位杭と代替、もしくは併用して用いられる。
	挿入型傾斜計	盛土周辺地盤の地中水平変位量	安定管理に用いる。盛土の進行に伴う土層別の水平変位量を把握する。	地表面変位杭と代替、もしくは併用して用いられる。
間隙水圧	間隙水圧計	土層別の間隙水圧	粘土の圧密による強度増加は、圧密度で評価される。沈下量と間隙水圧では間隙水圧の方が遅れる傾向にあり、沈下量と合わせて総合的に圧密度を把握する。	試験施工等、確実な圧密の進行を把握する必要のある場合に実施する。



解図7-6 重要な場所または特殊な箇所での動態観測計器の配置例



解図7-5 動態観測計器の配置図

7-5-2 沈下管理

施工時及び将来の沈下に伴う支障を防止するため、動態観測結果に基づいて沈下挙動を予測し、その結果を施工にフィードバックする沈下管理を行わなければならない。

沈下管理の主な項目は、以下のとおりである。

- ① 地盤の沈下の経時変化を継続して測定し、沈下量及び沈下速度が設計時の予測と一致しているかを調査する。複雑な土層構成の場合、各土層ごとの沈下量を求めて、沈下の進行状況を調査する。さらに、各土層の過剰間隙水圧の経時変化の傾向から、各時点の圧密度を明らかにすれば、より正確な結果が得られる。
- ② 設計時の予測と異なる場合、後述する方法により、実測沈下を用いて将来の沈下挙動を推定する。
- ③ 残留沈下により土工構造物に支障が生じるおそれがある場合、必要に応じて施工にフィードバックする。

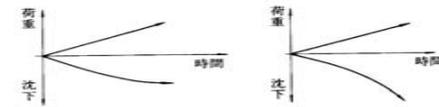
7-5-3 安定管理

施工時における軟弱地盤のすべり破壊あるいは大きな変状を防ぐため、動態観測結果に基づいて地盤の安定を予測し、その結果を施工にフィードバックする安定管理を行わなければならない。

事例 6-2 定量的な安定管理方法³⁾

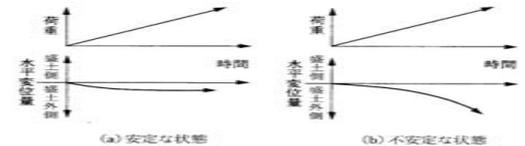
管理方法	内容	基準値の例
ボーア計法	ボーア計をプロットし、 α と β の値がある大きさを越えることで破壊を予測。	- 任意変形とせん断能力のバランスが容易にみられ、破壊の兆候が早くわかる。 - 管理基準値の目安 $\alpha > 20.7$ $\beta > 2.0$ (11)
ボーア/ソ法	ボーア計をプロットし、その軌道が破壊基準線に近づくかどうかで破壊を予測。	- 盛土施工の全期間にわたって観測のデータを貯蔵する必要がある。 - 管理基準値の目安 : $305.38 \exp(13.28 \ln \alpha - 0.7 - 3.41 \times 10^{-4} \beta)$ (11)
$\Delta\delta/\Delta t$ 法	高層部中の鉛直方向の変位 δ の増減を連続して観測することによって破壊兆候を予測。	- ある程度の高さまで施工した時点でそれまでのデータを用いて高層部を定するのには有効である。 - 管理基準値の目安 : $2.00 \exp(13.02 \ln \alpha - 0.7 - 3.41 \times 10^{-4} \beta)$ (11)
$\Delta\delta/\Delta t$ 法	δ の1日当たりの増減量 $\Delta\delta$ がある大きさを越えることで破壊を予測。	- 1日当たりの増減量の観測が容易である。 - 破壊を予測するのには有効である。 - 管理基準値の目安 : $2.00 \exp(13.02 \ln \alpha - 0.7 - 3.41 \times 10^{-4} \beta)$ (11)

注) α : 盛土中央部の沈下量 β : 任意の時点の盛土高量 δ : 盛土高量
 $\Delta\delta/\Delta t$: 盛土のり尻部の水平変位量 $\Delta\delta$: 観測時の増減量 δ : 盛土高量



(a) 安定な状態 沈下速度が徐々に減少
(b) 不安定な状態 沈下速度が急増

解図7-8 盛土中央部付近の沈下量の変化と基礎地盤の安定性の関係



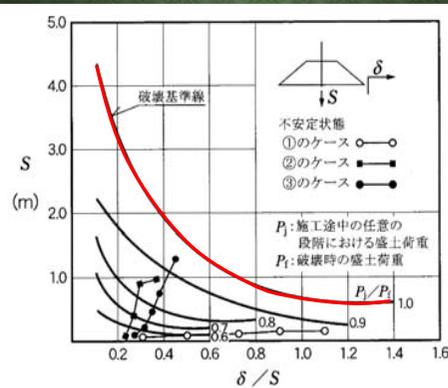
(a) 安定な状態 (b) 不安定な状態

解図7-9 盛土のり尻周辺地盤の水平変位の変化と基礎地盤の安定性の関係



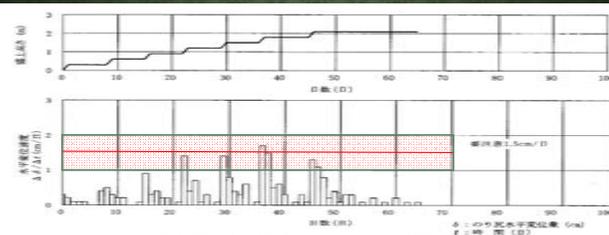
(a) 安定な状態 (b) 不安定な状態

解図7-10 盛土のり尻周辺地盤の鉛直変位の変化と基礎地盤の安定性の関係



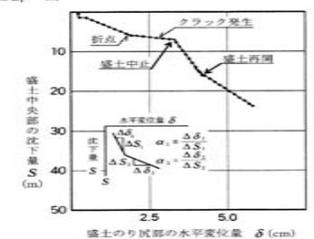
S: 盛土中央沈下量 (cm), δ : のり尻水平変位量 (cm)

解図7-11 S~ δ /S管理図³⁾

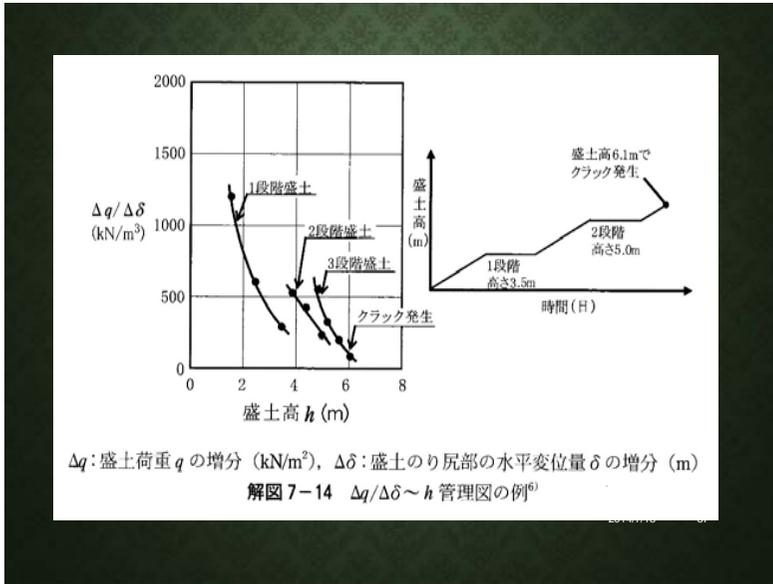


解図7-12 $\Delta\delta/\Delta t$ 法での管理図の例³⁾

- ① $\alpha_2 \geq 0.7$
- ② $\alpha_2 \geq \alpha_1 + 0.5$



解図7-13 S~ δ 管理図の例³⁾



施工例①

狭沢に堆積する超軟弱地盤の施工例

2014/7/18 38

No.	No.	1	2	3	4	5	6
測点	STA	268-274	271-273	275-277	280-281	282-285	286-288
深さ	0						
	15						
土層構成の特徴							
軟弱層厚 (m)							
盛土高 (m)							
P	N	0~1	0~1	0~1	0~1	0~1	0~1
	W		200~500	270	200~500	300~500	240
	P		1.1~1.2	1.1	1.1~1.2	1.2~1.3	1.1
	q _v		0.19	0.6	0.2	0.15~0.19	0.2
C	N	0~1	0~3	0~3	0~3	0~3	0~3
	W		50~80	60~90	70	50~80	60
	P		1.4~1.5	1.6	1.5	1.6	1.7
q _v			0.2	0.3~0.38	0.3	0.15~0.25	0.4

図-2.1.2 地区土層構成

1.3 土質特性

地区の土質は、大別すると泥炭性の有機質土と粘性土とに分けられる。

また、粘性土は上部と下部で物性がやや異なることから、上部粘性土と下部粘性土に分ける。

(1) 物理特性

地区に分布する土質の物理特性は、表-2.1.1 に示す通りである。有機質土の含水比は50~500%で、主体的には200%以上でやや粘土化の進んでいる土性を示す。

粘性土層の含水比は上部が含水比50~150%、下部が50~80%である。

腐植土層は超軟弱であるのに対し、上部・下部粘性土は一般的な軟弱地盤であり、海成粘土である武雄地区のような超軟弱ではなく、超鋭敏粘土であり、上部粘性土は鋭敏粘土で地点によっては超鋭敏粘土となる。下部粘性土は概ね鋭敏粘土に分類される。

(参考図 2.1~2.6 参照)

(2) 力学特性

腐植土層の粘着力は0.7~1.1 tf/m²で概ね1.0 tf/m²前後で、上部粘性土は0.8~1.7 tf/m²で概ね1.2 tf/m²、下部粘性土は1.2~5.0 tf/m²で概ね2.0 tf/m²である。

また、圧密特性の $e \sim \log P$ 曲線を図-2.1.3 に示す。これらによると、腐植土は応力によって圧縮され易く、圧縮にはかなりの時間遅れが生ずることがわかる。

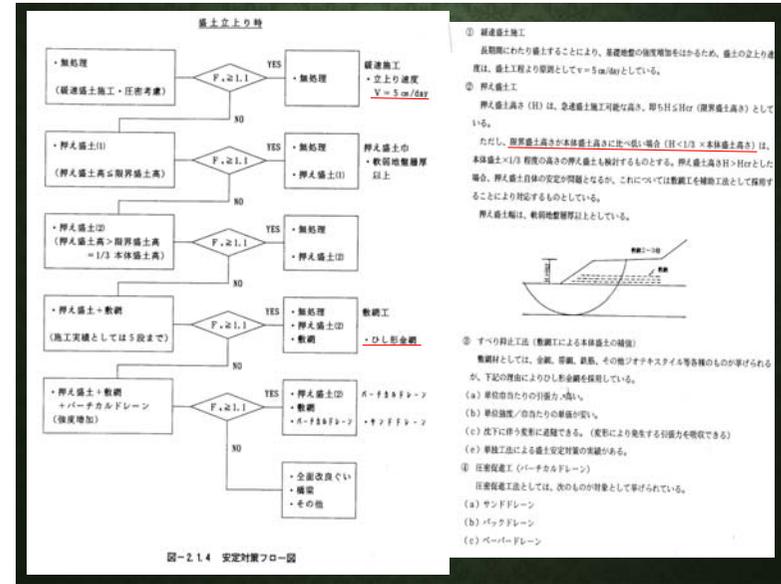
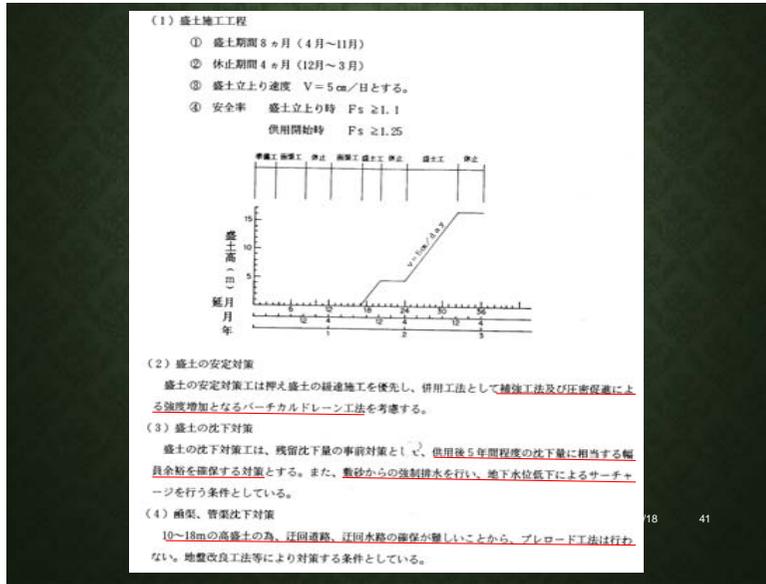
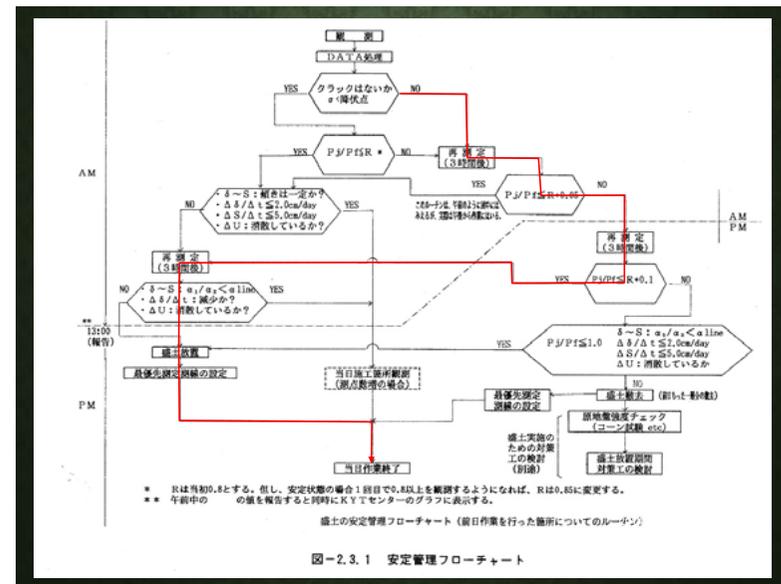
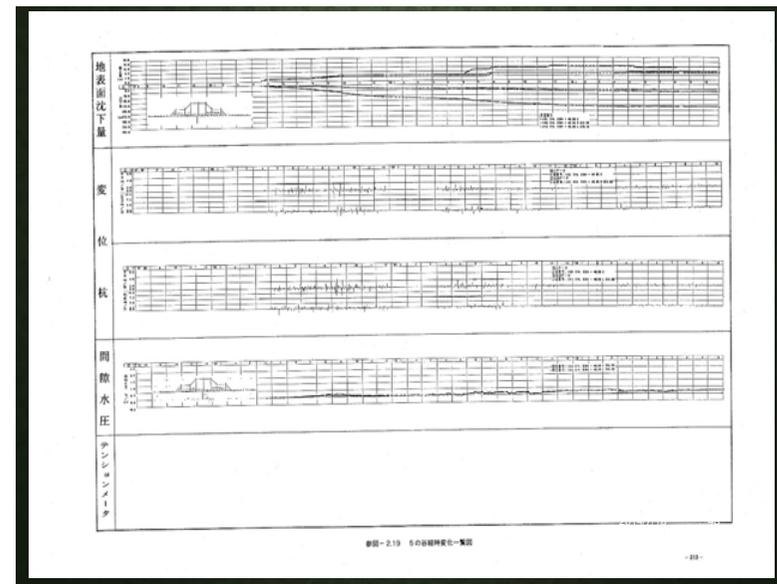
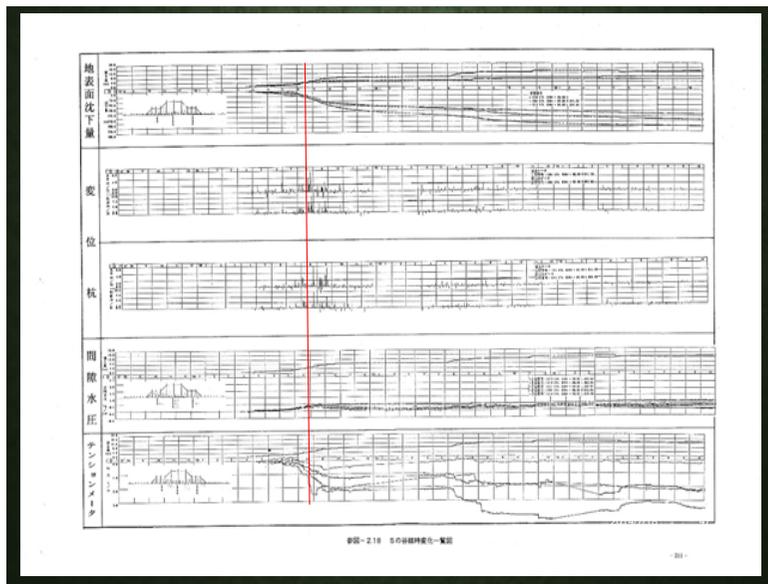
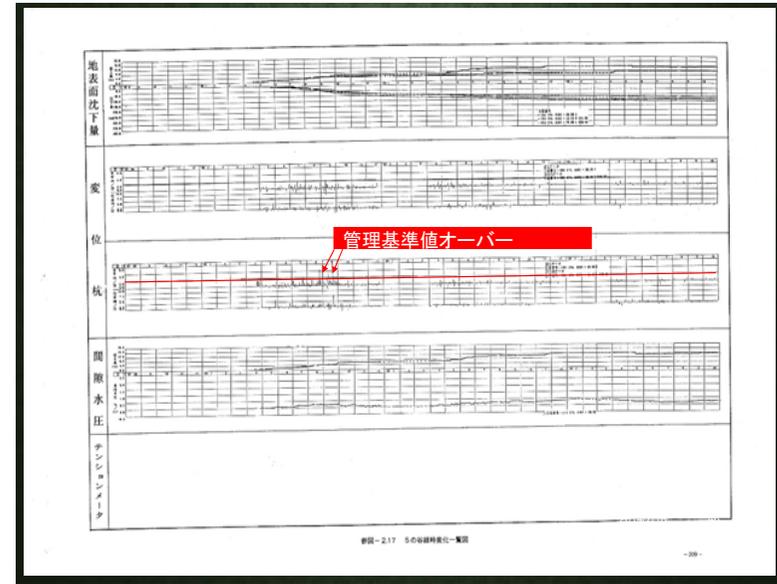
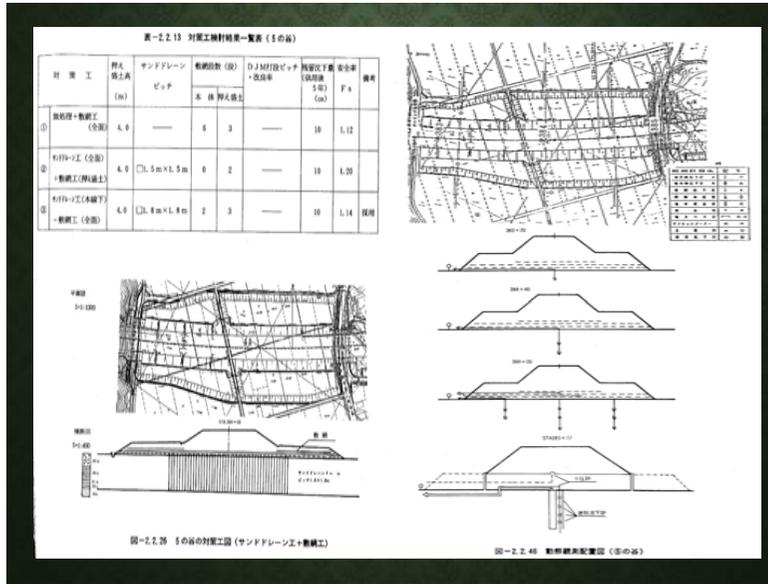


表-2.1.2 軟弱地盤処理一覧表

谷番号	①	②	③	④	⑤	⑥
区間	STA 368+00~372+00 L=100m 盛土高H=16.0m	STA 371+00~372+00 L=100m 盛土高H=14.0m	STA 375+00~376+00 L=100m 盛土高H=12.0m	STA 379+00~380+00 L=100m 盛土高H=10.0m	STA 382+00~385+00 L=120m 盛土高H=10.0m	STA 385+00~388+00 L=120m 盛土高H=15.0m
予測沈下量	Sf=197cm	Sf=318cm	Sf=193cm	Sf=331cm	Sf=385cm	Sf=240cm
実測沈下量	Sf=104.2cm	Sf=328.2cm	Sf=141.1cm	Sf=339.4cm	Sf=409.6cm	Sf=85.0cm
土シート	---	120kg/3cm幅	120kg/3cm幅	120kg/3cm幅	120kg/3cm幅	---
敷砂工	敷砂 50cm	敷砂 100cm	敷砂 80cm	敷砂 100cm	敷砂 100cm	敷砂 50cm
強制排水工	Du-P (円) φ=0.15~0.30×20mm□	モ/ドレ>2.2m×4.8m□	Du-P (円) φ=0.15~0.30×20mm□	モ/ドレ>2.2m×4.8m□	モ/ドレ>2.2m×4.8m□	Du-P (円) φ=0.15~0.30×20mm□
排水井	排水井-2ヶ所	排水井-3ヶ所	排水井-1ヶ所	排水井-2ヶ所	排水井-3ヶ所	排水井-1ヶ所
サンドドレーン	---	全周 S.D 1.6m□φ400 ΣL=43,002.7m	---	全周 S.D 1.6m□φ400 ΣL=3,488.9m	全周 S.D 1.6m□φ400 ΣL=2=23,972.2m	---
押え盛土	H=4.8m B=14.2m	B=19m (L) 23m (R)	H=4.5m B=11.0m	H=4.5m B=22.5m	H=4.0m B=25.5m	H=2.3m B=20.0m
教訓	(2段)	(2段) 3段	(2段)	(2段)	(2段) 3段	本体 押え
Box支持力対策	D, J, M 1.0m□ n=375本 ΣL=4,372.1m	D, J, M 1.0m□ n=132本 ΣL=4,260.2m	D, J, M 1.0m□ n=90本 ΣL=397.7m	D, J, M 1.0m□ n=90本 ΣL=4,367.2m	D, J, M 1.0m□ n=305本 ΣL=4,418.3m	---





3.2 5の谷の安定管理結果

3.2.1 側方位

$\Delta\delta/\Delta t$ が管理基準値を超えた3測線に対し、変位速度に対する要因分析を行った。右図に示すのが各測線の変位速度図である。

$\Delta\delta/\Delta t$ に影響を与える盛土施工上の要因は次のものが考えられる。

- ① 施工域（大きく分ければ押え部、本体部）
- ② 施工時の盛土高
- ③ 巻出厚

以上の3要因に対する変位速度との関係を図2.3.2に各測線毎にとりまとめた。

図は押え盛土と本体盛土に分けて水平変位速度と巻出厚の関係についてとりまとめた。これらの図より以下の点が明らかとなった。

- ① 施工域については、押え盛土時の変位が大きいが、図2.3.2の変位速度図から押え盛土が4mに達すると本体を単独で施工しても変位量が小さいことがわかる。押え盛土が全体の安定に寄与している状態が読み取れる。
- ② 図2.3.3から巻土高については、巻出厚が30cmであれば、明瞭な差は見られないが、60cmとなると明らかに施工時の巻土高にも影響し、巻土高が高い程大きな変位を生じている。
- ③ 全体の傾向として巻出厚が大きければ変位量も大きくなる。たとえば $\Delta\delta/\Delta t$ が管理値2cm/dayを大きく上回るのは、巻土高が4m以上となったときに押し盛土部を60cm、90cmの巻出した場合である。

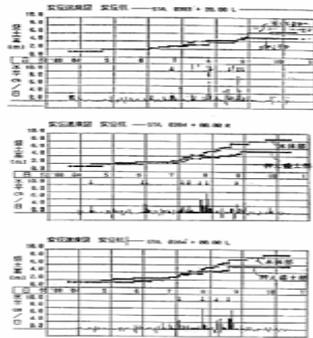


図-2.3.2 変位速度図

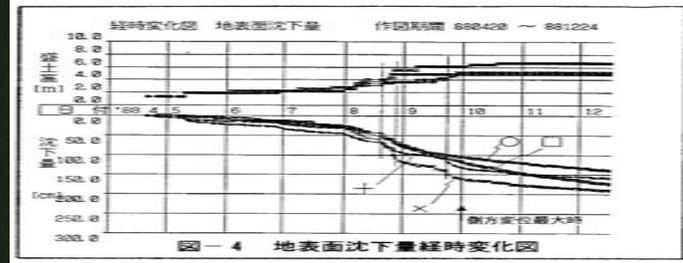


図-4 地表面沈下量経時変化図



図-5 5の谷 (STA. 384+0 (R)) の変位状況図

3.2.3 松尾管理図

5の谷では、松尾管理図は、次のような破壊lineを設定し、大沢郷地区における管理lineを決めることを目的として実施した。

- I. 当初は $P_j/P_f=0.8$ を管理lineとする。
- II. $P_j/P_f=0.8$ を超えた場合に他の管理計器で不安定と判断されなければ $P_j/P_f=0.85$ に再設置する。
- III. 不安定とならなければ上記再設置を繰り返す。ただし、最終管理lineを $P_j/P_f=1.0$ とし、これを超えて盛土施工は行わない。

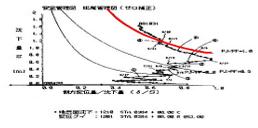


図-2.3.8 松尾管理図 (5の谷)

図2.3.8に示すのは、最も不安定で周辺への影響が大きかった、STA 338+00 (R) の亀の辻下量と法戻変位による松尾管理図である。同図中に①~⑥で示す期間は、他の管理計器（水平変位速度、過剰間隙水圧）より不安定と判断された時期である。これは図2.3.6の①~⑥に対応する。不安定な時期とは、次の傾向の時である。

- 松尾管理図 : 大きく右に動いた時 (6月以降)
- 水平変位速度 $\Delta\delta/\Delta t$: 2cm/dayを超えて納まるまで
- 過剰間隙水圧 ΔU : 大きく上昇し、納まるまで

これらの対応は表2.3.1のとおりである。

表-2.3.1 各管理値の関係

管理項目	①	②	③	④	⑤	⑥
松尾管理図	○	○	○	○	×	○
$\Delta\delta/\Delta t$	○	○	○	○	×	○
ΔU	電	○	○	○	○	×
	R	○	○	○	○	×

○ : 不安定と判断される。
 × : 不安定と判断されない。

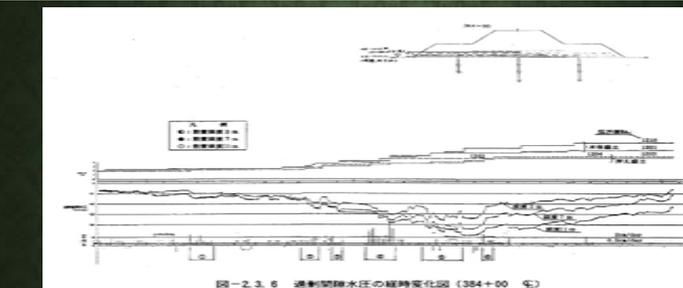


図-2.3.6 過剰間隙水圧の経時変化図 (384+00 (E))

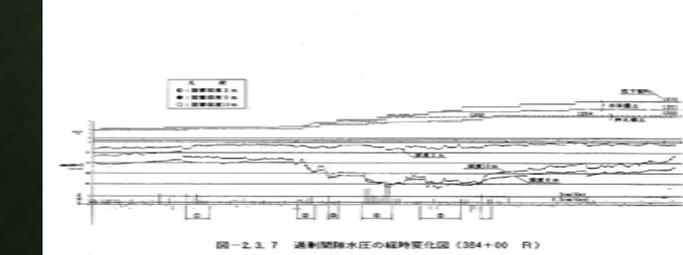
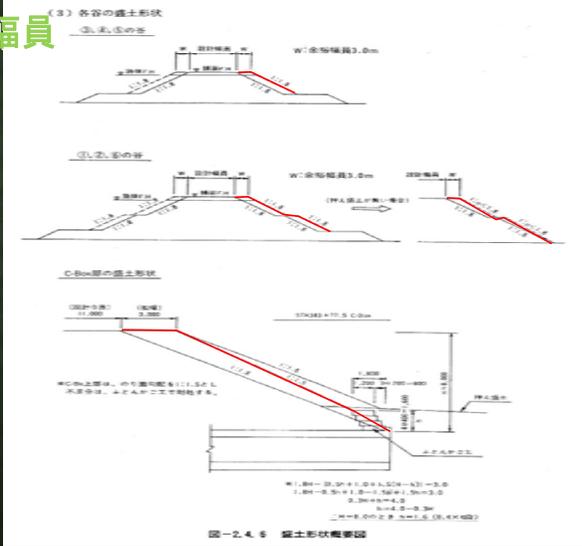


図-2.3.7 過剰間隙水圧の経時変化図 (384+00 (R))

余裕幅員



(4) 今後の幅員余裕

動態観測の最終データ(91.6.28)より立上り後からの5年後及び10年後の沈下量を予測しその幅員余裕について再検討した。

結果を表-2.4.10に示す。この結果幅員の余裕は十分となっている。

表-2.4.10 余裕幅員の確認(91.6.28)

谷名	立上り～5年後予測		立上り～10年後予測	
	残留沈下量(m)	増加幅員(m)	残留沈下量(m)	増加幅員(m)
①	0.22	0.40	0.30	0.54
②	0.67	1.21	0.90	1.61
③	0.37	0.67	0.51	0.92
④	0.64	1.15	0.86	1.55
⑤	0.80	1.44	1.12	2.02
⑥	0.20	0.36	0.27	0.49

BOX部の問題

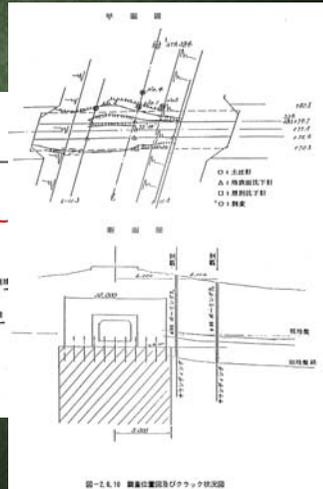
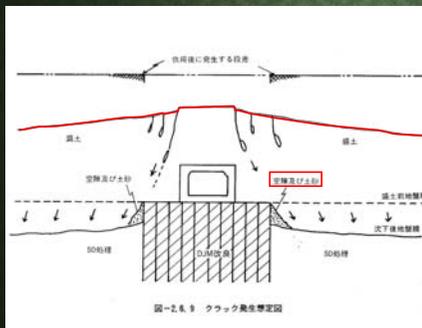
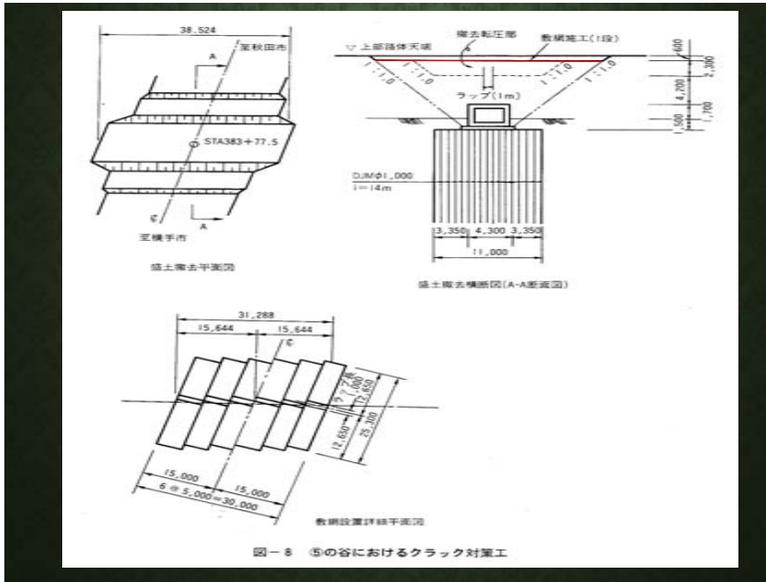


表-9 クラック対策工 比較検討結果

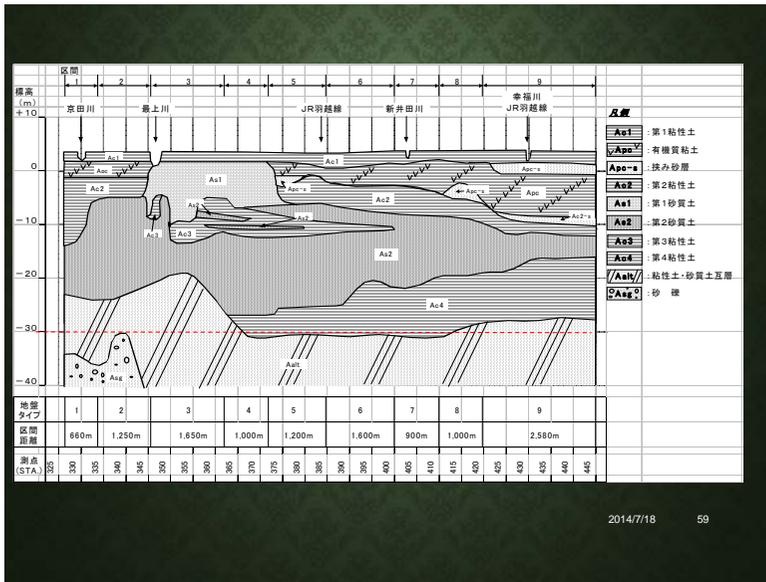
No	対策工法	工法概要	施工性	効果	数量	総合評価
I	薬液注入工法 クラックに注入	盛土内部に発生した空隙に薬液注入を先に行うことにより空隙への盛土陥没による沈下を防ぐ	比較的容易に施工できるが充填範囲の確認が不明であり、管理の問題が残る	• 空隙が充填されれば盛土内が一体化される • その後の沈下によっては、クラックの再発生の可能性がある • 再クラックに対し、再度施工が可能である	160㎡	効果が若干の疑問が残るが、現在では適当、長期的には不適と考える △
II	撤去再転圧工法	現在の盛土を撤去、再転圧をすることで空隙を無くし、Iと同様の沈下を防ぐ	相当量の土の移動があり、既土の仮置箇所も制限されるため施工も遅い	• 空隙が完全に無くなり盛土が一体化される • Iと同様、クラックの再発生の可能性がある	8,300㎡	効果は十分であるが工費的に無理があり不適と考える ×
III	敷網工法	敷網のテンション効果により不等沈下を減少させる	容易に施工できる	• 沈下に対して追従が可能である	幅 25m 延長32m 1,600㎡	効果は若干の疑問が残るが、踏掛け版のように剛ではないため表面の状況把握が容易であり、適当と考える ○



施工例②

軟弱層の厚い軟弱地盤の施工例

2014/7/18 58



- 軟弱地盤概要
- 当該区間 (STA.328+40~STA.444+80, L=11.44km) を、盛土高さ及び基礎地盤の軟弱層厚等をもとにして以下の9区間に区間設定を行なった。
- 1区間 (STA.328+40~STA.333+00) : 11m: 表層より粘性土 (Ac1, Apc, Ac2層) が厚く約14m程度堆積する。
- 2区間 (STA.333+00~STA.345+50) : 9m: 表層より粘性土 (Ac1, Apc, Ac2層) が厚く約9m程度堆積する。
- 3区間 (STA.345+50~STA.370+00) : 8m: 表層に薄い粘性土 (Ac1層) が堆積し、その下位には砂質土 (As1層) が10m以上堆積する。
- 4区間 (STA.370+00~STA.374+00) : 8m: 表層に薄い粘性土 (Ac1層) が堆積し、その下位には砂質土 (As1, As2層) が10m以上堆積する。最下部には粘性土 (Ac4層) が7m程度の層厚で堆積する。
- 5区間 (STA.374+00~STA.384+00) : 8m: 表層に薄い粘性土 (Ac1, Apc, Ac2層) が約10m程度堆積するが砂層を挟む。厚い中間砂層 (As2層) に粘性土を挟み、最下部には粘性土 (Ac4層) が8m程度の層厚で分布する。
- 6区間 (STA.384+00~STA.400+00) : 9m: 表層より粘性土 (Ac1, Apc, Ac2層) が約11m程度堆積する。厚い中間砂層 (As2層) に粘性土を挟み、最下部には粘性土 (Ac4層) が8m程度の層厚で分布する。5区間で確認されたApo層中の砂の挟みは見られない。
- 7区間 (STA.400+00~STA.409+00) : 9m: 表層より粘性土 (Ac1, Apc, Ac2層) が約10m程度堆積する。厚い中間砂層 (As2層) に粘性土の挟みはない。最下部には粘性土 (Ac4層) が8m程度の層厚で分布する。
- 8区間 (STA.409+00~STA.419+00) : 8m: 表層より粘性土 (Ac1, Apc, Ac2層) が約10m程度堆積するが砂層を挟む。厚い中間砂層 (As2層) に粘性土の挟みはない。最下部には粘性土 (Ac4層) が7m程度の層厚で分布する。
- 9区間 (STA.419+00~STA.444+80) : 10m: 表層より粘性土 (Ac1, Apc, Ac2層) が約10m程度堆積するが砂層を挟む。中間砂層 (As2層) は他区間に比べて薄く(約5m)、最下部には粘性土 (Ac4層) が7m程度の層厚で分布する。

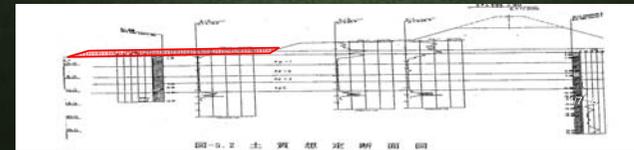
- 一般盛土施工方針
- 本工事はプレロード先行型とし、一般盛土はプレロード撤去土を使用することとした。このため本工において、盛土工時の沈下が発生し残留沈下が残る結果となるため、一般土工部についてプレロード施工結果をもとに上げ越し及び余裕幅員量を検討して実施した。検討方法等については、以下の条件とした。
- ① 供用後5年でPHIにする土工の上げ越し量。
- ② 舗装時に想定通り沈下すれば、ほぼ水平になる。
- ③ 沈下にバラツキがあるため、プレロードの施工結果をもとに一般盛土の沈下動向を想定する。(盛土立上げ後のデータが少ないため本体盛土のデータで判断は出来ない。)
- ④ 立上げ時期が盛土ごとに違うため、沈下が一定でない
- ⑤ 土工から舗装までの間の縦断排水がプレロードと一般盛土の施工時期に差があり、沈下が一定でないためガタガタになる
- 以上のことから、
- 土工では、下部路床仕上げを基本とし、おおむね同程度の沈下となる橋梁間での平均均沈下量を一律上げ越すこととした。
- 沈下量なりに仕上がった場合は、供用時の縦断を考慮するとC-Bxごとのすりつけでは排水及び走行性が悪いため橋梁間での上げ越しを考えるものとした。
- これにより、舗装着手時に本体部沈下データに基づき路床の均しが行え、上部路床の過不足を生じない経済的な仕上げができる。

区 間		第6区間				第7区間			
盛土高 (m)		0.0~9.0				7.5~9.0			
盛土社の地盤定数		γ=1.9t/m ³ , φ=粘着力C=1.0t/m ² , 内摩擦角φ=30度				γ=1.9			
解	折	7.0	Ac1 γ=1.5, C=1.0, m=0.4, Cv=500	3.0	Ac1 γ=1.5, C=1.5, m=0.4, Cv=500	8.0	Ac1 γ=1.5, C=1.5, m=0.4, Cv=500	3.0	Ac1 γ=1.5, C=1.5, m=0.4, Cv=500
	面	7.0	Ac2 γ=1.25, C=1.5, m=0.35, Cv=500	8.0	Ac2 γ=1.25, C=1.5, m=0.35, Cv=500	8.0	Ac2 γ=1.25, C=1.5, m=0.35, Cv=500	8.0	Ac2 γ=1.25, C=1.5, m=0.35, Cv=500
	断	11.0	Ac2 γ=1.4, C=2.5, m=0.3, Cv=500	10.0	Ac2 γ=1.4, C=2.5, m=0.3, Cv=500	10.0	Ac2 γ=1.4, C=2.5, m=0.3, Cv=500	10.0	Ac2 γ=1.4, C=2.5, m=0.3, Cv=500
	面	13.0	Ac2 γ=1.8, N=15	23.0	Ac2 γ=1.8, N=15	23.0	Ac2 γ=1.8, N=15	23.0	Ac2 γ=1.8, N=15
解	折	15.0	Ac3 γ=1.5, C=4.0, m=0.3, Cv=500	33.0	Ac3 γ=1.5, C=4.0, m=0.3, Cv=500	33.0	Ac3 γ=1.5, C=4.0, m=0.3, Cv=500	33.0	Ac3 γ=1.5, C=4.0, m=0.3, Cv=500
	面	24.0	Ac2 γ=1.8, N=15	33.0	Ac2 γ=1.8, N=15	33.0	Ac2 γ=1.8, N=15	33.0	Ac2 γ=1.8, N=15
	断	33.0	Ac4 γ=1.6, Cv=1000	33.0	Ac4 γ=1.6, Cv=1000	33.0	Ac4 γ=1.6, Cv=1000	33.0	Ac4 γ=1.6, Cv=1000
	面	33.0	Ac4 γ=1.6, Cv=1000	33.0	Ac4 γ=1.6, Cv=1000	33.0	Ac4 γ=1.6, Cv=1000	33.0	Ac4 γ=1.6, Cv=1000
解	無	Ac1..... 32.1	Ac2..... 27.6	Ac3..... 14.1	Ac4..... 17.8	Ac1..... 44.7	Ac2..... 69.8	Ac3..... 33.7	Ac4..... 37.8
	下	Ac1..... 167.6	Ac2..... 14.1	Ac3..... 17.8	Ac4..... 12.2	Ac1..... 295.1	Ac2..... 245.6	Ac3..... 14.6	Ac4..... 14.6
解	無	Ac1..... 32.1	Ac2..... 27.6	Ac3..... 14.1	Ac4..... 17.8	Ac1..... 44.7	Ac2..... 69.8	Ac3..... 33.7	Ac4..... 37.8
	下	Ac1..... 167.6	Ac2..... 14.1	Ac3..... 17.8	Ac4..... 12.2	Ac1..... 295.1	Ac2..... 245.6	Ac3..... 14.6	Ac4..... 14.6
解	無	Ac1..... 32.1	Ac2..... 27.6	Ac3..... 14.1	Ac4..... 17.8	Ac1..... 44.7	Ac2..... 69.8	Ac3..... 33.7	Ac4..... 37.8
	下	Ac1..... 167.6	Ac2..... 14.1	Ac3..... 17.8	Ac4..... 12.2	Ac1..... 295.1	Ac2..... 245.6	Ac3..... 14.6	Ac4..... 14.6
解	無	Ac1..... 32.1	Ac2..... 27.6	Ac3..... 14.1	Ac4..... 17.8	Ac1..... 44.7	Ac2..... 69.8	Ac3..... 33.7	Ac4..... 37.8
	下	Ac1..... 167.6	Ac2..... 14.1	Ac3..... 17.8	Ac4..... 12.2	Ac1..... 295.1	Ac2..... 245.6	Ac3..... 14.6	Ac4..... 14.6
解	無	Ac1..... 32.1	Ac2..... 27.6	Ac3..... 14.1	Ac4..... 17.8	Ac1..... 44.7	Ac2..... 69.8	Ac3..... 33.7	Ac4..... 37.8
	下	Ac1..... 167.6	Ac2..... 14.1	Ac3..... 17.8	Ac4..... 12.2	Ac1..... 295.1	Ac2..... 245.6	Ac3..... 14.6	Ac4..... 14.6
解	無	Ac1..... 32.1	Ac2..... 27.6	Ac3..... 14.1	Ac4..... 17.8	Ac1..... 44.7	Ac2..... 69.8	Ac3..... 33.7	Ac4..... 37.8
	下	Ac1..... 167.6	Ac2..... 14.1	Ac3..... 17.8	Ac4..... 12.2	Ac1..... 295.1	Ac2..... 245.6	Ac3..... 14.6	Ac4..... 14.6
解	無	Ac1..... 32.1	Ac2..... 27.6	Ac3..... 14.1	Ac4..... 17.8	Ac1..... 44.7	Ac2..... 69.8	Ac3..... 33.7	Ac4..... 37.8
	下	Ac1..... 167.6	Ac2..... 14.1	Ac3..... 17.8	Ac4..... 12.2	Ac1..... 295.1	Ac2..... 245.6	Ac3..... 14.6	Ac4..... 14.6
解	無	Ac1..... 32.1	Ac2..... 27.6	Ac3..... 14.1	Ac4..... 17.8	Ac1..... 44.7	Ac2..... 69.8	Ac3..... 33.7	Ac4..... 37.8
	下	Ac1..... 167.6	Ac2..... 14.1	Ac3..... 17.8	Ac4..... 12.2	Ac1..... 295.1	Ac2..... 245.6	Ac3..... 14.6	Ac4..... 14.6
解	無	Ac1..... 32.1	Ac2..... 27.6	Ac3..... 14.1	Ac4..... 17.8	Ac1..... 44.7	Ac2..... 69.8	Ac3..... 33.7	Ac4..... 37.8
	下	Ac1..... 167.6	Ac2..... 14.1	Ac3..... 17.8	Ac4..... 12.2	Ac1..... 295.1	Ac2..... 245.6	Ac3..... 14.6	Ac4..... 14.6
解	無	Ac1..... 32.1	Ac2..... 27.6	Ac3..... 14.1	Ac4..... 17.8	Ac1..... 44.7	Ac2..... 69.8	Ac3..... 33.7	Ac4..... 37.8
	下	Ac1..... 167.6	Ac2..... 14.1	Ac3..... 17.8	Ac4..... 12.2	Ac1..... 295.1	Ac2..... 245.6	Ac3..... 14.6	Ac4..... 14.6
解	無	Ac1..... 32.1	Ac2..... 27.6	Ac3..... 14.1	Ac4..... 17.8	Ac1..... 44.7	Ac2..... 69.8	Ac3..... 33.7	Ac4..... 37.8
	下	Ac1..... 167.6	Ac2..... 14.1	Ac3..... 17.8	Ac4..... 12.2	Ac1..... 295.1	Ac2..... 245.6	Ac3..... 14.6	Ac4..... 14.6
解	無	Ac1..... 32.1	Ac2..... 27.6	Ac3..... 14.1	Ac4..... 17.8	Ac1..... 44.7	Ac2..... 69.8	Ac3..... 33.7	Ac4..... 37.8
	下	Ac1..... 167.6	Ac2..... 14.1	Ac3..... 17.8	Ac4..... 12.2	Ac1..... 295.1	Ac2..... 245.6	Ac3..... 14.6	Ac4..... 14.6
解	無	Ac1..... 32.1	Ac2..... 27.6	Ac3..... 14.1	Ac4..... 17.8	Ac1..... 44.7	Ac2..... 69.8	Ac3..... 33.7	Ac4..... 37.8
	下	Ac1..... 167.6	Ac2..... 14.1	Ac3..... 17.8	Ac4..... 12.2	Ac1..... 295.1	Ac2..... 245.6	Ac3..... 14.6	Ac4..... 14.6
解	無	Ac1..... 32.1	Ac2..... 27.6	Ac3..... 14.1	Ac4..... 17.8	Ac1..... 44.7	Ac2..... 69.8	Ac3..... 33.7	Ac4..... 37.8
	下	Ac1..... 167.6	Ac2..... 14.1	Ac3..... 17.8	Ac4..... 12.2	Ac1..... 295.1	Ac2..... 245.6	Ac3..... 14.6	Ac4..... 14.6
解	無	Ac1..... 32.1	Ac2..... 27.6	Ac3..... 14.1	Ac4..... 17.8	Ac1..... 44.7	Ac2..... 69.8	Ac3..... 33.7	Ac4..... 37.8
	下	Ac1..... 167.6	Ac2..... 14.1	Ac3..... 17.8	Ac4..... 12.2	Ac1..... 295.1	Ac2..... 245.6	Ac3..... 14.6	Ac4..... 14.6
解	無	Ac1..... 32.1	Ac2..... 27.6	Ac3..... 14.1	Ac4..... 17.8	Ac1..... 44.7	Ac2..... 69.8	Ac3..... 33.7	Ac4..... 37.8
	下	Ac1..... 167.6	Ac2..... 14.1	Ac3..... 17.8	Ac4..... 12.2	Ac1..... 295.1	Ac2..... 245.6	Ac3..... 14.6	Ac4..... 14.6
解	無	Ac1..... 32.1	Ac2..... 27.6	Ac3..... 14.1	Ac4..... 17.8	Ac1..... 44.7	Ac2..... 69.8	Ac3..... 33.7	Ac4..... 37.8
	下	Ac1..... 167.6	Ac2..... 14.1	Ac3..... 17.8	Ac4..... 12.2	Ac1..... 295.1	Ac2..... 245.6	Ac3..... 14.6	Ac4..... 14.6
解	無	Ac1..... 32.1	Ac2..... 27.6	Ac3..... 14.1	Ac4..... 17.8	Ac1..... 44.7	Ac2..... 69.8	Ac3..... 33.7	Ac4..... 37.8
	下	Ac1..... 167.6	Ac2..... 14.1	Ac3..... 17.8	Ac4..... 12.2	Ac1..... 295.1	Ac2..... 245.6	Ac3..... 14.6	Ac4..... 14.6
解	無	Ac1..... 32.1	Ac2..... 27.6	Ac3..... 14.1	Ac4..... 17.8	Ac1..... 44.7	Ac2..... 69.8	Ac3..... 33.7	Ac4..... 37.8
	下	Ac1..... 167.6	Ac2..... 14.1	Ac3..... 17.8	Ac4..... 12.2	Ac1..... 295.1	Ac2..... 245.6	Ac3..... 14.6	Ac4..... 14.6
解	無	Ac1..... 32.1	Ac2..... 27.6	Ac3..... 14.1	Ac4..... 17.8	Ac1..... 44.7	Ac2..... 69.8	Ac3..... 33.7	Ac4..... 37.8
	下	Ac1..... 167.6	Ac2..... 14.1	Ac3..... 17.8	Ac4..... 12.2	Ac1..... 295.1	Ac2..... 245.6	Ac3..... 14.6	Ac4..... 14.6
解	無	Ac1..... 32.1	Ac2..... 27.6	Ac3..... 14.1	Ac4..... 17.8	Ac1..... 44.7	Ac2..... 69.8	Ac3..... 33.7	Ac4..... 37.8
	下	Ac1..... 167.6	Ac2..... 14.1	Ac3..... 17.8	Ac4..... 12.2	Ac1..... 295.1	Ac2..... 245.6	Ac3..... 14.6	Ac4..... 14.6
解	無	Ac1..... 32.1	Ac2..... 27.6	Ac3..... 14.1	Ac4..... 17.8	Ac1..... 44.7	Ac2..... 69.8	Ac3..... 33.7	Ac4..... 37.8
	下	Ac1..... 167.6	Ac2..... 14.1	Ac3..... 17.8	Ac4..... 12.2	Ac1..... 295.1	Ac2..... 245.6	Ac3..... 14.6	Ac4..... 14.6
解	無	Ac1..... 32.1	Ac2..... 27.6	Ac3..... 14.1	Ac4..... 17.8	Ac1..... 44.7	Ac2..... 69.8	Ac3..... 33.7	Ac4..... 37.8
	下	Ac1..... 167.6	Ac2..... 14.1	Ac3..... 17.8	Ac4..... 12.2	Ac1..... 295.1	Ac2..... 245.6	Ac3..... 14.6	Ac4..... 14.6
解	無	Ac1..... 32.1	Ac2..... 27.6	Ac3..... 14.1	Ac4..... 17.8	Ac1..... 44.7	Ac2..... 69.8	Ac3..... 33.7	Ac4..... 37.8
	下	Ac1..... 167.6	Ac2..... 14.1	Ac3..... 17.8	Ac4..... 12.2	Ac1..... 295.1	Ac2..... 245.6	Ac3..... 14.6	Ac4..... 14.6
解	無	Ac1..... 32.1	Ac2..... 27.6	Ac3..... 14.1	Ac4..... 17.8	Ac1..... 44.7	Ac2..... 69.8	Ac3..... 33.7	Ac4..... 37.8
	下	Ac1..... 167.6	Ac2..... 14.1	Ac3..... 17.8	Ac4..... 12.2	Ac1..... 295.1	Ac2..... 245.6	Ac3..... 14.6	Ac4..... 14.6
解	無	Ac1..... 32.1	Ac2..... 27.6	Ac3..... 14.1	Ac4..... 17.8	Ac1..... 44.7	Ac2..... 69.8	Ac3..... 33.7	Ac4..... 37.8
	下	Ac1..... 167.6	Ac2..... 14.1	Ac3..... 17.8	Ac4..... 12.2	Ac1..... 295.1	Ac2..... 245.6	Ac3..... 14.6	Ac4..... 14.6
解	無	Ac1..... 32.1	Ac2..... 27.6	Ac3..... 14.1	Ac4..... 17.8	Ac1..... 44.7	Ac2..... 69.8	Ac3..... 33.7	Ac4..... 37.8
	下	Ac1..... 167.6	Ac2..... 14.1	Ac3..... 17.8	Ac4..... 12.2	Ac1..... 295.1	Ac2..... 245.6	Ac3..... 14.6	Ac4..... 14.6
解	無	Ac1..... 32.1	Ac2..... 27.6	Ac3..... 14.1	Ac4..... 17.8	Ac1..... 44.7	Ac2..... 69.8	Ac3..... 33.7	Ac4..... 37.8
	下	Ac1..... 167.6	Ac2..... 14.1	Ac3..... 17.8	Ac4..... 12.2	Ac1..... 295.1	Ac2..... 245.6	Ac3..... 14.6	Ac4..... 14.6
解	無	Ac1..... 32.1	Ac2..... 27.6	Ac3..... 14.1	Ac4..... 17.8	Ac1..... 44.7	Ac2..... 69.8	Ac3..... 33.7	Ac4..... 37.8
	下	Ac1..... 167.6	Ac2..... 14.1	Ac3..... 17.8	Ac4..... 12.2	Ac1..... 295.1	Ac2..... 245.6	Ac3..... 14.6	Ac4..... 14.6
解	無	Ac1..... 32.1	Ac2..... 27.6	Ac3..... 14.1	Ac4..... 17.8	Ac1..... 44.7	Ac2..... 69.8	Ac3..... 33.7	Ac4..... 37.8
	下	Ac1..... 167.6	Ac2..... 14.1	Ac3..... 17.8	Ac4..... 12.2	Ac1..... 295.1	Ac2..... 245.6	Ac3..... 14.6	Ac4..... 14.6
解	無	Ac1..... 32.1	Ac2..... 27.6	Ac3..... 14.1	Ac4..... 17.8	Ac1..... 44.7	Ac2..... 69.8	Ac3..... 33.7	Ac4..... 37.8
	下	Ac1..... 167.6	Ac2..... 14.1	Ac3..... 17.8	Ac4..... 12.2	Ac1..... 295.1	Ac2..... 245.6	Ac3..... 14.6	Ac4..... 14.6
解	無	Ac1..... 32.1	Ac2..... 27.6	Ac3..... 14.1	Ac4..... 17.8	Ac1..... 44.7	Ac2..... 69.8	Ac3..... 33.7	Ac4..... 37.8
	下	Ac1..... 167.6	Ac2..... 14.1	Ac3..... 17.8	Ac4..... 12.2	Ac1..... 295.1	Ac2..... 245.6	Ac3..... 14.6	Ac4..... 14.6
解	無	Ac1..... 32.1	Ac2..... 27.6	Ac3..... 14.1	Ac4..... 17.8	Ac1..... 44.7	Ac2..... 69.8	Ac3..... 33.7	Ac4..... 37.8
	下	Ac1..... 167.6	Ac2..... 14.1	Ac3..... 17.8	Ac4..... 12.2	Ac1..... 295.1	Ac2..... 245.6	Ac3..... 14.6	Ac4..... 14.6
解	無	Ac1..... 32.1	Ac2..... 27.6	Ac3..... 14.1	Ac4..... 17.8	Ac1..... 44.7	Ac2..... 69.8	Ac3..... 33.7	Ac4..... 37.8
	下	Ac1..... 167.6	Ac2..... 14.1	Ac3..... 17.8	Ac4..... 12.2	Ac1..... 295.1	Ac2..... 245.6	Ac3..... 14.6	Ac4..... 14.6
解	無	Ac1..... 32.1	Ac2..... 27.6	Ac3..... 14.1	Ac4..... 17.8	Ac1..... 44.7	Ac2..... 69.8	Ac3..... 33.7	Ac4..... 37.8
	下	Ac1..... 167.6	Ac2..... 14.1	Ac3..... 17.8	Ac4..... 12.2	Ac1..... 295.1	Ac2..... 245.6	Ac3..... 14.6	Ac4..... 14.6
解	無	Ac1..... 32.1	Ac2..... 27.6	Ac3..... 14.1	Ac4..... 17.8	Ac1..... 44.7	Ac2..... 69.8	Ac3..... 33.7	Ac4..... 37.8
	下	Ac1..... 167.6	Ac2..... 14.1	Ac3..... 17.8	Ac4..... 12.2	Ac1..... 295.1	Ac2..... 245.6	Ac3..... 14.6	Ac4..... 14.6
解	無	Ac1..... 32.1	Ac2..... 27.6	Ac3..... 14.1	Ac4..... 17.8	Ac1..... 44.7	Ac2..... 69.8	Ac3..... 33.7	Ac4..... 37.8
	下	Ac1..... 167.6	Ac2..... 14.1	Ac3..... 17.8	Ac4..... 12.2	Ac1..... 295.1	Ac2..... 245.6	Ac3..... 14.6	Ac4..... 14.6
解	無	Ac1..... 32.1	Ac2..... 27.6	Ac3..... 14.1	Ac4..... 17.8	Ac1..... 44.7	Ac2..... 69.8	Ac3..... 33.7	Ac4..... 37.8
	下	Ac1..... 167.6	Ac2..... 14.1	Ac3..... 17.8	Ac4..... 12.2	Ac1..... 295.1	Ac2..... 245.6	Ac3..... 14.6	Ac4..... 14.6
解	無	Ac1..... 32.1	Ac2..... 27.6	Ac3..... 14.1	Ac4..... 17.8	Ac1..... 44.7	Ac2..... 69.8	Ac3..... 33.7	Ac4..... 37.8
	下	Ac1..... 167.6	Ac2..... 14.1	Ac3..... 17.8	Ac4..... 12.2	Ac1..... 295.1	Ac2..... 245.6	Ac3..... 14.6	Ac4..... 14.6
解	無	Ac1..... 32.1	Ac2..... 27.6	Ac3..... 14.1	Ac4.....				

- 沈下管理結果と設計沈下量
- 本工事のプレロード部で実施した動態観測の結果をまとめて、表-5.1(1)~(2)に示す。この表中には当初の沈下計算結果も示してある。また、軟弱地盤の区分もしてある。この地盤区分については、図-5.1に詳細を示した。
- 実測と当初設計時の沈下量の比較は、一部を除くと実測値が小さくなっている。
- このことは、計画設計時の解析を解析ブロック区間で軟弱地盤が最も厚く問題となる部分を代表断面として選定し、また、区間での土質データから安全となるデータを用いて沈下計算等を実施したため、当初の沈下計算結果が大きくなっており、各箇所毎での実際の差(実測値は小さく)として出たものと考えられる。

2014/7/18 65

- 安定管理結果
- 盛土箇所で不安定と判定された箇所は以下の3箇所である。
 - ① STA395+70 ② STA377+14 ③ STA400+60
- 上記で変位したため、追加の押え盛土を実施している。代表としてSTA395+70の実施例を図-5.2に示す。また、①区間は追加の調査を実施しているが、②、③については安定管理結果から、①と同様な対策を実施している。
- 他の盛土施工箇所は動態観測による安定管理を実施し、安定管理基準値の水平変位2.0cm/日以下及び鉛直変位5cm/日以下であり、また、周辺地盤の隆起もなく安定した状態で盛土施工が実施された。



66

施工例③

後背湿地での軟弱地盤の施工例

2014/7/18 67

(3)解析結果

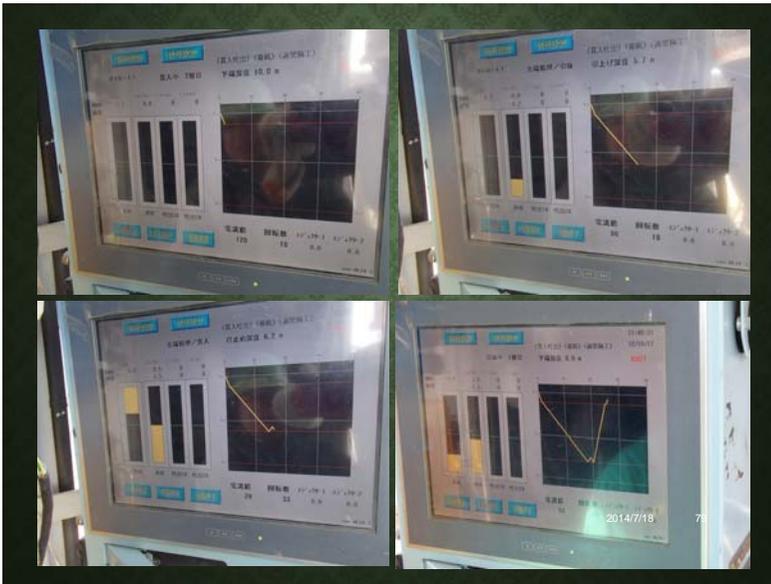
許容残留沈下量 $S_{ra}=10\text{cm}$ を考慮した計画盛土高を確保する施工盛土高による沈下検討結果を以下に示す。

許容残留沈下量 $S_{ra}=10\text{cm}$ に達する時間が短いため、沈下促進などの対策は必要ない。また、 $U=90\%$ に達する時間も短く、供用開始時には十分圧密されていると考えられるため、安定検討については、圧密による強度増加を考慮した検討を行った。

沈下検討結果一覧

計画盛土高 H (m)	余盛り高 ΔH (m)	施工盛土高 H+ ΔH (m)	最終沈下量 S (cm)	盛土施工日数 (完了時圧密度)	U=90%に 要する時間 (盛土完了後時間)	$S_{ra}=10\text{cm}$ に達する 時間 (盛土完了後時間)
15.0	1.2	16.2	57	54日(U=78%)	71日(17日)	59日(6日)
10.0	1.1	11.1	47	37日(U=67%)	62日(25日)	46日(9日)
7.0	1.0	8.0	39	27日(U=60%)	55日(28日)	36日(9日)
4.0	1.0	5.0	29	17日(U=46%)	51日(34日)	27日(10日)

※ 盛土の施工速度を 30cm/d として検討



長い時間のご聴講ありがとうございました。