

【公開版】

日本原燃株式会社	
資料番号	耐震建物 35 R 0
提出年月日	令和 5 年 1 月 31 日

設工認に係る補足説明資料

耐震設計の基本方針に関する

土木構造物の液状化の影響評価について

目 次

1. 概要	1
2. 液状化評価対象断面の選定	2
2.1 施設周辺の地盤及び周辺施設の配置状況を踏まえた分類	2
2.2 改良地盤に広範囲に囲まれていることの判断基準	6
2.3 洞道上部の液状化対象層の扱い	7
3. 想定される影響因子に対する評価	8
3.1 洞道の耐震設計への影響が想定される影響因子の選定	8
3.2 洞道の耐震設計への影響が想定される影響因子に対する評価	11
4. 今回設工認における洞道の液状化影響評価	15

1. 概要

本資料は、再処理施設の第2回設工認申請のうち、以下の添付書類に示す屋外重要土木構造物の地震応答解析の基本方針について補足説明するものである。

- ・再処理施設 添付書類「IV-1-1-5 地震応答解析の基本方針」
- ・再処理施設 添付書類「IV-2-4-3-1-1 屋外重要土木構造物の液状化に関する影響評価結果」

添付書類「IV-1-1-5 地震応答解析の基本方針」において、屋外重要土木構造物の地震応答解析における液状化に対する考慮について以下のとおり記載している。

(IV-1-1-5より抜粋)

2.1.2 屋外重要土木構造物

(1) 入力地震動

(中略)

地下水排水設備の外側に配置される屋外重要土木構造物については、施設の構造上の特徴の観点から、地中土木構造物に該当するため、液状化による影響について確認する。なお、施設の周辺地盤及び周辺施設の配置状況の観点から、各施設の基礎が直接又はMMRを介して岩盤に支持され周囲が建物・構築物で囲まれている場合は、液状化による影響が小さいと考えられることから、液状化による影響についての確認は不要とする。また、各施設の基礎が直接又はMMRを介して岩盤に支持され、かつ、周囲が広範囲に改良地盤で囲まれ、液状化の影響がないと定量的に判断できる場合は、液状化による影響についての確認は不要とする。

屋外重要土木構造物である洞道の地震応答解析に当たっては、上記方針に基づき、施設の周辺地盤及び周辺施設の配置状況による判断として、洞道の区間ごとに側方の改良地盤の分布状況等について確認を行い、液状化による影響確認の要否を判断している。そして、液状化影響評価の対象として選定した区間については、液状化による周辺地盤の剛性低下等の影響因子の中から洞道の耐震設計への影響が想定される影響因子を選定し、当該区間における設計断面を対象に選定した影響因子に対する評価を行っている。

本資料においては、施設の周辺地盤及び周辺施設の配置状況の観点を踏まえた液状化評価対象洞道・断面の選定の考え方、想定される影響因子に対する評価の考え方について補足説明するものである。

2. 液状化評価対象断面の選定

2.1 施設周辺の地盤及び周辺施設の配置状況を踏まえた分類

屋外重要土木構造物である洞道を第 2.1-1 表に、位置を第 2.1-1 図に示す。

洞道は建屋間を連結する鉄筋コンクリート造の地中構造物であり、岩盤に直接又はマンメイドロック(以下、「MMR」という。)を介して支持されているが、洞道周辺の地盤状況等は洞道の設置される区間ごとに異なっている。施設周辺の地盤及び周辺施設の配置状況を踏まえた分類を第 2.1-2 表に示す。

グループ A は、洞道側方に液状化対象層が分布する区間であり、改良地盤や隣接構造物がない区間のほか、改良地盤があるものの洞道との間に液状化対象層が残っている区間、又は、改良地盤高さが洞道高さ未満の区間が該当する。これらの区間については、洞道が液状化対象層と直接的に接しており、地盤の液状化により施設設計へ影響を与える恐れがある。

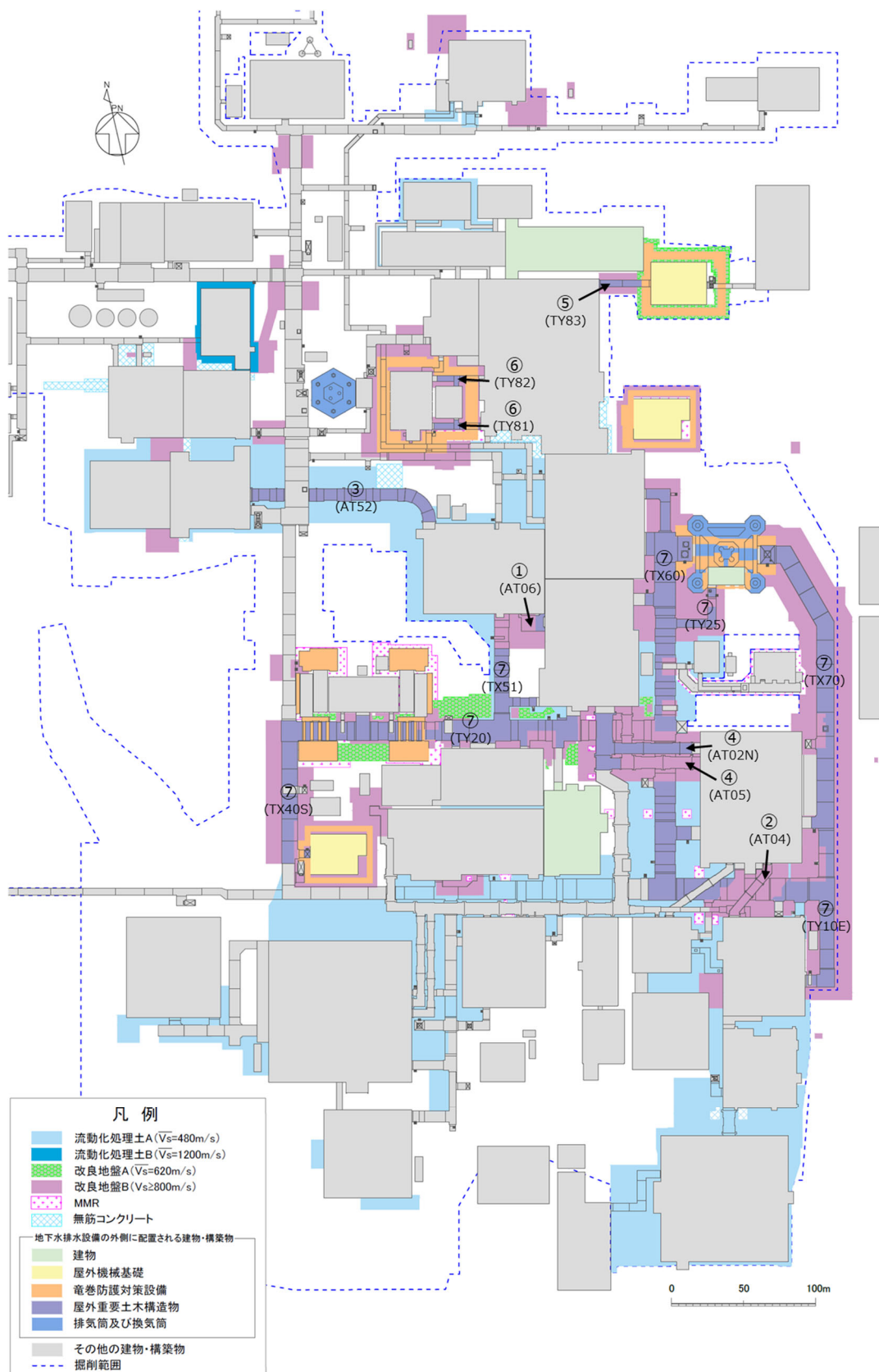
グループ B は、洞道周囲に改良地盤や隣接構造物があるが広範囲には囲まれていない区間である。当該区間については、洞道両側が改良地盤や隣接構造物に囲まれており、洞道側方で液状化対象層と直接的には接していない。そのため、本区間については、改良地盤により地震時における周辺地盤の影響による挙動が軽減され、グループ A と比べると、側方地盤の液状化が施設設計に与える影響は軽減されていると考えられる。しかし、改良地盤に広範囲には囲まれていないことから、液状化による施設設計への影響は否定できない。

グループ C は、洞道が広範囲に改良地盤や隣接構造物に囲まれている区間であり、これらの区間については、広範囲の改良地盤等により地震時における周辺地盤の影響による挙動が抑制され、液状化による影響が小さいと考えられることから、液状化による影響についての確認は不要とする。改良地盤に広範囲に囲まれていることの判断基準、また、洞道上部の液状化対象層の扱いについては、次項以降に示す。

以上を踏まえ、液状化影響評価に当たっては、グループ A 及びグループ B の設計断面を液状化評価対象断面として選定する。

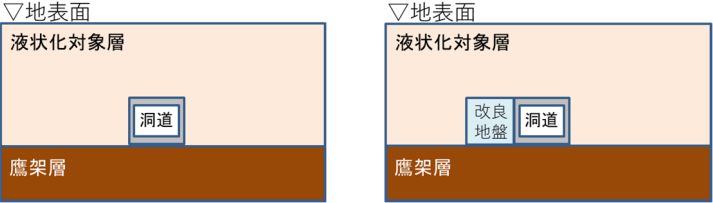
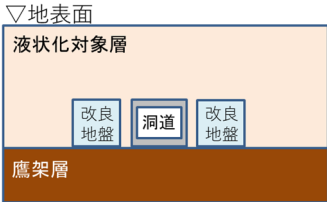
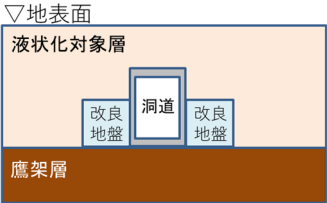
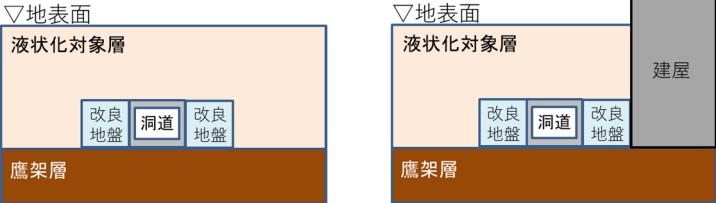
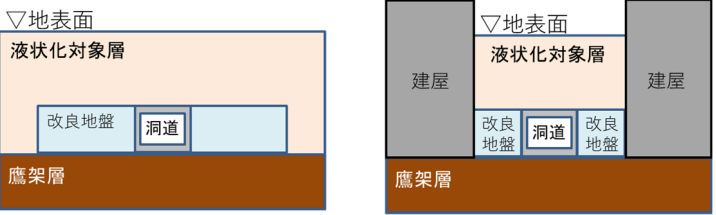
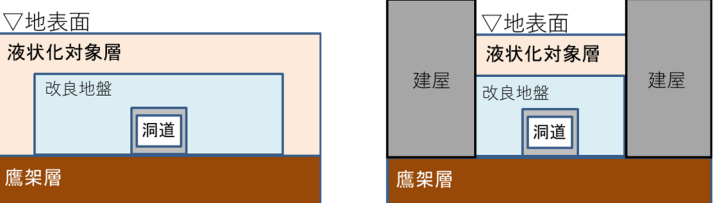
第 2.1-1 表 屋外重要土木構造物の洞道

No	洞道名称
①	分離建屋/高レベル廃液ガラス固化建屋間洞道(AT06)
②	精製建屋/ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋間洞道(AT04)
③	高レベル廃液ガラス固化建屋/第1ガラス固化体貯蔵建屋間洞道(AT52)
④	分離建屋/精製建屋/ウラン脱硝建屋/ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋/低レベル廃液処理建屋/低レベル廃棄物処理建屋/分析建屋間洞道(AT05, AT02N)
⑤	使用済燃料受入れ・貯蔵建屋/安全冷却水系冷却塔A基礎間洞道(TY83)
⑥	使用済燃料受入れ・貯蔵建屋/安全冷却水系冷却塔B基礎間洞道(TY81, TY82)
⑦	前処理建屋/分離建屋/精製建屋/高レベル廃液ガラス固化建屋/ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋/制御建屋/非常用電源建屋/冷却水設備の安全冷却水系/主排気筒/主排気筒管理建屋間洞道(TX40S, TX51, TX60, TX70, TY10E, TY20, TY25)



第 2.1-1 図 洞道の位置

第 2.1-2 表 施設周辺の地盤及び周辺施設の配置状況を踏まえた分類

分類	断面イメージ
<p><グループ A> 洞道側方に液状化対象層が分布する区間</p>	<p><洞道側方に改良地盤なし></p>  <p><洞道と改良地盤の間に液状化対象層が残っている></p>  <p><改良地盤高さが洞道の高さ未満></p> 
<p><グループ B> 洞道周囲に改良地盤等があるが広範囲には囲まれていない区間</p>	
<p><グループ C> 洞道が広範囲に改良地盤等に囲まれている区間</p>	<p><洞道両側が広範囲に改良地盤等に囲まれている></p>  <p><洞道上部含め改良地盤等に囲まれている></p> 

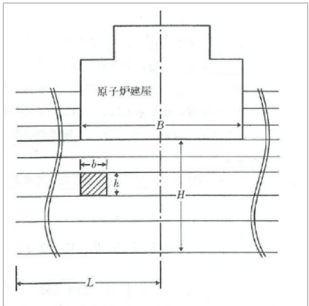
2.2 改良地盤に広範囲に囲まれていることの判断基準

改良地盤に広範囲に囲まれていることの判断基準については、原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1987((社)日本電気協会) (以下、「JEAG4601-1987」という。)における解析モデル領域の考え方を参考に設定する。JEAG4601-1987 における解析モデル領域の考え方を第 2.2-1 表に示す。

JEAG4601-1987 においては、側方境界の影響が構造物の応答に影響を与えないよう、解析モデル領域の目安が示されており、洞道の地震応答解析モデルにおいてもこの考えを参考に、側方境界については洞道中心から洞道幅の 2.5 倍以上離れた位置に設定している。

この考えを参考に、洞道両側において、洞道中心から 2.5 倍以上 (洞道側壁から 2 倍以上) の位置まで改良地盤等に囲まれている場合には、その側方の地盤が液状化した場合においても洞道の応答に与える影響はないものと考え、改良地盤に広範囲に囲まれていることの判断基準を「洞道側方の改良地盤が洞道幅の 2 倍以上分布していること」とした。

第 2.2-1 表 JEAG4601-1987 における解析モデル領域の考え方

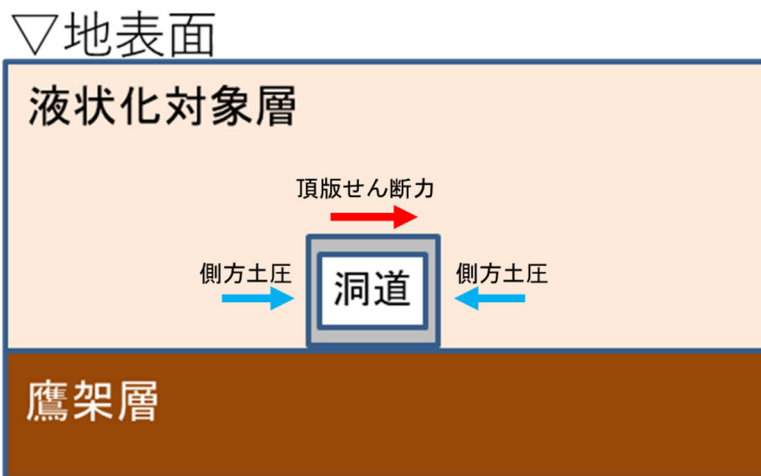
記載箇所	4.2.3 耐震設計法	5.2.3 建物・構築物と地盤の相互作用
解析モデル領域に係る記載事項 (水平方向)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 動的解析用モデルの水平方向の解析範囲は、原則として自然地盤の応答スペクトルに近似した応答スペクトルを得られるだけの幅をとるものとする ➤ 均一な地盤では、解析の境界は建屋の振動方向にそれぞれ建屋幅の 2.5 倍以上離れた点に設ければよいことが多い ➤ 側方に無反射境界を設けることにより解析範囲を縮小することができる 	<p>＜モデル化する地盤の水平方向長さ(2L)＞</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ 粘性境界モデルでは、解析における低振動数における 1 波長を含む程度の長さであれば、実用上満足すべき解析精度が確保されることがこれまでの解析例で示されている ➤ 水平方向長さとして基礎マット幅の 2～4 倍が一つの目安となる <div style="text-align: center;">  <p>図 5.2.3-17 FEMモデルのモデル化の基本事項 (JEAG4601-1987 より抜粋)</p> </div>

2.3 洞道上部の液状化対象層の扱い

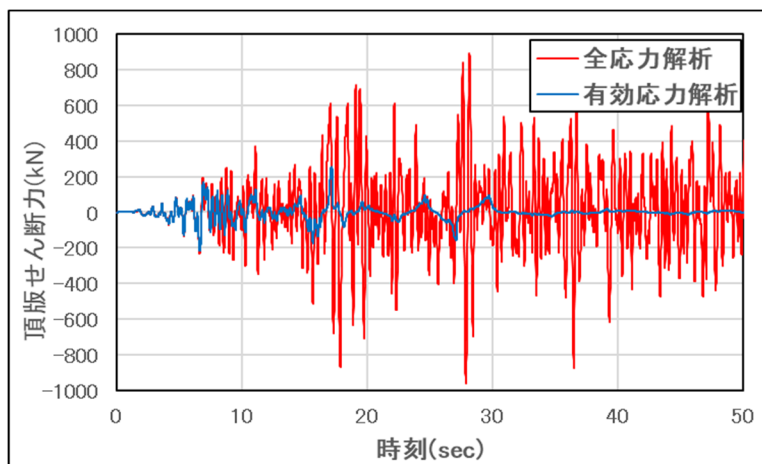
地中構造物である洞道の耐震設計においては、第 2.3-1 図に示す因子による影響が支配的である。

周辺地盤が液状化した場合、側方から作用する土圧については必ずしも小さくなるとは言えないが、頂版に作用するせん断力については地盤剛性が低下することにより小さくなる。参考として、全応力解析・有効応力解析における洞道頂版に作用するせん断力を比較した結果を第 2.3-2 図に示す。

以上のことから、洞道側方が広範囲に改良地盤等に囲まれている断面について、洞道上部に液状化対象層が残る場合でも、地震時の液状化による影響はないものと考えられる。



第 2.3-1 図 洞道の耐震設計への影響が大きい因子



第 2.3-2 図 洞道頂版に作用するせん断力の比較 (TX51 H-H 断面, $S_s - A$)

3. 想定される影響因子に対する評価

3.1 洞道の耐震設計への影響が想定される影響因子の選定

「2.1 施設周辺の地盤及び周辺施設の配置状況を踏まえた分類」において、液状化評価対象として選定したグループ A 及びグループ B の液状化影響評価に当たり、補足説明資料「耐震建物 13 耐震設計の基本方針に関する建物・構築物周辺の設計用地下水位の設定について」にて抽出した 6 点の影響因子について、洞道の耐震設計への影響が想定されるか整理を行った結果を以下に示す。

① 地盤の剛性低下

洞道は地中構造物であり、地震応答解析モデルの設定に当たっては、2次元動的有限要素法による構造物－地盤連成モデルを用いて、構造物と地盤の相互作用を考慮している。このため、洞道側方の液状化対象層の液状化に伴う地盤の剛性低下による影響が想定されることから、有効応力解析を行い、設計への反映要否を確認する。

② 施設の沈下

洞道は岩盤に直接又は MMR を介して支持されていることから沈下することはない。

③ 施設の転倒

洞道は地中構造物であり、転倒することはない。

④ 施設の滑動

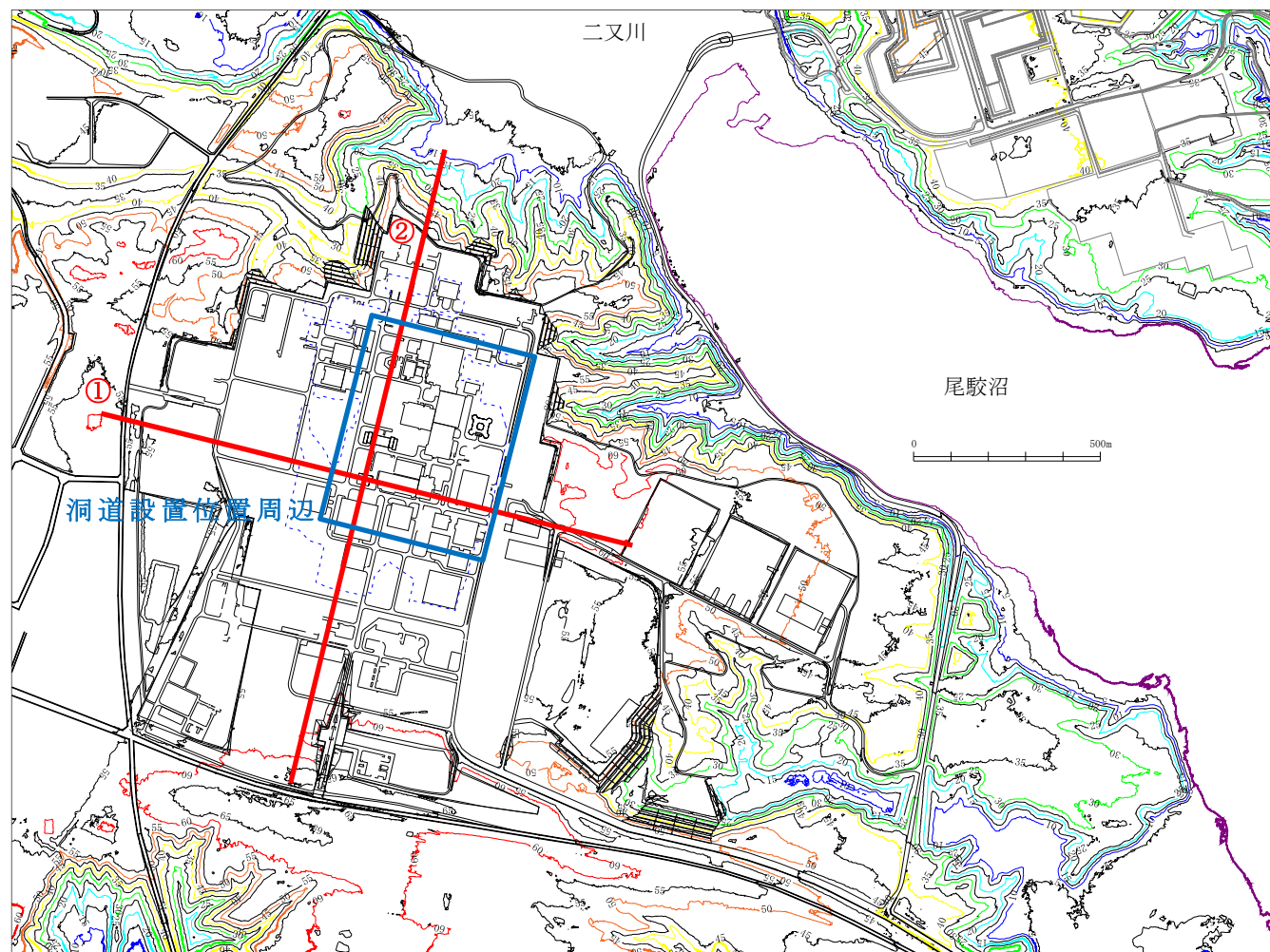
洞道は地中構造物であり、滑動による問題が生じることはない。
なお、洞道の地震応答解析モデルにおいては、構造物と地盤の境界部にジョイント要素を設けることにより、構造物と地盤の剥離・すべりを考慮した解析を行っている。

⑤ 液状化対象層の傾斜による側方流動

洞道は、第 3.1-1 図及び第 3.1-2 図に示す通り、鷹架層を台形状に掘削して水平に埋戻し土、流動化処理土で埋め戻されていること、高低差がある台地の法肩から 100m 以上離れていることから、液状化に伴う側方流動が施設に与える影響はない。

⑥ 施設の浮上り

洞道は地中構造物であり、洞道側方に改良地盤がない場合には、浮上りが生じる恐れがあることから、浮上り検討を行い、対策の要否を確認する。

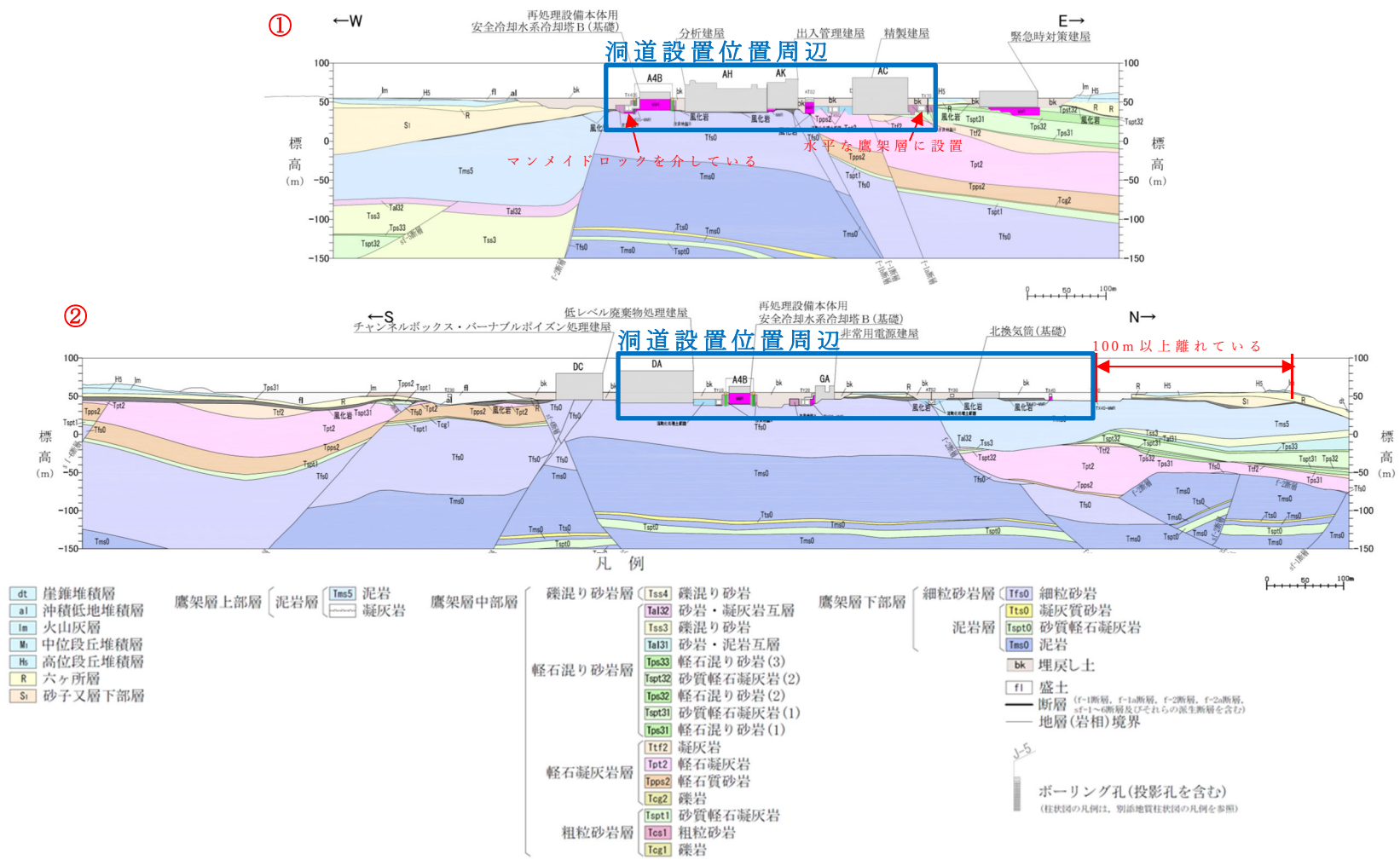


凡例

— (Red)	T. M. S. L. +60m
— (Orange)	T. M. S. L. +50m
— (Yellow)	T. M. S. L. +40m
— (Green)	T. M. S. L. +30m
— (Cyan)	T. M. S. L. +20m
— (Blue)	T. M. S. L. +10m
— (Purple)	T. M. S. L. + 0m
- - - (Blue dashed)	掘削領域

①・② : 第 3.1-2 図の断面位置を示す。

第 3.1-1 図 敷地周辺の地形図



第 3.1-2 図 洞道設置位置周辺の断面図

3.2 洞道の耐震設計への影響が想定される影響因子に対する評価

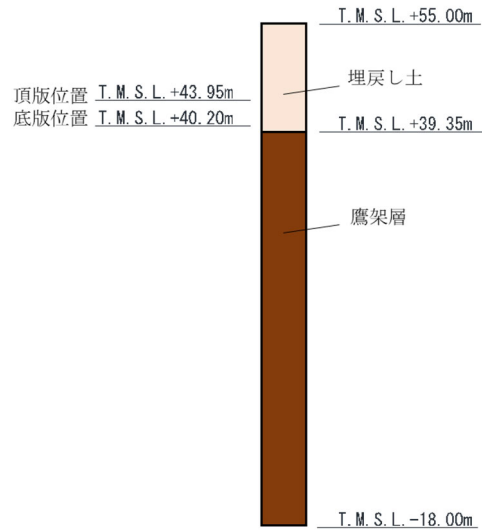
洞道の耐震設計への影響が想定される影響因子として選定した「地盤の剛性低下」及び「施設の浮上り」に対して、以下のとおり評価を行う。各影響因子に対する評価方法については、添付書類「IV-2-4-3-1-1 屋外重要土木構造物の液状化に関する影響評価結果」における「2.4 有効応力解析における解析条件」及び「2.5 評価方法」に示すとおりである。

3.2.1 地盤の剛性低下に係る評価

地盤の剛性低下については、グループ A 及びグループ B の各評価対象断面に共通して影響が想定される影響因子であり、各評価対象断面において有効応力解析を実施し、地盤の剛性低下による影響を確認する。有効応力解析の実施に当たり、グループ A については基準地震動 S_s の全波に対して影響確認を実施するが、グループ B については洞道両側の改良地盤によりグループ A に比べ液状化の影響は相当程度軽減されていると考えられることから、基準地震動 S_s のうち代表波による影響確認を実施する。

検討グループ B の評価に用いる代表波については、各評価対象断面の全応力解析における評価結果が厳しい地震動及び液状化による影響が大きいと想定される地震動を対象とする。全応力解析における評価結果が厳しい地震動については、洞道の耐震評価において構造部材のせん断評価が厳しいことから、各評価対象断面のせん断評価結果が最も厳しい地震動を選定する。また、液状化による影響が大きいと想定される地震動については、幅広い周期帯の成分を有し、かつ地震継続時間が長い $S_s - A$ を選定した。

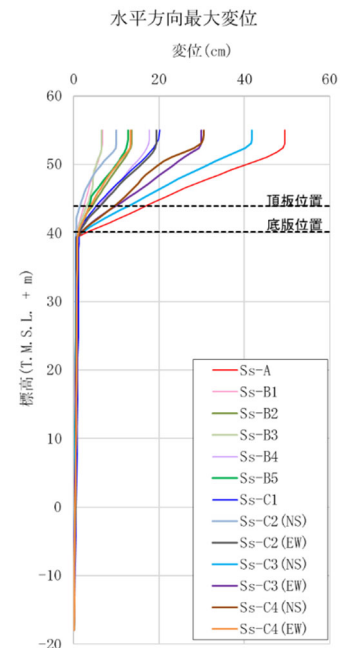
液状化による影響が大きいと想定される地震動の選定の妥当性確認として、一次元解析モデルによる基準地震動 S_s の全波に対する頂底版間の最大相対変位を比較した。一次元解析モデルを第 3.2.1-1 図に、各地震波における頂底版間の最大相対変位を第 3.2.1-1 表に示す。比較の結果、頂底版間の最大相対変位は $S_s - A$ が最大であることから、 $S_s - A$ が液状化により最もせん断変形が生じやすい地震動と判断した。



第 3.2.1-1 図 一次元解析モデル (TX51 H-H 断面)

第 3.2.1-1 表 一次元解析モデルによる頂底版間の最大相対変位 (TX51 H-H 断面)

基準地震動	最大相対変位 (cm)
Ss-A	14.0
Ss-B1	2.0
Ss-B2	3.6
Ss-B3	2.7
Ss-B4	4.7
Ss-B5	3.1
Ss-C1	4.6
Ss-C2 (NS)	1.3
Ss-C2 (EW)	5.5
Ss-C3 (NS)	10.9
Ss-C3 (EW)	8.3
Ss-C4 (NS)	7.9
Ss-C4 (EW)	3.1



3.2.2 浮上りに対する評価

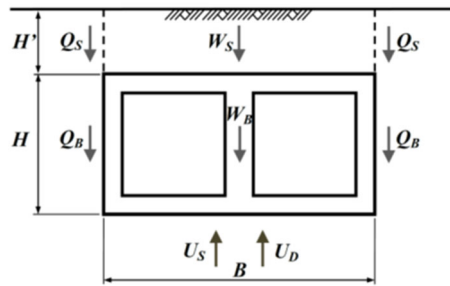
浮上りに対する評価については、洞道両側に改良地盤がある場合には浮上りの恐れはないと考えられることから、グループ A の液状化評価対象断面のうち側方に改良地盤のない断面を対象として検討を実施する。

(1) 浮上り評価式

検討においては、トンネル標準示方書（土木学会，2016）（以下、「トンネル標準示方書」という。）に示される以下の式を用いて評価を実施する。浮上り評価の概念図を第 3.2.2-1 図に示す。

$$\gamma_i(U_s+U_D)/(W_s+W_B+2Q_s+2Q_B) \leq 1.0$$

- ここで、 W_B : 開削トンネルの自重の設計用値
 W_s : 鉛直荷重(水の影響を含む)の設計用値
 Q_s : 上載土のせん断抵抗 $F_L < 1$ の土層は $Q_s = 0$
 $Q_s = f_{rus} H' (c_s + K_o \sigma'_{vs} \tan \Phi_s)$
 Q_B : 開削トンネル側面の摩擦抵抗 $F_L < 1$ の土層は $Q_B = 0$
 $Q_B = f_{ruw} H (c_B + K_o \sigma'_{vB} \tan \Phi_B)$
 F_L : 液状化に対する抵抗率
 K_o : 静止土圧係数
 $\sigma'_{vs}, \sigma'_{vB}$: 上載土中央深さ及び開削トンネル中央深さにおける土の有効上載圧
 H' : 上載土の厚さ
 c_s, c_B : 上載土及び開削トンネル側面の粘着力
 Φ_s : 上載土のせん断抵抗角
 H, B : 開削トンネルの高さと幅
 Φ_B : 開削トンネル側面の壁面摩擦角で、
 $\Phi_B = 2\Phi/3$ とする
(Φ : 開削トンネル周辺地盤の土の内部摩擦角)
 U_s : 開削トンネル底面の静水圧による揚圧力の設計用値
 U_D : 開削トンネル底面の過剰間隙水圧による揚圧力
 $U_D = L_u \sigma'_v B$
 L_u : 過剰間隙水圧比
 σ'_v : 開削トンネル底面位置における初期有効上載圧
 γ_i : 構造物係数 (=1.0)
 f_{ruw}, f_{rus} : 液状化時の浮上りに関する地盤抵抗係数で
 $f_{ruw} = 1.0, f_{rus} = 1.0$ とする



第 3.2.2-1 図 算定方法の概念図

(2) 評価条件

a. 荷重・重量

上載土の荷重条件及び構造物の自重に関する評価条件を第 3.2.2-1 表に示す。

地盤及び鉄筋コンクリートの単位体積重量は耐震評価と同じ設定とする。なお、機器配管荷重については、保守的な評価結果となるよう、考慮しないこととする。

第 3.2.2-1 表 荷重・重量に関する評価条件

種別	単位体積重量 γ (kN/m^3)
埋戻し土	$17.8+0.0274D^*$
鉄筋コンクリート	24.0
地下水	9.80665

注記 * : D は地表面からの深度 (m)

b. 地下水位の設定

評価に用いる地下水位は、洞道の設計用地下水位である地表面に設定して実施する。

c. 地盤のせん断抵抗

地盤のせん断抵抗に関する評価条件としては、浮上り評価においては、地震応答解析の結果によらず地下水位以深の液状化対象層（埋戻し土）については、液状化するものとして扱い、上載土のせん断抵抗 Q_s 及び構造物側面の摩擦抵抗 Q_b は考慮しない。

d. 揚圧力

構造物底面に作用する揚圧力のうち、静水圧による揚圧力 U_s は底版位置の深度に基づき設定する。過剰間隙水圧による揚圧力 U_D は、洞道は岩盤又は MMR に設置していることから、考慮しないこととする。

4. 今回設工認における洞道の液状化影響評価

洞道の液状化評価に当たっては、洞道ごとに施設周辺の地盤及び周辺施設の配置状況を踏まえた分類を行ったうえで、想定される影響因子に対する評価を行っている。各洞道の液状化影響評価の概要について、第 4.-1 表に示す。

各洞道において、「施設周辺の地盤及び周辺施設の配置状況を踏まえた分類」については、洞道により各グループに該当する断面の有無に違いがあるが、TY20 においてはグループ A から C のそれぞれの分類に該当する断面が含まれている。また、「想定される影響因子に対する評価」についても、洞道により該当する評価項目に違いがあるが、AT52, TX51, TY20 においては地盤の剛性低下及び浮上りの評価項目が含まれている。

以上のとおり、TY20 については「施設周辺の地盤及び周辺施設の配置状況を踏まえた分類」のグループ分類、「想定される影響因子に対する評価」の評価項目が網羅されており、液状化評価における説明項目の網羅性の観点から TY20 を代表説明洞道として選定した。TY20 の液状化影響評価について、「別紙 1 前処理建屋/分離建屋/精製建屋/高レベル廃液ガラス固化建屋/ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋/制御建屋/非常用電源建屋/冷却水設備の安全冷却水系/主排気筒/主排気筒管理建屋間洞道(TY20)の液状化影響評価」に示す。

第 4.-1 表 各洞道の液状化影響評価の概要

No	洞道名称		該当する断面、評価項目の有無 (有；○，無；-)				
			施設周辺の地盤及び周辺施設の 配置状況を踏まえた分類			想定される影響因子に 対する評価	
			グループA	グループB	グループC	地盤の 剛性低下	浮上り
①	分離建屋/ 高レベル廃液ガラス固化建屋間洞道	AT06	-	○	-	○	-
②	精製建屋/ ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋間洞道	AT04	-	-	○	-	-
③	高レベル廃液ガラス固化建屋/ 第1ガラス固化体貯蔵建屋間洞道	AT52	○	-	-	○	○
④	分離建屋/精製建屋/ウラン脱硝建屋/ ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋/ 低レベル廃液処理建屋/ 低レベル廃棄物処理建屋/分析建屋間洞道	AT05	-	○	-	○	-
		AT02N	-	○	-	○	-
⑤	使用済燃料受入れ・貯蔵建屋/ 安全冷却水系冷却塔 A 基礎間洞道	TY83	○	-	-	○	-
⑥	使用済燃料受入れ・貯蔵建屋/ 安全冷却水系冷却塔 B 基礎間洞道	TY81	-	-	○	-	-
		TY82	-	-	○	-	-
⑦	前処理建屋/分離建屋/精製建屋/ 高レベル廃液ガラス固化建屋/ ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋/ 制御建屋/非常用電源建屋/ 冷却水設備の安全冷却水系/主排気筒/ 主排気筒管理建屋間洞道	TX40S	-	○	○	○	-
		TX51	○	-	○	○	○
		TX60	-	○	○	○	-
		TX70	○	○	-	○	-
		TY10E	-	○	○	○	-
		TY20	○	○	○	○	○
		TY25	-	○	-	○	-

別紙

耐震建物 35【耐震設計の基本方針に関する土木構造物の液状化の影響評価について】

別紙				備考
資料 No.	名称	提出日	Rev	
別紙 1	前処理建屋/分離建屋/精製建屋/高レベル廃液ガラス固化建屋/ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋/制御建屋/非常用電源建屋/冷却水設備の安全冷却水系/主排気筒/主排気筒管理建屋間洞道(TY20)の液状化影響評価	2023/1/31	0	-

別紙 1

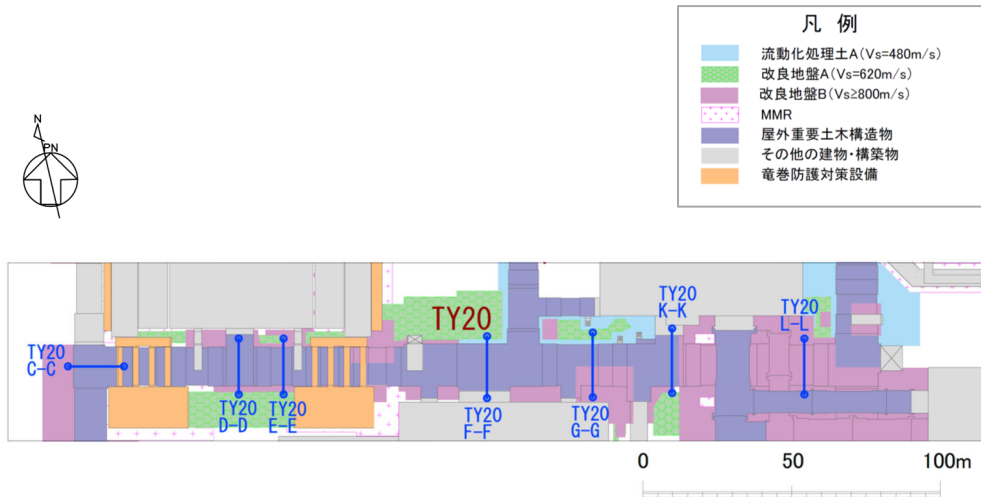
前処理建屋/分離建屋/精製建屋/高レベル廃
液ガラス固化建屋/ウラン・プルトニウム混合
脱硝建屋/制御建屋/非常用電源建屋/冷却水設
備の安全冷却水系/主排気筒/主排気筒管理建
屋間洞道 (TY20) の液状化影響評価

目 次

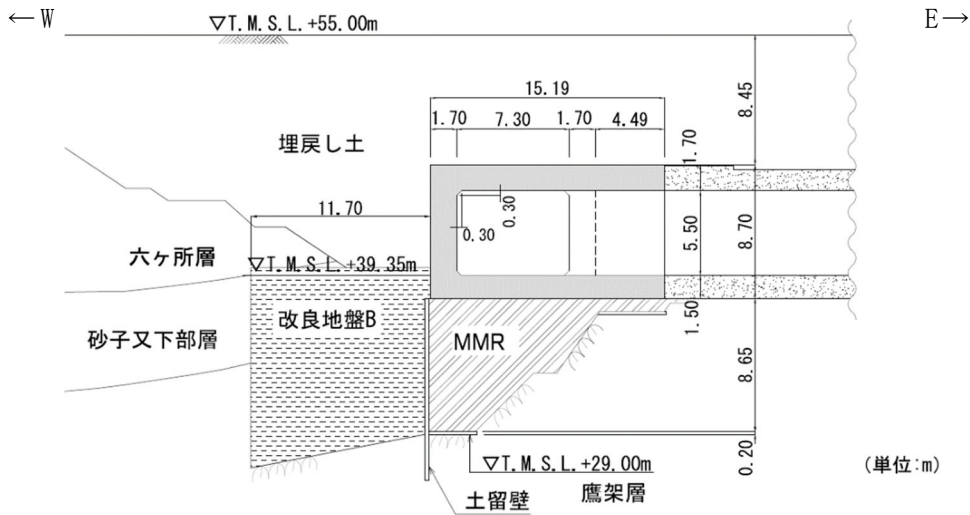
1. 液状化評価対象断面の選定結果 別紙 1-1
2. 液状化評価結果 別紙 1-6
 - 2.1 地盤の剛性低下に係る評価 別紙 1-6
 - 2.2 浮上りに対する評価 別紙 1-6

1. 液状化評価対象断面の選定結果

TY20周辺の地盤改良平面図を第1.-1図に，TY20の各断面の実態断面図を第1.-2図に，TY20の液状化評価対象断面の選定結果を第1.-1表に示す。

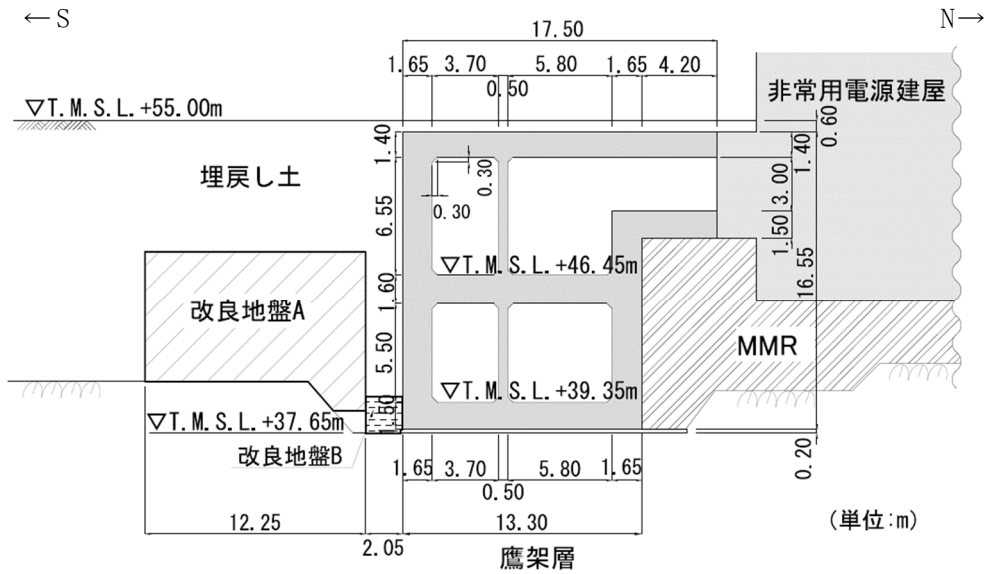


第 1.-1 図 TY20 周辺の地盤改良平面図



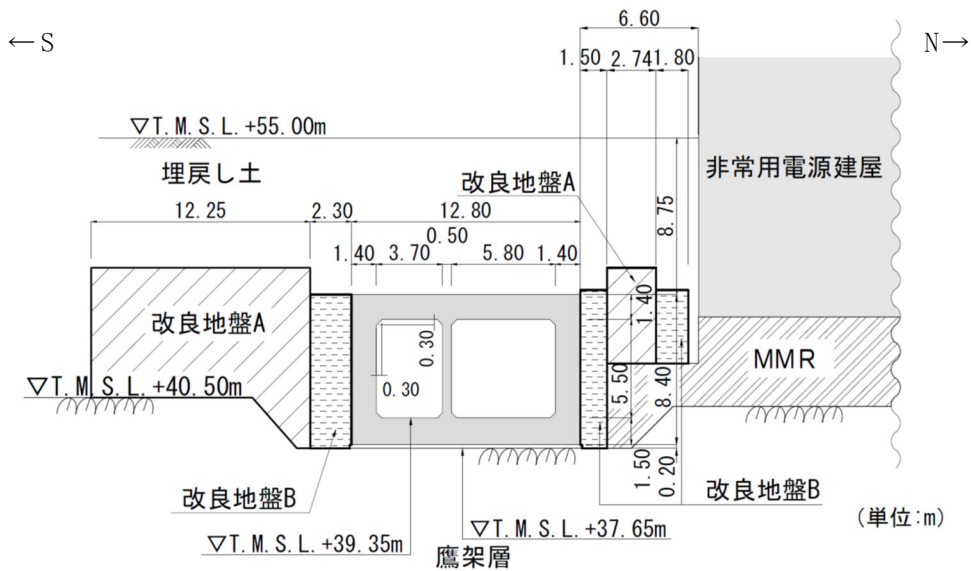
- 西側において液状化対象層が分布していることからグループ A に分類する
- 底版位置付近において浮上り対策としての改良地盤が施工されており根入れされていることから浮上り検討対象外とする

第 1.-2 図 (1) TY20 の実態断面図 (C-C 断面)



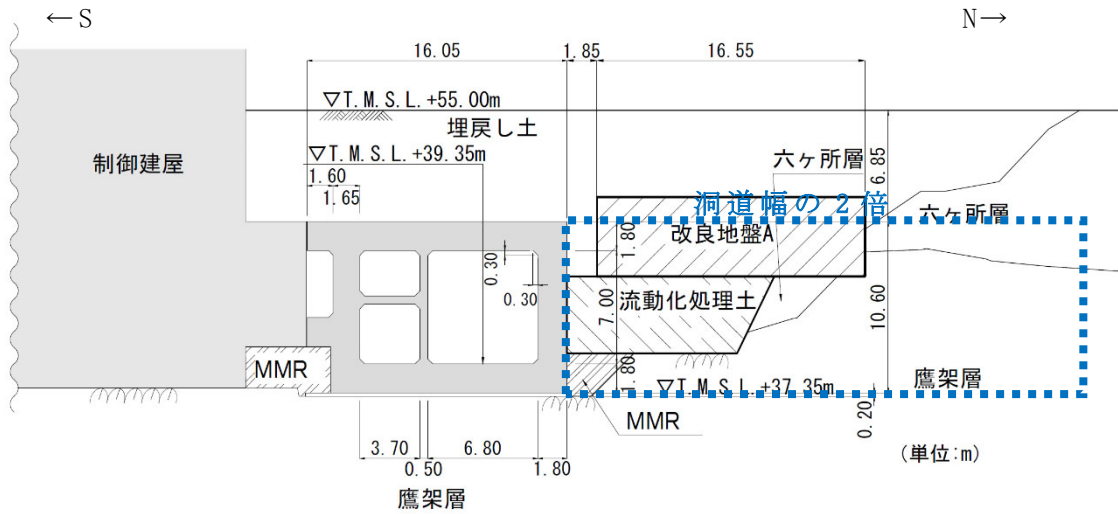
- ▶ 南側の改良地盤高さは洞道高さ未満かつ洞道との間に液状化対象層が残っていることからグループ A に分類する
- ▶ 底版位置付近において浮上り対策としての改良地盤が施工されており根入れされていることから浮上り検討対象外とする

第 1.-2 図 (2) TY20 の実態断面図 (D-D 断面)



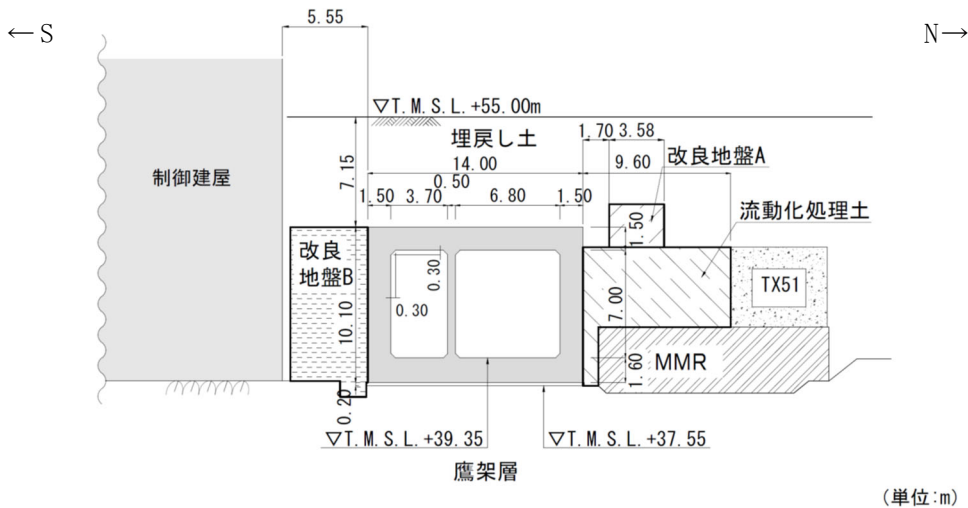
- ▶ 南側は改良地盤に広範囲には囲まれていない (洞道幅の 2 倍未満) ことからグループ B に分類する

第 1.-2 図 (3) TY20 の実態断面図 (E-E 断面)



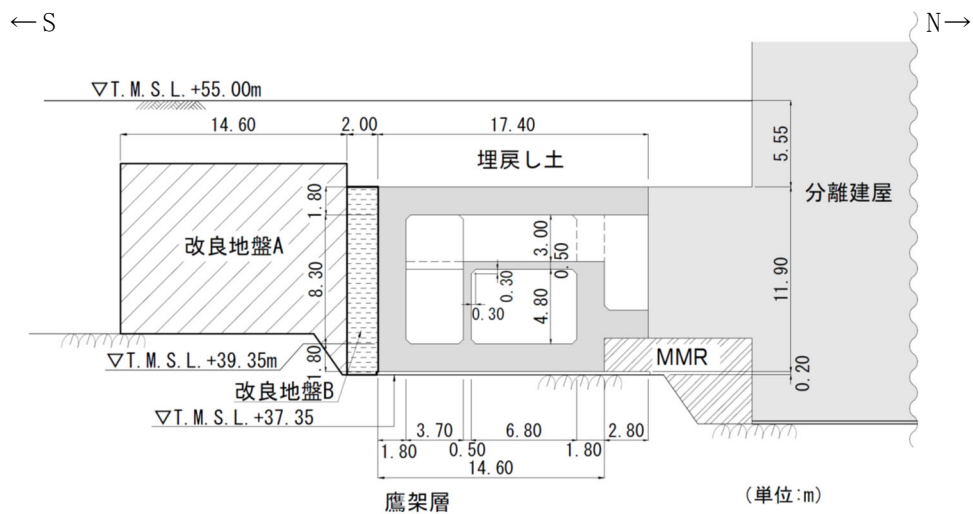
- 南側には建屋があり、北側においても改良地盤や鷹架層が広範囲に分布している（洞道幅の2倍以上）ことからグループCに分類する
- なお、北側において局所的に六ヶ所層が分布しているが、その分布範囲は限定的であり、洞道の応答への影響はないものと判断した

第 1.-2 図 (4) TY20 の実態断面図 (F-F 断面)



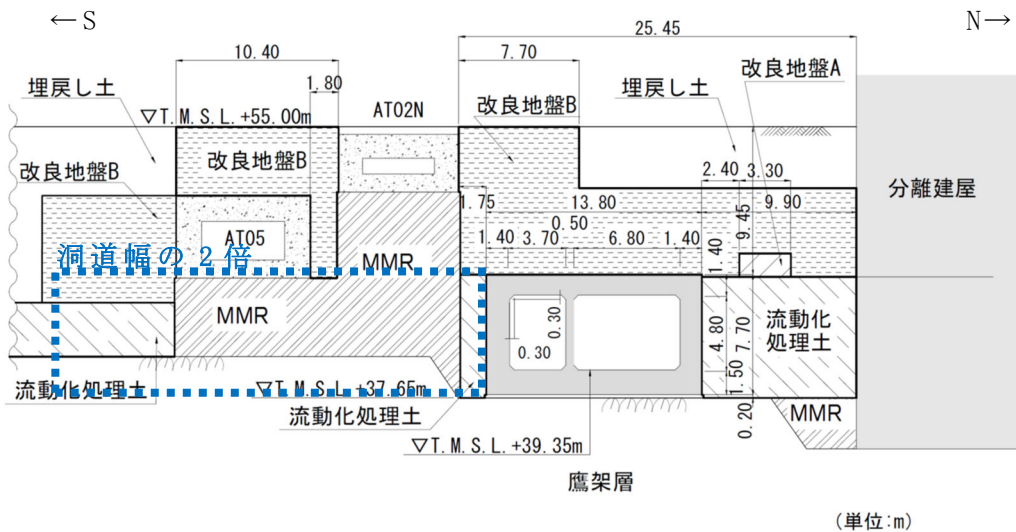
- 北側は改良地盤に広範囲には囲まれていない（洞道幅の2倍未満）ことからグループBに分類する

第 1.-2 図 (5) TY20 の実態断面図 (G-G 断面)



- 南側は改良地盤に広範囲には囲まれていない（洞道幅の2倍未満）ことからグループBに分類される断面であるが、評価実施時点においては南側の改良地盤Bの施工計画がなく洞道と改良地盤Aの間に液状化対象層が残っている状態であったため、グループAとして地盤の剛性低下及び浮上りに対する評価を行っている

第 1.-2 図(6) TY20 の実態断面図 (K-K 断面)



- 洞道上部含め改良地盤に囲まれていることからグループCに分類する

第 1.-2 図(7) TY20 の実態断面図 (L-L 断面)

第 1.-1 表 TY20 の液状化評価対象断面の選定結果

分類	断面	地盤の剛性低下		浮上り
		評価対象	検討地震動	評価対象
<グループ A> 洞道側方に液状化対象層が分布する区間	C-C 断面	○	S s 全波	
	D-D 断面	○	S s 全波	
	K-K 断面	○	S s 全波	○
<グループ B> 洞道周囲に改良地盤等があるが広範囲には囲まれていない区間 (洞道幅の 2 倍未満)	E-E 断面	○	S s - A, S s - C 1	
	G-G 断面	○	S s - A, S s - B 4	
<グループ C> 洞道が広範囲な改良地盤等に囲まれている区間 (洞道幅の 2 倍以上)	F-F 断面			
	L-L 断面			

2. 液状化評価結果

2.1 地盤の剛性低下に係る評価

TY20のグループA及びグループBの地盤の剛性低下に係る評価結果については、添付書類「IV-2-4-3-1-1 別紙 洞道の液状化に関する影響評価結果」に示すとおりであり、洞道の耐震性への影響はないことを確認している。

ここでは、代表波による検討を実施しているグループBについて、全応力解析と有効応力解析の結果を比較した。比較項目について、洞道の耐震評価において支配的なせん断評価結果を対象とした。比較結果を第2.1-1表に示す。

地盤の剛性低下を考慮した有効応力解析結果に基づくせん断照査値については、全応力解析結果に基づくせん断照査値と同等以下であり、液状化による影響を考慮した場合でも洞道の耐震性への影響はないと評価した。

第2.1-1表 グループBの検討におけるせん断照査値の比較

断面	検討地震動	せん断照査値*1	
		有効応力解析	全応力解析
E-E断面	S _s -A, C1	0.54(S _s -C1)	0.50*2(S _s -C1)
G-G断面	S _s -A, B4	0.48*2(S _s -A)	0.62*2(S _s -B4)

注記 *1：各断面の検討ケースにおける最も厳しい照査値

*2：材料非線形解析による照査値

2.2 浮上りに対する評価

浮上りに対する評価結果を第2.2-1表に示す。

照査値が1.0を下回ることから、洞道の浮上りは発生しないことを確認した。

第2.2-1表 浮上り評価結果

断面	揚圧力 (kN/m)	浮上り抵抗力 (kN/m)	照査値
K-K断面	2,928	3,973	0.74