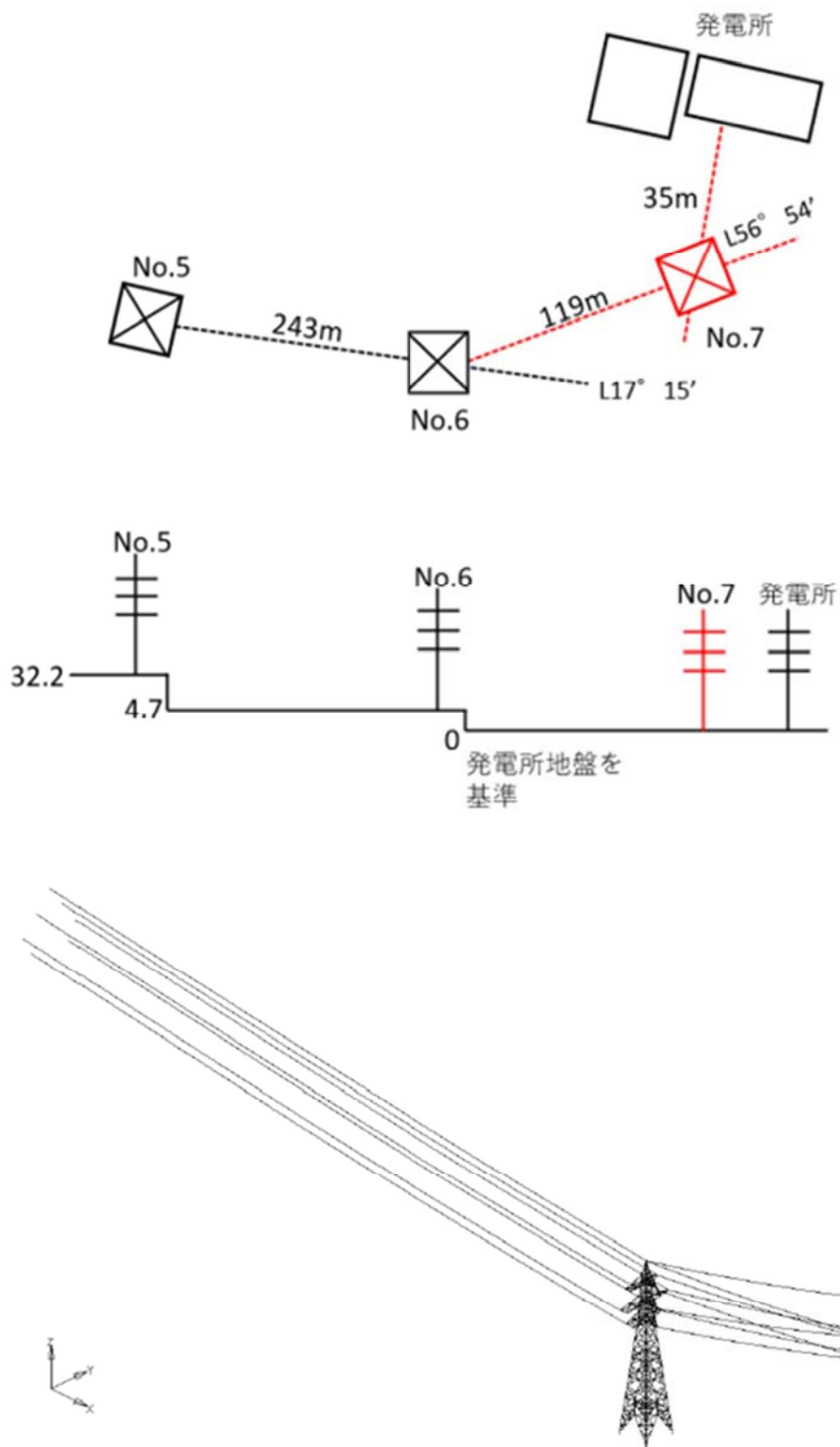


第9図 泊支線No. 6鉄塔を主とした連成系モデル

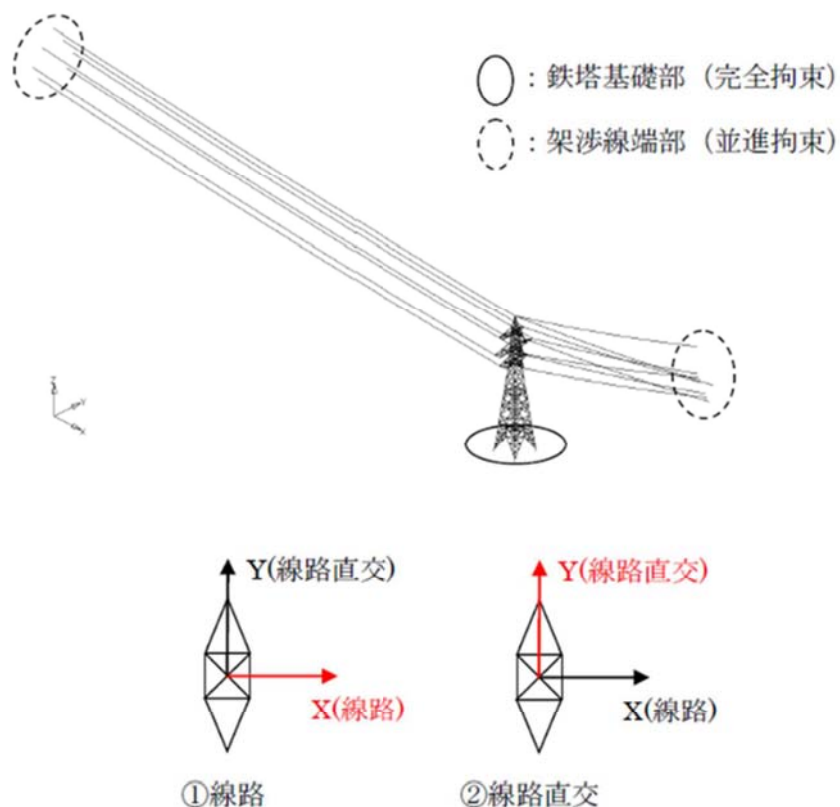


第10図 泊支線No. 7鉄塔を主とした連成系モデル

[地震動の入力位置及び方向]

地震動は水平1方向と鉛直方向の同時入力とする。水平方向の入力方向は、第11図に示すとおり、架渉線の影響が強くなりやすい線路方向、腹材の分担応力が大きくなりやすい線路方向と線路直角方向の計2方向とする。

地震動の入力方向及び位置を第11図に示す。



第11図 地震動の入力位置及び方向

[減衰定数の設定]

減衰定数は、鉄塔（山形鋼鉄塔）本体は減衰定数を5%、架渉線の減衰定数を0.4%として用いる。（第2表参照）

第2表 減衰の設定

対象	振動数f (Hz)	減衰定数h [※]
鉄塔本体（山形鉄塔）	鉄塔ごとに固有1次振動数を設定	5%
架渉線	径間ごとに地線と電力線で固有1次振動数を設定	0.4%

※今回適用する基準地震動は兵庫県南部地震相当の大振幅応答になることから、「平成7年兵庫県南部地震を踏まえた送配電設備の耐震性評価」（電力中央研究所）の報告を参考とし、山形鉄塔を5%、架渉線を0.4%とした。

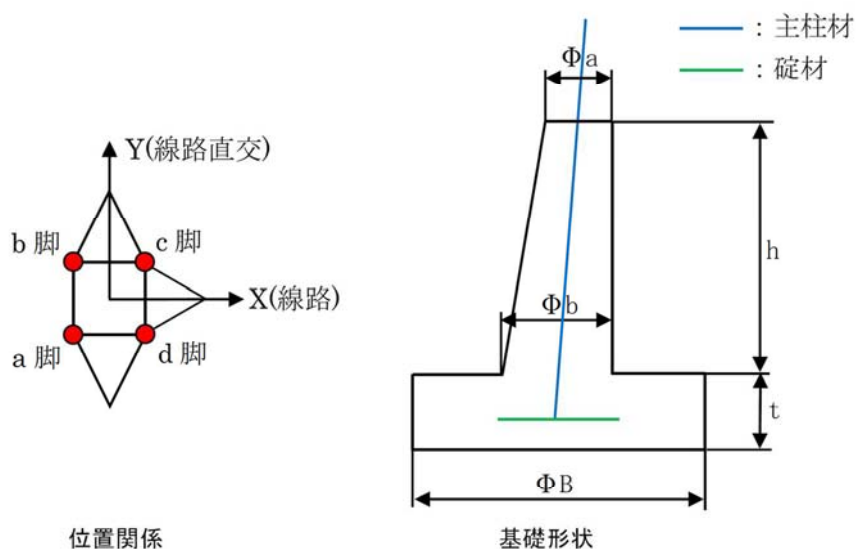
[風の影響]

地震発生時に作用する風速として「建築基準法」を適用し、平成12年5月31日建設省告示第1454号に定められた北海道古宇郡に該当する基準風速36m/sを考慮する。

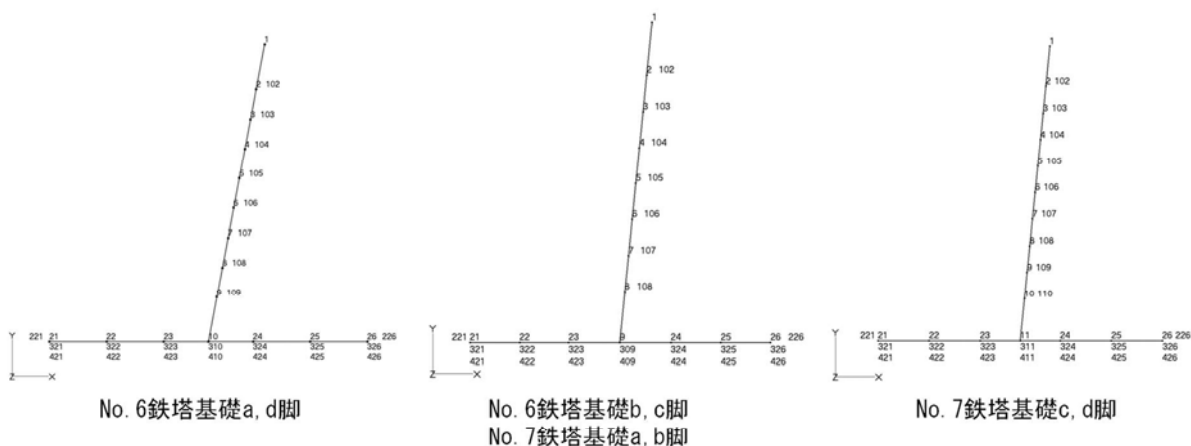
[鉄塔基礎解析モデル設定]

泊支線No.6鉄塔基礎及び泊支線No.7鉄塔基礎は逆T字型基礎で構成されており、a, d脚及びb, c脚のそれぞれで基礎高さが異なる構造である。

泊支線No.6鉄塔基礎及び泊支線No.7鉄塔基礎の構造図及び寸法を第12図及び第3表に示し、解析モデルを第13図に示す。基礎体はコンクリートの線形モデルとし、地盤はばね要素でモデル化する。



第12図 泊支線No.6鉄塔基礎及び泊支線No.7鉄塔基礎の構造図



第13図 泊支線No.6鉄塔基礎及び泊支線No.7鉄塔基礎の解析モデル

第3表 鉄塔基礎寸法一覧

脚	No. 6鉄塔		No. 7鉄塔	
	a, d脚	b, c脚	a, b脚	c, d脚
基礎型	逆T字型基礎	逆T字型基礎	逆T字型基礎	逆T字型基礎
柱体形状	円形	円形	円形	円形
床板形状	円形	円形	円形	円形
天端径 Φ_a (m)	0.630	0.615	0.615	0.600
天端径 Φ_b (m)	0.900	0.850	0.850	0.900
柱体高さh(m)	2.700	2.350	2.350	3.000
床板厚さt(m)	0.600	0.650	0.650	0.650
床板径B(m)	3.200	2.500	2.500	3.200
主柱材	L-150×10	L-150×10	L-150×12	L-150×12

[鉄塔本体評価]

鉄塔・架渉線連成系の有限要素モデルにて鉄塔本体地震応答解析を実施する。得られた解析結果に風速 36m/s の風荷重を考慮し、部材発生応力の最大値を抽出した後、部材・ボルト強度に対する安全率にて耐震性評価を実施する。

[鉄塔基礎評価]

算出する発生応力が、鉄筋コンクリート基礎部（泊支線 No. 6 鉄塔基礎及び泊支線 No. 7 鉄塔基礎）の許容限界値を下回ることを確認する。

[支持地盤の評価]

地層断面図より、基礎床板下面が岩盤に着底していることを確認する。また、岩盤の物性値が、設計に使用している地盤物性値以上であることを確認する。

[補強案の検討]

強度不足により、評価が満足しない結果となった場合は、補強等の影響防止対策を実施する。

b. 斜面の安定性評価

泊支線 No. 6 鉄塔 (T. P. +51m) が設置されている敷地下斜面については、斜面が崩壊することにより鉄塔及び送電線がアクセスルート (T. P. +31m) に影響を及ぼす可能性がある。そのため、泊支線 No. 6 鉄塔が設置されている敷地下斜面の基準地震動による安定性を確認する。

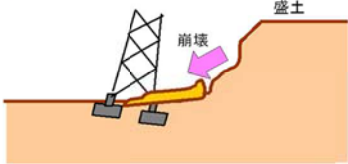


対象斜面の安定性評価は「別紙 (13) 保管場所及び屋外のアクセスルートの斜面の地震時の安定性評価について」において説明する。

鉄塔基礎の安定性について

1. 概要

経済産業省原子力安全・保安院指示文書「原子力発電所及び再処理施設の外部電源の信頼性確保について（指示）」（平成23・04・15原院第3号）に基づき敷地周辺の地盤変状の影響による二次的被害の要因である「盛土の崩壊」、「地すべり」及び「急傾斜地の土砂崩壊」を評価し、抽出した鉄塔について、地質専門家による現地踏査結果を踏まえ、鉄塔基礎の安定性に影響がないことを確認した。

第1表 現地踏査評価項目

二次的被害の想定	具体的内容	評価項目
①盛土の崩壊	<p>○地震によって盛土が崩壊する現象</p> <p>【リスク】</p> <ul style="list-style-type: none"> 鉄塔周辺の盛土崩壊による鉄塔傾斜、倒壊 	<ul style="list-style-type: none"> 盛土の規模、形状 鉄塔との位置関係 水文状況
②地すべり	<p>○地盤内の地下水等に起因して滑ったり、移動する現象</p> <p>【リスク】</p> <ul style="list-style-type: none"> 鉄塔周辺での大規模な地すべりによる鉄塔傾斜、倒壊 	<ul style="list-style-type: none"> 地すべり地形の有無 鉄塔と地すべり地形の位置関係、離隔距離 地すべりの明瞭度
③急傾斜地の土砂崩壊	<p>○傾斜地で土地が崩壊する現象</p> <p>【リスク】</p> <ul style="list-style-type: none"> 鉄塔周辺の地盤が崩壊し、鉄塔傾斜、倒壊 	<ul style="list-style-type: none"> 急傾斜地形の有無 斜面崩壊時の影響範囲

2. 現地踏査基数と対策必要箇所

泊発電所の外部電源線において、鉄塔敷地周辺の地盤変状の影響による二次的被害の影響を評価し、抽出した鉄塔について現地踏査結果を踏まえ、基礎の安定性に影響がないことを確認した。

対象線路	対象基数	現地踏査基数			対策箇所
		盛土	地すべり	急傾斜地	
275kV 泊幹線	182 基	0 基	52 基	1 基	0 基
275kV 後志幹線	169 基	0 基	50 基	10 基	0 基
275kV 京極幹線	5 基	0 基	2 基	0 基	0 基
66kV 茅沼線	69 基	0 基	4 基	1 基	0 基
66kV 岩内支線	7 基	0 基	0 基	0 基	0 基
66kV 泊支線	7 基	0 基	3 基	0 基	0 基
66kV 泊電源支線	2 基	0 基	2 基	0 基	0 基
66kV 茅沼線 (No. 9 鉄塔建替)	1 基	0 基	0 基	0 基	0 基
(合計)	442 基	0 基	113 基	12 基	0 基

保管場所及び屋外のアクセスルート
の斜面の地震時の安定性評価について

<目次>

1. 評価概要
 2. 評価フロー
 3. 保管場所及びアクセスルートに影響するおそれのある斜面の網羅的な抽出
 3. 1 離隔距離の考え方
 3. 2 他の条文で評価を行う斜面との関連性
 4. 液状化範囲の検討
 5. 保管場所及びアクセスルートに影響するおそれのある斜面のグループ分け
 5. 1 斜面のグループ分け
 5. 2 敷地の地質
 6. 評価対象断面の選定及びすべり安定性評価
 6. 1 評価フロー（詳細）
 6. 2 選定方法
 6. 3 グループA（岩盤斜面）
 6. 4 グループB（盛土斜面）
 7. 51m 倉庫車庫エリアからのアクセスルートに対する影響評価
 8. その他の検討
 8. 1 応力状態を考慮した検討
- (参考－1) 評価対象断面の選定理由（詳細）
(参考－2) すべり安定性評価の基準値の設定について

： 評価対象断面の選定及び地震による影響評価結果に係る
部分は別途ご説明する

1. 評価概要

可搬型重大事故等対処設備（以下「可搬型設備」という。）の保管場所及び同設備の運搬道路（以下「アクセスルート」という。）に関する要求事項と、その適合状況を第1-1表に示す。

第1-1表 保管場所及びアクセスルートに関する要求事項とその適合状況

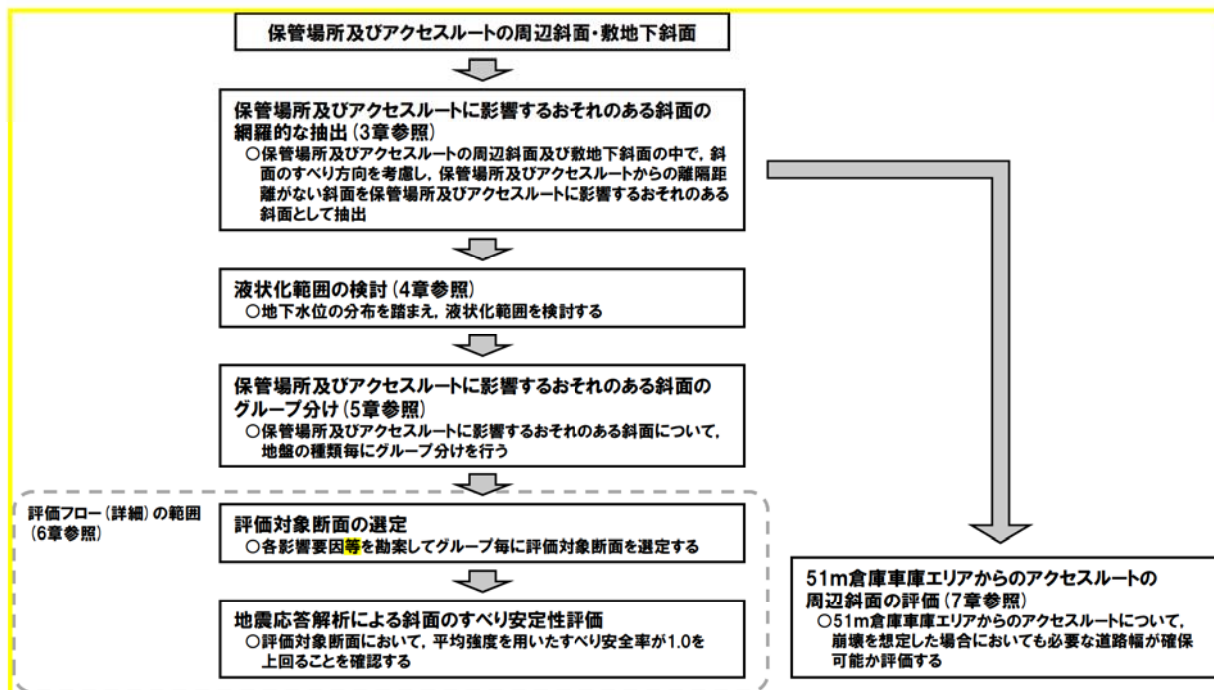
設置許可基準規則第四十三条(重大事故等対処設備)

	新規制基準の項目	適合状況
第3項	五 地震、津波その他の自然現象又は故意による大型航空機の衝突その他のテロリズムによる影響、設計基準事故対処設備及び重大事故等対処設備の配置その他の条件を考慮した上で常設重大事故等対処設備と異なる保管場所に保管すること。	可搬型設備は、地震、津波その他の自然現象、設計基準事故対処設備及び常設重大事故等対処設備の配置その他の条件を考慮した上で、設計基準事故対処設備及び常設重大事故等対処設備に対して、同時に必要な機能が失われないよう、原子炉建屋又は原子炉補助建屋の外から水又は電力を供給する注水設備及び電源設備は2セットについて、また、それ以外のものは1セットについて、100m以上の離隔を確保するとともに、防潮堤及び防火帯の内側に保管し、想定される水位に対して高台に保管する又は必要な機能を喪失しない設計とする。また、分散配置が可能な可搬型設備については、分散配置して保管する。
	六 想定される重大事故等が発生した場合において可搬型重大事故等対処設備を運搬し、又は他の設備の被害状況を把握するため、工場等内の道路及び通路が確保できるよう、適切な措置を講じたものであること。	地震、津波その他の自然現象を想定し、迂回路も考慮して複数のアクセスルートを確保する。また、がれき等によってアクセスルートの確保が困難となった場合に備え、ホイールローダ等を配備し、がれき等の撤去を行えるようにしている。
	七 重大事故防止設備のうち可搬型のものは、共通要因によって、設計基準事故対処設備の安全機能、使用済燃料貯蔵槽の冷却機能若しくは注水機能又は常設重大事故防止設備の重大事故に至るおそれがある事故に対処するために必要な機能と同時にその機能が損なわれるおそれがないよう、適切な措置を講じたものであること。	可搬型設備は、設計基準事故対処設備及び常設重大事故等対処設備と同時に必要な機能が失われないよう、原子炉建屋又は原子炉補助建屋の外から水又は電力を供給する注水設備及び電源設備は2セットについて、また、それ以外のものは1セットについて、100m以上の離隔をとるとともに、分散配置が可能な可搬型設備については、分散配置して保管する。また、基準地震動に必要な機能が失われず、防潮堤及び防火帯の内側かつ想定される水位に対して高台に保管する又は必要な機能を喪失しない設計とすることにより、共通要因によって必要な機能が失われないことを確認している。

⇒保管場所及びアクセスルートの周辺斜面及び敷地下斜面については、基準地震動による動的解析の結果に基づく時刻歴のすべり安全率が1.0を上回ることを示し、地震による被害の影響を受けないことを確認する。
保管場所及びアクセスルートの周辺斜面及び敷地下斜面のうち、盛土斜面はセメント改良土で構築することから、液状化は発生しないものとし、T.P.+10m盤以下の埋戻土を液状化範囲の検討対象とする。

2. 評価フロー

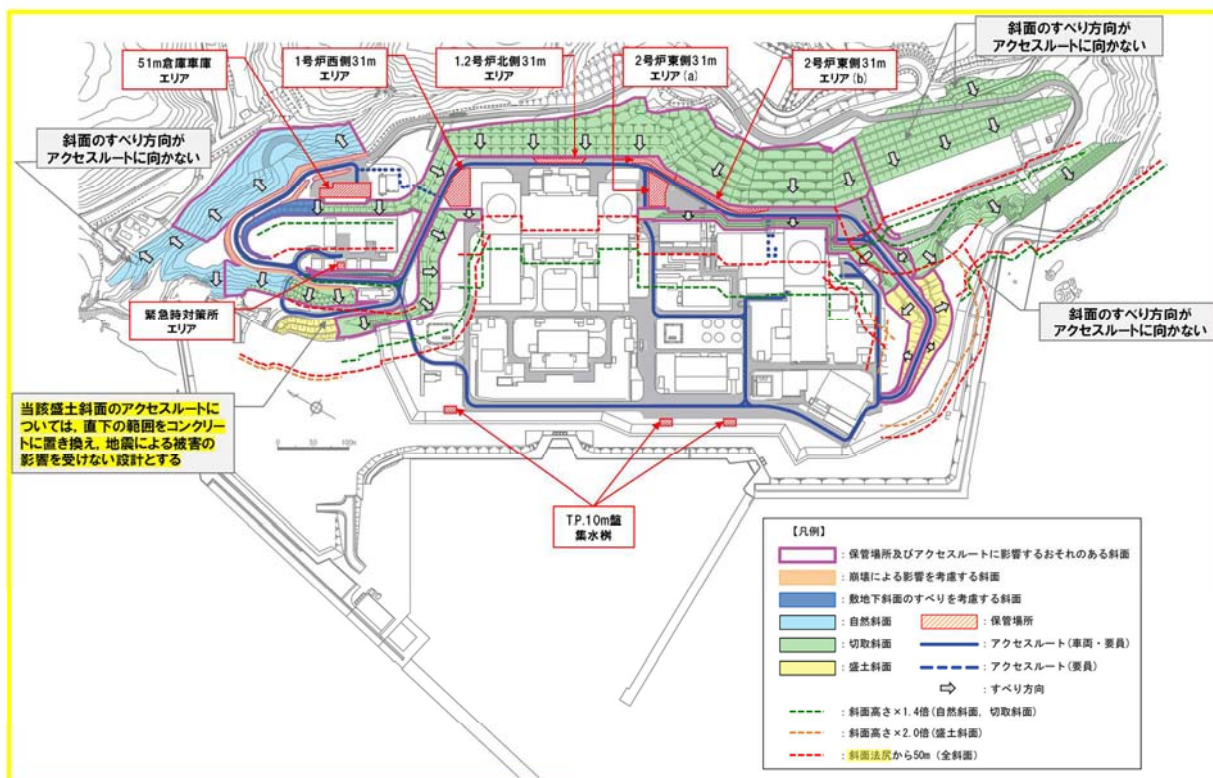
保管場所及びアクセスルート斜面の地震時の安定性評価のフローを第2-1図に示す。



第2-1図 評価フロー (全体概要)

3. 保管場所及びアクセスルートに影響するおそれのある斜面の網羅的な抽出

保管場所及びアクセスルートの周辺斜面及び敷地下斜面の中で、斜面のすべり方向を考慮し、保管場所及びアクセスルートからの離隔距離がない斜面を保管場所及びアクセスルートに影響するおそれのある斜面として抽出した。



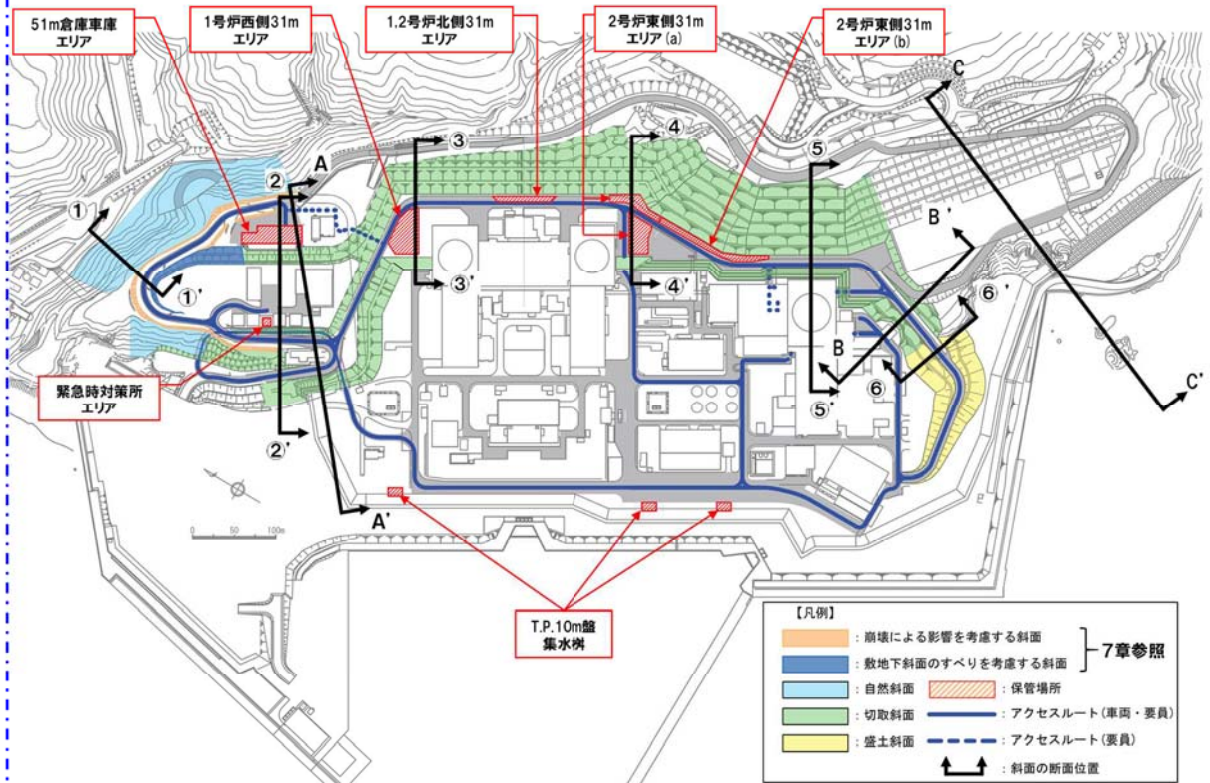
第3. 1-1 図 保管場所等に影響を及ぼすおそれのある斜面の平面位置図

3. 1 離隔距離の考え方

離隔距離については、『土木学会（2009）：原子力発電所の基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価技術＜技術資料＞，土木学会原子力土木委員会，2009』，JEAG4601-2015，及び『宅地防災マニュアルの解説：宅地防災マニュアルの解説 [第三次改訂版][Ⅱ]，[編集]宅地防災研究会，2022』に基づき，岩盤斜面（自然斜面，切取斜面）は，法尻から「斜面高さ×1.4 倍以内」若しくは「50m」，盛土斜面は，法尻から「斜面高さ×2.0 倍以内」若しくは「50m」とした。抽出結果を第3. 1-1 図に示す。

3. 2 他の条文で評価を行う斜面との関連性

保管場所及びアクセスルートに影響するおそれのある斜面を第3.2-1図に示す。また、保管場所及びアクセスルートに影響するおそれのある斜面について、他の条文の斜面との関連、及び設置許可基準規則の該当項目を第3.2-2図に示す。



第3.2-1図 斜面位置図（保管場所及びアクセスルート）

：評価対象断面の選定に係る部分は別途ご説明する



〔参考〕設置許可基準規則 第4条第4項、第39条第2項


第4条
4 耐震重要施設は、前項の地震^{※2}の発生によって生ずるおそれがある斜面の崩壊に対して安全機能が損なわれるおそれがないものでなければならない。
第39条
2 重大事故等対地施設は、第4条第3項の地震^{※2}の発生によって生ずるおそれがある斜面の崩壊に対して重大事故等に対処するために必要な機能が損なわれるおそれがないものでなければならない。


※2 地震の発生によって生ずるおそれがある設計基準対象施設の安全機能の喪失に起因する放射線による公衆への影響の程度に応じて算定する地震力

断面	設置許可基準規則の該当項目			影響するおそれのある施設
	保管場所及びアクセスルートに影響するおそれのある斜面	耐震重要施設等の周辺斜面 ^{※3}	上位クラス施設(耐震重要施設等)の周辺斜面 ^{※4}	
	第43条第3項	第4条第4項、第39条第2項	第4条第4項、第39条第2項	
1-1'	○	—	—	—
2-2'	○	—	—	—
3-3'	○	—	—	—
4-4'	○	—	—	—
5-5'	○	○	○	原子炉建屋等
6-6'	○	○	○	防潮堤
A-A'	—	○	○	防潮堤
B-B'	—	○	○	B1B2-燃料油貯油槽メンク室等
C-C'	—	○	○	防潮堤

※3「発電場所3号炉 耐震重要施設及び常設重大事故等対地施設の基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価」資料参照
※4「発電場所3号炉 地盤による崩壊の防止〔上位クラス施設への下位クラス施設の波及的影響〕」資料参照

第3. 2-2 図 保管場所及びアクセスルートに影響するおそれのある斜面と他の条文の斜面との関連

 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

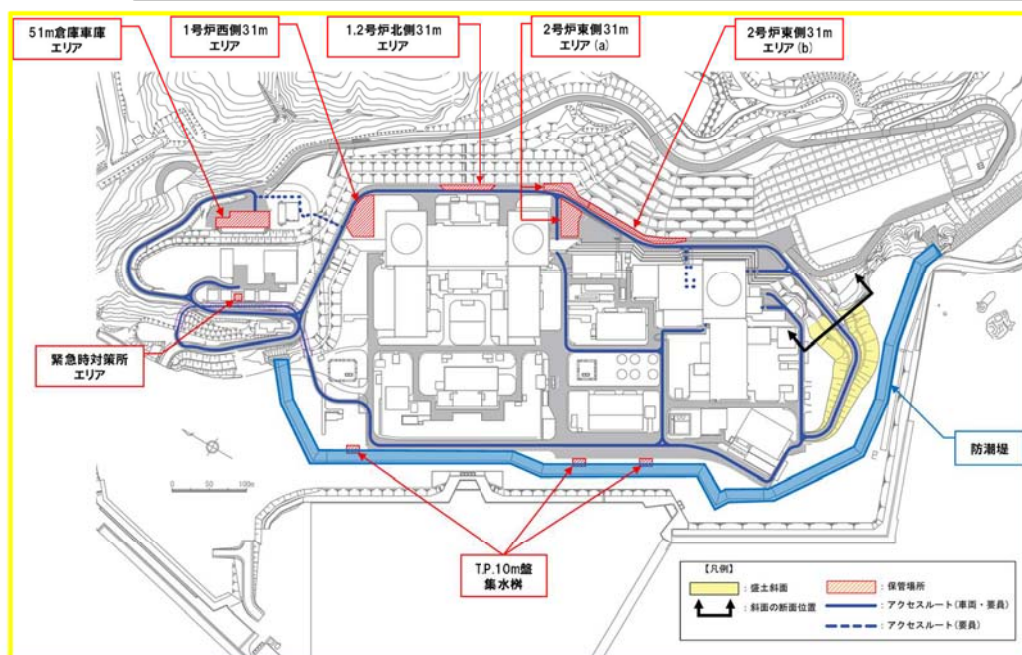
 : 評価対象断面の選定に係る部分は別途ご説明する

4. 液状化範囲の検討

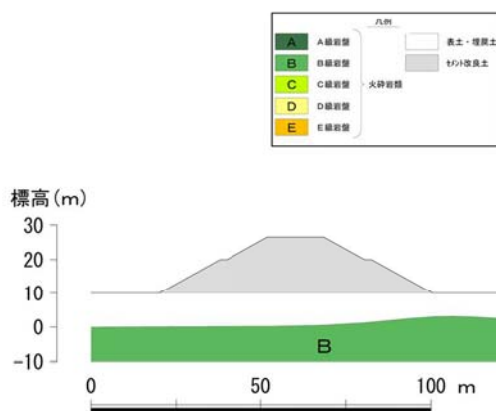
盛土斜面はセメント改良土で構築することから、液状化は発生しないものとし、T. P. +10m 盤以下の埋戻土を液状化範囲の検討対象とする。

追而【地震津波側審査の反映】
 (液状化範囲の検討結果については、
 「耐震重要施設及び常設重大事故等対処施設の基礎地盤及び
 周辺斜面の安定性評価」の審査結果を反映するため)

：地震による影響評価結果に係る部分は別途ご説明する



第4-1図 盛土斜面平面位置図

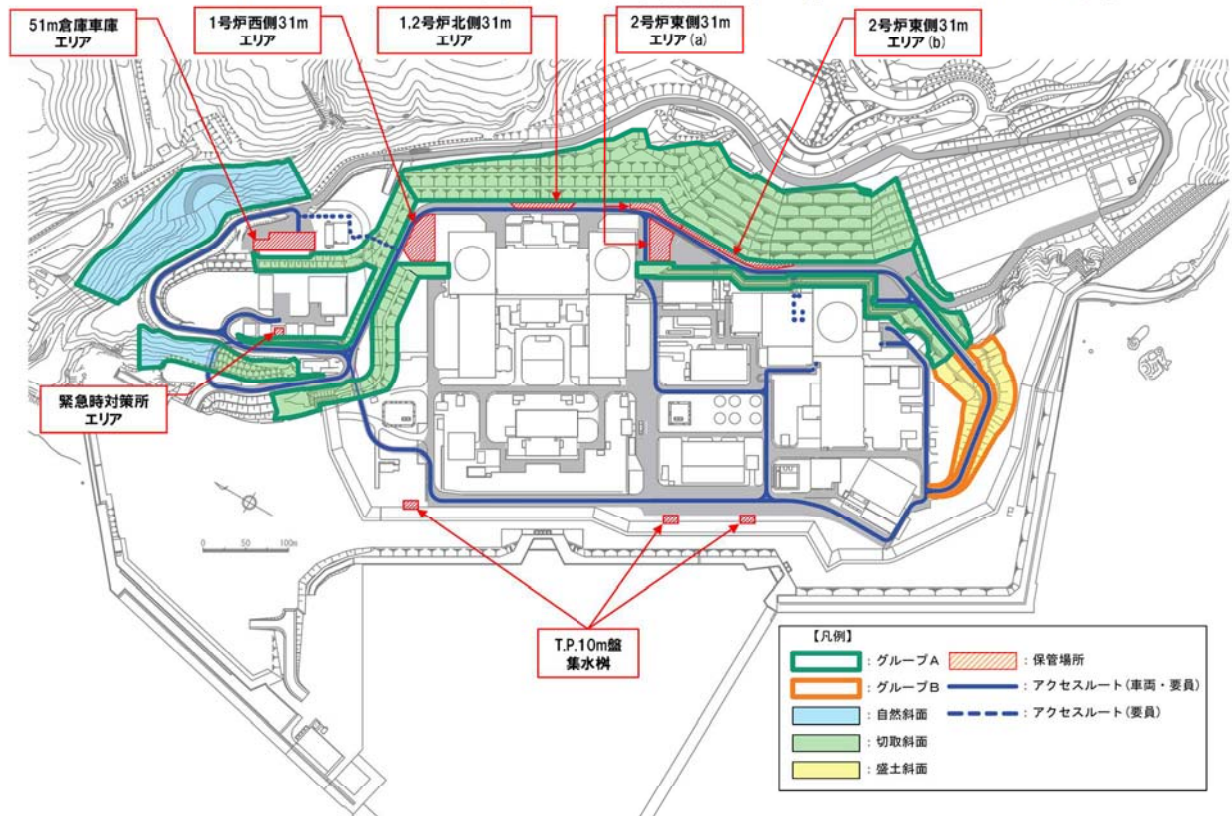


第4-2図 岩盤分類図 (断面位置については、第4-1図を参照)

5. 保管場所及びアクセスルートに影響するおそれのある斜面のグループ分け

5. 1 斜面のグループ分け

保管場所及びアクセスルートに影響するおそれのある斜面のグループ分けは、地盤の種類が異なることから、岩盤斜面であるグループA及び盛土斜面であるグループBの2グループに分類した。分類結果を第5. 1-1図に示す。



第5. 1-1図 グループA及びBの平面位置図

5. 2 敷地の地質

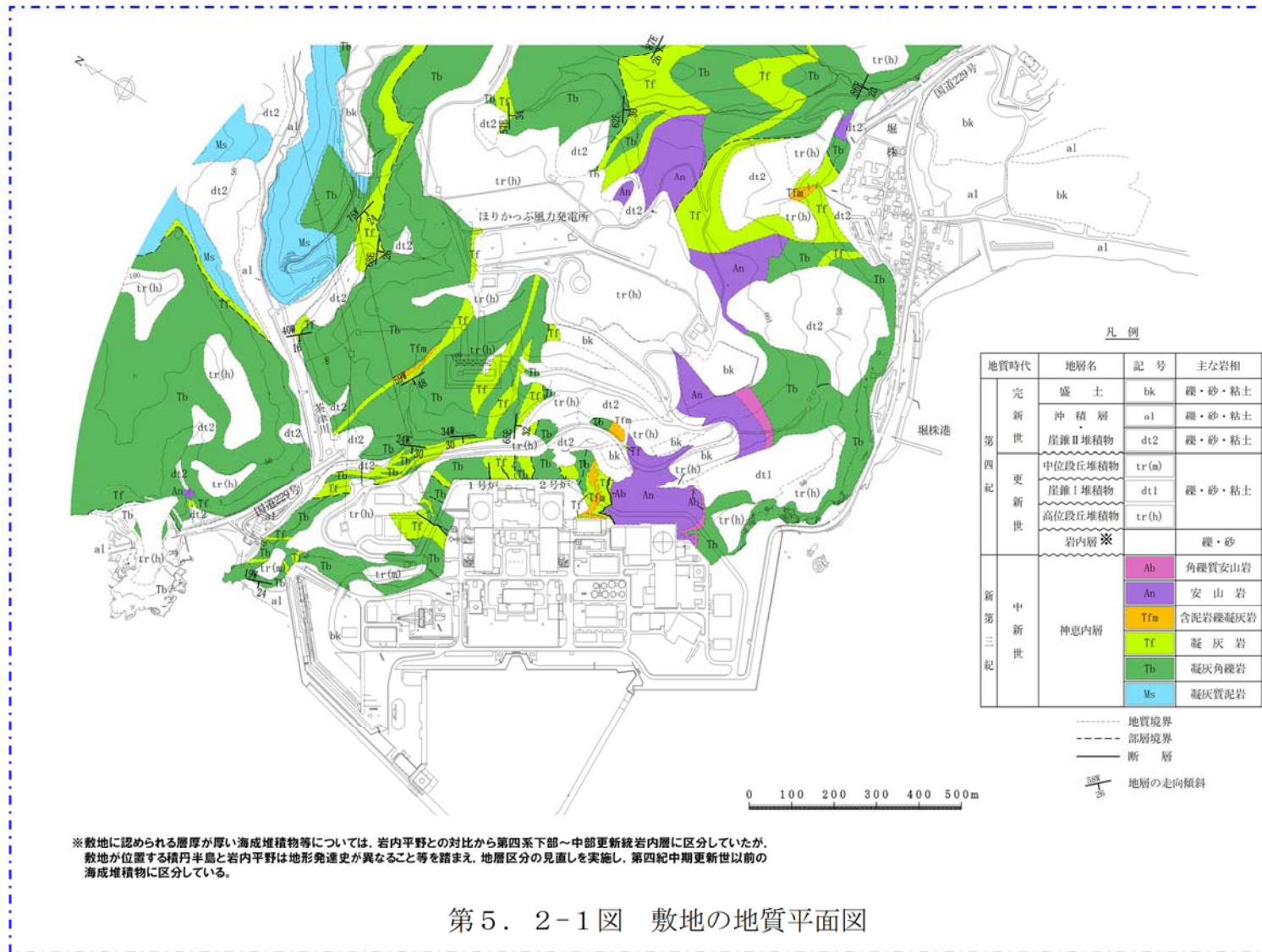
5. 2. 1 敷地の地質・地質構造

第5. 2-1 図に敷地の地質平面図を示す。敷地の基盤をなす地層は、新第三系上部中新統神恵内層であり、神恵内層を覆って第四紀中期更新世以前の海成堆積物、後期更新世の段丘堆積物及び崖錐Ⅰ堆積物、完新世の崖錐Ⅱ堆積物及び沖積層が分布する。

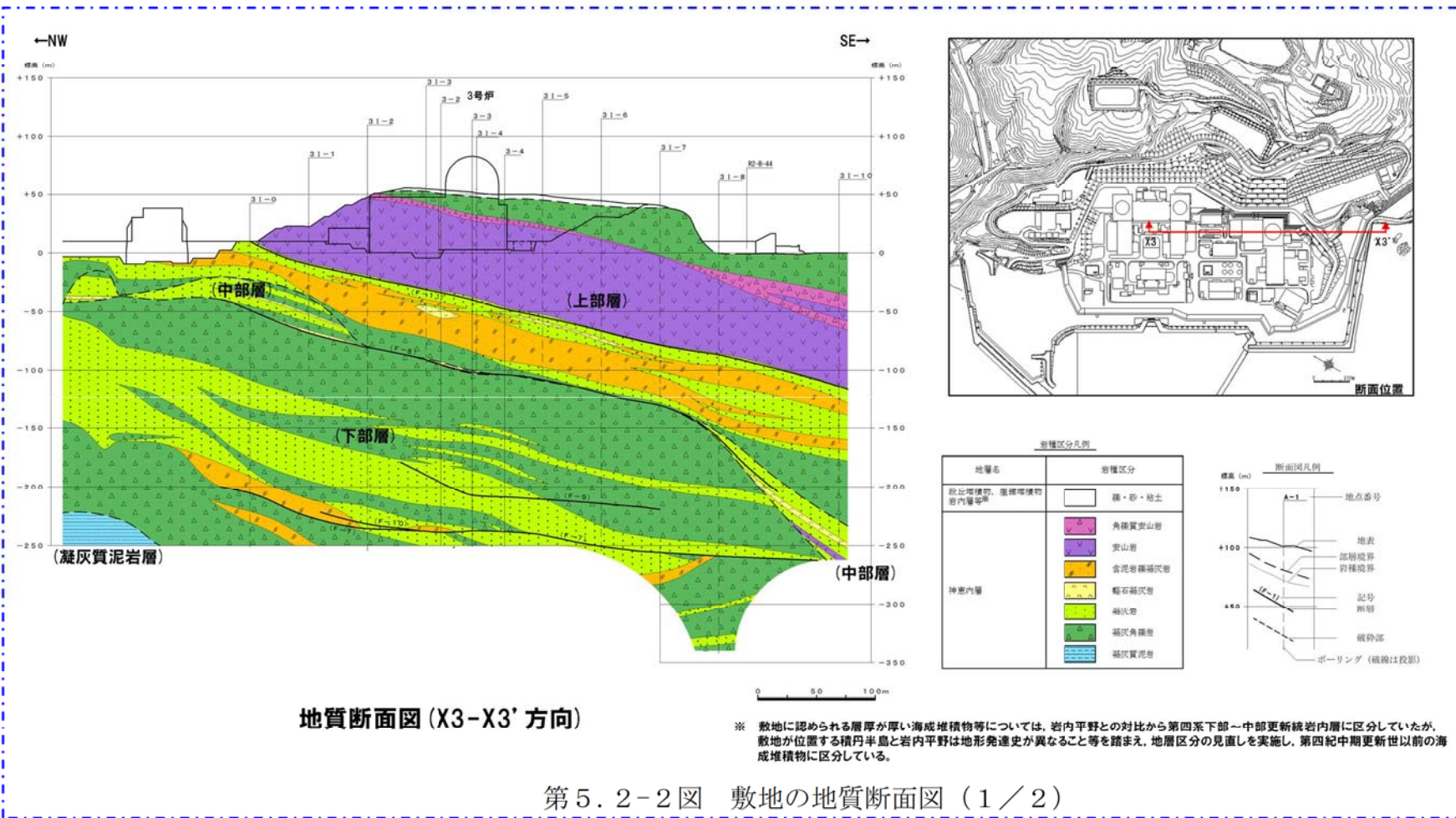
敷地の基盤をなす地層である神恵内層は、岩相の特徴から凝灰質泥岩と火砕岩層に大別される。神恵内層の凝灰質泥岩層は、敷地北部の茶津川付近に分布し、火砕岩層は敷地全域に広く分布しており、3号原子炉建屋設置位置付近には安山岩が認められる。

第5. 2-2 図に地質断面図を示す。神恵内層は、大局的にはほぼNW-SE走向で、 15° ～ 50° 程度の傾斜の同斜構造で分布する。

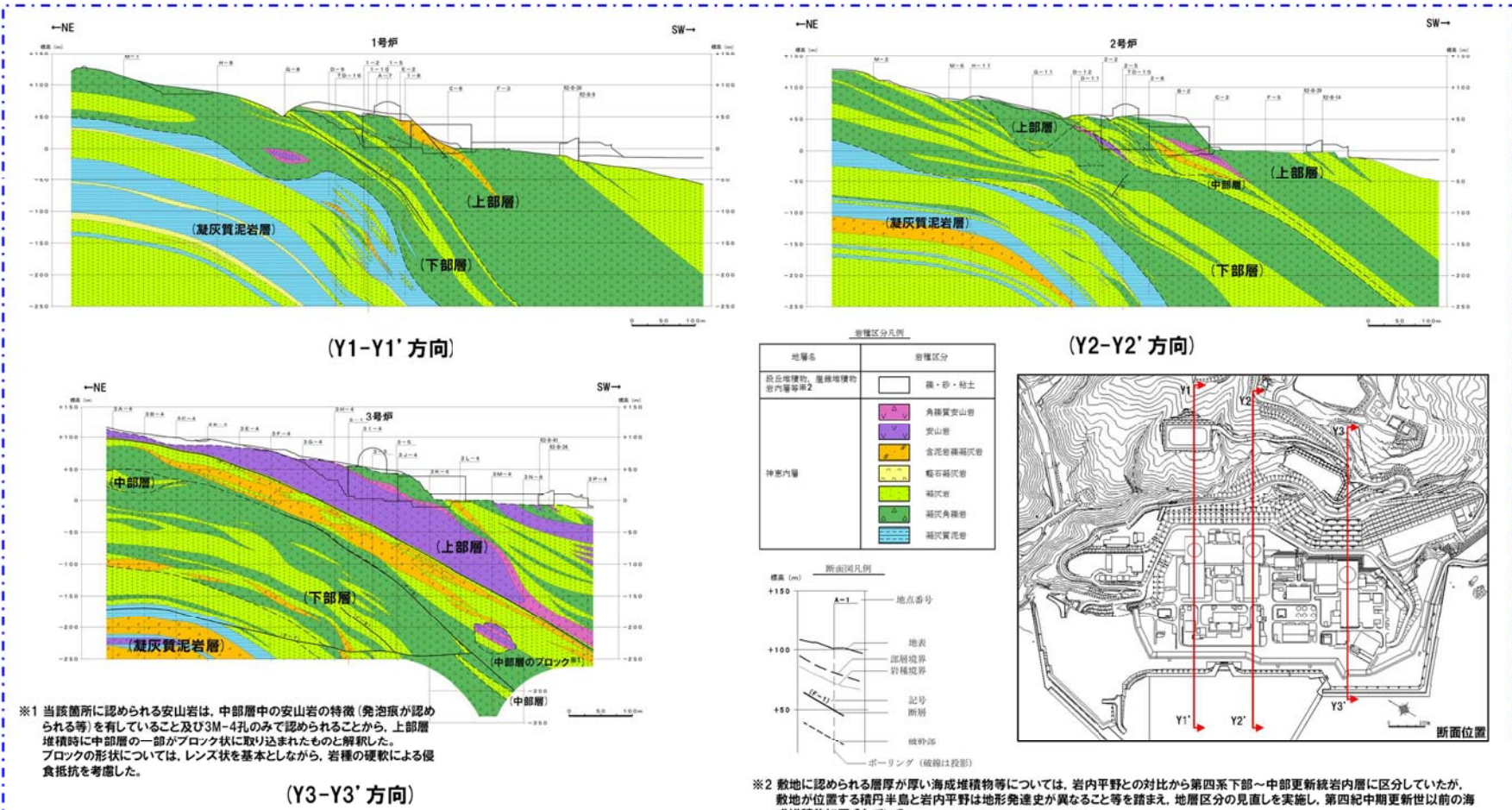
：評価対象断面の選定に係る部分は別途ご説明する



: 評価対象断面の選定に係る部分は別途ご説明する



：評価対象断面の選定に係る部分は別途ご説明する



※1 当該箇所にて認められる安山岩は、中部層中の安山岩の特徴（発泡痕が認められる等）を有していること及び3M-4孔のみで認められることから、上部層堆積時に中部層の一部がブロック状に取り込まれたものと解釈した。ブロックの形状については、レンズ状を基本としながら、岩種の硬軟による侵食抵抗を考慮した。

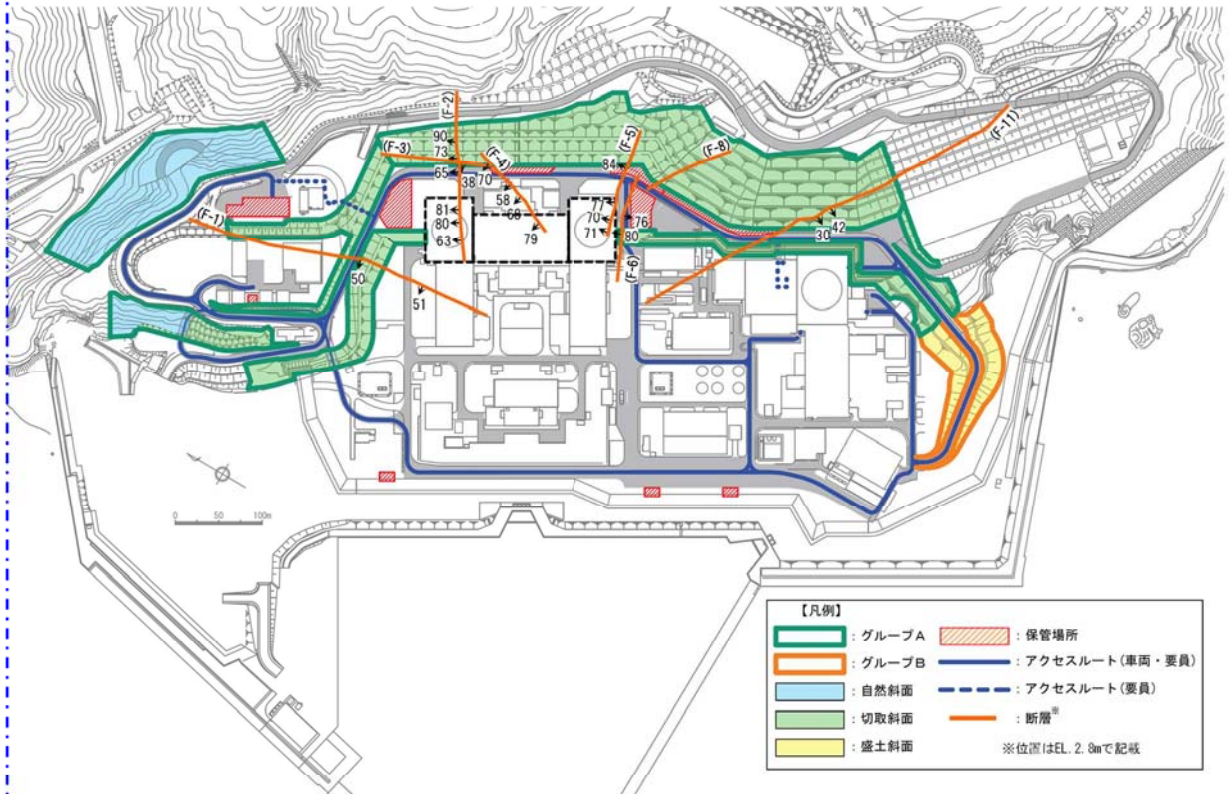
※2 敷地に認められる層厚が厚い海成堆積物等については、岩内平野との対比から第四系下部～中部更新統岩内層に区分していたが、敷地が位置する積丹半島と岩内平野は地形発達史が異なることを踏まえ、地層区分の見直しを実施し、第四紀中期更新世以前の海成堆積物に区分している。

第 5. 2 - 2 図 敷地の地質断面図 (2 / 2)

：評価対象断面の選定に係る部分は別途ご説明する

5. 2. 2 敷地の断層分布

敷地に認められる 11 条の断層(F-1 断層～F-11 断層)と斜面の位置関係を第 5. 2-3 図に示す。グループ A にかかる断層のうち、F-2 断層、F-5 断層及び F-6 断層は、斜面のすべり方向にすべり線を形成し得ない。



第 5. 2-3 図 敷地内断層と斜面の位置関係図

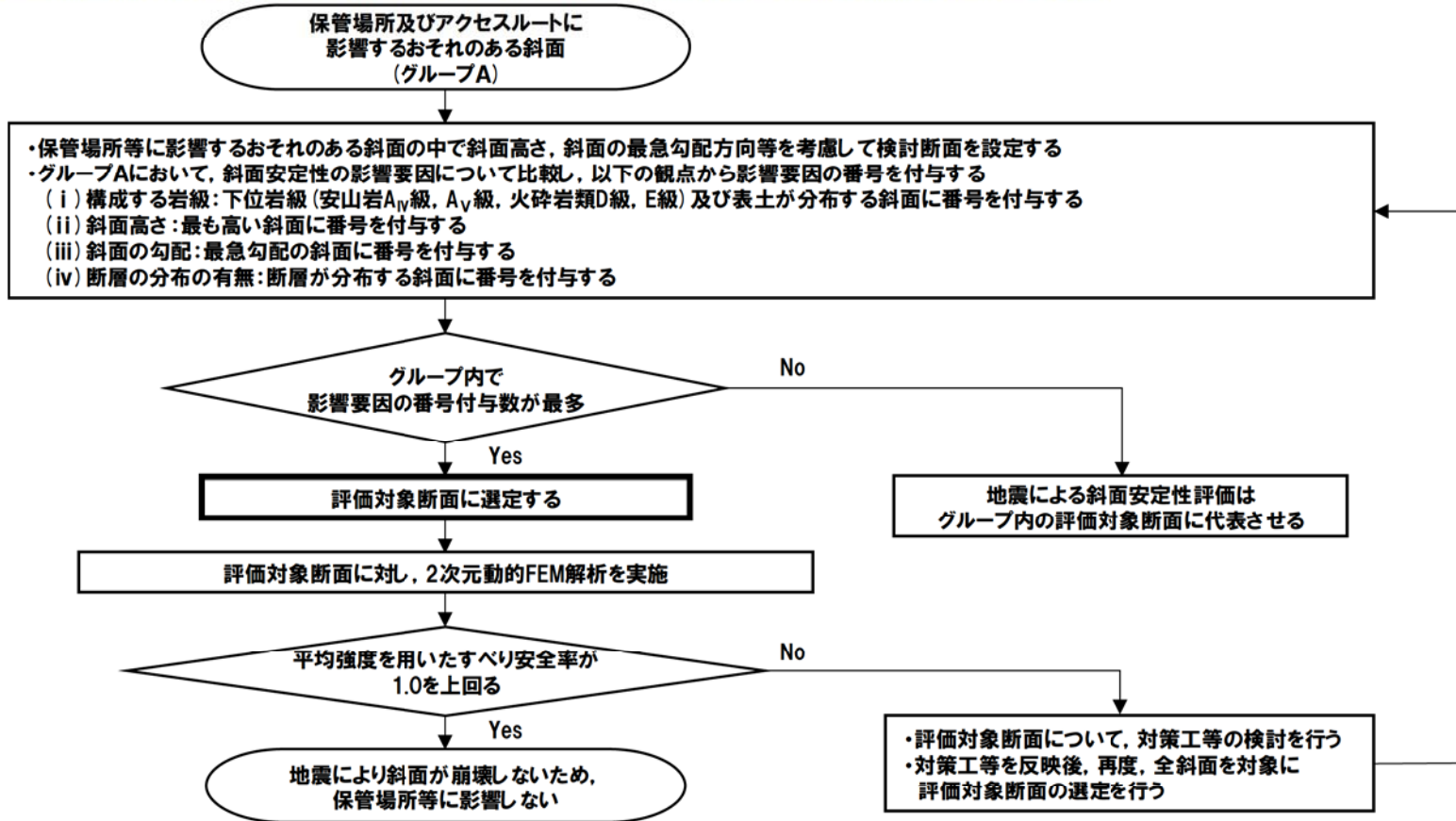
：評価対象断面の選定に係る部分は別途ご説明する

6. 評価対象断面の選定及びすべり安定性評価

6. 1 評価フロー（詳細）

岩盤斜面であるグループAの地震時安定性評価は、第6. 1-1図に示すフローに基づき行う。また、盛土斜面であるグループBについては、盛土斜面が1箇所のみであるため、斜面高さが最も高く、最急勾配方向となるすべり方向に設定した断面を評価対象断面として選定した。（断面位置は、第6. 3-1図及び第6. 4-1図を参照）

：評価対象断面の選定に係る部分は別途ご説明する



第6. 1-1 図 保管場所等の評価対象断面のすべりに対する安定性評価のフロー

 : 評価対象断面の選定に係る部分は別途ご説明する

6. 2 選定方針

評価対象断面については、5章で分類したグループAにおいて、すべり安全率が厳しくなると考えられる「影響要因」（(i)構成する岩級、(ii)斜面高さ、(iii)斜面の勾配、(iv)断層の分布の有無）の観点から比較を行い、影響要因の番号を付与した。影響要因の番号付与数により比較検討し、評価対象断面を選定した。

選定結果を6. 3～6. 4章に示す。

影響要因の検討においては、第6. 2-1図に示す位置における既往の地質調査結果を踏まえて実施した。

6. 2. 1 基準地震動による2次元動的FEM解析

評価対象断面に選定された保管場所・アクセスルートの周辺斜面及び敷地下斜面について、基準地震動によるすべり安定性評価を実施する。

6. 2. 2 地震応答解析手法

評価対象断面の解析断面について、基準地震動に対する地震応答解析を二次元動的有限要素法により行う。地震応答解析は周波数応答解析手法を用い、等価線形化法により土質材料のせん断弾性係数及び減衰定数のひずみ依存性を考慮する。

地震時の応力は、静的解析による常時応力と地震応答解析による地震時増分応力を重ね合わせるにより算出する。常時応力は地盤の自重計算により求まる初期応力を考慮し、動的応力は水平地震動及び鉛直地震動による応答の同時性を考慮して求める。

地震応答解析に用いたコードを第6. 2-1表に示す。

第6. 2-1表 斜面の解析に用いたコード

静的解析	地震応答解析
GEANAS-F2 ver.1.0	FDAPIII ver.3.03

: 評価対象断面の選定に係る部分は別途ご説明する

6. 2. 3 解析用物性値

追而【地震津波側審査の反映】
(解析用物性値については、
「耐震重要施設及び常設重大事故等対処施設の基礎地盤及び
周辺斜面の安定性評価」の審査結果を反映するため)

6. 2. 4 解析モデルの設定

追而【地震津波側審査の反映】
(解析モデルについては、
「耐震重要施設及び常設重大事故等対処施設の基礎地盤及び
周辺斜面の安定性評価」の審査結果を反映するため)

6. 2. 5 評価基準値の設定

すべり安定性評価では、水平動・鉛直動を同時に考慮した基準地震動に対する動的解析により、評価対象断面の最小すべり安全率が評価基準値 1.0 を上回ることを確認する。(評価基準値を 1.0 とした根拠は、本資料末尾の参考-2 参照)

すべり安全率は、想定したすべり面上の応力状態をもとに、すべり面上のせん断抵抗力の和をすべり面上のせん断力の和で除して求める。

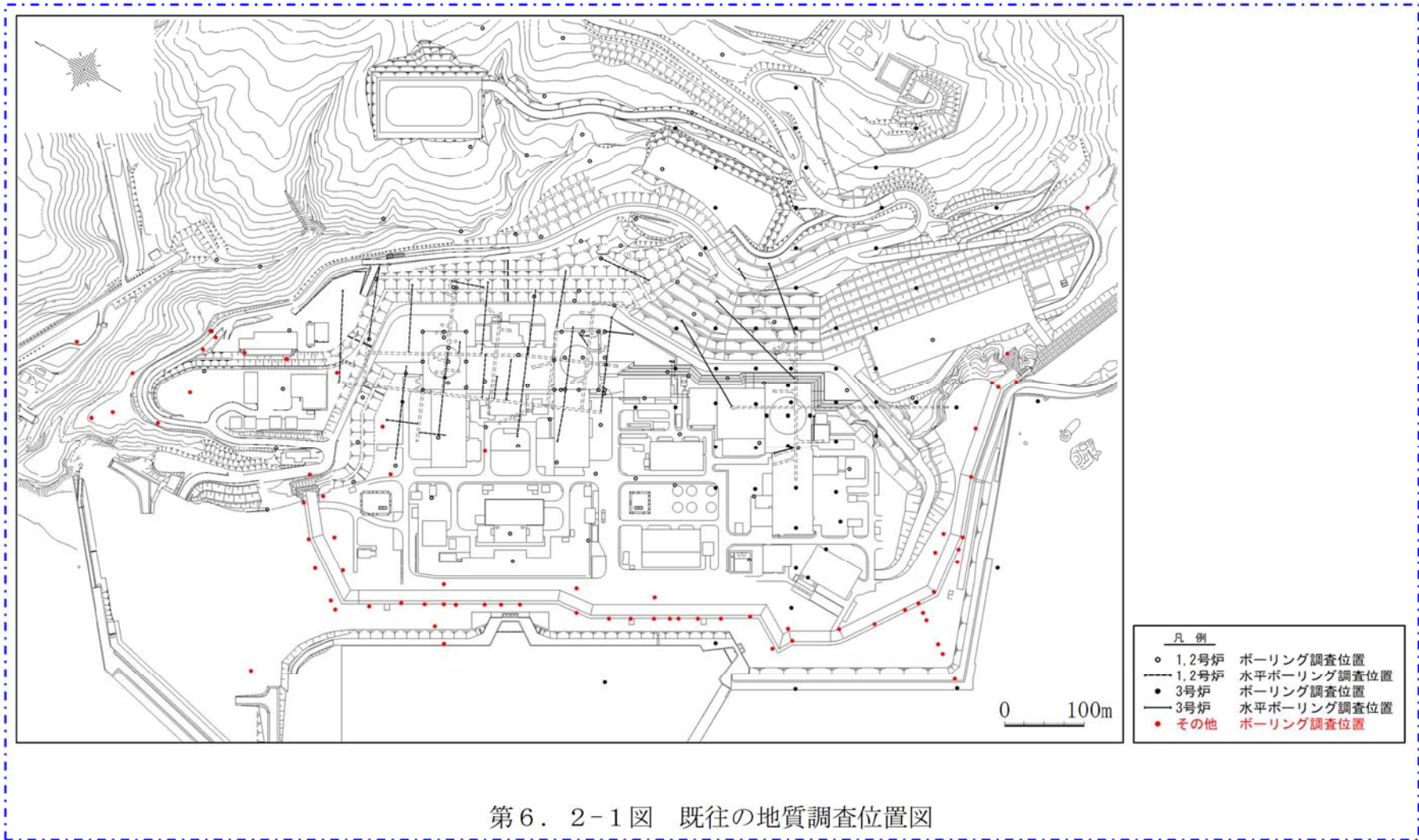
引張応力が発生した要素については、すべり面に対して直応力が引張応力の場合には強度を 0 とし、圧縮応力の場合は残留強度を用いる。また、せん断強度に達した要素では残留強度を用いる。

追而【地震津波側審査の反映】
(想定すべり面については、
「耐震重要施設及び常設重大事故等対処施設の基礎地盤及び
周辺斜面の安定性評価」の審査結果を反映するため)

6. 2. 6 入力地震動の策定

追而【地震津波側審査の反映】
(入力地震動については、基準地震動策定後に反映するため)

：評価対象断面の選定及び地震による影響評価結果に係る
部分は別途ご説明する



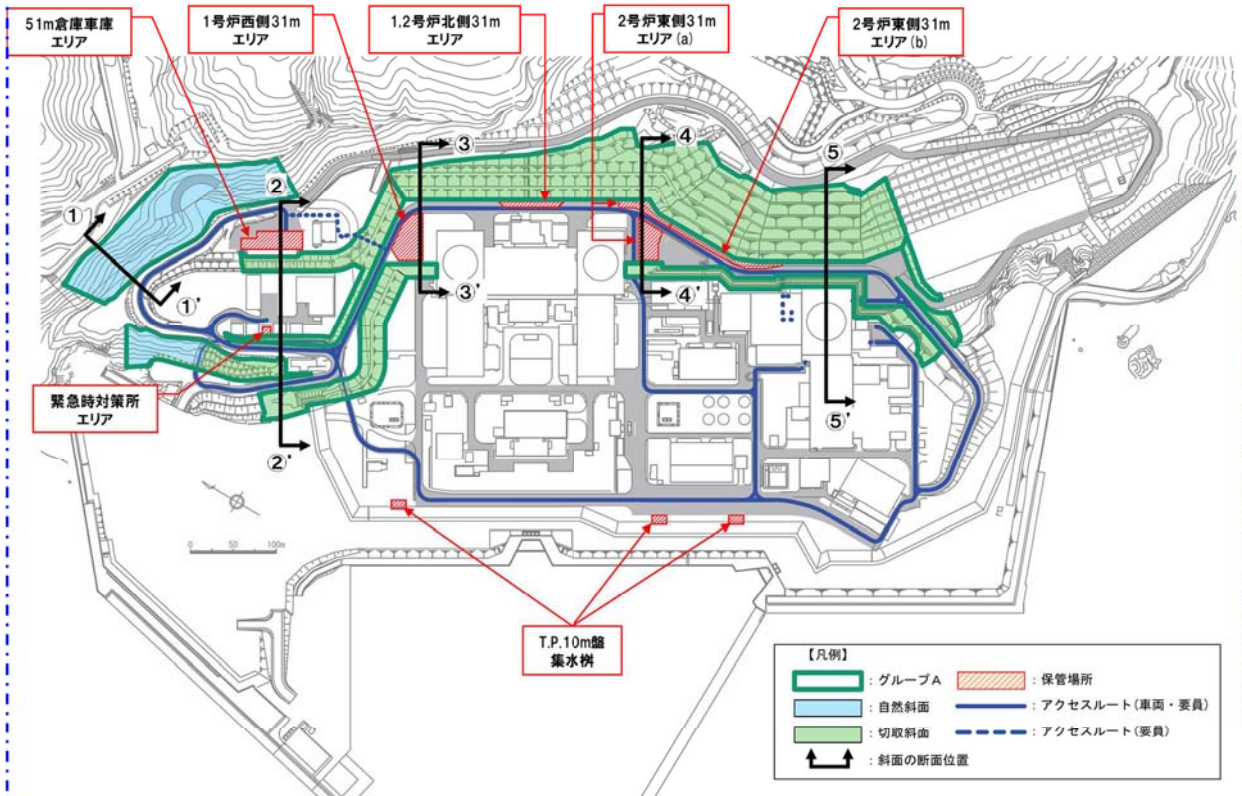
第6. 2-1図 既往の地質調査位置図

：評価対象断面の選定に係る部分は別途ご説明する

6. 3 グループA (岩盤斜面)

第6. 3-1図に示すとおり、グループAの検討断面として①-①' 断面～⑤-⑤' 断面の計5断面を設定し、この中から評価対象断面を選定した。

①-①' 断面～⑤-⑤' 断面は、保管場所との位置関係、斜面高さ、斜面の最急勾配方向等を考慮し、断面位置を設定した。



第6. 3-1図 グループA (岩盤斜面) の検討断面位置図

: 評価対象断面の選定に係る部分は別途ご説明する

第6. 3-1表に示すとおり、第6. 3-2図に示す岩盤で構成される断面の①-①'断面～⑤-⑤'断面について比較検討した結果、⑤-⑤'断面の影響要因の番号付与数が最も多いことから、当該断面を評価対象断面に選定した(各断面の比較検討結果及び評価対象断面の選定根拠の詳細は参考-1を参照)。基準地震動による2次元動的FEM解析結果を第6. 3-3図に示す。

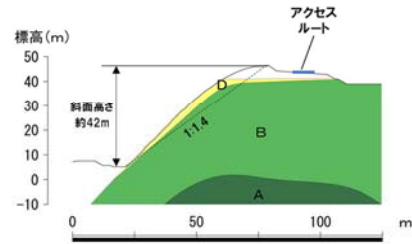
追而【地震津波側審査の反映】
 (地震応答解析結果については、
 「耐震重要施設及び常設重大事故等対処施設の基礎地盤及び
 周辺斜面の安定性評価」の審査結果を反映するため)

第6. 3-1表 グループA (岩盤斜面) の評価対象断面の選定結果

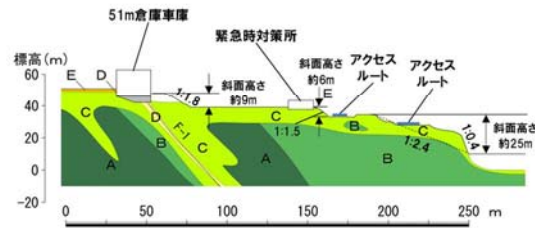
検討断面	保管場所・アクセスルートに影響するおそれのある斜面	影響要因				該当する影響要因	選定理由	耐震重要施設等の周辺斜面における検討断面*	
		(i)構成する岩級	(ii)斜面高さ	(iii)斜面の勾配	(iv)断層の分布の有無				
①-①'	アクセスルート 敷地下斜面	安山岩	—	約42m	1:1.4	無	(i)	⑤-⑤'断面に比べ、斜面高さが低いこと、斜面勾配が緩いこと及び断層が分布しないことから、⑤-⑤'断面の評価に代表させる。	—
		火砕岩類	B, D級						
		表土	有						
②-②'	51m倉庫車庫エリア 敷地下斜面	安山岩	—	約9m	1:1.8	F-1断層	(i), (iv)	⑤-⑤'断面に比べ、斜面高さが低いこと及び斜面勾配が緩いことから、⑤-⑤'断面の評価に代表させる。	—
		火砕岩類	C, D級						
		表土	有						
	緊急時対策所エリア 敷地下斜面及び アクセスルート周辺斜面	安山岩	—	約6m	1:1.5	無	(i)	⑤-⑤'断面に比べ、斜面高さが低いこと、斜面勾配が緩いこと及び断層が分布しないことから、⑤-⑤'断面の評価に代表させる。	—
		火砕岩類	C, E級						
		表土	—						
アクセスルート 周辺斜面及び敷地下斜面	安山岩	—	約25m	1:2.4 (一部、1:0.4の急勾配部あり)	無	(iii)	⑤-⑤'断面に比べ、下位岩級等が分布しないこと、斜面高さが低いこと及び断層が分布しないことから、⑤-⑤'断面の評価に代表させる。	—	
	火砕岩類	B, C級							
	表土	—							
③-③'	1号炉西側31mエリア・ アクセスルート 周辺斜面	安山岩	—	約26m	1:1.6	F-3断層	(iv)	⑤-⑤'断面に比べ、下位岩級等が分布しないこと、斜面高さが低いこと及び斜面勾配が緩いことから、⑤-⑤'断面の評価に代表させる。	—
		火砕岩類	A, C級						
		表土	—						
1号炉西側31mエリア 敷地下斜面	安山岩	—	約21m	1:0.7	無	(iii)	⑤-⑤'断面に比べ、下位岩級等が分布しないこと、斜面高さが低いこと及び断層が分布しないことから、⑤-⑤'断面の評価に代表させる。	—	
	火砕岩類	A, B級							
	表土	—							
④-④'	2号炉東側31mエリア(a)・ アクセスルート 周辺斜面	安山岩	A _{II} 級	約29m	1:2.1	(F-5断層) すべりブロックを 形成しない	(i)	⑤-⑤'断面に比べ、斜面高さが低いこと、斜面勾配が緩いこと及びすべりブロックを形成する断層が分布しないことから、⑤-⑤'断面の評価に代表させる。	—
		火砕岩類	A, B, C, D, E級						
		表土	—						
	2号炉東側31mエリア(a) 敷地下斜面	安山岩	A _{II} 級	約21m	1:0.7	(F-6断層) すべりブロックを 形成しない	(iii)	⑤-⑤'断面に比べ、下位岩級等が分布しないこと、斜面高さが低いこと及びすべりブロックを形成する断層が分布しないことから、⑤-⑤'断面の評価に代表させる。	—
		火砕岩類	B, C級						
		表土	—						
⑤-⑤'	アクセスルート 周辺斜面及び敷地下斜面	安山岩	A _I , A _{II} , A _{III} , A _V 級	約69m	1:1.7 (一部、1:0.3の急勾配部あり)	F-11断層	(i), (ii), (iii), (iv)	A _V 級及びD級岩盤が分布すること、一部1:0.3の急勾配部があること、斜面高さが高いこと並びにF-11断層が分布することから、評価対象断面に選定する。	○
		火砕岩類	B, C, D級						
		表土	—						

 :番号を付与する影響要因
 :選定した評価対象断面
 ※「泊発電所3号炉 耐震重要施設及び常設重大事故等対処施設の基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価」資料参照

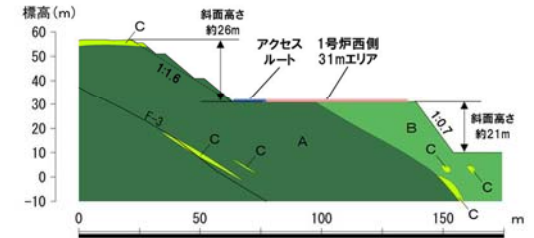
 : 評価対象断面の選定及び地震による影響評価結果に係る
 部分は別途ご説明する



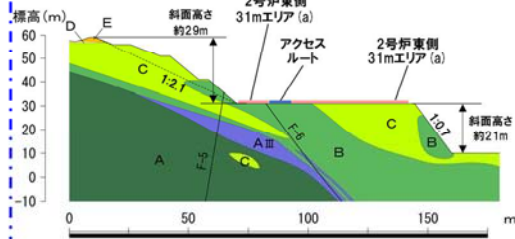
①-①' 断面



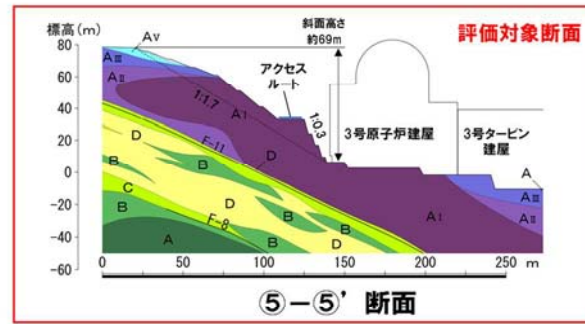
②-②' 断面



③-③' 断面



④-④' 断面



⑤-⑤' 断面



第6. 3-2図 グループA（岩盤斜面）の検討断面の岩盤分類図

：評価対象断面の選定に係る部分は別途ご説明する

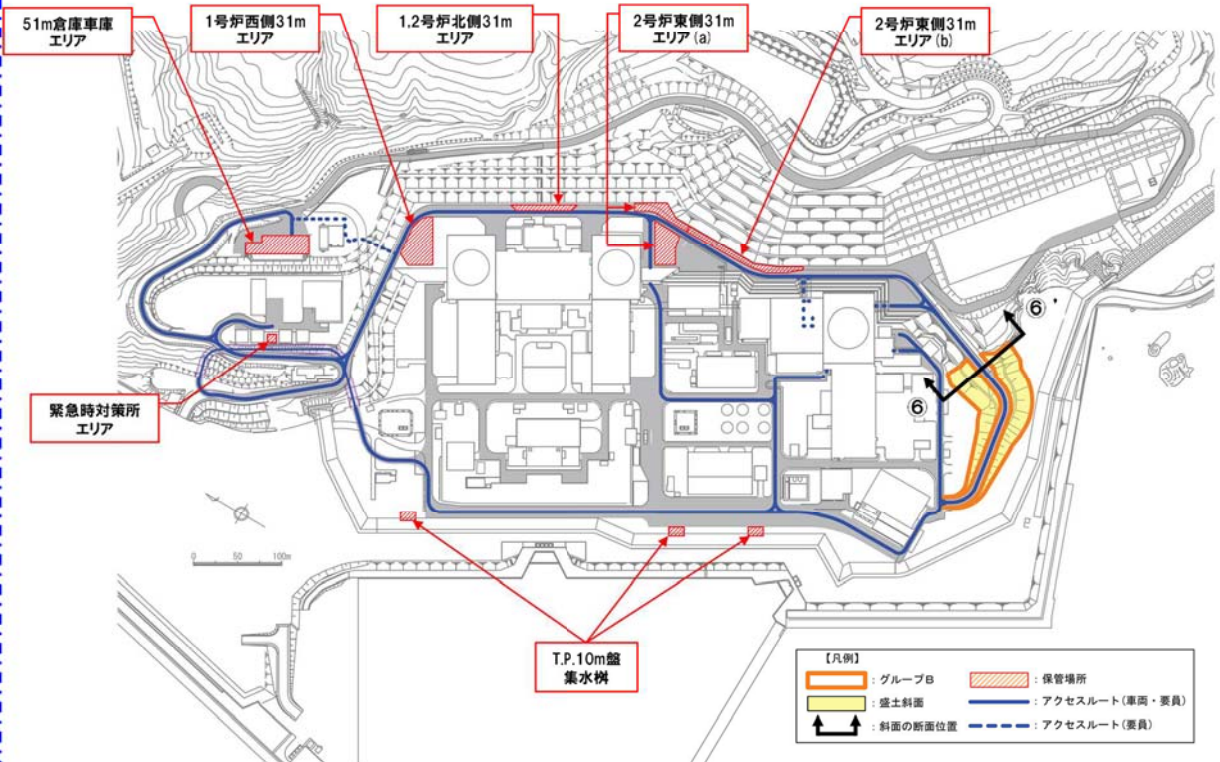
追而【地震津波側審査の反映】
(地震応答解析結果については、
「耐震重要施設及び常設重大事故等対処施設の基礎地盤及び
周辺斜面の安定性評価」の審査結果を反映するため)

第6. 3-3 図 グループA (岩盤斜面) のすべり安定性評価結果

地震による影響評価結果に係る部分は別途ご説明する

6. 4 グループB（盛土斜面）

グループBの盛土斜面は、1箇所のみであるため、第6. 4-1図に示すとおり、斜面高さが最も高く、最急勾配方向となるすべり方向に⑥-⑥'断面を設定し、評価対象断面に選定した。

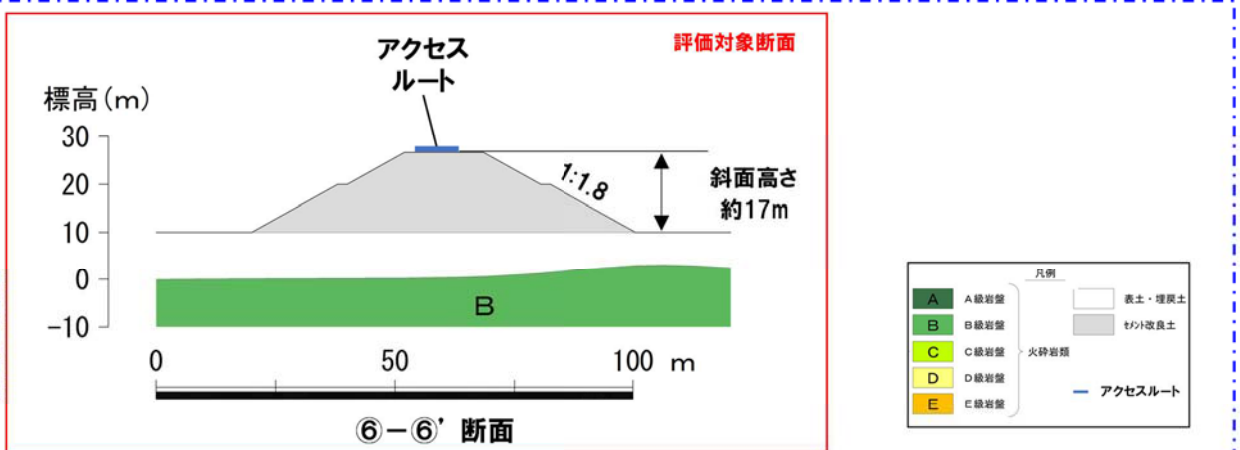


第6. 4-1図 グループB（盛土斜面）の検討断面位置図

グループB（盛土斜面）の検討断面の岩盤分類図を第6. 4-2図に示す。
基準地震動による2次元動的FEM解析結果を第6. 4-3図に示す。

追而【地震津波側審査の反映】
(地震応答解析結果については、
「耐震重要施設及び常設重大事故等対処施設の基礎地盤及び
周辺斜面の安定性評価」の審査結果を反映するため)

：評価対象断面の選定及び地震による影響評価結果に係る
部分は別途ご説明する



第6. 4-2図 グループB（盛土斜面）の検討断面の岩盤分類図

追而【地震津波側審査の反映】
 （地震応答解析結果については、
 「耐震重要施設及び常設重大事故等対処施設の基礎地盤及び
 周辺斜面の安定性評価」の審査結果を反映するため）

第6. 4-3図 グループB（盛土斜面）のすべり安定性評価結果

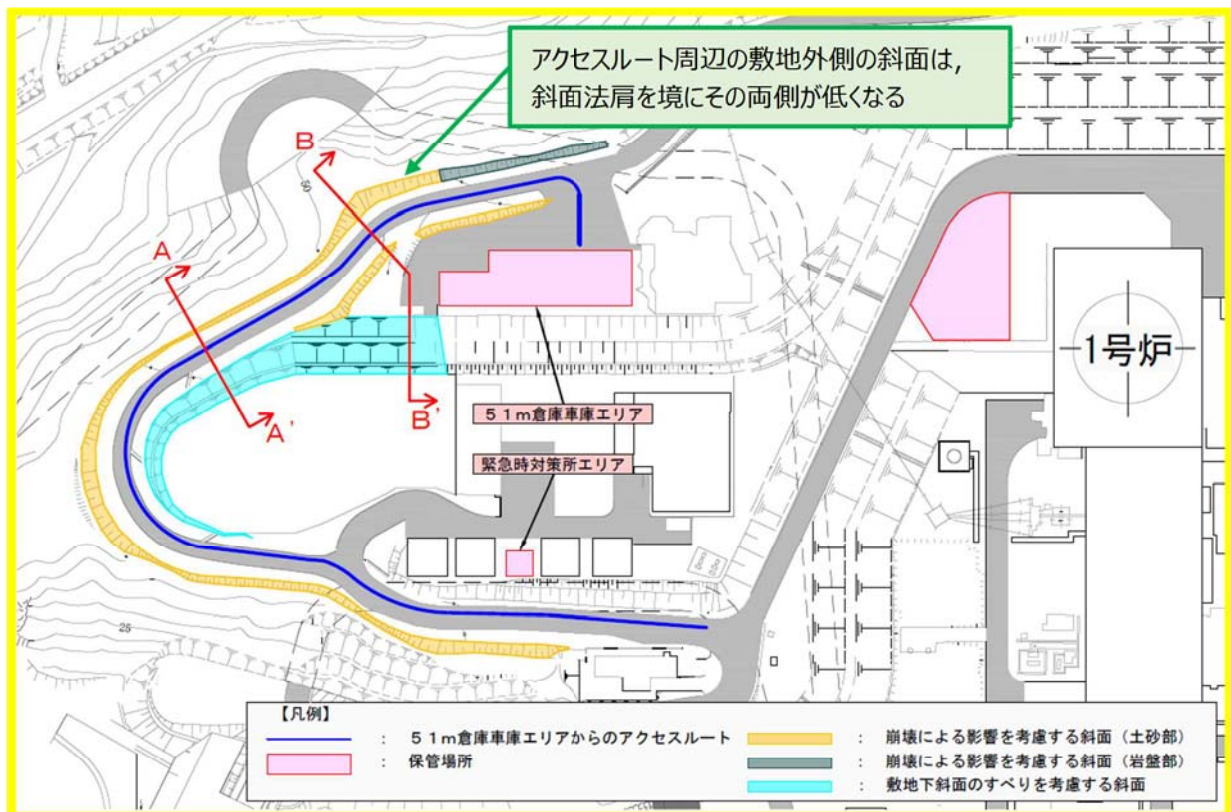
：評価対象断面の選定及び地震による影響評価結果に係る部分は別途ご説明する

7. 51m倉庫車庫エリアからのアクセスルートに対する影響評価

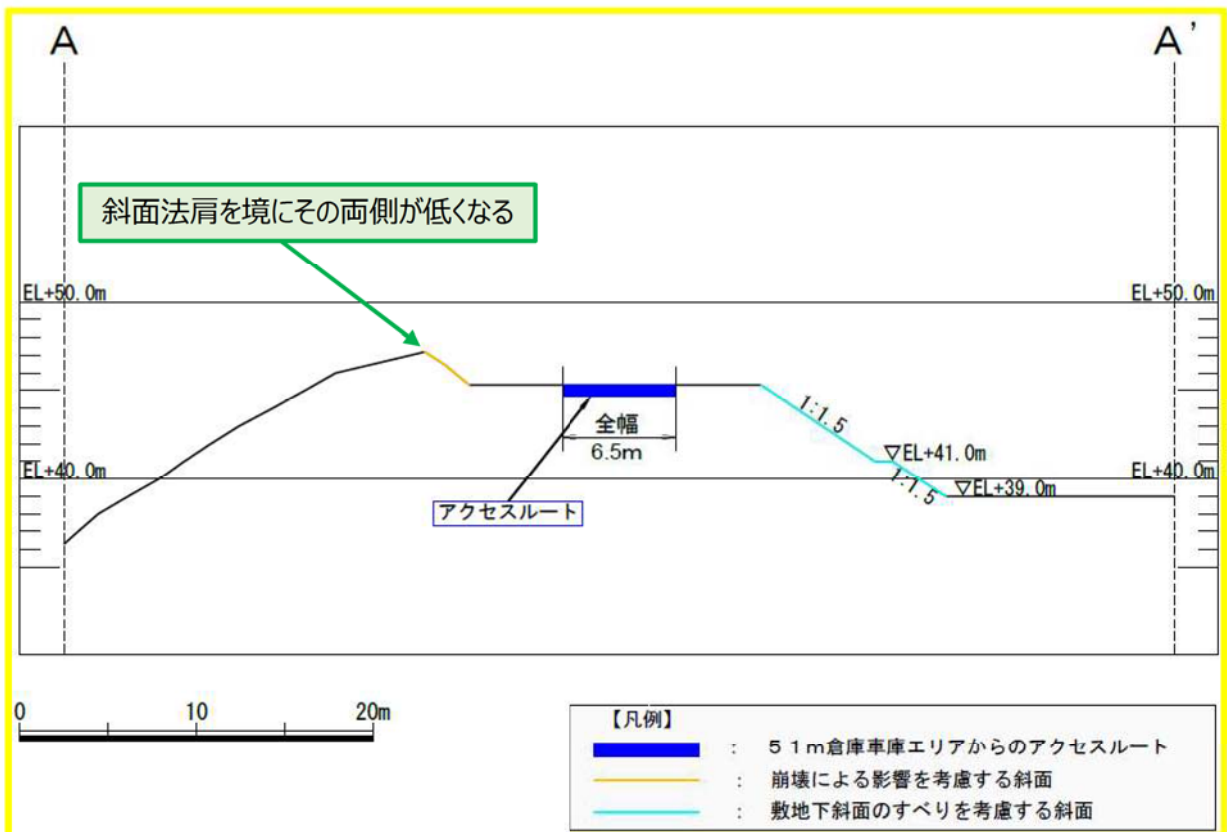
(1) 概要

51m倉庫車庫エリアからのアクセスルートについては、ルートが通行不能となった場合に迂回することができないことから、被害の不確定性を考慮し、第7-1図に示す周辺斜面及び敷地下斜面については崩壊を想定する。崩壊を想定した場合においても、必要な道路幅（3.5m）が確保可能か評価する。

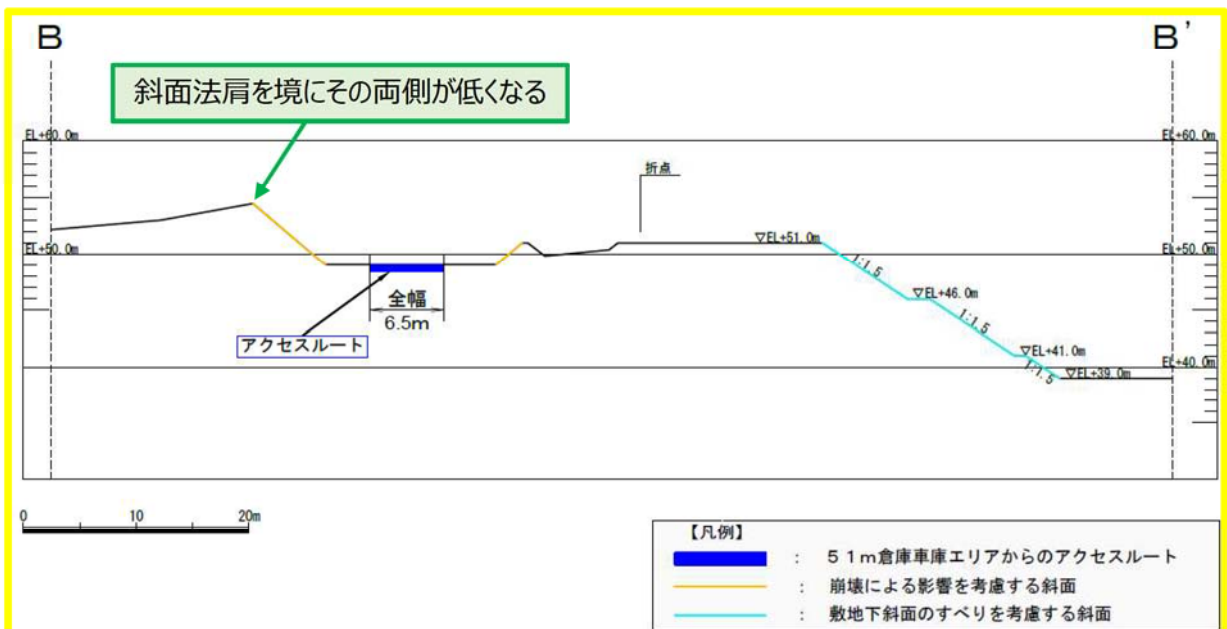
なお、崩壊を想定する51m倉庫車庫エリアからのアクセスルートの周辺斜面及び敷地下斜面は切土斜面であり、そのうちアクセスルート周辺の敷地外側の斜面は、斜面の法肩を境にその両側が低くなる形状である。（第7-2図参照）



第7-1図 周辺斜面の崩壊又は敷地下斜面のすべりを考慮する斜面



A-A' 断面



B-B' 断面

第7-2図 崩壊を想定する斜面の断面模式図

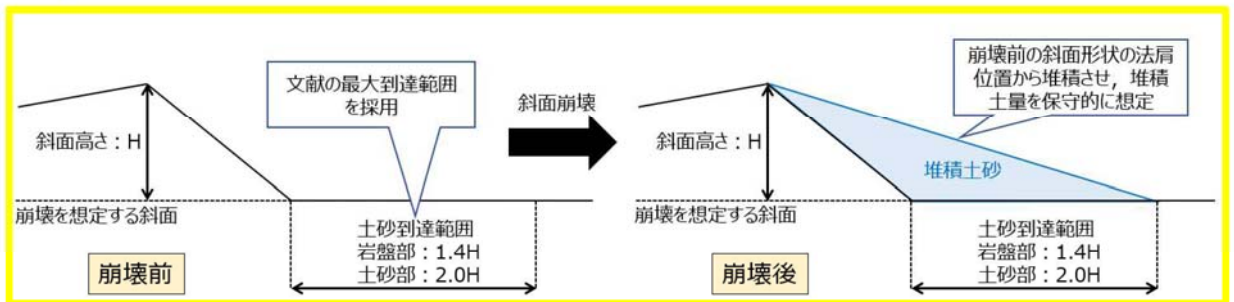
(2) 周辺斜面の崩壊及び敷地下斜面のすべりに対する影響評価

a. 評価方法

周辺斜面の崩壊及び敷地下斜面のすべりについて、以下のとおり、必要な道路幅 (3.5m) が確保可能か評価した。

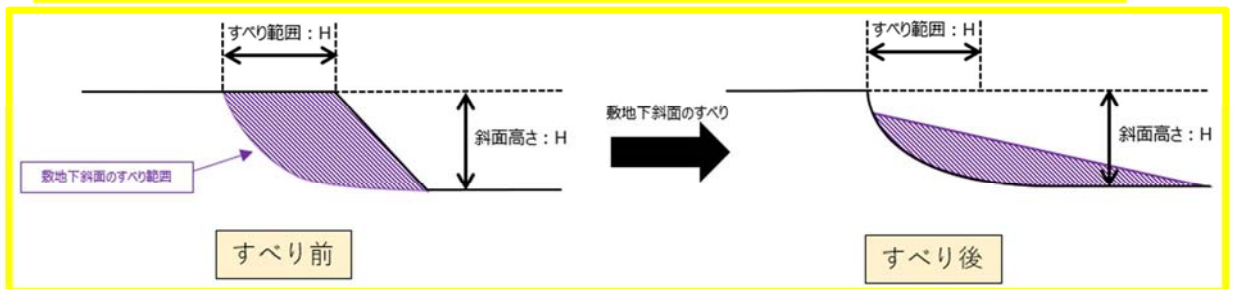
(a) 周辺斜面の崩壊

- ・ 周辺斜面の崩壊による土砂到達範囲については、3.1 離隔距離の考え方から、文献の最大到達範囲を採用し、岩盤部は斜面高さの 1.4 倍、土砂部は斜面高さの 2.0 倍とした。
- ・ 崩壊した土砂の堆積形状については、7. (1) に示す斜面の形状を踏まえると、崩壊後の斜面形状の法肩は崩壊前の法肩位置より低くなると想定されるものの、被害の不確定性を考慮して堆積土量が保守的な設定となるように、崩壊前の斜面形状の法肩位置を起点として、土砂到達範囲まで土砂が堆積する形状とした。



(b) 敷地下斜面のすべり

- ・ 敷地下斜面のすべり範囲については、斜面法肩から斜面高さの範囲とした。



b. 評価結果

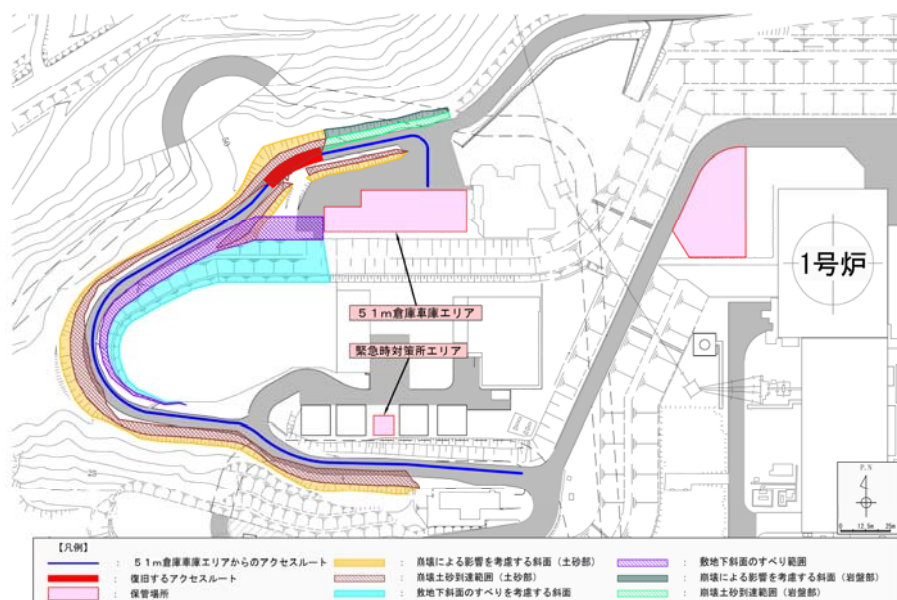
周辺斜面の崩壊及び敷地下斜面のすべりに対する影響評価の結果を第7-3図に示す。

(a) 周辺斜面の崩壊

周辺斜面崩壊による土砂の到達範囲を評価した結果、可搬型設備の通行に必要な道路幅(3.5m)を確保できない箇所については、重機による仮復旧を実施する。(別紙(22), (23)参照)

(b) 敷地下斜面のすべり

必要な道路幅に対し、法肩から斜面高さ以上の離隔を確保できていることから、敷地下斜面のすべりによる影響は想定されない。



第7-3図 51m倉庫車庫エリアからのアクセスルートの影響評価結果

8. その他の検討

8. 1 応力状態を考慮した検討

追而【地震津波側審査の反映】
(すべり面の設定の考え方については、
「耐震重要施設及び常設重大事故等対処施設の基礎地盤及び
周辺斜面の安定性評価」の審査結果を反映するため)

: 地震による影響評価結果に係る部分は別途ご説明する

(参考-1) 評価対象断面の選定理由 (詳細)

1. グループAにおける評価対象断面の選定理由 (詳細)

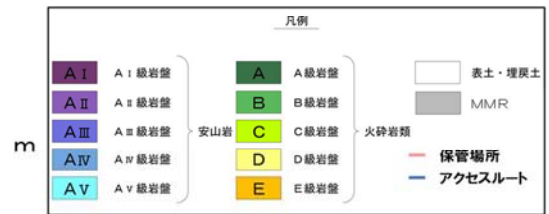
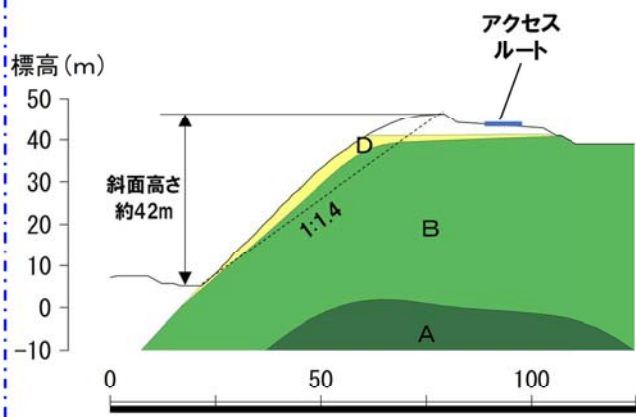
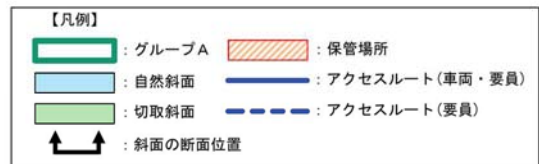
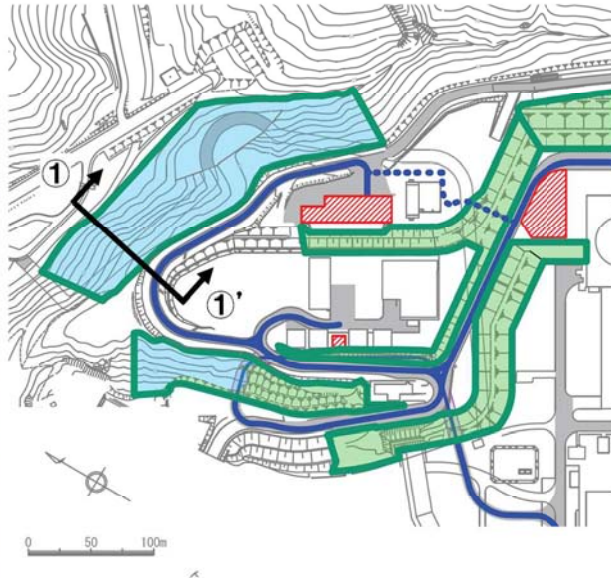
・岩盤で構成される斜面

グループAの岩盤斜面である①-①' 断面～⑤-⑤' 断面の比較検討結果及び評価対象断面の選定根拠の詳細を断面毎に示す。

【①-①' 断面】

①-①' 断面の斜面は自然斜面であり、51m倉庫車庫エリアからのアクセスルートの敷地下斜面として、最急勾配方向となるすべり方向に断面を設定した。

当該断面は、⑤-⑤' 断面に比べ、斜面高さが低いこと、斜面勾配が緩いこと及び断層が分布しないことから、⑤-⑤' 断面の評価に代表させる。



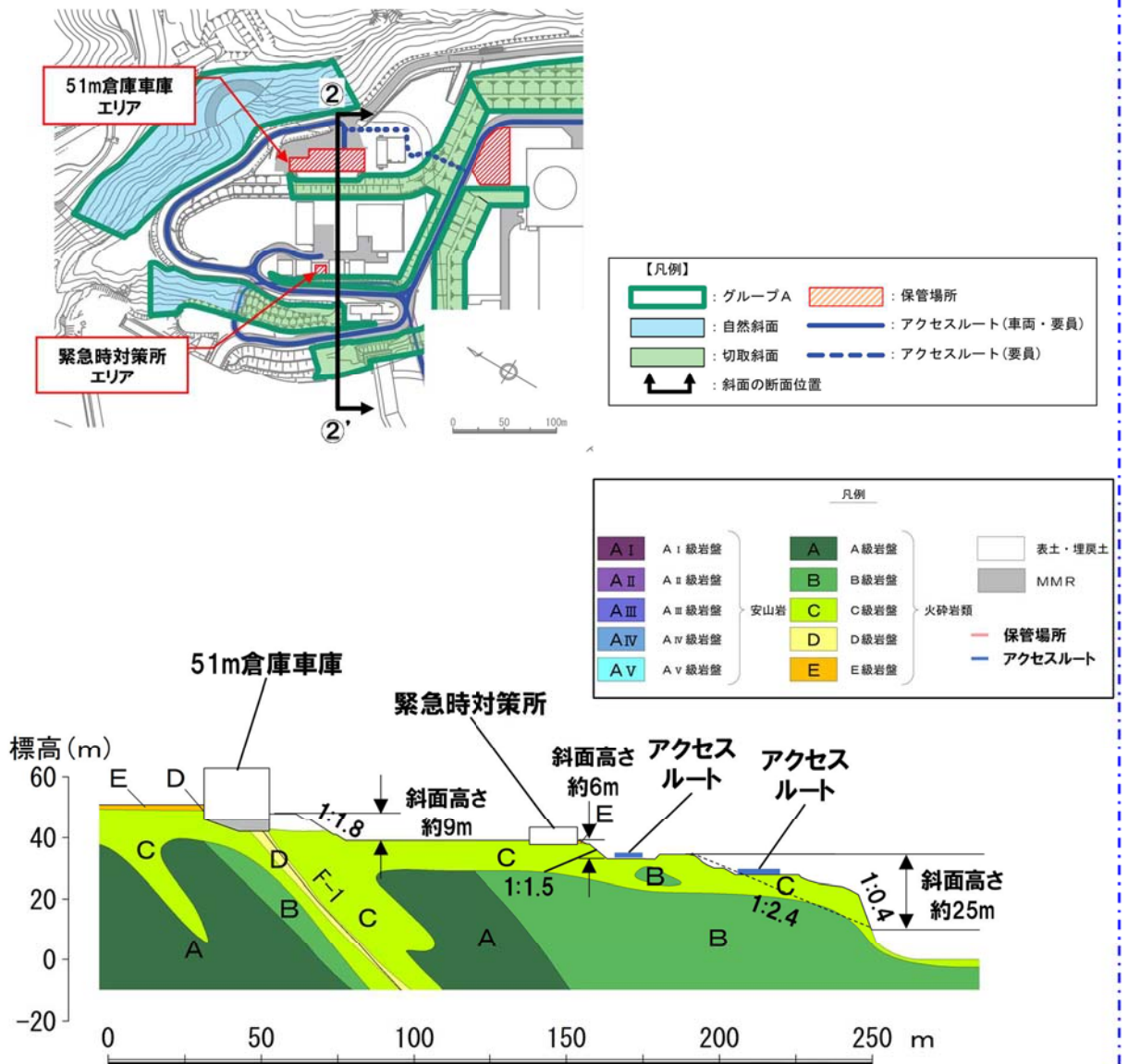
第1図 ①-①' 断面の比較結果

: 評価対象断面の選定に係る部分は別途ご説明する

【②-②' 断面】

②-②' 断面の斜面は切取斜面であり、51m 倉庫車庫エリア及び緊急時対策所エリアの敷地下斜面並びアクセスルートの周辺斜面及び敷地下斜面として、最急勾配方向となるすべり方向に断面を設定した。

当該断面は、⑤-⑤' 断面に比べ、斜面高さが低いことから、⑤-⑤' 断面の評価に代表させる。



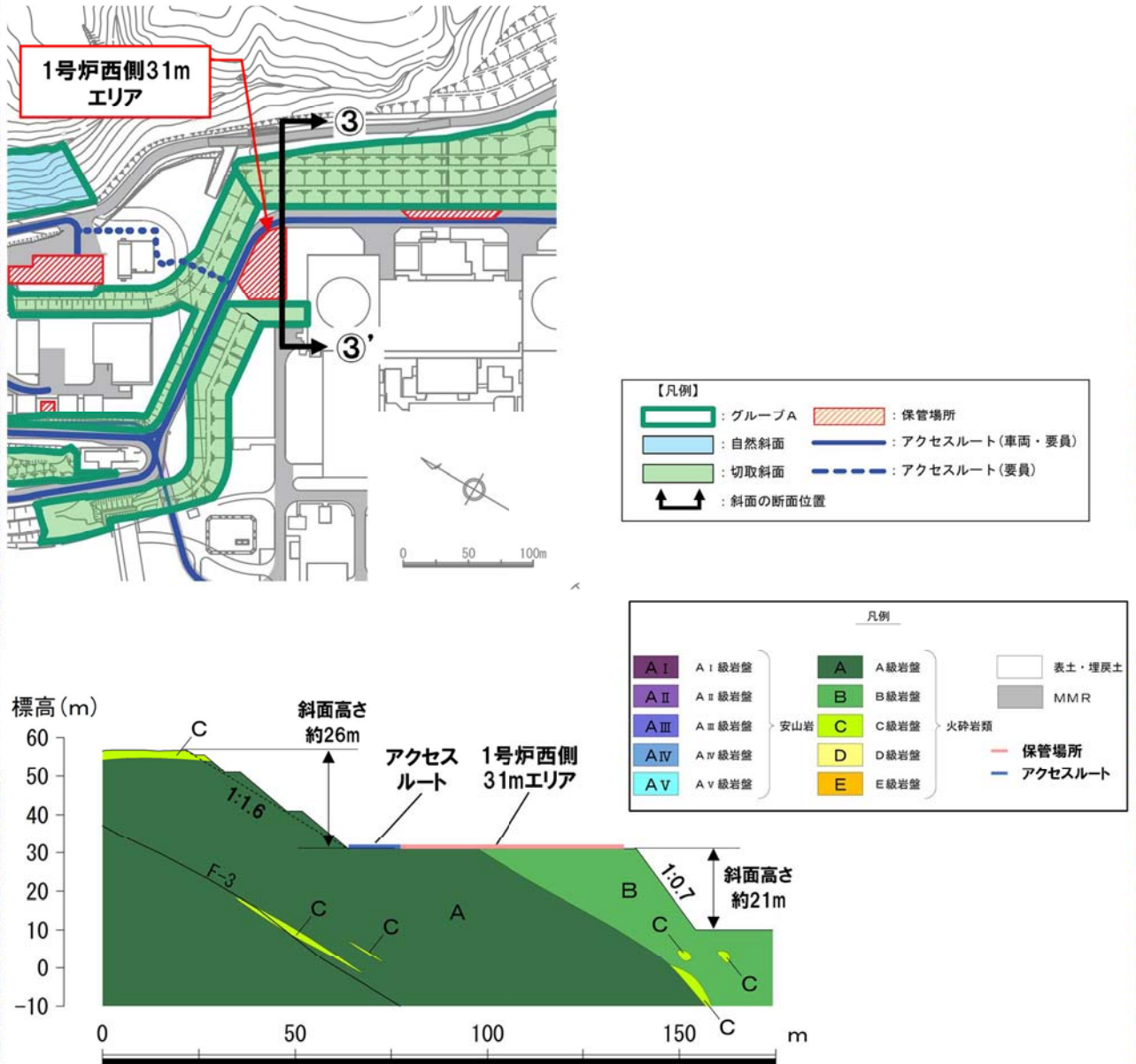
第2図 ②-②' 断面の比較結果

: 評価対象断面の選定に係る部分は別途ご説明する

【③-③' 断面】

③-③' 断面の斜面は切取斜面であり、1号炉西側31mエリアの周辺斜面及び敷地下斜面並びアクセスルートの周辺斜面として、最急勾配方向となるすべり方向に断面を設定した。

当該断面は、⑤-⑤' 断面に比べ、下位岩級等が分布しないこと及び斜面高さが低いことから、⑤-⑤' 断面の評価に代表させる。



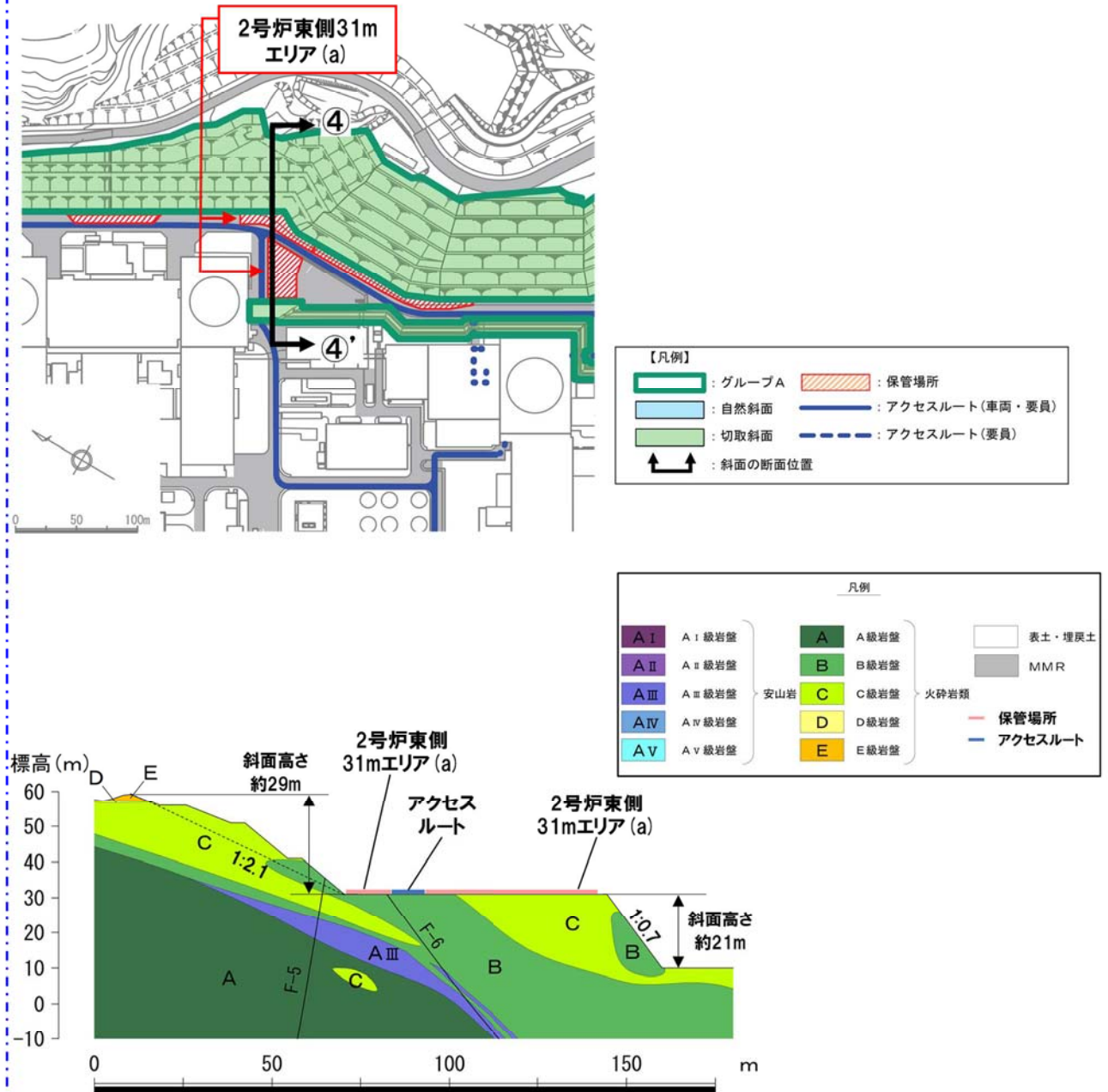
第3図 ③-③' 断面の比較結果

: 評価対象断面の選定に係る部分は別途ご説明する

【④-④' 断面】

④-④' 断面の斜面は切取斜面であり、2号炉東側31mエリア(a)の周辺斜面及び敷地下斜面並びアクセスルートの周辺斜面として、最急勾配方向となるすべり方向に断面を設定した。

当該断面は、⑤-⑤' 断面に比べ、斜面高さが低いこと及びすべりブロックを形成する断層が分布しないことから、⑤-⑤' 断面の評価に代表させる。



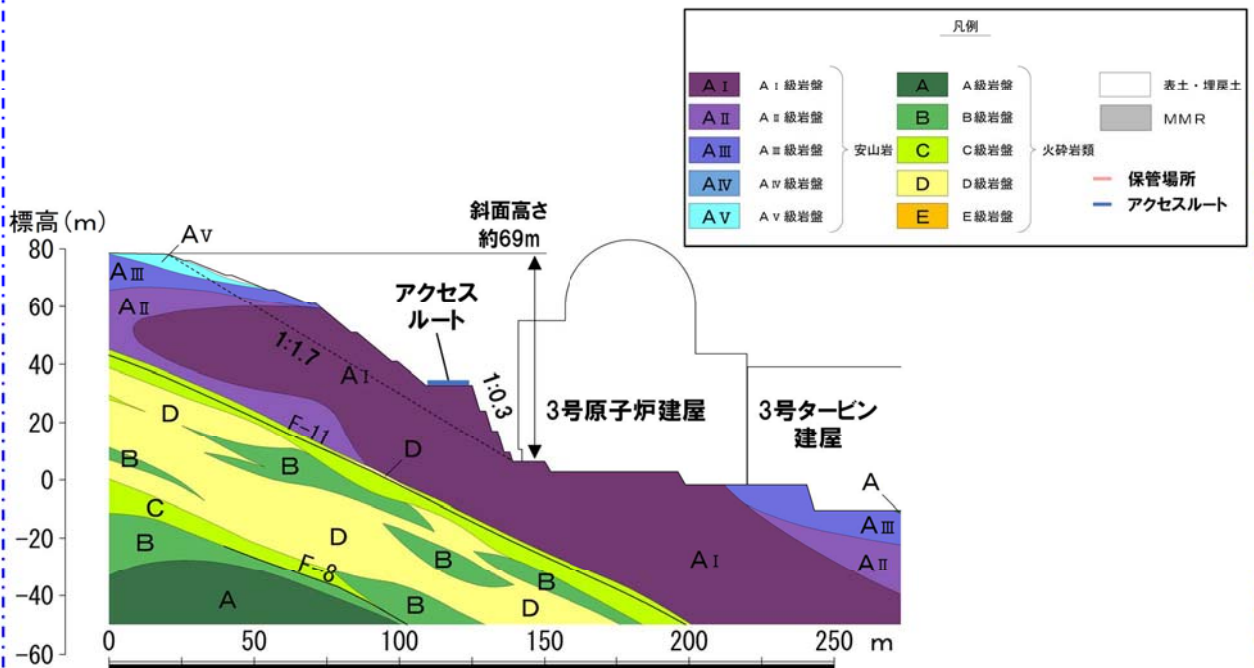
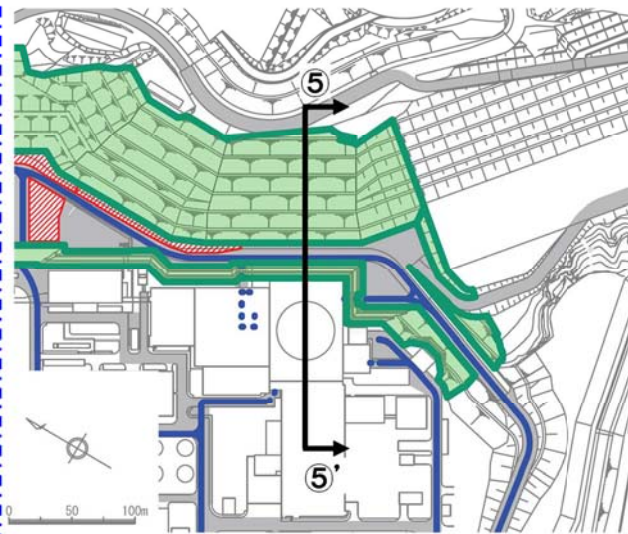
第4図 ④-④' 断面の比較結果

：評価対象断面の選定に係る部分は別途ご説明する

【⑤-⑤' 断面(評価対象断面)】

⑤-⑤' 断面の斜面は切取斜面であり、アクセスルートの周辺斜面及び敷地下斜面として、グループAにおいて斜面高さが最も高く、最急勾配方向となるすべり方向に断面を設定した。

当該断面は、A_V級及びD級岩盤が分布すること、一部 1:0.3 の急勾配部があること、斜面高さが高いこと並びに F-11 断層が分布することから、評価対象断面に選定する。



第5図 ⑤-⑤' 断面の比較結果

：評価対象断面の選定に係る部分は別途ご説明する

(参考－２) すべり安定性評価の基準値の設定について

斜面のすべり安定性評価における評価基準値を 1.0 としたことについて、以下の理由から、二次元動的有限要素法解析におけるすべり安全率が 1.0 を上回れば、斜面の安定性は確保できると考えている。

- ・「斜面安定解析入門（社団法人地盤工学会）」^{※1}において、「有限要素法を用いた動的解析ですべり安全率が 1 以上であれば、局所安全率が 1 を下回る所があっても、全体的なすべり破壊は生じないものと考えられる。さらに、このすべり安全率が 1 を下回っても、それが時間的に短い区間であれば、やはり必ずしも全体的すべりに至らないであろう。」と示されている。
- ・「大規模地震に対するダム耐震性能照査指針（案）・同解説（国土交通省河川局）に係る参考資料」^{※2}において、等価線形化法による動的解析を用いたすべり安定性の検討において、すべり安全率が 1 を下回る場合にはすべり破壊が発生する可能性があるとして示されている。
- ・「道路土工盛土工指針（社団法人日本道路協会）」^{※3}において、「レベル 2 地震動に対する設計水平震度に対して、円弧すべり面を仮定した安定解析法によって算出した地震時安全率の値が 1.0 以上であれば、盛土の変形量は限定的なものにとどまると考えられるため、レベル 2 地震動の作用に対して性能 2 を満足するとみなしてよい。」と示されている。

注) レベル 2 地震動：供用期間中に発生する確率は低いが大きな強度を持つ地震動。

注) 性能 2：想定する作用による損傷が限定的なものにとどまり、盛土としての機能の回復がすみやかに行い得る性能。

また、解析に当たっては、以下に示す保守的な評価を行っているため、すべり安全率 1.0 は評価基準値として妥当であると考えている。

- ・ 2次元断面による評価であり、現実のすべりブロック（3次元形状）が持つ側方抵抗を考慮していないため、保守的な評価となっている。
- ・ 各要素の応力状態より、「引張応力が発生した要素」、「せん断強度に達した要素」については、せん断抵抗力の算定に用いる強度に残留強度を採用し、健全強度より低下させることで安全側の評価を実施している。

※ 1：社団法人地盤工学会，P81

※ 2：国土交通省国土技術政策総合研究所，平成 17 年 3 月，P132

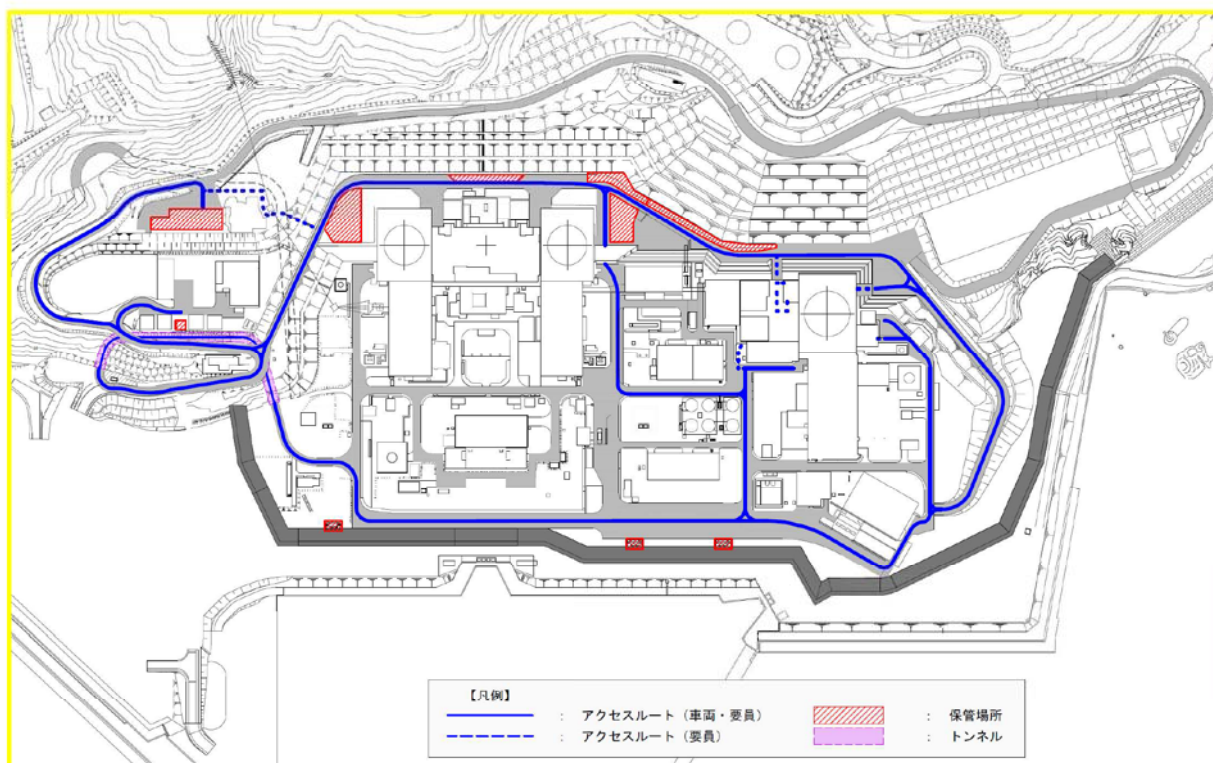
※ 3：社団法人日本道路協会，平成 22 年 4 月，P123

段差及び傾斜評価箇所の網羅性について

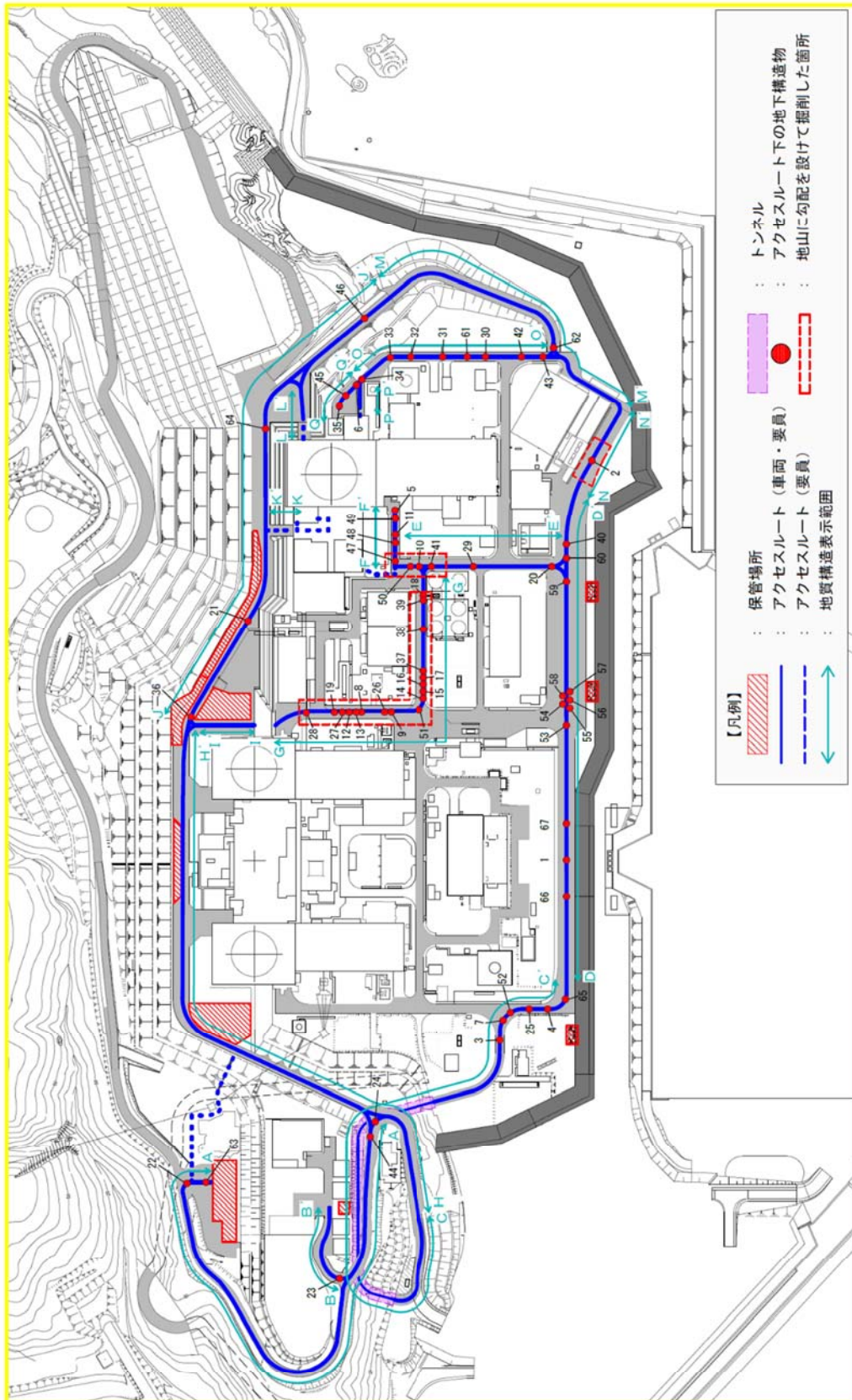
地震、津波その他自然現象又は故意による大型航空機の衝突その他テロリズムによる影響を考慮し、アクセスルートを複数設定している。(第1図)

地震時の液状化及び揺すり込みによる不等沈下によって生じる段差・傾斜については地下構造物等と埋戻部との境界部及び地山と埋戻部との境界部を抽出し、網羅的に評価している。

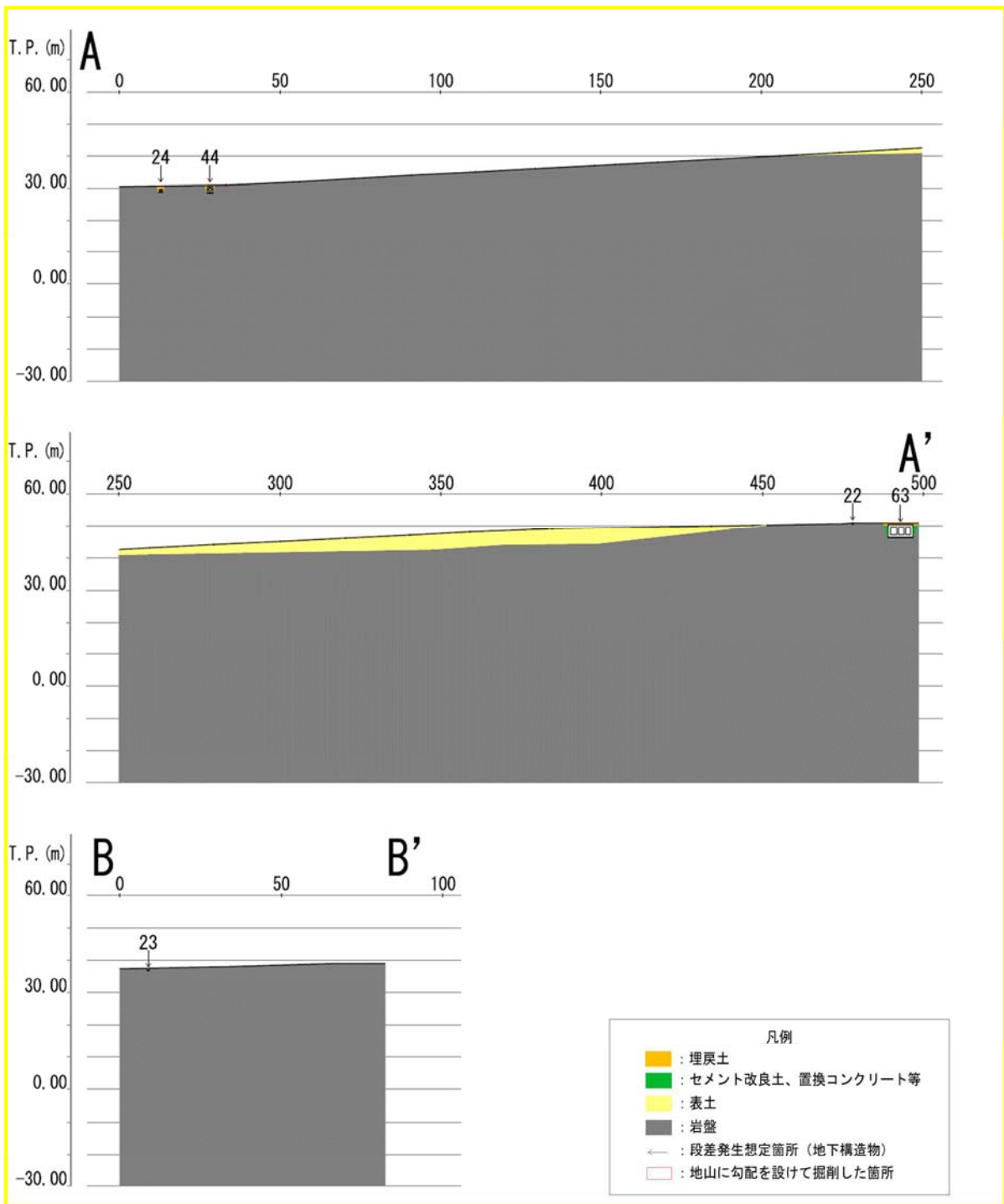
第2図に設定したアクセスルートの地質構造の概要を、第1表に地下構造物等と埋戻部との境界における段差評価結果を、第2表に地山に勾配を設けて掘削した箇所の評価結果を示す。



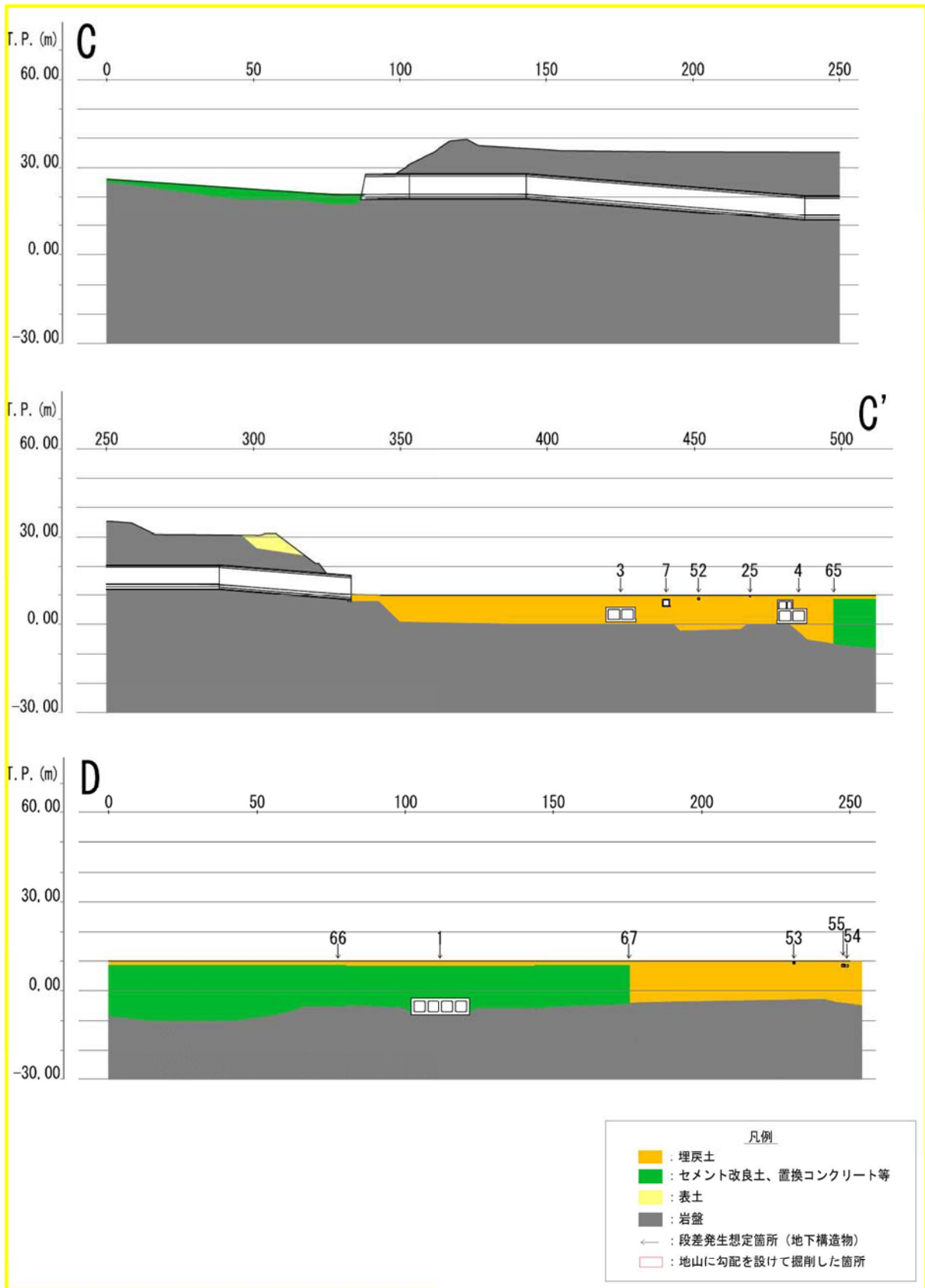
第1図 アクセスルート平面図



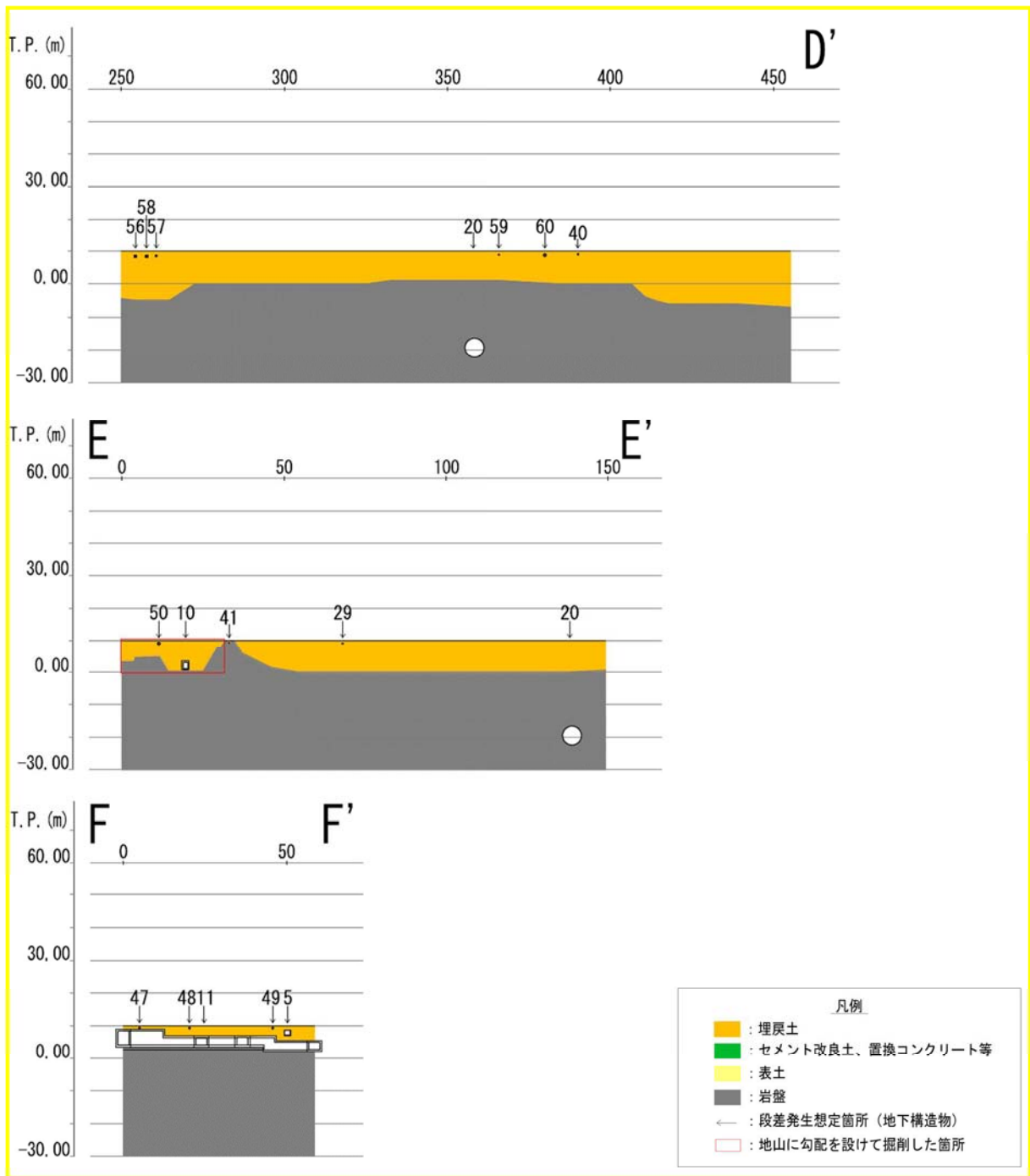
第2図 アクセスルート地盤構造概要 (1 / 8)



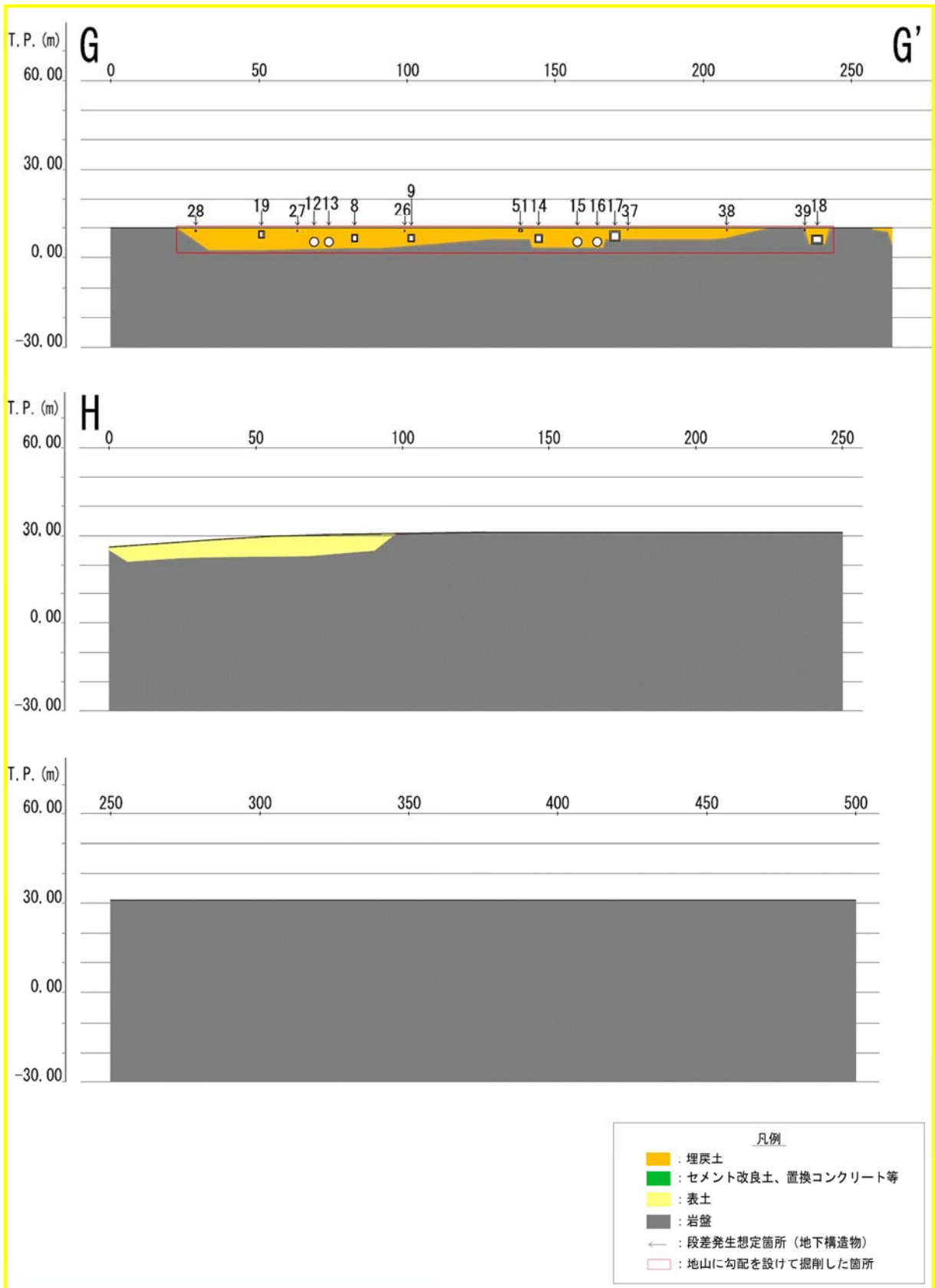
第2図 アクセスルート地盤構造概要 (2 / 8)



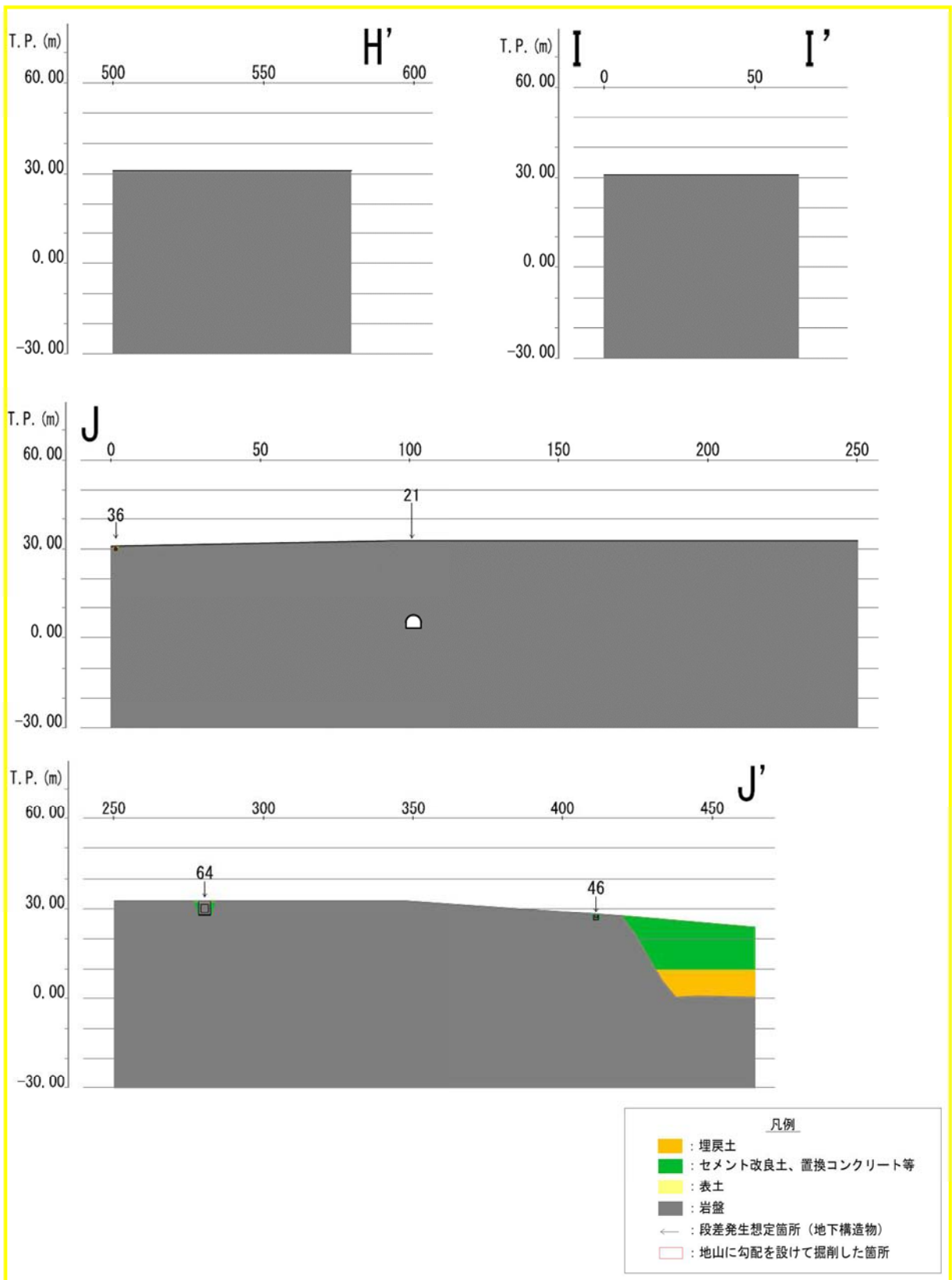
第2図 アクセスルート地盤構造概要 (3/8)



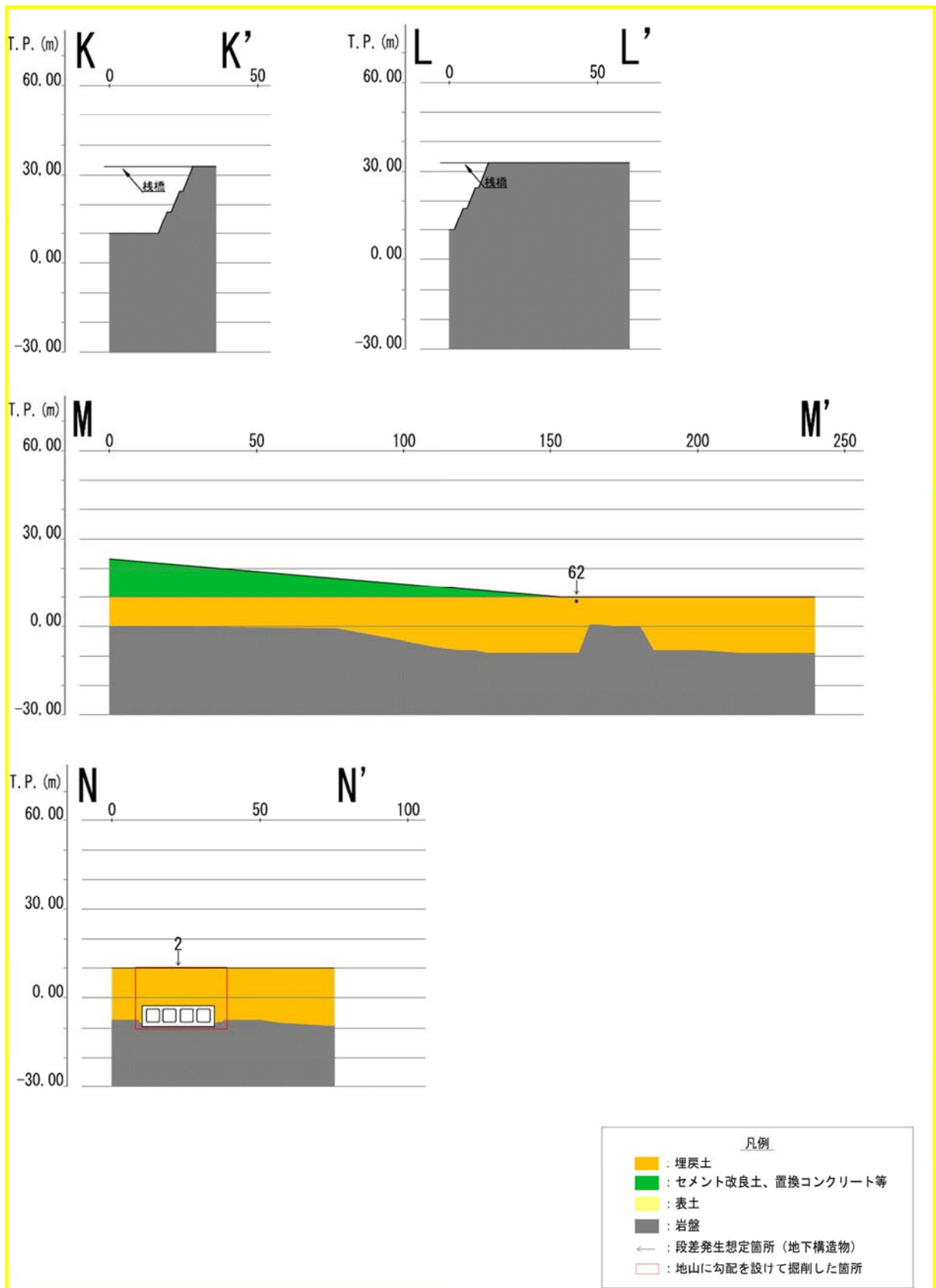
第2図 アクセスルート地盤構造概要 (4 / 8)



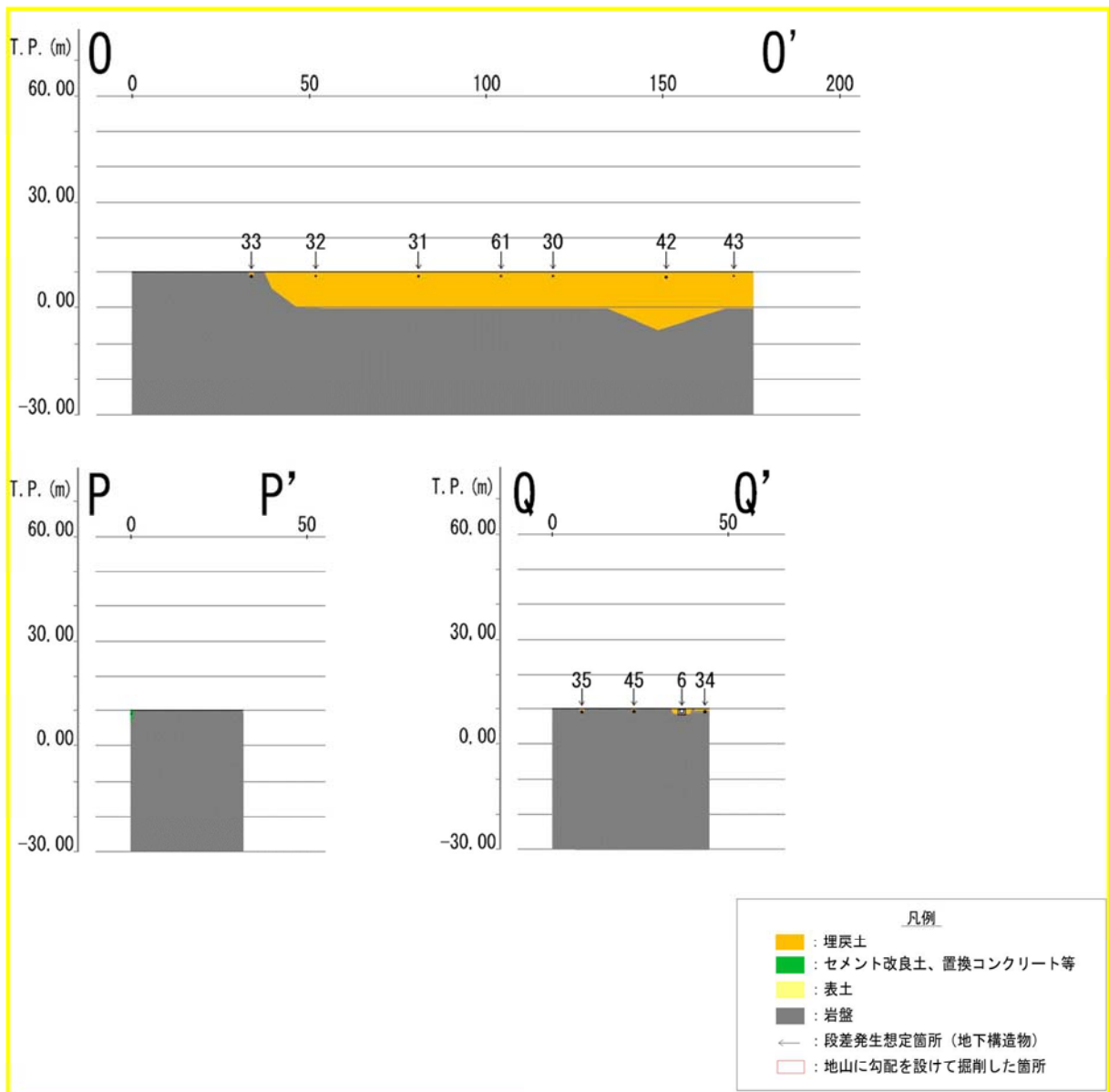
第2図 アクセスルート地盤構造概要 (5 / 8)



第2図 アクセスルート地盤構造概要 (6 / 8)



第2図 アクセスルート地盤構造概要 (7/8)



第2図 アクセスルート地盤構造概要 (8/8)

第1表 地下構造物等と埋戻部との境界における段差評価結果

通し番号	名称	車両通行可否
		段差15cm以下：○
1	1,2号炉取水路	追而【他条文の 審査状況の反 映】 (沈下量につい て、第5条「耐 津波設計方針」 の審査を踏まえ 反映するため)
2	3号炉取水路	
3	1号炉放水路	
4	2号炉放水路	
5	2号炉OFケーブル他ダクト※	
6	3号炉原子炉補機冷却海水放水路	
7	貯油槽トレンチ	
8	1号炉OFケーブルダクト※	
9	2号炉OFケーブルダクト※	
10	2号炉OFケーブルダクト※	
11	CVケーブルダクト	
12	連絡配管ダクトA	
13	2号炉循環水管	
14	2号炉循環水管	
15	2号炉OFケーブルダクト※	
16	2号炉循環水管	
17	2号炉循環水管	
18	連絡配管ダクトI	
19	連絡配管ダクトD	
20	2号炉タービン油計量タンクダクト	
21	3号炉放水路	
22	CVケーブルトンネル	
23	管理道路排水	
24	管理道路排水	
25	管理道路排水接続管	
26	e道路排水	
27	3f道路排水	
28	3f道路排水	
29	3k道路排水	
30	3n道路排水	
31	3n道路排水	
32	3n道路排水	
33	3n道路排水	
34	3n道路排水	
35	3n道路排水	
36	3c道路排水	
37	3i道路排水	
38	3i道路排水	
39	3i道路排水	
40	3g道路排水	
41	3k道路排水	
42	3n道路排水	
43	3n道路排水	
44	管理道路排水	
45	3n道路排水	
46	3c道路排水	
47	3j道路排水	
48	3j道路排水	
49	3j道路排水	
50	3k道路排水	
51	3f道路排水	
52	e道路排水	
53	3f道路排水	
54	3f道路排水	
55	3f道路排水	
56	3f道路排水	
57	3f道路排水	
58	3f道路排水	
59	3k道路排水	
60	3k道路排水	
61	3n道路排水	
62	3n道路排水	
63	電路カルバート	
64	代替給水ビット	
65	防潮堤A	
66	防潮堤B	
67	防潮堤C	

※：ダクト内に敷設しているケーブルは、2008年にOFケーブルからCVケーブルへ変更している。

：評価結果に係る部分は別途ご説明する

第2表 地山に勾配を設けて掘削した箇所の評価結果

通し番号	掘削勾配※	車両通行可否
		傾斜12%以下
1	1:0.3	追而※
2	1:0.3	
3	1:0.3	

※：複数の勾配を設けて掘削している箇所は、最も急な勾配を記載

追而【他条文の審査状況の反映】
 ※ 沈下量について、第5条「耐津波設計方針」の審査を踏まえ反映するため

1. 設定したルート of 段差・傾斜の評価

第2図に示すとおり、設定したルートにおける地下構造物等と埋戻部との境界部を抽出し、段差評価を実施した。また、地山に勾配を設けて掘削した箇所を抽出し、傾斜の評価を実施した。なお、地山を垂直に掘削した箇所はなかった。

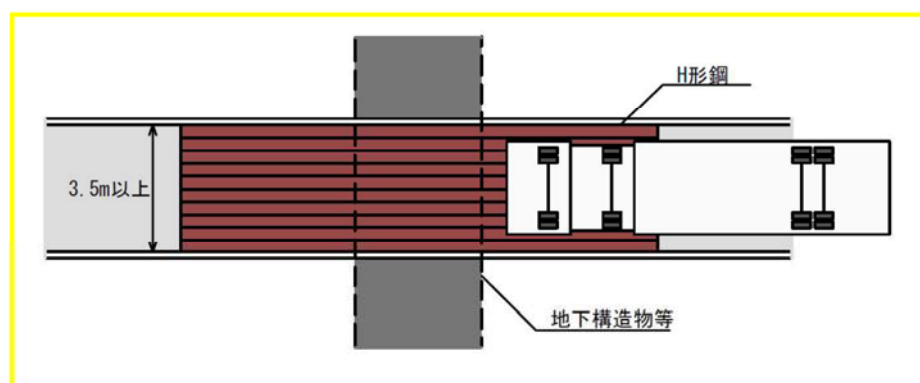
追而【他条文の審査状況の反映】
 (評価結果については、第5条「耐津波設計方針」における沈下率の審査を踏まえて反映する)

車両の通行に支障のある段差の発生が想定される箇所については、踏掛版敷設等による事前の段差緩和対策により車両の通行性を確保する。

：評価結果に係る部分は別途ご説明する

H形鋼敷設による段差対策について

地下構造物等の損壊により車両通行が困難となり得る箇所については、あらかじめH形鋼又は敷鉄板を敷設することにより、段差が発生した場合でも車両通行に影響を与えないよう対策を施す。第1図にH形鋼の敷設イメージを示す。



第1図 H形鋼の敷設イメージ図

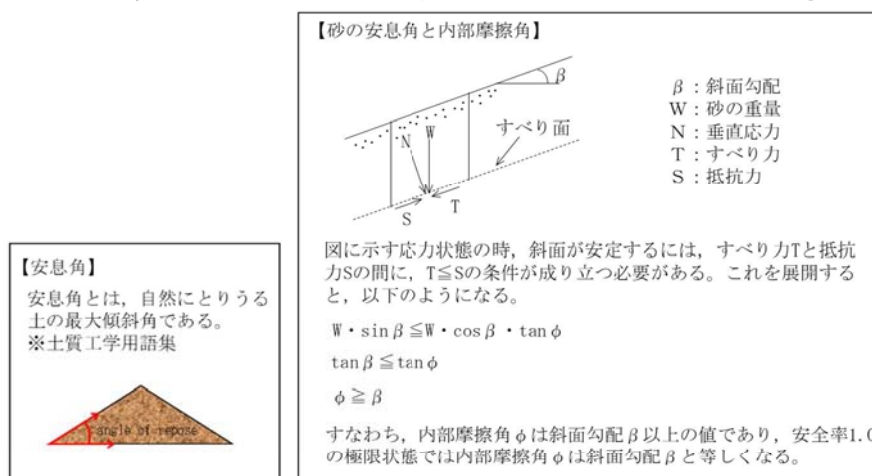
地下構造物等の損壊により段差が発生すると考えられる範囲は、地下構造物等の底板より主働崩壊角（1,2号：63.75度，3号：61.85度）度で想定し，さらに地表面付近の地震時の緩みを考慮してH形鋼のスパン長を設定した。

:別紙(16)は評価結果に係る内容のため別途ご説明する

H形鋼のスペン長を設定する手順は以下のとおりである。

- ① 地下構造物等の底版より主働崩壊角で沈下範囲を想定
- ② 地下構造物等の損壊による沈下量を算定（地下構造物等が損壊した場合，地下構造物等上の土砂が損壊構造物内に流入し，流入した土砂の体積分だけ沈下するものと想定）
- ③ 地下構造物等の損壊により沈下した場合，損壊構造物の左右に法面が発生するが，盛土の安息角^{※1}の範囲は支持地盤への影響がある範囲と想定
- ④ 上記③により想定した影響範囲の端部より，1 mの余裕を考慮した位置をH形鋼の支持点としスペン長を設定

※1：下図に示す安息角と内部摩擦角の関係より，安全率1.0の状態では，内部摩擦角は斜面勾配と等しくなることから，盛土の内部摩擦角（1,2号：37.5度，3号：33.7度）を安息角として設定している。

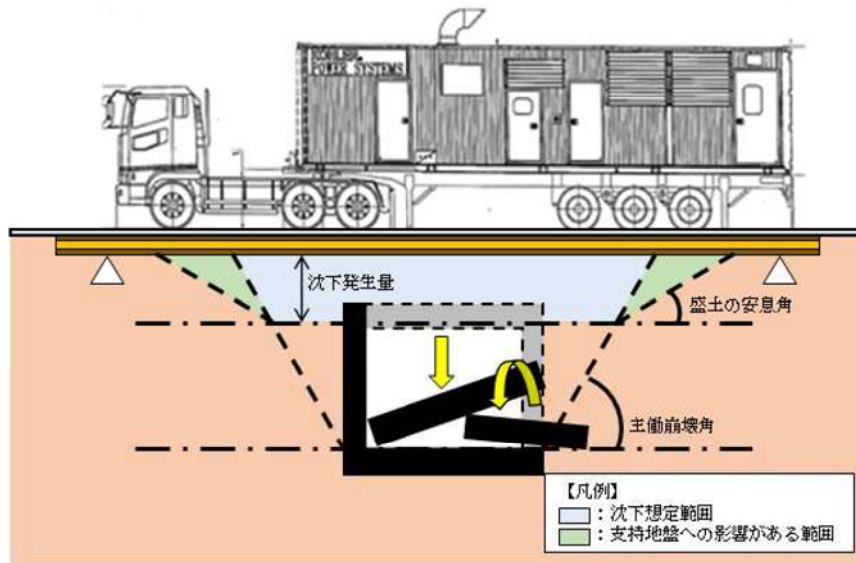


敷設するH形鋼の仕様は地下構造物等の寸法及び沈下量に応じて選定する。第2図に検討イメージ図を示す。

車両重量及び載荷位置を考慮した評価結果を第1表に示す。車両の通行により発生する評価値は評価基準値を下回っていることを確認する。

【評価車両（評価値が最大となる車両）】

追而
(H形鋼の仕様について詳細検討中のため)



第2図 検討イメージ図

第1表 検討結果

追而
 (H形鋼の仕様について詳細検討中のため)

消火活動及び事故拡大防止対策等について

1. 化学消防自動車等の出動の可否について

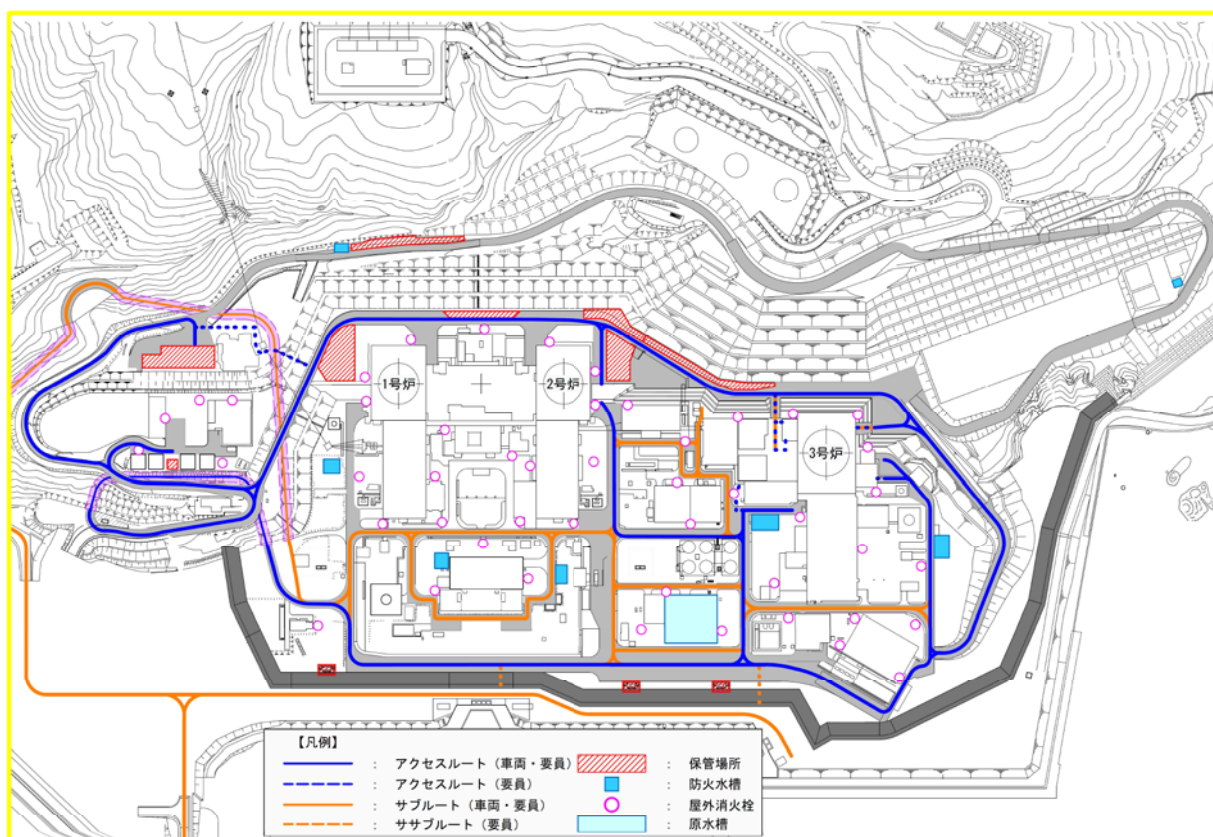
発電所内の初期消火活動のため、発電所構内に初期消火要員（11名）が24時間常駐しているが、地震発生後の火災に対して、消火活動が可能であることを以下のとおり確認した。

(1) 化学消防自動車等の健全性

耐震性が確保された51m倉庫車庫エリアに化学消防自動車及び水槽付消防ポンプ自動車を各1台配備する。

なお、化学消防自動車及び水槽付消防ポンプ自動車は地震で転倒しないが、竜巻対策として固縛し、凍結対策として消防自動車内蔵凍結防止ヒータを用いる。

消火用の水源としては、原水槽、防火水槽及び屋外消火栓を使用する。（第1図参照）



第1図 防火水槽等の配置

(2) 初期消火要員の出勤性

初期消火要員のうち化学消防自動車等による初期消火活動を実施する専属消防隊員5名は耐震性が確認されている51m倉庫・車庫及び総合管理事務所（別紙(10)参照）に常駐していることから地震時においても出動することが可能である。

(3) 火災発生時の消火活動について

火災が発生した場合の初期消火要員による初期消火活動用として、第1表に示すとおり消防車両と泡消火薬剤を配備し保有している。

また、災害対策要員による初期消火活動用として、第2表に示すとおり小型放水砲、可搬型大型送水ポンプ車及び泡消火薬剤を配備し保有している。

初期消火活動において消火が困難な場合は、継続して周辺施設への延焼防止に努め、被害の拡大防止を図る。

第1表 消防車両等の保管場所・数量

設備名	配備数	保管場所
・化学消防自動車	1台	51m倉庫車庫エリア
・水槽付消防ポンプ自動車	1台	
・大規模火災用消防自動車	1台	
・泡消火薬剤（3%）	7,200L	
・資機材運搬車	1台	

第2表 小型放水砲等の保管場所・数量

設備名	配備数	保管場所
・可搬型大型送水ポンプ車	6台	51m倉庫車庫エリア 2号東側31mエリア(a), (b) 展望台行管理道路脇西側60mエリア
・小型放水砲	2台	構内保管場所
・泡消火薬剤（1%）	6,000L	
・泡消火薬剤コンテナ式運搬車	1台	

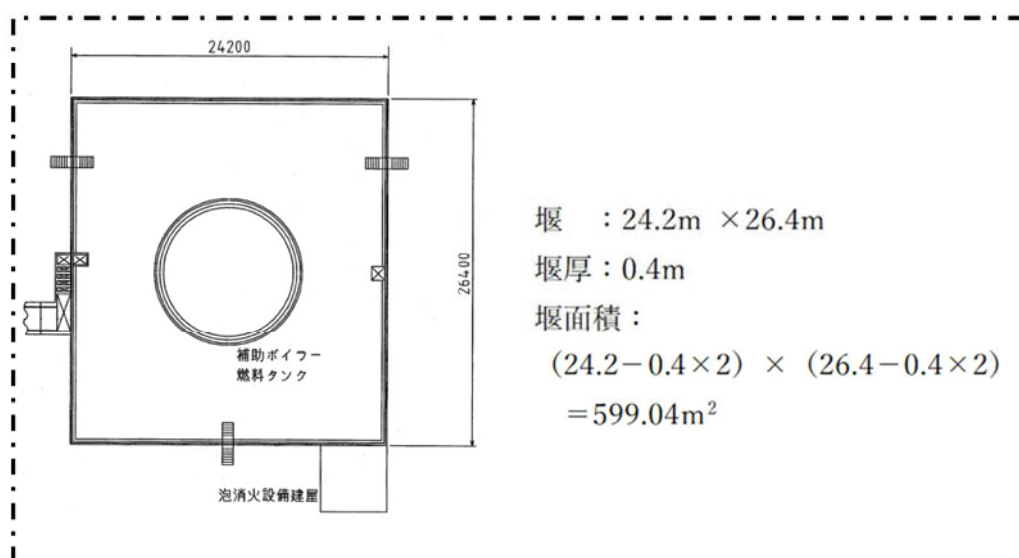
2. 3号炉補助ボイラー燃料タンクの消火方法について

第2図のとおり、漏えいした重油が防油堤内に全量貯蔵されている状態において火災が発生した場合において、アクセスルートからの離隔距離を確保できるよう、防油堤の縮小を予定している。

第6表のとおり、アクセスルートまで離隔距離が確保することが可能であり、万一初期消火活動にて消火が完了しなかった場合でも、アクセスルートは放射熱強度が「長時間さらされても苦痛を感じない強度^{*1}」である $1.6\text{kW}/\text{m}^2$ 以下まで低減されることから、通行は可能と考える。

3号炉補助ボイラー燃料タンクが地震により損傷し、防油堤内で火災が発生した場合は化学消防自動車等による初期消火活動を実施するが、初期消火活動にて消火が困難な場合には、継続して周辺施設への延焼防止に努め、被害の拡大防止を図るとともに、大規模火災用消防自動車、可搬型大型送水ポンプ車及び小型放水砲、泡消火薬剤による消火活動を実施する。

※1：出典「石油コンビナートの防災アセスメント指針」



追而
(上記の破線部分について、防油堤形状の詳細を検討中)

第2図 3号炉補助ボイラー燃料タンク防油堤外形図

3. 主要変圧器の火災について

地震により主要変圧器が損傷，変圧器内の絶縁油が漏えいし火災が発生した場合でも，第6表のとおり，アクセスルートに必要な道路幅が確保されており，万一初期消火活動にて消火が完了しなかった場合でも，アクセスルートは放射熱強度が「長時間さらされても苦痛を感じない強度^{※1}」である $1.6\text{kW}/\text{m}^2$ 以下まで低減されることから，通行は可能と考える。

防油堤内に漏えいした絶縁油は防油堤内の排油水槽に流下するため，万一火災が発生した場合でもアクセスルートへの影響は考えにくい。（別添-1 参照）

各排油水槽は当該変圧器の保有油量の全量を貯留するだけの容量を確保している。

※1：出典「石油コンビナートの防災アセスメント指針」

第3表 主要変圧器保有油量及び排油水槽受入量

変圧器	本体油量 [kL]	水槽	受入量[kL]
1号炉主変圧器	86.0	排油水槽	282.0
1号炉所内変圧器	30.3		
1号炉起動変圧器	22.0		
2号炉主変圧器	77.0	排油水槽	282.0
2号炉所内変圧器	30.3		
2号炉起動変圧器	22.0		
1，2号炉予備変圧器	15.9	排油水槽	128.0
3号炉主／所内変圧器	107.8	排油水槽	252.0

なお，主要な変圧器にはそれぞれ水噴霧消火設備が設置されているが，水源タンクや消火ポンプの損傷により消火ができない場合は，初期消火要員による消火活動を実施し，被害の拡大を防止する。また，同時発災した場合は，アクセスルートへの影響の大きい箇所から消火活動を実施する。また，各主要変圧器は別添-2 に示すとおり，保護継電器にて保護されており，電気回路故障時の事故拡大防止対策を実施している。

4. 可搬型タンクローリーによる燃料給油時の火災防止

可搬型タンクローリーによる燃料給油時の火災防止策として、以下のとおり対応する。

- ・ 静電気放電による火災防止策として、可搬型タンクローリーは接地を取る。
- ・ 万一油が漏えいした場合に備えて、油吸着シート及び消火器を周囲に配備する。
- ・ 可搬型タンクローリーから代替非常用発電機及び可搬型代替電源車への接続はカプラ式であり、油の漏えいを予防している。

5. 火災源からの放射熱強度の算出

3号炉補助ボイラー燃料タンク及び各主要変圧器等にて、火災が発生した場合のアクセスルートへの影響を確認するため「石油コンビナートの防災アセスメント指針」を元に火災の影響範囲を算定した。

算出方法及び算定結果は以下のとおり。

(1) 形態係数の算出

火災源を円筒火災モデル[※]として設定し、火災源からの受熱側が受け取る放射熱量の割合に関連する形態係数 ϕ を算出する。

$$\phi = \frac{1}{\pi n} \tan^{-1} \left(\frac{m}{\sqrt{n^2 - 1}} \right) + \frac{m}{\pi} \left\{ \frac{(A - 2n)}{n\sqrt{AB}} \tan^{-1} \left[\sqrt{\frac{A(n-1)}{B(n+1)}} \right] - \frac{1}{n} \tan^{-1} \left[\sqrt{\frac{(n-1)}{(n+1)}} \right] \right\}$$

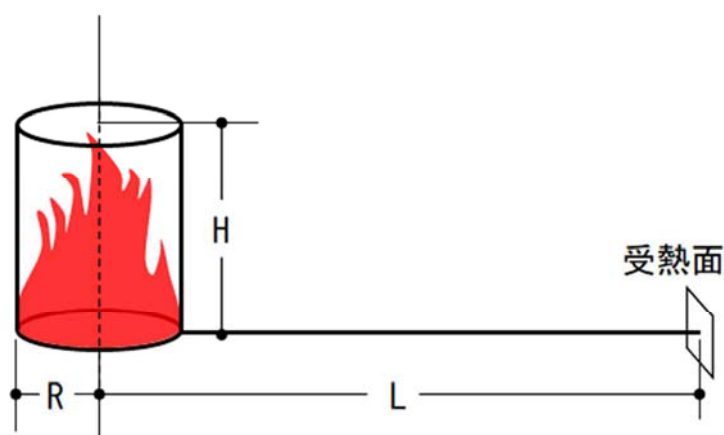
$$m = \frac{H}{R} \cong 3, \quad n = \frac{L}{R}, \quad A = (1+n)^2 + m^2, \quad B = (1-n)^2 + m^2$$

※：油火災において任意の位置における放射熱（強度）を計算により求めるには、半径が 1.5m 以上の場合で火災の高さを燃焼半径の 3 倍とした円筒火災モデルを採用する。

なお、燃焼半径 R は次の式から算出する。

$$R = \sqrt{\frac{S}{\pi}}$$

R：燃焼半径（m），S：防油堤面積又は燃焼面積（m²）



第3図 円筒火災モデルと受熱面

(2) 放射熱強度の算出

火災源の放射発散度 R_f と形態係数 ϕ より受熱側の放射強度 E を算出する。

$$E = R_f \times \phi$$

E : 放射熱強度 [W/m^2], R_f : 輻射発散度 [W/m^2], ϕ : 形態係数

液面火災では、火炎面積の直径が 10m を越えると空気供給不足により大量の黒煙が発生し放射発散度は低減する。

放射発散度の低減率 r と燃焼容器直径 D の関係は次式で算出する。

$$r = \exp(-0.06D)$$

ただし、 $r=0.3$ 程度を下限とする。

第 4 表 主な可燃物の放射発散度

可燃性液体	放射発散度 (kW/m ²)	可燃性液体	放射発散度 (kW/m ²)
カフジ原油	41	メタノール	9.8
ガソリン・ナフサ	58	エタノール	12
灯油	50	LNG (メタン)	76
軽油	42	エチレン	134
重油	23	プロパン	74
ベンゼン	62	プロピレン	73
n-ヘキサン	85	n-ブタン	83

出典：「石油コンビナートの防災アセスメント指針」

(3) 離隔距離と放射熱強度の関係

可燃物施設火災時の影響評価は、石油コンビナートの防災アセスメント指針を元に「長時間さらされても苦痛を感じない強度」である $1.6\text{kW}/\text{m}^2$ を採用する。各可燃物施設火災時の影響評価方法を第5表、各可燃物施設からアクセスルートまでの離隔距離と放射熱強度を第6表及び第4図に示す。

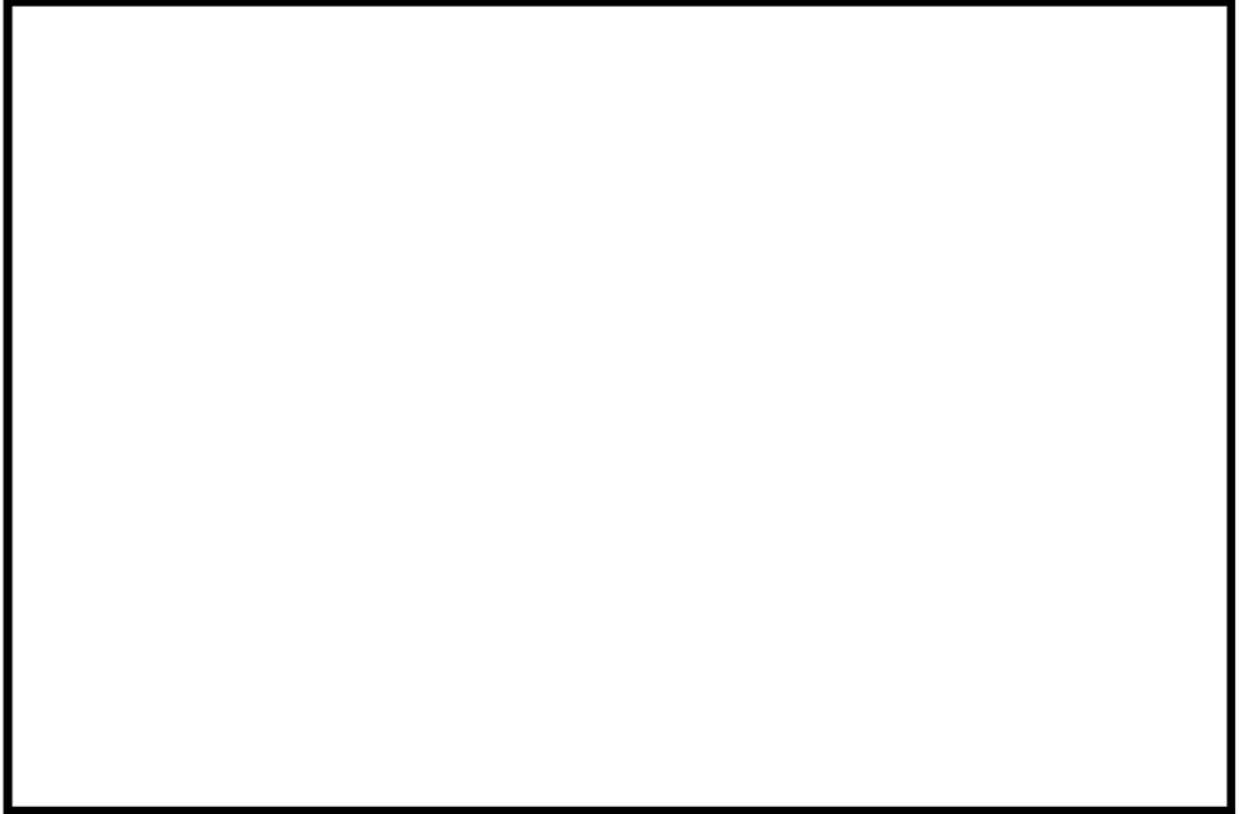
第5表 可燃物施設火災時の影響評価方法

可燃物施設とアクセスルートの位置関係	
$B+C-A$ が3.5m以上の場合	$B+C-A$ が3.5m未満の場合
放射熱強度 $1.6\text{kW}/\text{m}^2$ の範囲がアクセスルートに干渉しない、又は道路幅3.5mが確保可能なため、通行性に影響なし	放射熱強度 $1.6\text{kW}/\text{m}^2$ の範囲がアクセスルートに干渉、道路幅3.5mが確保困難ため、迂回路を通行する


第6表 可燃物施設の火災による影響範囲とアクセスルートとの離隔距離

評価対象	放射熱強度が 1.6kW/m ² とな る火炎の中心 からの距離 (m) : A	火炎の中心から アクセスルート までの距離 (m) : B	アクセ ス ル ー ト 幅 (m) : C	判定値 : B + C - A 3.5m 以上 : 影響なし
1号炉主変圧器※	17.1	116.7	8	107.6 (影響なし)
1号炉所内変圧器※	15.5	101.7	8	94.2 (影響なし)
1号炉起動変圧器※	12.9	101.5	8	96.6 (影響なし)
2号炉主変圧器※	17.1	19.5	12	14.4 (影響なし)
2号炉所内変圧器※	12.9	22.5	12	21.6 (影響なし)
2号炉起動変圧器※	15.5	10.0	12	6.5 (影響なし)
1, 2号炉予備変圧器※	12.4	83.7	12	83.3 (影響なし)
1, 2号炉補助ボイラー 燃料タンク	36	35.5	8	7.5 (影響なし)
3号炉主/所内変圧器※	18.9	46.7	10	37.8 (影響なし)
3号炉補助ボイラー燃料 タンク	26.7	18.3	14	5.6 (影響なし)
3号炉非常用変圧器※	11.9	122.9	8	119.0 (影響なし)
1号炉油計量タンク	19	38.4	7	26.4 (影響なし)

※：絶縁油の放射発散度は物性の近い重油の値を使用して算出



第4図 火災想定施設及び火災発生時における放射熱強度

 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

第7表 放射熱の影響

(出典：石油コンビナートの防災アセスメント指針)

放射熱強度		状況および説明	出典
(kW/m ²)	(kcal/m ² h)		
0.9	800	太陽(真夏)放射熱強度	*1)
1.3	1,080	人が長時間暴露されても安全な強度	*2)
1.6	1,400	長時間さらされても苦痛を感じない強度	*5)
2.3	2,000	露出人体に対する危険範囲(接近可能) 1分間以内で痛みを感じる強度 現指針(平成13年)に示されている液面火災の基準値	*3)
2.4	2,050	地震時の市街地大火に対する避難計画で用いられる許容限界	*4)
4.0	3,400	20秒で痛みを感じる強度。皮膚に水疱を生じる場合があるが、致死率0%	*5)
4.6	4,000	10~20秒で苦痛を感じる強度 古い木板が長時間受熱すると引火する強度 フレアスタック直下での熱量規制(高圧ガス保安法他)	*2)
8.1	7,000	10~20秒で火傷となる強度	*2)
9.5	8,200	8秒で痛みの限界に達し、20秒で第2度の火傷(赤く斑点がで き水疱が生じる)を負う	*5)
11.6	10,000	現指針(平成13年)に示されているファイヤーボールの基準 値(ファイヤーボールの継続時間は概ね数秒以下と考えられる ことによる)	*3)
11.6~	10,000~	約15分間に木材繊維などが発火する強度	*2)
12.5	10,800	木片が引火する、あるいはプラスチックチューブが溶ける最小 エネルギー	*5)
25.0	21,500	長時間暴露により木片が自然発火する最小エネルギー	*5)
37.5	32,300	プロセス機器に被害を与えるのに十分な強度	*5)

*1) 理科年表

*2) 高圧ガス保安協会：コンビナート保安・防災技術指針(1974)

*3) 消防庁特殊災害室：石油コンビナートの防災アセスメント指針(2001)

*4) 長谷見雄二, 重川希志依: 火災時における人間の耐放射限界について, 日本火災学会論文
集, Vol.31, No.1(1981)

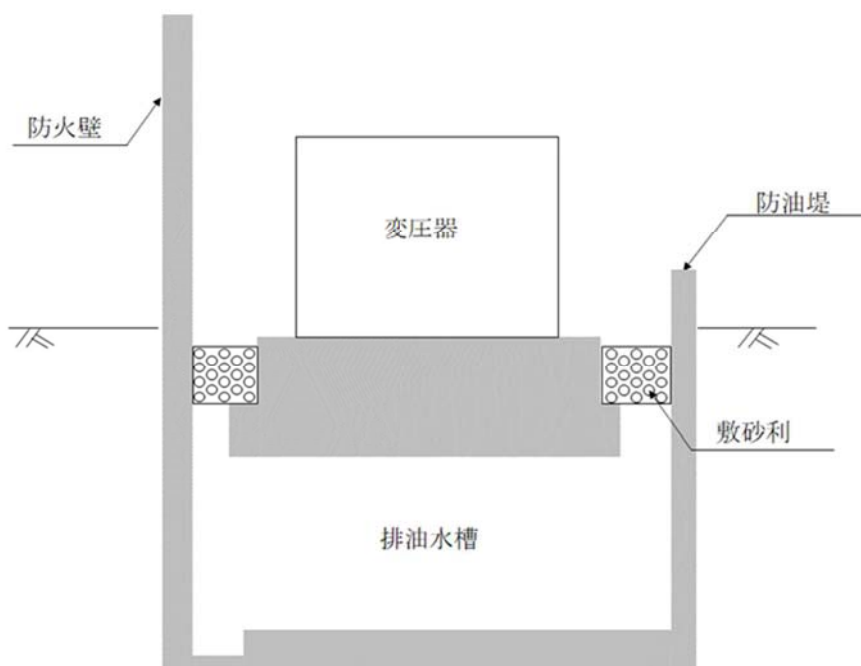
*5) Manual of Industrial Hazard Assessment Techniques, ed. P.J. Kayes. Washington, DC: Office of
Environmental and Scientific Affairs, World Bank. (1985)

変圧器エリアの防油堤について

地震により主変圧器, 起動変圧器等が損傷し, 変圧器内の絶縁油が漏えいした場合, 防油堤内に漏えいした絶縁油は防油堤内の排油水槽に流入するため, 万一火災が発生した場合でもアクセスルートへの影響は考えにくい。変圧器外観を第1図, 変圧器下部構造を第2図に示す。



第1図 変圧器外観

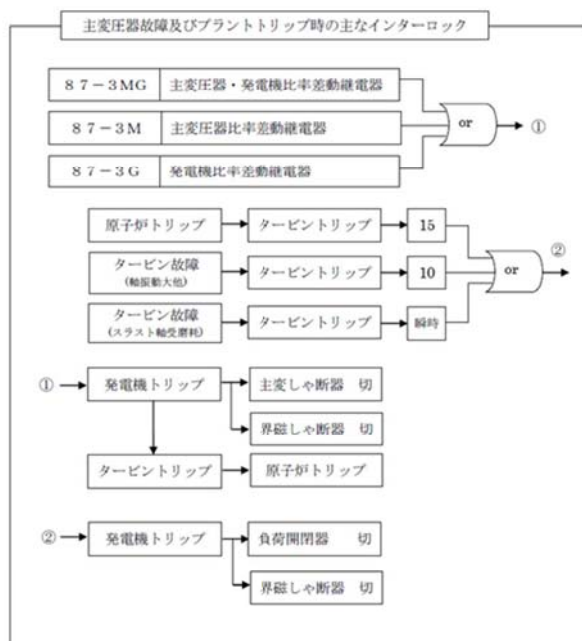
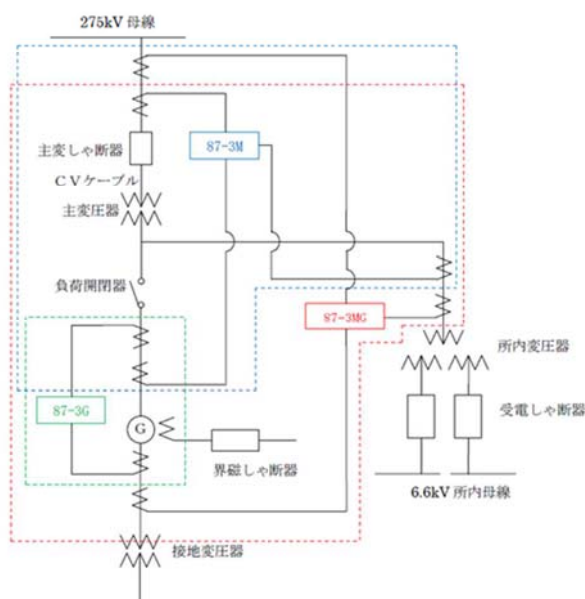


第2図 変圧器下部構造 (防油堤及び排油水槽)

主変圧器内部故障及び電気回路故障時の事故拡大防止対策

変圧器内部の巻線及び電気回路に地震等により短絡が発生すると、主変圧器1次側と2次側の電流の比率が変化することから、比率差動継電器により電流値の比率を監視している。

故障を検知した場合は発電機を停止するため瞬時に発電機遮断器及び界磁遮断器を開放することにより、事故点を隔離し、電氣的に遮断するため、万一絶縁油が漏えいしたとしても火災発生リスクは低減されると考える。



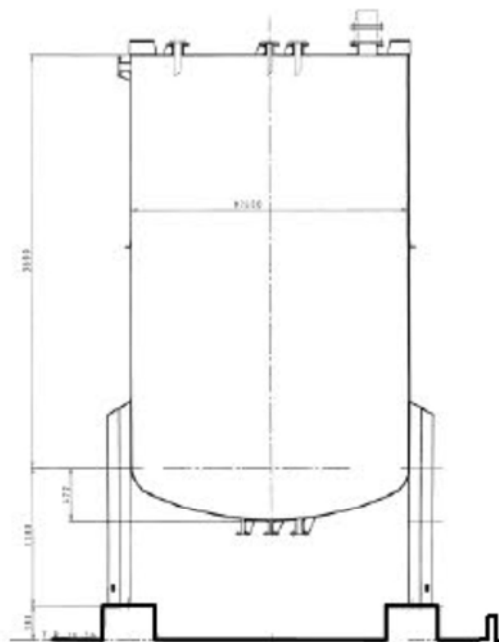
薬品タンクの外部への漏えいについて

1. 地震時のタンクの転倒による漏えいについて

地震時に転倒した場合に、その影響が防液堤外に及ぶ可能性のある高基礎の薬品タンクについて、3号炉給水処理設備の苛性ソーダ貯槽を例にその影響を検討した。

(1) 3号炉給水処理設備 苛性ソーダ貯槽

- ・ 苛性ソーダ貯槽は、苛性ソーダ計量槽への水頭差による苛性ソーダの移設を行うため、4本の脚により嵩上げしている鋼製タンク (t6mm) で、1脚あたり1本の基礎ボルト (M24) で固定しており、その損傷モードとしては、脚部の折損による傾斜が考えられる。
- ・ 脚部が折損した場合、薬品の流出箇所としては接続配管の破損個所が考えられることから、大部分は防液堤内に流下するものと思われる。
- ・ 防液堤内に流下後、地下埋設の中和槽に排水されるため、アクセスルート上に流出可能性は低い。さらに薬品防護具を着用することによりアクセスが可能である。

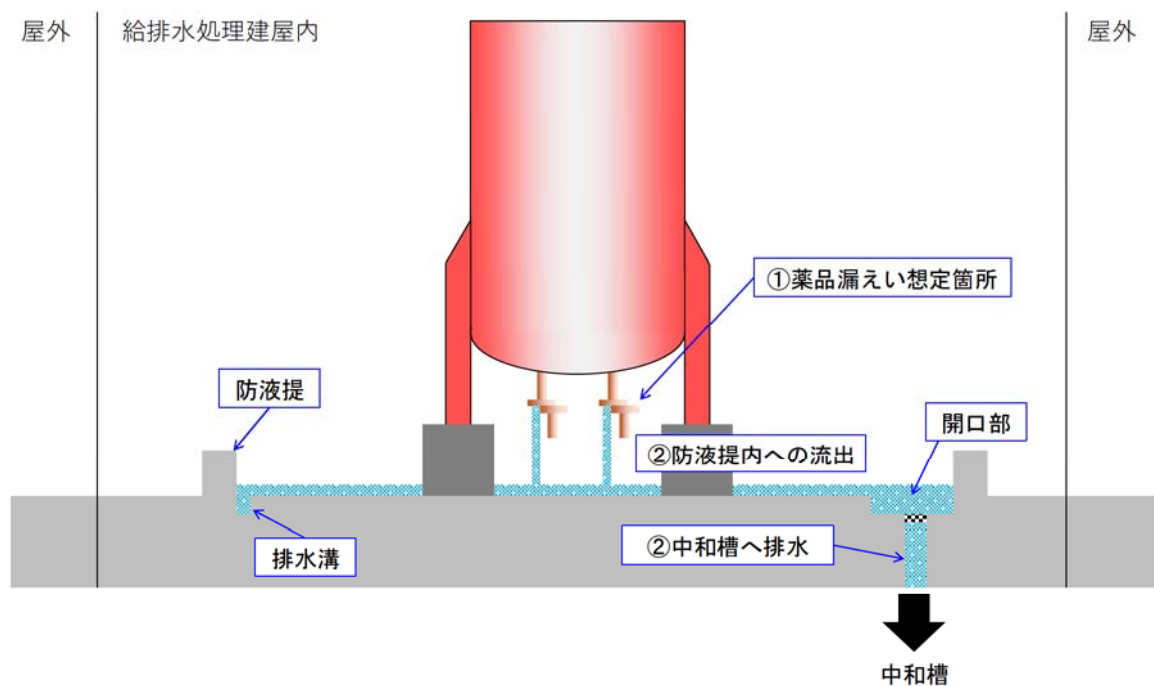


苛性ソーダ貯槽

2. 薬品関係施設損壊による影響評価

薬品関係施設損壊による影響については以下のとおり。

- ①地震の影響により配管接続部より薬品が漏えいする可能性がある。
- ②薬品が漏えいした場合においても防液堤により薬品は貯留されるとともに、排水溝へ排水され、地下埋設の中和槽へ流下する。



第1図 薬品関係施設損壊による影響概要図

以上により薬品によるアクセスルートへの影響はないと考えるが、万一の場合を考慮し、発電所災害対策要員は薬品防護具を携帯する。

可搬型設備車両の耐浸水性について

屋外タンクが溢水した場合及び降水が継続した場合には、一時的に敷地内に滞留し、可搬型設備のアクセスルート走行に影響を及ぼす可能性が考えられる。

具体的な影響としては、水が可搬型設備の機関に浸入し、機関が停止する可能性が考えられるが、以下の理由から可搬型設備の走行、アクセス性に支障はないと考えられる。

なお、可搬型設備は、万一機関吸気口が浸水するような状況では使用しない。

- ・屋外タンクからの溢水は、周辺の空地が平坦かつ広大であり、周辺の道路上及び排水設備を自然流下し、比較的短時間で拡散すると考えられること。
- ・可搬型設備を建屋近傍の配置場所に配備するまでの時間に十分余裕（有効性評価では事象発生から約2時間40分程度を想定）があり、アクセスルートの状況を確認しつつ、走行が可能であること。

- ・すべての溢水源（屋外タンク類）が可搬型設備を設置する T.P. +9.97m に流れ込んだとして評価しても、敷地浸水深は●m であり、第1表に示す可搬型設備車両の走行可能水位以下であること。（補足資料(3)参照）
- ・すべての溢水源（屋外タンク類）から溢水しても、実際には排水路から約●分程度で排水可能であると評価できること。（補足資料(3)参照）

【追記】【他条文の審査状況の反映】

（敷地浸水深及び排水可能時間について、
第9条「溢水による損傷の防止等」の審査状況を踏まえて反映するため。）

- ・豪雨を想定しても排水路から排水可能であり、排水不足による滞留水の発生はないと評価できること。（別紙(6)参照）

可搬型設備の機関吸気口及び排気口までの高さを第1表に示す。

第 1 表 可搬型設備車両の走行可能水位

可搬型設備（車両）	機関吸気口高さ ^{※1} [cm]	機関排気口高さ ^{※1} [cm]
可搬型大型送水ポンプ車	<p>追而【他条文の審査状況の反映】 （敷地浸水深は、第 9 条「溢水による損傷の防止等」の審査状況を踏まえて反映するため。）</p>	
可搬型大容量海水送水ポンプ車		
可搬型代替電源車		
可搬型タンクローリー		
ホイールローダ ^{※2}		
バックホウ ^{※2}		

※ 1：吸気口の高さ及び排気口の高さは地上面からの測定結果。（実測値）

同一可搬型設備で高さが異なる場合には最低値を記載。

※ 2：重機については、メーカーカタログより確認した最低地上高を記載。

車両走行性能の検証

1. 概要

可搬型設備のうち車両を対象として、段差復旧前及び復旧後の走行性能について検証を行った。

2. 検証結果

(1) 段差 15cm の走行試験

- ・段差 15 cm復旧前の走行性能については、第 2 図に示す可搬型設備を検証する。
- ・検証の結果、車両の重量が最も大きい可搬型代替電源車を含む可搬型設備について、約 15cm の段差の乗越え及び乗降りが可能であることを確認し、段差通行後の健全性確認について、走行確認及び外観確認を実施し、問題ないことを確認した。

段差 15 cm復旧前の走行性の検証状況写真を第 1 ～ 2 図に示す。

【段差状況】



検証ヤード



段差復旧前

第 1 図 検証状況写真 (段差状況)

【段差復旧前の走行性能検証】

○可搬型代替電源車



○可搬型大型送水ポンプ車



○可搬型大容量海水送水ポンプ車



○可搬型タンクローリー



第2図 段差復旧前の走行性能検証

(2) 段差 40 cm復旧後の走行試験

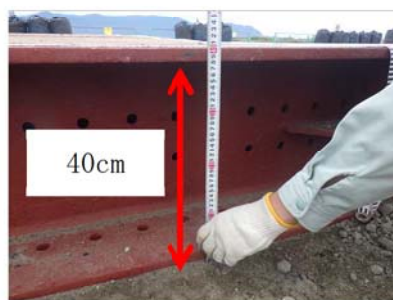
- ・バックホウにより 40 cmの段差にスロープ（勾配約 10%）を設置し，段差復旧作業後，可搬型設備の走行試験を実施した。
- ・段差復旧後の走行性能については，第 4 図に示す可搬型設備を検証する。
- ・検証の結果，車両の重量が最も大きい可搬型代替電源車を含む可搬型設備について，スロープ（勾配約 10%）の乗越え及び乗降りが可能であることを確認した。

段差及び段差復旧後の走行性の検証状況について，段差 40 cm復旧前後の写真を第 3 図に，段差復旧後の走行性能検証の状況を第 4 図に示す。

【段差状況】



検証ヤード（復旧前）



段差高さ



検証ヤード（復旧後）

第 3 図 検証状況写真（段差 40cm の状況）

【段差復旧後の走行性能検証】

○可搬型代替電源車



○可搬型大型送水ポンプ車



○可搬型大容量海水送水ポンプ車



○可搬型タンクローリー



第4図 段差40cm復旧後の走行性能検証

がれき及び土砂撤去時のホイールローダ作業量時間について

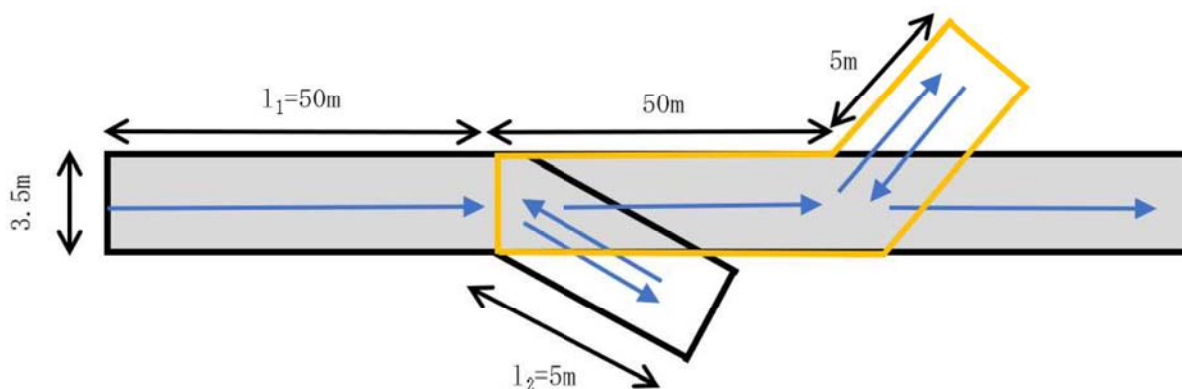
泊発電所に保管されているホイールローダによるがれき及び土砂撤去に要する時間を以下のとおり算定した。

【ホイールローダの仕様】

- ・最大押し出し可能重量：4.5 t
(がれき撤去試験より 4.5 t 押し出せることを確認済み)
- ・バケット容量：1.6m³
- ・バケット幅：約 3.5m (337cm)
- ・走行速度 (1速)：前進 11.6km/h, 後進 11.6km/h

【がれき撤去の作業量の算出】

- ・最大 4.5 t のがれきは 50m 区間毎に道路外へ押し出すことを想定
- ・がれき撤去時の移動速度は、ホイールローダの 1 速のカタログ値の平均的な速度から 5.8km/h (前進) (=96.6m/分), 5.8km/h (後進) (=96.6m/分) と設定し、サイクルタイムを算定



第1図 撤去方法イメージ図

【追而】【走行速度検証結果の反映】

(ホイールローダの走行速度の検証について、実施結果を受けて反映のため)

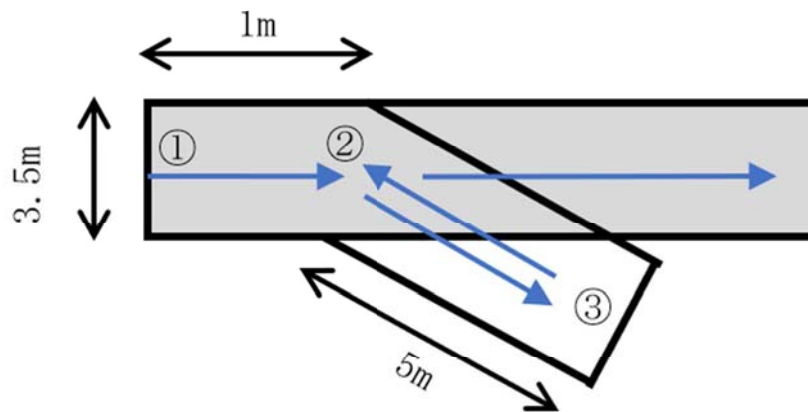
$$\begin{aligned} \text{サイクルタイム } C_m &= (l_1 + l_2) \div V_1 + t_g + l_2 \div V_2 + t_g \\ &= 55 \div 96.6 + 0.1 + 5.0 \div 96.6 + 0.1 \approx 0.8 \text{ 分/50m} \\ &\qquad\qquad\qquad \text{1kmあたりの撤去時間} = 16 \text{ 分} \end{aligned}$$

- C_m : サイクルタイム (分)
- l : 平均押し出し距離 (m)
- V_1 : 前進速度 (m/分)
- V_2 : 後退速度 (m/分)
- t_g : ギア切換えに要する時間 (分)

追記【走行速度検証結果の反映】
 (ホイールローダの走行速度の検証について、実施結果を受けて反映のため)

【土砂撤去の作業量の算出】

- ・アクセスルート上に流入した土砂を押し、集積し、道路脇に撤去する。
- ・1サイクルの作業は、道路上①から②に土砂を押し、集積し、次に道路脇③の方向に撤去する。
- ・1回の押し、集積で移動する長さLは、
 バケット容量 1.6m³/流入箇所土砂平均断面積 2.04m² (※) \div 1 m
- (※) : 別紙(23)参照
- ・1サイクル当りの移動距離は、
 A : 押し出し (①→②→③) : 6 m
 B : 後進 (③→②) : 5 m



第2図 土砂撤去のサイクル図

○土砂撤去作業量算定結果

当該作業におけるホイールローダの作業量を決定するに当たり、第1表に示す3つの図書を参考に作業量を算定し、そのうち、作業量が保守的である「土木工事積算基準」の作業量 $53\text{m}^3/\text{h}$ を採用した。

作業量及びサイクルタイム算定におけるパラメータの考え方を第2表及び第3表に示す。

第1表 各参考図書におけるホイールローダの作業量

参考図書	ダム工事積算の解説 編纂/財団法人ダム 技術センター 平成12年度版	土木工事積算基準 国土交通省監修 平成30年度版	道路土工 施工指針 社団法人日本道路協会 昭和61年11月改訂版 (平成12年第19刷発行)
図書に提示されている重機の規格 (バケット容量)	3.1 m^3 級~10.3 m^3 級	1.9 m^3 級~2.1 m^3 級	1.0 m^3 級~2.1 m^3 級
作業量	53 m^3/h	53 m^3/h	67 m^3/h



ホイールローダの作業量の採用値： $53\text{m}^3/\text{h}$

第2表 作業量算定におけるパラメータの考え方

項目	ダム工事積算の解説	土木工事積算基準	道路土工 施工指針
作業量Q 算定式	$Q=3,600 \times q \times f \times E / C_m$ ここに Q: 運転時間当たり作業量 (m ³ /h) q: 1サイクル当たりの作業量 (m ³ /h) f: 土量換算係数 E: 作業効率 C _m : サイクルタイム (sec)		$Q=3,600 \times q_0 \times K \times f \times E / C_m$ ここに Q: 運転時間当たり作業量 (m ³ /h) q ₀ : バケット容量 (m ³) K: バケット係数 f: 土量換算係数 E: 作業効率 C _m : サイクルタイム (sec)
作業量 Q	53m ³ /h	53m ³ /h	67m ³ /h
バケット容量 q ₀	泊発電所の実機から設定 【採用値: 1.6m ³ 】		
バケット係数 K	設定されていないが、関係式より逆算	—	一度切り崩された崩壊土であり、不規則な空げきを生じにくくバケットに入りやすいものであることから、土質（普通土・砂質土）に応じた上限値を採用
	【採用値: 0.829】	—	【採用値: 0.900】
1サイクル当たりの 作業量 q	$q=q_0 \times K$ 【採用値: 1.326m ³ /h】	$q=0.84 \times q_0 - 0.03$ 【採用値: 1.314m ³ /h】	—
土量換算係数 f	崩壊土砂（ほぐした土量）を作業の対象としており、土量変化率はL/L=1.0 【採用値: 1.0】		
作業効率 E	道路状況の不確定性を考慮し、土質（普通土・砂質土）に応じた最も保守的な値を採用 【採用値: 0.45】 【採用値: 0.45】 【採用値: 0.4】		
サイクルタイム C _m	ホイール型の値を採用 【採用値: 40sec】 【採用値: 40sec】		文献の算定式より算出 【採用値: 30.8sec】

第3表 サイクルタイム算定におけるパラメータの考え方

項目	ダム工事積算の解説	土木工事積算基準	道路土工 施工指針
サイクルタイム Cm 算定式	所用時間は、土質にかかわらずクローラ型とホイール型により決定		$Cm = mL + t_1 + t_2$ ここに Cm：トラクタショベルのサイクルタイム (sec) m：トラクタショベルの足回りによる係数 (m/sec) L：片道運搬距離 (m) t ₁ ：すくい上げ時間 (sec) t ₂ ：積込み、ギアの入替え、段取りなどに要する時間 (sec)
サイクルタイム Cm		40sec	30.8sec
運搬距離 L		—	片道運搬距離 L：第2図 土砂撤去のサイクル図の押し出し距離より 【採用値：6m】
足回り係数 m		—	ホイール形を採用 【採用値：1.8m/sec】
すくい上げ時間 t ₁		—	泊発電所の土砂撤去作業において、すくい上げ動作は想定されないため、t ₁ のすくい上げ時間は考慮しない 【採用値：0sec】
積込みほか時間 t ₂		—	運搬重機への積込みはないが、ギヤの入換え等に要する時間を考慮し、保守的に最大値を採用 【採用値：20sec】

構内道路補修作業の検証について

1. 内容

がれき撤去, 土砂撤去及び道路段差復旧に要する時間の検証

2. 実施日

(1) がれき撤去

令和4年8月23日～令和4年8月26日

(2) 土砂撤去

令和4年8月23日～令和4年8月26日

(3) 段差解消

令和4年8月23日～令和4年8月26日

3. 場所

泊発電所内土砂仮置き場B

4. 作業員経歴

(1) がれき撤去 (令和4年8月23日時点)

- ・作業員A: 勤続29年 免許取得後約25年
- ・作業員B: 勤続15年 免許取得後約17年
- ・作業員C: 勤続21年 免許取得後約20年
- ・作業員D: 勤続11年 免許取得後約7年
- ・作業員E: 勤続25年 免許取得後約24年
- ・作業員F: 勤続21年 免許取得後約10年

(2) 土砂撤去 (令和4年8月23日時点)

- ・作業員G: 勤続30年 免許取得後約30年
- ・作業員H: 勤続18年 免許取得後約17年
- ・作業員I: 勤続34年 免許取得後約21年

(3) 段差解消 (令和4年8月23日時点)

- ・作業員J: 勤続30年 免許取得後約23年
- ・作業員K: 勤続34年 免許取得後約21年
- ・作業員L: 勤続21年 免許取得後約20年

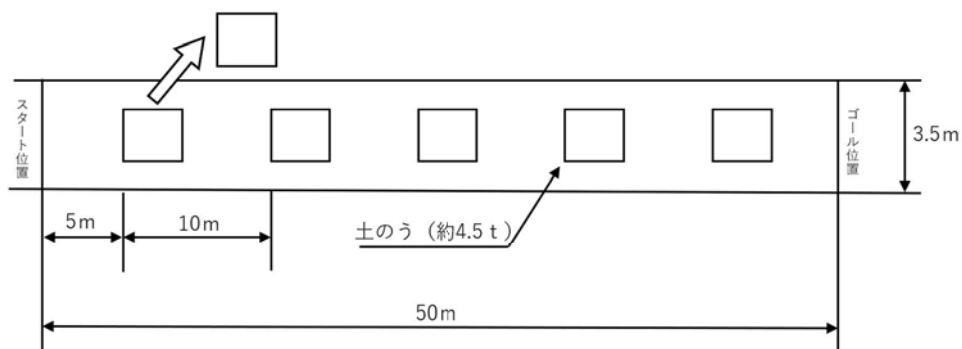
5. 検証概要と測定結果

(1) がれき撤去

a. 小型構造物（模擬がれき：土のう）

(a) 概要

泊発電所に配備しているホイールローダにより、第1図のとおり、土のう（約1.5t）5個を「がれき」に見立て、幅員3.5mのアクセスルートを確認した際の作業時間を作業員A、B及びCそれぞれ1回計測した。



第1図 がれき撤去検証の概要図

《ホイールローダの仕様》

全長：713cm 全幅：337cm

高さ：337cm 車両総重量：約 10.2t

バケット容量：1.6m³

(b) 測定結果

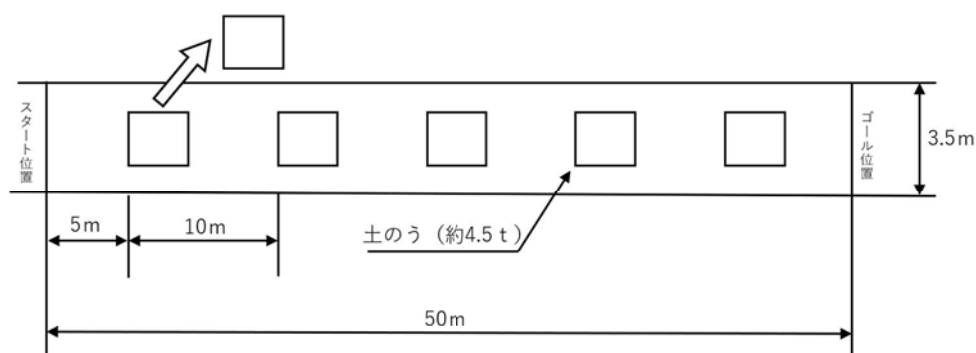
- ・作業員A：所要時間1分31秒（1.9km/h）
- ・作業員B：所要時間1分23秒（2.1km/h）
- ・作業員C：所要時間1分42秒（1.7km/h）

【評価値】 2分

b. 大型構造物（模擬がれき：大型土のう）

(a) 概要

泊発電所に配備しているホイールローダにより、第3図のとおり、大型土のう（約1.5tの土のう3個を連結）5個を「がれき」に見立て、幅員3.5mのアクセスルートを確認した際の作業時間を作業員D、E及びFそれぞれ1回計測した。



第2図 がれき撤去概要図

(b) 測定結果

- ・作業員D：所要時間2分44秒（1.0km/h）
- ・作業員E：所要時間1分26秒（2.0km/h）
- ・作業員F：所要時間1分33秒（1.9km/h）

【評価値】3分

(2) 土砂撤去

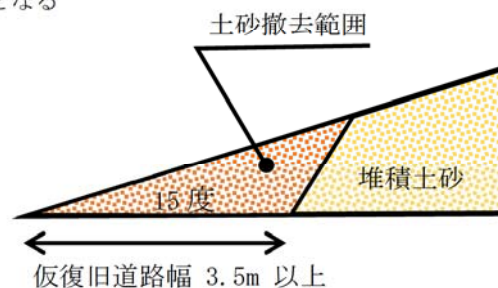
a. 概要

斜面崩壊後の堆積土砂を模擬（第3図）し、泊発電所に配備しているホイールローダにより、第4図のとおり、アクセスルートとして必要な幅員3.5m以上を確保するための土砂撤去を行った際の作業時間と撤去土量について作業員G、H及びIそれぞれ1回計測した。この結果を用いて、時間当たりの作業量を計算し、文献に基づき算出した土砂撤去作業量（53m³/h）（別紙21参照）が確保されていることを検証した。また、掘削面勾配について、労働安全衛生規則を参考とした勾配が確保されていることを検証した。



第3図 斜面崩壊後を模擬した土砂

※本検証では仮復旧後の幅員が3.5m以上となる



第4図 仮復旧のイメージ

b. 測定結果

上記条件に基づいた、土砂撤去作業の測定結果は次のとおりであり、土砂撤去作業量（53m³/h）が確保されていることを確認した。

作業員	撤去土量	作業時間	作業能力	目標値	仮復旧道路幅	仮復旧必要道路幅	評価	(参考)撤去延長
G	50.9m ³	16分10秒	188m ³ /h	53m ³ /h	4.0m	3.5m	○	15m
H	43.0m ³	18分13秒	141m ³ /h		3.5m		○	15m
I	44.5m ³	25分54秒	103m ³ /h		4.0m		○	15m

c. 検証状況写真

ホイールローダにおける、土砂撤去状況は次のとおりである。

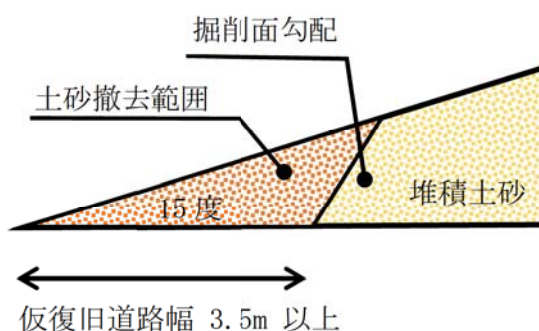


第5図 土砂撤去状況写真

d. 土砂撤去作業後の掘削面勾配の検証

斜面崩壊後の堆積土砂を模擬（第3図）し、泊発電所に配備しているホイールローダにより仮復旧した際の掘削面勾配について、作業員G、H及びIそれぞれ1回計測し、労働安全衛生規則を参考とした60度*以下が確保されていることを検証した。（第6図）

※：撤去部における堆積土砂厚さが最大で2.7m程度であることを踏まえれば、労働安全衛生規則第356条より2m以上5m未満の地山（岩盤、堅い粘土以外）として掘削面勾配は75度となるが、堆積土砂の撤去は自然地山の掘削ではないため、仮復旧後の掘削面勾配の基準は、同規則における5m以上の地山（岩盤、堅い粘土以外）の掘削面勾配である60度とした。



第6図 掘削面のイメージ

e. 検証結果

崩壊土砂撤去作業後の掘削面勾配は次のとおりであり，掘削面勾配について60度以下が確保されていることを確認した。

作業員	掘削面勾配	目標値	評価
G	36度	60度	○
H	32度		○
I	44度		○

f. 検証状況写真

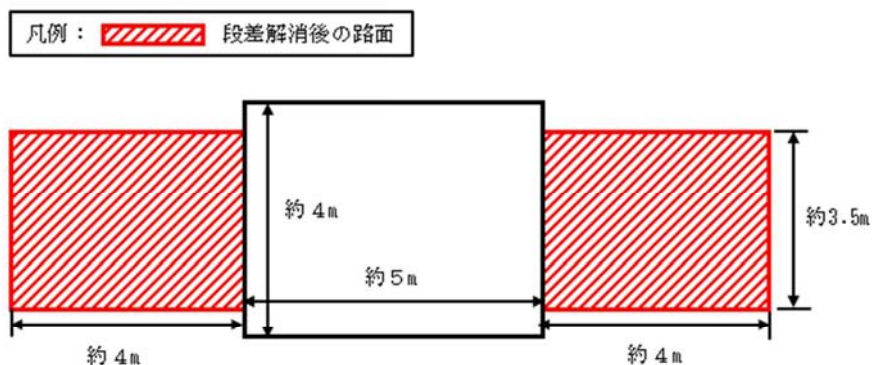


第7図 検証状況写真

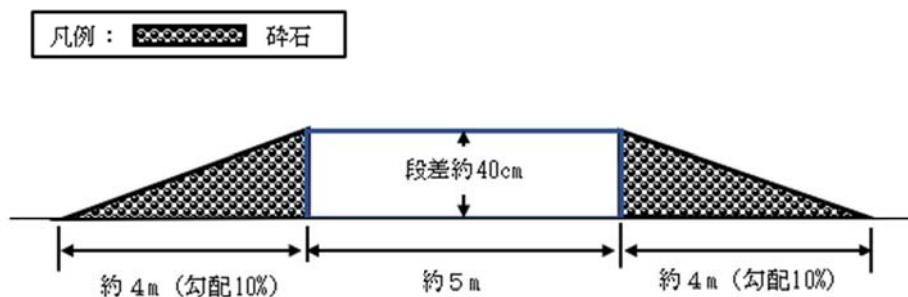
(3) 段差解消

a. 概要

泊発電所に「段差復旧」用として配備する砕石を用いてバックホウにより、第8図、第9図、第10図のとおり、1箇所40cmの段差を復旧した際の作業時間を作業員J、K及びLそれぞれ1回計測した。



第8図 段差解消平面図（概要）



第9図 段差解消断面図（概要）



第10図 段差復旧状況

b. 測定結果

- 作業員 J : 16 分 31 秒
- 作業員 K : 20 分 54 秒
- 作業員 L : 16 分 18 秒

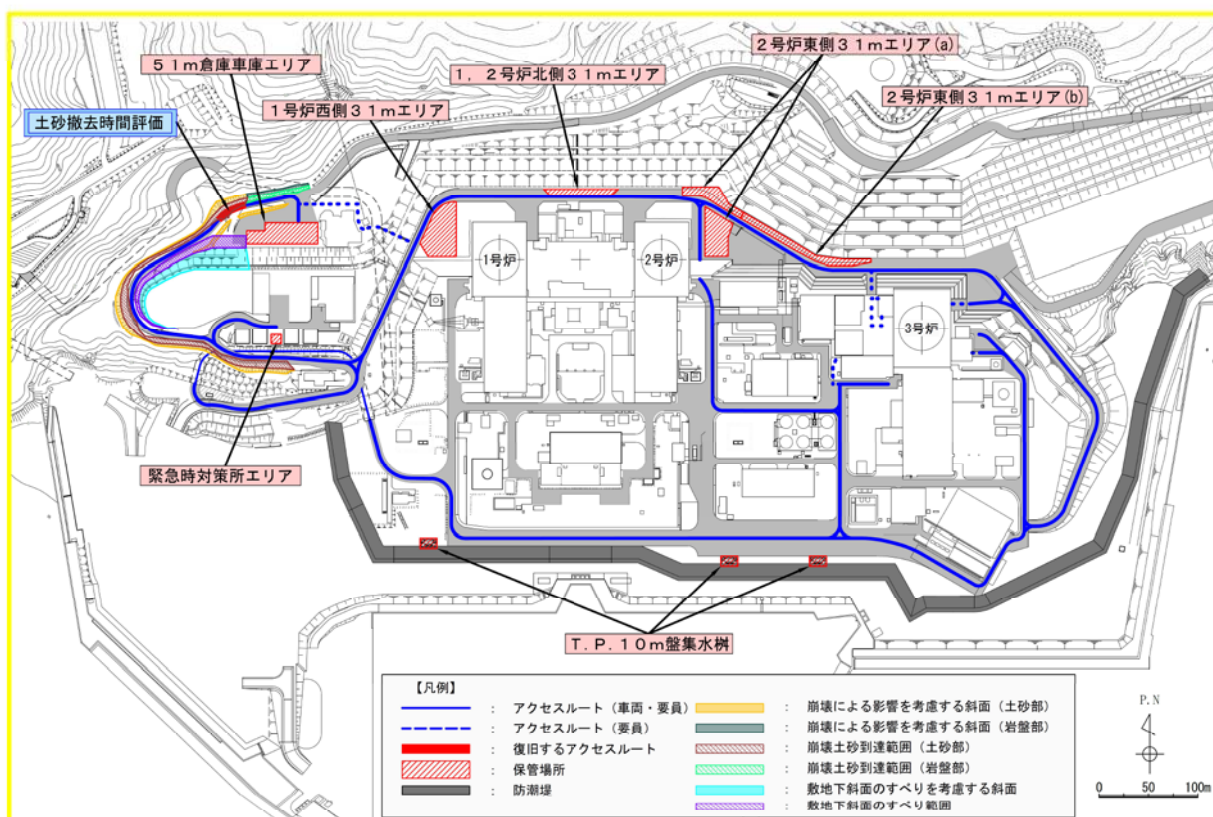
【評価値】 21 分（上り，下り 計 2 箇所）

測定結果より，段差緩和対策を行うものの，万一，段差が発生した場合においても，約 11 分／箇所で作業を実施できることを確認した。

屋外のアクセスルートの仮復旧計画時間の評価について

1. 仮復旧時間の評価箇所

アクセスルートのうち、車両の通行に必要な幅員(3.5m)が確保できない可能性のある箇所は、周辺斜面の崩壊によって土砂が堆積する箇所であり、第1図のとおりである。この箇所の土砂撤去作業に要する時間を評価する。



第1図 仮復旧時間の評価箇所

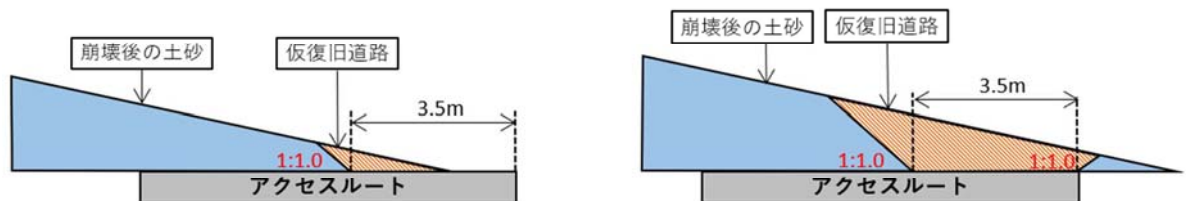
2. 仮復旧（土砂撤去）の方法及び条件

アクセスルート上の崩壊土砂が堆積している箇所については、ホイールローダを用いて土砂をルート外へ押し出すことによりルートを復旧する。

なお、アクセスルートの周辺斜面崩壊箇所近傍には、溢水源となる可能性のあるタンクが存在しないため、溢水による土砂撤去作業への影響は無い。（補足資料(3)参照）

また、仮復旧の条件は以下のとおりとする。

- ・車両の通行に必要な幅員（3.5m）を確保できること。（第2図）
- ・掘削面勾配は1：1.0とすること。（第3図）



第2図 崩壊土砂撤去の考え方

地山の土質		切土高	勾配
硬岩			1：0.3～1：0.8
軟岩			1：0.5～1：1.2
砂	密実でない粒度分布の悪いもの		1：1.5～
砂質土	密実なもの	5m以下	1：0.8～1：1.0
		5～10m	1：1.0～1：1.2
	密実でないもの	5m以下	1：1.0～1：1.2
		5～10m	1：1.2～1：1.5

自然地山ではないものの、掘削規模（高さ最大約2.7m）を考慮し、「日本道路協会：道路土工一切土工・斜面安定工指針，2009」における法高5m以下の砂質土を参考に1：1.0とした。

第3図 掘削面勾配設定の考え方

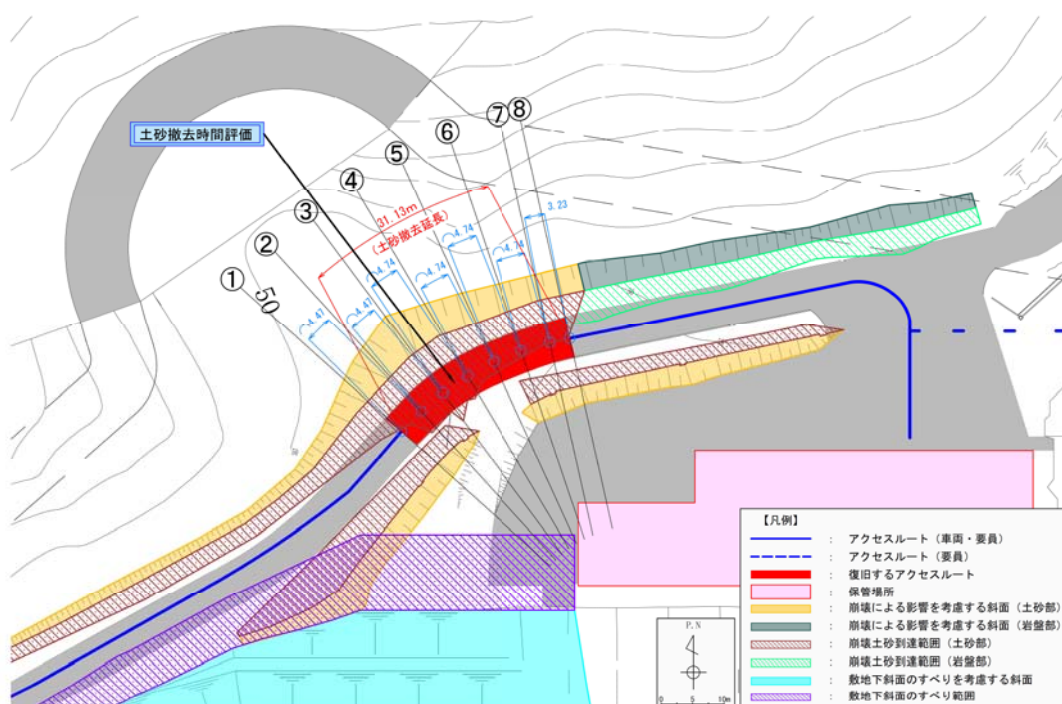
（「日本道路協会：道路土工一切土工・斜面安定工指針，2009」より）

3. 仮復旧時間の評価

崩壊土砂の到達範囲を文献の最大値、堆積形状を崩壊前の斜面形状の法肩位置から土砂到達範囲まで堆積する形状とし、堆積する土量について保守的な想定とした。

(別紙(13) 7. 参照)

撤去する土量は、別紙(13)で保守的に設定した堆積形状の考え方をもとに、第4図に示す①～⑧の各断面について撤去断面積を算出し(第1表参照)、断面間ごとに撤去断面積を平均して算出した。(第2表参照)



第4図 土砂撤去が必要な箇所の拡大図

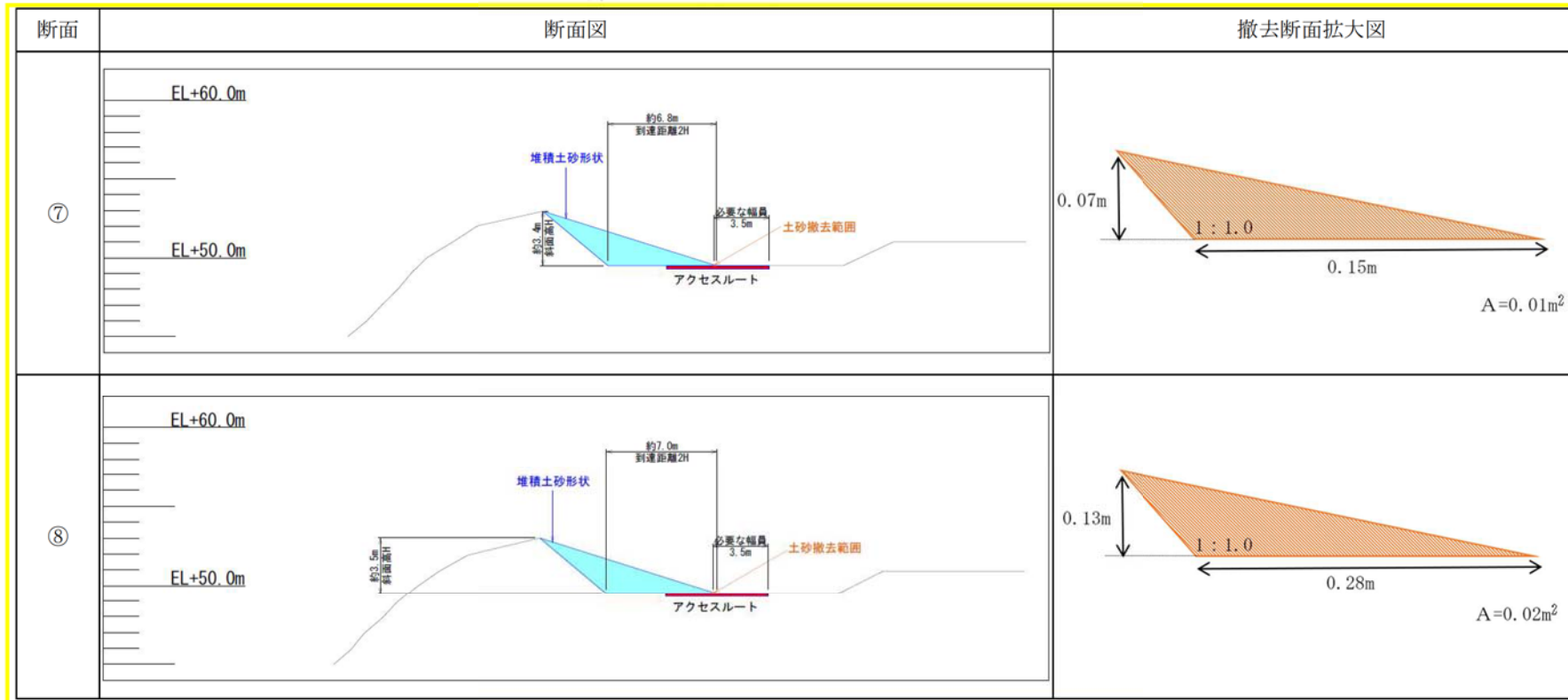
第1表 撤去部の断面図(1/3)

断面	断面図	撤去断面拡大図
①	<p>EL+60.0m EL+50.0m 約4.4m 斜面高H 約8.8m 到達距離2H 堆積土砂形状 土砂撤去範囲 必要な幅員 3.5m アクセスルート</p>	<p>0.92m 1:1.0 1.97m 撤去する範囲 撤去しない範囲 (アクセスルート外) $A=0.91\text{m}^2$</p>
②	<p>EL+60.0m EL+50.0m 約5.4m 斜面高H 約10.8m 到達距離2H 堆積土砂形状 土砂撤去範囲 必要な幅員 3.5m アクセスルート</p>	<p>1.78m 1:1.0 3.50m 0.09m 0.38m 撤去する範囲 撤去しない範囲 (アクセスルート外) $A=3.44\text{m}^2$</p>
③	<p>EL+60.0m EL+50.0m 約6.6m 斜面高H 約13.2m 到達距離2H 堆積土砂形状 土砂撤去範囲 必要な幅員 3.5m アクセスルート</p>	<p>2.67m 1:1.0 3.50m 0.54m 2.22m 撤去する範囲 撤去しない範囲 (アクセスルート外) $A=7.04\text{m}^2$</p>

第1表 撤去部の断面図(2/3)

断面	断面図	撤去断面拡大図
④		
⑤		
⑥		

第1表 撤去部の断面図(3/3)



第2表 平均断面法による撤去土量の算出

	復旧延長 (m)	断面積 (m ²)	平均断面積 (m ²)	土量 (m ³)
断面① 断面②	4.47	0.91 3.44	2.18	9.8
断面② 断面③	4.47	3.44 7.04	5.24	23.5
断面③ 断面④	4.74	7.04 1.06	4.05	19.2
断面④ 断面⑤	4.74	1.06 1.20	1.13	5.4
断面⑤ 断面⑥	4.74	1.20 0.49	0.85	4.1
断面⑥ 断面⑦	4.74	0.49 0.01	0.25	1.2
断面⑦ 断面⑧	3.23	0.01 0.02	0.02	0.1
合計	31.13	-	2.04 (※)	63.3

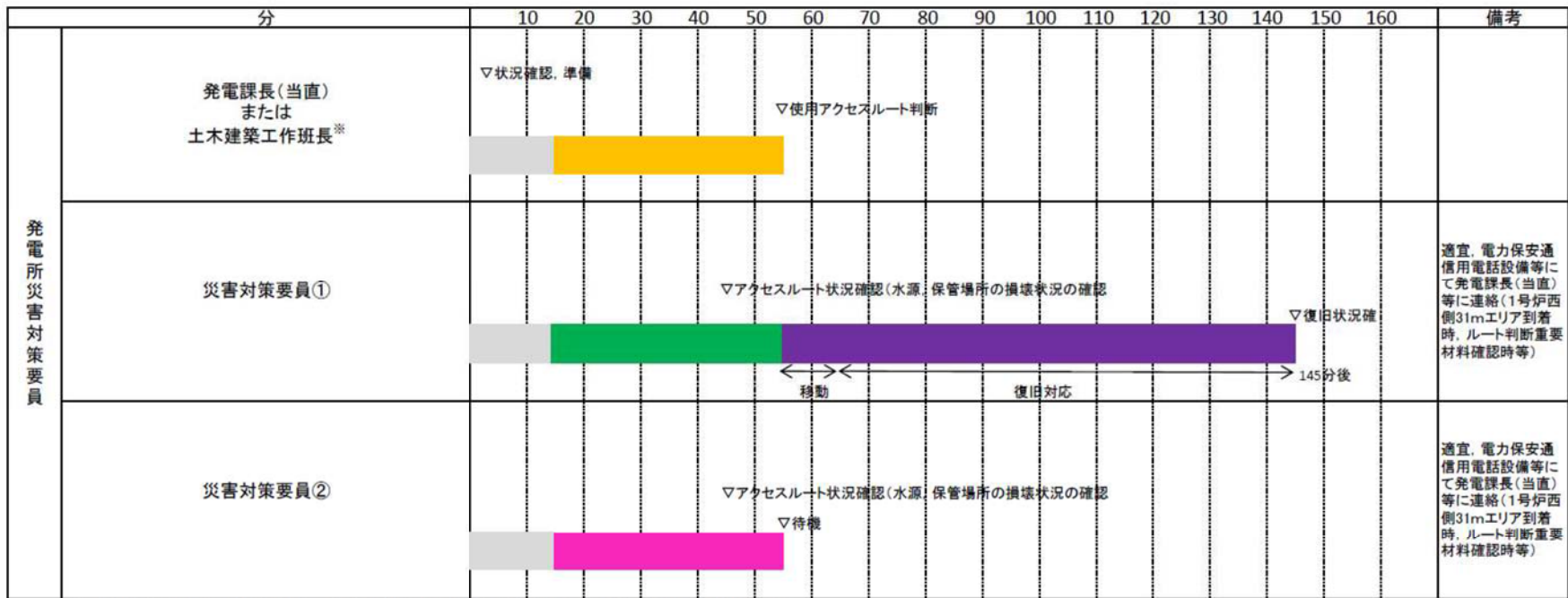
※ 復旧延長と土量の合計から算出

また、ホイールローダの作業量は、文献を参考に 53 (m³/h) と設定した。(別紙(21)参照)

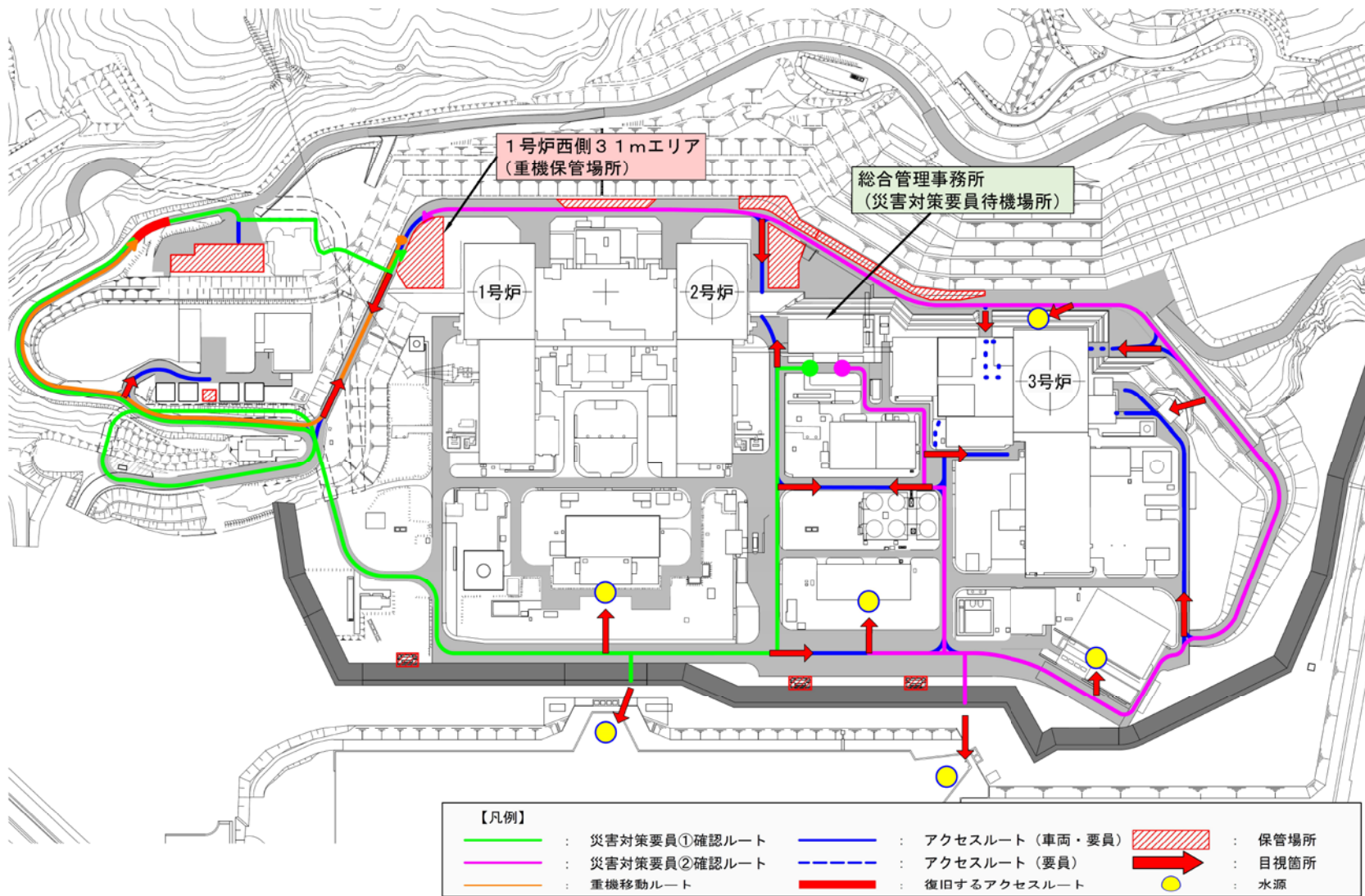
以上より、土砂撤去に係る作業時間は、
 撤去土量 (m³) ÷ ホイールローダの作業量 (m³/h)
 = 63.3 (m³) ÷ 53 (m³/h)
 = 71.7 (分)

よって、土砂撤去時間を 80 分と評価する。

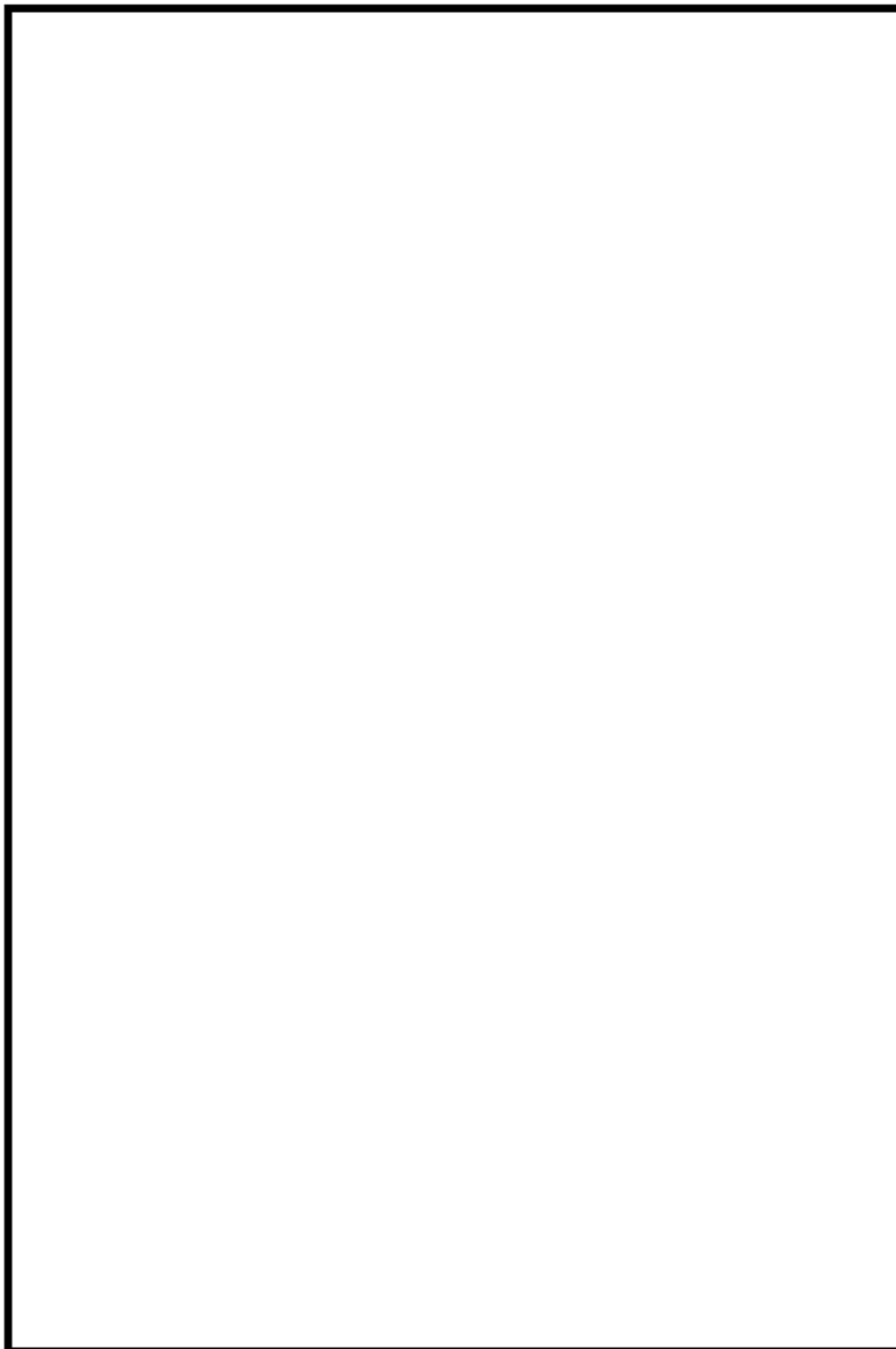
屋外のアクセスルート状況確認範囲及び分担範囲




※: 初動対応は発電課長(当直), 発電所対策本部体制確立後は土木建築工作班長が指示する。



屋外のアクセスルートにおける地震後の被害想定



第1図 アクセスルートにおける地震後の被害想定 (一覽)

 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

屋外のアクセスルート復旧後における車両の通行量について

アクセス道路の復旧については、大型車両が通行できる道幅（約 3.5m）を復旧することとしている。道路復旧後の車両の通行量は以下のとおり。

【アクセスルート復旧後から 7 時間まで】

- ・可搬型大型送水ポンプ車（1 台）：1（往路のみ）
- ・ホース延長・回収車（送水車用）（1 台）：1 往復
- ・可搬型タンクローリー（1 台）：1 往復

【アクセスルート復旧後 7 時間から 15 時間まで】

- ・可搬型大型送水ポンプ車（1 台）：1（往路のみ）
- ・ホース延長・回収車（送水車用）（1 台）：1 往復
- ・ホース延長・回収車（送水車用）（1 台）：1 往復
- ・可搬型タンクローリー（1 台）：1 往復
- ・可搬型タンクローリー（1 台）：1 往復

以上の結果により、車両の通行量はアクセスルート復旧後 7 時間までで 3 往復程度、15 時間までで 8 往復程度であることを確認した。

アクセスルートは 6 m 以上の幅員の道路であり、可搬型車両のすれ違いは可能である。

一部土砂撤去箇所等、復旧された道路幅では片道通行となるが、発電所対策本部が各車両と衛星携帯電話、電力保安通信用電話設備等により相互連絡することにより、車両は徐行運転（10～20km/h）で通行可能であり、車両の離合により時間をロスすることはないため、アクセス時間に影響はないと考える。

屋外及び屋内のアクセスルート通行時における通信連絡手段及び照明について

アクセスルート通行時における通信手段及び照明については、以下のような設備を確保している。



(LED ヘッドランプ, LED 懐中電灯)

第1図 可搬型照明



電力保安通信用電話設備
(携帯)



携行型通話装置※



運転指令設備
(ハンドセットステーション)



トランシーバ



無線通話設備



衛星携帯電話

第2図 通信連絡設備 (イメージ)

※：携行型通話装置の使用方法

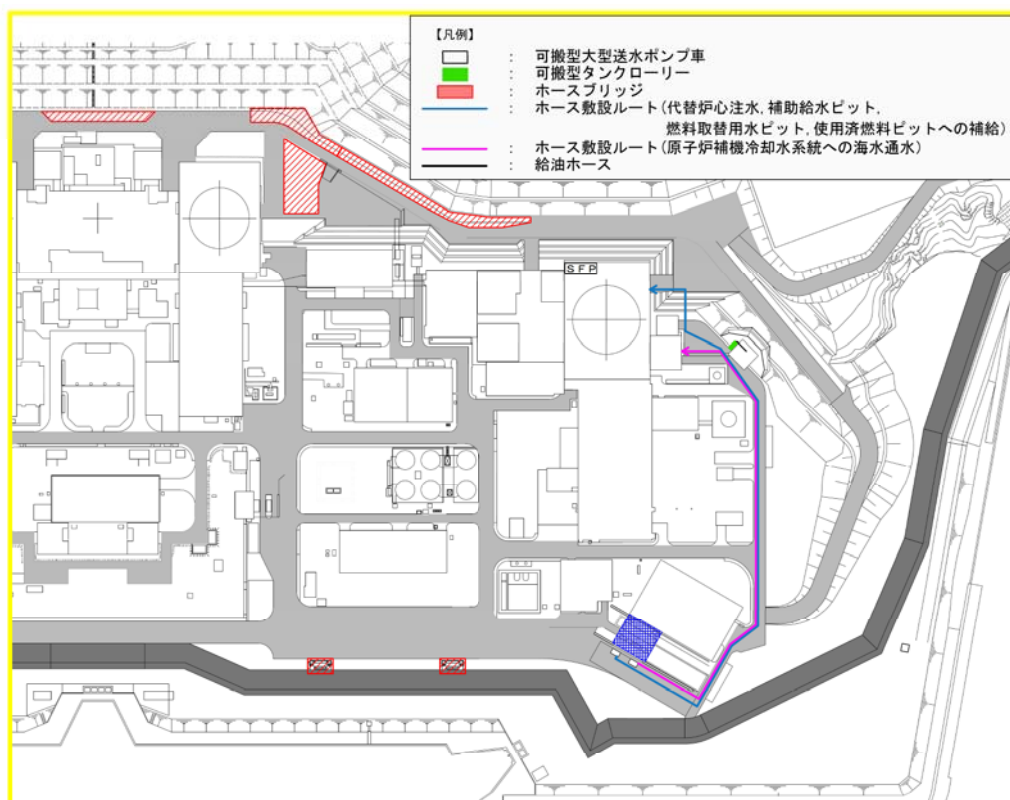
使用する場所にて，最寄りの通話設備ジャックに端末を接続する。通話連絡を必要とする場所が通話設備ジャックと遠い場合は，通話装置用ケーブルを用いて延長し，複数の端末を接続することで複数者の連絡を可能とする。

機材設置後の作業成立性について

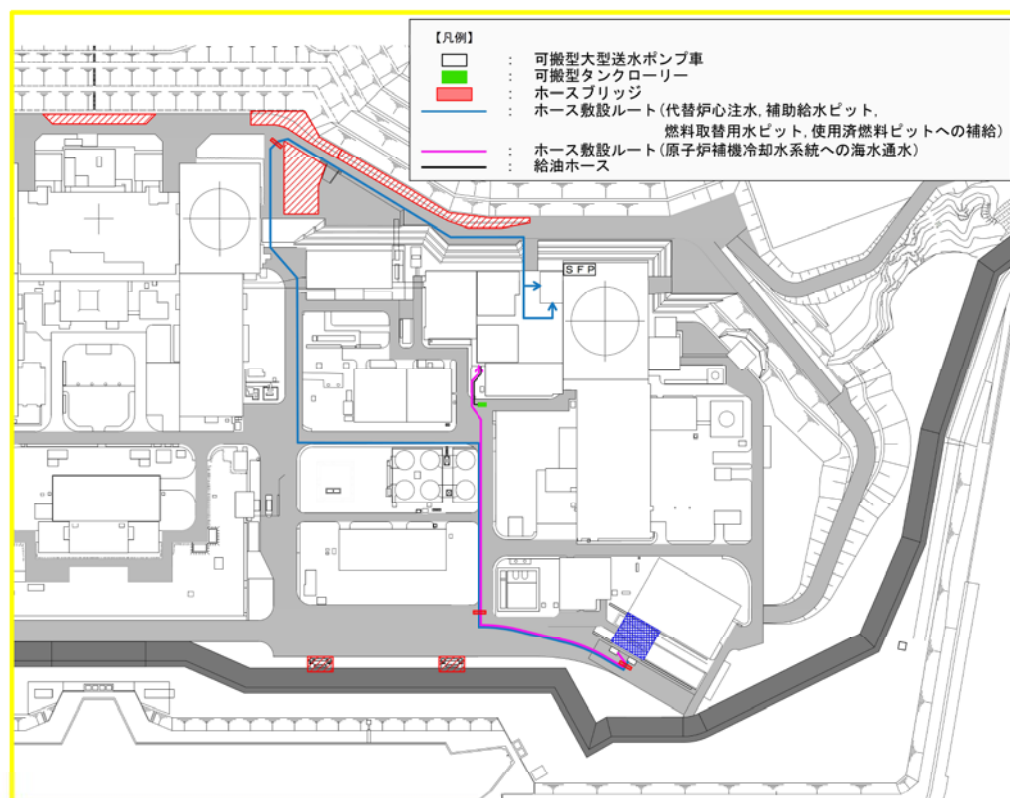
重大事故等対応のホース等の機材設置後のアクセスルートの通行性については、ホースブリッジ等を配備することで、全ての車両が通行可能である。また、第1表に示すとおり、有効性評価シナリオのうち、可搬型設備の配置数が最も多いシナリオ（全交流動力電源喪失）を選択した場合においても、可搬型設備の配置及びホースの敷設が可能である。

機材設置後のルート図について第1図及び第2図に、作業の成立性の配置条件を第1表に示す。





第1図 3号炉原子炉建屋東側を經由したルートでの作業の成立性 (機材設置なし)



第2図 3号炉原子炉建屋西側を經由したルートでの作業の成立性 (機材設置あり)

第1表 機材設置後の作業成立性（3号炉原子炉建屋西側を經由したルートの配置例）の配置条件

項目	条件
シナリオ	全交流動力電源喪失
配置する可搬型設備	可搬型大型送水ポンプ車：2台 可搬型タンクローリー：2台
注水ルート	3号炉原子炉建屋西側を經由したルート
接続口使用箇所	可搬型大型送水ポンプ車 33m 接続口 可搬型大型送水ポンプ車A母管接続口
海水取水箇所	3号炉取水ピットスクリーン室
ホース敷設前に設置する可搬型設備	なし

地震による建屋直近の地盤沈下に伴う可搬型設備の接続作業への影響について

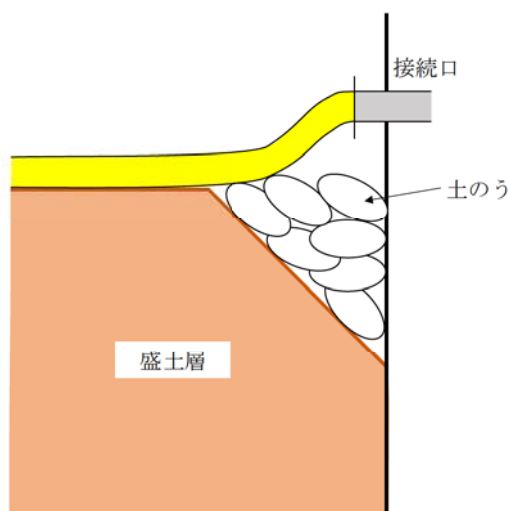
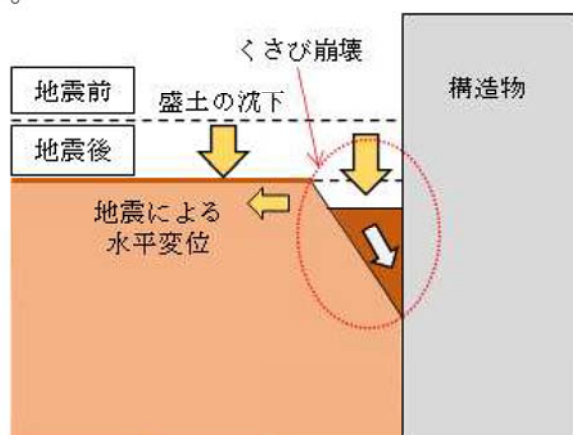
1. 屋外作業に想定される影響と対策

ディーゼル発電機建屋及び原子炉補助建屋近傍では、地震時にくさび崩壊[※]に伴う地盤沈下が生じる可能性があり、建屋壁面近傍でのホース等の接続作業に影響が生じると想定される。

建屋壁面近傍でのホース等の接続作業については、ホース延長・回収車（送水車用）に積載している土のうを用いて段差を解消することにより、対応操作が可能となるよう対策する。対策例を第1図に示す。

なお、接続口位置については別紙(3)参照。

※：くさび崩壊とは、構造物と周囲地盤の相対変位に起因する主動状態で生じるすべり破壊をいう。



第1図 土のうを用いた対策（例）

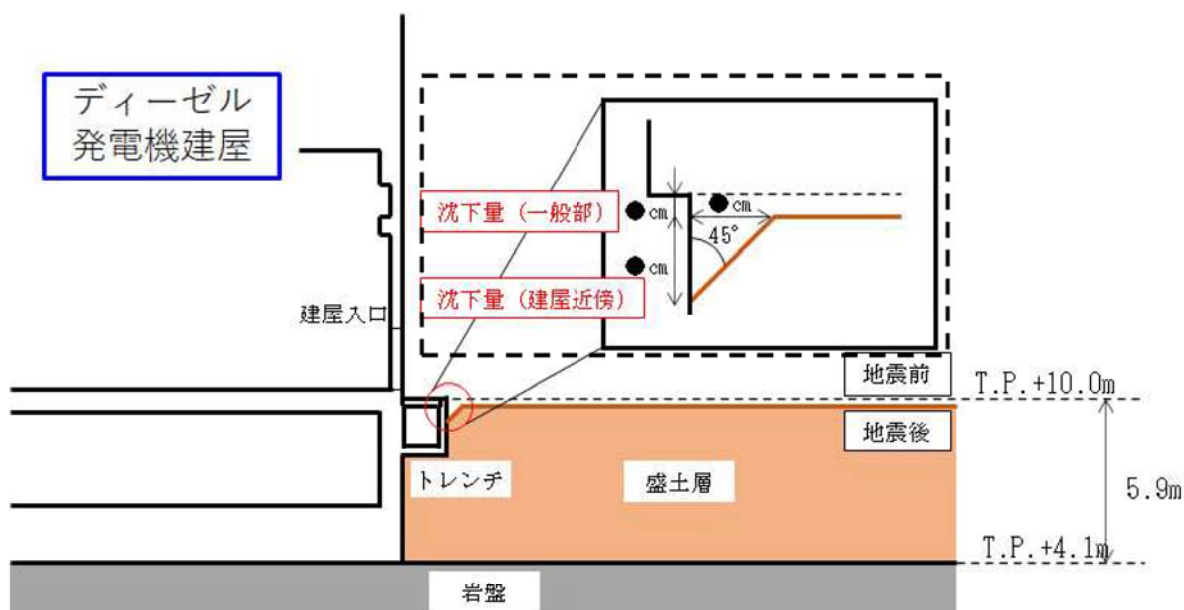
(1) 沈下量の想定

本評価においては 2007 年新潟県中越沖地震における東京電力柏崎刈羽原子力発電所の結果を参照して建屋近傍の沈下量は一般部の 3.5 倍と想定して評価する。

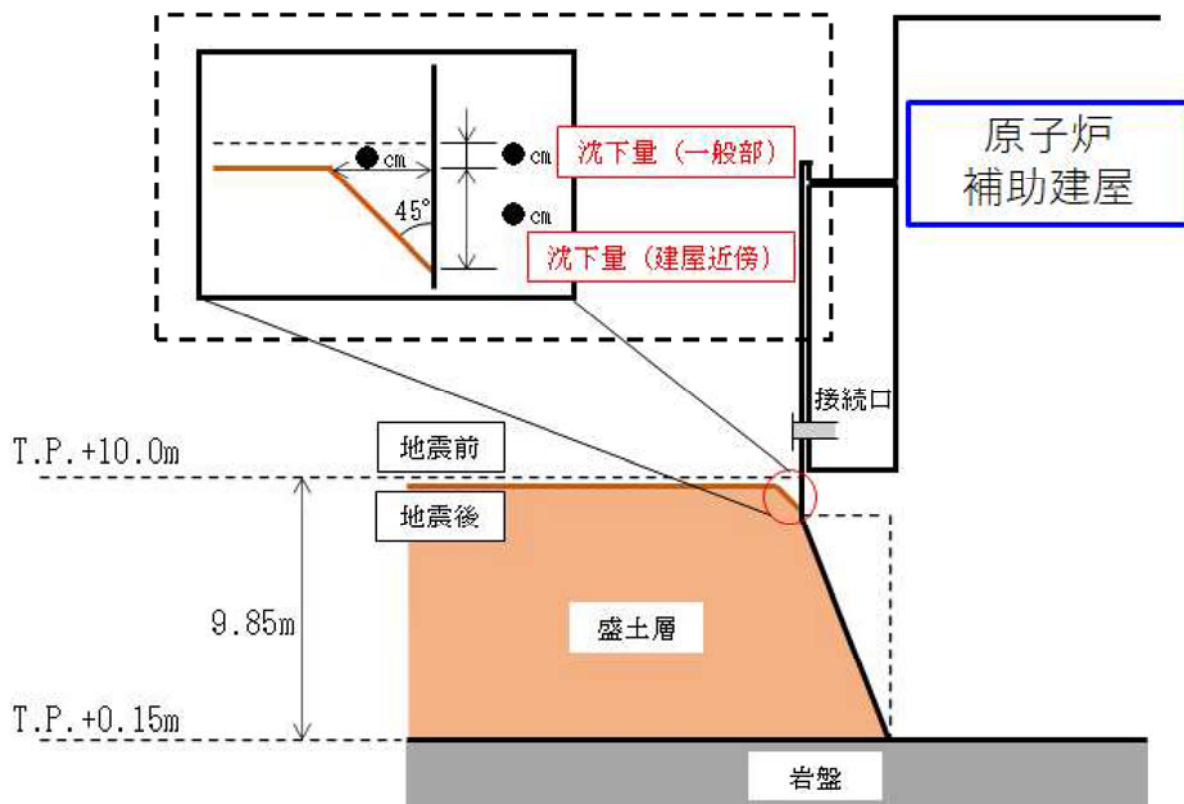
- a. 一般部の沈下量
ディーゼル発電機建屋近傍における沈下評価対象層厚は 5.9m であり、不飽和盛土及び飽和盛土の沈下率●%を考慮し、●cm を想定する。
原子炉補助建屋近傍における沈下評価対象層厚は 9.85m であり、不飽和盛土及び飽和盛土の沈下率●%を考慮し、●cm を想定する。
- b. 建屋近傍の沈下量
ディーゼル発電機建屋近傍の沈下について、一般部の想定●cm の 3.5 倍である●cm を想定する。
原子炉補助建屋近傍の沈下について、一般部の想定●cm の 3.5 倍である●cm を想定する。

【追而】【他条文の審査状況の反映】
(沈下量について、第 5 条「耐津波設計方針」の審査を踏まえ反映するため)

- c. 地震後の想定地盤形状
a. 及び b. の想定を踏まえ、各建屋近傍における地震後の想定形状を第 2 図及び第 3 図に示す。



第 2 図 ディーゼル発電機建屋近傍における地震後の想定地盤形状



第3図 原子炉補助建屋近傍における地震後の想定地盤形状