

東海低レベル放射性廃棄物埋設事業所

第二種廃棄物埋設事業許可申請

第二種廃棄物埋設施設の位置、構造及び

設備の基準に関する規則第三条

(安全機能を有する施設の地盤)

への適合性について

2022年8月

日本原子力発電株式会社

## 目 次

1	はじめに .....	1
2	廃棄物埋設施設の安全機能について .....	4
3	評価対象 .....	6
4	第二種埋設許可基準規則への適合のための評価方針 .....	6
4. 1	第三条第 1 項 .....	6
4. 2	第三条第 2 項 .....	6
4. 3	第三条第 3 項 .....	7
5	第二種埋設許可基準規則への適合性説明 .....	8
5. 1	敷地の地形 .....	8
5. 2	調査結果 .....	9
5. 2. 1	空中写真判読及び地表地質調査 .....	9
5. 2. 2	廃棄物埋設地設置位置及びその付近の地質 .....	11
5. 2. 3	室内試験 .....	17
5. 2. 4	原位置試験結果 .....	22
5. 3	安全機能を有する施設の設置地盤の安定性評価 .....	23
5. 3. 1	「道示Ⅳ」による方法 .....	23
5. 3. 2	「国土交通省告示第千百十三号」による方法 .....	24
5. 4	安全機能を有する施設の設置地盤の変形に対する評価 ..	26
5. 5	安全機能を有する施設の設置地盤の変位による影響評価 ..	32
6	参考文献 .....	33

添付資料 1 地盤の評価について

根拠資料 1 地盤の評価について

- 1 地盤の支持性能の判定に関する根拠資料
- 2 液状化判定に関する根拠資料
- 3 液状化検討を踏まえた沈下量の算定に関する根拠資料
- 4 圧密沈下に関する根拠資料

## 1 はじめに

本資料は、東海低レベル放射性廃棄物埋設事業所 第二種廃棄物埋設事業許可申請について、「第二種廃棄物埋設施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則」（以下「第二種埋設許可基準規則」という。）第三条及び「第二種廃棄物埋設施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈」（以下「第二種埋設許可基準解釈」という。）第3条への適合性を説明するものである。

第二種埋設許可基準規則及び第二種埋設許可基準解釈の要求事項を第1表に示す。

第1表 第二種埋設許可基準規則及び第二種埋設許可基準解釈の要求事項

第二種埋設許可基準規則	第二種埋設許可基準解釈
<p>(安全機能を有する施設の地盤)</p> <p>第三条 安全機能を有する施設（中深度処分に係る廃棄物埋設地を除く。）は、次条第二項の規定により算定する地震力が作用した場合においても当該安全機能を有する施設を十分に支持することができる地盤に設けなければならない。</p> <p>2 ピット処分又はトレンチ処分に係る廃棄物埋設地（安全機能を有する施設に限る。）は、変形した場合においてもその安全機能が損なわれるおそれがない地盤に設けなければならない。</p> <p>3 ピット処分又はトレンチ処分に係る廃棄物埋設地（安全機能を有する施設に限る。）は、変位が生ずるおそれがない地盤に設けなければならない。</p>	<p>第3条(安全機能を有する施設の地盤)</p> <p>1 第1項に規定する「安全機能を有する施設を十分に支持することができる」とは、安全機能を有する施設について、自重及び操業時の荷重等に加え、本規程第4条2の分類に応じて算定する地震力が作用した場合においても、接地圧に対する十分な支持性能を有する設計であることをいう。</p> <p>2 第2項に規定する「変形」とは、地震発生に伴う地殻変動によって生じる支持地盤の傾斜及び撓み並びに地震発生に伴う建物・構築物間の不等沈下、液状化及び揺すり込み沈下等の周辺地盤の変状をいう。 このうち上記の「地震発生に伴う地殻変動によって生じる支持地盤の傾斜及び撓み」については、広域的な地盤の隆起又は沈降によって生じるもののほか、局所的なものを含む。これらのうち、上記の「局所的なもの」については、支持地盤の傾斜及び撓みの安全性への影響が大きいおそれがあるため、特に留意が必要である。</p> <p>3 第3項に規定する「変位」とは、将来活動する可能性のある断層等が活動することにより、地盤に与えるずれをいう。</p>

第二種埋設許可基準規則	第二種埋設許可基準解釈
	<p>また、同項に規定する「変位が生ずるおそれがない地盤に設け」とは、廃棄物埋設地が将来活動する可能性のある断層等の露頭がある地盤に設置された場合、その断層等の活動によって安全性に重大な影響を与えるおそれがあるため、当該廃棄物埋設地を将来活動する可能性のある断層等の露頭がないことを確認した地盤に設置することをいう。</p> <p>なお、上記の「将来活動する可能性のある断層等」とは、後期更新世以降（約12～13万年前以降）の活動が否定できない断層等をいう。その認定に当たって、後期更新世（約12～13万年前）の地形面又は地層が欠如する等、後期更新世以降の活動性が明確に判断できない場合には、中期更新世以降（約40万年前以降）まで遡って地形、地質・地質構造及び応力場等を総合的に検討した上で活動性を評価すること。なお、活動性の評価に当たって、設置面での確認が困難な場合には、当該断層の延長部で確認される断層等の性状等により、安全側に判断すること。</p> <p>また、「将来活動する可能性のある断層等」には、震源として考慮する活断層のほか、地震活動に伴って永久変位が生じる断層に加え、支持地盤まで変位及び変形が及ぶ地すべり面を含む。</p>

## 2 廃棄物埋設施設の安全機能について

第二種埋設許可基準規則第二条第 2 項第一号によって、「安全機能」とは、廃棄物埋設施設の安全性を確保するために必要な機能であって、その機能の喪失により公衆又は従事者に放射線障害を及ぼすおそれがあるものをいう。」とされている。

廃棄物埋設施設（以下「本施設」という。）の安全機能は、放射性物質の漏出を低減する機能（以下「漏出低減機能」という。）及び遮蔽機能で、これらの安全機能を有する施設は、廃棄物埋設地（漏出低減機能及び遮蔽機能）である。

本施設に必要となる安全機能を維持する期間は、第 2 表に示すとおりである。廃止措置の開始後は、廃棄物埋設地が有する漏出低減機能及び遮蔽機能を期待できるように設計する。

第 2 表 廃棄物埋設地における安全機能を維持する期間

安全機能	廃止措置の開始前	
	埋設する放射性廃棄物の受入れの開始から最終覆土完了まで	最終覆土完了から廃止措置の開始まで
漏出低減機能	○	○
遮蔽機能	○	○

○：安全機能を維持する



### 3 評価対象

第二種埋設許可基準規則第三条の評価対象は，廃棄物埋設地の設置地盤とする。

### 4 第二種埋設許可基準規則への適合のための評価方針

#### 4.1 第三条第1項

廃棄物埋設地の設置地盤は，廃棄物埋設地の自重及び作業時の荷重に加え，第二種埋設許可基準解釈第4条第2項の分類に応じて算定する地震力が作用した場合においても，接地圧に対して十分な支持性能を有することを確認する。

地震力については，地震により発生するおそれがある安全機能の喪失を想定した場合でも，放射線による公衆への影響は十分小さいことから，耐震重要度分類Cクラスの施設に求められる地震力が作用した場合を考慮する。

#### 4.2 第三条第2項

廃棄物埋設地の設置地盤は，変形が生じるおそれがないことを確認する。変形の評価として，地震発生に伴う地殻変動によって生じる支持地盤の傾斜及び撓み，建物・構築物間の不等沈下，液状化及び揺すり込み沈下による周辺地盤の変状による影響がないことを確認する。

#### 4. 3 第三条第3項

廃棄物埋設地の設置地盤は、震源として考慮する活断層のほか、地震活動に伴って永久変位が生じる断層に加え、支持地盤まで変位及び変形が及ぶ地すべり面がないことを確認する。

以上より、廃棄物埋設地は、空中写真判読、地質調査、標準貫入試験等の実施結果を基に以下を確認した地盤に設置する。

- ・自重及び操業時の荷重等に加え、耐震重要度分類Cクラスの施設に求められる地震力が作用した場合においても、接地圧に対する十分な支持性能を有すること。
- ・地震発生に伴う地殻変動によって生じる支持地盤の傾斜及び撓み、液状化及び揺すり込み沈下による周辺地盤の変状による影響がないこと。
- ・将来活動する可能性のある断層等（支持地盤まで変位及び変形が及ぶ地すべり面を含む）の露頭がなく、変位が生じるおそれがないこと。

## 5 第二種埋設許可基準規則への適合性説明

第二種埋設許可基準規則の適合性の説明に当たり、敷地の地形、地質、空中写真判読及び地表地質調査、ボーリング調査、室内試験及び原位置試験の結果を用いて、安全機能を有する施設の設置地盤の安定性、廃棄物埋設地周辺地盤の変形及び変位による影響を評価した。

なお、詳細な検討内容については添付資料 1 に示す。

### 5. 1 敷地の地形

敷地は、久慈川河口の南側で那珂台地東端の太平洋に面しており、海岸砂丘に覆われている。

敷地近傍陸域の地形は、台地、低地及び海岸砂丘からなる。

台地は、敷地西方の那珂台地及び敷地北方の常磐海岸台地からなる。台地は、標高約 20m～約 50m で、東側に徐々に高度を減じている。

低地は、北部の久慈川沿いや中央部の新川に沿ってまとまって分布する。

海岸砂丘は、敷地を含む海岸部に分布している。

敷地近傍海域の地形は、所々に緩い起伏が認められるが、全体的には水深 30m 未満で、海岸線と平行に沖合に向かって緩やかな傾斜を示している。

敷地の大部分は、標高約 8m でほぼ平坦な面を呈している。

## 5. 2 調査結果

### 5. 2. 1 空中写真判読及び地表地質調査

敷地周辺の空中写真判読及び地表地質調査による変動地形学的調査に基づいて作成した敷地付近の地形面区分図及びリニアメント・変動地形の判読結果を第1図に示す。

台地を構成する段丘については、空中写真判読等による段丘面の形態、面の保存状態の性状等に基づいて、高位からM1段丘面、M2段丘面及びM3段丘面に区分される。

M1段丘面は、敷地西方の那珂台地に広く分布する。久慈川より北側の常磐海岸台地では海岸沿いに細長く分布し、M1-h段丘面及びM1-1段丘面に細分される。

M2段丘面は久慈川の南側に比較的広く分布するほか、新川沿いなどに分布する。

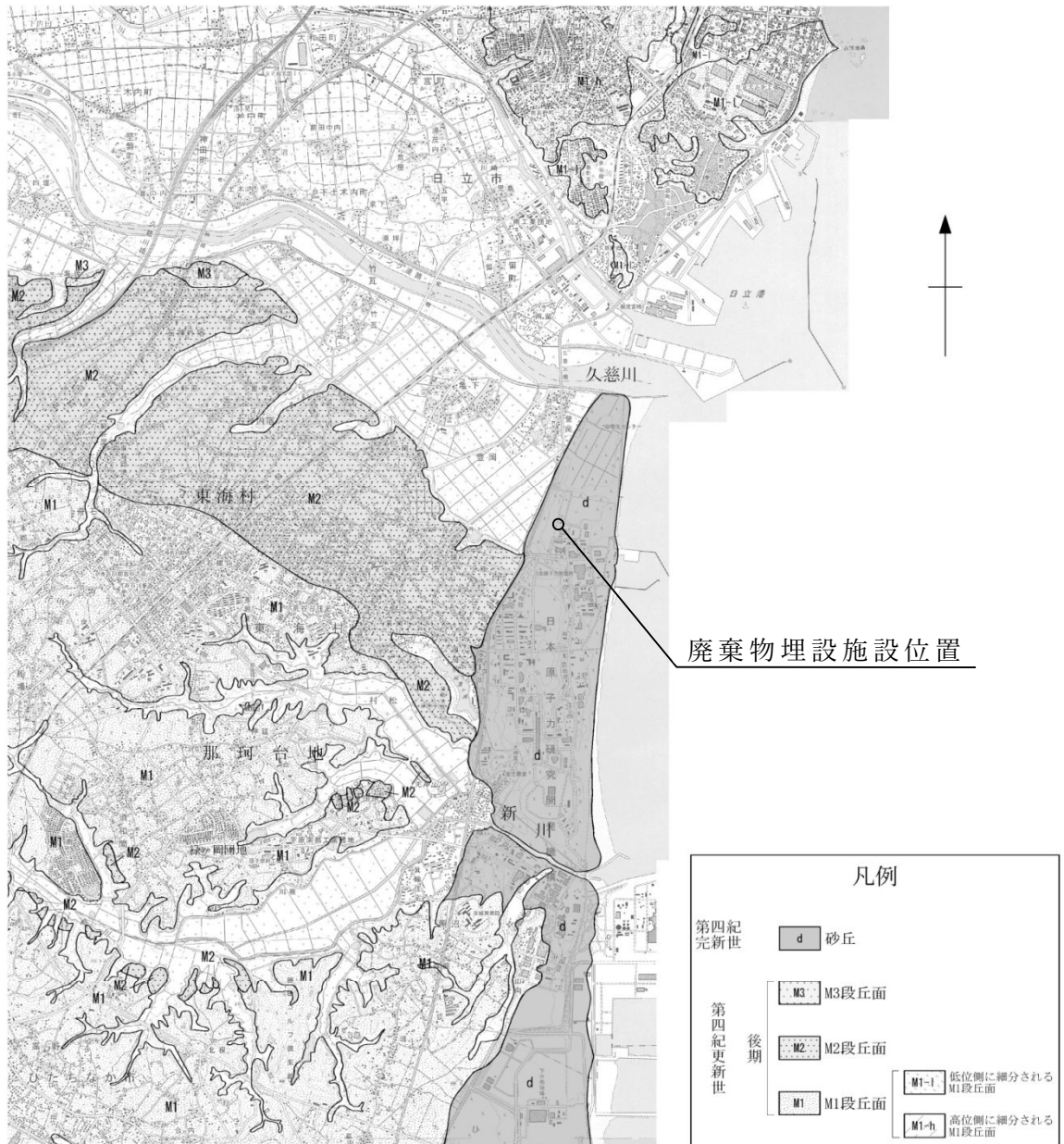
M3段丘面は、河川沿いに局所的に分布する。

敷地の大部分は、標高約8mでほぼ平坦な面を呈している。

変動地形調査の結果、敷地近傍において、M1段丘面及びM2段丘面が広く分布しており、リニアメントは認められない。

また、敷地に地すべり地形は認められない。

防災科学技術研究所による地すべり地形の判読結果を第2図に示す。図より、敷地に地すべり地形は認められない。



この地図は、国土地理院長の承認を得て、同院発行の数値地図50000（地図画像）及び数値地図25000（地図画像）を複製したものである。（承認番号 平27情複，第130号）  
本図面を第三者がさらに複製する場合は国土地理院の長の承認を得なければならない。



第 1 図 敷地付近の地形面区分図及びリニアメント・変動地形の判読結果



※防災科学技術研究所ホームページ J-SHIS Map<sup>(1)</sup>

第2図 地すべり地形分布図

## 5. 2. 2 廃棄物埋設地設置位置及びその付近の地質

本施設設置位置付近の地質・地質構造を把握するための試料を得るとともに、室内試験の供試体の採取及びボーリング孔を利用しての原位置試験を実施するためにボーリング調査を実施した。

ボーリング調査は、鉛直ボーリング 35 孔、総延長約 3,500m を実施した。掘削深度は約 20m～約 410m である。

掘削孔径は 66mm～116mm で、ロータリー型ボーリング・マシンを使用しオールコア・ボーリングで実施した。

採取したボーリングコアについて地層の分布、岩質等の詳細な観察を行い、地質柱状図等を作成した。

また、鉛直ボーリング 35 孔のうち、9 孔については、ボアホールテレビによる調査を実施し、久米層の走向、傾斜等を観察した。

なお，東海第二発電所の新規制基準適合性審査において用いたボーリング（鉛直ボーリング 7 孔，総延長約 2,200 m）を本評価に追加した。

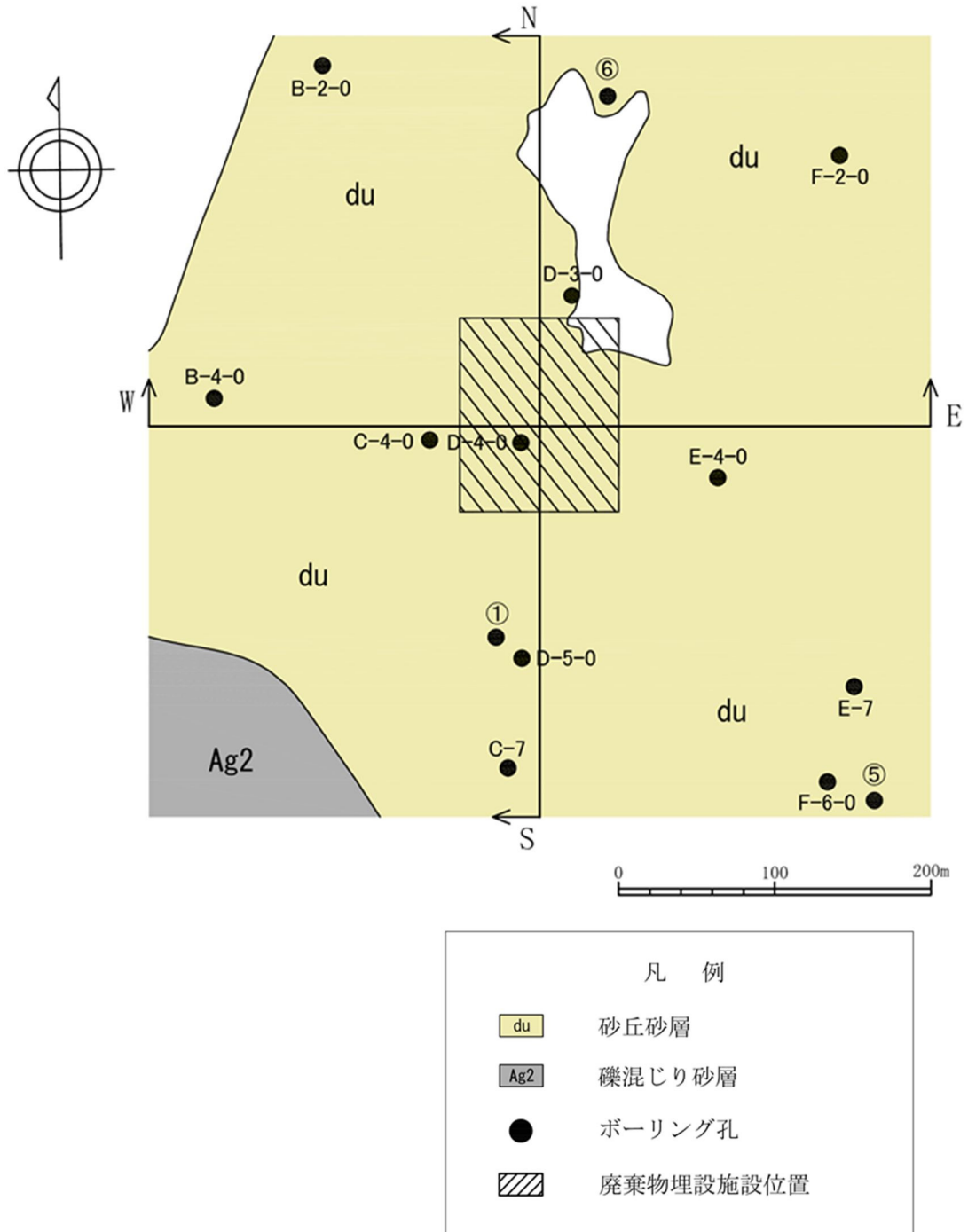
本施設位置付近の地質水平断面図を第 3 図に，地質鉛直断面図を第 4 図に示す。

ボーリングコアの平均採取率はいずれの孔でも 100% である。

本施設位置付近の地質は，下位より新第三系鮮新統の久米層並びに第四系完新統の沖積層及び砂丘砂層からなる。久米層は，主として暗オリーブ灰色を呈する塊状の砂質泥岩からなり，標高 -60m 以深に分布している。第四系については，基底部付近に主として砂礫層（A g 1 層）が分布し，その上位には粘土層（A c 層），砂層（A s 層）及び礫混じり砂層（A g 2 層）が互層状を呈して分布している。最上位には，細粒～中粒の均一な砂からなる砂丘砂層が分布している。

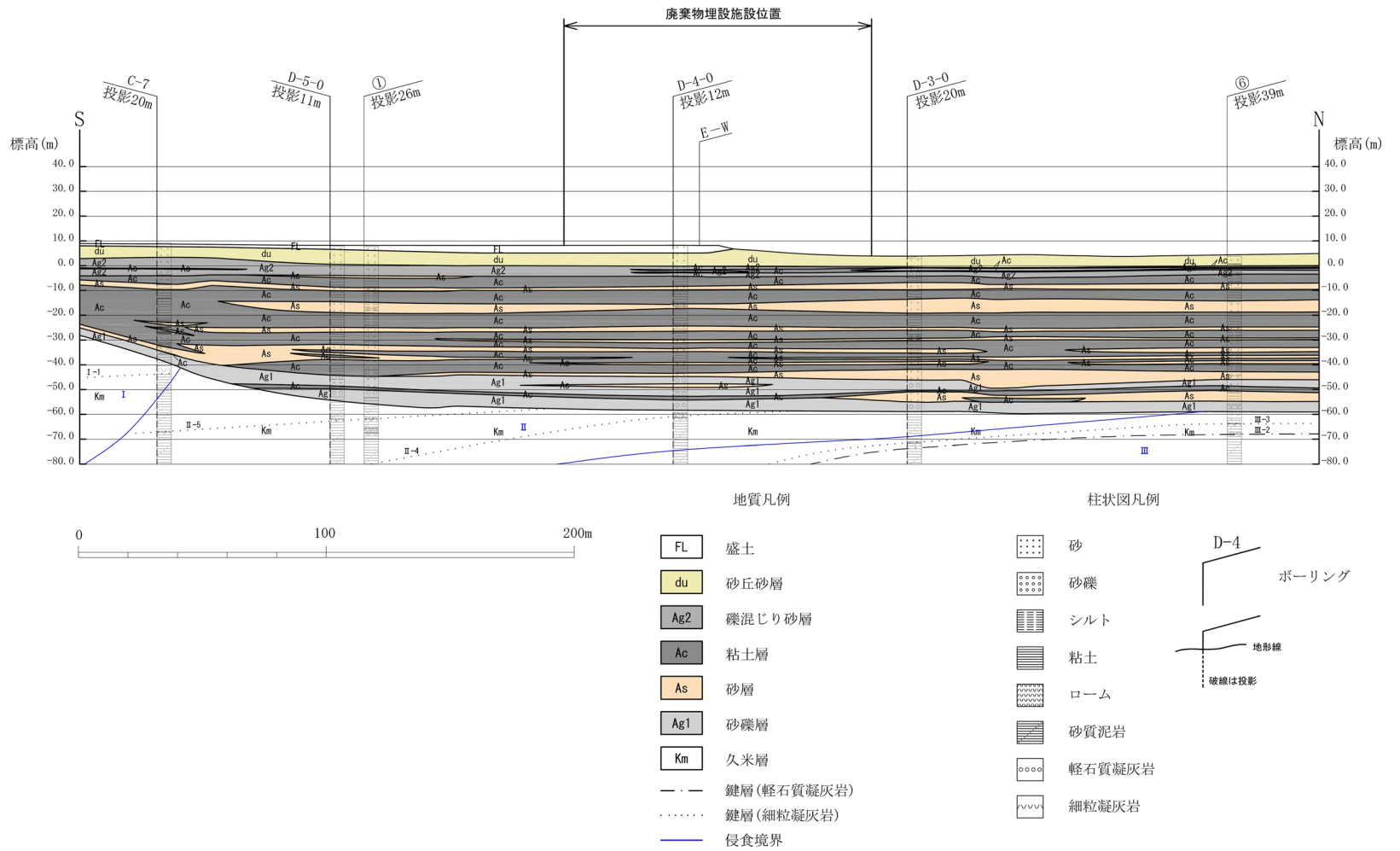
本施設位置付近の久米層は，連続性の良い鍵層を挟在しており，おおむね水平な構造を示している。また，第四系についてもおおむね水平に連続して分布している。

以上より，本施設位置付近に，将来活動する可能性のある断層等は存在しない。

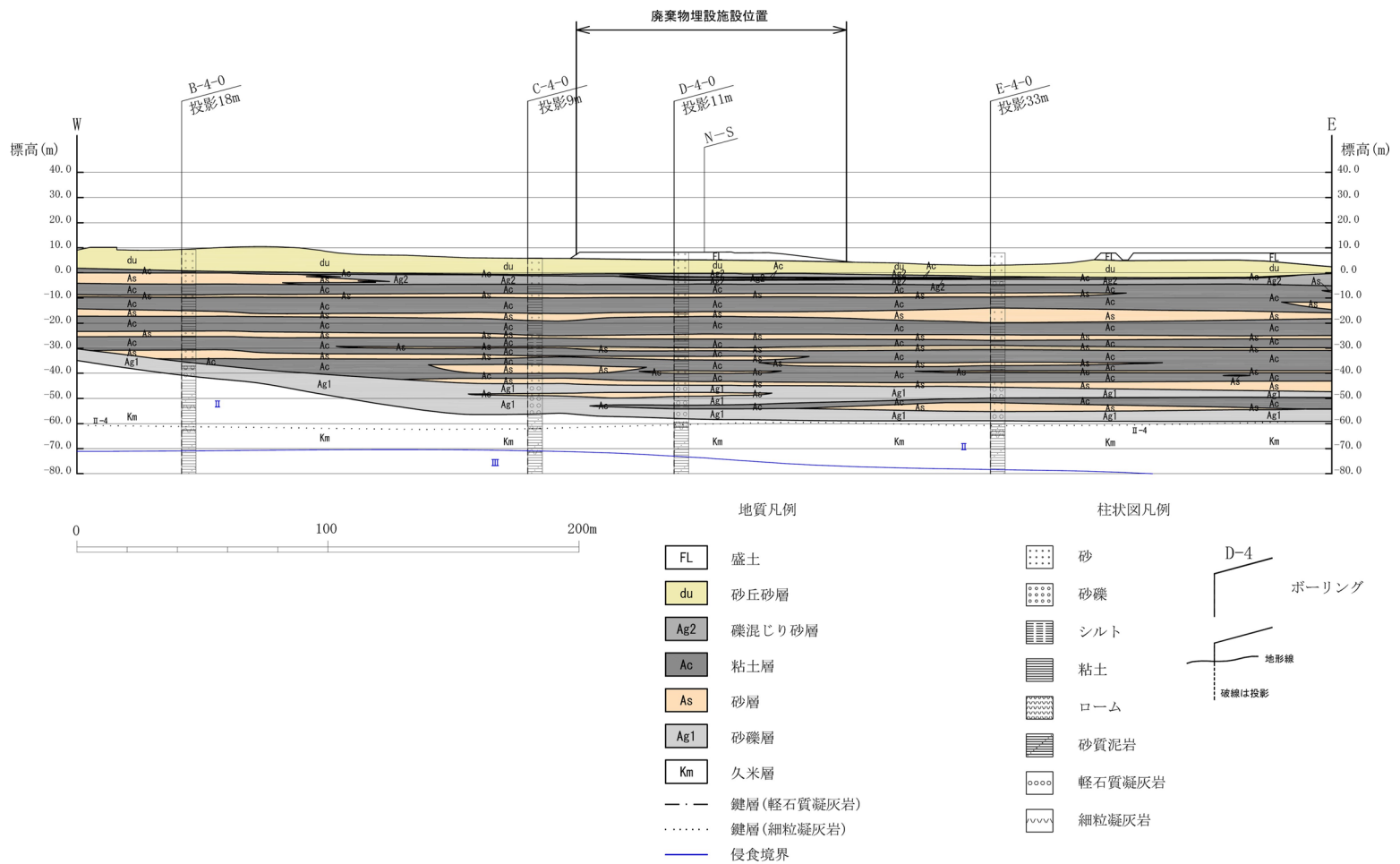


第 3 図 地質水平断面図 (T.P. + 4.0m)

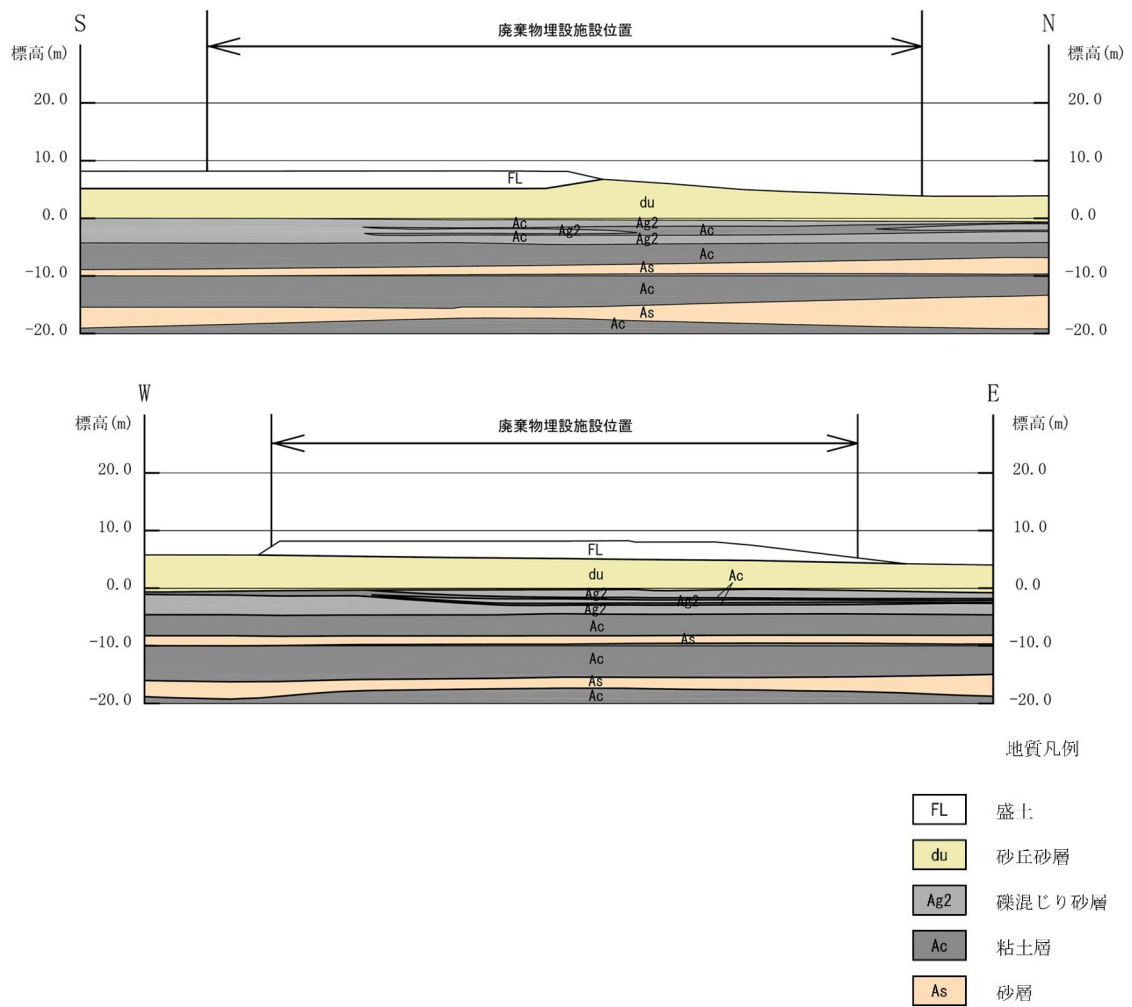




第 4 図 (1) 地質鉛直断面図 (N S 断面)



第 4 図 (2) 地質鉛直断面図 (E W 断面)



第 4 図 (3) 地質鉛直断面図 (NS, EW断面 拡大)

### 5. 2. 3 室内試験

本施設が設置される地盤の物理的・力学的特性を明らかにし、設計及び施工の基礎資料を得るため、ボーリング孔により、試験料を採取して室内試験を実施した。試験は、日本産業規格、地盤工学会基準に準拠して実施した。

#### (1) 物理試験結果

本施設位置付近のボーリング孔（C-4孔，D-3孔，D-4孔，D-5孔）で採取した各層の試料の物理試験の結果を第3表に示す。また、各層の試料について実施した粒度試験及び塑性限界試験の結果を第4表に示す。

第3表 物理試験結果

地層	湿潤密度 $\rho_t$ ( $g/cm^3$ )		含水比 w (%)		土粒子の密度 $\rho_s$ ( $g/cm^3$ )		間隙比 e		試験数 (個) []:土粒子密度 試験数
	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	
du層	1.78	0.16	12.2	5.7	2.68	0.01	0.70	0.08	30[4]
Ag2層	1.78	0.07	9.7	5.2	2.68	0.00	0.65	0.07	15[2]
Ac層	1.63	0.02	60.2	4.5	2.67	0.01	1.62	0.12	30[4]
As層	1.81	0.07	30.4	3.5	2.68	—	0.94	0.12	10[1]

第4表 粒度試験結果及び塑性限界試験結果

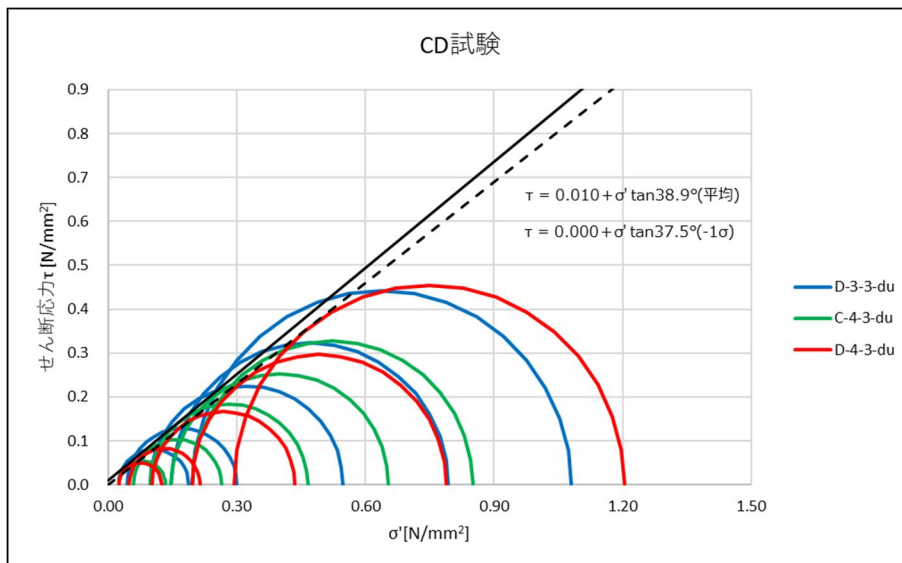
地層	細粒分含有率 $F_c$ ( $g/cm^3$ )	平均粒径 $D_{50}$ (mm)	塑性指数 $I_p$	試験数 (個) []:塑性限界試験数
du層	8.1	0.341	—	4[0]
Ag2層	5.2	0.609	—	4[0]
Ac層	93.5	0.013	44.9	4[3]
As層	22.4	0.140	—	1[0]

(2) 三軸圧縮試験結果

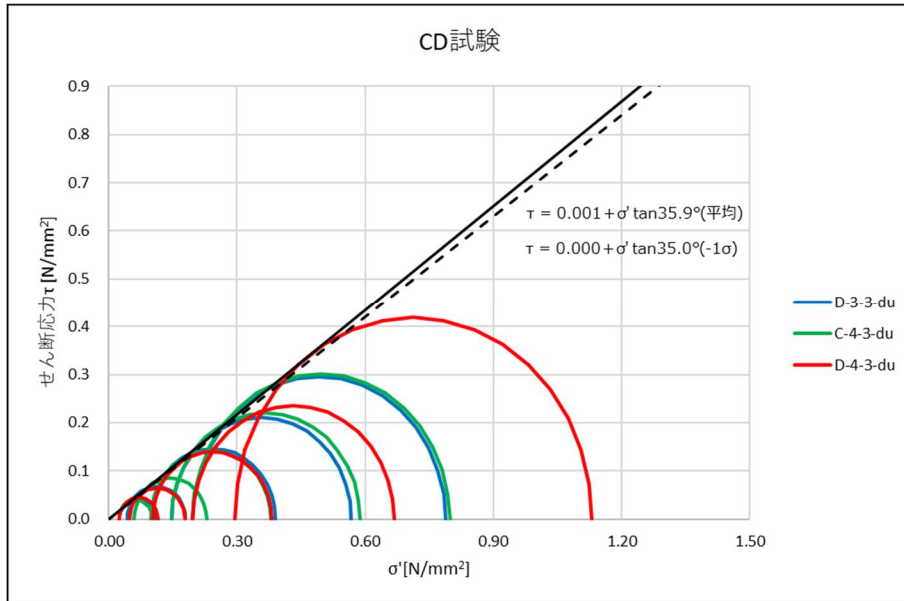
本施設位置付近のボーリング孔（D-3-3孔, C-4-3孔, D-4-3孔）で採取したd u層の供試体の三軸圧縮試験（CD条件）の結果を第5表に, 三軸圧縮試験の破壊応力円を第5図に示す。

第5表 三軸圧縮試験（CD条件）の結果

地層	平均強度		-1σ強度	
	ピーク強度 (N/mm <sup>2</sup> )	残留強度 (N/mm <sup>2</sup> )	ピーク強度 (N/mm <sup>2</sup> )	残留強度 (N/mm <sup>2</sup> )
d u層	$0.010 + \sigma' \cdot \tan 38.9^\circ$	$0.001 + \sigma' \cdot \tan 35.9^\circ$	$\sigma' \cdot \tan 37.5^\circ$	$\sigma' \cdot \tan 35.0^\circ$



第5図 (1) 三軸圧縮試験の破壊応力円  
(d u層, CD条件, ピーク強度)



第 5 図 (2) 三軸圧縮試験の破壊応力円  
( d u 層 , C D 条件 , 残留強度 )

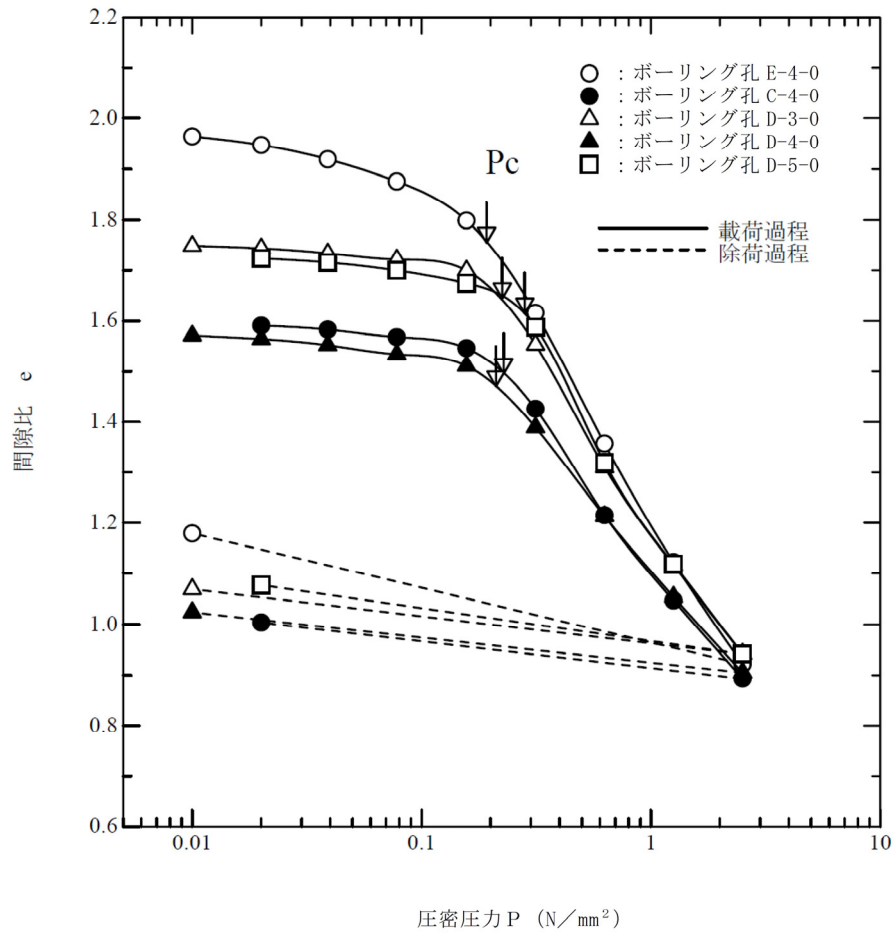
### (3) 圧密試験結果

本施設位置付近のボーリング孔で採取したA c層の供試体の圧密試験の結果を第6表及び第6図に示す。

間隙比－圧密圧力曲線から三笠の方法により求めた圧密降伏応力  $P_c$  は  $0.192 \text{ N/mm}^2 \sim 0.282 \text{ N/mm}^2$  であり、透水係数  $k$  は  $2.80 \times 10^{-7} \text{ cm/s} \sim 7.16 \times 10^{-7} \text{ cm/s}$  である。

第6表 圧密試験結果 (A c層)

孔番	圧密降伏応力 $P_c$ $\text{N/mm}^2$	圧密係数 $C_v$ $\text{cm}^2/\text{min}$	透水係数 $k$ $\times 10^{-7} \text{ cm/s}$
E-4-0	0.192	0.469	2.80
C-4-0	0.228	2.02	4.55
D-3-0	0.225	2.63	4.61
D-4-0	0.211	2.06	7.16
D-5-0	0.282	2.15	5.94



第 6 図 圧密試験による間隙比－圧密圧力曲線（A c 層）



#### 5. 2. 4 原位置試験結果

本施設位置のボーリング孔（D-4-0孔）で実施した標準貫入試験により得られた第四系のN値を第7表に示す。

第7表 標準貫入試験結果

D-4-0			
中心深度 GL. (m)	中心深度 T.P. (m)	土質	N 値
-2.30	5.99	F L	17
-3.30	4.99	F L	31
-4.30	3.99	F L	23
-5.30	2.99	d u	12
-6.30	1.99	d u	12
-7.30	0.99	d u	38
-8.30	-0.01	d u	46
-9.30	-1.01	A g 2	42
-10.30	-2.01	A g 2	19
-11.30	-3.01	A g 2	22
-12.30	-4.01	A g 2	28
-13.33	-5.04	A c	0
-14.33	-6.04	A c	0
-15.33	-7.04	A c	0
-16.30	-8.01	A c	1
-17.30	-9.01	A s	16
-18.30	-10.01	A c	0
-19.33	-11.04	A c	0
-20.33	-12.04	A c	0
-21.33	-13.04	A c	0
-22.33	-14.04	A c	0
-23.40	-15.11	A c	1
-24.30	-16.01	A s	11
-25.30	-17.01	A s	16

### 5. 3 安全機能を有する施設の設置地盤の安定性評価

設置地盤の支持性能を検討するに当たり、本施設の基礎形式は直接基礎であることから、土木構造物の直接基礎の場合に適用される最新の知見として、「道路橋示方書（IV下部構造編）・同解説」（日本道路協会，平成29年）<sup>(2)</sup>（以下「道示IV」という。）及び「建築基準法」に基づく「国土交通省告示第千百十三号（地盤の許容応力度及び基礎ぐいの許容支持力を求めるための方法等を定める件）」（以下「国土交通省告示第千百十三号」という。）を用いた。

#### 5. 3. 1 「道示IV」による方法

基礎底面地盤の支持力の制限値及び基礎底面に作用する合力（接地圧）を第8表に示す。

安全機能を有する施設は、耐震重要度Cクラスを基本とした設計であることから、「道路橋示方書（I共通編）・同解説」（日本道路協会，平成29年）<sup>(3)</sup>における限界状態1（部材等としての荷重を支持する能力が確保されている限界の状態）に対する設計を行った。

設置地盤における基礎底面地盤の支持力の制限値は、「道示IV」の「9.5.2 鉛直荷重に対する支持の限界状態1」により算定した。

安全機能を有する施設を設置する地盤の種類は「粘性土地盤，砂地盤又は砂礫地盤」に該当するため、「道示IV」の式(9.5.4)により基礎底面地盤の支持力の制限値は、西側トレンチが10,382,775kN，東側トレンチが14,287,001kNとなった。

基礎底面に作用する合力（接地圧）については、「道示Ⅳ」の式(9.5.3)により算出し、西側トレンチが838,611kN、東側トレンチが898,269kNとなった。

安全率は、西側トレンチが12.3、東側トレンチが15.9となった。

以上より、支持地盤は本施設の荷重に対して十分な支持力を有していると評価した。

### 5. 3. 2 「国土交通省告示第千百十三号」による方法

支持地盤の許容応力度（長期）及び地盤反力度（接地圧）を第9表に示す。

支持地盤の許容応力度（長期）については、「国土交通省告示第千百十三号」に基づき長期に生ずる力に対する地盤の許容応力度を算出し、西側トレンチが6,319kN/m<sup>2</sup>、東側トレンチが7,270kN/m<sup>2</sup>となった。

地盤反力度（接地圧）は「道示Ⅳ」に基づき算出し、西側トレンチが218kN/m<sup>2</sup>、東側トレンチが182kN/m<sup>2</sup>となった。

安全率は、西側トレンチが28.9、東側トレンチが39.9となった。

以上より、支持地盤は本施設の荷重に対して十分な支持力を有していると評価した。

検討結果の詳細は「根拠資料1 1 地盤の支持性能の判定に関する根拠資料」に示す。

第 8 表 地盤の支持力の評価（「道示Ⅳ」による方法）

項目		西側トレンチ	東側トレンチ
収納廃棄物	—	ボックスパレット (金属廃棄物)	コンクリート ブロック
合力（接地圧）	$F_r$ (kN)	838,611	898,269
基礎底面地盤の支持力の制限値	$Q_{y d}$ (kN)	10,382,775	14,287,001
安全率	$Q_{y d}/F_r$	12.3	15.9

第 9 表 地盤の支持力の評価

（「国土交通省告示第千百十三号」による方法）

項目		西側トレンチ	東側トレンチ
収納廃棄物	—	ボックスパレット (金属廃棄物)	コンクリート ブロック
地盤反力度（接地圧）	$q_{m a x}$ (kN/m <sup>2</sup> )	218	182
支持地盤の許容応力度（長期）	$q_a$ (kN/m <sup>2</sup> )	6,319	7,270
安全率	$q_a/q_{m a x}$	28.9	39.9

#### 5. 4 安全機能を有する施設の設置地盤の変形に対する評価

地盤の変形は、地震発生に伴う地殻変動によって生じる設置地盤の傾斜及び撓みによる影響がないこと、地震発生に伴う建物・構造物間の不等沈下による影響がないこと及び地震発生に伴う液状化及び揺すり込み沈下等による周辺地盤の変状の影響がないことを確認する。

廃棄物埋設地の設置地盤において、地震発生に伴う地殻変動によって生じる傾斜及び撓みの影響を確認するため、空中写真判読及び地質調査を実施した。

その結果、敷地周辺の活断層及び日本海溝沿いのプレート境界は、敷地からの距離が十分に離れている。そのため、それら活断層等の断層変位に伴う設置地盤の変形は、廃棄物埋設地の安全性に問題となるものではない。

また、敷地の基礎岩盤である久米層には複数の鍵層がおおむね水平に分布し、お互いを補完しながら側方に広がって連続していることから、久米層は敷地全体にわたって水平性を有していると判断される。その他の評価結果も踏まえ、敷地全体の久米層には断層を示唆する系統的な不連続や累積的な変位・変形は認められないことから、敷地には将来活動する可能性のある断層等の露頭は認められないことを確認した。

以上のことから、廃棄物埋設地の設置地盤において、地盤の傾斜及び撓みは生じないと評価した。

不等沈下については、本施設の近隣には不等沈下の検討の対象となるような施設が存在しないこと、また、本施設内において不等沈下により安全機能を有する施設に影響を及ぼす設備

等がないことから、地震発生に伴う建物・構築物間の不等沈下の影響はない。

液状化については、本施設の地盤には、第4図（地質鉛直断面図）に示すとおり地下水位以下に砂丘砂層（d u層）、砂礫層（A g 2層及びA g 1層）、砂層（A s層）が分布することから、これらの地層を液状化検討対象層として沈下量の検討を行った。

施設位置のD-4-0孔のN値（最小値）を用いて「道路橋示方書（V耐震設計編）・同解説」（日本道路協会，平成29年）<sup>(4)</sup>に基づき液状化判定を行った結果、対象層のFL値は1.0以上であることから、液状化は発生しない結果となった。液状化判定の判定結果については「根拠資料1-2 液状化判定に関する根拠資料」に示す。

しかしながら、施設位置で実施したボーリング調査の数量が少ないことから、地盤のばらつきを考慮した検討として施設近傍におけるPS検層結果及び液状化試験結果の $-1\sigma$ を用いた沈下量の検討を実施した。

変形図及び沈下量分布図を第7図に示す。

沈下量の検討の結果、過剰間隙水圧が95%を上回る地層は認められず、廃棄物埋設地下端の沈下量は西側トレンチで最大0.340m、東側トレンチで最大0.283mであった。なお、両者とも廃棄物埋設地下端及び低透水性土層下端の沈下量は平面的に緩やかに変化している。液状化検討を踏まえた沈下量の算出結果については「根拠資料1-3 液状化検討を踏まえた沈下量の算定に関する根拠資料」に示す。

揺すり込み沈下については，本施設底面の地盤高 T.P. + 4.00m 以深から地下水位 T.P. + 2.00m 以浅の d u 層(層厚 2.00m) を検討対象とし，対象層の層厚に 1% (新潟県中越沖地震時における東京電力柏崎刈羽原子力発電所の沈下実績を考慮した値) を乗じて算定して求めた。

その結果，揺すり込み沈下による沈下量は 0.020m であった。

圧密沈下については，「道示 IV」に基づき本施設の自重及び操業時の荷重による粘土層(A c 層)への有効上載圧を算定し，室内試験の結果から求めた粘土層の圧密降伏応力との比較を行った結果，有効上載圧が圧密降伏応力を上回ったことから，「道路橋示方書(IV 下部構造編)・同解説」(日本道路協会，平成 14 年)<sup>(5)</sup>に基づき圧密沈下量を算定した。

その結果，圧密沈下量は，西側トレンチが 0.121m，東側トレンチが 0.066m となった。

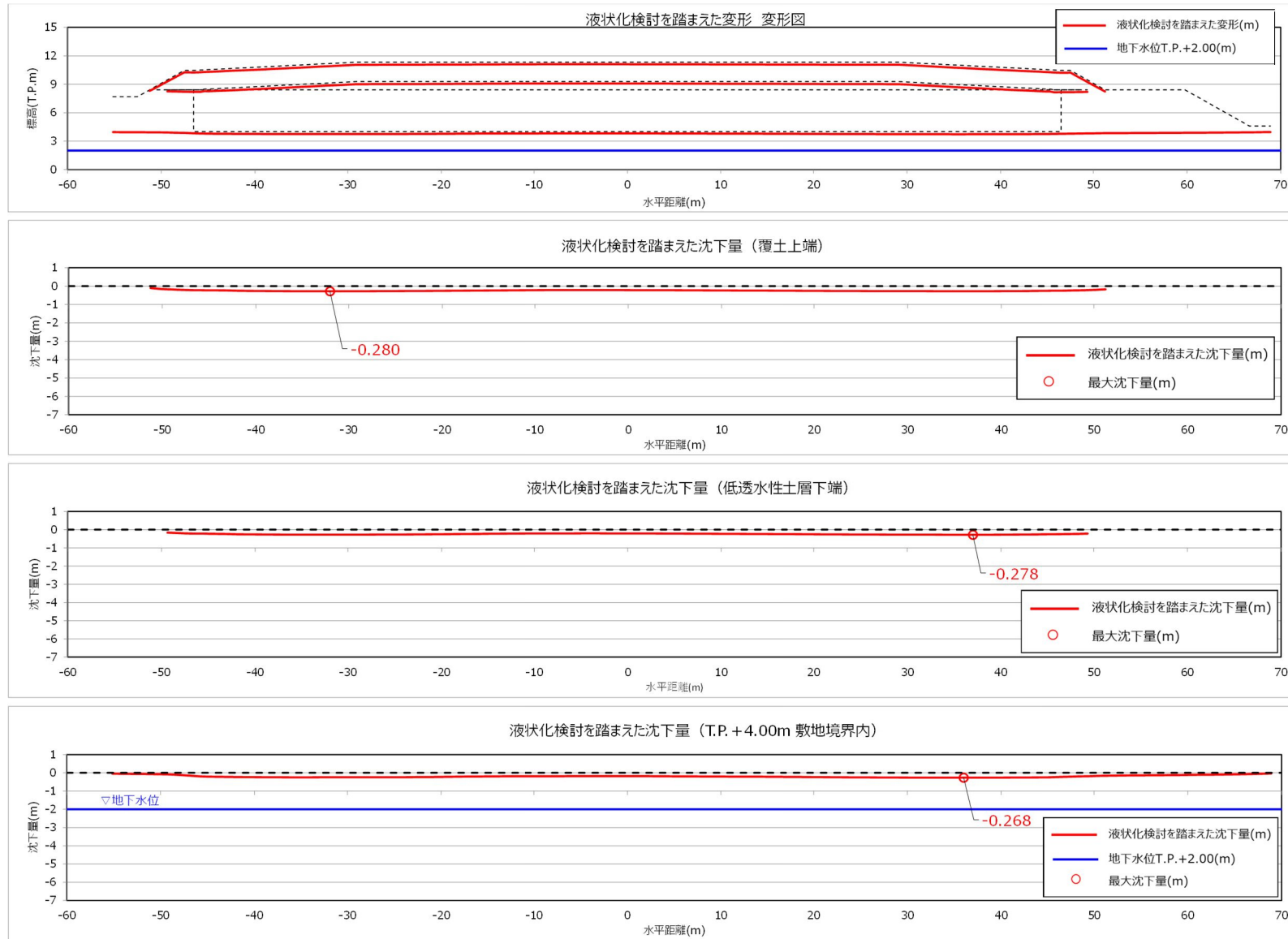
圧密沈下の算出方法については「根拠資料 1 4 圧密沈下に関する根拠資料」に示す。

地盤のばらつきを考慮した液状化検討を踏まえた沈下及び揺すり込み沈下並びに圧密沈下による合計沈下量は，西側トレンチで最大 0.481m，東側トレンチで最大 0.369m であり，平面的な沈下量の変化は緩やかであることから，最終覆土(低透水性土層)の透水性に影響を与えるような変形が生じることはないこと，また，沈下が生じた場合においても廃棄体の底面は地下水位以下とはならないことを確認した。

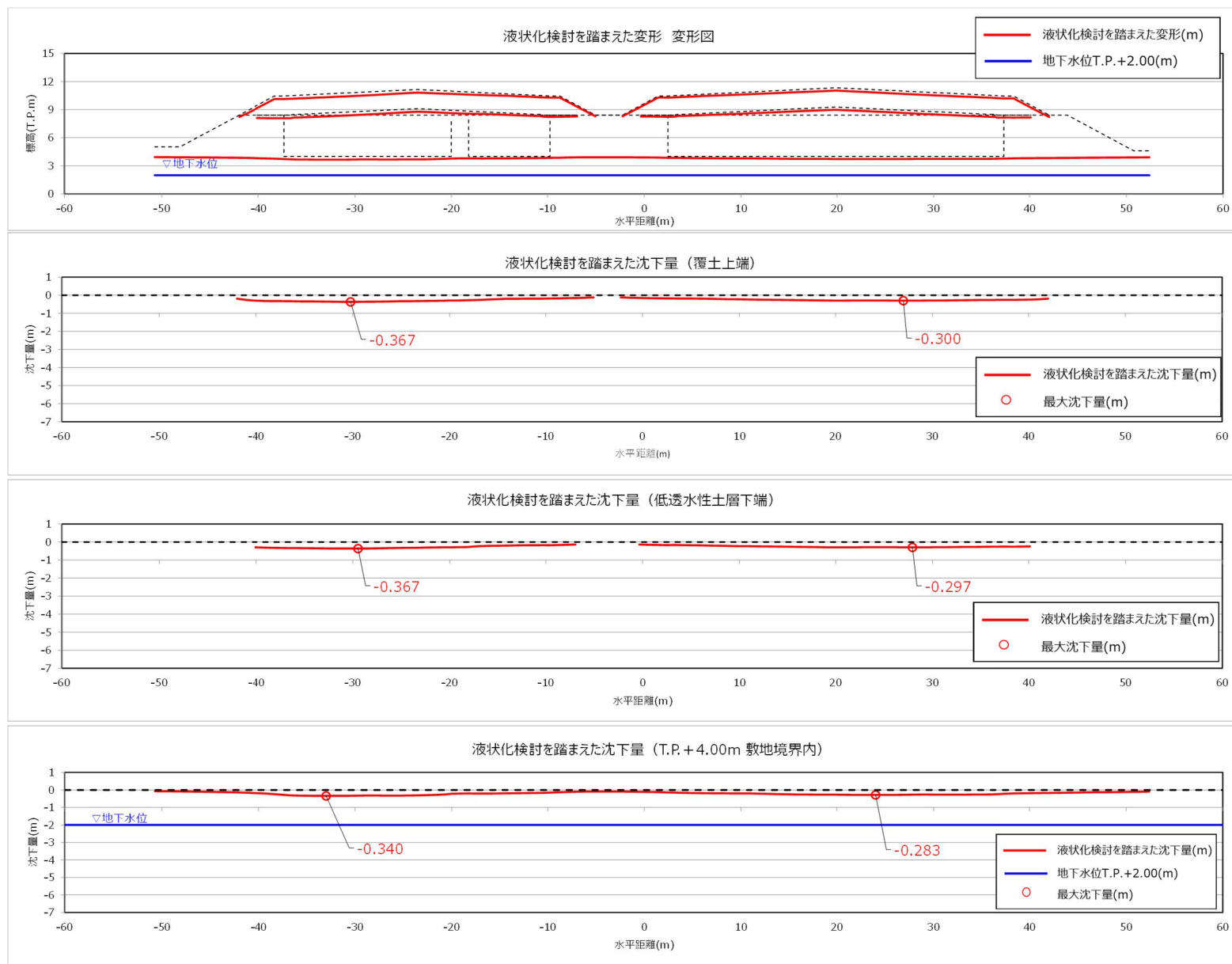
以上より，地盤の変形に対して安全機能が損なわれるおそれはないと評価した。

なお，仮に廃棄物埋設地の設置地盤で液状化が発生した場合については，第4図（地質鉛直断面図）に示すとおり設置地盤に分布する砂層や砂礫層はほぼ水平成層に分布しており，液状化に伴う沈下も水平方向にほぼ一様に生じると考えられることから，最終覆土（低透水性土層）の透水性に影響を与えるような変形が生じることはないと考えられる。





第 7 図 (1) 変形図及び沈下量分布図 (NS 断面)



第 7 図 (2) 変形図及び沈下量分布図 (E W断面)

## 5. 5 安全機能を有する施設の設置地盤の変位による影響評価

設置地盤の変位による影響評価に当たり、廃棄物埋設地の設置地盤は、震源として考慮する活断層のほか、地震活動に伴って永久変位が生じる断層に加え、設置地盤まで変位及び変形が及ぶ地すべり面がないことを確認した。

地質調査等の結果、敷地の基礎岩盤である久米層には複数の鍵層がおおむね水平に分布し、お互いを補完しながら側方に広がって連続していることから、久米層は敷地全体にわたって水平性を有していると判断される。その他の評価結果も踏まえ、敷地全体の久米層には断層を示唆する系統的な不連続や累積的な変位・変形は認められないことから、敷地には将来活動する可能性のある断層等の露頭は認められないことを確認した。

敷地及び敷地近傍の地すべりの影響を検討した結果、文献調査及び空中写真判読により、敷地及び敷地近傍には、地すべり地形、地すべりのおそれがある急斜面及び陥没の発生した形跡がある地形は判読されない。また、将来活動する可能性のある断層等の露頭も確認されない。さらに、敷地での地質調査結果から、地すべり面や地層の乱れは確認されないことから、施設の支持地盤まで及ぶ地すべりはないと評価した。

以上より、廃棄物埋設地の設置地盤は、変位が生ずるおそれはない。

## 6 参考文献

- (1) 国立研究開発法人 防災科学技術研究所：J-SHIS Map, J-SHIS 地震ハザードステーション, <https://www.j-shis.bosai.go.jp/map/>
- (2) 公益社団法人 日本道路協会（平成 29 年）：道路橋示方書（IV 下部構造編）・同解説
- (3) 公益社団法人 日本道路協会（平成 29 年）：道路橋示方書（I 共通編）・同解説
- (4) 公益社団法人 日本道路協会（平成 29 年）：道路橋示方書（V 耐震設計編）・同解説
- (5) 公益社団法人 日本道路協会（平成 14 年）：道路橋示方書（IV 下部構造編）・同解説

以上

## 地盤の評価について

## 目 次

1	はじめに.....	1
2	第二種埋設許可基準規則に対する評価の方針 .....	1
2. 1	第三条第 1 項 .....	1
2. 1. 1	要求事項 .....	1
2. 1. 2	評価方針 .....	1
2. 1. 3	評価の考え方 .....	2
2. 2	第三条第 2 項 .....	3
2. 2. 1	要求事項 .....	3
2. 2. 2	評価方針 .....	3
2. 2. 3	評価の考え方 .....	4
2. 3	第三条第 3 項 .....	4
2. 3. 1	要求事項 .....	4
2. 3. 2	評価方針 .....	4
2. 3. 3	評価の考え方 .....	5
3	敷地の地形.....	6
4	安全機能を有する施設設置位置付近の地質・地質構造及び地盤 ..	8
4. 1	調査内容.....	8
4. 1. 1	空中写真判読及び地表地質調査 .....	8
4. 1. 2	地質調査 .....	8
4. 2	調査結果.....	11
4. 2. 1	空中写真判読及び地表地質調査 .....	11
4. 2. 2	廃棄物埋設施設設置位置付近の地質・地質構造 .....	14
4. 2. 3	室内試験結果 .....	27

4. 2. 4	原位置試験結果	31
5	安全機能を有する施設の設置地盤の安定性評価	32
5. 1	「道示Ⅳ」による方法	32
5. 1. 1	基礎底面地盤の支持力の制限値	32
5. 1. 2	基礎底面に作用する合力（接地圧）	33
5. 1. 3	地盤の支持力の評価	33
5. 2	「国土交通省告示第千百十三号」による方法	34
5. 2. 1	支持地盤の許容応力度（長期）	34
5. 2. 2	地盤反力度（接地圧）	34
5. 2. 3	地盤の支持力の評価	34
6	廃棄物埋施設周辺地盤の変形による影響評価	35
6. 1	地盤の傾斜及び撓みの評価	35
6. 2	不等沈下，液状化及び揺すり込み沈下	36
7	廃棄物埋施設周辺地盤の変位による影響評価	41
7. 1	断層及び地すべりの評価	41
7. 1. 1	断層	41
7. 1. 2	地すべり	41
8	参考文献	42

## 1 はじめに

「第二種廃棄物埋設施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則」（以下「第二種埋設許可基準規則」という。）第三条及び「第二種廃棄物埋設施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈」（以下「第二種埋設許可基準解釈」という。）第3条（安全機能を有する施設の地盤）への適合性について説明する。

## 2 第二種埋設許可基準規則に対する評価の方針

### 2. 1 第三条第1項

#### 2. 1. 1 要求事項

安全機能を有する施設（中深度処分に係る廃棄物埋設地を除く。）は、次条第二項の規定により算定する地震力が作用した場合においても当該安全機能を有する施設を十分に支持することができる地盤に設けなければならない。

#### 2. 1. 2 評価方針

第二種埋設許可基準解釈第3条第1項に基づき、廃棄物埋設地の設置地盤は、廃棄物埋設地の自重及び操業時の荷重に加え、第二種埋設許可基準解釈第4条第2項の分類に応じて算定する地震力が作用した場合においても、接地圧に対する十分な支持性能を有することを確認する。

地震力については、耐震重要度分類Cクラスの施設に求められる地震力が作用した場合を考慮する。



## 2. 1. 3 評価の考え方

安全機能を有する施設は、耐震重要度分類Cクラスを基本とした設計であることから、安全機能を有する施設の設置地盤の支持性能がおおむね弾性範囲に留まることを確認する。廃棄物埋設施設（以下「本施設」という。）の基礎形式は直接基礎であることから、地盤の支持性能を検討するに当たり、土木構造物の直接基礎の場合に適用される最新の知見として、「道路橋示方書(IV下部構造編)・同解説」(日本道路協会,平成29年)<sup>(1)</sup>(以下「道示IV」という。)及び「建築基準法」に基づく「国土交通省告示第千百十三号(地盤の許容応力度及び基礎ぐいの許容支持力を求めるための方法等を定める件)」(以下「国土交通省告示第千百十三号」という。)を用いた。

廃棄物埋設地の設置地盤の支持性能の評価については、「道示IV」の「9.5.2 鉛直荷重に対する支持の限界状態1」に基づき、基礎底面に作用する合力(接地圧)が基礎底面地盤の支持力の制限値を超えないことを確認する。

また、「国土交通省告示第千百十三号」に基づき、地盤反力度(接地圧)が支持地盤の許容応力度(長期)を超えないことを確認する。

### (1) 「道示IV」による方法

#### a. 基礎底面地盤の支持力の制限値

「道示IV」の「9.5.2 鉛直荷重に対する支持の限界状態1」に基づき、支持力の制限値を算出する。

b. 基礎底面に作用する合力（接地圧）

「道示Ⅳ」の「9.5.2 鉛直荷重に対する支持の限界状態 1」に基づき、基礎底面に作用する合力（接地圧）を算出する。

(2) 「国土交通省告示第千百十三号」による方法

a. 支持地盤の許容応力度（長期）

「国土交通省告示第千百十三号」のうち、第2項を用いて、許容応力度を算出するものとする。

b. 地盤反力度（接地圧）

地盤反力度（接地圧）は「道示Ⅳ」に基づき算出する。

2. 2 第三条第2項

2. 2. 1 要求事項

ピット処分又はトレンチ処分に係る廃棄物埋設地（安全機能を有する施設に限る。）は、変形した場合においてもその安全機能が損なわれるおそれがない地盤に設けなければならない。

2. 2. 2 評価方針

第二種埋設許可基準解釈第3条第2項に基づき、廃棄物埋設地の設置地盤は、地震発生に伴う地殻変動によって生じる設置地盤の傾斜及び撓みによる影響がないこと、地震発生に伴う建物・構造物間の不等沈下による影響がないこと、地震発生に伴う液状化及び揺すり込み沈下による周辺地盤の変状の影響がないことを確認する。

## 2. 2. 3 評価の考え方

### (1) 設置地盤の傾斜及び撓み

廃棄物埋設地の設置地盤において、地震発生に伴う地殻変動によって生じる傾斜及び撓みについて評価を行う。

### (2) 不等沈下、液状化及び揺すり込み沈下

廃棄物埋設地の設置地盤において、不等沈下、液状化及び揺すり込み沈下について評価を行う。

なお、廃棄物埋設地の設置地盤には粘土層（Ac層）が分布することから、本層の圧密沈下についても評価を行う。

## 2. 3 第三条第3項

### 2. 3. 1 要求事項

ピット処分又はトレンチ処分に係る廃棄物埋設地（安全機能を有する施設に限る。）は、変位が生ずるおそれがない地盤に設けなければならない。

### 2. 3. 2 評価方針

第二種埋設許可基準解釈第3条第3項に基づき、廃棄物埋設地の設置地盤は、震源として考慮する活断層のほか、地震活動に伴って永久変位が生じる断層に加え、設置地盤まで変位及び変形が及ぶ地すべり面がないことを確認する。

## 2. 3. 3 評価の考え方

### (1) 断層

文献調査，変動地形学的調査，地球物理学的調査及び地質調査により，廃棄物埋設地には将来活動する可能性のある断層等が無いことを確認する。

### (2) 地すべり

文献調査及び変動地形学的調査により，廃棄物埋設地の設置地盤まで変位及び変形が及ぶ地すべりがないことを確認する。

### 3 敷地の地形

敷地及びその近傍の地形図を第1図に示す。

敷地は、久慈川河口の南側で那珂台地東端の太平洋に面しており、海岸砂丘に覆われている。

敷地近傍陸域の地形は、台地、低地及び海岸砂丘からなる。

台地は、敷地西方の那珂台地及び敷地北方の常磐海岸台地からなる。台地は、標高約20m～約50mで、東側に徐々に高度を減じている。

低地は、北部の久慈川沿いや中央部の新川に沿ってまとまって分布する。

海岸砂丘は、敷地を含む海岸部に分布している。

敷地近傍海域の地形は、所々に緩い起伏が認められるが、全体的には水深30m未満で、海岸線と平行に沖合に向かって緩やかな傾斜を示している。

敷地の大部分は、標高約8mでほぼ平坦な面を呈している。



第1図 敷地及びその近傍の地形図

## 4 安全機能を有する施設設置位置付近の地質・地質構造及び地盤

### 4.1 調査内容

#### 4.1.1 空中写真判読及び地表地質調査

敷地付近の地質分布，断層活動に伴う変動地形，地すべり地形，地すべりのおそれがある急斜面及び陥没の発生した形跡を確認するため，空中写真判読及び地表地質調査を実施し，その結果に基づいて地形面区分図，リニアメント・変動地形の分布図等を作成した。

#### 4.1.2 地質調査

##### (1) ボーリング調査

本施設設置位置付近の地質・地質構造を把握するための試料を得るとともに，室内試験の供試体の採取及びボーリング孔を利用しての原位置試験を実施するためにボーリング調査を実施した。

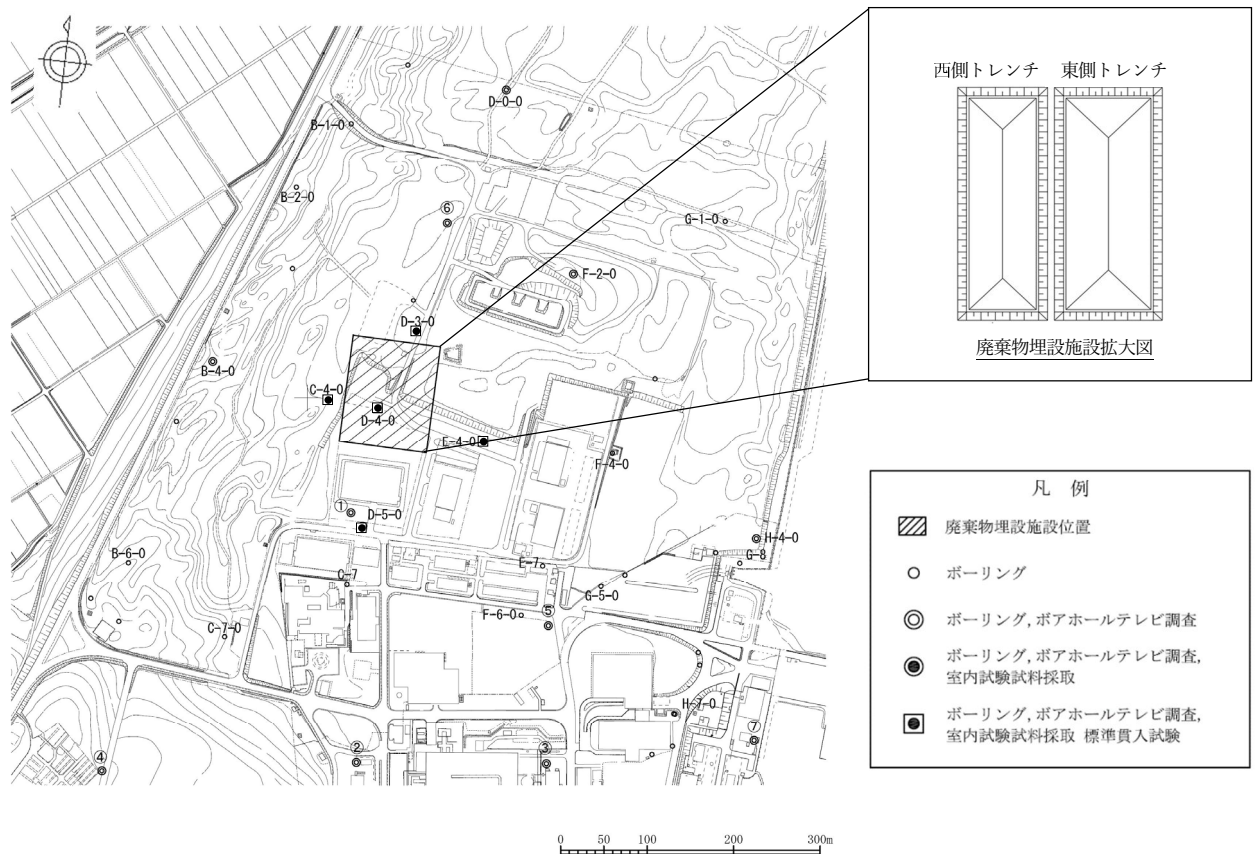
ボーリング調査は，第2図に示す鉛直ボーリング35孔，総延長約3,500mを実施した。掘削深度は約20m～約410mである。

掘削孔径は66mm～116mmで，ロータリー型ボーリング・マシンを使用しオールコア・ボーリングで実施した。

採取したボーリングコアについて地層の分布，岩質等の詳細な観察を行い，地質柱状図等を作成した。

また，鉛直ボーリング35孔のうち，9孔については，ボアホールテレビによる調査を実施し，久米層の走向，傾斜等を観察した。

なお、東海第二発電所の新規制基準適合性審査において用いたボーリング（鉛直ボーリング7孔、総延長約2,200m）を本評価に追加した。



第2図 廃棄物埋設施設設置位置付近の調査位置図

## (2) 室内試験

本施設が設置される地盤の物理的・力学的特性を明らかにし、設計及び施工の基礎資料を得るため、ボーリング孔により、試料を採取して室内試験を実施した。試験は、日本産業規格、地盤工学会基準に準拠して実施した。

試料を採取したボーリング孔位置を第2図に示す。



a . 試験項目

物理的性質を明らかにする試験として、密度、含水比等を測定した。また、力学的性質を明らかにする試験として、三軸圧縮試験、圧密試験等を実施した。

b . 試験方法

(a) 三軸圧縮試験

試験はボーリングコア試料を用いて、直径約 5cm、高さ約 10cm の供試体について、ゴムスリーブ中の供試体を所定の圧力で圧密した後、排水状態で軸荷重を載荷し（CD 条件）、破壊時の軸差応力を求める方法で実施した。

(b) ポアソン比測定

ポアソン比の測定は、CD 条件での三軸圧縮試験時の圧密過程に並行して実施した。

ポアソン比は、圧密過程での軸荷重載荷時の鉛直変位量と供試体の体積変化量を測定する方法で算出した。

(c) 圧密試験

試験は、粘土層（Ac 層）を対象にボーリングコア試料を用いて直径約 6cm、高さ約 2cm の供試体について実施した。

圧密圧力は、 $0.01\text{N/mm}^2$ 、 $0.02\text{N/mm}^2$ 、 $0.04\text{N/mm}^2$ 、 $0.08\text{N/mm}^2$ 、 $0.16\text{N/mm}^2$ 、 $0.31\text{N/mm}^2$ 、 $0.63\text{N/mm}^2$ 、 $1.26\text{N/mm}^2$  及び  $2.51\text{N/mm}^2$ 、の 9 段階から 8～9 段階を選択した。

### (3) 原位置試験

本施設が設置される地盤の第四系の各地層に、硬軟、締まり具合の相対値を把握するため、ボーリング孔を利用して標準貫入試験を実施した。試験は、日本産業規格に準拠し、ハンマを自由落下させ標準貫入試験用サンプルを30cm打ち込むのに要する打撃回数（N値）を測定する方法で実施した。

## 4. 2 調査結果

### 4. 2. 1 空中写真判読及び地表地質調査

敷地近傍陸域の空中写真判読及び地表地質調査による変動地形学的調査に基づいて作成した敷地付近の地形面区分図及びリニアメント・変動地形の判読結果を第3図に示す。

敷地近傍陸域の地形は、台地、低地及び海岸砂丘からなる。

台地を構成する段丘については、空中写真判読等による段丘面の形態、面の保存状態の性状等に基づいて、高位からM1段丘面、M2段丘面及びM3段丘面に区分される。

M1段丘面は、敷地西方の那珂台地に広く分布する。久慈川より北側の常磐海岸台地では海岸沿いに細長く分布し、M1-h段丘面及びM1-1段丘面に細分される。

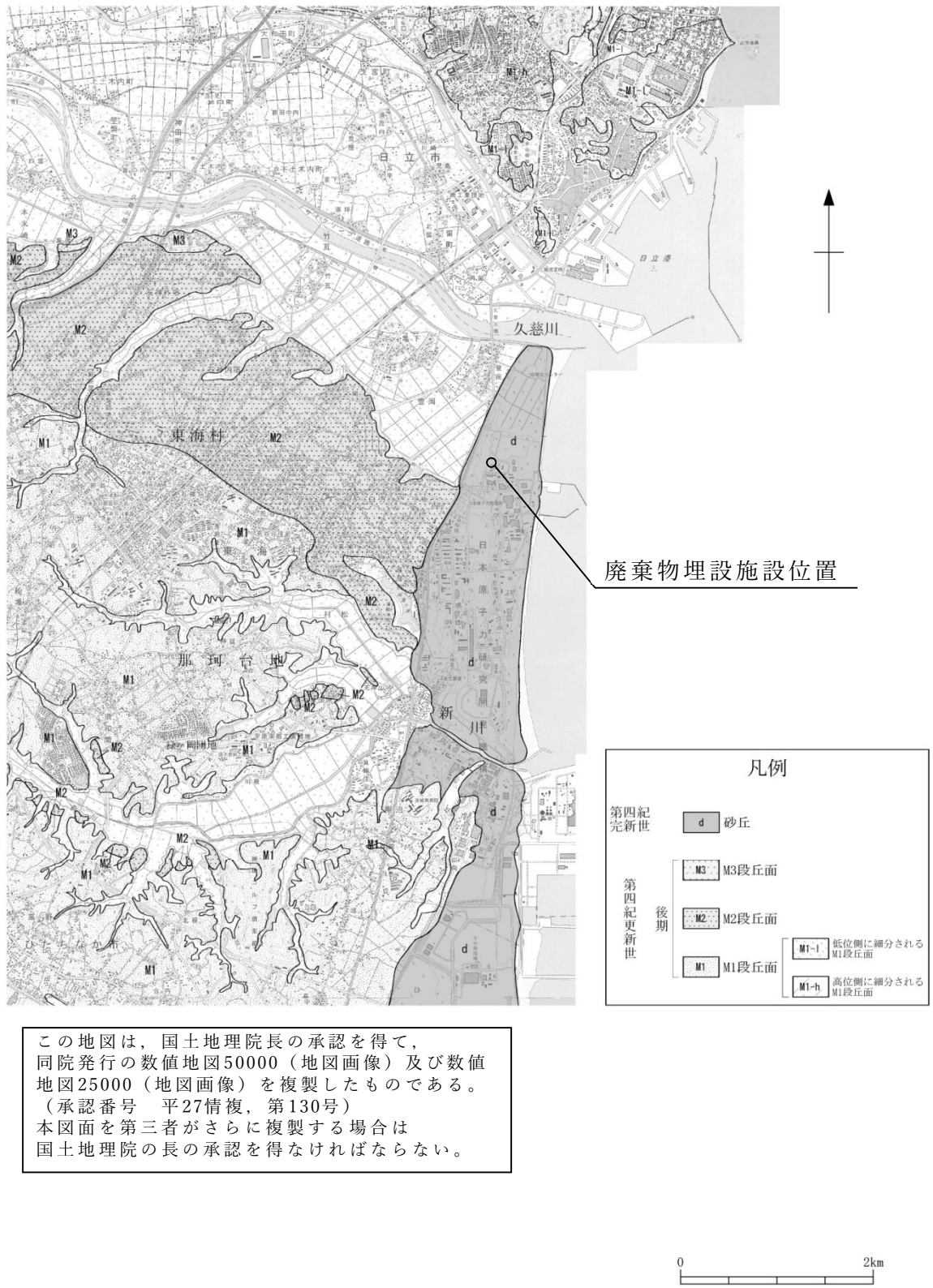
M2段丘面は久慈川の南側に比較的広く分布するほか、新川沿いなどに分布する。

M3段丘面は、河川沿いに局所的に分布する。

敷地の大部分は、標高約8mでほぼ平坦な面を呈している。

変動地形調査の結果、敷地近傍において、M1段丘面及びM2段丘面が広く分布しており、リニアメントは認められない。

なお、敷地に地すべり地形は認められない。



第 3 図 敷地付近の地形面区分図及びリニアメント・変動地形の判読結果

また、防災科学技術研究所による地すべり地形の判読結果を第4図に示す。図より、敷地に地すべり地形は認められない。



※防災科学技術研究所ホームページ J-SHIS Map<sup>(2)</sup> に加筆

第4図 地すべり地形分布図

#### 4. 2. 2 廃棄物埋施設位置付近の地質・地質構造

本施設位置付近の地質水平断面図を第5図に、地質鉛直断面図を第6図に示す。さらに、本施設位置及びその付近でのボーリング調査結果から得られた主要な地質柱状図を第7図に示す。

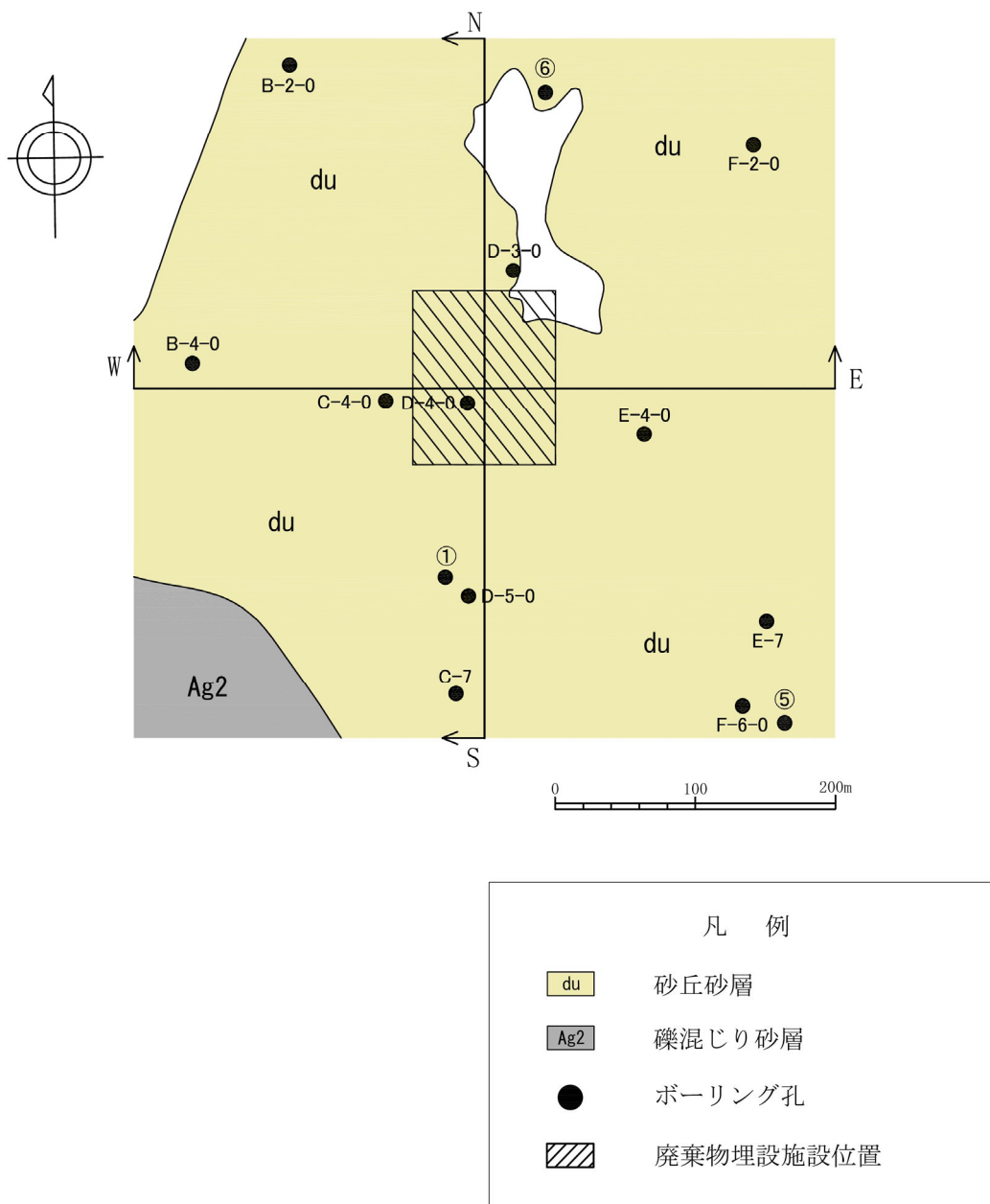
ボーリングコアの採取率はいずれの孔でも100%である。

本施設位置付近の地質は、下位より新第三系鮮新統～第四系下部更新統の久米層並びに第四系完新統の沖積層及び砂丘砂層からなる。久米層は、主として暗オリーブ灰色を呈する塊状の砂質泥岩からなり、流動状の堆積構造あるいは偽礫、異種礫、貝殻片を含む礫岩が認められる。これらは、下位の久米層を浸食して緩く谷状に連続している。

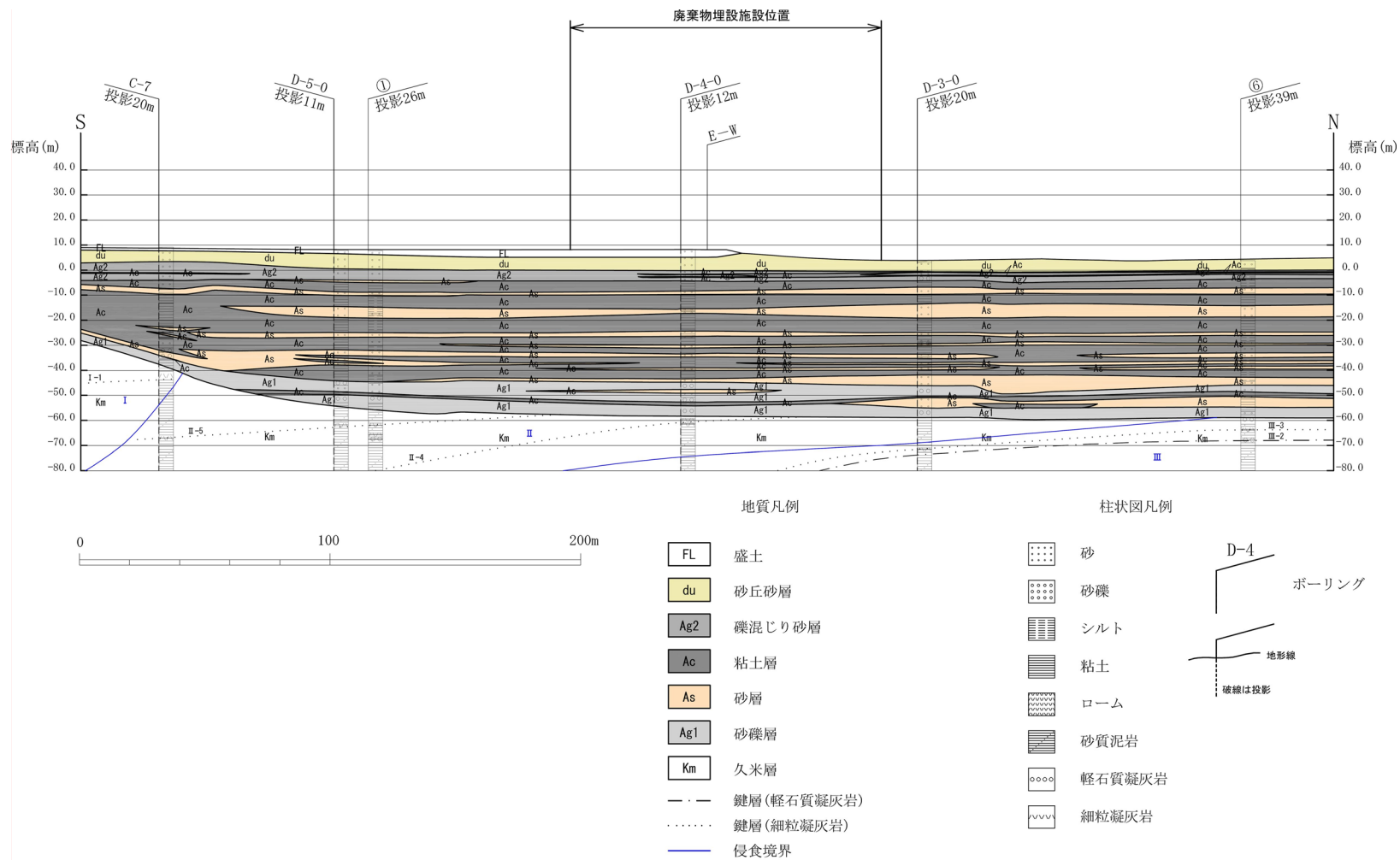
久米層は複数のユニットに区分され、それぞれのユニットには複数の鍵層がおおむね水平に連続している。これらの鍵層の連続性を検討した結果、久米層は敷地全体にわたって水平性を有していると判断される。

第四系については、基底部付近に主として砂礫層（A g 1層）が分布し、その上位には粘土層（A c層）、砂層（A s層）及び礫混り砂層（A g 2層）が互層状を呈して分布している。最上位には、細粒～中粒の均一な砂からなる砂丘砂層（d u層）が分布している。

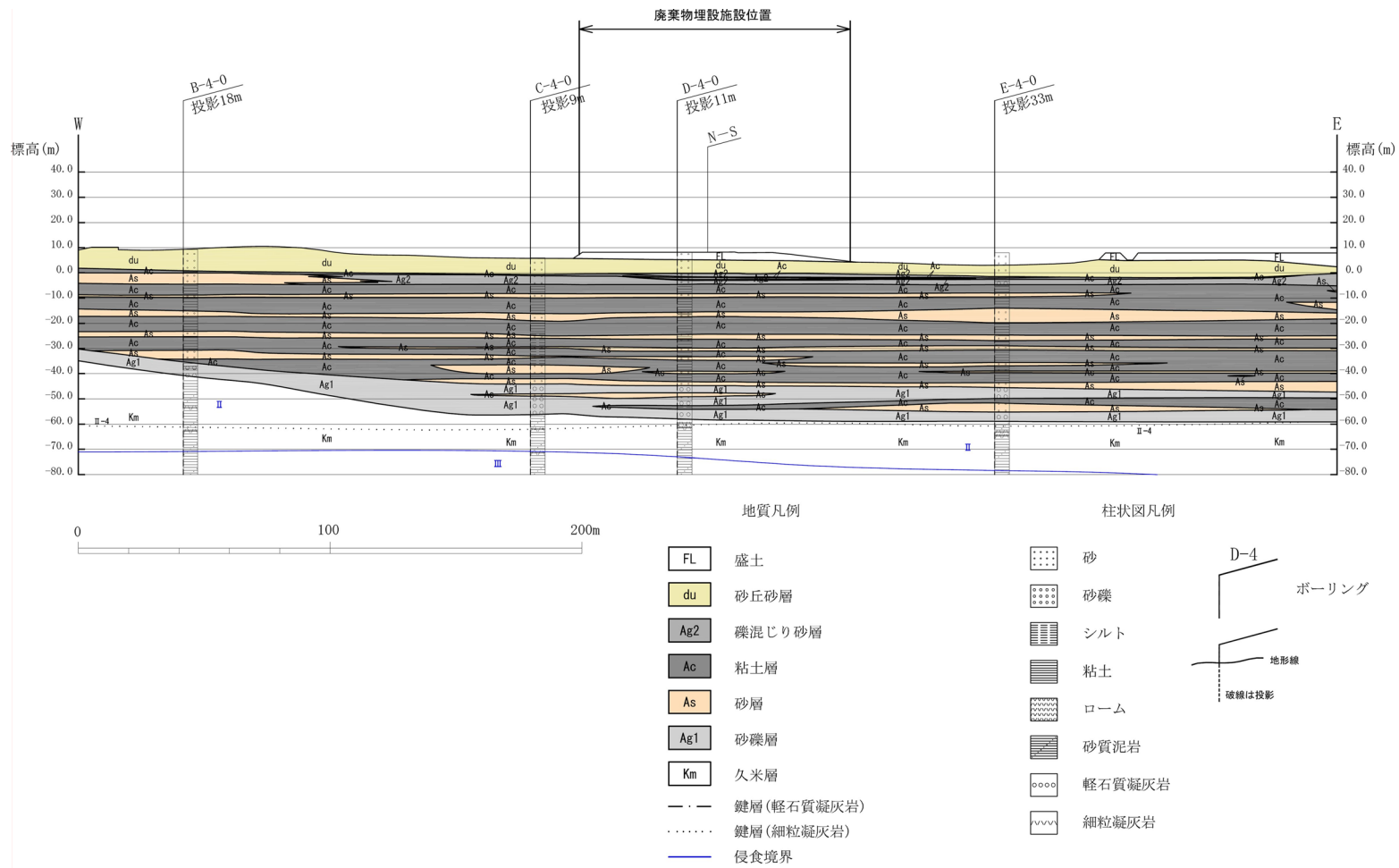
以上のことから、敷地全体の久米層には断層を示唆する系統的な不連続や累積的な変位・変形は認められず、本施設位置付近には「将来活動する可能性のある断層等」は認められない。



第 5 図 地質水平断面図 (T. P. + 4. 0m)

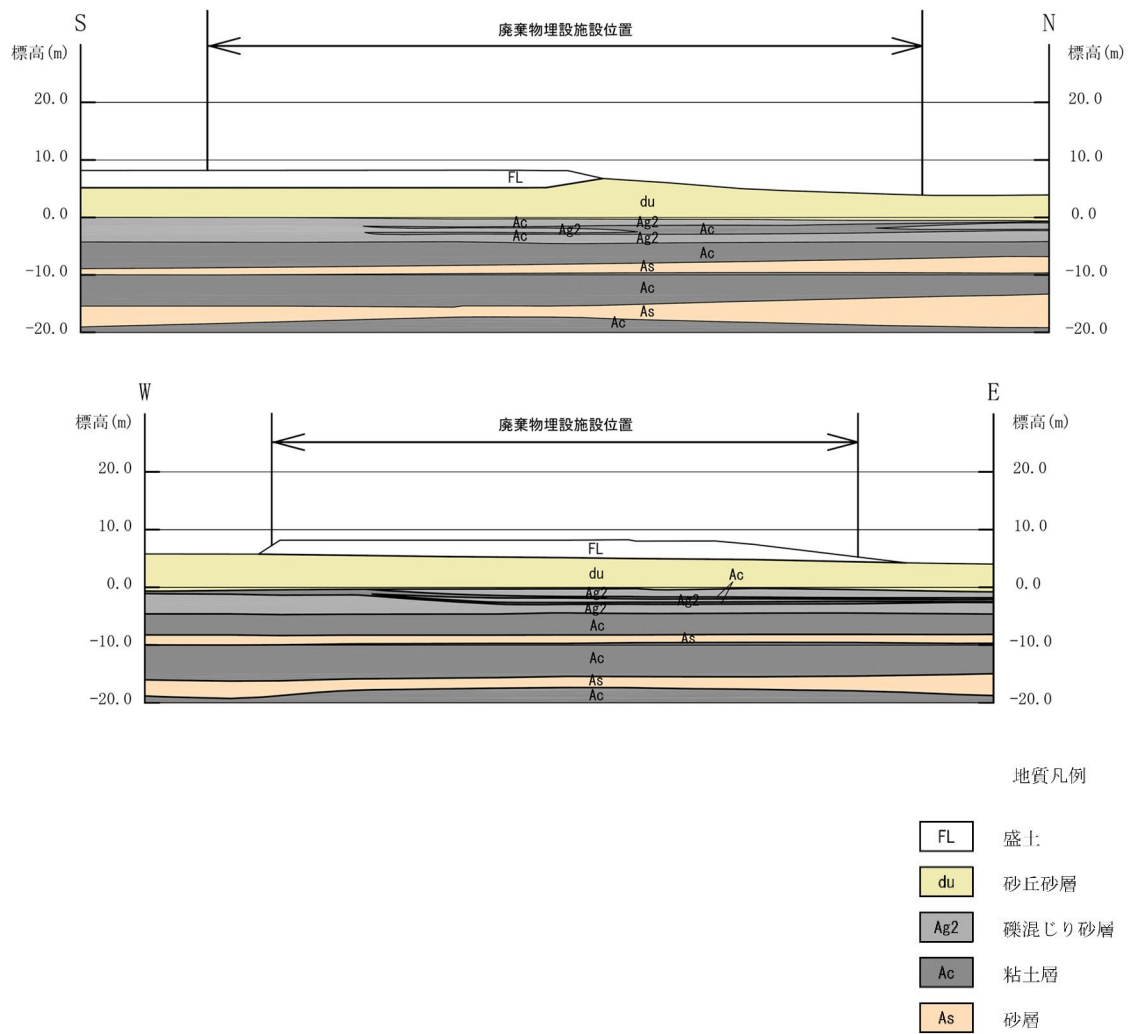


第 6 図 (1) 地質鉛直断面図 (NS 断面)

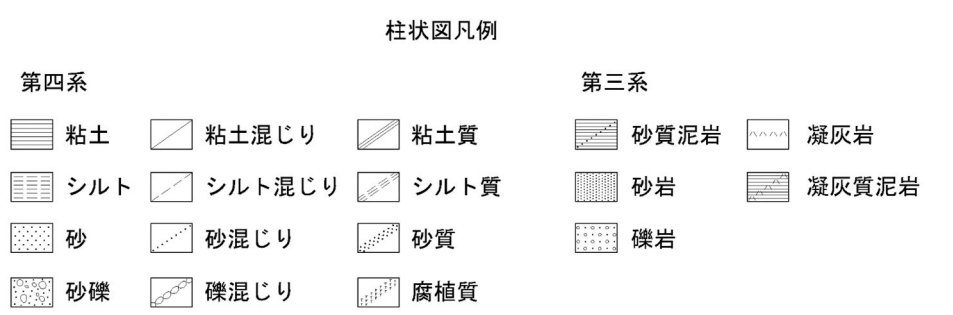
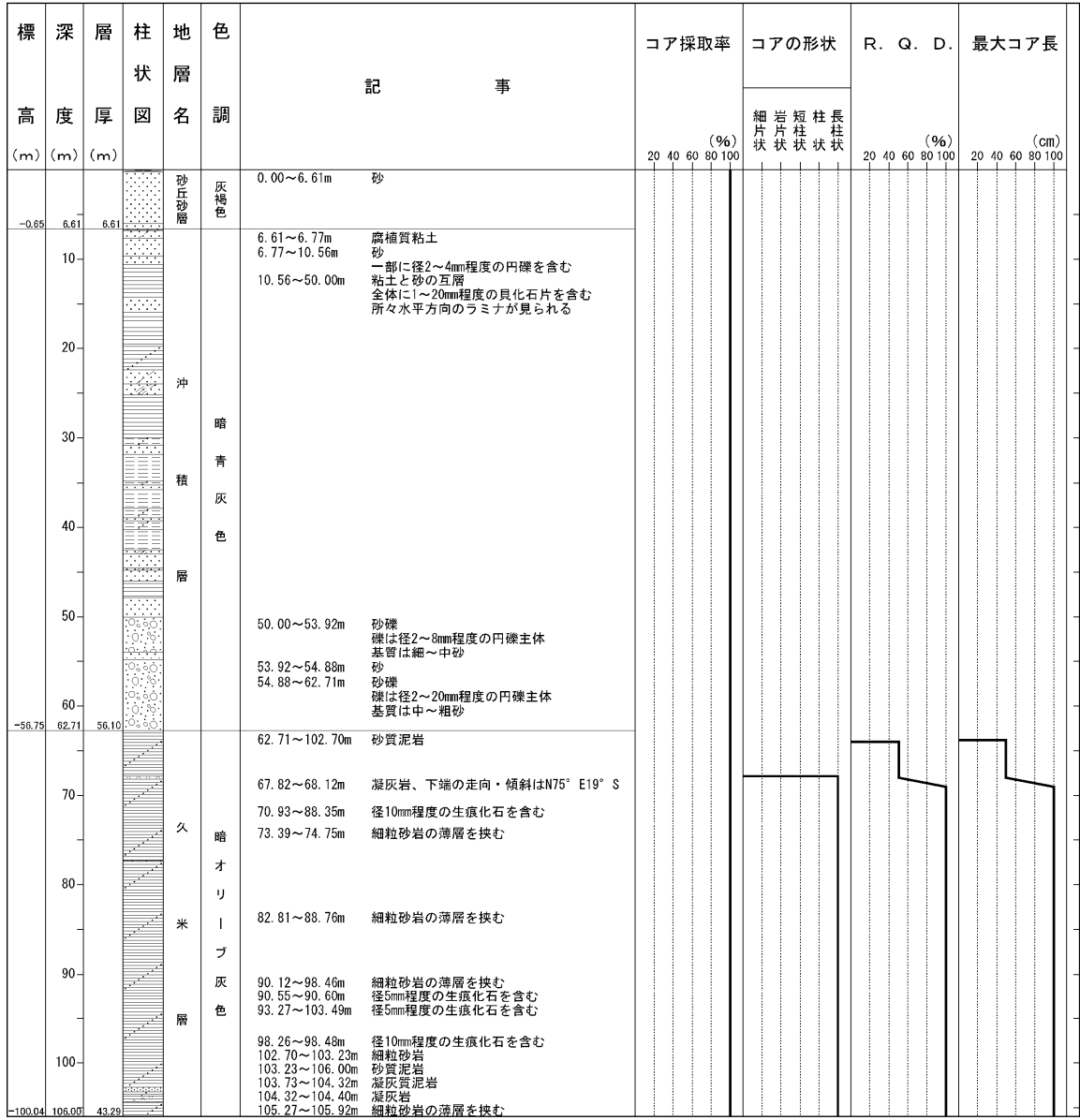


第 6 図 (2) 地質鉛直断面図 (E W 断面)

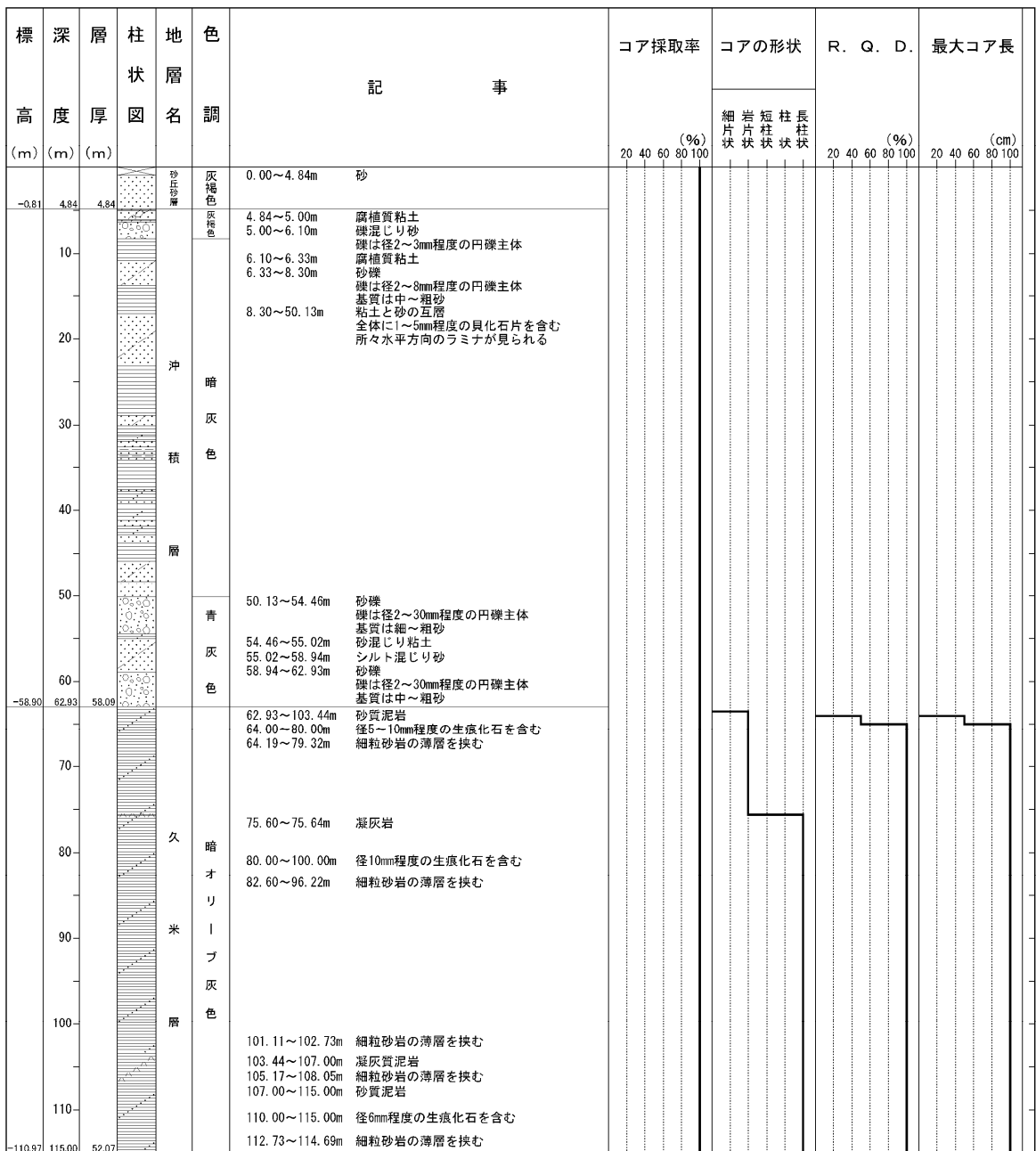




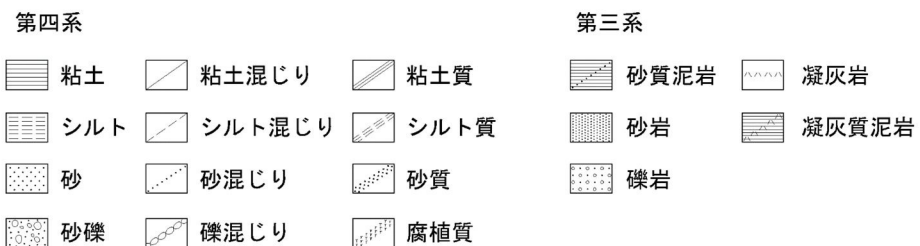
第 6 図 (3) 地質鉛直断面図 (NS, EW 断面 拡大)



第7図(1) 地質柱状図 (C-4-0 孔)



柱状図凡例



第 7 図 (2) 地質柱状図 (D-3-0 孔)

標高 (m)	深度 (m)	層厚 (m)	柱状図	地層名	色調	記事	コア採取率 (%)				コアの形状				R. Q. D. (%)				最大コア長 (cm)				
							細片状	岩片状	短柱状	長柱状	細片状	岩片状	短柱状	長柱状	20	40	60	80	100	20	40	60	80
				砂丘砂層	灰褐色	0.00~8.42m 砂																	
-0.13	8.42	8.42		沖積層	暗灰色	8.42~9.94m 礫混じり砂 礫は径2~3mm程度の円礫主体 腐植質粘土 9.94~10.11m 礫混じり砂 10.11~10.87m 礫混じり砂 礫は径2~5mm程度の円礫主体 10.87~11.17m 腐植質粘土 11.17~12.91m 礫混じり砂 礫は径2~5mm程度の円礫主体 12.91~53.05m 粘土と砂の互層 全体に1~5mm程度の貝化石片を含む 所々水平方向のラミナが見られる																	
				層	暗灰色	53.05~55.93m 砂礫 礫は径2~10mm程度の円礫主体 基質は細~粗砂 55.93~57.45m シルト混じり砂 57.45~59.15m 礫混じり砂 礫は径2~5mm程度の円礫主体 59.15~60.98m 砂礫 礫は径5~40mm程度の円礫主体 基質は細~粗砂 60.98~62.45m 礫混じりシルト 礫は径2mm程度の円礫主体 62.45~66.57m 砂礫 礫は径2~40mm程度の円礫主体 基質は細~粗砂																	
-58.28	66.57	58.15		層	暗灰色	66.57~238.73m 砂質泥岩 径8mm程度の生痕化石を含む 66.82~70.00m 凝灰岩 68.00~68.31m 凝灰岩 68.89~69.91m 細粒砂岩の薄層を挟む 69.70~69.85m 凝灰岩、下端の走向・傾斜はN74° E14° S 75.56~100.87m 細粒砂岩の薄層を挟む 76.28~98.16m 径7mm程度の生痕化石を含む																	
				層	暗灰色	101.63~101.65m 凝灰岩、下端の走向・傾斜はN57° E10° SE 104.12~122.71m 細粒砂岩の薄層を挟む																	
-101.71	110																						

柱状図凡例

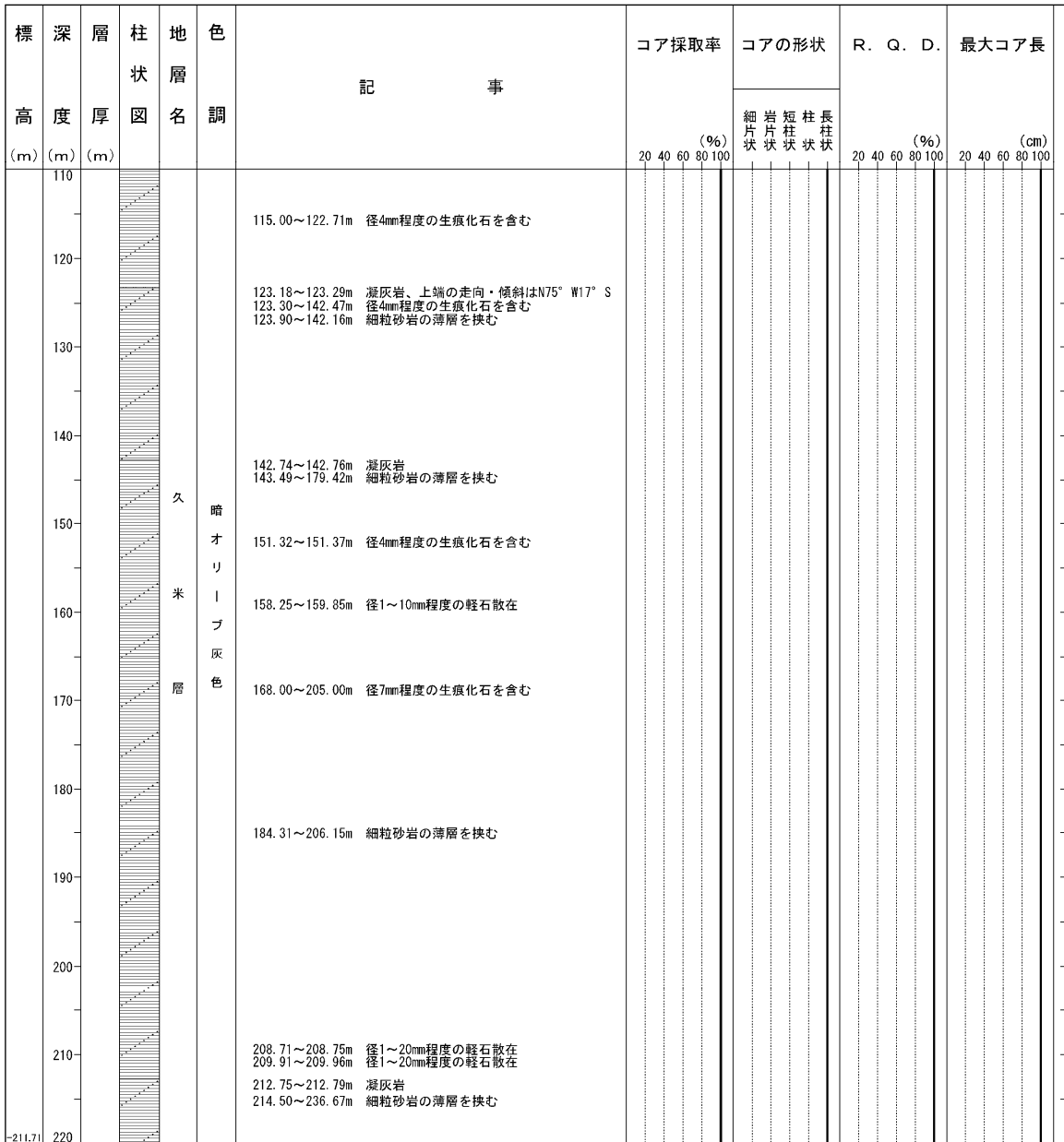
第四系

- 粘土
- 粘土混じり
- 粘土質
- シルト
- シルト混じり
- シルト質
- 砂
- 砂混じり
- 砂質
- 砂礫
- 礫混じり
- 腐植質

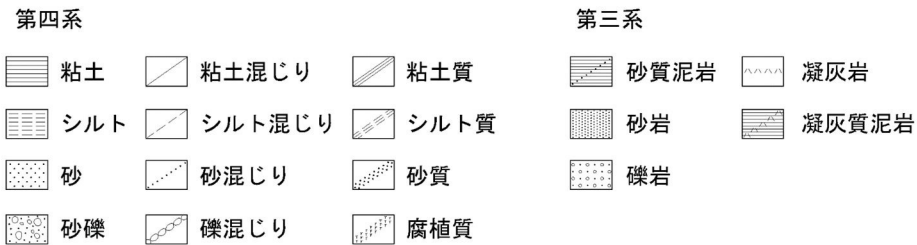
第三系

- 砂質泥岩
- 凝灰岩
- 砂岩
- 凝灰質泥岩
- 礫岩

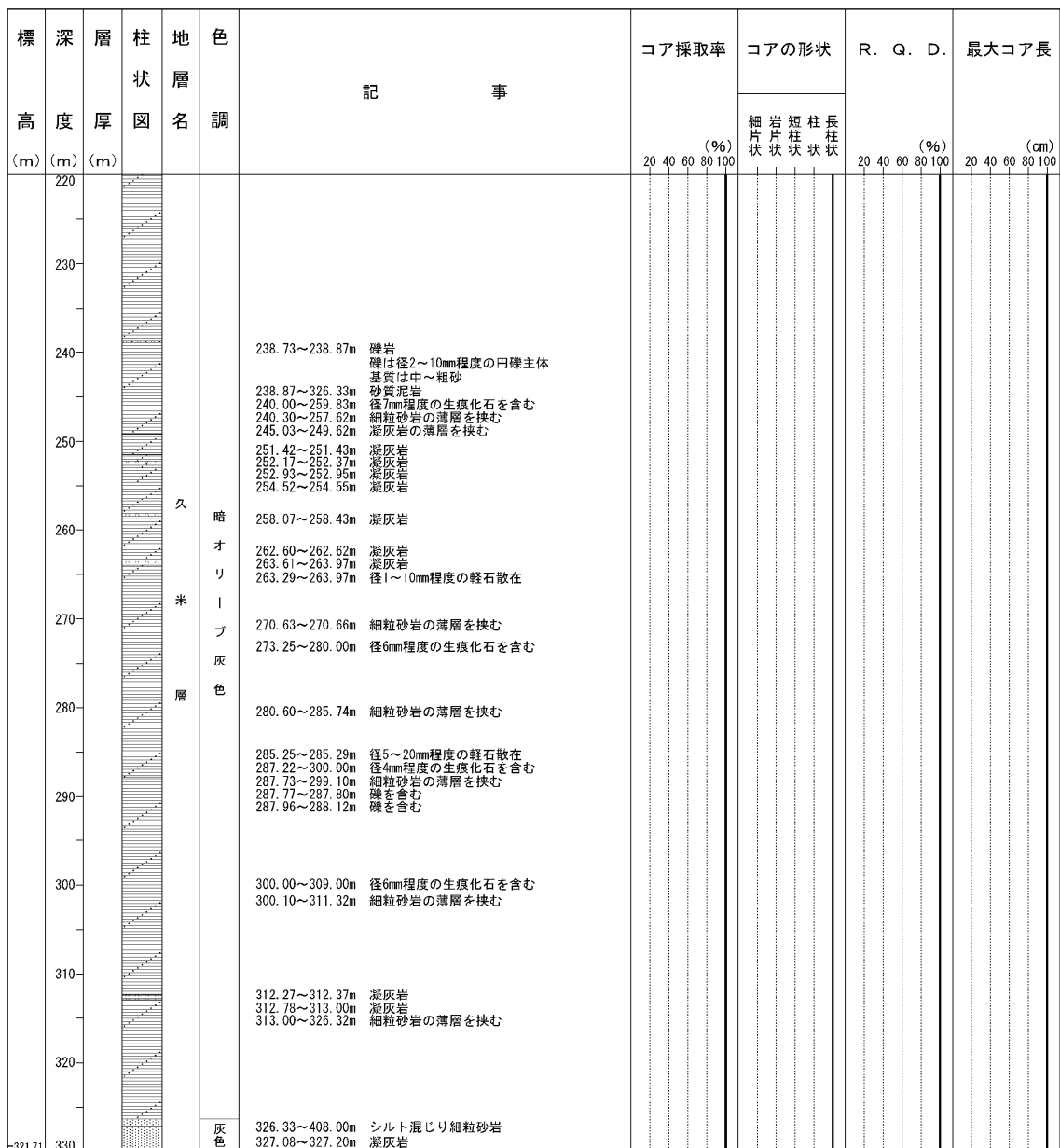
第7図(3) 地質柱状図 (D-4-0孔) (1/4)



柱状図凡例



第 7 図 (4) 地質柱状図 (D-4-0 孔) (2/4)



柱状図凡例

第四系

- |     |        |      |
|-----|--------|------|
| 粘土  | 粘土混じり  | 粘土質  |
| シルト | シルト混じり | シルト質 |
| 砂   | 砂混じり   | 砂質   |
| 砂礫  | 礫混じり   | 腐植質  |

第三系

- |      |       |
|------|-------|
| 砂質泥岩 | 凝灰岩   |
| 砂岩   | 凝灰質泥岩 |
| 礫岩   |       |

第 7 図 (5) 地質柱状図 (D-4-0 孔) (3/4)

標高 (m)	深度 (m)	層厚 (m)	柱状 図	地層 名	色調	記事	コア採取率 (%)				コアの形状				R. Q. D. (%)				最大コア長 (cm)				
							20	40	60	80	100	細片状	岩片状	短柱状	長柱状	20	40	60	80	100	20	40	60
330						330.00~340.00m	炭化した腐植物を含む 傾斜0~10°																
340																							
350				久		349.22~349.49m	径6mm程度の生痕化石を含む																
360				米	灰色	359.65~359.70m	凝灰岩																
						359.96~360.00m	径5mm程度の生痕化石を含む																
						362.32~362.81m	径4mm程度の生痕化石を含む																
						365.87~366.05m	凝灰岩																
370				層		371.91~372.08m	凝灰岩																
						372.43~373.04m	凝灰岩																
						375.10~375.24m	凝灰岩																
						377.84~377.97m	凝灰岩																
						377.85~377.96m	径6mm程度の生痕化石を含む																
						380.96~381.00m	径4mm程度の生痕化石を含む																
						381.71~386.32m	泥岩の薄層を挟む																
						387.16~387.25m	礫岩																
						387.38~388.29m	礫岩																
390																							
						394.38~394.45m	凝灰岩																
400						400.00~403.95m	径1~3mm程度の軽石散在																
						403.93~408.00m	径6mm程度の生痕化石を含む																
399.71	408.00																						

柱状図凡例

第四系

- 粘土
- 粘土混じり
- 粘土質
- シルト
- シルト混じり
- シルト質
- 砂
- 砂混じり
- 砂質
- 砂礫
- 礫混じり
- 腐植質

第三系

- 砂質泥岩
- 凝灰岩
- 砂岩
- 凝灰質泥岩
- 礫岩

第7図 (6) 地質柱状図 (D-4-0孔) (4/4)

標高 (m)	深度 (m)	層厚 (m)	柱状図	地層名	色調	記事	コア採取率 (%)				コアの形状				R. Q. D. (%)				最大コア長 (cm)				
											細片状	短柱状	柱状	長柱状									
							20	40	60	80					20	40	60	80	20	40	60	80	20
				砂丘砂層	灰褐色	0.00~7.40m 砂																	
0.58	7.40	7.40		沖積層	暗灰色	7.40~12.00m 礫混じり砂 礫は径2~30mm程度の円礫主体																	
	10					12.00~52.15m 粘土と砂の互層 全体に1~3mm程度の貝化石片を含む 所々水平方向のラミナが見られる																	
	20																						
	30																						
	40																						
	50						52.15~53.97m 砂礫 礫は径2~30mm程度の円礫主体 基質は細~粗砂																
	53.97						53.97~56.44m 礫混じり砂 礫は径2~30mm程度の円礫主体																
	56.44				56.44~57.64m 砂混じりシルト																		
	57.64				57.64~60.95m 砂礫 礫は径5~50mm程度の円礫主体 基質は細~粗砂																		
	57.64			久米層	暗オリーブ灰色	60.95~140.00m 砂質泥岩 細粒砂岩の薄層を挟む																	
	60.95					62.40~65.51m 細粒砂岩の薄層を挟む 径8mm程度の生痕化石を含む																	
	63.41					63.41~63.65m																	
	69.69					69.69~70.07m 凝灰岩、下端の走向・傾斜はN51° W15° NE																	
	70																						
	76.31						76.31~76.37m 径2~8mm程度の軽石散在																
	77.86						77.86~77.95m 径1~2mm程度の軽石散在																
	80.60						80.60~89.20m 径8mm程度の生痕化石を含む																
	89.76						89.76~89.94m 凝灰岩、下端の走向・傾斜はN76° E11° S																
	90.00						90.00~109.73m 径8mm程度の生痕化石を含む																
	99.26						99.26~112.87m 細粒砂岩の薄層を挟む																
	110						110.00~130.00m 径5mm程度の生痕化石を含む																
	113.84						113.84~113.92m 凝灰岩、上端の走向・傾斜はN51° W17° SW 下端の走向・傾斜はN67° W12° S																
	115.33				115.33~124.93m 細粒砂岩の薄層を挟む																		
	120.35				120.35~121.17m 径2~8mm程度の軽石散在																		
	126.89				126.89~127.60m 径1mm程度の軽石散在																		
	130.00				130.00~140.00m 径5mm程度の生痕化石を含む 細粒砂岩の薄層を挟む																		
	131.36				131.36~139.74m 凝灰岩、上端の走向・傾斜はN44° W17° SW 下端の走向・傾斜はN50° W11° SW																		
	131.90				131.90~131.92m 凝灰岩、上端の走向・傾斜はN44° W17° SW 下端の走向・傾斜はN50° W11° SW																		
	137.14				137.14~137.15m 凝灰岩																		

柱状図凡例

第四系

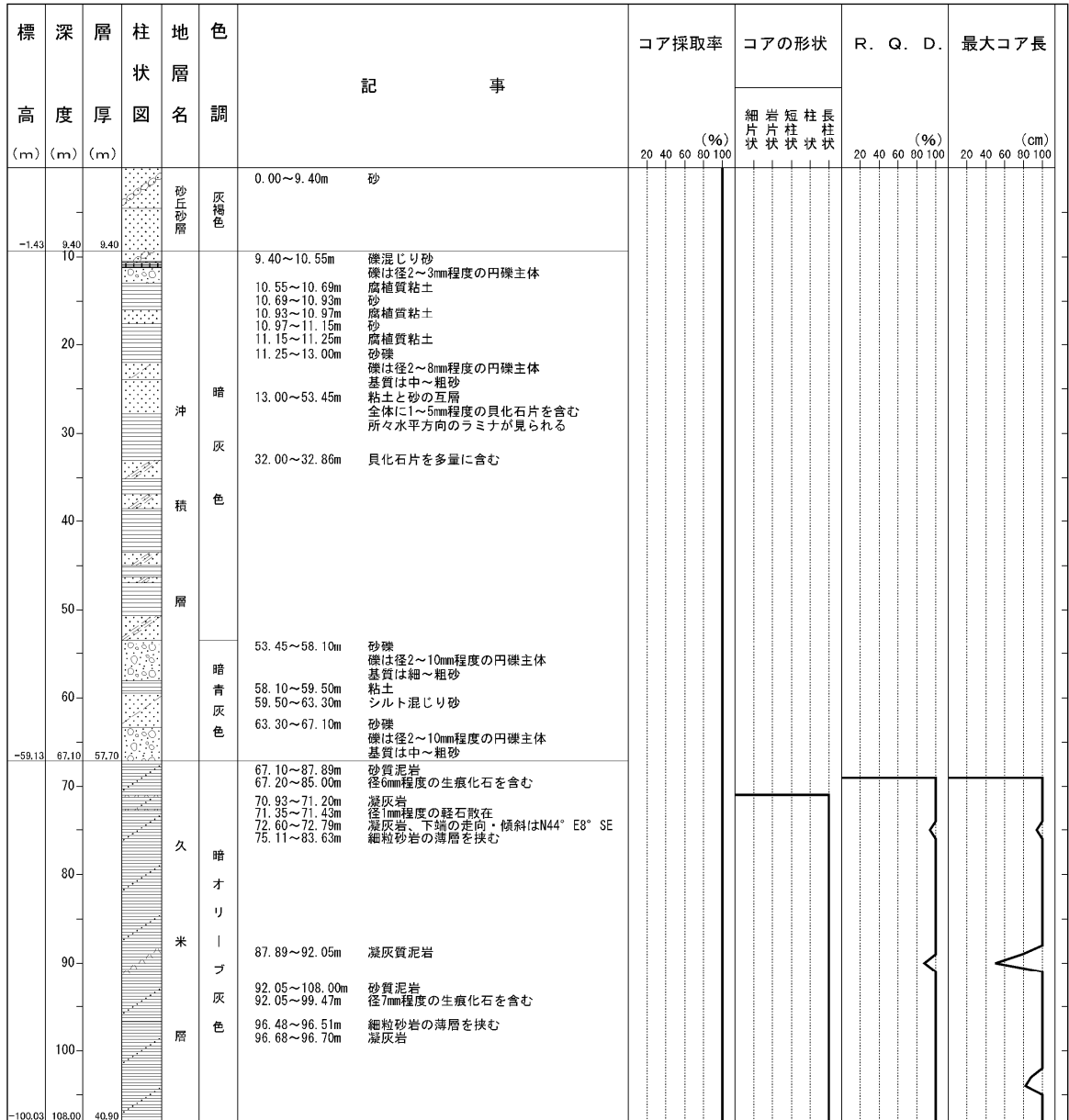
- 粘土
- 粘土混じり
- 粘土質
- シルト
- シルト混じり
- シルト質
- 砂
- 砂混じり
- 砂質
- 砂礫
- 礫混じり
- 腐植質

第三系

- 砂質泥岩
- 凝灰岩
- 砂岩
- 凝灰質泥岩
- 礫岩

第7図(7) 地質柱状図(D-5-0孔)





柱状図凡例

第四系

- |  |     |  |        |  |      |
|--|-----|--|--------|--|------|
|  | 粘土  |  | 粘土混じり  |  | 粘土質  |
|  | シルト |  | シルト混じり |  | シルト質 |
|  | 砂   |  | 砂混じり   |  | 砂質   |
|  | 砂礫  |  | 礫混じり   |  | 腐植質  |

第三系

- |  |      |  |       |
|--|------|--|-------|
|  | 砂質泥岩 |  | 凝灰岩   |
|  | 砂岩   |  | 凝灰質泥岩 |
|  | 礫岩   |  |       |

第7図(8) 地質柱状図 (E-4-0孔)

#### 4. 2. 3 室内試験結果

##### (1) 物理試験結果

本施設位置付近のボーリング孔（C-4孔，D-3孔，D-4孔，D-5孔）で採取した各層の試料の物理試験の結果を第1表に示す。また，各層の試料について実施した粒度試験及び塑性限界試験の結果を第2表に示す。

第1表 物理試験結果

地層	湿潤密度 $\rho_t$ (g/cm <sup>3</sup> )		含水比 w (%)		土粒子の密度 $\rho_s$ (g/cm <sup>3</sup> )		間隙比 e		試験数 (個) []:土粒子密度 試験数
	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	
du層	1.78	0.16	12.2	5.7	2.68	0.01	0.70	0.08	30[4]
Ag2層	1.78	0.07	9.7	5.2	2.68	0.00	0.65	0.07	15[2]
Ac層	1.63	0.02	60.2	4.5	2.67	0.01	1.62	0.12	30[4]
As層	1.81	0.07	30.4	3.5	2.68	—	0.94	0.12	10[1]

第2表 粒度試験結果及び塑性限界試験結果

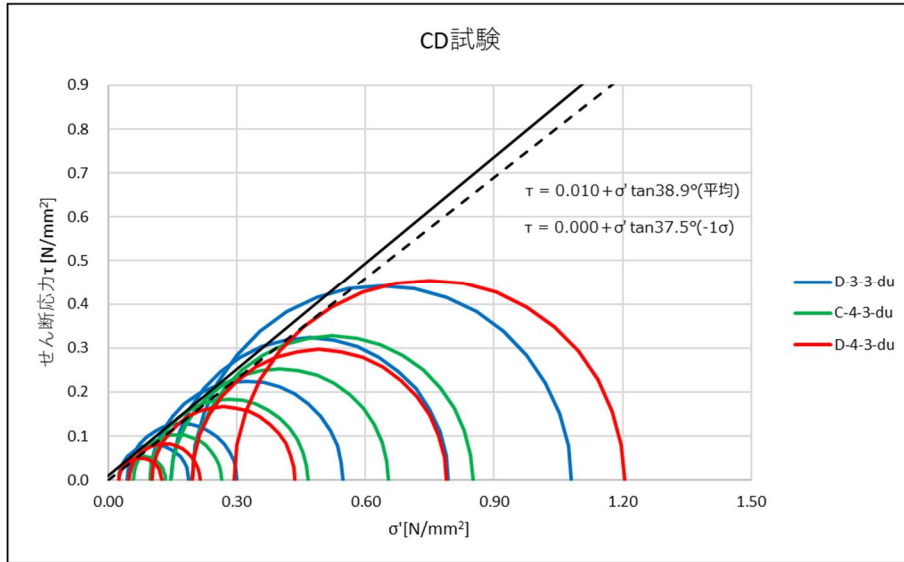
地層	細粒分含有率 F <sub>c</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	平均粒径 D <sub>50</sub> (mm)	塑性指数 I <sub>p</sub>	試験数 (個) []:塑性限界試験数
du層	8.1	0.341	—	4[0]
Ag2層	5.2	0.609	—	4[0]
Ac層	93.5	0.013	44.9	4[3]
As層	22.4	0.140	—	1[0]

##### (2) 三軸圧縮試験結果

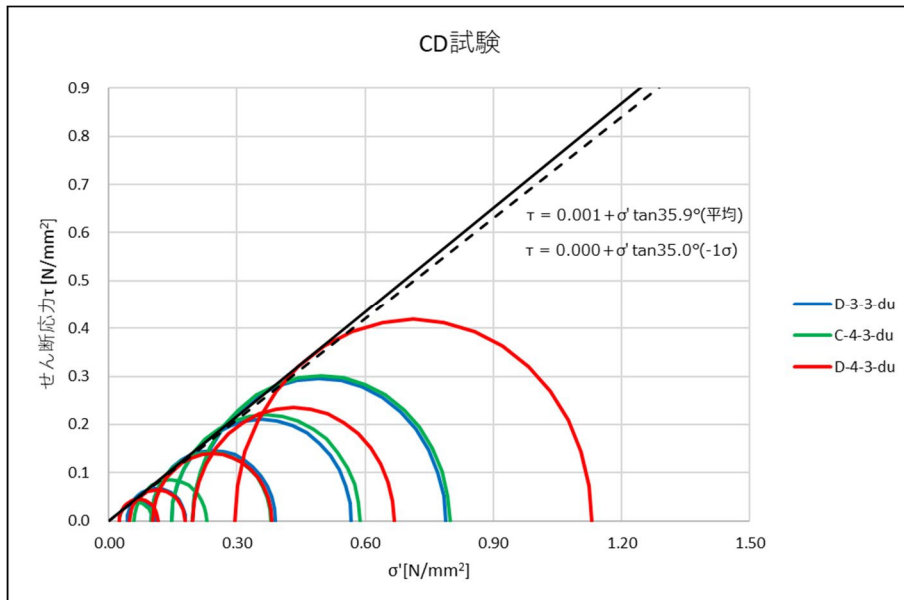
本施設位置付近のボーリング孔（D-3-3孔，C-4-3孔，D-4-3孔）で採取したdu層の供試体の三軸圧縮試験（CD条件）の結果を第3表に，三軸圧縮試験の破壊応力円を第8図に示す。

第 3 表 三軸圧縮試験（CD 条件）の結果

地層	平均強度		-1σ 強度	
	ピーク強度 (N/mm <sup>2</sup> )	残留強度 (N/mm <sup>2</sup> )	ピーク強度 (N/mm <sup>2</sup> )	残留強度 (N/mm <sup>2</sup> )
d u 層	$0.010 + \sigma' \cdot \tan 38.9^\circ$	$0.001 + \sigma' \cdot \tan 35.9^\circ$	$\sigma' \cdot \tan 37.5^\circ$	$\sigma' \cdot \tan 35.0^\circ$



第 8 図 (1) 三軸圧縮試験の破壊応力円  
(d u 層, CD 条件, ピーク強度)



第 8 図 (2) 三軸圧縮試験の破壊応力円  
(d u 層, CD 条件, 残留強度)

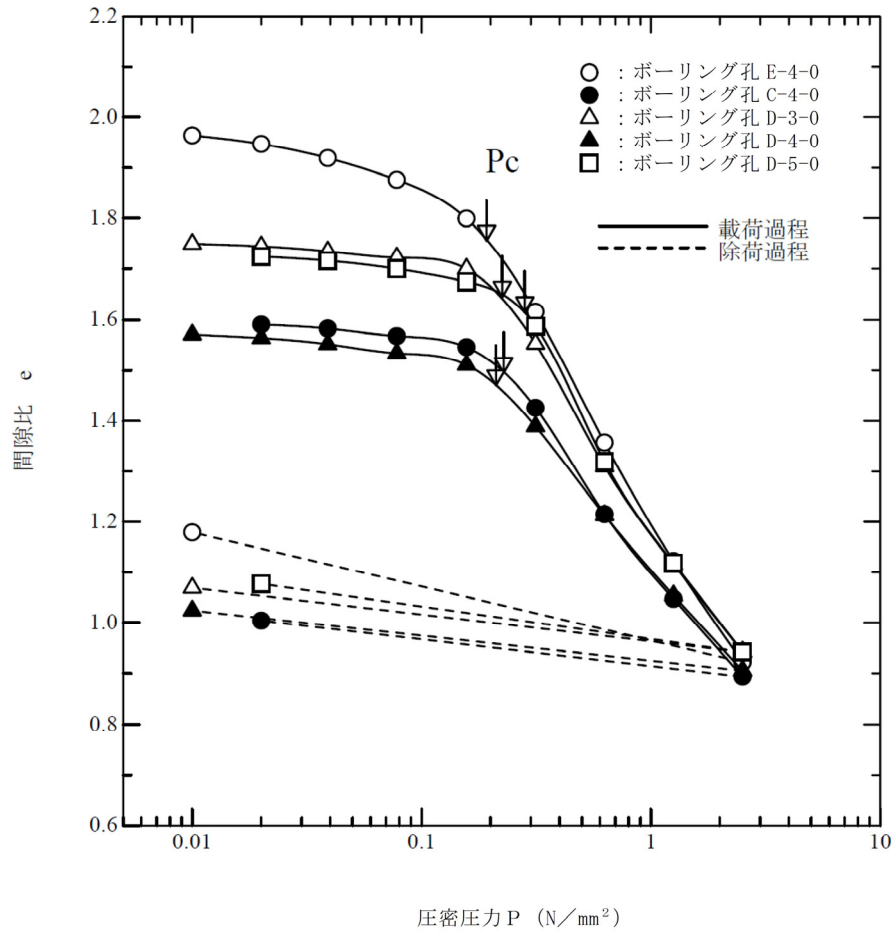
### (3) 圧密試験結果

本施設位置付近のボーリング孔で採取したA c層の供試体の圧密試験の結果を第4表及び第9図に示す。

間隙比-圧密圧力曲線から三笠の方法により求めた圧密降伏応力 $P_c$ は $0.192\text{ N/mm}^2 \sim 0.282\text{ N/mm}^2$ であり、透水係数 $k$ は $2.80 \times 10^{-7}\text{ cm/s} \sim 7.16 \times 10^{-7}\text{ cm/s}$ である。

第4表 圧密試験結果 (A c層)

孔番	圧密降伏応力 $P_c$ $\text{N/mm}^2$	圧密係数 $C_v$ $\text{cm}^2/\text{min}$	透水係数 $k$ $\times 10^{-7}\text{ cm/s}$
E-4-0	0.192	0.469	2.80
C-4-0	0.228	2.02	4.55
D-3-0	0.225	2.63	4.61
D-4-0	0.211	2.06	7.16
D-5-0	0.282	2.15	5.94



第 9 図 圧密試験による間隙比－圧密圧力曲線（A c 層）

#### 4. 2. 4 原位置試験結果

##### (1) 標準貫入試験結果

本施設位置のボーリング孔（D-4-0孔）で実施した標準貫入試験により得られた第四系のN値を第5表に示す。

第5表 標準貫入試験結果

D-4-0			
中心深度 GL. (m)	中心深度 T.P. (m)	土質	N 値
-2.30	5.99	F L	17
-3.30	4.99	F L	31
-4.30	3.99	F L	23
-5.30	2.99	d u	12
-6.30	1.99	d u	12
-7.30	0.99	d u	38
-8.30	-0.01	d u	46
-9.30	-1.01	A g 2	42
-10.30	-2.01	A g 2	19
-11.30	-3.01	A g 2	22
-12.30	-4.01	A g 2	28
-13.33	-5.04	A c	0
-14.33	-6.04	A c	0
-15.33	-7.04	A c	0
-16.30	-8.01	A c	1
-17.30	-9.01	A s	16
-18.30	-10.01	A c	0
-19.33	-11.04	A c	0
-20.33	-12.04	A c	0
-21.33	-13.04	A c	0
-22.33	-14.04	A c	0
-23.40	-15.11	A c	1
-24.30	-16.01	A s	11
-25.30	-17.01	A s	16

## 5 安全機能を有する施設の設置地盤の安定性評価

安全機能を有する施設の設置地盤の安定性評価を実施するに当たり、本施設の基礎形式は直接基礎であることから、土木構造物の直接基礎の場合に適用される最新の知見として、「道示Ⅳ」及び「国土交通省告示第千百十三号」を用いた。

地盤の支持性能の判定根拠については、「根拠資料 1 1 地盤の支持性能の判定に関する根拠資料」に示す。

### 5. 1 「道示Ⅳ」による方法

#### 5. 1. 1 基礎底面地盤の支持力の制限値

安全機能を有する施設は、耐震重要度Cクラスを基本とした設計であることから、「道路橋示方書（Ⅰ共通編）・同解説」（日本道路協会、平成29年）<sup>(3)</sup>における限界状態1(部材等としての荷重を支持する能力が確保されている限界の状態)に対する設計を行った。

設置地盤における基礎底面地盤の支持力の制限値は、「道示Ⅳ」の「9.5.2 鉛直荷重に対する支持の限界状態1」により算定した。

安全機能を有する施設を設置する地盤の種類は「粘性土地盤、砂地盤又は砂礫地盤」に該当するため、「道示Ⅳ」の式(9.5.4)により基礎底面地盤の支持力の制限値は、西側トレンチが10,382,775kN、東側トレンチが14,287,001kNとなった。

### 5. 1. 2 基礎底面に作用する合力（接地圧）

基礎底面に作用する合力（接地圧）については、「道示Ⅳ」の式(9.5.3)により算出した結果、西側トレンチが 838,611kN、東側トレンチが 898,269kN となった。

### 5. 1. 3 地盤の支持力の評価

地盤の支持力の評価（「道示Ⅳ」による方法）を第 6 表に示す。第 6 表より、安全率は、西側トレンチが 12.3、東側トレンチが 15.9 となり、支持地盤は本施設の荷重に対して十分な支持力を有していると評価した。

第 6 表 地盤の支持力の評価（「道示Ⅳ」による方法）

項目		西側トレンチ	東側トレンチ
収納廃棄物	—	ボックスパレット (金属廃棄物)	コンクリート ブロック
合力（接地圧）	$F_r$ (kN)	838,611	898,269
基礎底面地盤の支持力の制限値	$Q_{y,d}$ (kN)	10,382,775	14,287,001
安全率	$Q_{y,d}/F_r$	12.3	15.9



## 5. 2 「国土交通省告示第千百十三号」による方法

### 5. 2. 1 支持地盤の許容応力度（長期）

「国土交通省告示第千百十三号」に基づき、長期に生ずる力に対する地盤の許容応力度を算出した結果、西側トレンチが  $6,319\text{kN}/\text{m}^2$ 、東側トレンチが  $7,270\text{kN}/\text{m}^2$  となった。

### 5. 2. 2 地盤反力度（接地圧）

地盤反力度（接地圧）は「道示Ⅳ」に基づき算出した結果、西側トレンチが  $218\text{kN}/\text{m}^2$ 、東側トレンチが  $182\text{kN}/\text{m}^2$  となった。

### 5. 2. 3 地盤の支持力の評価

地盤の支持力の評価（「国土交通省告示第千百十三号」による方法）を第7表に示す。第7表より、安全率は、西側トレンチが 28.9、東側トレンチが 39.9 となり、支持地盤は本施設の荷重に対して十分な支持力を有していると評価した。

第7表 地盤の支持力の評価

（「国土交通省告示第千百十三号」による方法）

項目		西側トレンチ	東側トレンチ
収納廃棄物	-	ボックスパレット (金属廃棄物)	コンクリート ブロック
地盤反力度（接地圧）	$q_{m a x} (\text{kN}/\text{m}^2)$	218	182
支持地盤の許容応力度（長期）	$q_a (\text{kN}/\text{m}^2)$	6,319	7,270
安全率	$q_a / q_{m a x}$	28.9	39.9

## 6 廃棄物埋施設周辺地盤の変形による影響評価

地盤の変形は、地震発生に伴う地殻変動によって生じる支持地盤の傾斜及び撓み並びに地震発生に伴う構築物間の不等沈下、液状化及び揺すり込み沈下による周辺地盤の変状の影響がないことを確認する。

### 6. 1 地盤の傾斜及び撓みの評価

廃棄物埋設地の設置地盤において、地震発生に伴う地殻変動によって生じる傾斜及び撓みの影響を確認するため、空中写真判読及び地質調査を実施した。

その結果、敷地周辺の活断層及び日本海溝沿いのプレート境界は、敷地からの距離が十分に離れている。そのため、それら活断層等の断層変位に伴う設置地盤の変形は、廃棄物埋設地の安全性に問題となるものではない。

また、敷地の基礎岩盤である久米層には複数の鍵層がおおむね水平に分布し、お互いを補完しながら側方に広がって連続していることから、久米層は敷地全体にわたって水平性を有していると判断される。その他の評価結果も踏まえ、敷地全体の久米層には断層を示唆する系統的な不連続や累積的な変位・変形は認められないことから、敷地には将来活動する可能性のある断層等の露頭は認められないことを確認した。

以上のことから、廃棄物埋設地の設置地盤において、地盤の傾斜及び撓みは生じないと評価した。

## 6. 2 不等沈下，液状化及び揺すり込み沈下

不等沈下については，廃棄物埋設施設施設の近隣には不等沈下の検討の対象となるような施設が存在しないこと，また，本施設内において不等沈下により安全機能を有する施設に影響を及ぼす設備等がないことから，地震発生に伴う建物・構築物間の不等沈下の影響はない。

液状化については，本施設の地盤には，第6図（地質鉛直断面図）に示すとおり地下水位以下に砂丘砂層（d u層），砂礫層（A g 2層及びA g 1層），砂層（A s層）が分布することから，これらの地層を液状化検討対象層として沈下量の検討を行った。

施設位置のD-4-0孔のN値（最小値）を用いて「道路橋示方書（V耐震設計編）・同解説」（日本道路協会，平成29年）<sup>(4)</sup>に基づき液状化判定を行った結果，対象層のFL値は1.0以上であることから，液状化は発生しない結果となった。液状化判定の判定結果については「根拠資料1-2 液状化判定に関する根拠資料」に示す。

しかしながら，施設位置で実施したボーリング調査の数量が少ないことから，地盤のばらつきを考慮した検討として施設近傍におけるPS検層結果及び液状化試験結果の $-1\sigma$ を用いた沈下量の検討を実施した。

変形図及び沈下量分布図を第10図に示す。

沈下量の検討の結果，過剰間隙水圧が95%を上回る地層は認められず，施設下端の沈下量は西側トレンチで最大0.340m，東側トレンチで最大0.283mであった。また，施設下端及び低透水性土層下端の沈下量は平面的に緩やかに変化している。液状化検討を

踏まえた沈下量の算出結果については「根拠資料 1 3 液状化検討を踏まえた沈下量の算定に関する根拠資料」に示す。

揺すり込み沈下については、本施設底面の地盤高 T.P. + 4.00m 以深から地下水位 T.P. + 2.00m 以浅の d u 層（層厚 2.00m）を検討対象とし、対象層の層厚に 1%（新潟県中越沖地震時における東京電力ホールディングス株式会社柏崎刈羽原子力発電所の沈下実績を考慮した値）を乗じて算定して求めた。

その結果、揺すり込み沈下による沈下量は 0.020m であった。

圧密沈下については、「道示 IV」に基づき本施設の自重及び操業時の荷重による粘土層（A c 層）への有効上載圧を算定し、室内試験の結果から求めた粘土層の圧密降伏応力との比較を行った結果、有効上載圧が圧密降伏応力を上回ったことから、「道路橋示方書（IV 下部構造編）・同解説」（日本道路協会、平成 14 年）」<sup>(5)</sup>に基づき圧密沈下量を算定した。

その結果、圧密沈下量は、西側トレンチが 0.121m、東側トレンチが 0.066m となった。

圧密沈下の算出方法については「根拠資料 1 4 圧密沈下に関する根拠資料」に示す。

廃棄物埋設地の設置地盤の沈下量の評価結果を第 8 表に示す。

地盤のばらつきを考慮した液状化検討を踏まえた沈下及び揺すり込み沈下並びに圧密沈下による合計沈下量は、西側トレンチで最大 0.481m、東側トレンチで最大 0.369m であり、平面的な沈下量の変化は緩やかであることから、覆土（低透水性土層）の透水性に影響を与えるような変形が生じることはないこと、また、

沈下が生じた場合においても廃棄体の底面は地下水位以下とはならないことを確認した。

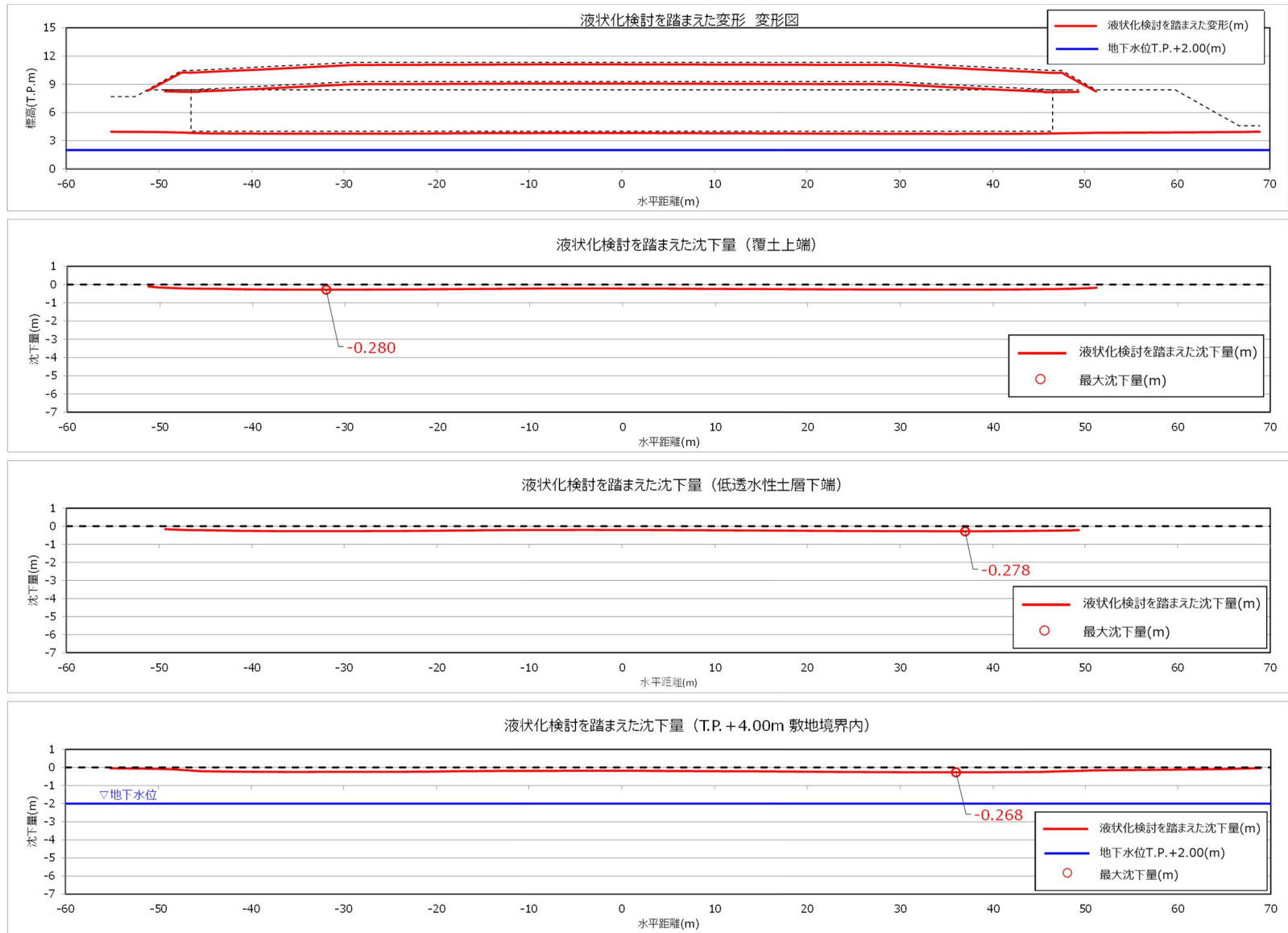
以上より、地盤の変形に対して安全機能が損なわれるおそれはないと評価した。

なお、仮に廃棄物埋設地の設置地盤で液状化が発生した場合については、第6図（地質鉛直断面図）に示すとおり設置地盤に分布する砂層や砂礫層はほぼ水平成層に分布しており、液状化に伴う沈下も水平方向にほぼ一様に生じると考えられることから、最終覆土（低透水性土層）の透水性に影響を与えるような変形が生じることはないと考えられる。

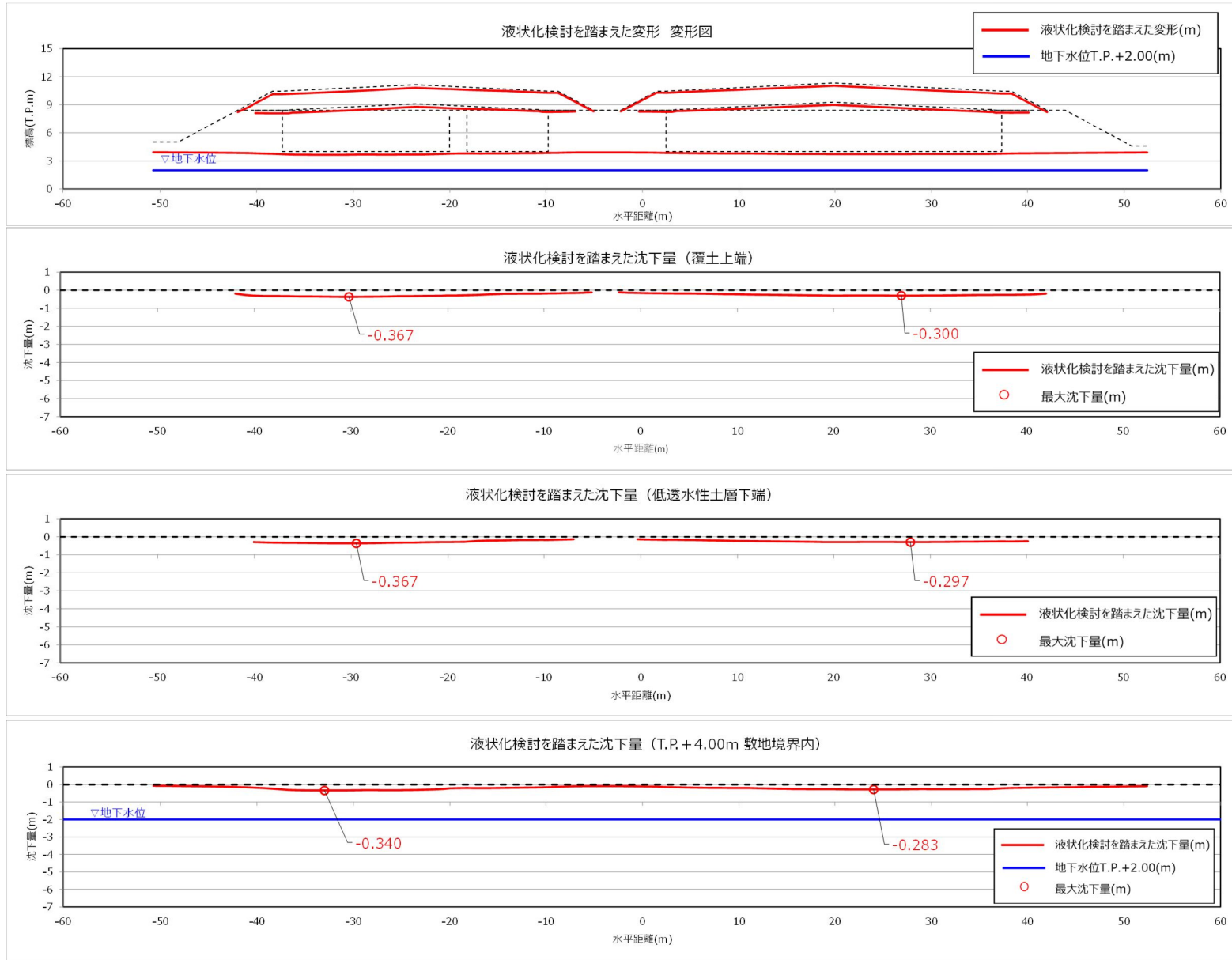
第8表 地盤の沈下量の評価結果

（液状化検討：地盤のばらつきを考慮した検討）

	西側トレンチ (m)	東側トレンチ (m)
液状化検討を踏まえた沈下	0.340	0.283
揺すり込み沈下	0.020	
圧密沈下	0.121	0.066
合計	0.481	0.369



第 10 図 (1) 変形図及び沈下量分布図 (N S 断面)



第 10 図 (2) 変形図及び沈下量分布図 (E W断面)

## 7 廃棄物埋施設周辺地盤の変位による影響評価

### 7. 1 断層及び地すべりの評価

#### 7. 1. 1 断層

地質調査等の結果，敷地の基礎岩盤である久米層には複数の鍵層がおおむね水平に分布し，お互いを補完しながら側方に広がって連続していることから，久米層は敷地全体にわたって水平性を有していると判断される。その他の評価結果も踏まえ，敷地全体の久米層には断層を示唆する系統的な不連続や累積的な変位・変形は認められないことから，敷地には将来活動する可能性のある断層等の露頭は認められないことを確認した。

#### 7. 1. 2 地すべり

敷地及び敷地近傍の地すべりの影響を検討した結果，文献調査及び空中写真判読により，敷地及び敷地近傍には，地すべり地形，地すべりのおそれがある急斜面及び陥没の発生した形跡がある地形は判読されない。また，将来活動する可能性のある断層等の露頭も確認されない。さらに，敷地での地質調査結果から，地すべり面や地層の乱れは確認されないことから，本施設の支持地盤まで及ぶ地すべりはないと評価した。

以上より，廃棄物埋設地の設置地盤は，変位が生ずるおそれはない。



## 8 参考文献

- (1) 公益社団法人 日本道路協会 (平成 29 年) : 道路橋示方書  
(IV 下部構造編) ・同解説
- (2) 国立研究開発法人 防災科学技術研究所 : J-SHIS Map, J-SHIS  
地震ハザードステーション, <https://www.j-shis.bosai.go.jp/map/>
- (3) 公益社団法人 日本道路協会 (平成 29 年) : 道路橋示方書  
(I 共通編) ・同解説
- (4) 公益社団法人 日本道路協会 (平成 29 年) : 道路橋示方書  
(V 耐震設計編) ・同解説
- (5) 公益社団法人 日本道路協会 (平成 14 年) : 道路橋示方書  
(IV 下部構造編) ・同解説

以上

# 地盤の評価について

## 目 次

1	地盤の支持性能の判定に関する根拠資料	1
1.1	支持性能の評価の考え方	1
1.1.1	「道示Ⅳ」による方法	1
1.1.2	「国土交通省告示第千百十三号」による方法	2
1.2	支持性能の評価	3
1.2.1	「道示Ⅳ」による方法	3
1.2.2	「国土交通省告示第千百十三号」による方法	16
2	液状化判定に関する根拠資料	20
2.1	液状化判定の考え方	20
2.2	液状化判定対象層の抽出	20
2.3	液状化判定	23
2.3.1	液状化判定方法	23
2.3.2	液状化判定に用いるN値について	26
2.3.3	液状化判定結果	28
3	液状化検討を踏まえた沈下量の算定に関する根拠資料	30
3.1	液状化検討を踏まえた沈下量の算定の考え方	30
3.2	評価対象断面	30
3.3	液状化検討対象層の抽出	37
3.4	解析用物性値	39
3.5	解析方法	43
3.5.1	検討断面	43
3.5.2	荷重及び荷重の組合せ	43
3.5.3	入力地震動	48

3. 5. 4	解析モデル及び諸元	54
3. 6	液状化検討結果	61
3. 6. 1	地震応答解析結果	61
3. 6. 2	液状化判定結果	76
3. 7	液状化を踏まえた沈下量の算定	77
3. 7. 1	沈下量の算定法	77
3. 7. 2	沈下量の算定結果	81
4	圧密沈下に関する根拠資料	84
4. 1	圧密沈下に関する評価の考え方	84
4. 2	廃棄物埋施設設置による鉛直応力の算定	85
4. 3	圧密降伏応力	87
4. 4	圧密沈下発生の有無の判定	88
4. 4. 1	評価方法	88
4. 4. 2	粘性土層に作用する鉛直応力の算定位置	89
4. 4. 3	評価結果	91
4. 5	圧密沈下量の算定	93
4. 5. 1	評価方法	93
4. 5. 2	圧密沈下量の算定に用いる数値一覧	95
4. 5. 3	評価結果	96
5	参考文献	98

## 1 地盤の支持性能の判定に関する根拠資料

### 1. 1 支持性能の評価の考え方

廃棄物埋設施設の基礎形式は直接基礎であることから，地盤の支持性能を検討するに当たり，土木構造物の直接基礎の場合に適用される最新の知見として，「道路橋示方書（IV下部構造編）・同解説」（日本道路協会，平成29年）<sup>(1)</sup>（以下「道示IV」という。）及び「建築基準法」に基づく「国土交通省告示第千百十三号（地盤の許容応力度及び基礎ぐいの許容支持力を求めるための方法等を定める件）」（以下「国土交通省告示第千百十三号」という。）を用いた。

#### 1. 1. 1 「道示IV」による方法

##### （1）基礎底面地盤の支持力の制限値

「道示IV」の「9.5.2 鉛直荷重に対する支持の限界状態1」に基づき，設置地盤における基礎底面地盤の支持力の制限値を算出する。

##### （2）基礎底面に作用する合力（接地圧）

「道示IV」の「9.5.2 鉛直荷重に対する支持の限界状態1」では，支持層が砂地盤である場合，基礎底面に作用する合力が，基礎底面地盤の支持力の制限値を超えない場合，鉛直荷重に対する支持の限界状態1を超えないとみなしてよいとされている。

よって，基礎底面地盤の支持力の制限値を鉛直支持力とする場合，支持層はd u層（砂層）であるため，「道示IV」の「9.5.2 鉛直荷重に対する支持の限界状態1」の基礎底面に作用する合力の算定式を用いて，接地圧を算定する。

1. 1. 2 「国土交通省告示第千百十三号」による方法

(1) 支持地盤の許容応力度

「国土交通省告示第千百十三号」のうち、第2項を用いて、支持地盤の許容応力度を算出する。

(2) 地盤反力度（接地圧）

設置地盤の許容応力度を鉛直支持力とする場合は、「道示IV」のうち、地盤反力計算式を用いて、接地圧を算出する。

## 1. 2 支持性能の評価

### 1. 2. 1 「道示Ⅳ」による方法

#### (1) 基礎底面地盤の支持力の制限値

基礎底面地盤の支持力の制限値は、「道示Ⅳ」により、以下の式によって算出する。

$$Q_{y d} = \xi_1 \Phi_Y Q_y$$

ここで、

$Q_{y d}$  : 基礎底面地盤の支持力の制限値(kN)

$\xi_1$  : 調査・解析係数で第 1.2-1 表に示す値とする。

$\Phi_Y$  : 抵抗係数で、第 1.2-1 表に示す値とする。

$Q_y$  : 基礎底面地盤の降伏鉛直支持力の特性値(kN)

第 1.2-1 表 調査・解析係数及び抵抗係数

$\xi_1$	$\Phi_Y$
0.90	0.90

基礎底面地盤の降伏鉛直支持力の特性値  $Q_y$  は、以下の式に従って定めた基礎底面地盤の極限鉛直支持力の特性値  $Q_u$  の 0.65 倍とする。

$$Q_u = A \{ \alpha \kappa c N_c S_c \zeta_c + \kappa q N_q S_q + (1/2) \gamma_1 \beta B N_\gamma S_\gamma \}$$

ここで、

$Q_u$  : 基礎底面地盤の極限鉛直支持力の特性値 (kN)

$A$  : 基礎の底面積 ( $m^2$ )

$c$  : 粘着力 ( $kN/m^2$ )

$q$  : 上載荷重の特性値 ( $kN/m^2$ ) で、 $q = \gamma_2 D_f$

$\gamma_1, \gamma_2$  : 支持地盤及び根入れ地盤の単位体積重量 ( $kN/m^3$ )  
ただし、地下水位以下では水中単位体積重量を用いる。

$B$  : 基礎幅 (m)

$\alpha, \beta$  : 基礎の形状係数で第 1.2-2 表による。

$\kappa$  : 支持層への根入れ効果に関する割増係数

$D_f$  : 上載荷重として考慮する基礎の根入れ深さ (m)

$N_c, N_q, N_\gamma$  : 第 1.2-1 図に示される帯基礎の支持力係数

$\zeta_c$  : 地盤の種類の違いを考慮する係数で、支持層が砂地盤又は砂れき地盤の場合には 1.00、粘性土地盤の場合には 0.55 とする。

$S_c, S_q, S_\gamma$  : 支持力係数の寸法効果による補正係数で

$$S_c = (c^*)^\lambda, \quad S_q = (q^*)^\nu, \quad S_\gamma = (B)^\mu$$



$\lambda, \nu, \mu$  : 寸法効果の程度を表す係数で、 $\lambda = \nu = \mu = -1/3$  とする。

$c^*$  :  $c/c_0$ , ただし、 $1 \leq c^* \leq 10$  とする。

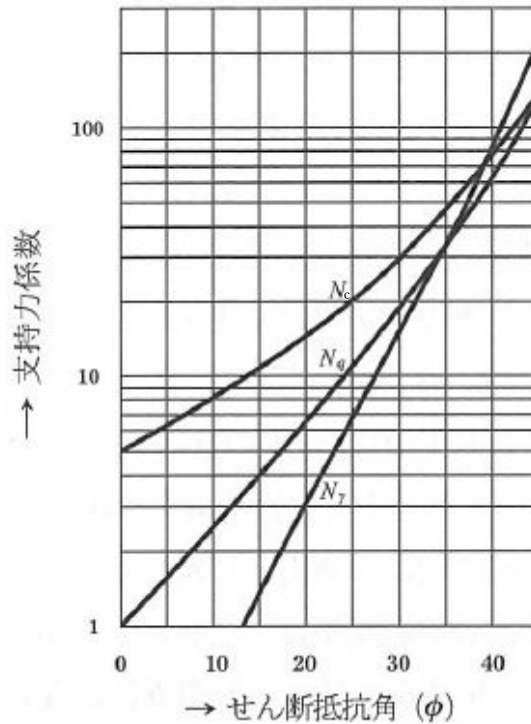
$c_0$  :  $10(\text{kN}/\text{m}^2)$  とする。

$q^*$  :  $q/q_0$ , ただし、 $1 \leq q^* \leq 10$  とする。

$q_0$  :  $10(\text{kN}/\text{m}^2)$  とする。

第 1.2-2 表 形状係数

基礎底面の形状 形状係数	帯状	正方形, 円形	長方形, 楕円形, 小判型
$\alpha$	1.0	1.3	$1 + 0.3(B/D)$
$\beta$	1.0	0.6	$1 - 0.4(B/D)$



第 1.2-1 図 支持力係数 (「道示 IV」より)

基礎底面地盤の支持力の制限値の算定結果を第1.2-3表に示す。

第1.2-3表 基礎底面地盤の支持力の制限値の算定結果

項目		西側トレンチ	東側トレンチ	備考	
基礎形状	基礎底面の短辺	B(m)	27.6	34.9	
	基礎底面の長辺	D(m)	93.1	93.1	
	基礎の底面積	A(m <sup>2</sup> )	2,569.56	3,249.19	
形状係数	$\alpha$	1.09	1.11		
	$\beta$	0.88	0.85		
根入れ深さ	D <sub>f</sub> (m)	4.41	4.41	基礎地盤 (d u層 : T.P. +4.00m) から、廃棄物施設敷地内の盛土天端 (T.P. +8.41m) までの高さ	
根入れ効果に関する割増係数	$\kappa$	1.05	1.04		
支持地盤の単位体積重量	$\gamma_1$ (kN/m <sup>3</sup> )	17.46	17.46	d u層の湿潤密度	
根入れ地盤の単位体積重量	$\gamma_2$ (kN/m <sup>3</sup> )	17.46	17.46	d u層の湿潤密度	
上載荷重の特性値	q (kN/m <sup>2</sup> )	77.00	77.00		
支持地盤の強度特性	粘着力	c (kN/m <sup>2</sup> )	10	10	支持地盤 (d u層) の三軸圧縮試験 (CD試験) 結果
	内部摩擦角	$\phi$ (°)	38.9	38.9	
支持力係数	N <sub>c</sub>	70	70		
	N <sub>q</sub>	53	53		
	N <sub>r</sub>	67	67		
支持力係数の寸法効果に関する補正係数	S <sub>c</sub>	1.00	1.00		
	S <sub>q</sub>	0.51	0.51		
	S <sub>r</sub>	0.33	0.31		
地盤の種類の違いを考慮する係数	$\zeta_c$	1.00	1.00	支持層が砂地盤または砂れき地盤の場合 : 1.00	
基礎底面地盤の極限鉛直支持力の特性値	Q <sub>u</sub> (kN)	19,720,371	27,135,805		
基礎底面地盤の降伏鉛直支持力の特性値	Q <sub>v</sub> (kN)	12,818,241	17,638,273		
調査・解析係数	$\xi_1$	0.90	0.90		
抵抗係数	$\Phi_\gamma$	0.90	0.90		
基礎底面地盤の支持力の制限値	Q <sub>v d</sub> (kN)	10,382,775	14,287,001		
	Q <sub>v d</sub> (MN)	10,382	14,287		

## (2) 基礎底面地盤に作用する合力（接地圧）

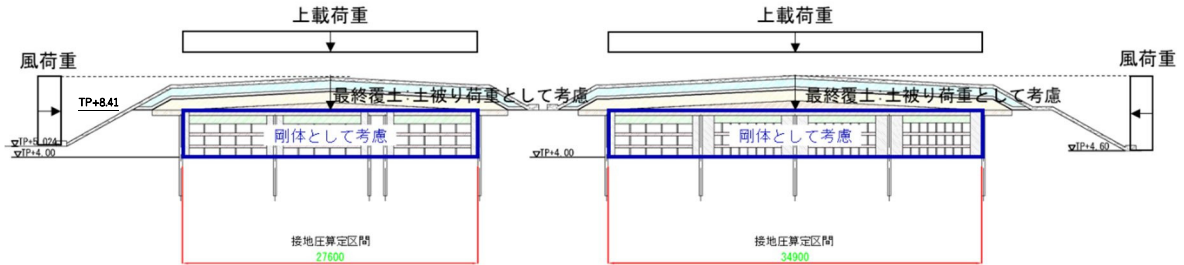
### a. 接地圧算定の考え方

廃棄物埋設地の重量及び自然現象による外部応力を考慮し算出する。廃棄物埋設施設底面に作用する接地圧算定の考え方を第 1.2-2 図に示す。廃棄物埋設施設は主に土質系材料で構成されているが、第 1.2-2 図に示すように、盛土内（盛土天端標高：T.P. +8.41m）に埋設される砕石、中間覆土、廃棄物を一体として剛体とみなし、剛体の鉛直支持に対して安定性を評価するものとして、施設底面に作用する接地圧を算定する。

剛体部分上部の覆土は剛体部分に対する土被り荷重として考慮する。また、自動車等の車両や施工機械による車両荷重を上載荷重として考慮し、その荷重は「道路土工盛土工指針（平成 22 年度版）」（日本道路協会，平成 22 年）<sup>(2)</sup>（以下「道路土工盛土工指針」という。）に基づき  $10\text{kN}/\text{m}^2$  とする。

自然現象の重畳については、地震荷重、風荷重を考慮する。地震荷重については、廃棄物埋設施設は耐震重要度分類が C クラスであることから、地震荷重は水平地震力のみ（静的地震力）を考慮し、静的震度 0.2（標準せん断力係数： $C_0 = 0.2$ ）として考慮する。風荷重については、「平成 12 年 5 月 31 日建設省告示第千四百五十四号」に定められた東海村の設計基準風速  $30\text{m}/\text{s}$  を使用し、「道路橋示方書（I 共通編）・同解説」（日本道路協会，平成 29 年）<sup>(3)</sup>（以下「道示 I」という。）に基づき算出する。なお、風荷重は、廃棄物を含めた剛体部分には直接作用はしないが、接地圧の算定上、風荷重は直接剛体に作用するものとして考慮する。

なお、積雪荷重は上載荷重（自動車等の車両や施工機械による車両荷重）に包含させる。



第 1.2-2 図 接地圧算定の考え方

b. 基礎底面に作用する鉛直力，水平力，モーメントの算定

基礎底面に作用する鉛直力，水平力，モーメントを第 1.2-4 表に示す。また，剛体としてみなした部分の鉛直力，水平力，モーメントの算定結果を第 1.2-5 表に，剛体部分上部の覆土による土被り荷重及び上載荷重による鉛直力，水平力，モーメントの算定結果を第 1.2-6 表に，風荷重による水平力，モーメントの算定結果を第 1.2-7 表に示す。

第 1.2-4 表 基礎底面に作用する鉛直力，水平力，モーメント

項目		西側トレンチ	東側トレンチ
鉛直力	V (kN)	490,142	525,599
水平力	H (kN)	99,045	106,233
モーメント	M (kN・m)	327,259	391,792

第 1.2-5 表 剛体としてみなした部分の鉛直力，水平力，モーメント  
の算定結果

項目		西側トレンチ	東側トレンチ	備考
収納廃棄物		ボックスパレット (金属廃棄物)	コンクリート ブロック	
容器，廃棄物の外寸	B <sub>c</sub> (m)	1.369	0.900	NS方向の容器，廃棄物寸法
	D <sub>c</sub> (m)	1.369	0.700	EW方向の容器，廃棄物寸法
	H <sub>c</sub> (m)	0.878	0.900	容器，廃棄物の高さ
容器，廃棄物底面の底面積	A <sub>c</sub> (m <sup>2</sup> )	1.87	0.63	
トレンチ寸法	B(m)	27.6	34.9	基礎幅
	D(m)	93.1	93.1	奥行
トレンチ底面の底面積	A(m <sup>2</sup> )	2,570	3,249	
廃棄物重量	Q(kN)	59.73	13.89	コンクリートブロックの重量は，単位体積重量を鉄筋コンクリート相当：24.5kN/m <sup>3</sup> として算定
単位体積重量 (kN/m <sup>3</sup> )	基礎層	20.30	20.30	
	中間覆土	17.65	17.65	
層厚 h (m)	基礎層	0.500	0.500	基礎層の下端(T.P. +7.910m)から，盛土の天端 T.P. +8.41mまでの層厚(剛体としてみなした部分 に含まれる基礎層の層厚)
	中間覆土 (1段目)	0.776	0.710	
	廃棄物 (1段目)	0.878	0.900	
	中間覆土 (2段目)	0.250	0.250	
	廃棄物 (2段目)	0.878	0.900	
	中間覆土 (3段目)	0.250	0.250	
	廃棄物 (3段目)	0.878	0.900	
各層上端 標高(T.P. +m)	基礎層	8.410	8.410	剛体としてみなした部分に含まれる基礎層の上端 (T.P. +8.41m)
	中間覆土 (1段目)	7.910	7.910	
	廃棄物 (1段目)	7.134	7.200	
	中間覆土 (2段目)	6.256	6.300	
	廃棄物 (2段目)	6.006	6.050	
	中間覆土 (3段目)	5.128	5.150	
T.P. +4.00mから 各層重心までの高さ (アーム長) (m)	基礎層	4.160	4.160	
	中間覆土 (1段目)	3.522	3.555	
	廃棄物 (1段目)	2.695	2.750	
	中間覆土 (2段目)	2.131	2.175	
	廃棄物 (2段目)	1.567	1.600	
	中間覆土 (3段目)	1.003	1.025	
各層の鉛直力 (kN)	基礎層	26,081	32,979	
	中間覆土 (1段目)	35,194	40,717	
	廃棄物 (1段目)	82,075	71,637	
	中間覆土 (2段目)	11,338	14,337	
	廃棄物 (2段目)	82,075	71,637	
	中間覆土 (3段目)	11,338	14,337	
各層の水平力 (kN)	基礎層	5,216	6,596	
	中間覆土 (1段目)	7,039	8,143	
	廃棄物 (1段目)	16,415	14,327	
	中間覆土 (2段目)	2,268	2,867	
	廃棄物 (2段目)	16,415	14,327	
	中間覆土 (3段目)	2,268	2,867	
各層のモーメント (kN・m)	基礎層	21,699	27,439	
	中間覆土 (1段目)	24,790	28,950	
	廃棄物 (1段目)	44,238	39,400	
	中間覆土 (2段目)	4,832	6,237	
	廃棄物 (2段目)	25,722	22,924	
	中間覆土 (3段目)	2,274	2,939	
鉛直力	V <sub>1</sub> (kN)	330,175	317,281	
水平力	H <sub>1</sub> (kN)	66,035	63,456	
モーメント	M <sub>1</sub> (kN・m)	130,763	134,336	

第 1.2-6 表 剛体部分上部の覆土による土被り荷重及び上載荷重による鉛直力，水平力，モーメントの算定結果

項目		西側トレンチ	東側トレンチ	備考
単位体積重量 (kN/m <sup>3</sup> )	保護土層	17.55	17.55	物理試験結果より
	掘削抵抗性層	18.00	18.00	「港湾の施設の技術上の基準・同解説」より引用
	低透水性土層	20.69	20.69	物理試験結果より
	基礎層	20.30	20.30	物理試験結果より
上載荷重	w1 (kN/m <sup>2</sup> )	10.0	10.0	「道路土工盛土工指針」より10kN/m <sup>2</sup>
保護工（じゃかご等） 重量	w2 (kN/m <sup>2</sup> )	6.0	6.0	かごマット（砕石：厚さ30cm）の重量として6kN/m <sup>2</sup> とする。（単位体積重量は「道路土工盛土工指針」より砂礫の20kN/m <sup>3</sup> ）
トレンチ寸法	B(m)	27.6	34.9	基礎幅
	D(m)	93.1	93.1	奥行き
トレンチ中央における 各層上端標高 (T.P. +m)	保護工（じゃかご等）	11.450	11.633	
	保護土層	11.150	11.333	
	掘削抵抗性層	10.400	10.583	
	低透水性土層	10.100	10.283	
接地圧算定区間の端部 における各層下端標高 (T.P. +m)	基礎層	9.100	9.283	
	保護工（じゃかご等）	10.460	10.460	
	保護土層	9.710	9.710	
	掘削抵抗性層	9.410	9.410	
トレンチ中央の 各層の層厚 (m)	低透水性土層	8.410	8.410	
	基礎層	8.410	8.410	
	保護工（じゃかご等）	0.300	0.300	
	保護土層	0.750	0.750	
各断面積 (m <sup>2</sup> )	掘削抵抗性層	0.300	0.300	
	低透水性土層	1.000	1.000	
	基礎層	0.690	0.873	T.P. +8.41mより上部の基礎層の層厚
	保護工（じゃかご等）	8.28	10.47	
各層の重心の標高 (T.P. +m)	保護土層	20.70	26.18	
	掘削抵抗性層	8.28	10.47	
	低透水性土層	27.60	34.90	
	基礎層	9.52	15.23	T.P. +8.41mより上部の基礎層断面積
T.P. +4.00mから各層 重心までの高さ (アーム長) (m)	保護工（じゃかご等）	10.955	11.047	
	保護土層	10.430	10.522	
	掘削抵抗性層	9.905	9.997	
	低透水性土層	9.255	9.347	
各層の鉛直荷重 (kN)	基礎層	8.640	8.701	
	上載荷重	7.450	7.633	
	保護工（じゃかご等）	6.955	7.047	
	保護土層	6.430	6.522	
各層の水平荷重 (kN) (地震による慣性力)	掘削抵抗性層	5.905	5.997	
	低透水性土層	5.255	5.347	
	基礎層	4.640	4.701	
	上載荷重	25.696	32.492	
各層のモーメント (kN・m)	保護工（じゃかご等）	15.417	19.495	
	保護土層	33.822	42.776	
	掘削抵抗性層	13.876	17.546	
	低透水性土層	53.164	67.226	
鉛直力	基礎層	17.992	28.784	
	上載荷重	5.139	6.498	
	保護工（じゃかご等）	3.083	3.899	
	保護土層	6.764	8.555	
水平力	掘削抵抗性層	2.775	3.509	
	低透水性土層	10.633	13.445	
	基礎層	3.598	5.757	
	上載荷重	38.286	49.602	
モーメント	保護工（じゃかご等）	21.446	27.476	
	保護土層	43.495	55.797	
	掘削抵抗性層	16.387	21.044	
	低透水性土層	55.876	71.891	
鉛直力	V <sub>2</sub> (kN)	159,967	208,318	
水平力	H <sub>2</sub> (kN)	31,993	41,664	
モーメント	M <sub>2</sub> (kN・m)	192,186	252,873	

第 1.2-7 表 風荷重による水平力，モーメントの算定結果

項目	西側トレンチ	東側トレンチ	備 考
風荷重 $w_3$ (kN/m <sup>2</sup> )	1.7	1.7	東海村の設計基準風速30m/sの風荷重
風荷重作用範囲上端標高 (T. P. +m)	11.450	11.633	風荷重作用範囲上端： 各トレンチ中央位置における上端
風荷重作用範囲下端標高 (T. P. +m)	5.024	4.600	風荷重作用範囲下端：盛土の法尻
風荷重の作用幅 (m)	6.426	7.033	上端標高-下端標高
風荷重の作用面積 (m <sup>2</sup> )	598.26	654.77	風荷重の作用幅×奥行
風荷重作用範囲の中心位置の標高 (T. P. +m)	8.237	8.117	(上端標高+下端標高)÷2
基礎底面から風荷重作用範囲の中心位置の標高 までの高さ (アーム長) (m)	4.237	4.117	基礎底面の標高：T. P. +4.00m
風荷重による水平力 $H_3$ (kN)	1,017	1,113	風荷重：1.7kN/m <sup>2</sup> ×作用面積
風荷重によるモーメント $M_3$ (kN・m)	4,309	4,583	風荷重の水平力×アーム長

c. 基礎底面地盤に作用する合力（接地圧）の算定

基礎底面地盤に作用する合力は、「道示Ⅳ」により以下の式によって算出する。

$$F_r = V / \left\{ 1 - \left( \frac{h^2 + m^2}{v^2} \right) \right\}^{1/2}$$

$$v = V / Q_u, \quad h = \{ H / (H_u / V) Q_u \}, \quad m = M / (0.48 B Q_u)$$

ここで、

$F_r$  : 基礎底面に作用する合力 (kN)

$H_u$  : 基礎底面と地盤との間に働く最大せん断抵抗力の特性値 (kN)

$Q_u$  : 基礎底面地盤の極限鉛直支持力の特性値 (kN)

$V$  : 基礎底面に作用する鉛直力 (kN)

$H$  : 基礎底面に作用する水平力 (kN)

$M$  : 基礎底面に作用する転倒モーメント (kN・m)

$B$  : 水平力の作用方向の基礎幅 (m)

基礎底面と地盤との間に働く最大せん断抵抗力の特性値  $H_u$  は、以下によって求める。

$$H_u = c_B A_e + V \tan \phi_B$$

ここで、

$H_u$  : 基礎底面と地盤との間に働く最大せん断抵抗力の特性値 (kN)

$c_B$  : 基礎底面と地盤との間の付着力 (kN/m<sup>2</sup>)

$\phi_B$  : 基礎底面と地盤との間の摩擦角 (°)

$A_e$  : 有効載荷面積 (m<sup>2</sup>)



V : 基礎底面に作用する鉛直力(kN)。ただし、浮力を差引いた値とする。

摩擦角  $\phi_B$  と付着力  $c_B$  は、第 1.2-8 表に示す値とする。

第 1.2-8 表 摩擦角と付着力

条件	摩擦角 $\phi_B$ (摩擦係数 $\tan \phi_B$ )	付着力 $c_B$
土とコンクリート	$\phi_B = 2\phi / 3$	0
土とコンクリートの間に栗石又は砕石を敷く場合	$\tan \phi_B = 0.6$ 又は $\phi_B = \phi$ の小さい方	0
岩とコンクリート	$\tan \phi_B = 0.6$	0
土と土, 又は岩と岩	$\phi_B = \phi$	c

$\phi$  : 支持地盤のせん断抵抗角( $^\circ$ ),  $c$  : 支持地盤の粘着力( $\text{kN}/\text{m}^2$ )

基礎底面と地盤との間に働くせん断抵抗力の特性値  $H_u$  の算定結果を第 1.2-9 表に、基礎底面に作用する合力の算定結果を第 1.2-10 表に示す。

第 1.2-9 表 基礎底面と地盤との間に働くせん断抵抗力の特性値の  
算定結果

項目			西側トレンチ	東側トレンチ
支持地盤 (d u 層) 強度特性	粘着力	$c$ (kN/m <sup>2</sup> )	10	10
	内部摩擦角	$\phi$ (°)	38.9	38.9
基礎底面寸法	基礎底面の短辺	B(m)	27.6	34.9
	基礎底面の長辺	D(m)	93.1	93.1
荷重の偏心量		e(m)	0.67	0.75
有効載荷面積		A <sub>e</sub> (m)	2,445	3,110
摩擦係数の算定	基礎底面と地盤との間の摩擦角	$\phi_B$ (°)	25.9	25.9
	摩擦係数	$\tan \phi_B$	0.49	0.49
基礎底面と地盤との間の付着力		$c_B$ (kN/m <sup>2</sup> )	0	0
基礎底面に作用する鉛直力		V (kN)	490,142	525,599
基礎底面と地盤との間に働く最大せん断抵抗力の特性値		H <sub>u</sub> (kN)	240,170	257,544

第 1.2-10 表 基礎底面に作用する合力の算定結果

項目		西側トレンチ	東側トレンチ
水平力の作用方向の基礎幅	B(m)	27.6	34.9
基礎底面に作用する鉛直力	V (kN)	490,142	525,599
基礎底面に作用する水平力	H (kN)	99,045	106,233
基礎底面に作用するモーメント	M (kN・m)	327,259	391,792
基礎底面地盤の極限鉛直支持力の特性値	Q <sub>u</sub> (kN)	19,720,371	27,135,805
基礎底面と地盤との間に働く最大せん断抵抗力の特性値	H <sub>u</sub> (kN)	240,170	257,544
合力算定に用いる各係数	$\nu$	0.02485	0.01937
	h	0.01025	0.00799
	m	0.00125	0.00086
合力	F <sub>r</sub> (kN)	838,611	898,269

### (3) 評価結果

基礎底面地盤の支持力の制限値による評価結果を第 1.2-11 表に示す。

基礎底面地盤の支持力の制限値による評価では、安全率は、西側トレンチが 12.3，東側トレンチが 15.9 となり，支持地盤は廃棄物埋設施設の荷重に対して十分な支持力を有していると評価した。

第 1.2-11 表 基礎底面地盤の支持力の制限値による評価結果

(道示 IV)

項目		西側トレンチ	東側トレンチ
収納廃棄物	—	ボックスパレット (金属廃棄物)	コンクリート ブロック
合力 (接地圧)	$F_r$ (kN)	838,611	898,269
基礎底面地盤の支持力の制限値	$Q_{y,d}$ (kN)	10,382,775	14,287,001
安全率	$Q_{y,d}/F_r$	12.3	15.9

## 1. 2. 2 「国土交通省告示第千百十三号」による方法

### (1) 設置地盤の許容応力度の算定

設置地盤の許容応力度は、「国土交通省告示第千百十三号」のうち、第2項(1)の式を用いて算出する。

$$q_a = 1/3 \times (i_c \alpha C N_c + i_\gamma \beta \gamma_1 B N_\gamma + i_q \gamma_2 D_f N_q)$$

$$i_c = i_q = (1 - \theta / 90)^2, \quad i_\gamma = (1 - \theta / \phi)^2$$

ここで、

$q_a$  : 長期に生ずる力に対する地盤の許容応力度 (kN/m<sup>2</sup>)

$\theta$  : 基礎に作用する荷重の鉛直方向に対する傾斜角 (°)

$\phi$  : 地盤の特性によって求めた内部摩擦角 (°)

$\alpha, \beta$  : 基礎底面の形状係数

$C$  : 粘着力 (kN/m<sup>2</sup>)

$B$  : 基礎荷重面の短辺又は短径 (m)

$\gamma_1$  : 基礎荷重面下の地盤 (支持地盤) の単位体積重量  
(kN/m<sup>3</sup>)

$\gamma_2$  : 基礎荷重面より上方の地盤の平均単位体積重量  
(kN/m<sup>3</sup>)

$D_f$  : 基礎に近接した最低地盤面から基礎荷重面までの深さ  
(m)

$N_c, N_\gamma, N_q$  : 支持力係数 (第 1.2-12 表参照)

第 1.2-12 表 内部摩擦角に応じた支持力係数一覧

内部摩擦角	0°	5°	10°	15°	20°	25°	28°	32°	36°	40°以上
$N_c$	5.1	6.5	8.3	11.0	14.8	20.7	25.8	35.5	50.6	75.3
$N_\gamma$	0	0.1	0.4	1.1	2.9	6.8	11.2	22.0	44.4	93.7
$N_q$	1.0	1.6	2.5	3.9	6.4	10.7	14.7	23.2	37.8	64.2

設置地盤の許容応力度の算定結果について、第 1.2-13 表に示す。

第 1.2-13 表 設置地盤の許容応力度の算定結果

項目			西側トレンチ	東側トレンチ	備考
基礎形状	基礎底面の短辺	B(m)	27.6	34.9	
	基礎底面の長辺	D(m)	93.1	93.1	
地盤強度	粘着力	$C(kN/m^2)$	10	10	支持地盤 (d u 層) の三軸圧縮試験 (CD 試験) から決定
	内部摩擦角	$\phi (^{\circ})$	38.9	38.9	
係数	基礎に作用する荷重の鉛直方向に対する傾斜角	$\theta (^{\circ})$	0	0	荷重は支持地盤に対して鉛直であることから $\theta = 0$
	基礎に作用する荷重の鉛直方向に対する傾斜角に応じた数値	$i_c, i_q$	1	1	
		$i_\gamma$	1	1	
形状係数	基礎底面の短辺と長辺の比	B/D	0.30	0.37	
	形状係数	$\alpha$	1.1	1.1	
	形状係数	$\beta$	0.44	0.43	
基礎に近接した最低地盤面から基礎荷重面までの深さ		$D_f(m)$	4.41	4.41	基礎地盤 (d u 層 : T.P. +4.00m) から、廃棄物施設敷地内の盛土天端 (T.P. +8.41m) までの高さ
単位体積重量	支持地盤の単位体積重量	$\gamma_1(kN/m^3)$	17.46	17.46	d u 層の単位体積重量
	基礎荷重面より上方にある地盤の平均単位体積重量	$\gamma_2(kN/m^3)$	17.46	17.46	d u 層の単位体積重量
支持力係数		$N_c$	68.5	68.5	三軸圧縮試験試験結果 (内部摩擦角) と、国土交通省告示第1113号に示される支持力係数の表より設定
		$N_q$	80.1	80.1	
		$N_f$	56.9	56.9	
支持地盤の許容応力度 (長期)		$q_a(kN/m^2)$	6,319	7,270	

(2) 地盤反力度 (接地圧)

地盤反力度は、「道示Ⅳ」により、以下の式によって算出する。

なお、基礎底面に作用する鉛直及び基礎底面図心に作用するモーメントについては、第 1.2-4 表の値を使用する。

i) 荷重の作用位置が底面の核内にある場合 (台形分布  $e < B/6$ )

$$q_{max} = (V/DB) + (6M/DB^2)$$

ii) 荷重の作用位置が底面の核外にある場合 (三角形分布  $e \geq B/6$ )

$$q_{max} = 2V/Dx$$

ここで、

V : 基礎底面に作用する鉛直力 (kN)

M : 基礎底面図心に作用するモーメント (kN・m)

e : 荷重の偏心距離 (m)

x : 底面反力の作用幅 (m) で、 $x = 3 \times (B/2 - e)$

x が B より小さいときには三角形分布となり、x が B より大きいときには台形分布となる。

B : 基礎幅 (m)

D : 基礎幅の奥行き (m)

地盤反力度の算定結果を、第 1.2-14 表に示す。

第 1.2-14 表 地盤反力度の算定結果

項目	西側トレンチ	東側トレンチ	備考
偏心距離 $e$ (m)	0.67	0.75	$e=M/V$ として算定
$B/6$ (m)	4.60	5.82	$B$ : トレンチの基礎幅(m)
地盤反力度分布の形状判定	台形分布	台形分布	$e < B/6$ : 台形分布、 $e \geq B/6$ : 三角形分布
地盤反力度 $q_{max}$ ( $kN/m^2$ )	218	182	台形分布として算定

(3) 評価結果

設置地盤の許容応力度による評価結果を第 1.2-15 表に示す。設置地盤の許容応力度による評価では、西側トレンチが 28.9、東側トレンチが 39.9 となり、支持地盤は廃棄物埋設施設の荷重に対して十分な支持力を有していると評価した。

第 1.2-15 表 設置地盤の許容応力度による評価結果

(国土交通省告示第千百十三号)

項目		西側トレンチ	東側トレンチ
収納廃棄物	-	ボックスパレット (金属廃棄物)	コンクリート ブロック
地盤反力度 (接地圧)	$q_{max}$ ( $kN/m^2$ )	218	182
支持地盤の許容応力度 (長期)	$q_a$ ( $kN/m^2$ )	6,319	7,270
安全率	$q_a/q_{max}$	28.9	39.9

## 2 液状化判定に関する根拠資料

### 2.1 液状化判定の考え方

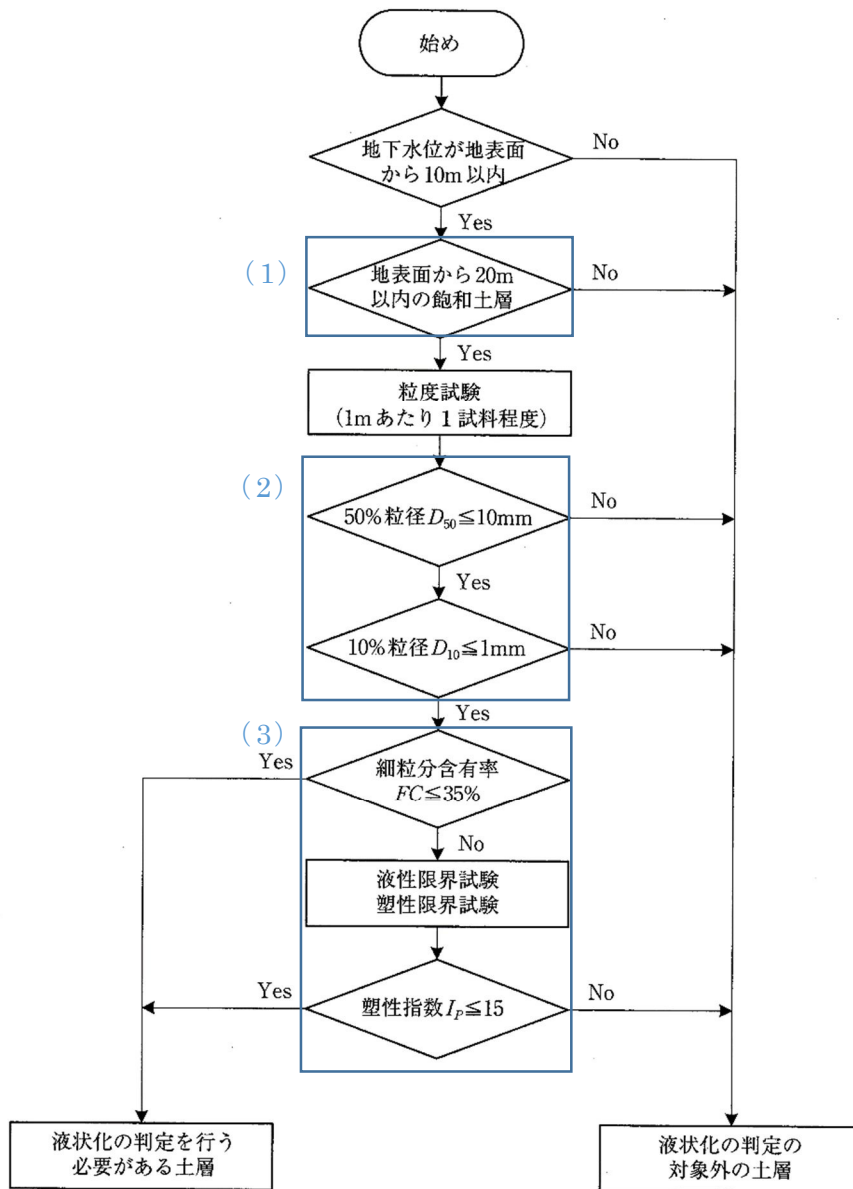
液状化判定については、「道路橋示方書（V耐震設計編）・同解説」（日本道路協会，平成29年）<sup>(4)</sup>（以下「道示V」という。）に基づき実施する。

### 2.2 液状化判定対象層の抽出

液状化判定対象層の抽出については，第2.2-1図に示す「道示V」の液状化判定の対象層の選定フローに基づき実施する。

液状化判定の対象層の抽出結果を第2.2-1表に示す。「道示V」のフローより，廃棄物埋設地の土層のうち，du層，Ag2層，As層（ただし，地表面から20m以内）を，液状化判定の対象層とする。





第 2.2-1 図 液状化判定の対象層の選定フロー  
(「道示 V」より)

第 2.2-1 表 液状化判定の対象層の抽出結果

地質区分	(1) 地表面から 20m 以内の飽和土層	(2) $D_{50} \leq 10\text{mm}$ かつ $D_{10} \leq 1\text{mm}$	(3)		液状化判定 の対象層
			$FC \leq 35\%$	$FC > 35\%$ かつ $I_p \leq 15$	
FL層	× (不飽和)	—	—	—	対象外
du層	不飽和	× (不飽和)	—	—	対象外
	飽和	○ ( $D_{50}=0.341\text{mm}$ 、 $D_{10}=0.104\text{mm}$ )	○ ( $FC=8.1\%$ )	—	対象層
Ag 2層	○	○ ( $D_{50}=0.609\text{mm}$ 、 $D_{10}=0.175\text{mm}$ )	○ ( $FC=5.2\%$ )	—	対象層
Ac層	○	○ ( $D_{50}=0.013\text{mm}$ )	× ( $FC=93.5\%$ )	× ( $FC=93.5\%$ 、 $I_p=44.9$ )	対象外
As層	地表面から 20m 以内	○ ( $D_{50}=0.140\text{mm}$ 、 $D_{10}=0.022\text{mm}$ )	○ ( $FC=22.4\%$ )	—	対象層
	地表面から 20m より深い	× (20m より深い)	—	—	対象外
Ag 1層	× (20m より深い)	—	—	—	対象外
Km層	× (20m より深い)	—	—	—	対象外

## 2. 3 液状化判定

### 2. 3. 1 液状化判定方法

液状化判定は、「道示 V」に基づき、液状化に対する抵抗率  $F_L$  を以下の式により算定し、この値が 1.0 以下の土層については液状化が生じると判定する。

$$F_L = R / L$$

ここで、

$F_L$  : 液状化に対する抵抗率

$R$  : 動的せん断強度比

$L$  : 地震時せん断応力比

動的せん断強度比  $R$  は、レベル 1 地震動及びレベル 2 地震動のそれぞれに対して下式によることを標準とする。

$$R = c_w R_L$$

(レベル 1 地震動及びレベル 2 地震動 (タイプ I) の場合)

$$c_w = 1.0$$

(レベル 2 地震動 (タイプ II) の場合)

$$c_w = 1.0 \quad (R_L \leq 0.1)$$

$$c_w = 3.3 R_L + 0.67 \quad (0.1 < R_L \leq 0.4)$$

$$c_w = 2.0 \quad (0.4 < R_L)$$

$$R_L = 0.0882 \sqrt{(0.85 N_a + 2.1) / 1.7} \quad (N_a < 14)$$

$$R_L = 0.0882 \sqrt{N_a / 1.7 + 1.6 \times 10^{-6} \cdot (N_a - 14)^{4.5}} \quad (14 \leq N_a)$$

$$N_a = c_{FC} (N_1 + 2.47) - 2.47 \quad (D_{50} < 2\text{mm})$$

$$N_a = \{1 - 0.361 \log_{10}(D_{50}/2)\} N_1 \quad (D_{50} \geq 2\text{mm})$$

$$N_1 = 170 N / (\sigma_{vb}' + 70)$$

$$c_{FC} = 1 \quad (0\% \leq FC < 10\%)$$

$$c_{FC} = (FC + 20) / 30 \quad (10\% \leq FC < 40\%)$$

$$c_{FC} = (FC - 16) / 12 \quad (40\% \leq FC)$$

ここで、

$c_w$  : 地震動特性による補正係数

$R_L$  : 繰返し三軸強度比

$N$  : 標準貫入試験から得られる  $N$  値

$N_1$  : 有効上載圧  $100\text{kN}/\text{m}^2$  相当に換算した  $N$  値

$N_a$  : 粒度の影響を考慮した補正  $N$  値

$\sigma_{vb}'$  : 標準貫入試験を行ったときの地表面からの深さにおける有効上載圧 ( $\text{kN}/\text{m}^2$ )

$c_{FC}$  : 細粒分含有率による  $N$  値の補正係数

$FC$  : 細粒分含有率 (%) (粒径  $75\mu\text{m}$  以下の土粒子の通過質量百分率)

$D_{50}$  : 50% 粒径 (mm)

地震時せん断応力比  $L$  は、レベル 1 地震動及びレベル 2 地震動のそれぞれに対して下式によることを標準とする。

$$L = r_d k_{hgL} \sigma_v / \sigma_v'$$

$$r_d = 1.0 - 0.015 x$$

$$k_{hgL} = c_z k_{hgL0}$$

ここで,

$r_d$  : 地震時せん断応力比の深さ方向の低減係数

$k_{hgL}$  : 液状化の判定に用いる地盤面の設計水平深度

$c_z$  : 地域別補正係数で茨城県のレベル 1 地震動の地域別補正係数として 1 とする。

$k_{hgL0}$  : 液状化の判定に用いる地盤面の設計水平深度の標準値

ここでは,  $k_{hgL0} = 0.20$  とする。

$\sigma_v$  : 地表面からの深さ  $x$  における全上載圧 ( $\text{kN}/\text{m}^2$ )

$\sigma_v'$  : 地表面からの深さ  $x$  における有効上載圧 ( $\text{kN}/\text{m}^2$ )

$x$  : 地表面からの深さ (m)

## 2. 3. 2 液状化判定に用いるN値について

液状化判定は、廃棄物埋施設位置のD-4-0孔の標準貫入試験結果から得られた完成時における地表面から20m以内の各地層のN値の最小値を用いた。ここで完成時における地表面は、安全側に廃棄物埋施設底面(T.P.+4.00m)とし、廃棄物埋施設底面から20mの深さとなる標高T.P.-16.00m付近に位置するA<sub>s</sub>層までの各地層のN値の最小値を用いた。

標準貫入試験結果を第2.3-1表に示す。

第 2.3-1 表 標準貫入試験結果

D - 4 - 0			
中心深度 GL. (m)	中心深度 T.P. (m)	土質	N 値
- 2.30	5.99	F L	17
- 3.30	4.99	F L	31
- 4.30	3.99	F L	23
- 5.30	2.99	d u	12
- 6.30	1.99	d u	12
- 7.30	0.99	d u	38
- 8.30	- 0.01	d u	46
- 9.30	- 1.01	A g 2	42
- 10.30	- 2.01	A g 2	19
- 11.30	- 3.01	A g 2	22
- 12.30	- 4.01	A g 2	28
- 13.33	- 5.04	A c	0
- 14.33	- 6.04	A c	0
- 15.33	- 7.04	A c	0
- 16.30	- 8.01	A c	1
- 17.30	- 9.01	A s	16
- 18.30	- 10.01	A c	0
- 19.33	- 11.04	A c	0
- 20.33	- 12.04	A c	0
- 21.33	- 13.04	A c	0
- 22.33	- 14.04	A c	0
- 23.40	- 15.11	A c	1
- 24.30	- 16.01	A s	11
- 25.30	- 17.01	A s	16

  : 各地層の N 値の最小値

### 2.3.3 液状化判定結果

液状化判定結果を第 2.3-2 表に示す。

液状化判定の結果，対象層の  $F_L$  値は 1.0 以上であることから，液状化は生じない。



第 2.3-2 表 液状化の判定結果

地層	標準貫入試験実施時の地層(原地盤)						完成後の地層						液状化判定																										
	標高TP:m		深度GL:-m		層厚	$\gamma t_1$	$\gamma t_2$	$\gamma' t_2$	標高TP:m		深度GL:-m		層厚	$\gamma t_1$	$\gamma t_2$	$\gamma' t_2$	$\sigma'_{vb}$	$\sigma_v$	$\sigma'_v$	D50	FC	N	N1	C <sub>FC</sub>	Na	RL	c <sub>w</sub>	R	rd	Cz	k <sub>hgl0</sub>	k <sub>hgl</sub>	L	FL					
	下端	中心	下端	中心	m	kN/m <sup>3</sup>	kN/m <sup>3</sup>	kN/m <sup>3</sup>	下端	中心	下端	中心	m	kN/m <sup>3</sup>	kN/m <sup>3</sup>	kN/m <sup>3</sup>	kN/m <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>	mm	%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-						

B0 保護工(じゃこ等)  
 B1 保護土層  
 B2 掘削抵抗性層  
 B3 低透水性土層  
 B4 基礎層  
 B5 中間覆土  
 B6 廃棄物層(BP、金属廃棄物)

■ : 液状化判定対象層

■ : 廃棄物及び覆土

### 3 液状化検討を踏まえた沈下量の算定に関する根拠資料

#### 3.1 液状化検討を踏まえた沈下量の算定の考え方

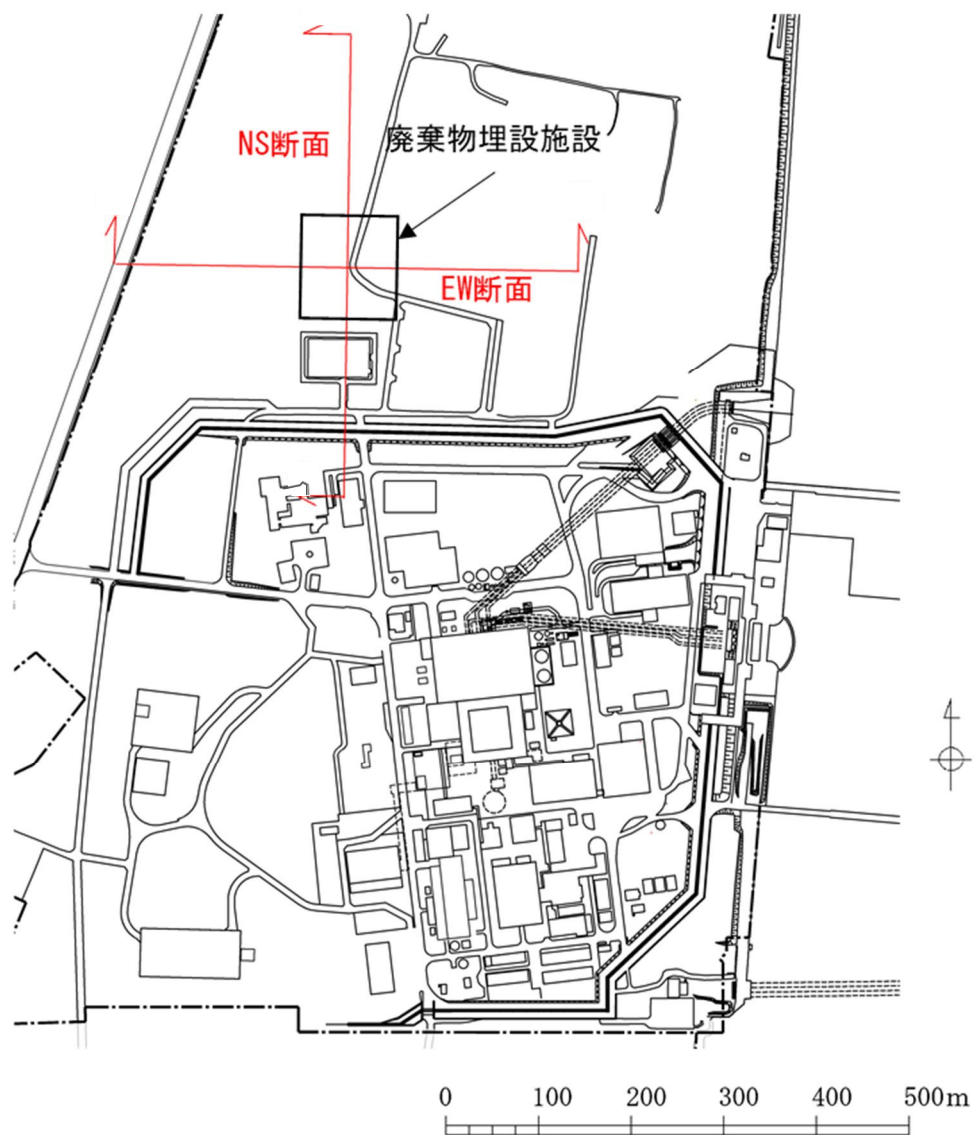
廃棄物埋設施設の地盤については、施設位置のボーリング孔のN値（最小値）を用いて「道示V」に基づき液状化判定を行った結果、液状化は発生しないという結果となった。しかしながら、施設位置で実施したボーリング調査の数量が少ないことから、地盤のばらつきを考慮した検討として施設近傍におけるP S 検層結果及び液状化試験結果の $-1\sigma$ を用いた検討を実施する。

検討は、解析コード「FLIP Ver. 7.3.0\_2」を使用した2次元動的有効応力解析により実施し、地震動に伴う基礎地盤の液状化発生の有無を確認し、廃棄物埋設施設の沈下量を算出する。

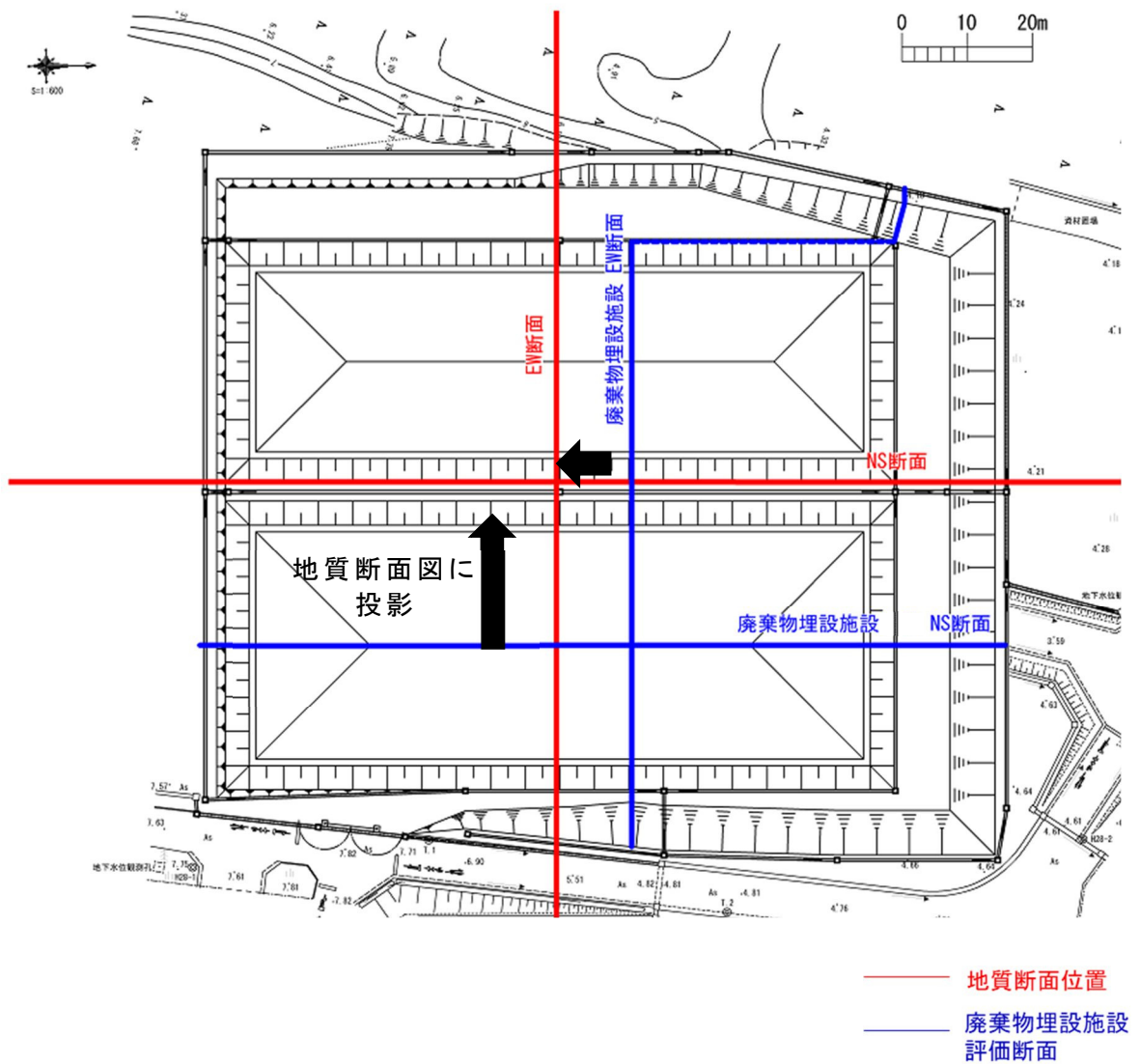
#### 3.2 評価対象断面

廃棄物埋設施設の位置図及び地質断面の位置図を第3.2-1図及び第3.2-2図に示す。

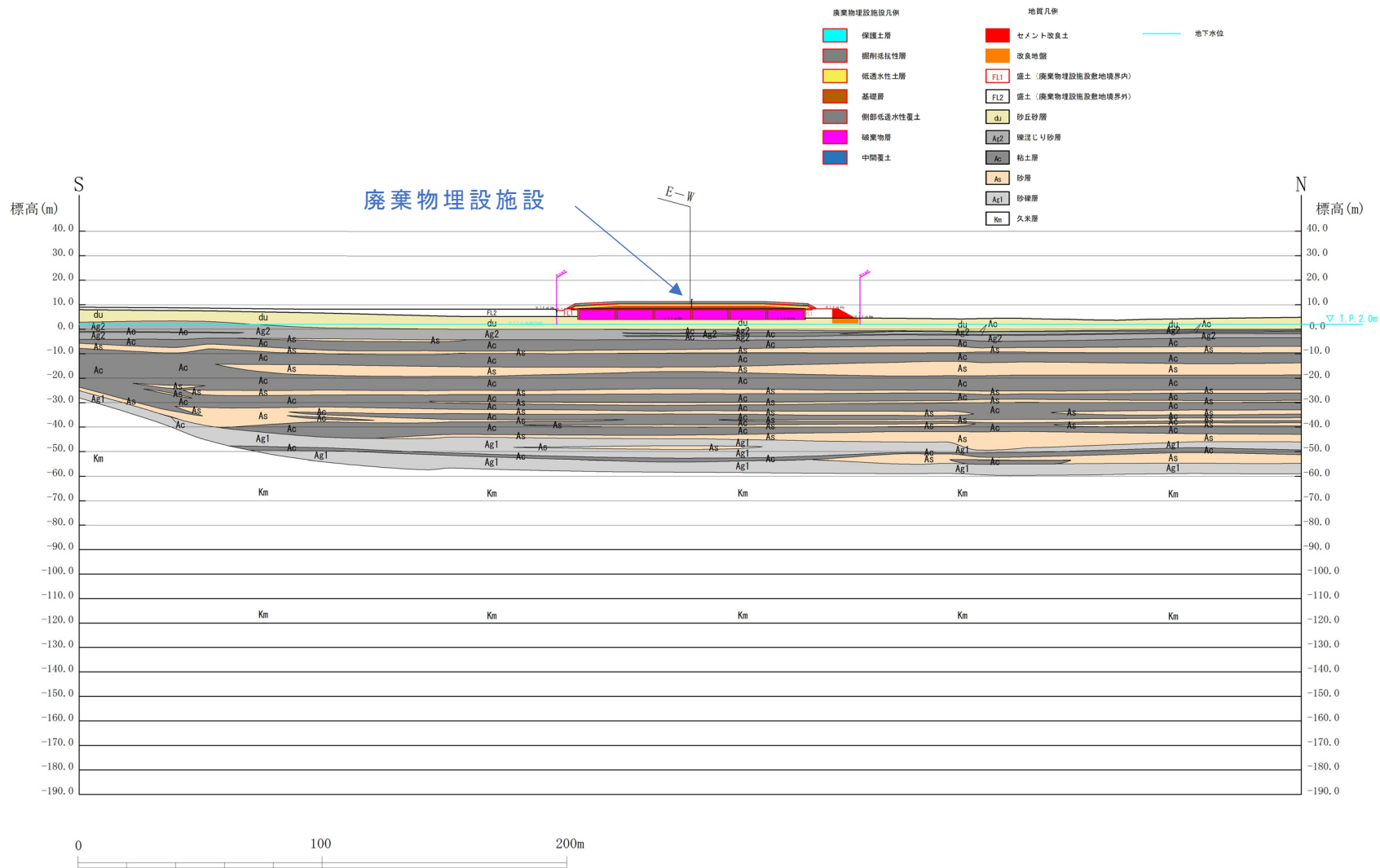
液状化検討の評価断面図を、第3.2-3図～第3.2-6図に示す。



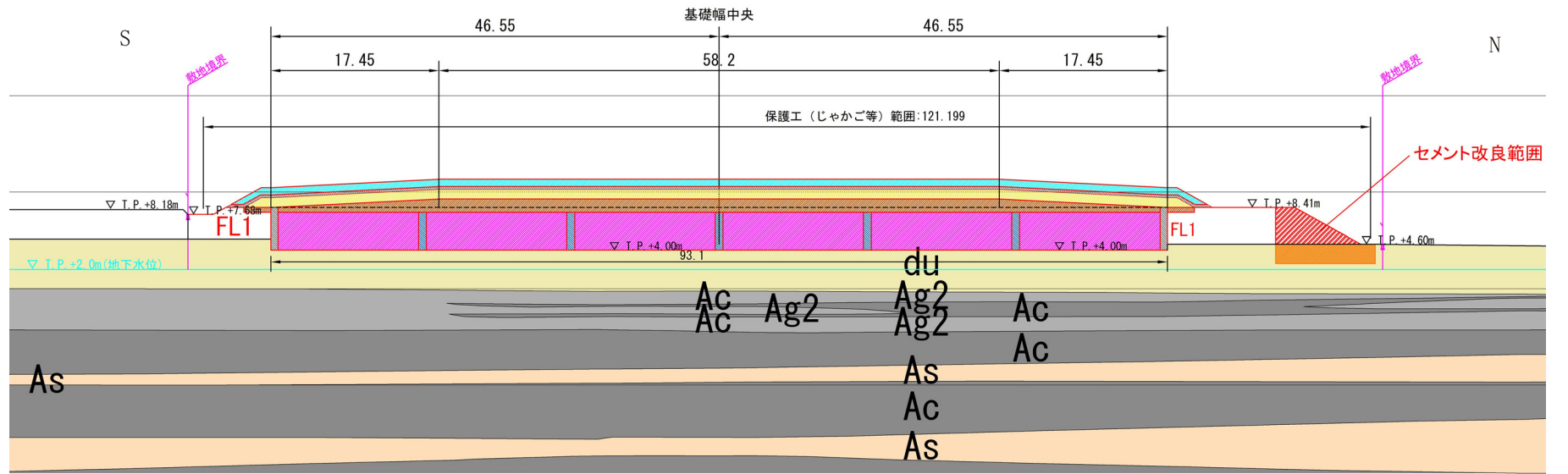
第 3.2-1 図 廃棄物埋施設位置図及び地質断面位置図



第 3.2-2 図 廃棄物埋施設位置図及び地質断面位置図  
(廃棄物埋施設拡大)

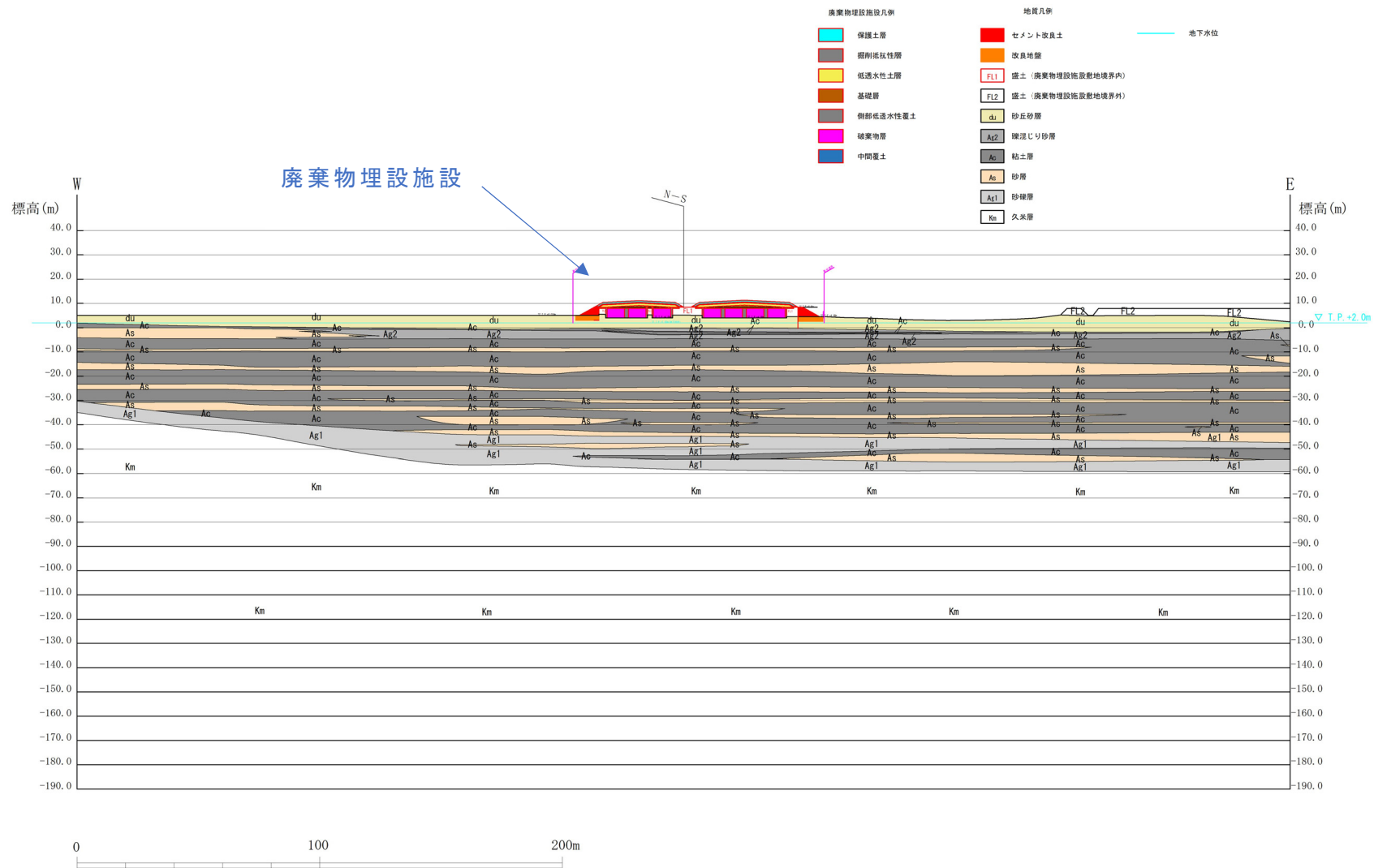


第 3.2-3 図 評価断面図 (NS 断面)

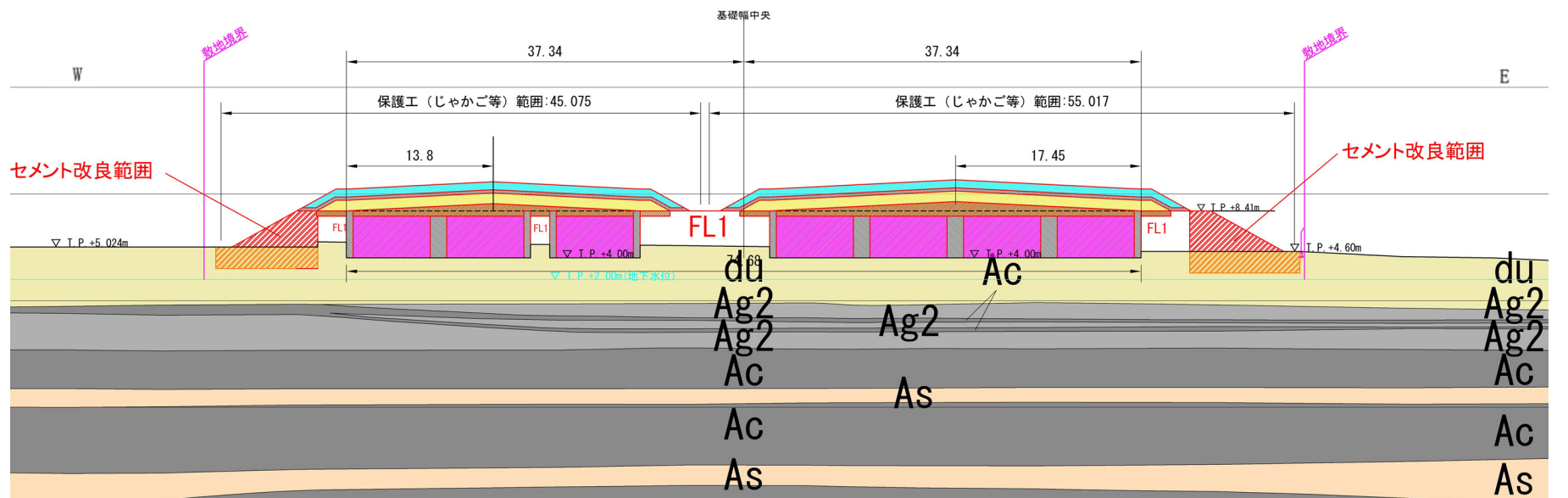


- | 廃棄物埋設施設凡例  | 地質凡例   |  |
|--|--|--|
|  保護土層       |  セメント改良土                |  地下水位 |
|  掘削抵抗性層     |  改良地盤                   |  |
|  低透水性土層     |  FL1 盛土 (廃棄物埋設施設敷地境界内)  |  |
|  基礎層       |  FL2 盛土 (廃棄物埋設施設敷地境界外) |  |
|  側部低透水性覆土 |  du 砂丘砂層              |  |
|  破棄物層     |  Ag2 礫混じり砂層           |  |
|  中間覆土     |  Ac 粘土層               |  |
|  |  As 砂層                |  |
|  |  Ag1 砂礫層              |  |
|  |  Km 久米層               |  |

第 3.2-4 図 評価断面図 (N S 断面 廃棄物埋設施設拡大)



第 3.2-5 図 評価断面図 (EW断面)



廃棄物埋設施設凡例

- 保護土層
- 掘削抵抗性層
- 低透水性土層
- 基礎層
- 側部低透水性覆土
- 破棄物層
- 中間覆土

地質凡例

- セメント改良土
- 改良地盤
- FL1 盛土 (廃棄物埋設施設敷地境界内)
- FL2 盛土 (廃棄物埋設施設敷地境界外)
- du 砂丘砂層
- Ag2 礫混じり砂層
- Ac 粘土層
- As 砂層
- Ag1 砂礫層
- Km 久米層

— 地下水位

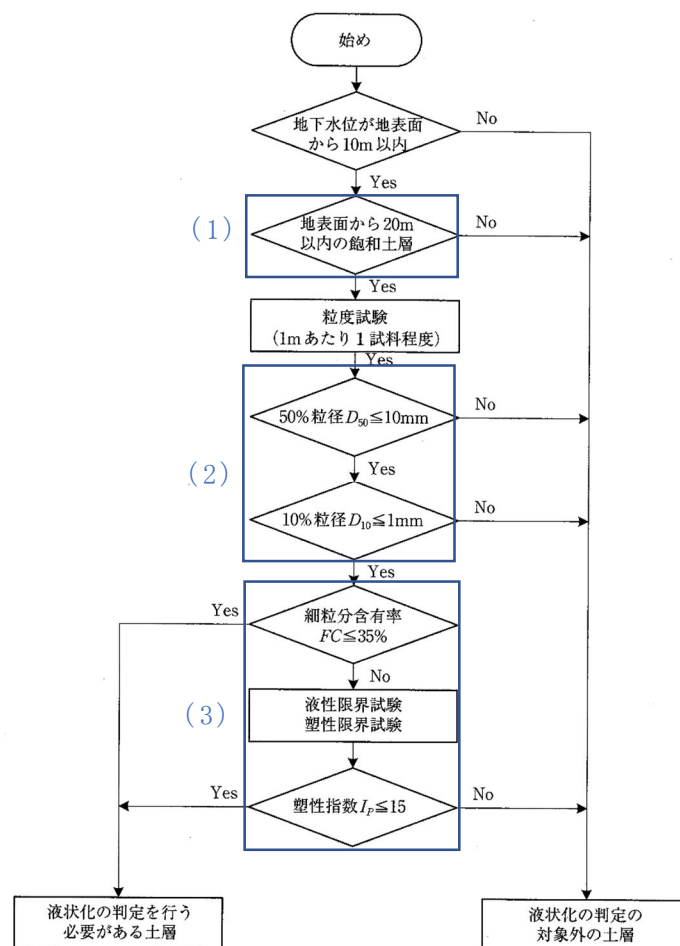
第 3.2-6 図 評価断面図 (EW断面 廃棄物埋設施設拡大)



### 3. 3 液状化検討対象層の抽出

液状化検討対象層の抽出を，第 3.3-1 図に示す「道示 V」の液状化判定の対象層の選定フローに基づき行った。

液状化対象層の抽出結果を第 3.3-1 表に示す。「道示 V」のフローより抽出される検討対象層は d u 層，A g 2 層，A s 層（地表面から 20m 以内）であるが，本検討においては安全側に A s 層の 20m より深い範囲及び A g 1 層についても液状化検討の対象層として考慮する。



第 3.3-1 図 液状化判定の対象層の選定フロー

(「道示 V」より)

第 3.3-1 表 液状化検討対象層の抽出

地質区分	(1) 地表面から 20m 以内の飽和土層	(2) $D_{50} \leq 10\text{mm}$ かつ $D_{10} \leq 1\text{mm}$	(3)		液状化 検討対象層
			$FC \leq 35\%$	$FC > 35\%$ かつ $I_p \leq 15$	
FL1層 (盛土)	× (不飽和)	—	—	—	非液状化層
FL2層 (盛土)	× (不飽和)	—	—	—	非液状化層
du層	不飽和	× (不飽和)	—	—	非液状化層
	飽和	○	○ ( $D_{50}=0.341\text{mm}$ , $D_{10}=0.104\text{mm}$ ) ( $FC=8.1\%$ )	—	検討対象層
Ag2層	○	○ ( $D_{50}=0.609\text{mm}$ , $D_{10}=0.175\text{mm}$ ) ( $FC=5.2\%$ )	○ ( $FC=5.2\%$ )	—	検討対象層
Ac層	○	○ ( $D_{50}=0.013\text{mm}$ )	× ( $FC=93.5\%$ )	× ( $FC=93.5\%$ , $I_p=44.9$ )	非液状化層
As層	地表面から 20m 以内	○	○ ( $D_{50}=0.140\text{mm}$ , $D_{10}=0.022\text{mm}$ ) ( $FC=22.4\%$ )	—	検討対象層
	地表面から 20m より深い	× (20m より深い)	—	—	検討対象層※
Ag1層	× (20m より深い)	—	—	—	検討対象層※
Km層	× (20m より深い)	—	—	—	非液状化層

※「道示V」の選定フローでは抽出されないが、安全側に液状化検討対象層として考慮

### 3. 4 解析用物性値

物性値の設定については、強度特性及び変形特性については文献及び試験結果の平均値を用いることを基本とするが、本検討が地盤のばらつきを考慮した検討及び強制的に液状化させることを仮定した検討であることから、原地盤の第四系の変形特性については施設近傍における  $V_s - 1\sigma$  を用いる。地下水位以下の液状化対象層については、液状化パラメータを設定し、原地盤の液状化パラメータは施設近傍における液状化試験結果の  $-1\sigma$  に基づく要素シミュレーションにより設定する。解析用物性値設定表及び解析用物性値表を第 3.4-1 表～第 3.4-4 表に示す。

第 3.4-1 表 解析用物性値設定表（液状化パラメータ除く）

地質区分		飽和/不飽和		物理特性			強度特性		変形特性					
				湿潤密度 $\rho_i$ (g/cm <sup>3</sup> )	飽和密度 $\rho_{sat}$ (g/cm <sup>3</sup> )	間隙率 n	粘着力 $c$ (N/mm <sup>2</sup> )	内部摩擦角 $\phi$ (°)	基準平均有効主応力 $\sigma'_{ms}$ (kN/m <sup>2</sup> )	せん断弾性係数 $G_{ms}$ (kN/m <sup>2</sup> )	体積弾性係数 <sup>※7)</sup> $K_{ms}$ (kN/m <sup>2</sup> )	拘束圧依存係数 $m_v, m_h$	ポアソン比 $\nu$	最大履歴減衰率 $\beta_{max}$
覆土	保護土層	—	不飽和	現場密度試験	—	現場密度試験及び室内物理試験 <sup>※1)</sup>	三軸圧縮試験 (CD)	三軸超音波速度測定試験に基づき設定			慣用値 <sup>※2)</sup>	三軸圧縮試験 (CD)	繰返し三軸試験より設定した動的変形特性に基づき設定	
	掘削抵抗性層	—	不飽和	文献 <sup>※3)</sup> より設定	—	文献 <sup>※3)</sup> より設定	文献 <sup>※3)</sup> より設定	文献 <sup>※3)</sup> より設定						
	低透水性土層/側部低透水性覆土	—	不飽和	室内物理試験	—	室内物理試験	三軸圧縮試験 (CUBar)	三軸超音波速度測定試験に基づき設定			慣用値 <sup>※2)</sup>	慣用値 <sup>※2)</sup>	繰返し三軸試験より設定した動的変形特性に基づき設定	
	基礎層	—	不飽和	室内物理試験	—	室内物理試験	三軸圧縮試験 (CD)	三軸超音波速度測定試験に基づき設定			慣用値 <sup>※2)</sup>	慣用値 <sup>※2)</sup>	繰返し三軸試験より設定した動的変形特性に基づき設定	
	中間覆土	—	不飽和	室内物理試験	—	室内物理試験	三軸圧縮試験 (CD)	三軸超音波速度測定試験に基づき設定			慣用値 <sup>※2)</sup>	慣用値 <sup>※2)</sup>	繰返し三軸試験より設定した動的変形特性に基づき設定	
廃棄物層	ボックスパレット (金属廃棄物)	—	不飽和	廃棄物及び中間覆土のそれぞれの重量並びに体積から算定	—	中間覆土と同値	中間覆土と同値	中間覆土と同値						
盛土	盛土 (L3施設敷地境界内)	FL1	不飽和	現場密度試験	—	現場密度試験及び室内物理試験 <sup>※1)</sup>	三軸圧縮試験 (CD)	三軸超音波速度測定試験に基づき設定			慣用値 <sup>※2)</sup>	三軸圧縮試験 (CD)	繰返し三軸試験より設定した動的変形特性に基づき設定	
	盛土 (L3施設敷地境界外)	FL2	不飽和	d u 層で代用	—	d u 層で代用	d u 層で代用	d u 層で代用			慣用値 <sup>※2)</sup>	d u 層で代用	d u 層で代用	
原地盤	d u 層 (平均-1 $\sigma$ のVs)	d u	飽和/不飽和	室内物理試験			三軸圧縮試験 (CD)	PS検層と密度より算出した動的変形特性に基づき設定			慣用値 <sup>※2)</sup>	三軸圧縮試験 (CD)	繰返し三軸試験より設定した動的変形特性に基づき設定	
	A g 2 層 (平均-1 $\sigma$ のVs)	A g 2	飽和/不飽和	室内物理試験			三軸圧縮試験 (CD)	PS検層と密度より算出した動的変形特性に基づき設定			慣用値 <sup>※2)</sup>	三軸圧縮試験 (CD)	繰返し三軸試験より設定した動的変形特性に基づき設定	
	A c 層 (平均-1 $\sigma$ のVs)	A c	飽和	—	室内物理試験			三軸圧縮試験 (CD)	PS検層と密度より算出した動的変形特性に基づき設定			慣用値 <sup>※2)</sup>	三軸圧縮試験 (CD)	繰返し三軸試験結果により設定した動的変形特性に基づき設定
	A s 層 (平均-1 $\sigma$ のVs)	A s	飽和	—	室内物理試験			三軸圧縮試験 (CD)	PS検層と密度より算出した動的変形特性に基づき設定			慣用値 <sup>※2)</sup>	三軸圧縮試験 (CD)	繰返し三軸試験結果により設定した動的変形特性に基づき設定
	A g 1 層 (平均-1 $\sigma$ のVs)	A g 1	飽和	—	A g 2 層で代用			A g 2 層で代用	PS検層と密度より算出した動的変形特性に基づき設定			慣用値 <sup>※2)</sup>	A g 2 層で代用	繰返し三軸試験より設定した動的変形特性に基づき設定
	K m 層	K m	飽和	—	室内物理試験			三軸圧縮試験 (CD)	PS検層と密度により算出した動的変形特性に基づき、z (標高) 毎に物性値を設定			慣用値 <sup>※2)</sup>	三軸圧縮試験 (CD)	繰返し三軸試験より設定した動的変形特性に基づき、z (標高) 毎に物性値を設定

※1) 現場密度試験により取得した乾燥密度と、室内物理試験により取得した土粒子密度から、間隙率 $n$ を算定し、 $n=e/(1+e)$ として間隙率 $n$ を算定した。  
 ※2) 液状化による構造物被害予測プログラムFLIPにおいて必要な各種パラメータの簡易設定法 (港湾技術資料 No. 869) (運輸省港湾技術研究所、平成9年6月)  
 ※3) 港湾設計事例集 (財)沿岸技術研究センター、平成19年3月)  
 ※4) 現場施工における安全率 $\gamma$ を考慮して粘着力を算定した。  
 ※5) 二方向同時加振による液状化実験 (第28回土質工学研究発表会 藤川他、1993)  
 ※6) CYCLIC UNDRAINED TRIAXIAL STRENGTH OF SAND BY A COOPERATIVE TEST PROGRAM[Soils and Foundations, JSSMFE. 26-3. (1986)]  
 ※7) 体積弾性係数 $K_{ms}$ は次式によって算定した。  

$$K_{ms}=2(1+\nu)/(3(1-2\nu)) \times G_{ms} \quad (\nu: \text{ポアソン比}, G_{ms}: \text{せん断弾性係数})$$

第 3.4-2 表 解析用物性値表（覆土・廃棄物層・盛土 マルチスプリングモデル）※液状化パラメータ除く

地質区分		飽和/ 不飽和	物理特性			強度特性		変形特性						
			湿潤密度 $\rho_w$ (g/cm <sup>3</sup> )	飽和密度 $\rho_{sat}$ (g/cm <sup>3</sup> )	間隙率 n	粘着力 c (N/mm <sup>2</sup> )	内部摩擦角 $\phi$ (°)	基準平均有効主応力 $\sigma'_{ms}$ (kN/m <sup>2</sup> )	せん断弾性係数 $G_{ms}$ (kN/m <sup>2</sup> )	体積弾性係数 $K_{ms}$ (kN/m <sup>2</sup> )	拘束圧依存係数 $m_v, m_h$	ポアソン比 $\nu$	最大履歴減衰率 $b_{max}$	
覆土	保護土層	-	不飽和	1.79	-	0.38	0.005	33.4	50	183,000	244,000	0.5	0.20	0.233
	掘削抵抗性層	-	不飽和	1.84	-	0.45	0.020	35.0	98	180,000	469,412	0.5	0.33	0.240
	低透水性土層/ 側部低透水性覆土	-	不飽和	2.11	-	0.33	0.012	33.0	100	373,000	972,725	0.5	0.33	0.212
	基礎層	-	不飽和	2.07	-	0.27	0.027	39.6	50	105,500	275,127	0.5	0.33	0.206
	中間覆土	-	不飽和	1.80	-	0.37	0.024	39.0	50	207,000	539,824	0.5	0.33	0.159
廃棄物層	ボックスパレット (金属廃棄物)	-	不飽和	2.94	-	0.37	0.024	39.0	50	207,000	539,824	0.5	0.33	0.159
盛土	盛土 (L3施設敷地境界内)	FL1	不飽和	1.79	-	0.38	0.005	33.4	50	183,000	244,000	0.5	0.20	0.233
	盛土 (L3施設敷地境界外)	FL2	不飽和	1.82	-	0.43	0.000	37.3	111	78,671	137,674	0.5	0.26	0.220
原地盤	d u 層 (平均-1 $\sigma$ のVs)	d u	不飽和	1.82	-	0.43	0.000	37.3	111	78,671	137,674	0.5	0.26	0.220
			飽和	-	1.98		0.000	37.3	355	251,037	439,315			
	A g 2 層 (平均-1 $\sigma$ のVs)	A g 2	不飽和	1.89	-	0.40	0.000	37.4	260	145,646	242,743	0.5	0.25	0.233
			飽和	-	2.01		0.000	37.4	337	188,523	314,205			
	A c 層 (平均-1 $\sigma$ のVs)	A c	飽和	-	1.65	0.61	0.025	29.1	290	77,664	71,192	0.5	0.10	0.200
	A s 層 (平均-1 $\sigma$ のVs)	A s	飽和	-	1.74	0.55	0.000 <sup>※1)</sup>	41.0	218	82,872	145,026	0.5	0.26	0.216
	A g 1 層 (平均-1 $\sigma$ のVs)	A g 1	飽和	-	2.01	0.40	0.000	37.4	793	382,097	636,828	0.5	0.25	0.221
K m 層	K m	飽和	-	z (標高) 毎に 物性値を設定	0.54	z (標高) 毎に 物性値を設定	z (標高) 毎に 物性値を設定							

※1 : FLIP では、液状化層は粘着力を 0 とするため、A s 層の粘着力は  $c=0.000$  (N/mm<sup>2</sup>) とした。

第 3.4-3 表 解析用物性値設定表（液状化対象層に設定する液状化パラメータ）

地質区分			飽和/ 不飽和	液状化パラメータ					
				$\phi_p [^\circ]$	$S_1$	$W_1$	$P_1$	$P_2$	$C_1$
原地盤 (平均 $-1\sigma$ )	d u 層	d u	飽和	液状化強度試験結果 ( $-1\sigma$ ) に基づく要素シミュレーション					
	A g 2 層	A g 2	飽和	液状化強度試験結果 ( $-1\sigma$ ) に基づく要素シミュレーション					
	A s 層	A s	飽和	液状化強度試験結果 ( $-1\sigma$ ) に基づく要素シミュレーション					
	A g 1 層	A g 1	飽和	A g 2 層の液状化強度試験結果を代用した要素シミュレーション					

第 3.4-4 表 解析用物性値表（液状化対象層に設定する液状化パラメータ）

地質区分			飽和/ 不飽和	液状化パラメータ					
				$\phi_p [^\circ]$	$S_1$	$W_1$	$P_1$	$P_2$	$C_1$
原地盤 (平均 $-1\sigma$ )	d u 層	d u	飽和	34.8	0.047	6.5	1.26	0.80	2.00
	A g 2 層	A g 2	飽和	34.9	0.020	58.5	9.00	0.55	3.40
	A s 層	A s	飽和	38.3	0.005	5.3	1.23	0.35	2.25
	A g 1 層	A g 1	飽和	34.9	0.029	51.6	12.00	0.60	3.35

### 3. 5 解析方法

#### 3. 5. 1 検討断面

液状化検討はN S断面及びE W断面を対象とし，最終覆土完了後の液状化検討を実施する。

#### 3. 5. 2 荷重及び荷重の組合せ

##### (1) 荷重

廃棄物埋設施設の地震応答解析において，考慮する荷重を以下に示す。

##### a. 固定荷重

固定荷重は，廃棄物埋設施設の自重と，保護工（じゃかご等）の重量による保護工荷重を考慮する。

保護工（じゃかご等）は，かごマット（碎石：厚さ30cm）の重量を被覆範囲に対して考慮する。単位体積重量は，「道路土工盛土工指針」より，砂礫の単位体積重量として， $20\text{kN/m}^3$ とする。よって，保護工荷重として $6\text{kN/m}^2$ を考慮する。

##### b. 上載荷重

上載荷重は，自動車等の車両や施工機械による車両荷重として，「道路土工盛土工指針」より $10\text{kN/m}^2$ を考慮する。

##### c. 積雪荷重

積雪荷重は，「建築基準法施行令第86条」及び「茨城県建築基準法施工細則第16条の4」に従って設定する。積雪の厚さ1cm

当たりの荷重を  $20\text{N}/\text{m}^2/\text{cm}$  として、積雪量は  $30\text{cm}$  としていることから、積雪荷重は  $600\text{N}/\text{m}^2$  であるが、地震時短期荷重として積雪荷重の  $0.35$  倍である  $0.21\text{kN}/\text{m}^2$  を考慮する。

d. 風荷重

風荷重は、「平成 12 年 5 月 31 日建設省告示第 1454 号」に定められた東海村の設計基準風速  $30\text{m}/\text{s}$  の風荷重を考慮する。風荷重は、「道示 I」に基づき算出し  $1.7\text{kN}/\text{m}^2$  を考慮する。

e. 地震荷重

地震荷重は、「道示 V」のレベル 1 地震動による慣性力を考慮する。

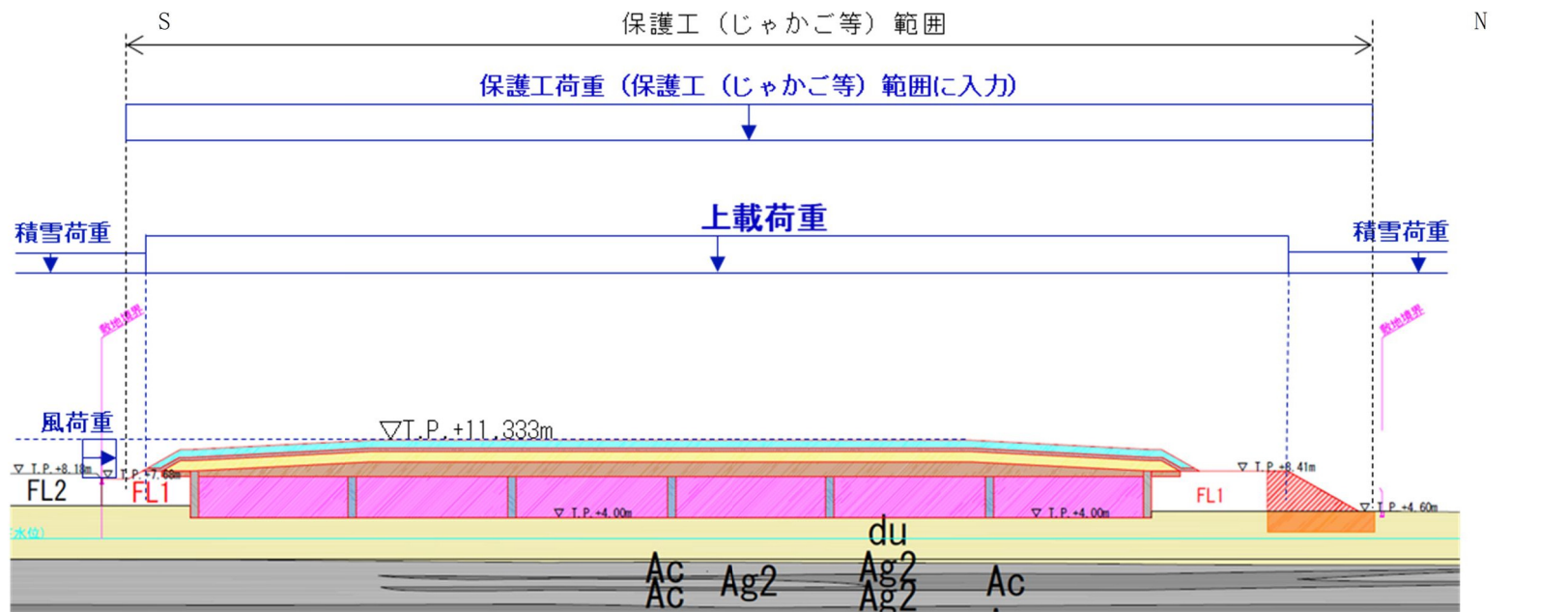


(2) 荷重の組合せ

荷重の組合せを第 3.5-1 表に示す。荷重概念図を第 3.5-1 図及び第 3.5-2 図に示す。

第 3.5-1 表 荷重の組合せ

区分	荷重の組合せ
地震時	固定荷重
	上載荷重
	積雪荷重
	風荷重
	地震荷重



※) 積雪荷重は敷地境界外の地表面にも載荷させる



地震荷重

廃棄物埋設施設凡例

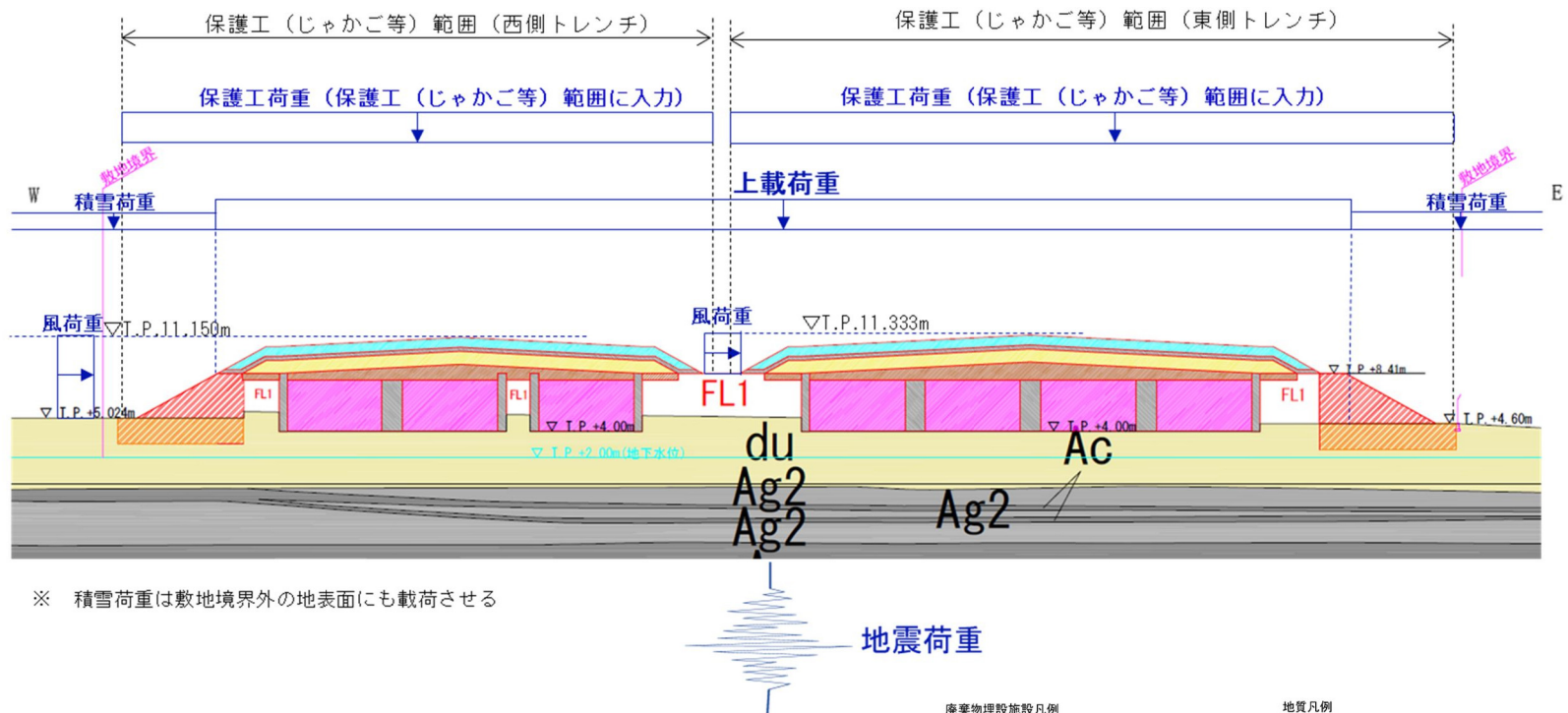
- 保護土層
- 掘削抵抗性層
- 低透水性土層
- 基礎層
- 側部低透水性覆土
- 破棄物層
- 中間覆土

地質凡例

- セメント改良土
- 改良地盤
- FL1 盛土 (廃棄物埋設施設敷地境界内)
- FL2 盛土 (廃棄物埋設施設敷地境界外)
- du 砂丘砂層
- Ag2 礫混じり砂層
- Ac 粘土層
- As 砂層
- Ag1 砂礫層
- Km 久米層

地下水位

第 3.5-1 図 荷重概念図 (NS 断面)



※ 積雪荷重は敷地境界外の地表面にも載荷させる

廃棄物埋設施設凡例

- 保護土層
- 掘削抵抗性層
- 低透水性土層
- 基礎層
- 側部低透水性覆土
- 破棄物層
- 中間覆土

地質凡例

- セメント改良土
  - 改良地盤
  - FL1
盛土 (廃棄物埋設施設敷地境界内)
  - FL2
盛土 (廃棄物埋設施設敷地境界外)
  - du 砂丘砂層
  - Ag2 礫混じり砂層
  - Ac 粘土層
  - As 砂層
  - Ag1 砂礫層
  - Km 久米層
- 地下水位

第 3.5-2 図 荷重概念図 (E W 断面)

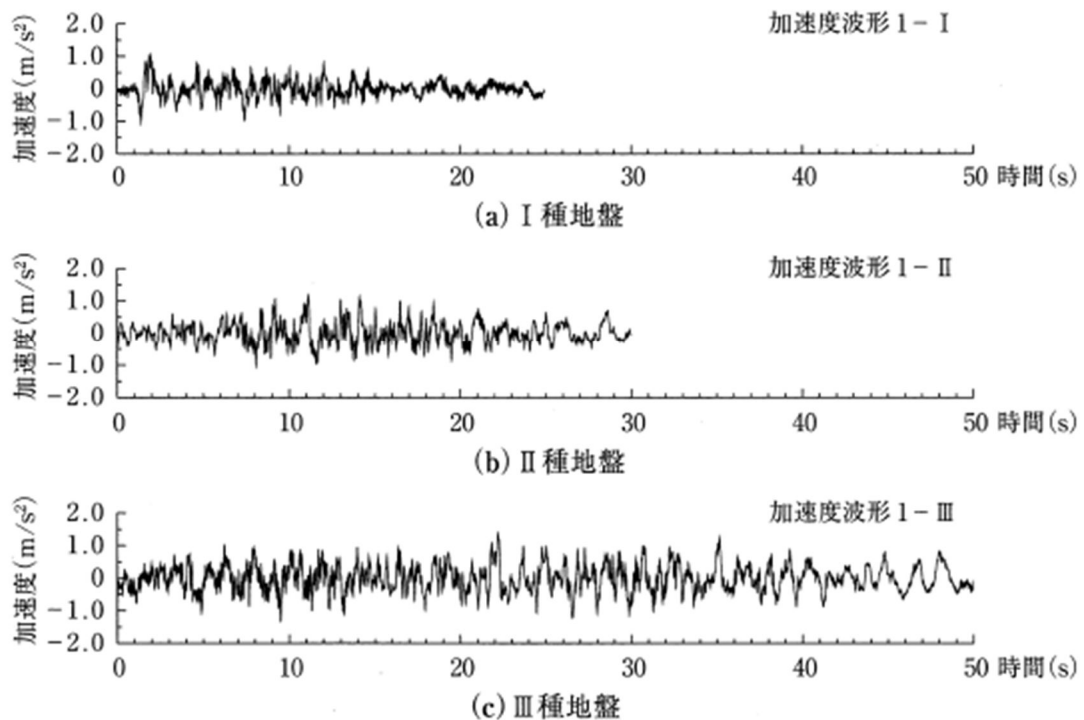
### 3. 5. 3 入力地震動

#### (1) 地震応答解析に用いる入力地震動

地震応答解析に用いる入力地震動は、「道示V」のレベル1地震動とする。レベル1地震動の標準加速度波形を第3.5-3図に示す。

レベル1地震動は、「道示V」に規定された耐震設計上の地盤種別（I種・II種・III種）に応じて定められているため、廃棄物埋設地の耐震設計上の地盤種別を判定し、地震応答解析に用いる入力地震動を決定する。

また、耐震設計上の地盤種別に基づき決定したレベル1地震動の標準加速度波形に対して、「道示V」に規定された地域区分に応じた地域別補正係数（茨城県のレベル1地震動の地域別補正係数）を乗じる。



第3.5-3図 レベル1地震動の標準加速度波形（「道示V」より）

a . 廃棄物埋設地の基本固有周期の算定及び耐震設計上の地盤種別の判定

「道示 V」に基づき, 廃棄物埋設地の基本固有周期を算定して, 廃棄物埋設地の耐震設計上の地盤種別 ( I 種・II 種・III 種) を判定する。地盤の基本固有周期は以下の式による。

$$T_G=4 \sum_{i=1}^n \frac{H_i}{V_{si}}$$

$T_G$  : 地盤の基本固有周期 (s)

$H_i$  : i 番目の地盤の厚さ (m)

$V_{s i}$  : i 番目の地層の平均せん断弾性波速度 (m/s)

i : 当該地盤が地表面から耐震設計上の基盤面まで n 層に区分される場合の地表面から i 番目の地層の番号

上記の式において, 「道示 V」によると, 耐震設計上の基盤面は, 十分堅固な地盤の上面とされている。また, 平均せん断弾性波速度が 300m/s 程度以上の値を有している剛性の高い地層は, 十分堅固な地盤とみなしてよいとされており, これは, 粘性土層では N 値 25 以上, 砂質土層では N 値 50 以上の値を有している剛性の高い地層からなる地盤と考えることができるとされている。

基本固有周期の算定において, 平均せん断弾性波速度  $V_{s i}$  は, 廃棄物埋設地にて実施された標準貫入試験で取得された N 値から以下の式により算定する。

粘性土層の場合： $V_{s i} = 100N_i^{1/3}$  (1 ≤  $N_i$  ≤ 25)

砂質土層の場合： $V_{s i} = 80N_i^{1/3}$  (1 ≤  $N_i$  ≤ 50)

ここで、

$N_i$ ：標準貫入試験による  $i$  番目の地層の平均  $N$  値

耐震設計上の地盤種別の判定は、算定した地盤の基本固有周期に応じ、第 3.5-2 表により区別する。廃棄物埋設地の耐震設計上の地盤種別の判定結果を第 3.5-3 表に示す。廃棄物埋設地の耐震設計上の地盤種別は、Ⅲ種地盤（地盤の基本固有周期 1.55 秒）となった。

第 3.5-2 表 耐震設計上の地盤種別

地盤種別	地盤の基本固有周期 $T_G$ (s)
I 種	$T_G < 0.20$
II 種	$0.20 \leq T_G < 0.60$
III 種	$0.60 \leq T_G$

第 3.5-3 表 耐震設計上の地盤種別の判定結果

耐震設計上の基盤面の地層	A c 層
地盤の基本固有周期 $T_G$ (s)	1.55
耐震設計上の地盤種別	Ⅲ種

b. 地域別補正係数

「道示 V」より、茨城県のレベル 1 地震動の地域別補正係数  $c_z$  は 1 となる。

c. 耐震設計上の地盤面

レベル 1 地震動の標準加速度波形は、耐震設計上の地盤面において求めたものである。耐震設計上の地盤面は、「道示 V」において地震動の入力位置とされている。

耐震設計上の地盤面は、以下の中からいずれか深い地盤面で設定する。

- (a) 常時における設計上の地盤面（長期にわたり安定して存在し、かつ水平抵抗が期待できる。）
- (b) フーチングを有する基礎については、フーチング下面
- (c) 地震時に地盤反力が期待できない土層（ごく軟弱な土層や液状化する土層で耐震設計上土質定数を 0 とする土層）がある場合には、その土層の下面。ただし、地震時に地盤反力が期待できない土層が互層状態で存在する場合には、層厚が 3m 以上の地盤反力が期待できる最も浅い土層の上面。

廃棄物埋設施設は施設下端（T.P. + 4.00m）において、du 層を支持層としている。また、廃棄物埋設施設には、耐震設計上ごく軟弱な土層（地表面から 3m 以内には粘性土層及び、シルト質土層）及び、耐震設計上土質定数を 0 とする土層（液状化に対する抵抗率 FL が 1/3 以下となる土層）は存在しない。よって、地

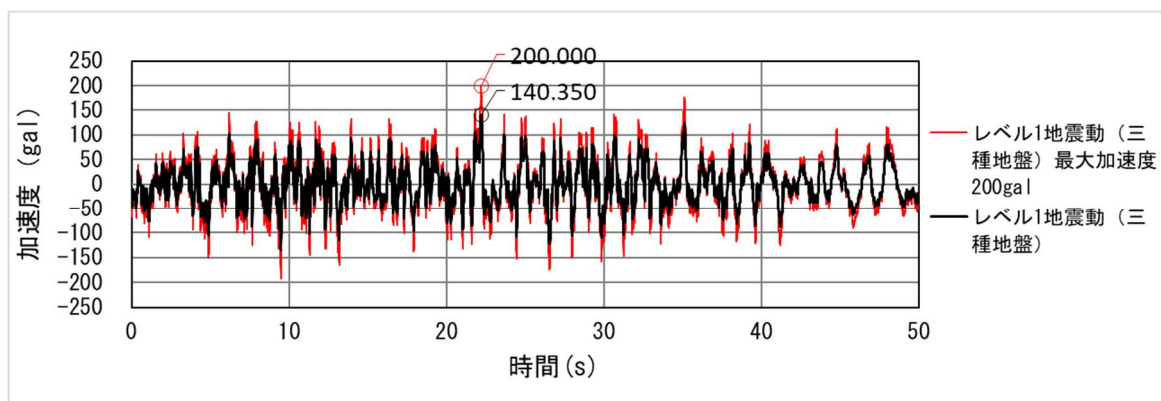
震時に地盤反力が期待できない土層は存在しない。

以上から、耐震設計上の地盤面は、廃棄物埋設施設の下端の T.P. + 4.00m とした。

## (2) 地震応答解析に用いる入力地震動の算定

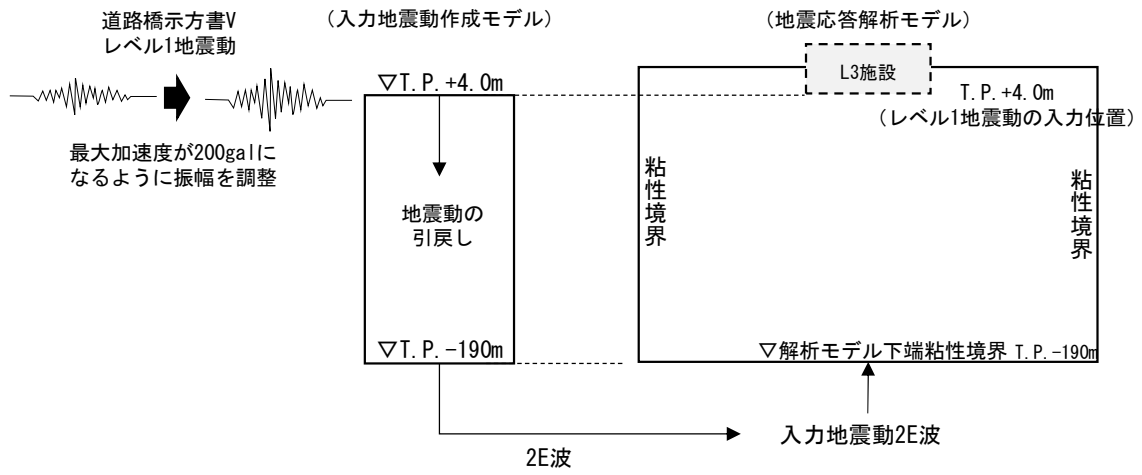
地震応答解析に用いる地震動は、耐震設計上の地盤面 (T.P. + 4.00m) で定義されているレベル 1 地震動を、1 次元波動論により地震応答解析モデル底面位置 (T.P. - 190m) で評価したものをを用いる。入力地震動の算定には、解析コード「microSHAKE/3D Ver2.3.1」を使用する。

また、道路橋示方書のレベル 1 地震動 (Ⅲ種地盤) の最大加速度は 140gal であるため、レベル 1 地震動の最大加速度が 200gal になるように、地震動の加速度波形の振幅調整を行う。レベル 1 地震動 (Ⅲ種地盤) の最大加速度の調整を第 3.5-4 図に、入力地震動算定の概要を第 3.5-5 図に示す。



第 3.5-4 図 レベル 1 地震動 (Ⅲ種地盤) の最大加速度の調整





第 3.5-5 図 入力地震動算定の概要

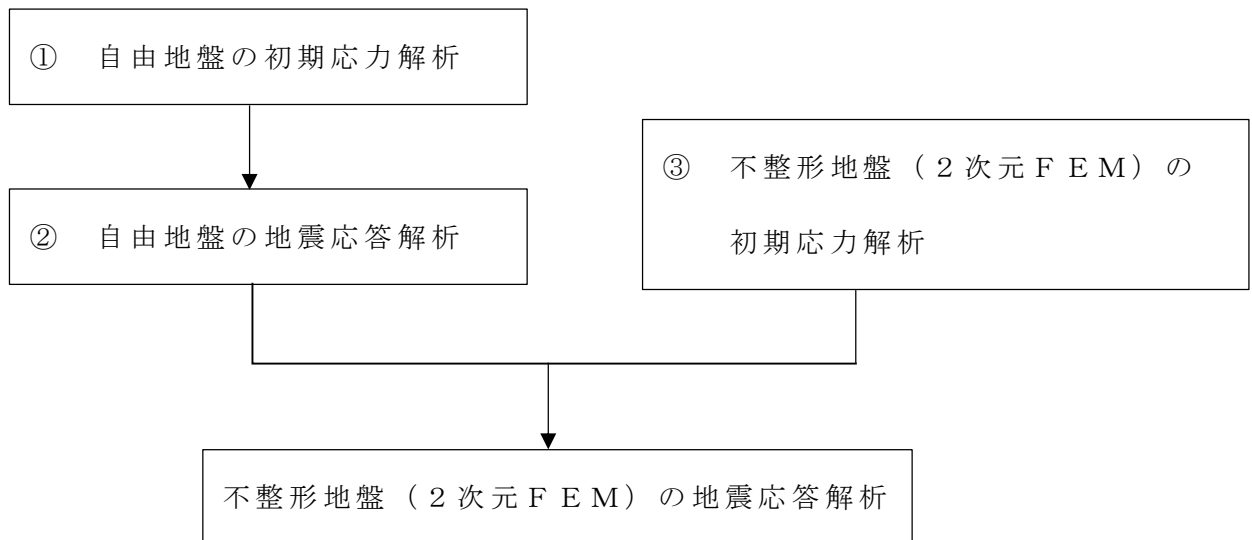
### 3.5.4 解析モデル及び諸元

#### (1) 解析モデルの設定

##### a. 解析モデル領域

地震応答解析モデル領域は，境界条件の影響が地盤及び構造物の応力状態に影響を及ぼさないよう，十分広い領域とする。

2次元有効応力解析における自由地盤の初期応力解析から不整形地盤の地震応答解析までのフローを第3.5-6図に示す。



第3.5-6図 自由地盤の初期応力解析から不整形地盤（2次元FEM）の地震応答解析までのフロー

##### b. 境界条件

固有値解析を実施する際の境界条件は，境界が構造物を含めた周辺地盤の振動特性に影響を与えないよう設定する。ここで，底面境界は地盤のせん断方向の卓越変形モードを把握するために固定とし，側面は実地盤が側方に連続していることを模擬す

るため水平ローラーとする。

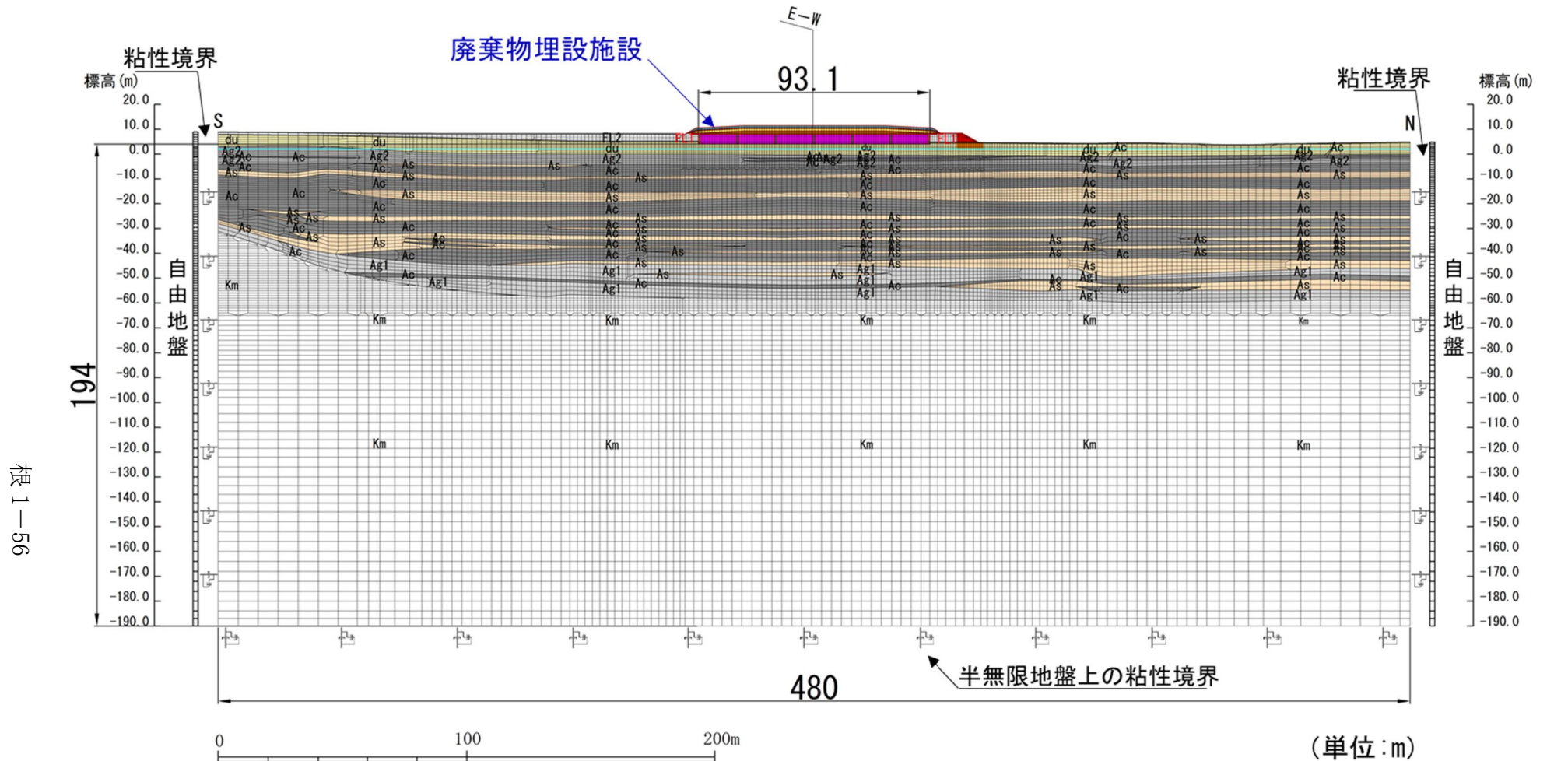
初期応力解析は、地盤や廃棄物埋設施設の自重、風荷重等の静的な荷重を載荷することによる常時の初期応力を算定するため底面は固定とし、側方は自重による地盤の鉛直方向の変形を拘束しないよう鉛直ローラーとする。

地震応答解析時の境界条件については、有限要素解析における半無限地盤を模擬するため粘性境界を設ける。

境界条件を第 3.5-4 表に示す。また、地震応答解析の解析モデル図を第 3.5-7 図及び第 3.5-8 図に示す。

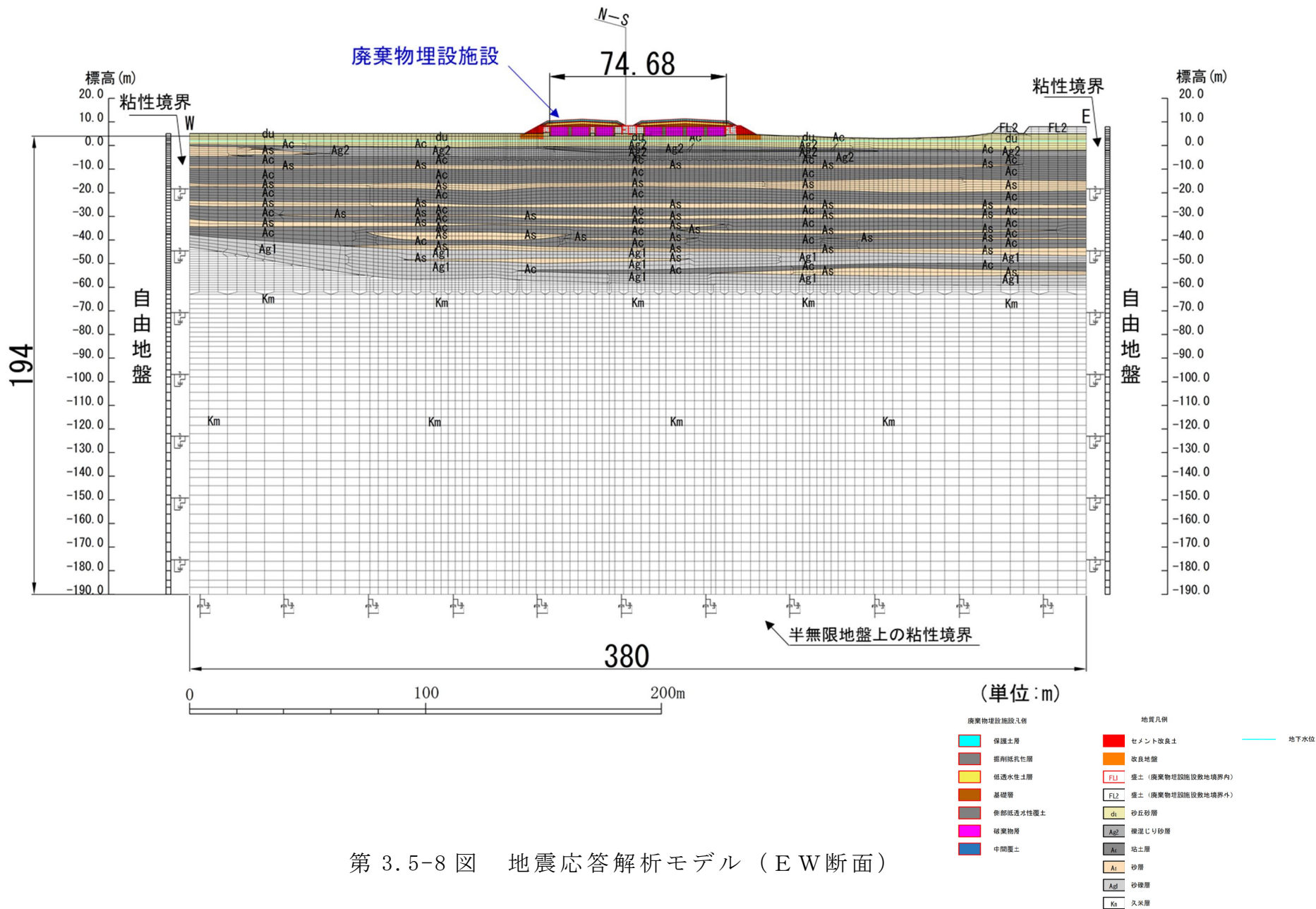
第 3.5-4 表 境界条件

	側方	底面
固有値解析	水平ローラー	固定
初期応力解析	鉛直ローラー	固定
地震応答解析	粘性境界	粘性境界



- | 廃棄物埋設施設凡例   | 地質凡例   | 地下水位   |
|---|--|--|
| <span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:lightblue;"></span> 保護土層     | <span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:red;"></span> セメント改良土                 | <span style="display:inline-block; width:15px; border-bottom:1px solid cyan;"></span> 地下水位 |
| <span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:grey;"></span> 掘削低孔仕層        | <span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:orange;"></span> 改良地盤                 |  |
| <span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:yellow;"></span> 低透水性土層      | <span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; border:1px solid red;"></span> FL1 盛土 (廃棄物埋設施設敷地境界内)   |  |
| <span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:lightgrey;"></span> 基礎層      | <span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; border:1px solid black;"></span> FL2 盛土 (廃棄物埋設施設敷地境界外) |  |
| <span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:lightgrey;"></span> 側部低透水性覆土 | <span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:lightgrey;"></span> du 砂丘砂層           |  |
| <span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:magenta;"></span> 廃棄物層       | <span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:lightgrey;"></span> Ag2 礫混じり砂層        |  |
| <span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:blue;"></span> 中間覆土          | <span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:grey;"></span> Ag 粘土層                 |  |
|   | <span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:lightgrey;"></span> As 砂層             |  |
|   | <span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:lightgrey;"></span> Ag1 砂礫層           |  |
|   | <span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:lightgrey;"></span> Km ヌメ層            |  |

第 3.5-7 図 地震応答解析モデル (NS 断面)



第 3.5-8 図 地震応答解析モデル (E-W断面)

## c. 廃棄物埋設施設のモデル化

### (a) 覆土のモデル化

覆土は，マルチスプリング要素によりモデル化し，地震時の有効応力の変化に応じた非線形せん断応力～せん断ひずみ関係を考慮する。

### (b) 廃棄物層のモデル化

廃棄物埋設施設に埋設する廃棄物は保守側となるように，重量が大きいボックスパレットを埋設廃棄物として考慮する。

また，廃棄物層は廃棄物と中間覆土の積層構造となっており，地震時のせん断変形に対しては，中間覆土（砂）の挙動が支配的であると考えられることから廃棄物層の物性値は中間覆土の物性値を設定し，マルチスプリング要素によりモデル化する。ただし，密度については廃棄物と中間覆土の総重量から体積比により平均密度を算定して設定する。

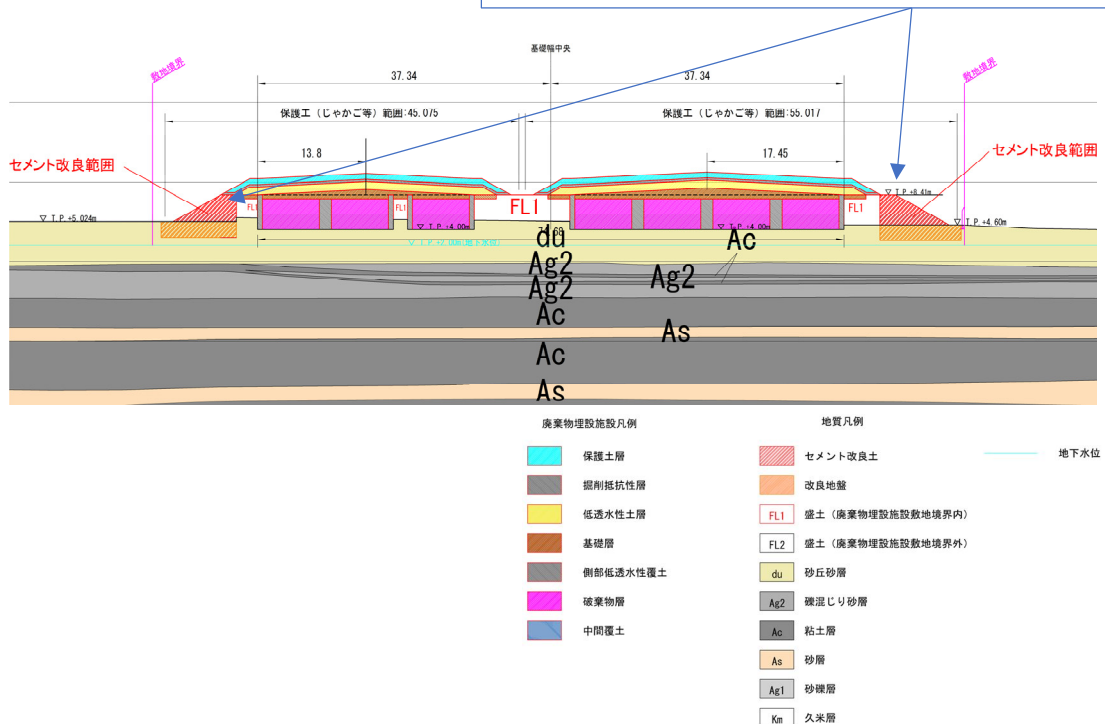
## d. 地盤のモデル化

地盤は，マルチスプリング要素及び間隙水圧要素によりモデル化し，地震時の有効応力の変化に応じた非線形せん断応力～せん断ひずみ関係を考慮する。

## e. セメント改良土及び改良地盤のモデル化

セメント改良土及び改良地盤のモデル化について第 3.5-9 図に示す。

セメント改良土及び改良地盤はモデル化しない（セメント改良土には盛土，改良地盤には d u 層の物性値を設定する。）。



第 3.5-9 図 セメント改良土及び改良地盤のモデル化について

f. 減衰定数

固有値解析により求められる固有振動数及び初期減衰定数に基づく要素剛性比例型減衰を考慮する。

g. 液状化強度特性を設定する土層について

「道示 V」の液状化判定の対象層の選定フローより，液状化対象層として選定された d u 層，A g 2 層，A s 層（地表面から 20m 以内）は，液状化強度特性を設定し，液状化に伴う廃棄物埋施設への影響評価を実施する。また，上記の土層に加え，地表面から 20m 以深であるため，「道示 V」の選定フローから対象外とされた，地表面から 20m 以深の A s 層及び A g 1 層についても保

守的に液状化強度特性を設定して，液状化検討を実施する。

(2) 地下水位

地下水位は，廃棄物埋施設直下の地下水位 (T.P. + 1.40m ~ T.P. + 2.60m) の中央値 T.P. + 2.00m として設定する。



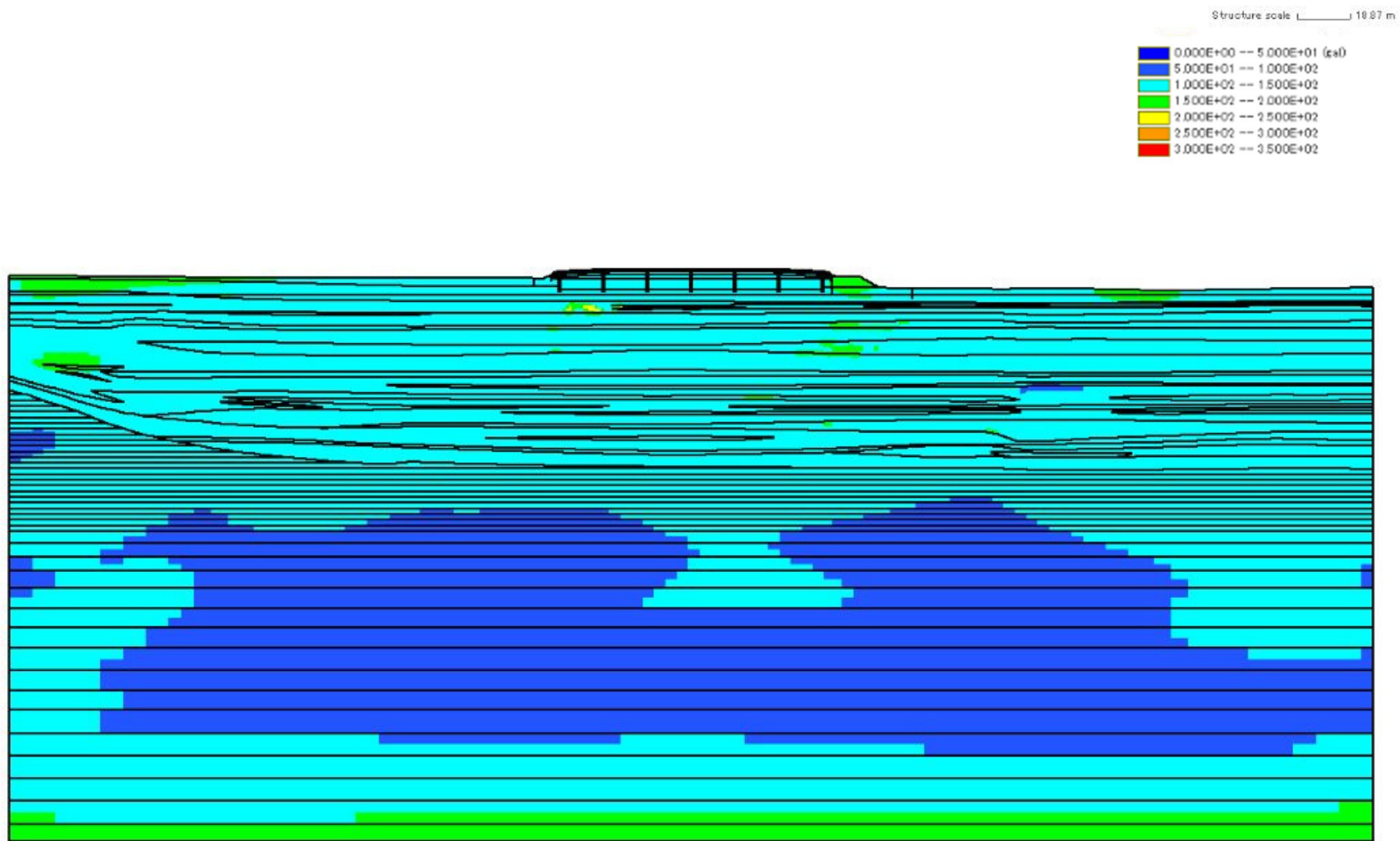
### 3. 6 液状化検討結果

#### 3. 6. 1 地震応答解析結果

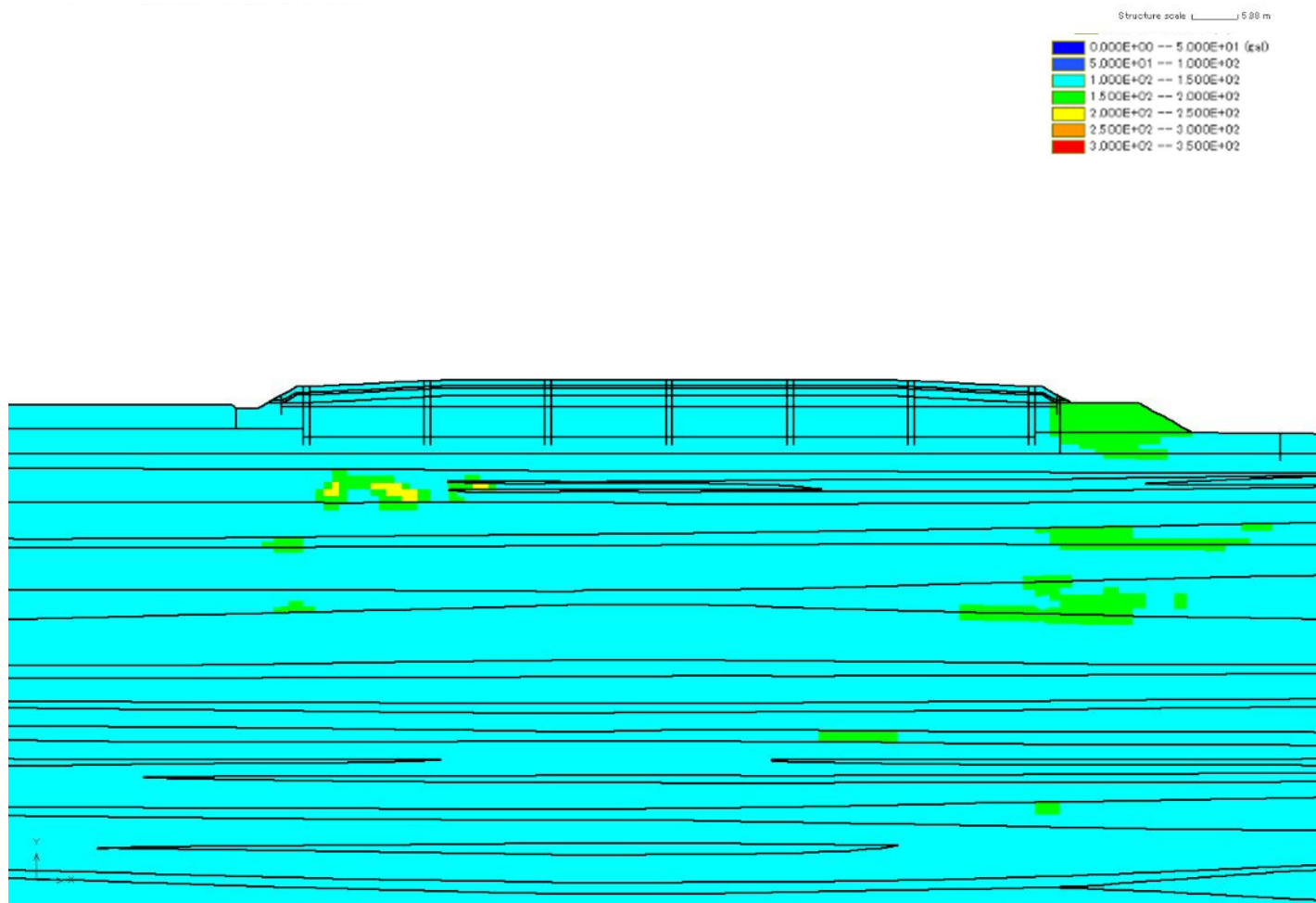
地震応答解析結果として「最大水平加速度分布」,「最大せん断ひずみ分布」及び「過剰間隙水圧比分布」を示す。

##### (1) 最大水平加速度分布

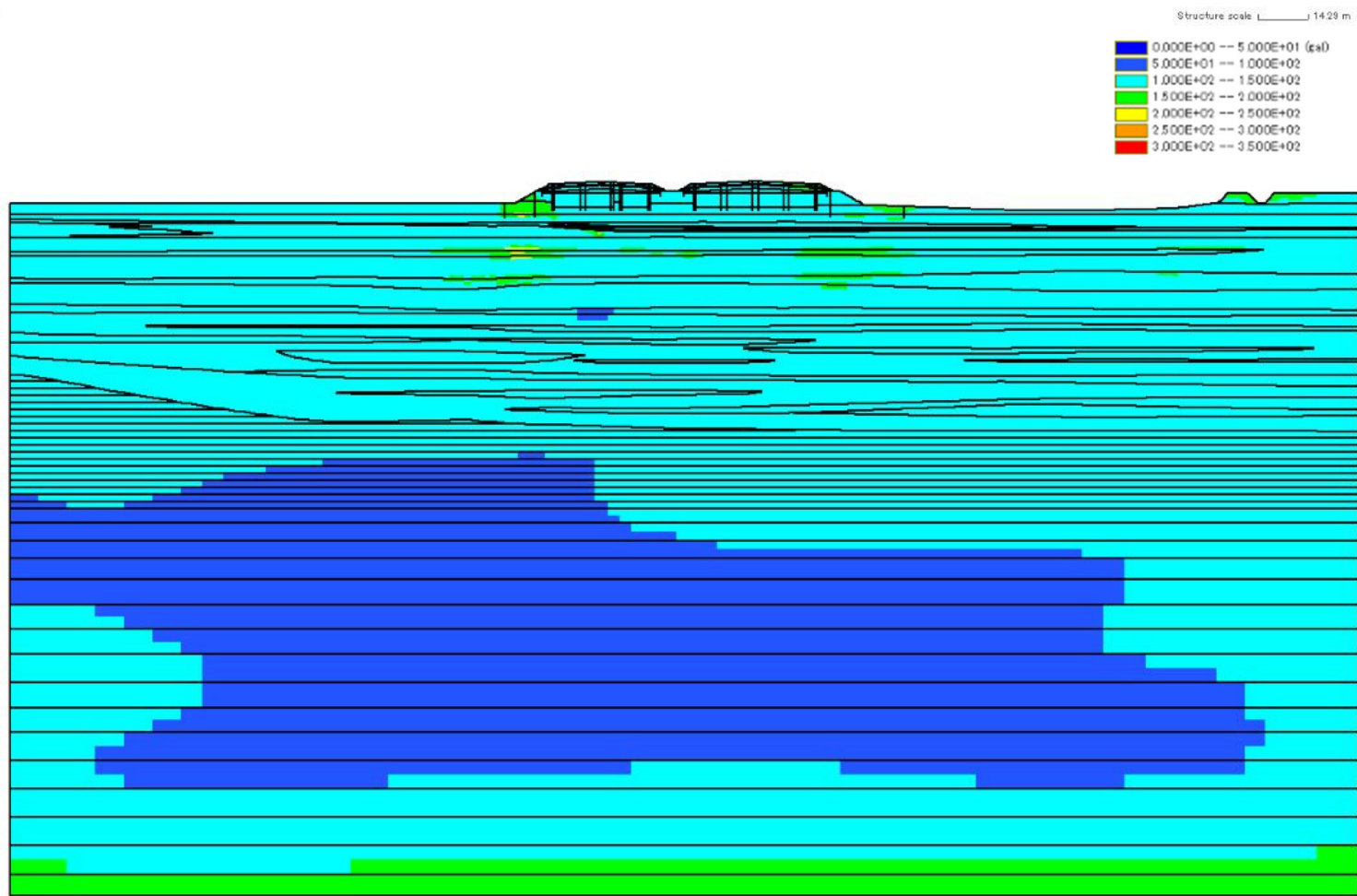
最大水平加速度分布図を第 3.6-1 図及び第 3.6-2 図に示す。これらの図は、各節点における水平加速度の全時刻における最大値の分布を示したものである。



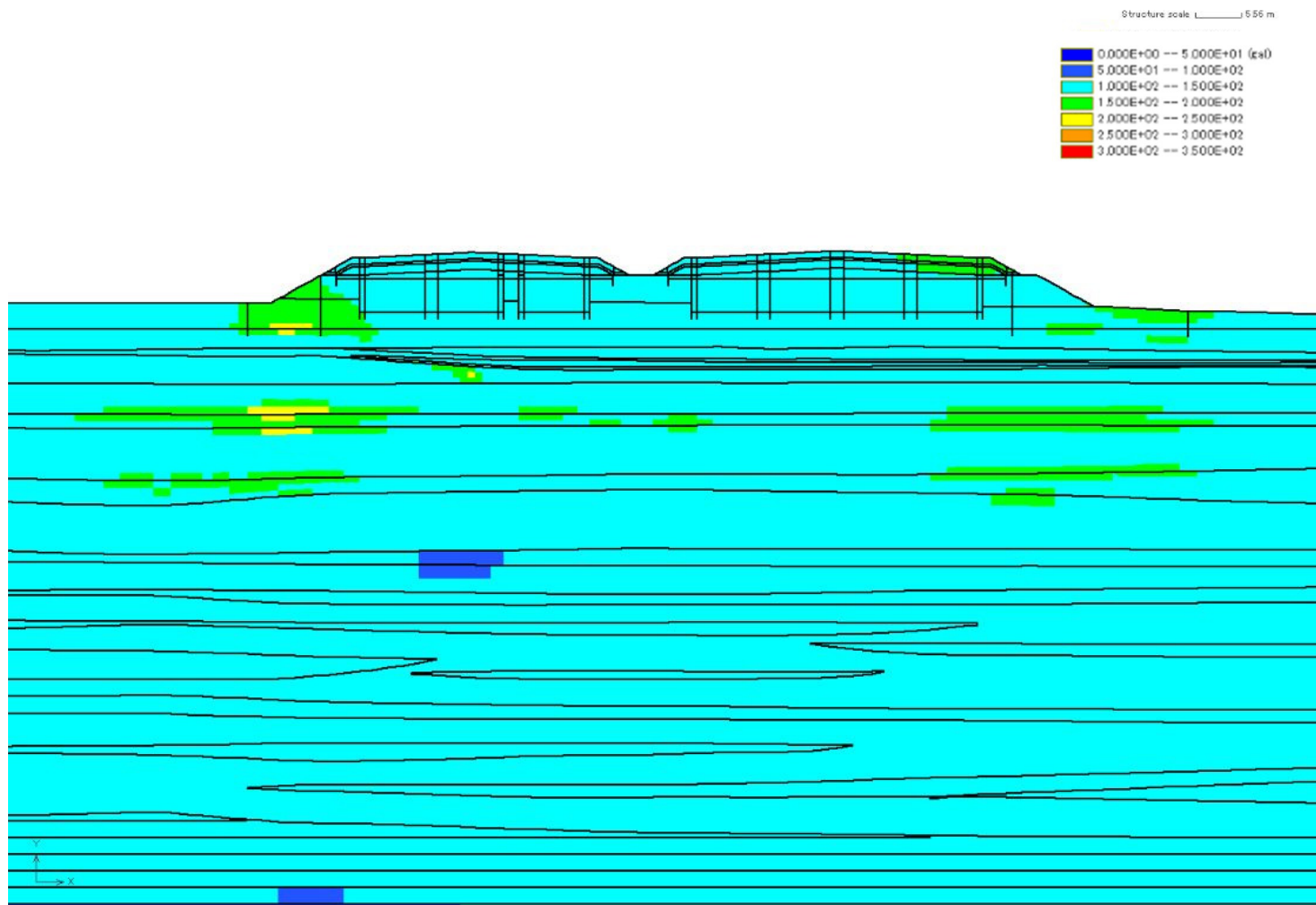
第 3.6-1 図 (1) NS 断面の最大水平加速度分布 (解析モデル全体図)



第 3.6-1 図 (2) NS 断面の最大水平加速度分布 (廃棄物埋施設拡大図)



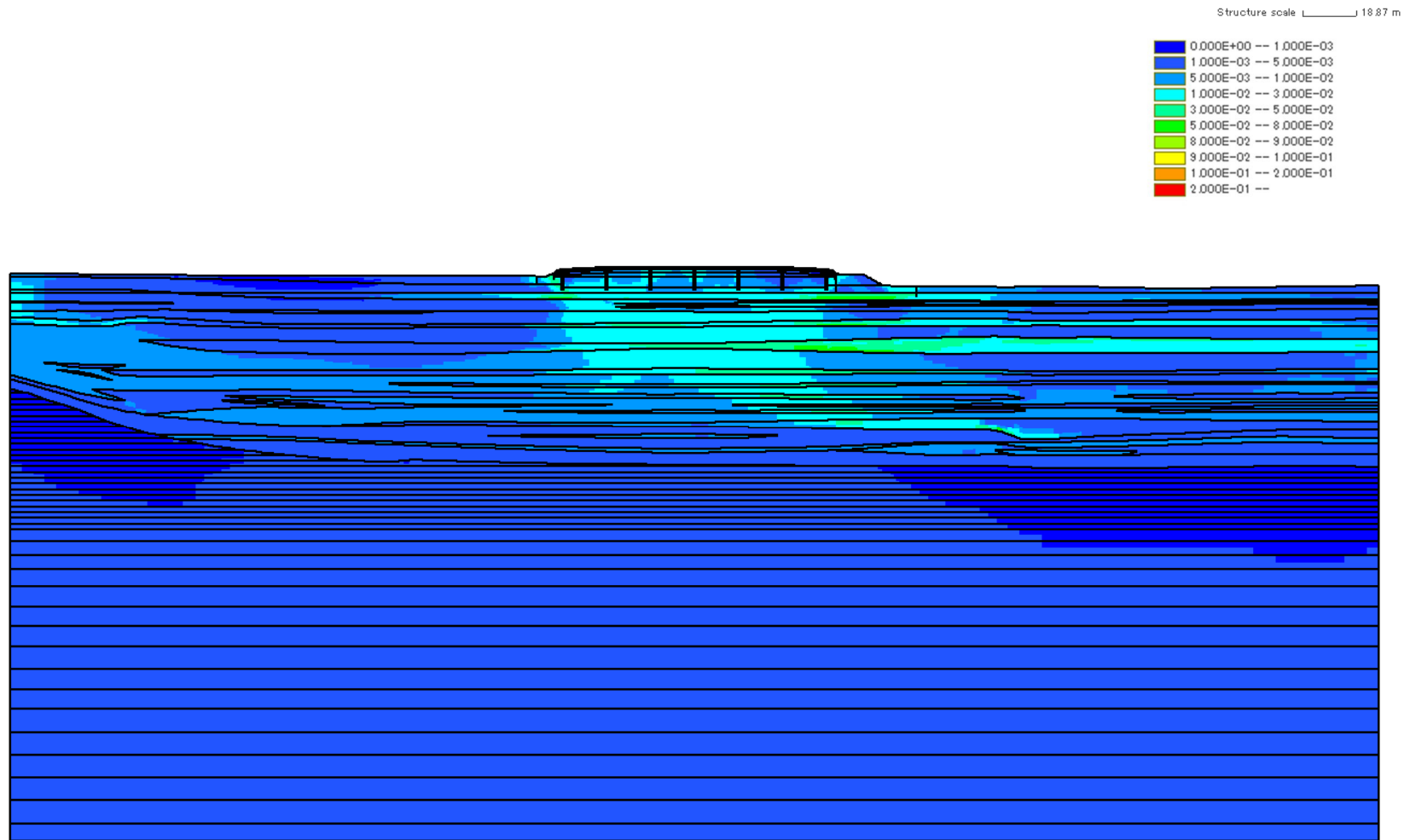
第 3.6-2 図 (1) E W断面の最大水平加速度分布 (解析モデル全体図)



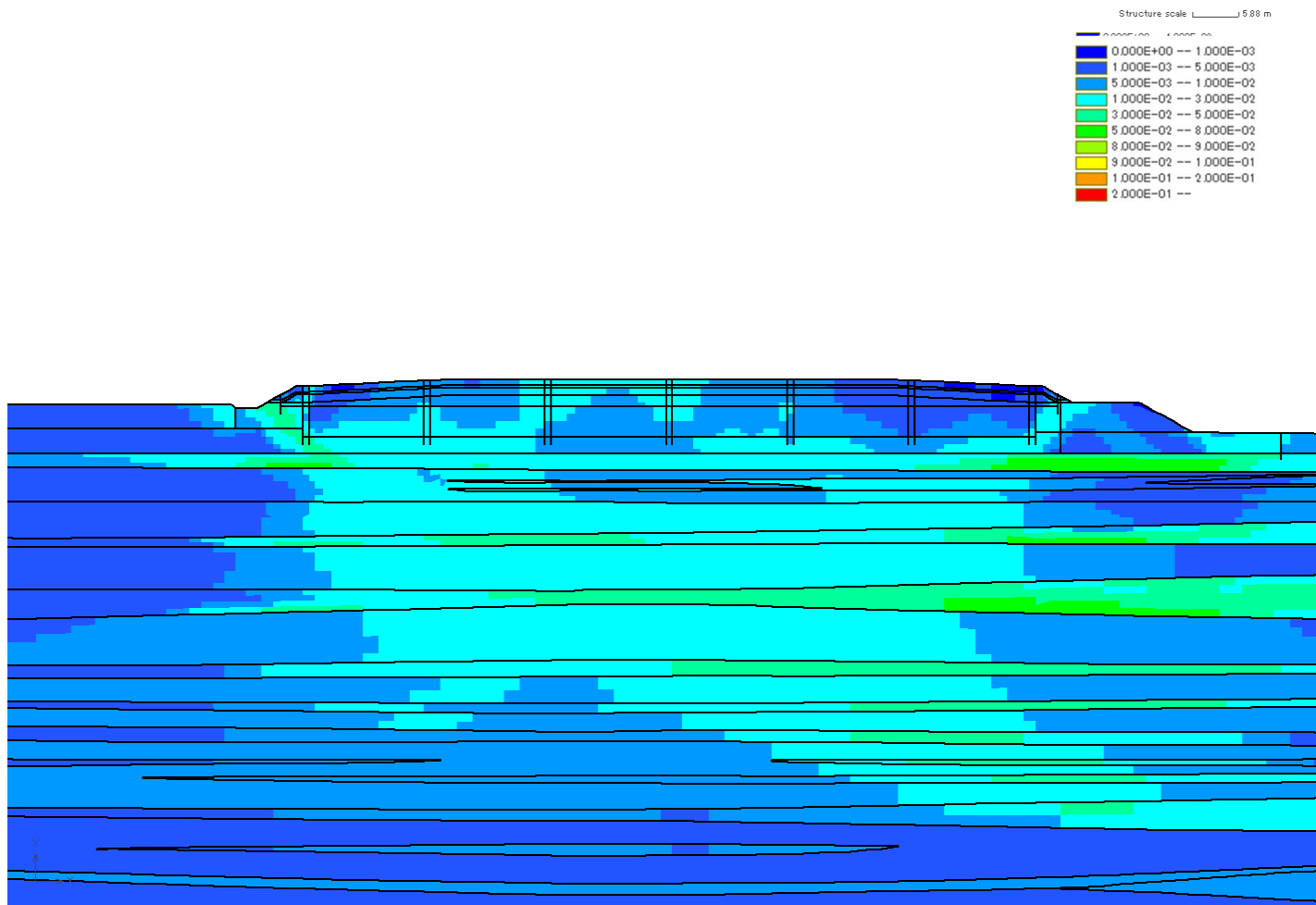
第 3.6-2 図 (2) E W断面の最大水平加速度分布 (廃棄物埋施設拡大図)

(2) 最大せん断ひずみ分布

最大せん断ひずみ分布図を第 3.6-3 図及び第 3.6-4 図に示す。これらの図は、各要素に発生したせん断ひずみの全時刻における最大値の分布を示したものである。

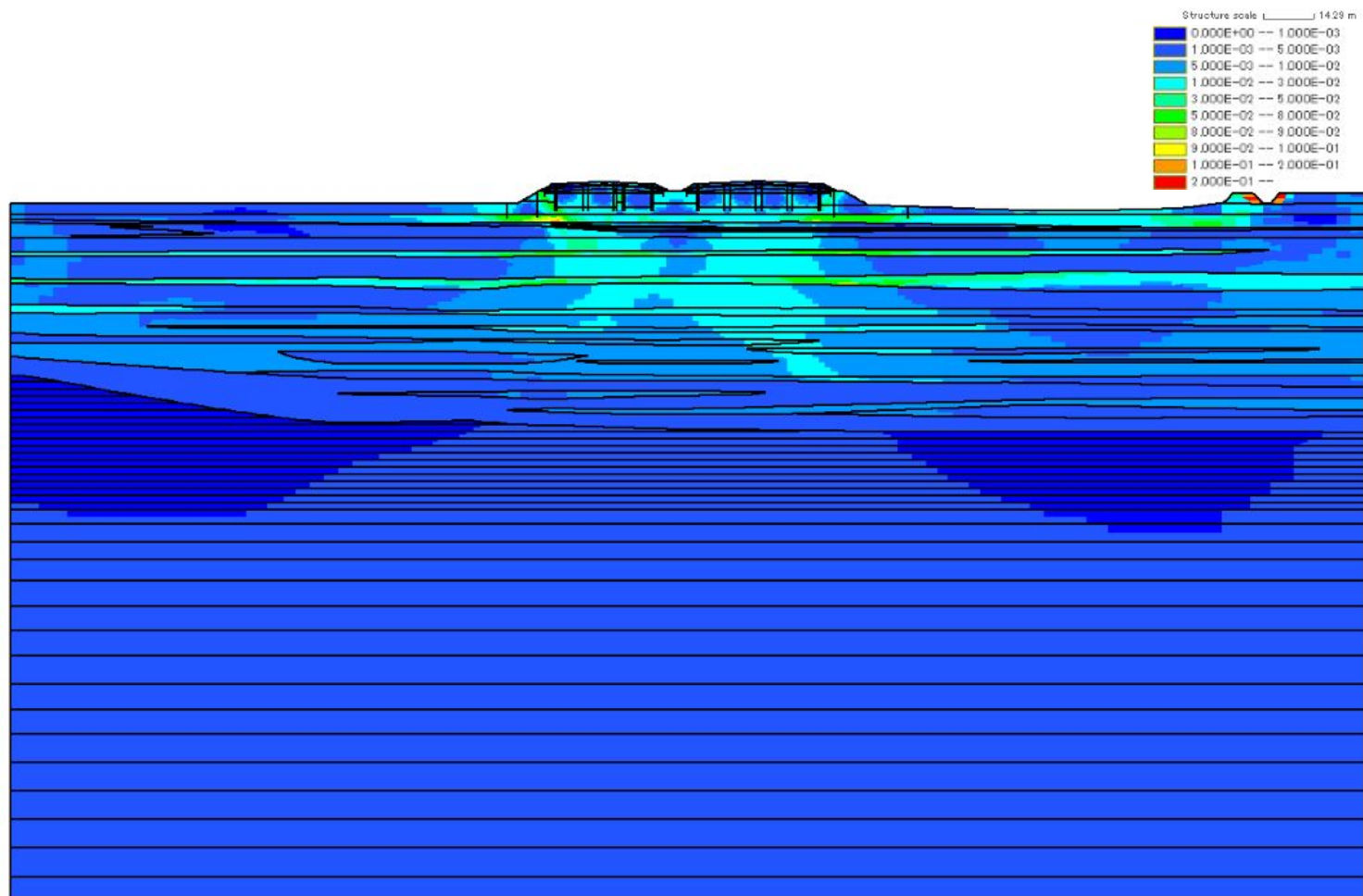


第 3.6-3 図 (1) NS 断面の最大せん断ひずみ分布 (解析モデル全体図)

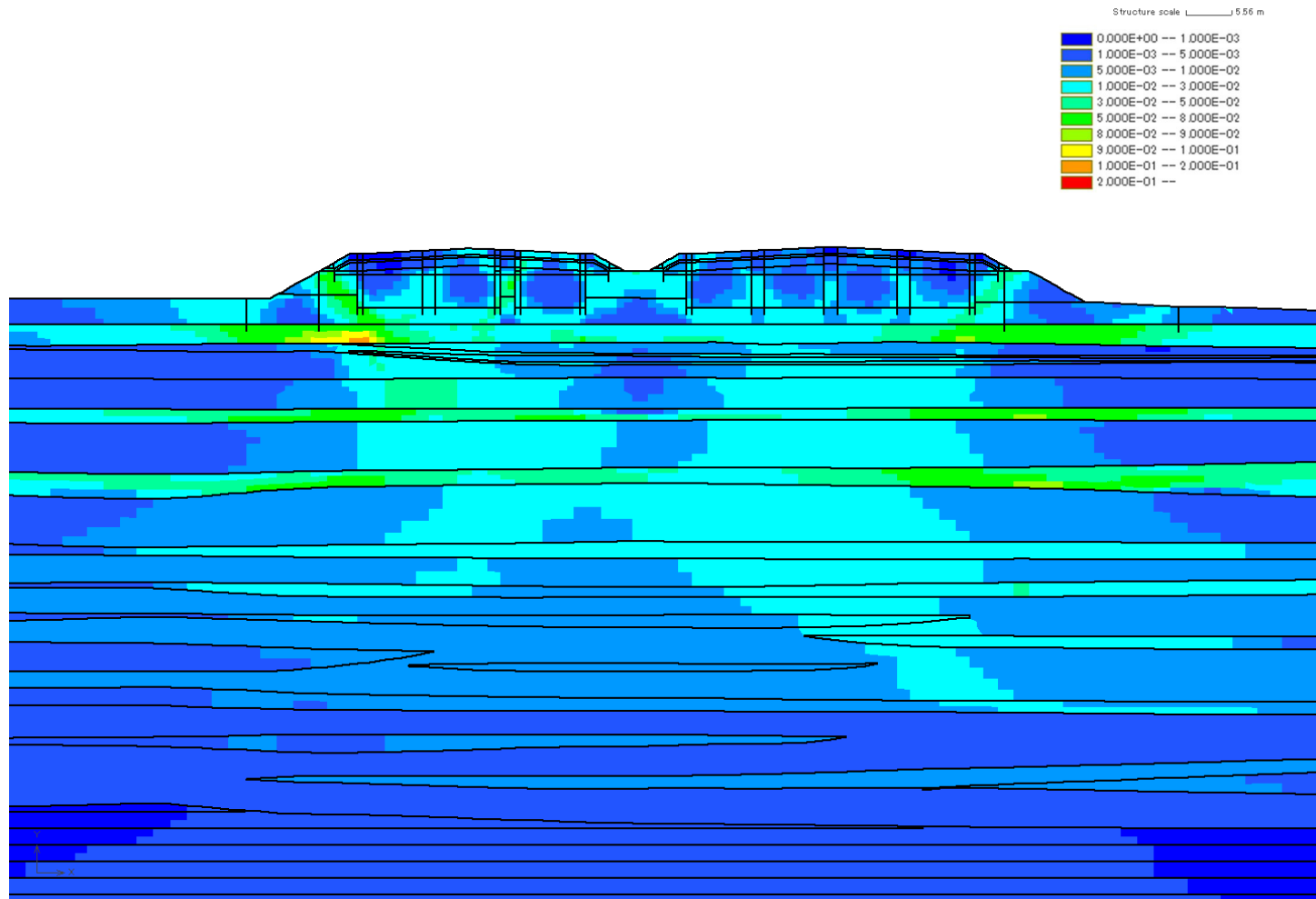


第 3.6-3 図 (2) NS 断面の最大せん断ひずみ分布 (廃棄物埋設施設拡大図)





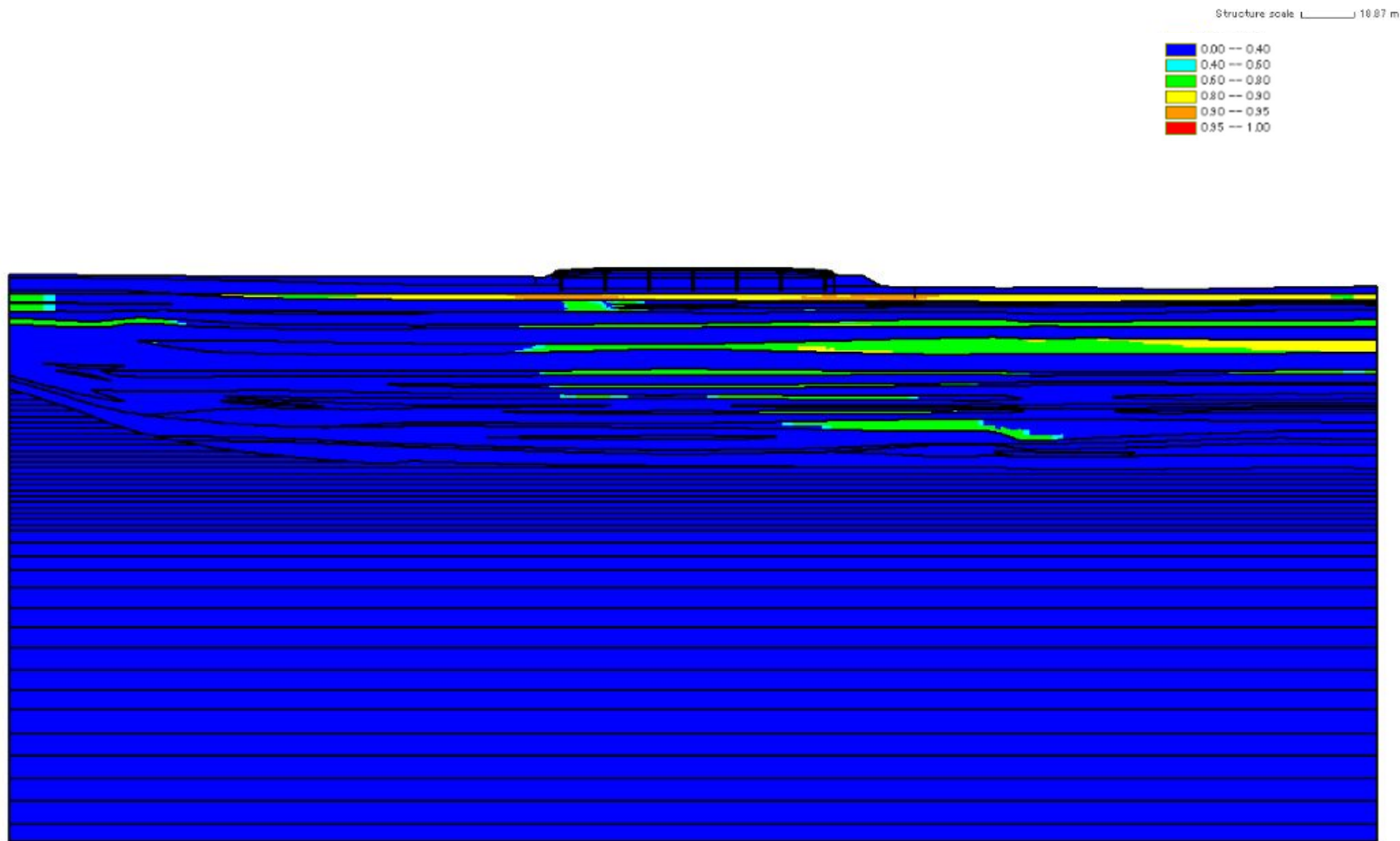
第 3.6-4 図 (1) EW断面の最大せん断ひずみ分布 (解析モデル全体図)



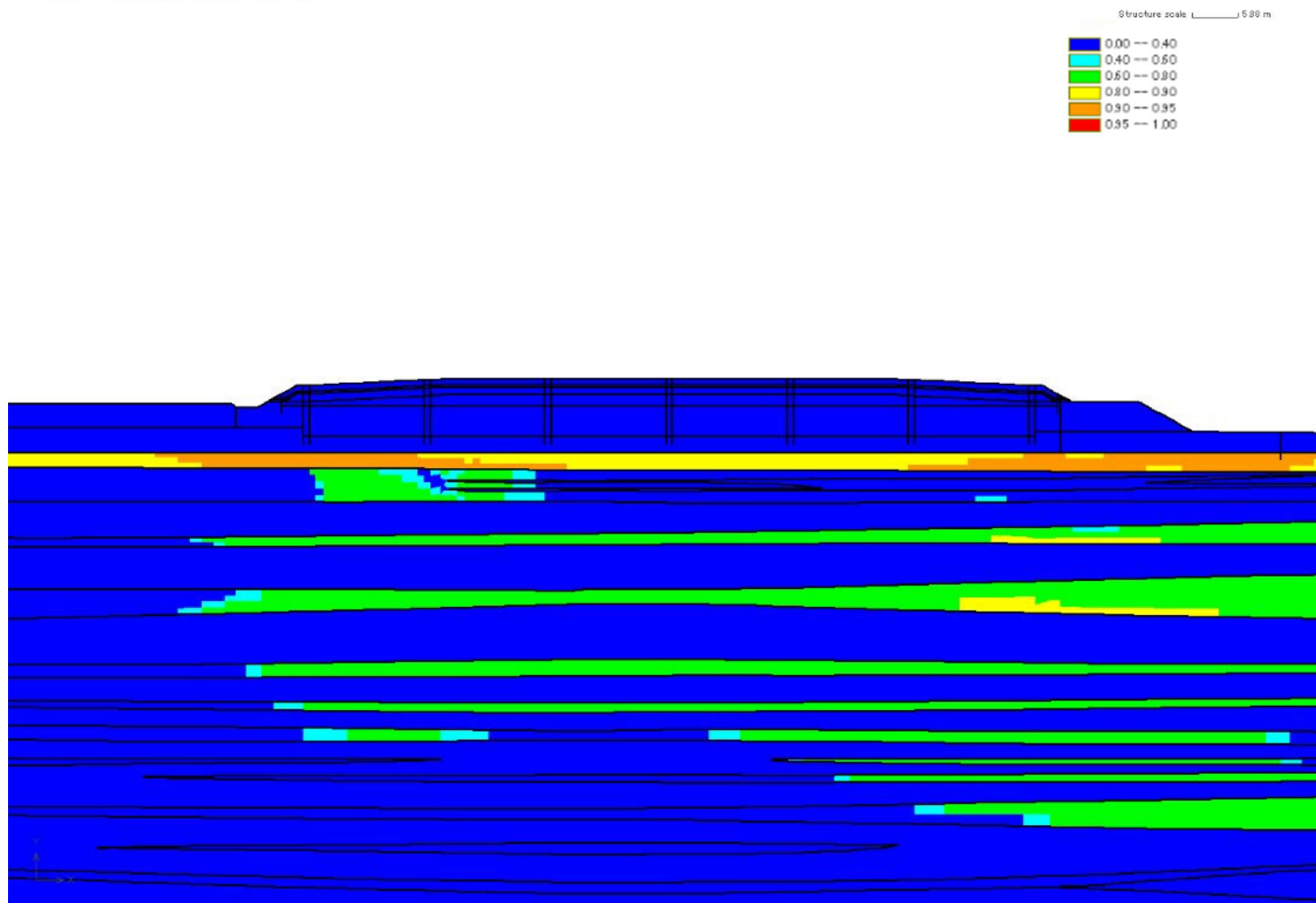
第 3.6-4 図 (2) E W断面の最大せん断ひずみ分布 (廃棄物埋施設設拡大図)

### (3) 過剰間隙水圧比分布

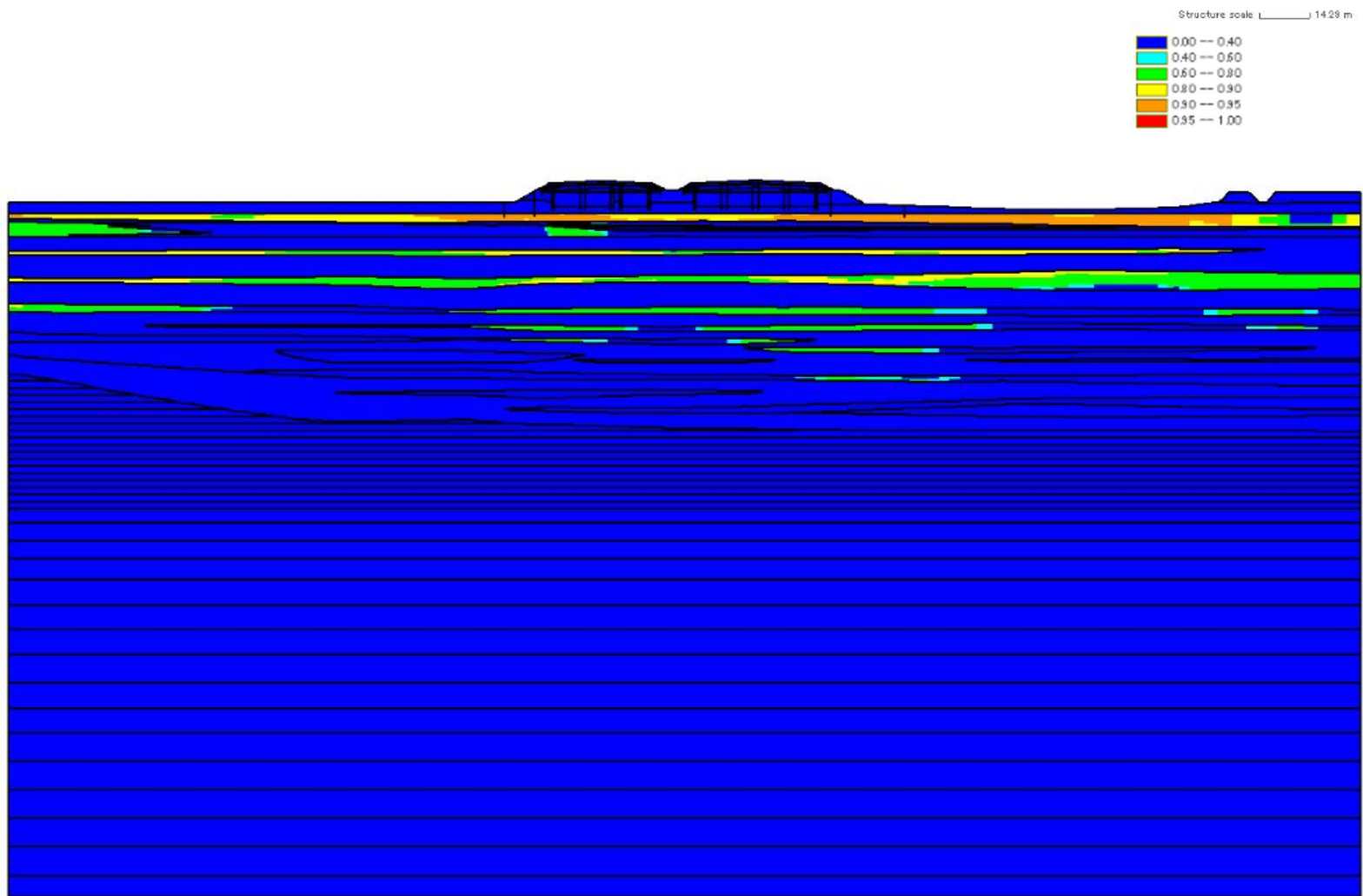
過剰間隙水圧比分布図を第 3.6-5 図及び第 3.6-6 図に示す。これらの図は、各要素に発生した過剰間隙水圧比の全時刻における最大値の分布を示したものである。



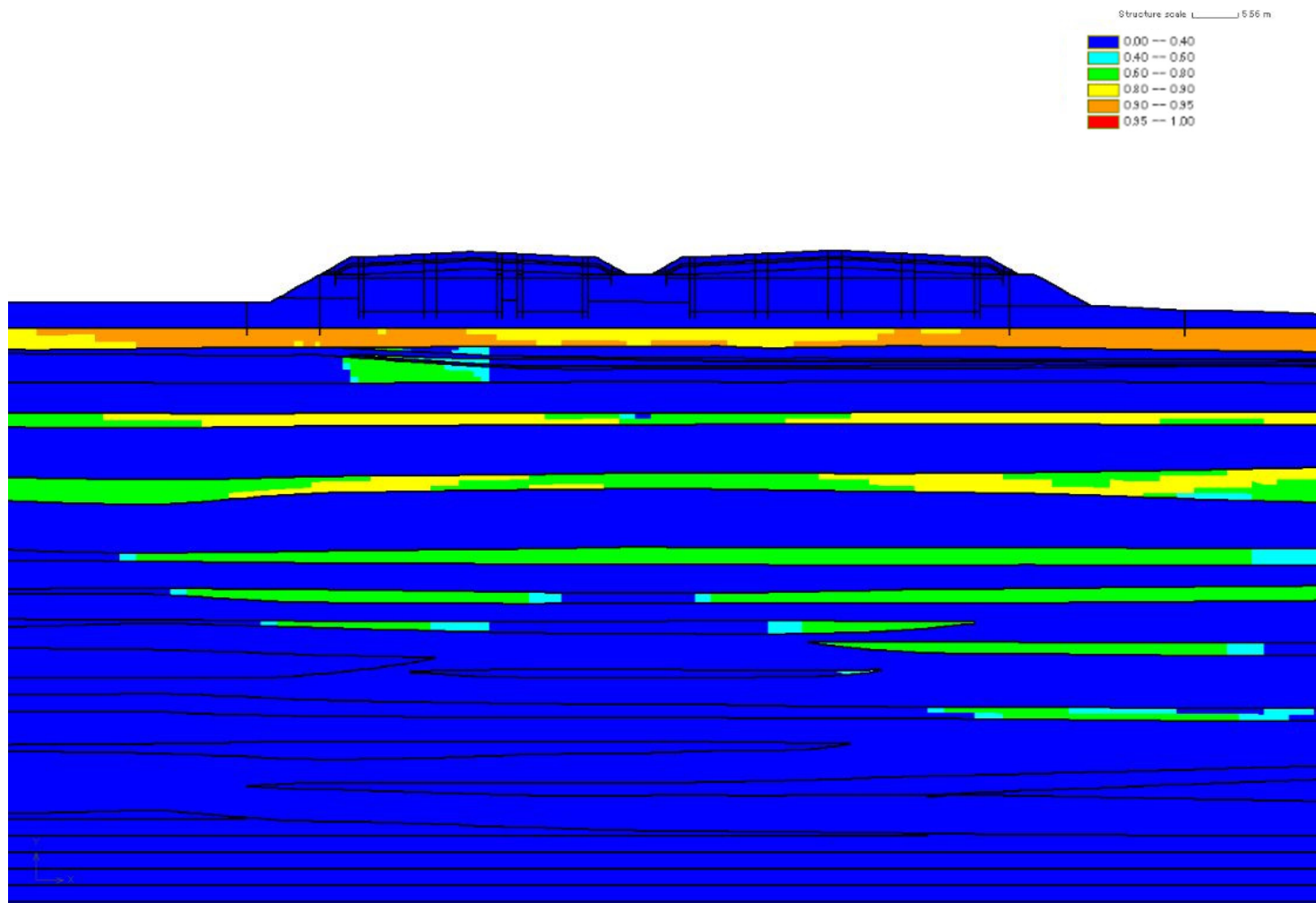
第 3.6-5 図 (1) NS 断面の最大過剰間隙水圧比分布 (解析モデル全体図)



第 3.6-5 図 (2) NS 断面の最大過剰間隙水圧比分布 (廃棄物埋設施設拡大図)



第 3.6-6 図 (1) E W断面の最大過剰間隙水圧比分布 (解析モデル全体図)



第 3.6-6 図 (2) E W断面の最大過剰間隙水圧比分布 (廃棄物埋設施設拡大図)

### 3. 6. 2 液状化判定結果

地震応答解析の結果，原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケースでは，過剰間隙水圧が 95%を上回る土層は認められず，液状化は生じない。



### 3. 7 液状化検討を踏まえた沈下量の算定

地震応答解析での鉛直方向の残留変位に，飽和地盤における地震による過剰間隙水圧消散に伴う沈下量を加えた沈下量を算定し，沈下による廃棄物埋設施設の影響評価を行う。

#### 3. 7. 1 沈下量の算定法

沈下量は，地震時の地盤の鉛直方向の残留変位に地震による過剰間隙水圧消散に伴う沈下量を加えた沈下量を算定する。

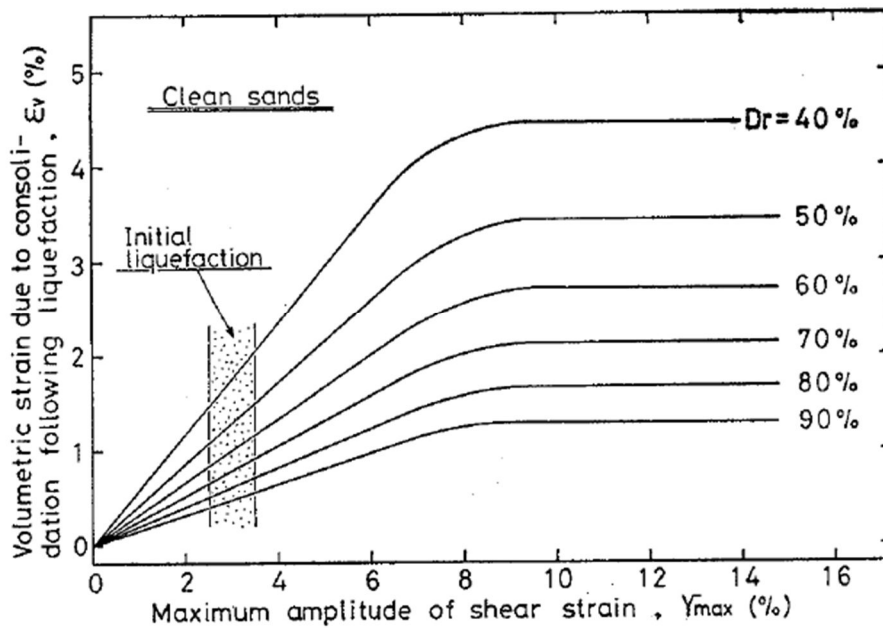
##### (1) 地震時の鉛直方向の残留変位

地震時の鉛直方向の残留変位は，地震応答解析（有効応力解析：FLIP）によって算出する。

##### (2) 地震による過剰間隙水圧消散に伴う沈下量

###### a. 地震による過剰間隙水圧消散に伴う沈下量の算定方針

過剰間隙水圧の消散に伴う沈下量（排水沈下量）は，「Ishihara et al. (1992)」<sup>(5)</sup>の体積ひずみとせん断ひずみの関係（第3.7-1図）から，地震応答解析によって算定した最大せん断ひずみに対応した体積ひずみを算定し，飽和砂質土層の厚さを乗じた沈下量を足し合わせて算出する。



第 3.7-1 図 体積ひずみとせん断ひずみの関係

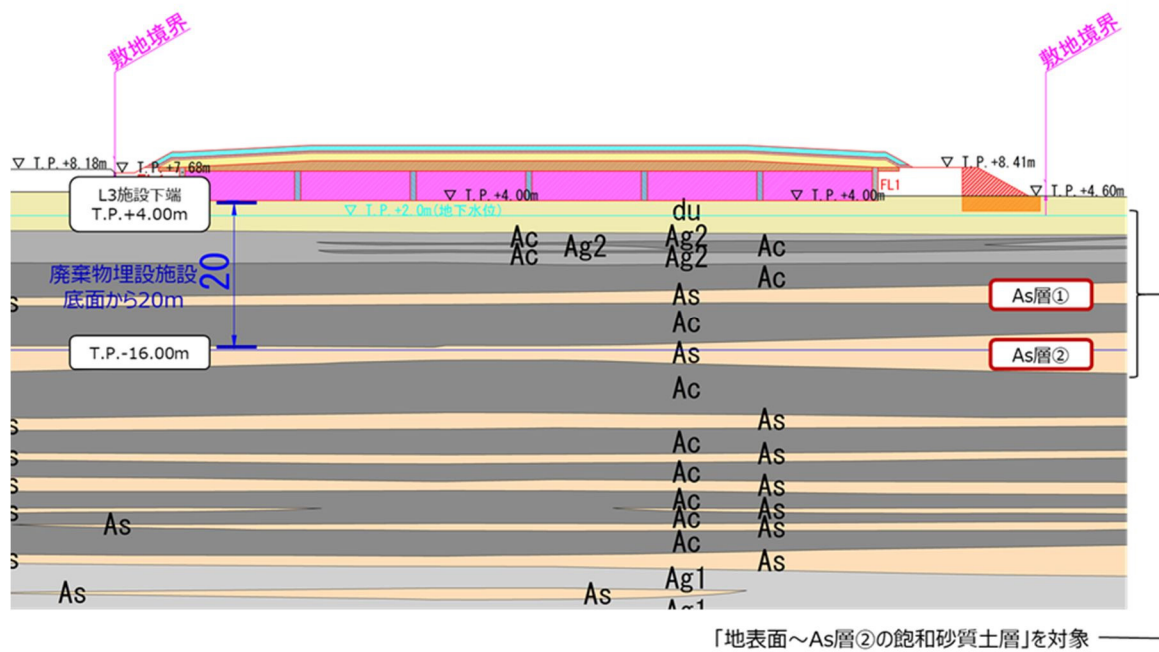
(「Ishihara et al. (1992)」)

b. 地震による過剰間隙水圧消散に伴う沈下量の算定範囲

「道示 V」では、液状化の判定を行う土層は完成時における地表面から 20m とされているが、液状化後の排水に伴う沈下量は、安全側に廃棄物埋施設底面 (T.P. +4.00m) から 20m となる T.P. -16.00m 以浅の飽和砂質土層を対象に算出する。

また、T.P. -16.00m 付近に A s 層 (砂質土層) が位置しているため、地表面からこの A s 層 (第 3.7-2 図の A s 層②) までの飽和砂質土層を対象に、過剰間隙水圧消散に伴う沈下量を算定する。

地震による過剰間隙水圧消散に伴う沈下量の算定範囲を第 3.7-2 図に示す。



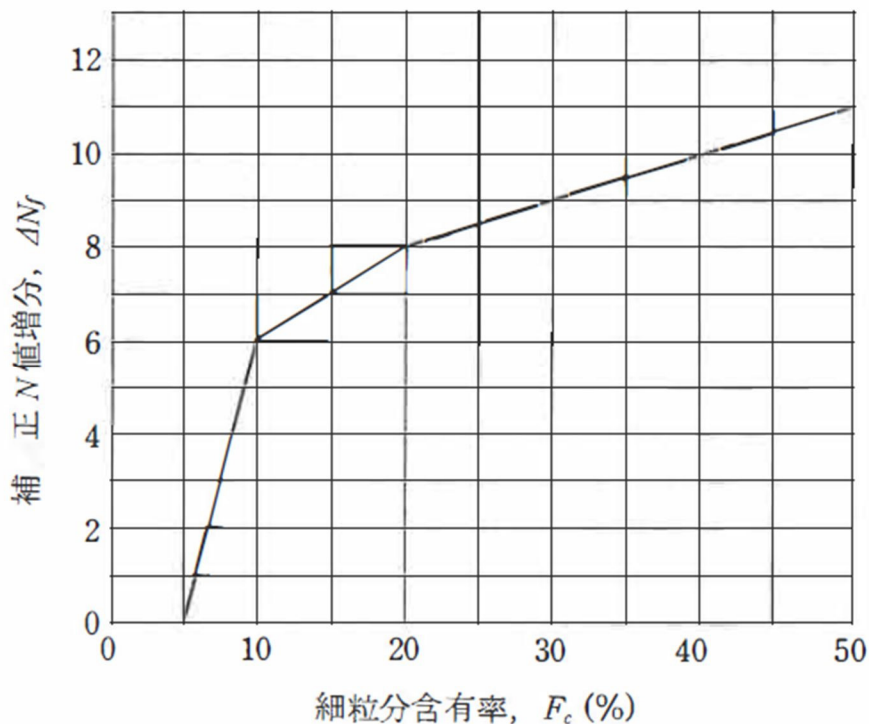
第 3.7-2 図 地震による過剰間隙水圧消散に伴う沈下量の算定範囲

c. 相対密度の算定

過剰間隙水圧の消散に伴う沈下量の算定に必要となる各土層の相対密度は、「Tokimatsu et al. (1983)」<sup>(6)</sup>で提案されたN値及び細粒分の影響を考慮した定数  $\Delta N_f$  と相対密度に関する以下の関係式により求める。また、細粒分の影響を考慮した定数  $\Delta N_f$  は、「建築基礎構造設計指針 (2019)」(日本建築学会, 2019年)<sup>(7)</sup>に示される関係式を用いる (第3.7-3図)。

$$D_r = 16 \sqrt{N_1 + \Delta N_f}, \quad N_1 = \frac{1.7}{\sigma'_v + 0.7} N$$

ここに、 $D_r$ は相対密度(%),  $N_1$ は有効上載圧  $1 \text{ kgf/cm}^2$  ( $98 \text{ kPa}$ ) 相当に換算したN値,  $N$ はN値,  $\sigma'_v$ は有効上載圧 ( $\text{kgf/cm}^2$ ),  $\Delta N_f$ は細粒分の影響を考慮した定数である。



第3.7-3図 細粒分含有率とN値の補正係数

各土層の相対密度の算定に用いるN値は、廃棄物埋施設設置位置のD-4-0孔の標準貫入試験結果を用いた。各土層の相対密度を第3.7-1表に示す。

第3.7-1表 各土層の相対密度

地質時代		地層名	層相	細粒分含有率 F <sub>c</sub> (%)	平均相対密度 D <sub>r</sub> (%)
第四紀	完新世	d u 層	砂	8.1	81.6
		A g 2 層	砂礫	5.2	73.8
		A s 層	砂	22.4	58.5

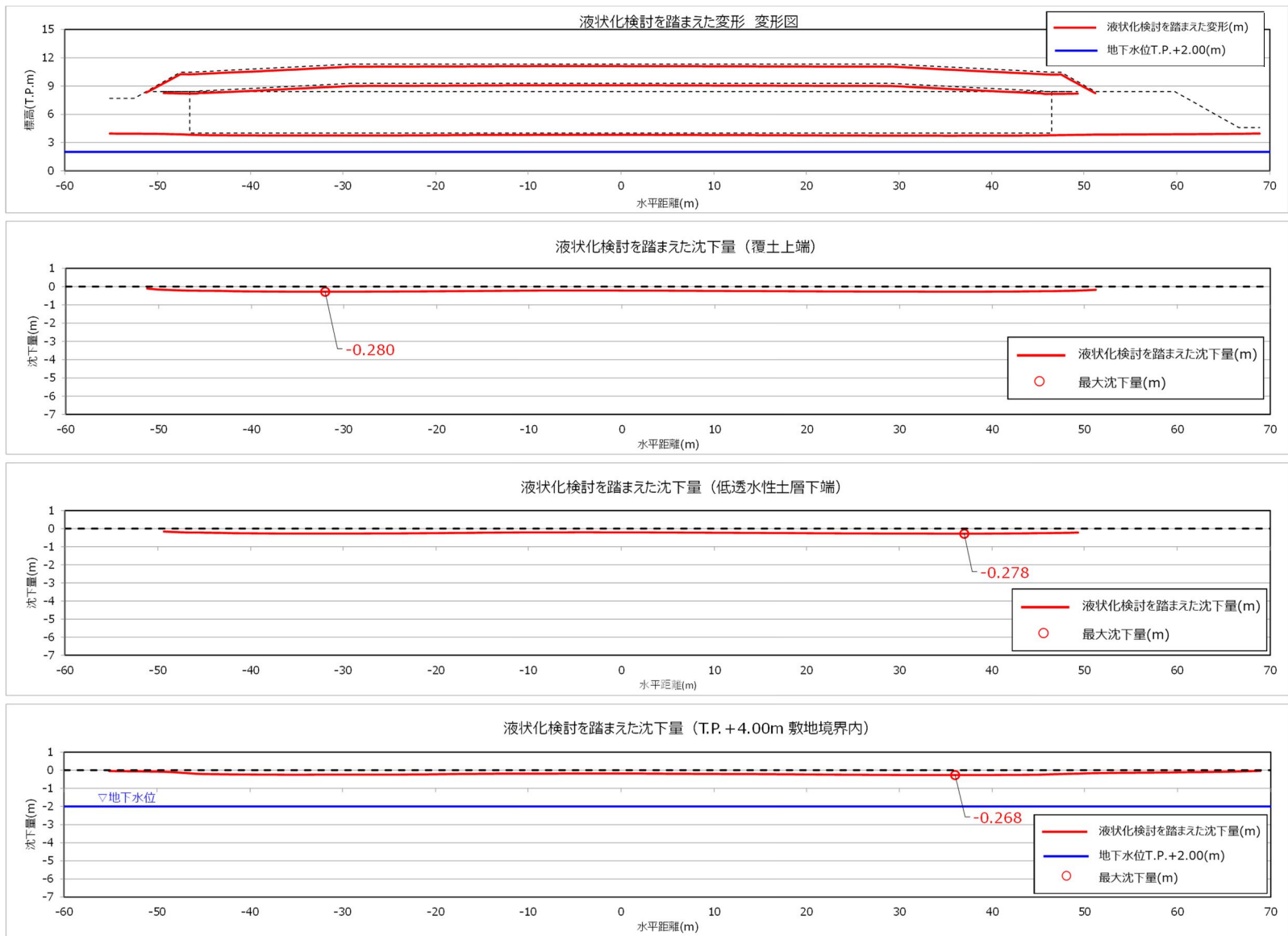
### 3.7.2 沈下量の算定結果

廃棄物埋施設底面 (T.P. + 4.00m) における沈下量は、最大 0.340m (西側トレンチ) であった。第 3.7-2 表に地盤の沈下量の評価結果を示す。

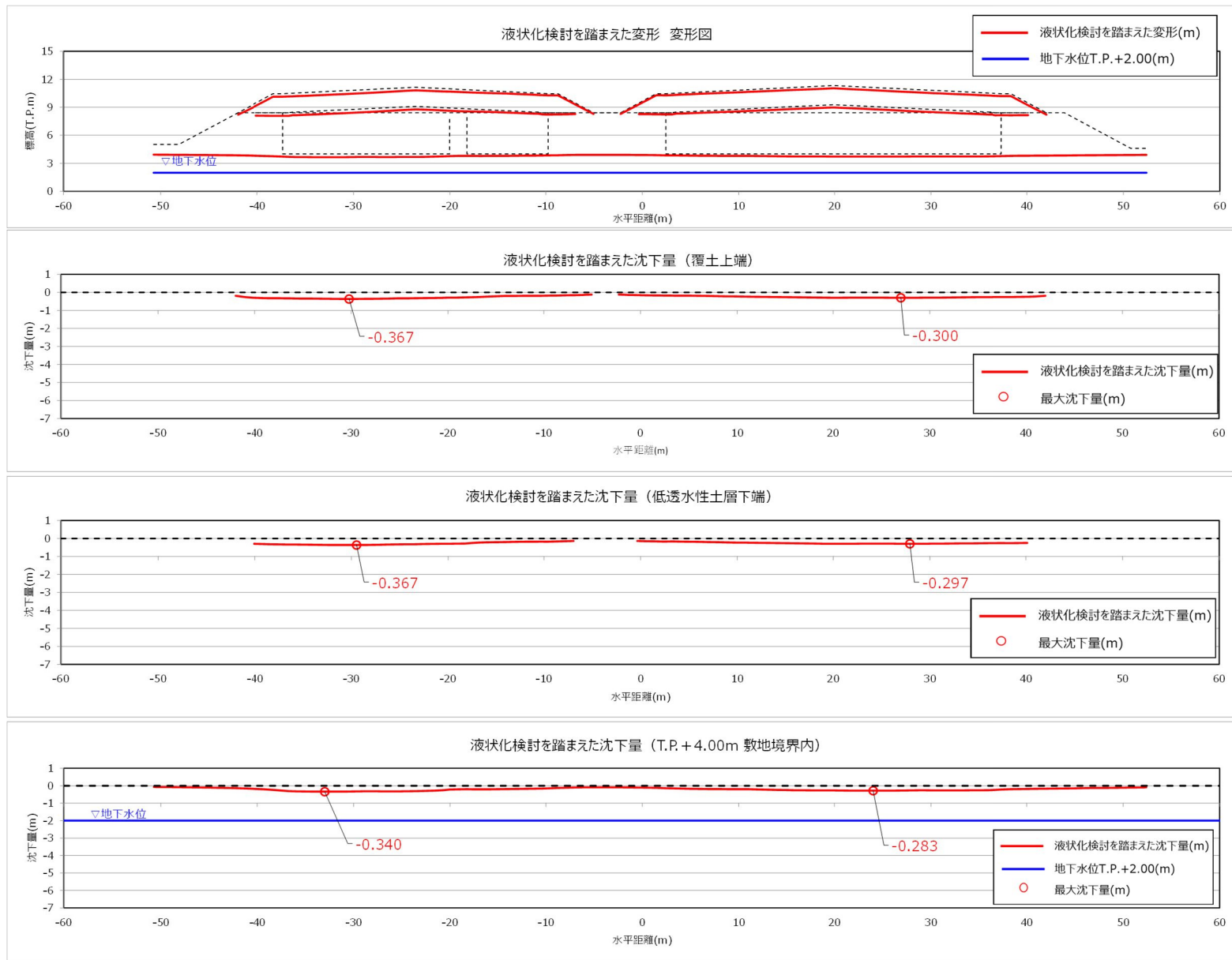
また、廃棄物埋施設の変形図 (鉛直方向のみ) 及び沈下量分布図を第 3.7-4 図及び第 3.7-5 図に示す。

第3.7-2表 地盤の沈下量の評価結果

	西側トレンチ (m)	東側トレンチ (m)
最大沈下量	0.340	0.283



第 3.7-4 図 変形図及び沈下量分布図 (N S 断面)



第 3.7-5 図 変形図及び沈下量分布図 (E W断面)

#### 4 圧密沈下に関する根拠資料

##### 4. 1 圧密沈下に関する評価の考え方

廃棄物埋設施設の地盤には粘土層（A c 層）が分布することから、本層の圧密沈下に関する評価を行う。

圧密沈下の評価に当たっては、「道示Ⅳ」に基づき廃棄物埋設施設の自重及び操業時の荷重による粘土層（A c 層）への有効上載圧を算定し、室内試験の結果から求めた粘土層の圧密降伏応力と比較して、圧密沈下発生の有無を判定する。

その結果、圧密沈下が発生すると判定された場合は「道路橋示方書（Ⅳ下部構造編）・同解説」（日本道路協会，平成 14 年）」<sup>(8)</sup>（以下「道示Ⅳ（H14）」という。）に基づき圧密沈下量を算定する。



#### 4. 2 廃棄物埋施設設置による鉛直応力の算定

廃棄物埋施設設置による鉛直応力の算定は、西側トレンチと東側トレンチのトレンチ中央（各トレンチで覆土の層厚が最大となる位置）にて算定する。廃棄物埋施設設置による鉛直応力の算定結果を第4.2-1表に示す。

第 4.2-1 表 廃棄物埋施設設置による鉛直応力の算定結果

		ボックスパレット	コンクリートブロック	備 考
収納廃棄物		金属廃棄物	-	
算定位置(覆土形状)		西側トレンチ中央	東側トレンチ中央	
容器寸法	W <sub>o</sub> (m)	1.369	0.900	NS方向の容器、廃棄物寸法
	D <sub>o</sub> (m)	1.369	0.700	EW方向の容器、廃棄物寸法
	H <sub>o</sub> (m)	0.878	0.900	容器、廃棄物寸法の高さ
容器外寸(m)		1.369m × 1.369m × 0.878m	0.9m × 0.7m × 0.9m	
埋設物底面の面積A(m <sup>2</sup> )		1.874	0.630	
廃棄物封入時重量Q (kN)		59.73	13.89	
上載荷重w1 (kN/m <sup>2</sup> )		10	10	
保護工(じゃかご等)重量w2(kN/m <sup>2</sup> )		6	6	
単位体積重量 (kN/m <sup>3</sup> )	保護工(じゃかご等)	-	-	
	保護土層	17.55	17.55	
	掘削抵抗性層	18.00	18.00	
	低透水性土層	20.69	20.69	
	基礎層	20.30	20.30	
	中間覆土	17.65	17.65	
層厚 h(m)	保護工(じゃかご等)	0.300	0.300	
	保護土層	0.750	0.750	
	掘削抵抗性層	0.300	0.300	
	低透水性土層	1.000	1.000	
	基礎層	1.190	1.373	
	中間覆土(1段目)	0.776	0.710	
	中間覆土(2段目)	0.250	0.250	
	中間覆土(3段目)	0.250	0.250	
埋設物 底面 当たりの 重量V (kN)	廃棄物	179.19	41.67	
	保護工(じゃかご等)	-	-	
	保護土層	24.67	8.29	
	掘削抵抗性層	10.12	3.40	
	低透水性土層	38.77	13.03	
	基礎層	45.27	17.56	
	中間覆土(1段目)	25.67	7.89	
	中間覆土(2段目)	8.27	2.78	
	中間覆土(3段目)	8.27	2.78	
	上載荷重	18.74	6.30	
	保護工(じゃかご等)重量	11.24	3.78	
	全重量(kN)	370.21	107.48	
埋設物底面の鉛直応力P <sub>2</sub> (kN/m <sup>2</sup> )		197.55	170.60	全重量/A
埋設物底面の鉛直応力P <sub>2</sub> (N/mm <sup>2</sup> )		0.198	0.171	

#### 4. 3 圧密降伏応力

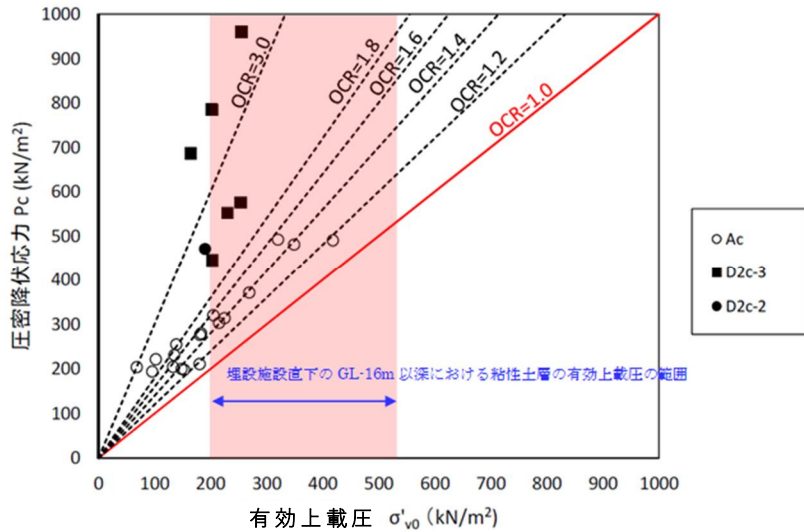
粘土層（A c 層）の圧密降伏応力の深度依存性を評価するため、5本のボーリングコアの5試料を用いて、深度が異なる2層（GL. -12.00m以浅及び GL. -12.00m～GL. -16.00m）の物性値を設定した。圧密降伏応力及び採取深度を第4.3-1表に示す。

第4.3-1表 圧密降伏応力及び採取深度

孔番	圧密降伏応力 P <sub>c</sub> (kN/m <sup>2</sup> )	上限深度 GL (m)	下限深度 GL (m)	中心深度 GL (m)	設定 圧密降伏応力P <sub>c</sub> (平均値) (kN/m <sup>2</sup> )	適用深度 GL. (m)
D-3-0	225	10.23	10.28	10.26	209	深度>GL. -12.00m
E-4-0	192	10.98	11.03	11.01		
C-4-0	228	12.03	12.08	12.06		
D-4-0	211	14.55	14.60	14.58	240	GL. -16.00m<深度≤GL. -12.00m
D-5-0	282	15.28	15.33	15.31		

GL. -16.00m以深の粘土層の圧密降伏応力は、埋設施設周辺で実施された圧密試験の試験結果から整理した有効上載圧と圧密降伏応力の関係より設定する。第4.3-1図にはGL. -16.00m以深の粘性土層における有効上載圧の範囲を示しており、GL. -16.00m以深の粘土層の粘性土層の過圧密比OCRは、おおむね1.2以上である。

よって、GL. -16.00m以深の粘性土層の過圧密比OCRを1.2とし、現在の有効上載圧から圧密降伏応力を設定する。



「東海第二発電所 新規制基準適合性審査資料（津波による損傷の防止）（平成 29 年 6 月）」に一部加筆

第 4.3-1 図 有効上載圧と圧密降伏応力の関係

#### 4. 4 圧密沈下発生の有無の判定

##### 4. 4. 1 評価方法

「道示Ⅳ」より，以下の式に基づき，廃棄物埋設施設の圧密沈下発生の有無について判定を行う。

$$(q_c - \sigma_z) \leq \zeta_c (p_c - \sigma_z)$$

ここで，

$q_c$  : 基礎設置後の粘性土層上面に作用する鉛直応力  
( $\text{kN}/\text{m}^2$ )

$p_c$  : 粘性土層の圧密降伏応力 ( $\text{kN}/\text{m}^2$ )

$\sigma_z$  : 基礎設置前の粘性土層上面に作用する鉛直応力  
( $\text{kN}/\text{m}^2$ )

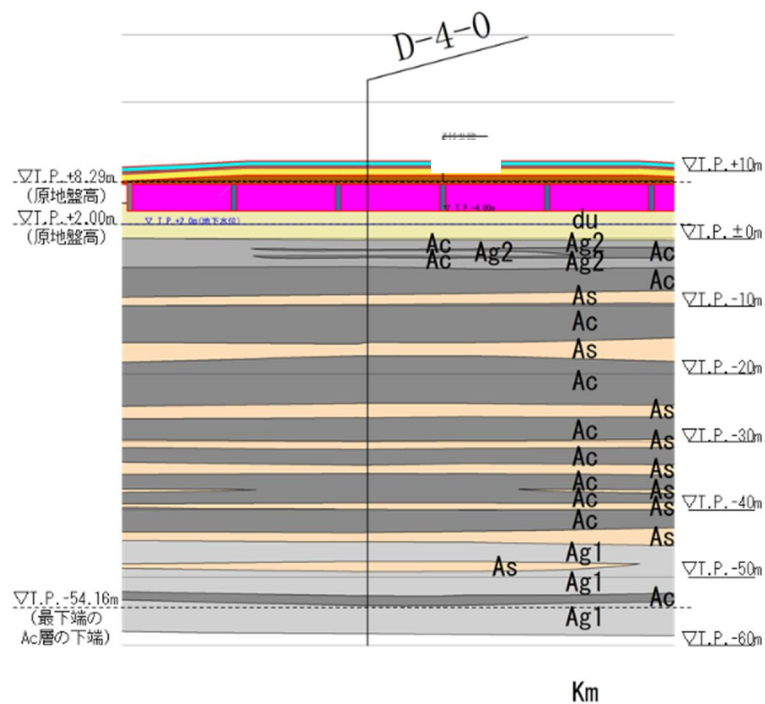
$\zeta_c$  : 補正係数で 0.65 とする。

以上の判定式より，廃棄物埋設施設に圧密沈下が発生すると判定された場合には，圧密沈下量の算定を行う。

#### 4. 4. 2 粘性土層に作用する鉛直応力の算定位置

粘性土層に作用する鉛直応力(有効上載圧)  $\sigma_z$  の算定に当たっては、廃棄物埋施設設予定地の中央付近の各層厚 (NS断面図のD-4-0孔位置で測定した層厚) 及び土層区分を用いた。

粘性土層に作用する鉛直応力の算定位置を第 4.4-1 図に、各層厚及び各層の単位体積重量を第 4.4-1 表に示す。



第 4.4-1 図 粘性土層に作用する鉛直応力の算定位置

第 4.4-1 表 各層厚及び各層の単位体積重量

(NS 断面図の D-4-0 孔位置)

地質記号	T.P. (m)	GL (m)	層中心の GL (m)	層厚 (m)	埋設物底面からの深さ GL (m)	埋設物底面から層中心の深度 z (m)	単位体積重量 <sup>※</sup> $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )
	8.29	0.00					
du	6.00	2.29	1.15	2.29			17.46
du	4.00	4.29	3.29	2.00	0.00		17.46
du	2.75	5.54	4.92	1.25	1.25	0.63	17.46
du	2.00	6.29	5.92	0.75	2.00	1.63	17.46
du	-0.26	8.55	7.42	2.26	4.26	3.13	9.71
Ag2	-1.65	9.94	9.25	1.39	5.65	4.96	10.29
Ac	-1.82	10.11	10.03	0.17	5.82	5.74	6.27
Ag2	-2.58	10.87	10.49	0.76	6.58	6.20	10.29
Ac	-2.88	11.17	11.02	0.30	6.88	6.73	6.27
Ag2	-4.26	12.55	11.86	1.38	8.26	7.57	10.29
Ac	-8.34	16.63	14.59	4.08	12.34	10.30	6.27
As	-9.80	18.09	17.36	1.46	13.80	13.07	8.63
Ac	-15.40	23.69	20.89	5.60	19.40	16.60	6.27
As	-17.33	25.62	24.66	1.93	21.33	20.37	8.63
Ac	-24.32	32.61	29.12	6.99	28.32	24.83	6.27
As	-26.49	34.78	33.70	2.17	30.49	29.41	8.63
Ac	-29.91	38.20	36.49	3.42	33.91	32.20	6.27
As	-31.12	39.41	38.81	1.21	35.12	34.52	8.63
Ac	-33.47	41.76	40.59	2.35	37.47	36.30	6.27
As	-34.65	42.94	42.35	1.18	38.65	38.06	8.63
Ac	-39.03	47.32	45.13	4.38	43.03	40.84	6.27
As	-39.99	48.28	47.80	0.96	43.99	43.51	8.63
Ac	-43.39	51.68	49.98	3.40	47.39	45.69	6.27
As	-44.76	53.05	52.37	1.37	48.76	48.08	8.63
Ag1	-47.64	55.93	54.49	2.88	51.64	50.20	10.29
As	-49.16	57.45	56.69	1.52	53.16	52.40	8.63
Ag1	-52.69	60.98	59.22	3.53	56.69	54.93	10.29
Ac	-54.16	62.45	61.72	1.47	58.16	57.43	6.27
Ag1	-58.28	66.57	64.51	4.12	62.28	60.22	10.29
Km	Base						

廃棄物埋設位置下端

地下水位

※地下水位以深の土層の単位体積重量は水中単位体積重量である。

#### 4. 4. 3 評価結果

圧密沈下発生の有無の判定結果を第 4. 4-2 表及び第 4. 4-3 表に示す。

判定の結果、圧密沈下が発生すると判定されたため、沈下量を算定する。

第 4. 4-2 表 圧密沈下発生の有無の判定結果（西側トレンチ）

地質記号	T.P. (m)	GL (m)	原地盤有効上載圧 $\sigma_z$ (kN/m <sup>2</sup> )	圧密降伏応力 $p_c$ (kN/m <sup>2</sup> )	廃棄物埋設前の粘土層の過圧密比 OCR	施設設置後有効上載圧 $q_c$ (kN/m <sup>2</sup> )	$q_c - \sigma_z$ ① (kN/m <sup>2</sup> )	$p_c - \sigma_z$ ② (kN/m <sup>2</sup> )	$0.65 \times ② / ①$	圧密沈下発生の有無の判定
	8.29	0.00								
du	6.00	2.29	19.99							
du	4.00	4.29	57.44							廃棄物埋設位置下端 (T. P. +4. 00m)
du	2.75	5.54	85.81			208.46				
du	2.00	6.29	103.27			225.92				地下水位 (T. P. +2. 00m)
du	-0.26	8.55	120.79			243.44				
Ag2	-1.65	9.94	138.91			261.56				
Ac	-1.82	10.11	146.59	209	1.43	269.24	122.65	62.41	0.33	有
Ag2	-2.58	10.87	151.03			273.68				
Ac	-2.88	11.17	155.88	209	1.34	278.53	122.65	53.12	0.28	有
Ag2	-4.26	12.55	163.92			286.57				
Ac	-8.34	16.63	183.81	240	1.31	306.46	122.65	56.19	0.30	有
As	-9.80	18.09	202.90			325.55				
Ac	-15.40	23.69	226.76	272	1.20	349.41	122.65	45.35	0.24	有
As	-17.33	25.62	252.64			375.29				
Ac	-24.32	32.61	282.88	339	1.20	405.53	122.65	56.58	0.30	有
As	-26.49	34.78	314.16			436.81				
Ac	-29.91	38.20	334.25	401	1.20	456.90	122.65	66.85	0.35	有
As	-31.12	39.41	350.19			472.84				
Ac	-33.47	41.76	362.78	435	1.20	485.43	122.65	72.56	0.38	有
As	-34.65	42.94	375.24			497.89				
Ac	-39.03	47.32	394.06	473	1.20	516.71	122.65	78.81	0.42	有
As	-39.99	48.28	411.93			534.58				
Ac	-43.39	51.68	426.73	512	1.20	549.38	122.65	85.35	0.45	有
As	-44.76	53.05	443.30			565.95				
Ag1	-47.64	55.93	464.03			586.68				
As	-49.16	57.45	485.41			608.06				
Ag1	-52.69	60.98	510.13			632.78				
Ac	-54.16	62.45	532.90	639	1.20	655.55	122.65	106.6	0.56	有
Ag1	-58.28	66.57	558.71			681.36				
Km	Base									

第 4.4-3 表 圧密沈下発生の有無の判定結果（東側トレンチ）

地質記号	T.P. (m)	GL (m)	原地盤有効上載圧 $\sigma_z$ (kN/m <sup>2</sup> )	圧密降伏応力 $p_c$ (kN/m <sup>2</sup> )	廃棄物埋設前の粘土層の過圧密比 OCR	施設設置後有効上載圧 $q_c$ (kN/m <sup>2</sup> )	$q_c - \sigma_z$ ① (kN/m <sup>2</sup> )	$p_c - \sigma_z$ ② (kN/m <sup>2</sup> )	$0.65 \times ② / ①$	圧密沈下発生の有無の判定
	8.29	0.00								
du	6.00	2.29	19.99							
du	4.00	4.29	57.44							
										廃棄物埋設位置下端 (T. P. +4.00m)
du	2.75	5.54	85.81			181.51				
du	2.00	6.29	103.27			198.97				地下水位 (T. P. +2.00m)
du	-0.26	8.55	120.79			216.49				
Ag2	-1.65	9.94	138.91			234.61				
Ac	-1.82	10.11	146.59	209	1.43	242.29	95.70	62.41	0.42	有
Ag2	-2.58	10.87	151.03			246.73				
Ac	-2.88	11.17	155.88	209	1.34	251.58	95.70	53.12	0.36	有
Ag2	-4.26	12.55	163.92			259.62				
Ac	-8.34	16.63	183.81	240	1.31	279.51	95.70	56.19	0.38	有
As	-9.80	18.09	202.90			298.60				
Ac	-15.40	23.69	226.76	272	1.20	322.46	95.70	45.35	0.31	有
As	-17.33	25.62	252.64			348.34				
Ac	-24.32	32.61	282.88	339	1.20	378.58	95.70	56.58	0.38	有
As	-26.49	34.78	314.16			409.86				
Ac	-29.91	38.20	334.25	401	1.20	429.95	95.70	66.85	0.45	有
As	-31.12	39.41	350.19			445.89				
Ac	-33.47	41.76	362.78	435	1.20	458.48	95.70	72.56	0.49	有
As	-34.65	42.94	375.24			470.94				
Ac	-39.03	47.32	394.06	473	1.20	489.76	95.70	78.81	0.54	有
As	-39.99	48.28	411.93			507.63				
Ac	-43.39	51.68	426.73	512	1.20	522.43	95.70	85.35	0.58	有
As	-44.76	53.05	443.30			539.00				
Ag1	-47.64	55.93	464.03			559.73				
As	-49.16	57.45	485.41			581.11				
Ag1	-52.69	60.98	510.13			605.83				
Ac	-54.16	62.45	532.90	639	1.20	628.60	95.70	106.6	0.72	有
Ag1	-58.28	66.57	558.71			654.41				
Km	Base									



#### 4. 5 圧密沈下量の算定

##### 4. 5. 1 評価方法

圧密沈下量の算定は、「道示IV (H14)」に基づき、粘土層の圧密状態に応じて、下記の式により圧密沈下量を算定する。

- ・粘土層が過圧密状態のとき

$$S_1 = \{ (e_0 - e_1) / (1 + e_0) \} \cdot H$$

- ・粘土層が正規圧密状態のとき

$$S_2 = \{ C_c \cdot H / (1 + e_0) \} \cdot \log \{ (\sigma_z + \Delta \sigma_z) / p_c \} \quad (\sigma_z + \Delta \sigma_z > p_c)$$

ここで、

$S_1, S_2$  : 粘性土層における圧密沈下量 (m)

$e_0$  : 深さ  $z$  の層の初期間隙比

$e_1$  : 深さ  $z$  の層の  $\sigma_z + \Delta \sigma_z$  に対する間隙比

$H$  : 粘性土層の厚さ (m)

$C_c$  : 粘性土層の圧縮指数

$\Delta \sigma_z$  : 載荷荷重に基づく地盤内の深さ  $z$  における垂直応力の増分 ( $\text{kN}/\text{m}^2$ )

$p_c$  : 深さ  $z$  における圧密降伏応力 ( $\text{kN}/\text{m}^2$ )

$\sigma_z$  : 深さ  $z$  における有効土かぶり荷重 ( $\text{kN}/\text{m}^2$ )

廃棄物埋設により、粘土層が過圧密状態から正規圧密状態へ変化する場合は、過圧密状態における沈下量  $S_1$  と正規圧密状態における沈下量  $S_2$  の合計を当該深度の圧密沈下量とする。

また、過圧密状態における深さ  $z$  の層の  $\sigma_z + \Delta \sigma_z$  に対する間隙比

は、膨張指数  $C_s$  を用いて、下記の式により算定する。

$$e_1 = e_0 - C_s \cdot \log \left\{ (\sigma_z + \Delta \sigma_z) / \sigma_z \right\} \quad (\sigma_z + \Delta \sigma_z \leq p_c)$$

圧密沈下量の算定において、有効上載圧  $\sigma_z$  の算定には、「4.4 圧密沈下発生の有無の判定」で用いた廃棄物埋施設予定地の中央付近の各層厚（NS断面図のD-4-0孔位置で測定した層厚）及び土層区分を用いる。

また、廃棄物埋施設による荷重分散増分  $\Delta \sigma_z$  は、「道示IV (H14)」に基づき、以下に示す式にて算定する。

$$\Delta \sigma_z = qBD / \{ (B + 2z \tan \theta) \times (D + 2z \tan \theta) \}$$

ここで、

$\Delta \sigma_z$  : 廃棄物埋施設による荷重分散増分 ( $\text{kN/m}^2$ )

B : 荷重の幅のうち短辺 (m)

D : 荷重の幅のうち長辺 (m)

$\theta$  : 分散角度 ( $^\circ$ ) 一般には  $30^\circ \sim 35^\circ$  とみなしてよい。

q : 載荷荷重 ( $\text{kN/m}^2$ )

z : 深さ (m)

廃棄物埋施設は、西側トレンチの接地面積は  $27.6\text{m} \times 93.1\text{m}$ 、東側トレンチの接地面積は  $34.9\text{m} \times 93.1\text{m}$  である。西側トレンチと東側トレンチの荷重分散増分  $\Delta \sigma_z$  の算定に当たっては、それぞれのトレンチの接地面積により算定する。

#### 4. 5. 2 圧密沈下量の算定に用いる数値一覧

圧密沈下量の算定に用いる数値一覧を第 4.5-1 表に示す。

第 4.5-1 表 圧密沈下量の算定に用いる数値一覧

項目		西側トレンチ	東側トレンチ	備考
廃棄物埋設施設下端の応力 (kN/m <sup>2</sup> )		197.55	170.60	各トレンチの中央における応力
廃棄物埋設前の廃棄物埋設施設下端における応力 (kN/m <sup>2</sup> )		74.90	74.90	廃棄物埋設施設設置による増加応力
載荷荷重 $q$ (kN/m <sup>2</sup> )		122.65	95.70	
分散角度 $\theta$ (°)		30.0		
荷重幅の短辺 $B$ (m)		27.6	34.9	
荷重幅の長辺 $D$ (m)		93.1	93.1	
圧密降伏応力 $p_c$ (kN/m <sup>2</sup> )	GL. -12.00m以浅	209		
	GL. -12.00m~GL. -16.00m	240		
	GL. 16.00m以深	$p_c = 1.2 \times \sigma_z$		$\sigma_z$ : 基礎設置前の粘性土上面に作用する鉛直応力
初期間隙比 $e_0$	GL. -12.00m以浅	1.868		
	GL. -12.00m以深	1.636		
圧縮指数 $C_c$	GL. -12.00m以浅	0.83		
	GL. -12.00m以深	0.73		
膨潤指数 $C_s$	GL. -12.00m以浅	0.08		
	GL. -12.00m以深	0.05		

#### 4. 5. 3 評価結果

圧密沈下量の算定結果を第 4.5-2 表及び第 4.5-3 表に示す。圧密沈下量は西側トレンチが 12.1cm，東側トレンチが 6.6cm となり，圧密沈下が生じた場合においても，廃棄物は地下水位（T.P. +2.00m）に達しないことを確認した。

第 4.5-2 表 圧密沈下量の算定結果（西側トレンチ）

地質記号	T.P. (m)	GL (m)	$z \cdot \tan \theta$ (m)	荷重分散増分 $\Delta\sigma_z$ (kN/m <sup>2</sup> )	$\sigma_z + \Delta\sigma_z$ (kN/m <sup>2</sup> )	廃棄物埋設後の粘土層の過圧密比 OCR	圧密状態	膨潤指数 C <sub>s</sub>	圧縮指数 C <sub>c</sub>	初期間隙比 e <sub>0</sub>	$\sigma_z + \Delta\sigma_z$ に対する間隙比 e <sub>1</sub> <sup>※1</sup>	各層の沈下量 S <sub>1</sub> (過圧密状態) (m)	各層の沈下量 S <sub>2</sub> (正規圧密状態) (m)	S <sub>1</sub> +S <sub>2</sub>	累計沈下量 S <sub>c</sub> (m)
	8.29	0.00													
du	6.00	2.29													
du	4.00	4.29										廃棄物埋設位置下端 (T.P. +4.00m)			
du	2.75	5.54	0.36	118.61											
du	2.00	6.29	0.94	112.56								地下水位 (T.P. +2.00m)			
du	-0.26	8.55	1.81	104.37											
Ag2	-1.65	9.94	2.86	95.71											
Ac	-1.82	10.11	3.31	92.36	238.95	0.87	正規圧密	0.08	0.83	1.868	1.856	0.001	0.003	0.004	0.004
Ag2	-2.58	10.87	3.58	90.43											
Ac	-2.88	11.17	3.89	88.30	244.18	0.86	正規圧密	0.08	0.83	1.868	1.858	0.001	0.006	0.007	0.011
Ag2	-4.26	12.55	4.37	85.16											
Ac	-8.34	16.63	5.95	75.99	259.80	0.92	正規圧密	0.05	0.73	1.636	1.630	0.009	0.039	0.048	0.059
As	-9.80	18.09	7.55	68.21											
Ac	-15.40	23.69	9.58	60.04	286.80	0.95	正規圧密	0.05	0.73	1.636	1.632	0.008	0.035	0.043	0.102
As	-17.33	25.62	11.76	52.86											
Ac	-24.32	32.61	14.34	45.98	328.86	1.03	過圧密	0.05	0.73	1.636	1.632	0.010	0.000	0.010	0.112
As	-26.49	34.78	16.98	40.29											
Ac	-29.91	38.20	18.59	37.34	371.59	1.08	過圧密	0.05	0.73	1.636	1.633	0.003	0.000	0.003	0.115
As	-31.12	39.41	19.93	35.14											
Ac	-33.47	41.76	20.96	33.58	396.36	1.10	過圧密	0.05	0.73	1.636	1.634	0.001	0.000	0.001	0.116
As	-34.65	42.94	21.97	32.15											
Ac	-39.03	47.32	23.58	30.06	424.12	1.11	過圧密	0.05	0.73	1.636	1.634	0.003	0.000	0.003	0.119
As	-39.99	48.28	25.12	28.25											
Ac	-43.39	51.68	26.38	26.89	453.62	1.13	過圧密	0.05	0.73	1.636	1.634	0.002	0.000	0.002	0.121
As	-44.76	53.05	27.76	25.51											
Ag1	-47.64	55.93	28.98	24.38											
As	-49.16	57.45	30.25	23.29											
Ag1	-52.69	60.98	31.71	22.12											
Ac	-54.16	62.45	33.16	21.05	553.95	1.15	過圧密	0.05	0.73	1.636	1.635	0.000	0.000	0.000	0.121
Ag1	-58.28	66.57	34.77	19.95											
Km	Base				計							0.038	0.083	0.121	

※1) 正規圧密状態の場合は、圧密降伏応力 p<sub>c</sub> に対する間隙比

第 4.5-3 表 圧密沈下量の算定結果（東側トレンチ）

地質記号	T.P. (m)	GL (m)	$z \cdot \tan \theta$ (m)	荷重分散増分 $\Delta\sigma_z$ ( $\text{kN}/\text{m}^2$ )	$\sigma_z + \Delta\sigma_z$ ( $\text{kN}/\text{m}^2$ )	廃棄物埋設後の粘土層の過圧密比OCR	圧密状態	膨潤指数 $C_s$	圧縮指数 $C_c$	初期間隙比 $e_0$	$\sigma_z + \Delta\sigma_z$ に対する間隙比 $e_1$ <sup>※1</sup>	各層の沈下量 $S_1$ (過圧密状態) (m)	各層の沈下量 $S_2$ (正規圧密状態) (m)	$S_1 + S_2$	累計沈下量 $S_c$ (m)
	8.29	0.00													
du	6.00	2.29													
du	4.00	4.29													
												廃棄物埋設位置下端 (T. P. +4.00m)			
du	2.75	5.54	0.36	93.05											
du	2.00	6.29	0.94	89.01											
du	-0.26	8.55	1.81	83.46											
Ag2	-1.65	9.94	2.86	77.46											
Ac	-1.82	10.11	3.31	75.10	221.69	0.94	正規圧密	0.08	0.83	1.868	1.856	0.001	0.001	0.002	0.002
Ag2	-2.58	10.87	3.58	73.74											
Ac	-2.88	11.17	3.89	72.22	228.10	0.92	正規圧密	0.08	0.83	1.868	1.858	0.001	0.003	0.004	0.006
Ag2	-4.26	12.55	4.37	69.97											
Ac	-8.34	16.63	5.95	63.28	247.09	0.97	正規圧密	0.05	0.73	1.636	1.630	0.009	0.014	0.023	0.029
As	-9.80	18.09	7.55	57.48											
Ac	-15.40	23.69	9.58	51.24	278.00	0.98	正規圧密	0.05	0.73	1.636	1.632	0.008	0.014	0.022	0.051
As	-17.33	25.62	11.76	45.64											
Ac	-24.32	32.61	14.34	40.16	323.04	1.05	過圧密	0.05	0.73	1.636	1.633	0.007	0.000	0.007	0.058
As	-26.49	34.78	16.98	35.54											
Ac	-29.91	38.20	18.59	33.11	367.36	1.09	過圧密	0.05	0.73	1.636	1.634	0.002	0.000	0.002	0.060
As	-31.12	39.41	19.93	31.28											
Ac	-33.47	41.76	20.96	29.98	392.76	1.11	過圧密	0.05	0.73	1.636	1.634	0.001	0.000	0.001	0.061
As	-34.65	42.94	21.97	28.78											
Ac	-39.03	47.32	23.58	27.02	421.08	1.12	過圧密	0.05	0.73	1.636	1.634	0.003	0.000	0.003	0.064
As	-39.99	48.28	25.12	25.48											
Ac	-43.39	51.68	26.38	24.32	451.05	1.14	過圧密	0.05	0.73	1.636	1.634	0.002	0.000	0.002	0.066
As	-44.76	53.05	27.76	23.14											
Ag1	-47.64	55.93	28.98	22.17											
As	-49.16	57.45	30.25	21.22											
Ag1	-52.69	60.98	31.71	20.21											
Ac	-54.16	62.45	33.16	19.27	552.17	1.16	過圧密	0.05	0.73	1.636	1.635	0.000	0.000	0.000	0.066
Ag1	-58.28	66.57	34.77	18.31											
Km	Base				計							0.034	0.032	0.066	

※1) 正規圧密状態の場合は、圧密降伏応力 $p_c$ に対する間隙比

## 5 参考文献

- (1) 公益社団法人 日本道路協会 (平成 29 年) : 道路橋示方書 (IV 下部構造編) ・同解説
- (2) 公益社団法人 日本道路協会 (平成 22 年) : 道路土工盛土工指針 (平成 22 年度版)
- (3) 公益社団法人 日本道路協会 (平成 29 年) : 道路橋示方書 (I 共通編) ・同解説
- (4) 公益社団法人 日本道路協会 (平成 29 年) : 道路橋示方書 (V 耐震設計編) ・同解説
- (5) Kenji Ishihara and Mitsutoshi Yoshimine (1992) : Evaluation Of Settlements In Sand Deposits Following Liquefaction During Earthquakes; Soils And Foundations Vol32, No. 1, 172-188
- (6) Kohji Tokimatsu, Yoshiaki Yoshimi (1983) : Empirical correlation of soil liquefaction based on SPT N-Value and fines content, Soils and foundations Vol. 23, No, 4, Dec. 1983
- (7) 一般社団法人 日本建築学会 (2019 年) : 建築基礎構造設計指針 (2019)
- (8) 公益社団法人 日本道路協会 (平成 14 年) : 道路橋示方書 (IV 下部構造編) ・同解説

以上