

本資料のうち、枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

柏崎刈羽原子力発電所6号及び7号炉審査資料	
資料番号	KK67-0090 改20
提出年月日	平成29年8月21日

## 柏崎刈羽原子力発電所 6号及び7号炉

### 設計基準対象施設について

平成29年8月

東京電力ホールディングス株式会社

## 目次

- 4条 地震による損傷の防止
- 5条 津波による損傷の防止
- 6条 外部からの衝撃による損傷の防止
- 7条 発電用原子炉施設への人の不法な侵入等の防止
- 8条 火災による損傷の防止
- 9条 溢水による損傷の防止等
- 10条 誤操作の防止
- 11条 安全避難通路等
- 12条 安全施設
- 14条 全交流動力電源喪失対策設備
- 16条 燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設
- 17条 原子炉冷却材圧力バウンダリ
- 23条 計測制御系統施設(第16条に含む)
- 24条 安全保護回路
- 26条 原子炉制御室等
- 31条 監視設備
- 33条 保安電源設備
- 34条 緊急時対策所
- 35条 通信連絡設備

表 1 設置許可基準規則第 4 条並びに技術基準規則第 5 条 要求事項

設置許可基準規則 第 4 条 (地震による損傷の防止)	技術基準規則 第 5 条 (地震による損傷の防止)	備考
<p>設計基準対象施設は、地震力に十分に耐えることができるものでなければならぬ。</p> <p>2 前項の地震力は、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しなければならぬ。</p> <p>3 耐震重要施設は、その供用中に当該耐震重要施設に大きな影響を及ぼすおそれがある地震による加速によって作用する地震力 (以下「基準地震動による地震力」という。) 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ぬ。</p> <p>4 耐震重要施設は、前項の地震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ぬ。</p>	<p>設計基準対象施設は、これに作用する地震力 (設置許可基準規則第四条第二項の規定により算定する地震力をいう。) による損壊により公衆に放射線障害を及ぼさないように施設しなければならぬ。</p> <p>2 耐震重要施設 (設置許可基準規則第三条第一項に規定する耐震重要施設をいう。以下同じ。) は、基準地震動による地震力 (設置許可基準規則第四条第三項に規定する基準地震動による地震力をいう。以下同じ。) に対してその安全性が損なわれるおそれがないように施設しなければならぬ。</p> <p>3 耐震重要施設が設置許可基準規則第四条第三項の地震により生ずる斜面の崩壊によりその安全性が損なわれるおそれがないよう、防護措置その他の適切な措置を講じなければならぬ。</p>	<p>追加要求事項</p>

## 1.2 追加要求事項に対する適合性

### (1) 位置，構造及び設備

#### ロ 発電用原子炉施設の一般構造

##### (1) 耐震構造

本発電用原子炉施設は，次の方針に基づき耐震設計を行い，設置許可基準規則に適合するように設計する。

##### (i) 設計基準対象施設の耐震設計

設計基準対象施設については，耐震重要度分類に応じて，適用する地震力に対して，以下の項目に従って耐震設計を行う。

- a. 耐震重要施設は，基準地震動による地震力に対して，安全機能が損なわれるおそれがないように設計する。
- b. 設計基準対象施設は，地震により発生するおそれがある安全機能の喪失及びそれに続く放射線による公衆への影響を防止する観点から，各施設の安全機能が喪失した場合の影響の相対的な程度に応じて，耐震重要度分類を以下のとおり，Sクラス，Bクラス又はCクラスに分類し，それぞれに応じた地震力に十分耐えられるように設計する。

Sクラス：地震により発生するおそれがある事象に対して，原子炉を停止し，炉心を冷却するために必要な機能を持つ施設，自ら放射性物質を内蔵している施設，当該施設に直接関係しておりその機能喪失により放射性物質を外部に拡散する可能性のある施設，これらの施設の機能喪失により事故に至った場合の影響を緩和し，放射線による公衆への影響を軽減するために必要な機能を持つ施設及びこれらの重要な安全機能を支援するために必要となる施設，並びに地震に伴って発生するおそれがある津波による安全機能の喪失を防止するために必要となる施設であって，その影響が大きいもの

Bクラス：安全機能を有する施設のうち，機能喪失した場合の影響がSクラス施設と比べ小さい施設

Cクラス：Sクラスに属する施設及びBクラスに属する施設以外の一般産業施設又は公共施設と同等の安全性が要求される施設

【説明資料 (1.1(2)：P4条-79) (2.1：P4条-83)】

- c. Sクラスの施設 (e.に記載のもののうち，津波防護機能を有する設備 (以下「津波防護施設」という。)，浸水防止機能を有する設備 (以下「浸水防止設備」という。)) 及び敷地における津波監視機能を有する施設 (以下「津

波監視設備」という。)を除く。), Bクラス及びCクラスの施設は, 建物・構築物については, 地震層せん断力係数  $C_i$  に, それぞれ 3.0, 1.5 及び 1.0 を乗じて求められる水平地震力, 機器・配管系については, それぞれ 3.6, 1.8 及び 1.2 を乗じた水平震度から求められる水平地震力に十分に耐えられるように設計する。建物・構築物及び機器・配管系ともに, おおむね弾性状態に留まる範囲で耐えられるように設計する。

ここで, 地震層せん断力係数  $C_i$  は, 標準せん断力係数  $C_0$  を 0.2 以上とし, 建物・構築物の振動特性及び地盤の種類等を考慮して求められる値とする。

ただし, 土木構造物の静的地震力は, Cクラスに適用される静的地震力を適用する。

Sクラスの施設 (e. に記載のもののうち, 津波防護施設, 浸水防止設備及び津波監視設備を除く。) については, 水平地震力と鉛直地震力が同時に不利な方向の組合せで作用するものとする。鉛直地震力は, 建物・構築物については, 震度 0.3 以上 を基準とし, 建物・構築物の振動特性及び地盤の種類等を考慮して求められる鉛直震度, 機器・配管系については, これを 1.2 倍した鉛直震度より算定する。ただし, 鉛直震度は高さ方向に一定とする。

- d. Sクラスの施設 (e. に記載のもののうち, 津波防護施設, 浸水防止設備及び津波監視設備を除く。) は, 基準地震動による地震力に対して安全機能が保持できるように設計する。建物・構築物については, 構造物全体としての変形能力 (終局耐力時の変形) について十分な余裕を有し, 建物・構築物の終局耐力に対し妥当な安全余裕を有するように設計する。機器・配管系については, その施設に要求される機能を保持するように設計し, 塑性ひずみが生じる場合であっても, その量が小さなレベルに留まって破断延性限界に十分な余裕を有し, その施設に要求される機能に影響を及ぼさないように, また, 動的機器等については, 基準地震動による応答に対して, その設備に要求される機能を保持するように設計する。

また, 弾性設計用地震動による地震力又は静的地震力のいずれか大きい方の地震力に対しておおむね弾性状態に留まる範囲で耐えられるように設計する。建物・構築物については, 発生する応力に対して, 建築基準法等の安全上適切と認められる規格及び基準による許容応力度を許容限界とする。機器・配管系については, 応答が全体的におおむね弾性状態に留まるように設計する。

なお、基準地震動及び弾性設計用地震動による地震力は、水平2方向及び鉛直方向について適切に組み合わせて算定するものとする。

基準地震動は、敷地ごとに震源を特定して策定する地震動及び震源を特定せず策定する地震動について、敷地の解放基盤表面における水平方向及び鉛直方向の地震動としてそれぞれ策定する。

第1図に示す敷地における地震波の伝播特性を踏まえ、1号炉～4号炉が位置する荒浜側、5号炉～7号炉が位置する大湊側のそれぞれについて策定した基準地震動の応答スペクトルを第2図及び第3図に、時刻歴波形を第4図～第17図に示す。

基準地震動の策定においては、S波速度が700m/s以上で著しい高低差がなく拵がりを持って分布している硬質地盤に解放基盤表面を設定することとし、大湊側では、第5-1表に示す標高-134mの位置とする。なお、入力地震動の評価においては、解放基盤表面以浅の影響を適切に考慮する。

また、荒浜側では、標高-284mの位置に解放基盤表面を設定し、基準地震動を策定する。

また、弾性設計用地震動は、基準地震動との応答スペクトルの比率が目安として0.5を下回らないような値として、「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針（昭和56年7月20日原子力安全委員会決定、平成13年3月29日一部改訂）」における基準地震動 $S_1$ を踏まえ、工学的判断から基準地震動に係数0.5を乗じて設定する。

【説明資料（3.1(2)：P4条-85）】

なお、Bクラスの施設のうち、共振のおそれのある施設については、弾性設計用地震動に2分の1を乗じた地震動によりその影響についての検討を行う。建物・構築物及び機器・配管系ともに、おおむね弾性状態に留まる範囲で耐えられるように設計する。

【説明資料（3.1(2)：P4条-85）】

- e. 津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備並びに浸水防止設備が設置された建物・構築物は、基準地震動による地震力に対して、それぞれの施設及び設備に要求される機能が保持できるように設計する。

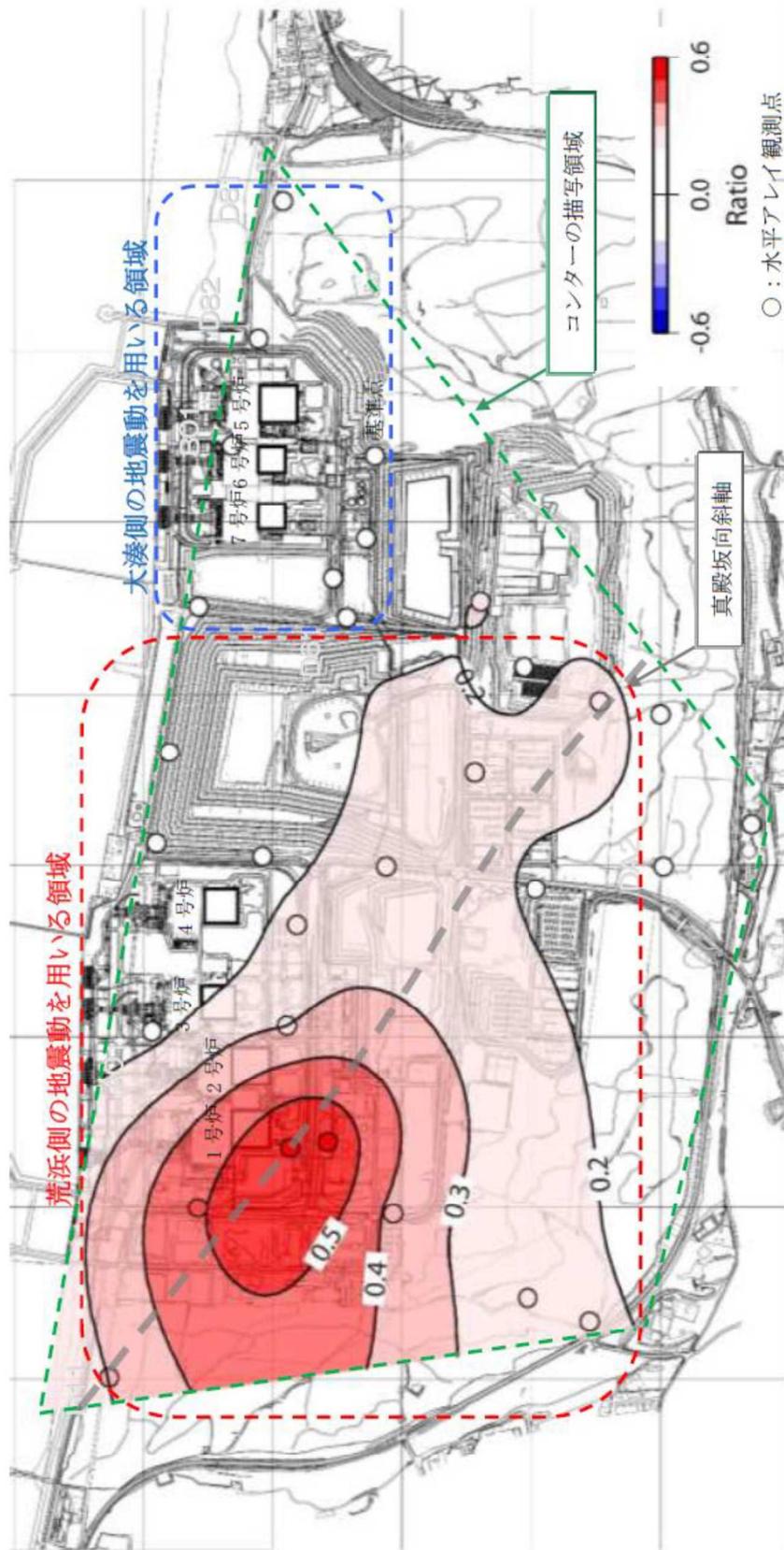
【説明資料（1.1(6)：P4条-80）（4.1(3)：P4条-88）

（4.1(4)：P4条-89）】

- f. 耐震重要施設は、耐震重要度分類の下位のクラスに属する施設の波及的影響によって、その安全機能を損なわないように設計する。波及的影響の

評価に当たっては、敷地全体を俯瞰した調査・検討を行い、事象選定及び影響評価を行う。なお、影響評価においては、耐震重要施設の設計に用いる地震動又は地震力を適用する。

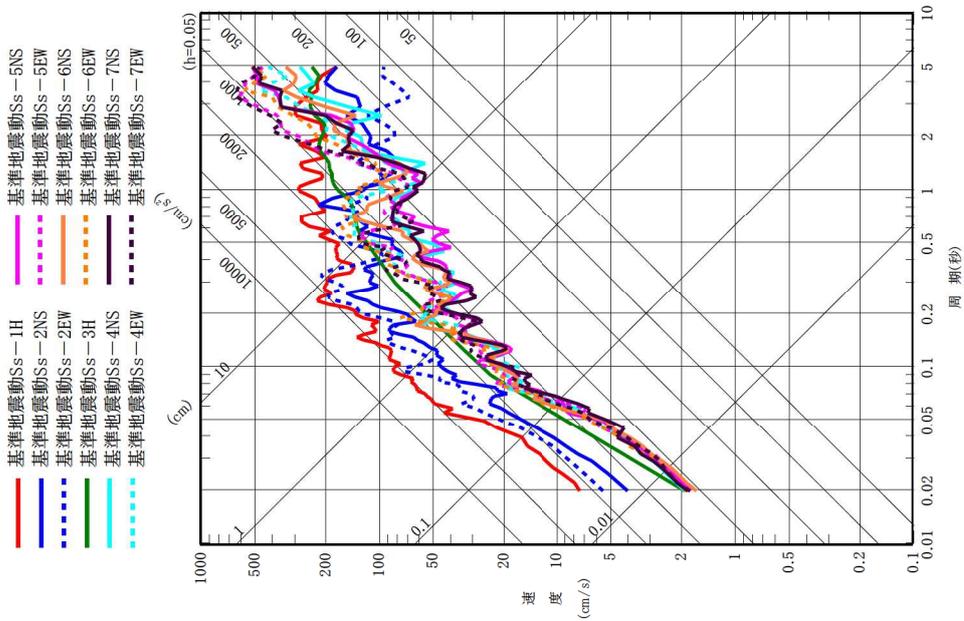
【説明資料（1.1(9)：P4条－81）（7：P4条－97）】



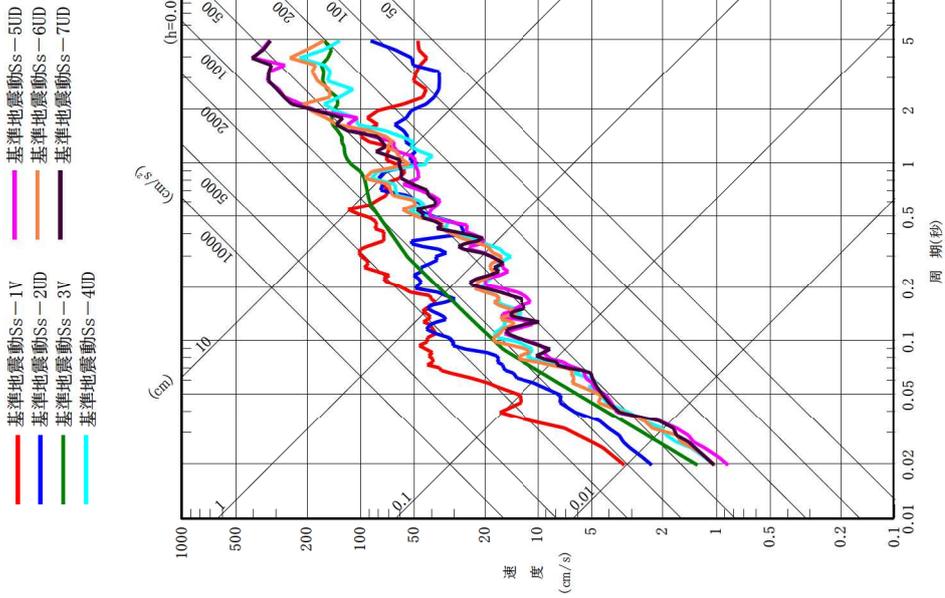
※基準点に対する各観測点のフリーエスペクトル比において、顕著な不整形性の影響がない北側の地震に対する南西側の地震の比を周期0.1~0.4秒の平均で算定し、コンタナーを描画したもの。コンタナーは、観測点間で補間しており、観測点がない端部は外挿したためコンタナー描写領域を表記。(数値及び色はフリーエスペクトル比の常用対数を示す。)

※なお、どちらの基準地震動を用いるか、判断にあたり十分なデータが得られていない領域については、周辺の地盤調査結果や地震観測記録等を参照し、必要に応じて地震観測を実施するなど検討したうえで、適切な基準地震動を用いる。

第1図 水平アレイ地震観測記録に基づく敷地地盤の増幅特性の領域区分  
(敷地南西側から到来する地震動の増幅特性)



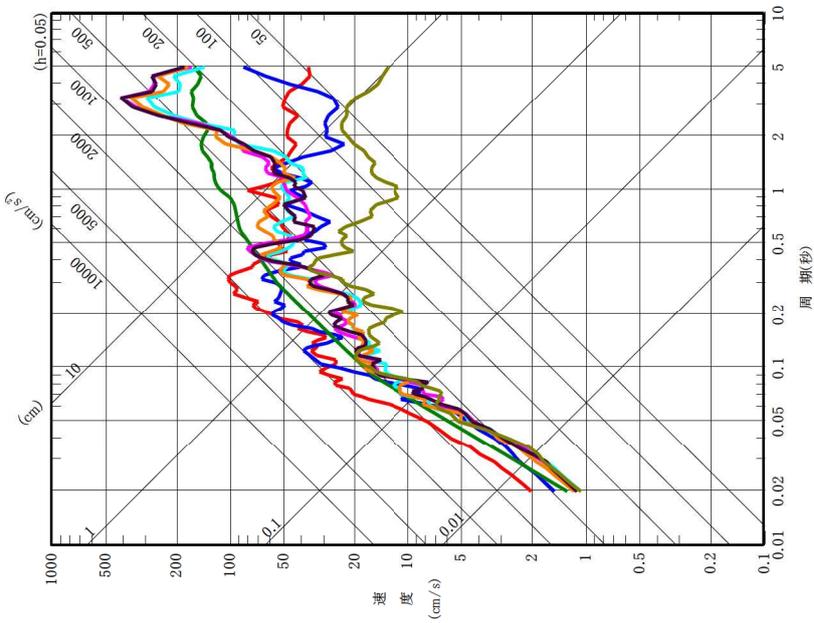
(a) 水平方向



(b) 鉛直方向

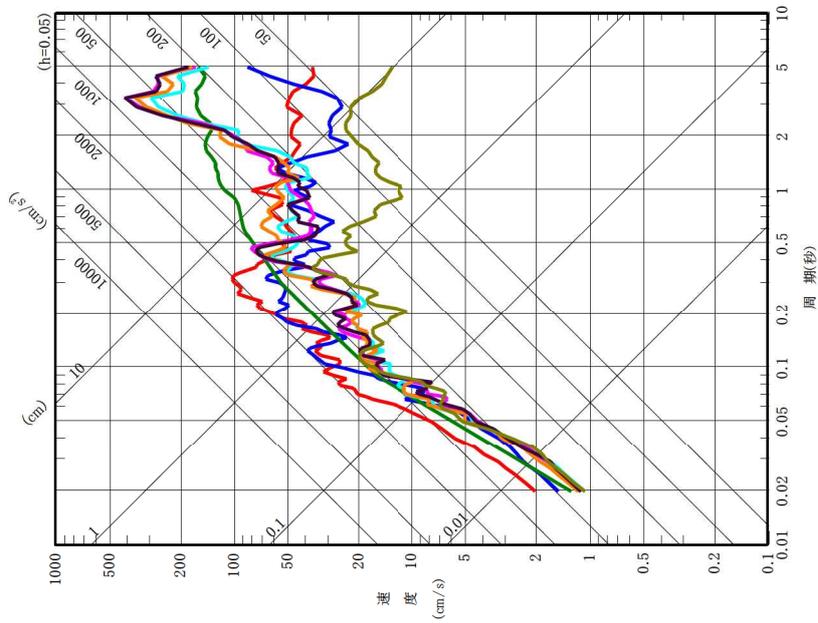
第2図 基準地震動Ss-1~Ss-7の応答スペクトル (荒浜側)

- 基準地震動Ss-1H
- 基準地震動Ss-2NS
- 基準地震動Ss-2EW
- 基準地震動Ss-3H
- 基準地震動Ss-4NS
- 基準地震動Ss-4EW
- 基準地震動Ss-5NS
- 基準地震動Ss-5EW
- 基準地震動Ss-6NS
- 基準地震動Ss-6EW
- 基準地震動Ss-7NS
- 基準地震動Ss-7EW
- 基準地震動Ss-8H



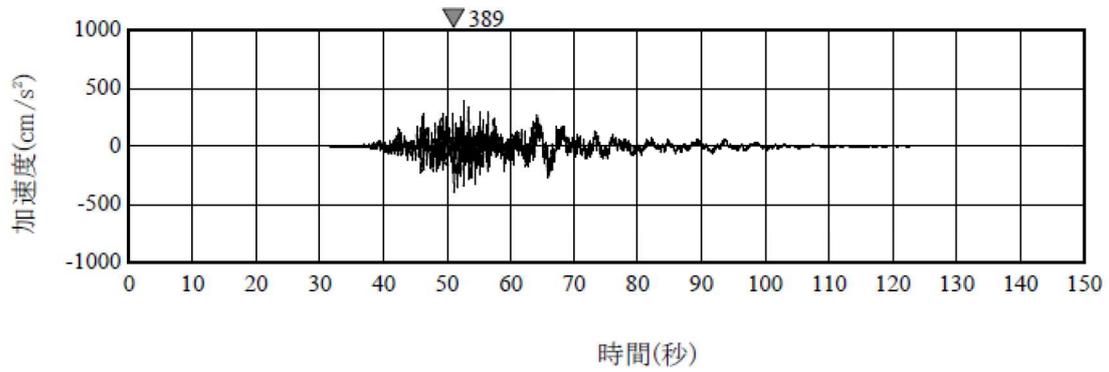
(a) 水平方向

- 基準地震動Ss-1V
- 基準地震動Ss-2UD
- 基準地震動Ss-3V
- 基準地震動Ss-4UD
- 基準地震動Ss-5UD
- 基準地震動Ss-6UD
- 基準地震動Ss-7UD
- 基準地震動Ss-8V

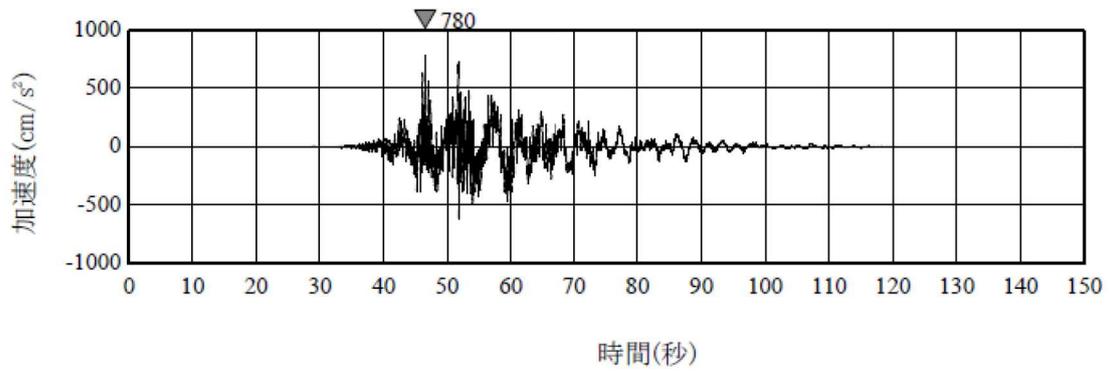


(b) 鉛直方向

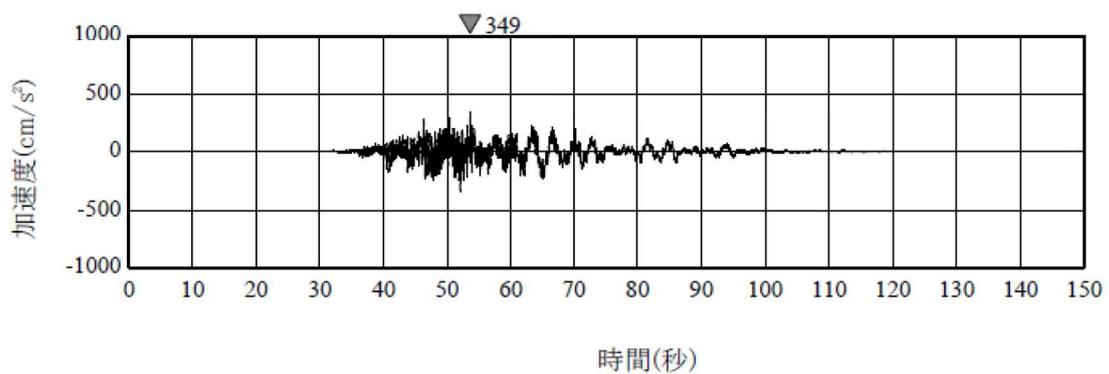
第3図 基準地震動Ss-1～Ss-8の応答スペクトル（大湊側）



(a) Ss-7NS

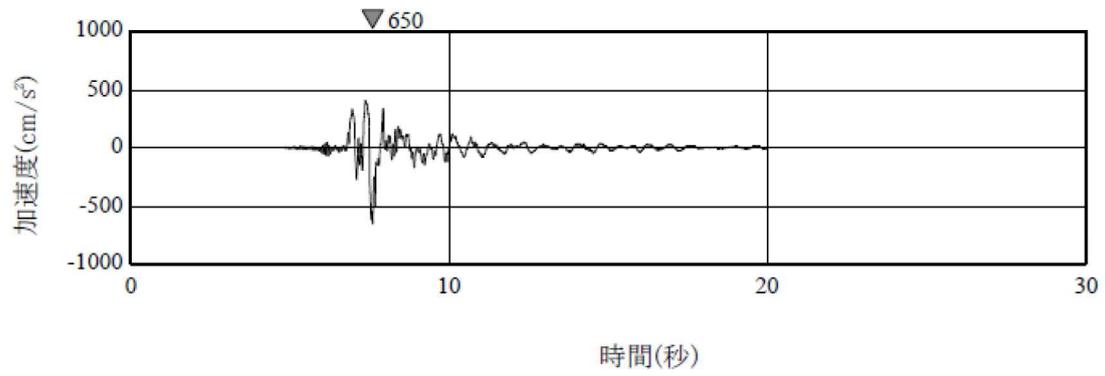


(b) Ss-7EW

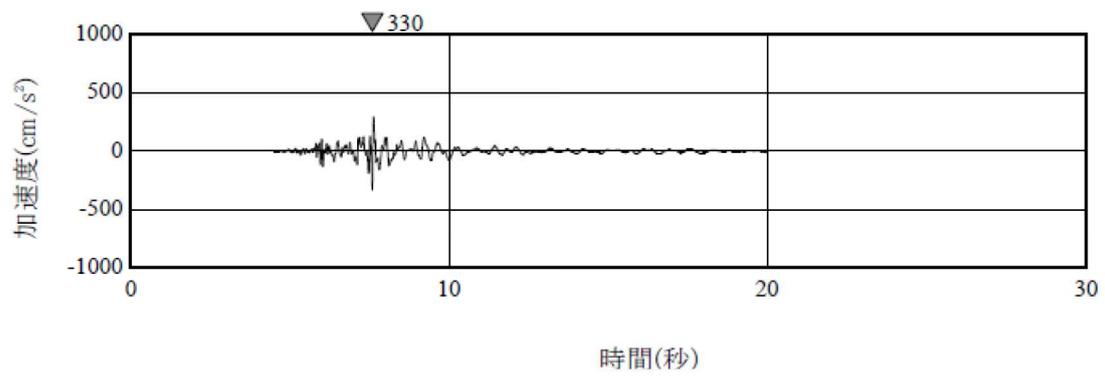


(c) Ss-7UD

第 16 図 基準地震動 Ss-7 の加速度時刻歴波形 (大湊側)



(a) Ss-8H



(b) Ss-8V

第 17 図 基準地震動 Ss-8 の加速度時刻歴波形 (大湊側)

第5-1表 設定した解放基盤表面の位置

位置	標高 T. M. S. L. ※(m)	整地面からの深さ(m)
1号炉 鉛直アレイ	-284	289
5号炉 鉛直アレイ	-134	146

※T. M. S. L. : 東京湾平均海面。Tokyo bay Mean Sea Level の略で、  
東京湾での検潮に基づき設定された陸地の高さの基準

## (2) 安全設計方針

### 1.4 耐震設計

発電用原子炉施設の耐震設計は、「設置許可基準規則」に適合するように、「1.4.1 設計基準対象施設の耐震設計」、「1.4.2 重大事故等対処施設の耐震設計」、「1.4.3 主要施設の耐震構造」及び「1.4.4 地震検知による耐震安全性の確保」に従って行う。

#### 1.4.1 設計基準対象施設の耐震設計

##### 1.4.1.1 設計基準対象施設の耐震設計の基本方針

設計基準対象施設の耐震設計は、以下の項目に従って行う。

- (1) 地震により生ずるおそれがあるそ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が特に大きいもの（以下「耐震重要施設」という。）は、その供用中に当該耐震重要施設に大きな影響を及ぼすおそれがある地震による加速度によって作用する地震力に対して、その安全機能が損なわれるおそれがないように設計する。
- (2) 設計基準対象施設は、地震により発生するおそれがある安全機能の喪失（地震に伴って発生するおそれがある津波及び周辺斜面の崩壊等による安全機能の喪失を含む。）及びそれに続く放射線による公衆への影響を防止する観点から、各施設の安全機能が喪失した場合の影響の相対的な程度（以下「耐震重要度」という。）に応じて、耐震重要度分類をSクラス、Bクラス又はCクラスに分類し、それぞれに応じた地震力に十分耐えられるように設計する。
- (3) 建物・構築物については、耐震重要度分類の各クラス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力を有する地盤に設置する。

なお、建物・構築物とは、建物、構築物及び土木構造物（屋外重要土木構造物及びその他の土木構造物）の総称とする。

また、屋外重要土木構造物とは、耐震安全上重要な機器・配管系の間接支持機能、若しくは非常時における海水の通水機能を求められる土木構造物をいう。
- (4) Sクラスの施設（(6)に記載のもののうち、津波防護機能を有する設備（以下「津波防護施設」という。）、浸水防止機能を有する設備（以下「浸水防止設備」という。）及び敷地における津波監視機能を有する施設（以下「津波監視設備」という。）を除く。）は、基準地震動による地震力に対して、その安全機能が保持できるように設計する。

また、弾性設計用地震動による地震力又は静的地震力のいずれか大

(つづき)

耐震重要度 分類	機能別分類	注1) 主要設備		注2) 補助設備		注3) 直接支持構造物		注4) 間接支持構造物	
		適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	耐震 クラス
Cクラス	(I) 原子炉の反応度を制御するための施設でSクラス及びBクラスに属さない施設	<ul style="list-style-type: none"> <li>冷却材再循環流量制御装置</li> <li>制御棒駆動系 (Sクラス及びBクラスに属さない部分)</li> </ul>	C	—	—	—	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>原子炉建屋</li> <li>コントロール建屋</li> <li>廃棄物処理建屋</li> </ul>	S <sub>c</sub> S <sub>c</sub> S <sub>c</sub>
	(II) 放射性物質を内蔵しているか、又はこれに関連した施設でSクラス及びBクラスに属さない施設	<ul style="list-style-type: none"> <li>試料採取系</li> <li>シャワ・ドレン系</li> <li>洗濯廃液系</li> <li>固体廃棄物貯蔵施設</li> <li>雑固体系 (雑固体廃棄物処理設備を除く)</li> <li>新燃料貯蔵庫</li> <li>使用済燃料輸送容器保管施設</li> <li>その他</li> </ul>	C C C C C C C C	—	—	—	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>機器・配管、電気計装設備等の支持構造物</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>原子炉建屋</li> <li>タービン建屋</li> <li>焼却炉建屋</li> <li>ランドリ建屋</li> <li>廃棄物処理建屋</li> <li>コントロール建屋</li> <li>サービズ建屋</li> <li>使用済燃料輸送容器保管建屋</li> </ul>

(つづき)

耐震重要度 分類	機能別分類	注1) 主要設備		注2) 補助設備		注3) 直接支持構造物		注4) 間接支持構造物		検討用 地震動 注6)
		適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	耐震 クラス	
Cクラス	(III) 放射線安全に関 係しない施設等	<ul style="list-style-type: none"> <li>循環水系</li> <li>タービン補機冷却系</li> <li>所内ボイラ</li> <li>消火系</li> <li>開閉所、発電機、変圧器</li> <li>換気空調系 (Sクラスの換気空調系以外のもの)</li> <li>タービン建屋クレーン</li> <li>圧縮空気系</li> <li>5号炉原子炉建屋内緊急時対策所</li> <li>その他</li> </ul>	C	<ul style="list-style-type: none"> <li>5号炉原子炉建屋内緊急時対策所計装設備・通信連絡設備</li> </ul>	C	<ul style="list-style-type: none"> <li>機器・配管、電気計装設備等の支持構造物</li> </ul>	C	<ul style="list-style-type: none"> <li>原子炉建屋</li> <li>タービン建屋</li> <li>補助ボイラ建屋</li> <li>当該施設の支持構造物</li> <li>コントロール建屋</li> <li>サーベイス建屋</li> <li>廃棄物処理建屋</li> <li>5号炉原子炉建屋</li> </ul>	Sc	Sc
			C		C		C		Sc	Sc
			C		C		C		Sc	Sc
			C		C		C		Sc	Sc
			C		C		C		Sc	Sc
			C		C		C		Sc	Sc
			C		C		C		Sc	Sc

- (注 1) 主要設備とは、当該機能に直接的に関連する設備をいう。
- (注 2) 補助設備とは、当該機能に間接的に関連し、主要設備の補助的役割を持つ設備をいう。
- (注 3) 直接支持構造物とは、主要設備、補助設備に直接取り付けられる支持構造物、若しくはこれらの設備の荷重を直接的に受ける構造物をいう。
- (注 4) 間接支持構造物とは、直接支持構造物から伝達される荷重を受ける構造物（建物・構築物）をいう。
- (注 5) 波及的影響を考慮すべき施設とは、下位の耐震クラスに属するものの破損等によって上位の分類に属するものに波及的影響を及ぼすおそれのある施設をいう。
- (注 6)  $S_s$ ：基準地震動により定まる地震力。  
 $S_d$ ：弾性設計用地震動により定まる地震力。  
 $S_B$ ：耐震 B クラス施設に適用される地震力。  
 $S_C$ ：耐震 C クラス施設に適用される静的地震力。
- (注 7) ほう酸水注入系は、安全機能の重要度を考慮して、S クラスに準ずる。
- (注 8) 圧力容器内部構造物は、炉内にあることの重要性から S クラスに準ずる。
- (注 9) B クラスではあるが、弾性設計用地震動に対し破損しないことの検討を行うものとする。
- (注 10) 地震により逃がし安全弁排気管が破損したとしても、ドライウェル内に放出された蒸気はベント管を通してサプレッション・チェンバのプール水中に導かれて凝縮するため、格納容器内圧が有意に上昇することはないと考えられるが、基準地震動に対し破損しないことを確認する。
- (注 11) 使用済燃料輸送容器保管建屋の破損によって使用済燃料輸送容器に波及的破損を与えないよう設計するものとする。

第 1.4.1-2 表 入力地震動の評価における解放基盤表面の位置

号炉	標高 T. M. S. L. ※(m)	整地面からの深さ(m)
5 号炉	-134	146
6 号炉	-155	167
7 号炉	-155	167

※T. M. S. L. : 東京湾平均海面。Tokyo bay Mean Sea Level の略で、  
東京湾での検潮に基づき設定された陸地の高さの基準

- ロ. 基準地震動  $S_s$  による地震力との組合せに対する許容限界
- 塑性ひずみが生じる場合であっても、その量が小さなレベルに留まって破断延性限界に十分な余裕を有し、その施設に要求される機能に影響を及ぼすことがないように応力、荷重等を制限する。
- また、地震時又は地震後に動的機能が要求される機器等については、基準地震動  $S_s$  による応答に対して、実証試験等により確認されている機能確認済加速度等を許容限界とする。動的機能維持の評価については別添-2に示す。
- (b) Bクラス及びCクラスの機器・配管系
- 応答が全体的におおむね弾性状態に留まることとする（評価項目は応力等）。
- (c) チャンネル・ボックス
- 地震時に作用する荷重に対して、燃料集合体の冷却材流路を維持できること及び過大な変形や破損を生ずることにより制御棒の挿入が阻害されることがないこととする。
- c. 土木構造物
- (a) 屋外重要土木構造物
- イ. 静的地震力との組合せに対する許容限界
- 安全上適切と認められる規格及び基準による許容応力度を許容限界とする。
- ロ. 基準地震動  $S_s$  による地震力との組合せに対する許容限界
- 構造部材のうち、鉄筋コンクリートの曲げについては、限界層間変形角、曲げ耐力又は圧縮縁コンクリート限界ひずみに対して十分な安全余裕を持たせることとし、せん断については、せん断耐力に対して適切な安全余裕を持たせることを基本とする。構造部材のうち、鋼管の曲げについては、終局曲率に対して十分な安全余裕を持たせることとし、せん断については、終局せん断強度に対して適切な安全余裕を持たせることを基本とする。ただし、構造部材の曲げ、せん断に対する上記の許容限界に代わり、許容応力度を適用することで、安全余裕を考慮する場合もある。なお、それぞれの安全余裕については、各施設の機能要求等を踏まえ設定する。
- (b) その他の土木構造物
- 安全上適切と認められる規格及び基準による許容応力度を許容限界とする。
- d. 津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備並びに浸水防止設備又は津波監視設備が設置された建物・構築物

津波防護施設及び浸水防止設備又は津波監視設備が設置された建物・構築物については、当該施設及び建物・構築物が構造全体として変形能力（終局耐力時の変形）及び安定性について十分な余裕を有するとともに、その施設に要求される機能（津波防護機能、浸水防止機能及び津波監視機能）が保持できるものとする（評価項目はせん断ひずみ、応力等）。

浸水防止設備及び津波監視設備については、その施設に要求される機能（浸水防止機能及び津波監視機能）が保持できるものとする。

e. 基礎地盤の支持性能

(a) Sクラスの建物・構築物及びSクラスの機器・配管系（(b)に記載のものうち、津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備を除く。）の基礎地盤

イ. 基準地震動  $S_s$  による地震力との組合せに対する許容限界

接地圧が、安全上適切と認められる規格及び基準等による地盤の極限支持力度に対して適切な余裕を有することを確認する。

ロ. 弾性設計用地震動  $S_d$  による地震力又は静的地震力との組合せに対する許容限界

接地圧に対して、安全上適切と認められる規格及び基準等による地盤の短期許容支持力度を許容限界とする。

(b) 屋外重要土木構造物、津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備並びに浸水防止設備又は津波監視設備が設置された建物・構築物の基礎地盤

イ. 基準地震動  $S_s$  による地震力との組合せに対する許容限界

接地圧が、安全上適切と認められる規格及び基準等による地盤の極限支持力度に対して適切な余裕を有することを確認する。

(c) Bクラス及びCクラスの建物・構築物、Bクラス及びCクラスの機器・配管系及びその他の土木構造物の基礎地盤

上記 (a) ロ. による許容支持力度を許容限界とする。

## 5. 地震応答解析の方針

### 5.1 建物・構築物

#### (1) 入力地震動

入力地震動の評価においては、解放基盤表面以浅の影響を適切に考慮するため、5～7号炉の解放基盤表面はそれぞれ第1表に示す位置とする。

第1表 入力地震動の評価における解放基盤表面の位置

号炉	標高 T. M. S. L. ※(m)	整地面からの深さ(m)
5号炉	-134	146
6号炉	-155	167
7号炉	-155	167

※T. M. S. L. : 東京湾平均海面。Tokyo bay Mean Sea Level の略で、東京湾での検潮に基づき設定された陸地の高さの基準

建物・構築物の地震応答解析における入力地震動は、解放基盤表面で定義される基準地震動  $S_s$  及び弾性設計用地震動  $S_d$  を基に、対象建物・構築物の地盤条件を適切に考慮した上で、必要に応じ2次元FEM解析又は1次元波動論により、地震応答解析モデルの入力位置で評価した入力地震動を設定する。地盤条件を考慮する場合には、地震動評価で考慮した敷地全体の地下構造との関係や対象建物・構築物位置と炉心位置での地質・速度構造の違いにも留意し、地盤の非線形応答に関する動的変形特性を考慮する。また、必要に応じ敷地における観測記録による検証や最新の科学的・技術的知見を踏まえ設定する。弾性設計用地震動  $S_d$ ・静的地震力による評価については別添-3に示す。

また、耐震Bクラスの建物・構築物のうち共振のおそれがあり、動的解析が必要なものに対しては、弾性設計用地震動  $S_d$  を2分の1倍したものをを用いる。

入力地震動の考え方については別添-8に示す。

#### (2) 解析方法及び解析モデル

動的解析による地震力の算定に当たっては、地震応答解析手法の適用性及び適用限界等を考慮のうえ、適切な解析法を選定するとともに、建物・構築物に応じた適切な解析条件を設定する。また、原則として、建物・構築物の地震応答解析及び床応答曲線の策定は、線形解析及び非線形解析に適用可能な時刻歴応答解析法による。

建物・構築物の地震応答解析に当たっては、建物・構築物の剛性はそれらの形状、構造特性等を十分考慮して評価し、集中質点系等に置換した解析モデルを設定する。なお、建物の補助壁を耐震壁として考慮するに当たっては、耐震壁としての適用性を確認した上で、適切な解析モデルを設定する。

動的解析には、建物・構築物と地盤との相互作用を考慮するものとし、解析モデルの地盤のばね定数は、基礎版の平面形状、基礎側面と地盤の接触状況及び地盤の剛性等を考慮して定める。各入力地震動が接地率に与える影響を踏まえて、地盤ばねには、基礎浮上りによる非線形性又は誘発上下動を考慮できる浮上り非線形性を考慮するものとする。設計用地盤定数は、原則として、弾性波試験によるものを用いる。

地震応答解析に用いる材料定数については、地盤の諸定数も含めて材料のばらつきによる変動幅を適切に考慮する。コンクリートの実強度を考慮して鉄筋コンクリート造耐震壁の剛性を設定する場合は、建物・構築物ごとの建設時の試験データ等の代表性、保守性を確認した上で適用する。また、材料のばらつきによる変動のうち建物・構築物の振動性状や応答性状に及ぼす影響として考慮すべき要因を選定した上で、選定された要因を考慮した動的解析により設計用地震力を設定する。

建物・構築物の 3 次元応答性状及び機器・配管系への影響については、建物・構築物の 3 次元 FEM モデルによる解析に基づき、施設の重要性、建屋規模、構造特性を考慮して評価する。3 次元応答性状等の評価は、時刻歴応答解析法による。

## 5.2 機器・配管系

### (1) 入力地震動又は入力地震力

機器・配管系の地震応答解析における入力地震動又は入力地震力は、基準地震動  $S_s$  及び弾性設計用地震動  $S_d$ 、又は当該機器・配管系の設置床における設計用床応答曲線又は時刻歴応答波とする。弾性設計用地震動  $S_d$  による評価については別添－3 に示す。

また、耐震 B クラスの機器・配管系のうち共振のおそれがあり、動的解析が必要なものに対しては、弾性設計用地震動  $S_d$  を基に作成した設計用床応答曲線の応答加速度を 2 分の 1 倍したものを用いる。

### (2) 解析方法及び解析モデル

動的解析による地震力の算定に当たっては、地震応答解析手法の適用性及び適用限界等を考慮のうえ、適切な解析法を選定するとともに解析条件として考慮すべき減衰定数、剛性等の各物性値は適切な規格・基準、あるいは実験等の結果に基づき設定する。

### 3.6 損傷、転倒及び落下等の観点による建屋外施設的设计

建屋外に設置する設計基準対象施設及び重大事故等対処施設を対象に、別記2④「建屋外における下位のクラスの施設の損傷、転倒及び落下等による耐震重要施設への影響」の観点で、上位クラス施設の安全機能及び重大事故等に対処するために必要な機能を損なわないよう下位クラス施設を設計する。

離隔による防護を講じて設計する場合には、下位クラス施設の損傷、転倒及び落下等を想定しても上位クラス施設に衝突しない程度に十分な距離をとって配置するか、下位クラス施設と上位クラス施設の間に波及的影響を防止するために衝突に対する強度を有する障壁を設置する。下位クラス施設を上位クラス施設への波及的影響を及ぼす可能性がある位置に設置する場合には、下位クラス施設が上位クラス施設の設計に用いる地震動又は地震力に対して、下位クラス施設が損傷、転倒及び落下等に至らないよう構造強度設計を行う。

上記の方針で設計しない場合は、下位クラス施設の損傷、転倒及び落下等を想定し、上位クラス施設の有する機能を保持するよう設計する。

以上の設計方針のうち、構造強度設計を行う、又は下位クラス施設の損傷、転倒及び落下等を想定し、上位クラス施設の有する機能を保持するよう設計する下位クラス施設を「4. 波及的影響の設計対象とする下位クラス施設」に、その設計方針を「5. 波及的影響の設計対象とする下位クラス施設の耐震設計方針」に示す。

## 4. 波及的影響の設計対象とする下位クラス施設

「3. 波及的影響を考慮した施設の設計方針」に基づき、構造強度等を確保するよう設計するものとして選定した下位クラス施設を以下に示す。

### 4.1 不等沈下又は相対変位の観点

#### (1) 地盤の不等沈下による影響

##### a. サービス建屋

下位クラス施設であるサービス建屋は、上位クラス施設であるコントロール建屋に隣接しており、岩盤（一部が古安田層）に支持されていることから、不等沈下による衝突影響の観点で波及的影響を及ぼすおそれが否定できない。このため波及的影響の設計対象とした。

##### b. 5号炉サービス建屋

下位クラス施設である5号炉サービス建屋は、上位クラス施設である5

号炉原子炉建屋内緊急時対策所（5号炉原子炉建屋）に隣接しており、地盤改良土を介して更新統（古安田層）に支持されていることから、不等沈下による衝突影響の観点で波及的影響を及ぼすおそれが否定できない。このため波及的影響の設計対象とした。

c. 5号炉連絡通路

下位クラス施設である5号炉連絡通路は、上位クラス施設である5号炉原子炉建屋内緊急時対策所（5号炉原子炉建屋）に隣接しており、マンメイドロックを介して更新統（古安田層）に支持されていることから、不等沈下による衝突影響の観点で波及的影響を及ぼすおそれが否定できない。このため波及的影響の設計対象とした。

d. 5号炉主排気モニタ建屋

下位クラス施設である5号炉主排気モニタ建屋は、上位クラス施設である5号炉原子炉建屋内緊急時対策所（5号炉原子炉建屋）に隣接しており、埋戻し土に支持されていることから、不等沈下による衝突影響の観点で波及的影響を及ぼすおそれが否定できない。このため波及的影響の設計対象とした。

ここで選定した波及的影響の設計対象とする下位クラス施設の不等沈下により、波及的影響を受けるおそれのある上位クラス施設を第4－1表に示す。

第4－1表 波及的影響の設計対象とする下位クラス施設（不等沈下）

波及的影響を受けるおそれのある上位クラス施設	波及的影響の設計対象とする下位クラス施設
コントロール建屋	サービス建屋
5号炉原子炉建屋内緊急時対策所(5号炉原子炉建屋)	5号炉サービス建屋
	5号炉連絡通路
	5号炉主排気モニタ建屋

(注) 詳細設計の段階で変更の可能性有り。

(2) 建屋間の相対変位による影響

a. 6号炉連絡通路

下位クラス施設である6号炉連絡通路は、上位クラス施設である6号炉タービン建屋に隣接していることから、上位クラス施設の設計に適用

する地震動又は地震力に伴う相対変位により衝突して、6号炉タービン建屋に対して波及的影響を及ぼすおそれが否定できない。このため波及的影響の設計対象とした。

b. サービス建屋

下位クラス施設であるサービス建屋は、上位クラス施設であるコントロール建屋に隣接していることから、上位クラス施設の設計に適用する地震動又は地震力に伴う相対変位により衝突して、コントロール建屋に対して波及的影響を及ぼすおそれが否定できない。このため波及的影響の設計対象とした。

c. 5号炉タービン建屋

下位クラス施設である5号炉タービン建屋は、上位クラス施設である5号炉原子炉建屋内緊急時対策所（5号炉原子炉建屋）に隣接していることから、上位クラス施設の設計に適用する地震動又は地震力に伴う相対変位により衝突して、5号炉原子炉建屋内緊急時対策所（5号炉原子炉建屋）に対して波及的影響を及ぼすおそれが否定できない。このため波及的影響の設計対象とした。

d. 5号炉連絡通路

下位クラス施設である5号炉連絡通路は、上位クラス施設である5号炉原子炉建屋内緊急時対策所（5号炉原子炉建屋）に隣接していることから、上位クラス施設の設計に適用する地震動又は地震力に伴う相対変位により衝突して、5号炉原子炉建屋内緊急時対策所（5号炉原子炉建屋）に対して波及的影響を及ぼすおそれが否定できない。このため波及的影響の設計対象とした。

e. 5号炉主排気モニタ建屋

下位クラス施設である5号炉主排気モニタ建屋は、上位クラス施設である5号炉原子炉建屋内緊急時対策所（5号炉原子炉建屋）に隣接していることから、上位クラス施設の設計に適用する地震動又は地震力に伴う相対変位により衝突して、5号炉原子炉建屋内緊急時対策所（5号炉原子炉建屋）に対して波及的影響を及ぼすおそれが否定できない。このため波及的影響の設計対象とした。

ここで選定した波及的影響の設計対象とする下位クラス施設の相対変位に

より、波及的影響を受けるおそれのある上位クラス施設を第4－2表に示す。

第4－2表 波及的影響の設計対象とする下位クラス施設（相対変位）

波及的影響を受けるおそれのある上位クラス施設	波及的影響の設計対象とする下位クラス施設
6号炉タービン建屋	6号炉連絡通路
コントロール建屋	サービス建屋
5号炉原子炉建屋内緊急時対策所(5号炉原子炉建屋)	5号炉タービン建屋
	5号炉連絡通路
	5号炉主排気モニタ建屋

(注) 詳細設計の段階で変更の可能性有り。

#### 4.2 接続部の観点

上位クラス施設と下位クラス施設との接続部は隔離弁等により隔離されていること、又は下位クラス施設の損傷と隔離によるプロセス変化に対する上位クラス施設への過渡条件が設計の想定範囲内に維持されることから、接続部における相互影響の観点で波及的影響を及ぼす下位クラス施設はない。

#### 4.3 建屋内施設の損傷、転倒及び落下等の観点

##### (1) 施設の損傷、転倒及び落下等による影響

##### a. 6号炉原子炉遮蔽壁

下位クラス施設である6号炉原子炉遮蔽壁は、上位クラス施設である6号炉原子炉圧力容器に隣接していることから、上位クラス施設の設計に適用する地震動又は地震力に伴う転倒により、6号炉原子炉圧力容器に衝突し波及的影響を及ぼすおそれが否定できない。このため波及的影響の設計対象とした。

##### b. 6号炉原子炉建屋クレーン

下位クラス施設である6号炉原子炉建屋クレーンは、上位クラス施設である6号炉使用済燃料貯蔵プール及び6号炉使用済燃料貯蔵ラック等の上部又は隣りに設置していることから、上位クラス施設の設計に適用する地震動又は地震力に伴う転倒又は落下により、6号炉使用済燃料貯蔵プール及び6号炉使用済燃料貯蔵ラック等に衝突し波及的影響を及ぼすおそれが否定できない。このため波及的影響の設計対象とした。

柏崎刈羽原子力発電所 6 号及び 7 号炉

屋外重要土木構造物の耐震評価における  
断面選定の考え方  
(耐震)

## 屋外重要土木構造物の耐震評価における断面選定の考え方

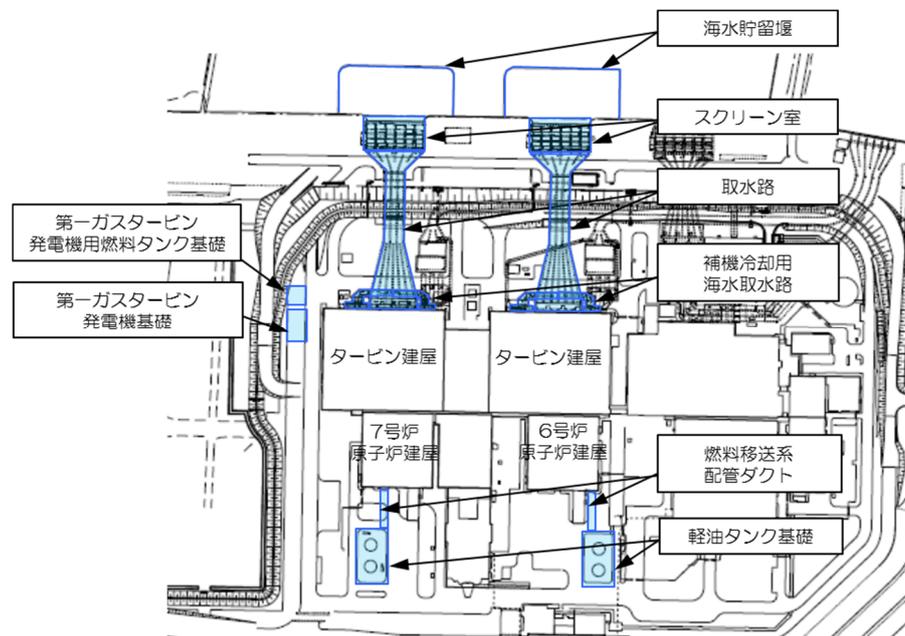
## 1. はじめに

柏崎刈羽原子力発電所 6 号及び 7 号炉での評価対象構造物は、屋外重要土木構造物である（**重大事故等対処施設を兼ねる**）スクリーン室、取水路、補機冷却用海水取水路、軽油タンク基礎、燃料移送系配管ダクト、海水貯留堰及び**重大事故等対処施設**である第一ガスタービン発電機基礎及び第一ガスタービン発電機用燃料タンク基礎である。

対象構造物のうち、取水路、軽油タンク基礎、燃料移送系配管ダクト、海水貯留堰、第一ガスタービン発電機基礎及び第一ガスタービン発電機用燃料タンク基礎については、構造物の配置、荷重条件及び地盤条件を考慮し、耐震評価上最も厳しくなると考えられる位置を評価対象断面とする。

スクリーン室及び補機冷却用海水取水路については、3 次元的な構造を考慮した設計を行うことから、特定の評価対象断面はない。

以下に、取水路、軽油タンク基礎、燃料移送系配管ダクト、海水貯留堰、第一ガスタービン発電機基礎及び第一ガスタービン発電機用燃料タンク基礎の評価対象断面選定の考え方を述べる。対象構造物の平面配置図を第 6-1-1 図に示す。



第 6-1-1 図 平面配置図

2. 取水路

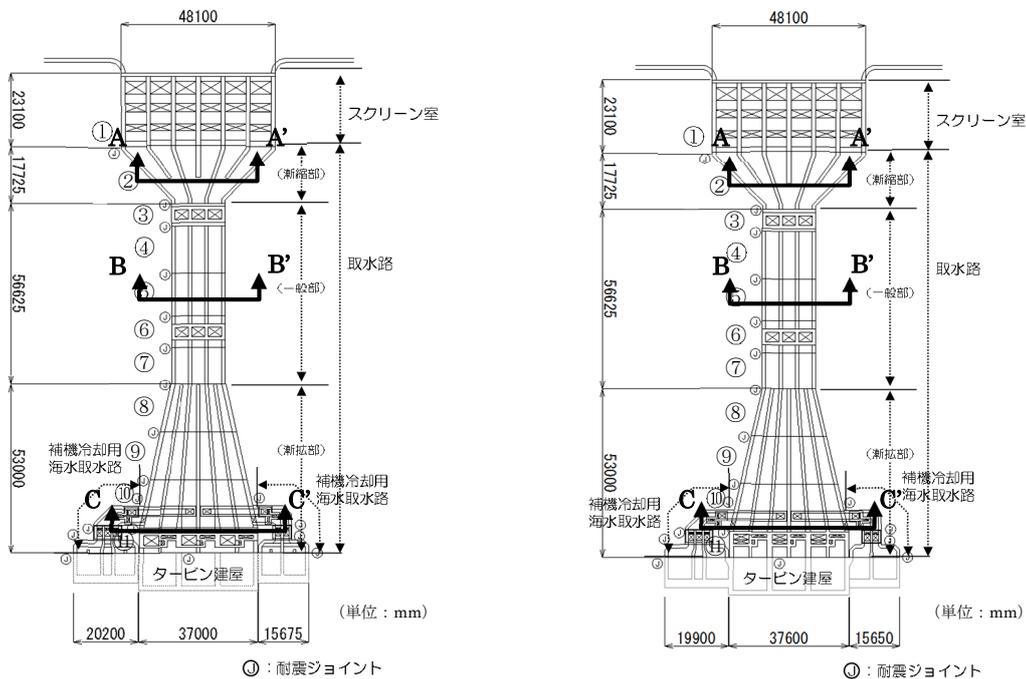
取水路の平面図を第 6-2-1 図に、縦断図を第 6-2-2 図及び第 6-2-3 図に、断面図を第 6-2-4 図に示す。また、取水路の構造諸元について 6 号炉を第 6-2-1 表に、7 号炉を第 6-2-2 表に示す。

取水路は、鉄筋コンクリート造の地中構造物であり、古安田層洪積粘性土層に直接若しくはマンメイドロックを介して西山層に設置される。

取水路の縦断方向（通水方向）は、加振方向と平行に配置される側壁及び隔壁を耐震設計上見込むことができるため、強軸方向となる。一方、横断方向（通水方向に対し直交する方向）は、通水機能を確保するため、加振方向と平行に配置される構造部材がないことから、弱軸方向となる。

取水路の断面形状は、取水方向に対して複数の断面形状を示し、海側から大きく漸縮部、一般部、漸拡部に分けられる。

取水路の耐震評価は、構造物の構造的特徴や周辺の地盤条件も考慮して、構造の安全性に支配的な弱軸方向であるブロック②～⑩の横断方向断面のうち、耐震安全上厳しくなる断面について基準地震動  $S_s$  による耐震評価を実施する。



(6号炉)

(7号炉)

第 6-2-1 図 6 号及び 7 号炉取水路 平面図

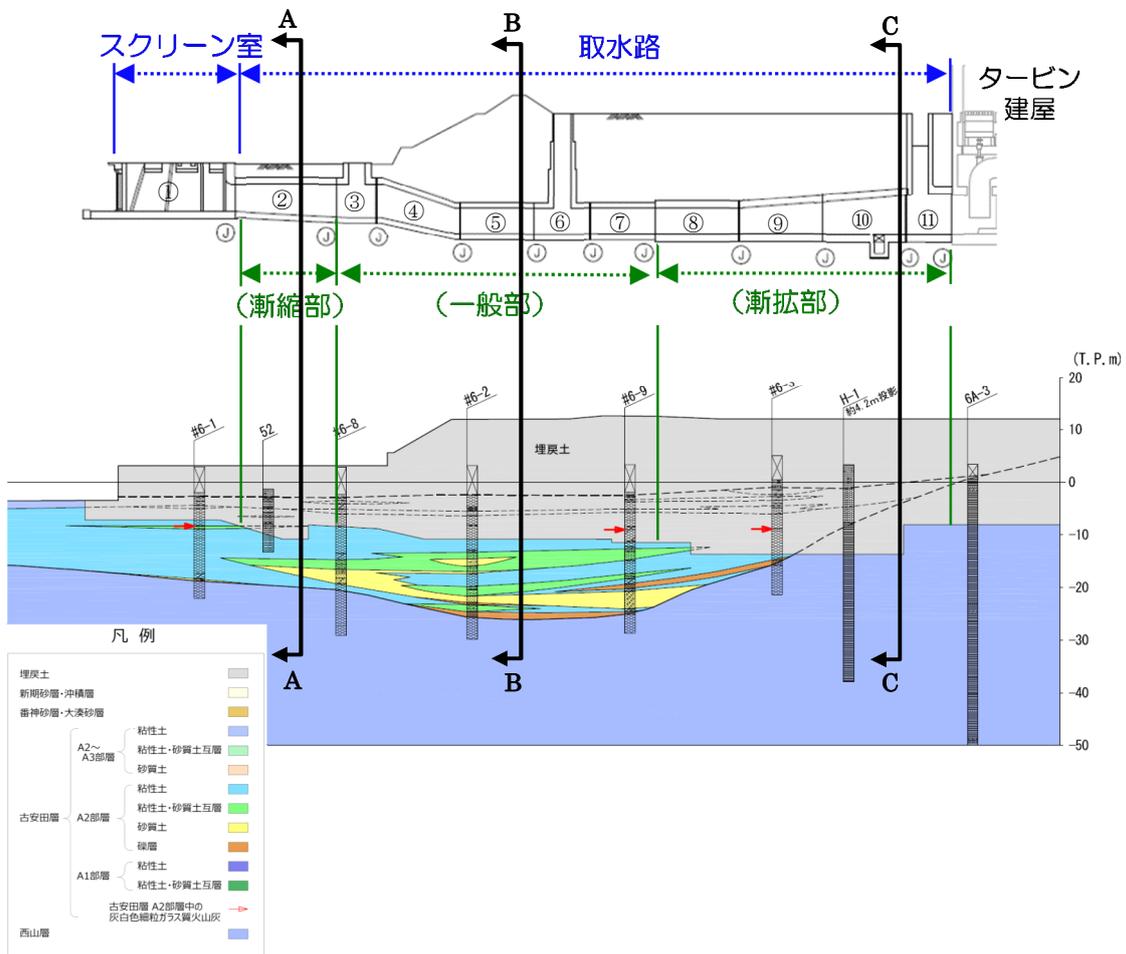
第 6-2-1 表 6 号炉取水路 構造諸元

ブロック番号	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪
設備区分	スクリーン室	取水路 (漸縮部)	取水路 (一般部)				取水路 (漸拡部)				
幅 (m)	48.1	48.1~16.6		16.6	16.6		16.6	17.3~23.9	24.0~30.5	30.5~37.0	
高さ (m)	10.0	7.0~8.0		8.0~6.6	6.6		6.6	7.2	7.2~8.3	8.3~9.5	
壁面積率	0.19	0.20		0.24	0.24		0.24	0.37	0.28	0.23	
頂版開口	有	無	立坑	無	無	立坑	無	無	無	無	立坑
機器荷重	有	無		無	無		無	無	無	無	
土被り厚 (m)	0	2.5		2.5~14.7	14.7~19.2		15.8	15.6	15.6~14.5	14.5~13.3	

※ここで壁面積率とは、横断面のせん断変形が鉛直部材の壁率に依存することを考慮して、構造物各ブロックの全体平面積（青色部分）に対する鉛直部材の平面積（赤色部分）と定義する



壁面積率 (例: ブロック5)



第 6-2-2 図 6 号炉取水路 縦断面図

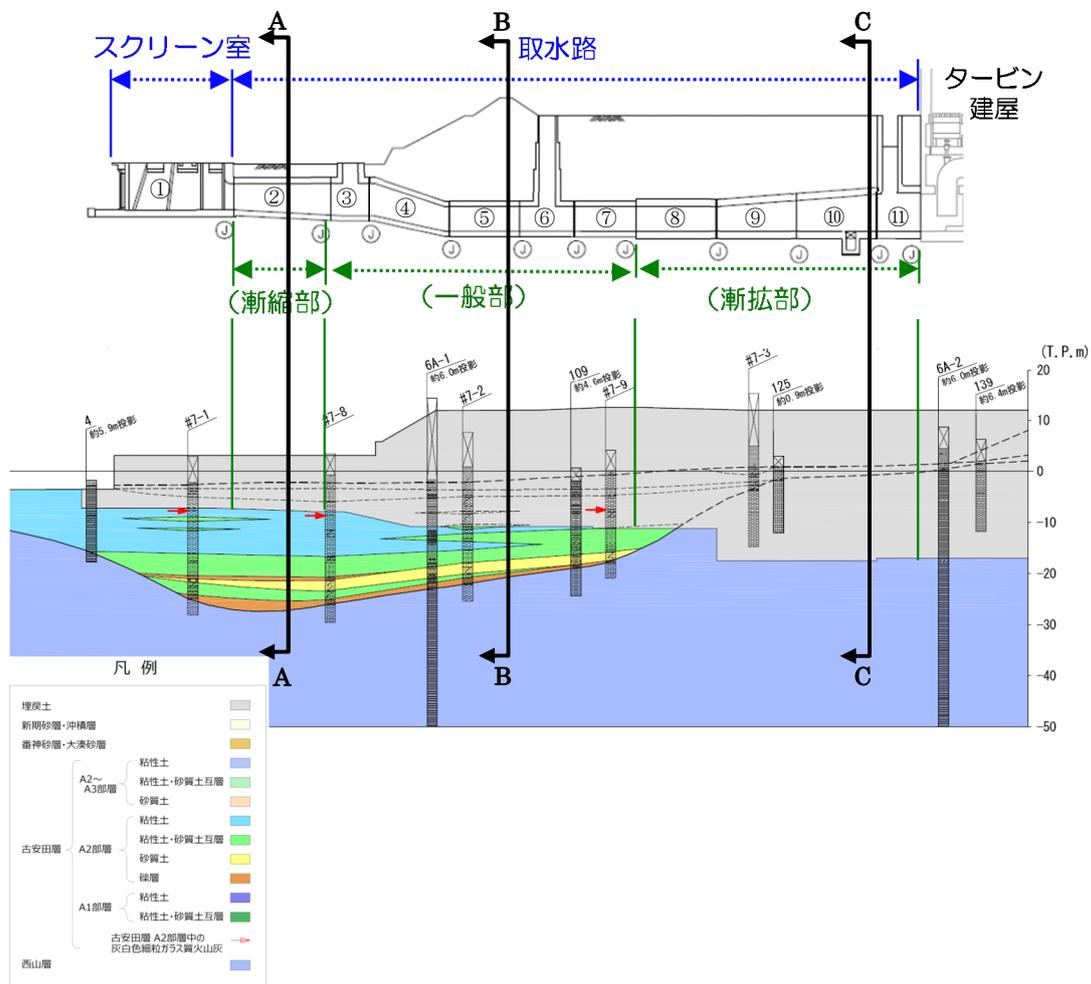
第 6-2-2 表 7号炉取水路 構造諸元

ブロック番号	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪
設備区分	スクリーン室	取水路 (漸縮部)	取水路 (一般部)				取水路 (漸拡部)				
幅 (m)	48.1	48.1~16.6		16.6	16.6		16.6	17.3~24.0	24.0~30.9	30.9~37.6	
高さ (m)	10.0	7.0~8.0		8.0~6.6	6.6		6.6	7.2	7.2~8.3	8.3~9.5	
壁面積率	0.19	0.20		0.24	0.24		0.24	0.37	0.28	0.22	
頂版開口	有	無	立坑	無	無	立坑	無	無	無	無	立坑
機器荷重	有	無		無	無		無	無	無		
土被り厚 (m)	0	2.5		2.5~13.8	13.8~19.2		15.8	15.6	15.6~14.5	14.5~13.3	

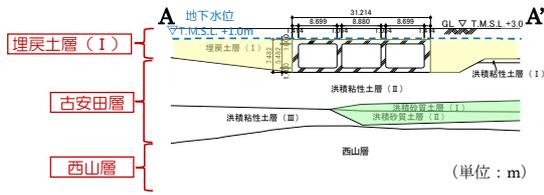
※ここで壁面積率とは、横断面のせん断形状が鉛直部材の壁厚に依存することを考慮して、構造物各ブロックの全体平面積（青色部分）に対する鉛直部材の平面積（赤色部分）と定義する



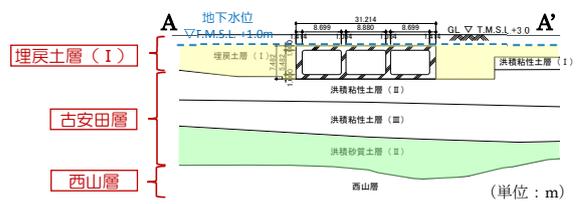
壁面積率（例：ブロック⑤）



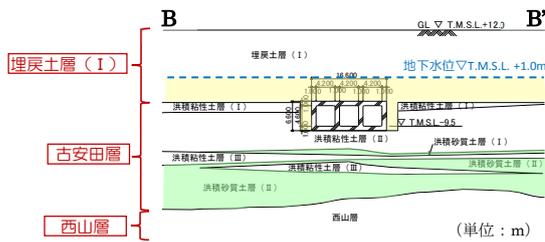
第 6-2-3 図 7号炉取水路 縦断面図



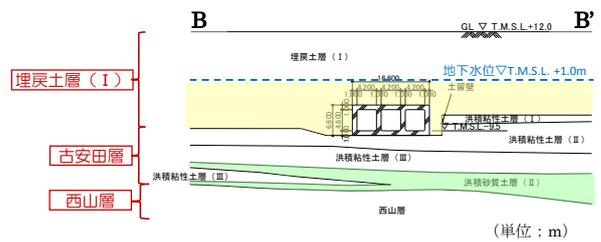
(6号炉取水路漸縮部)



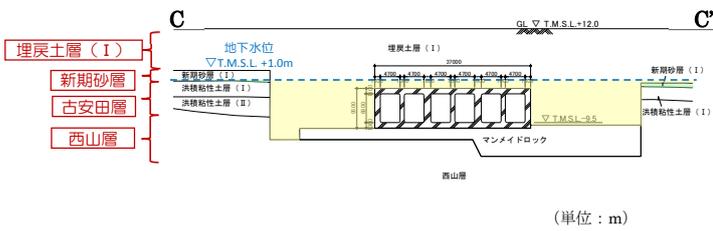
(7号炉取水路漸縮部)



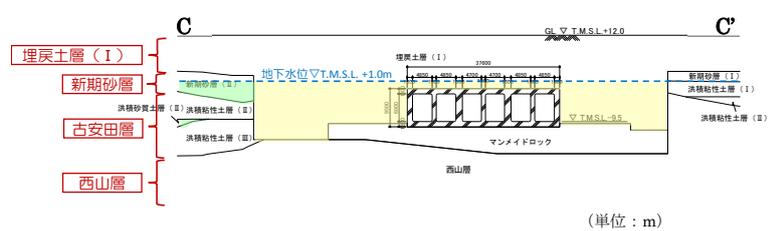
(6号炉取水路一般部)



(7号炉取水路一般部)



(6号炉取水路漸拡部)



(7号炉取水路漸拡部)



第 6-2-4 図 6号及び7号炉取水路 断面図

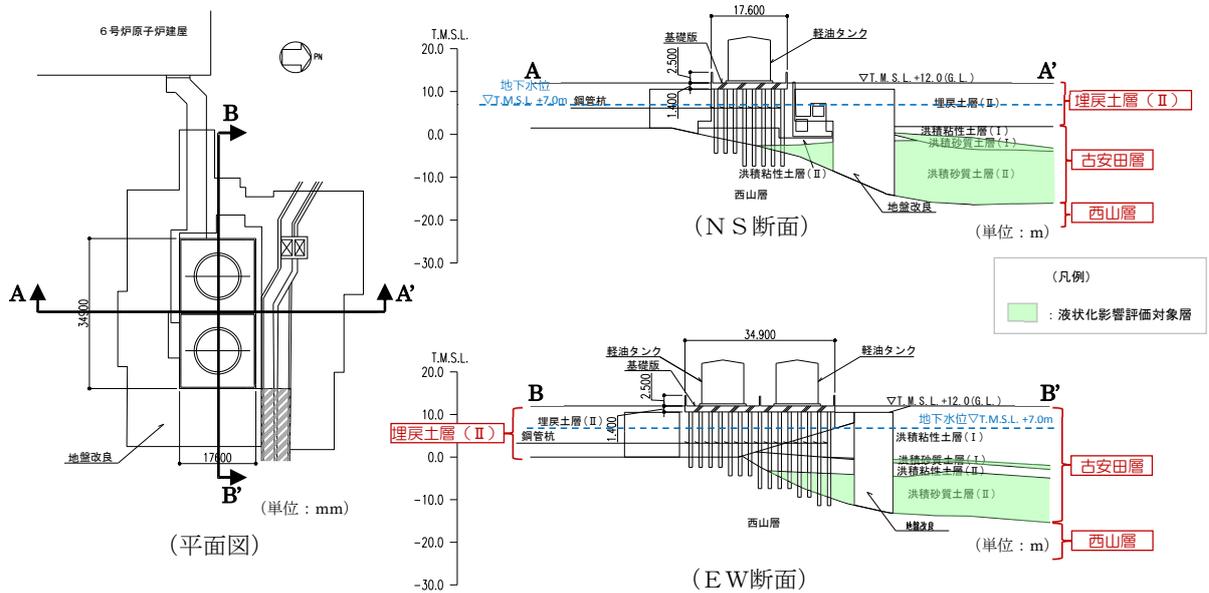
### 3. 軽油タンク基礎

軽油タンク基礎の平面図及び断面図について、6号炉を第6-3-1図に、7号炉を第6-3-2図に示す。

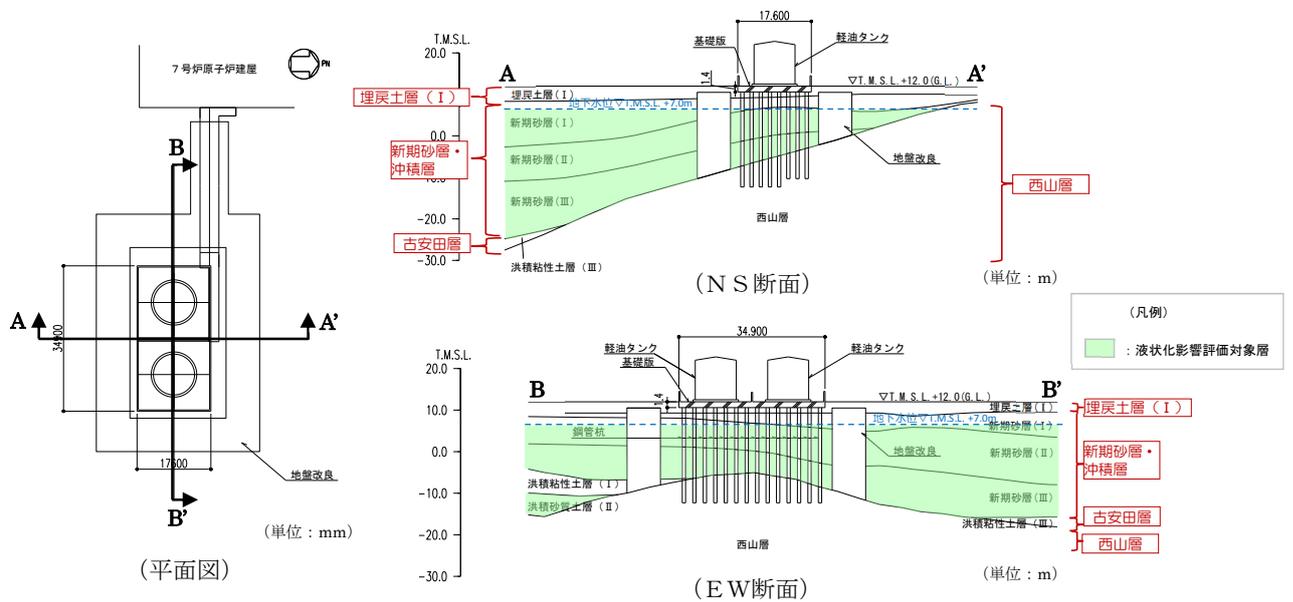
軽油タンク基礎は、鉄筋コンクリート造の基礎版が杭を介して西山層に支持される地中構造物である。

軽油タンク基礎は比較的単純な基礎構造物であり、評価対象断面方向に一様な構造となっている。また、基礎版及び杭の周辺には地盤改良を実施しているため、周辺の地盤が構造物に与える影響はどの断面も大きな差はないと考えられる。

軽油タンク基礎の耐震評価は、構造物の構造的特徴や周辺の地盤条件も考慮して、耐震安全上厳しくなる断面について基準地震動  $S_s$  による耐震評価を実施する。



第 6-3-1 図 6 号炉軽油タンク基礎 平面図・断面図



第 6-3-2 図 7 号炉軽油タンク基礎 平面図・断面図

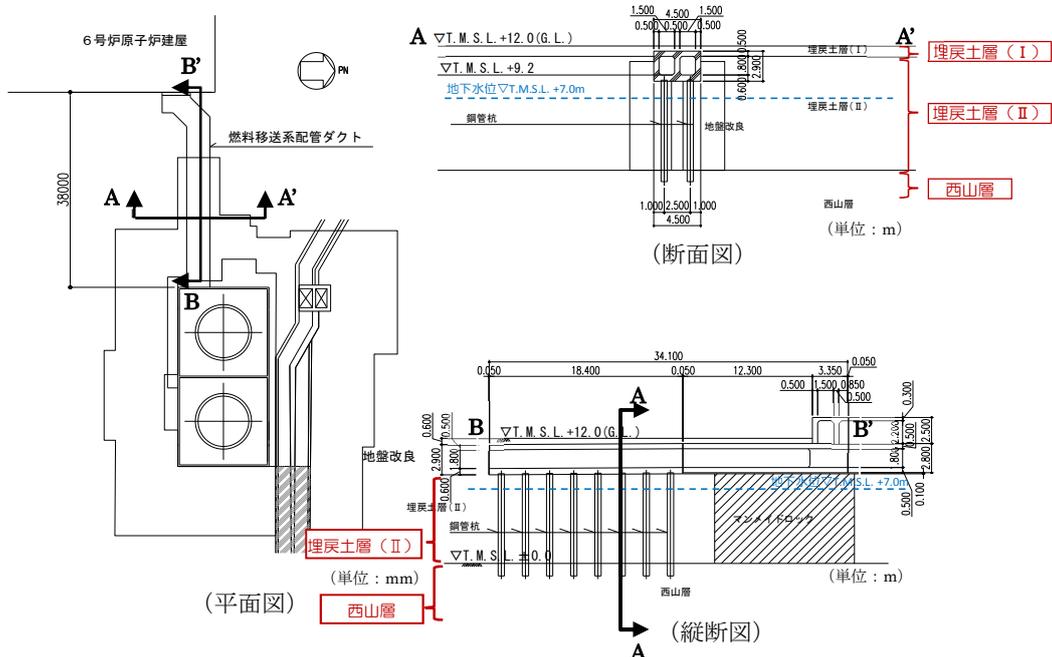
#### 4. 燃料移送系配管ダクト

燃料移送系配管ダクトの平面図，断面図及び縦断図について，6号炉を第6-4-1図に，7号炉を第6-4-2図に示す。

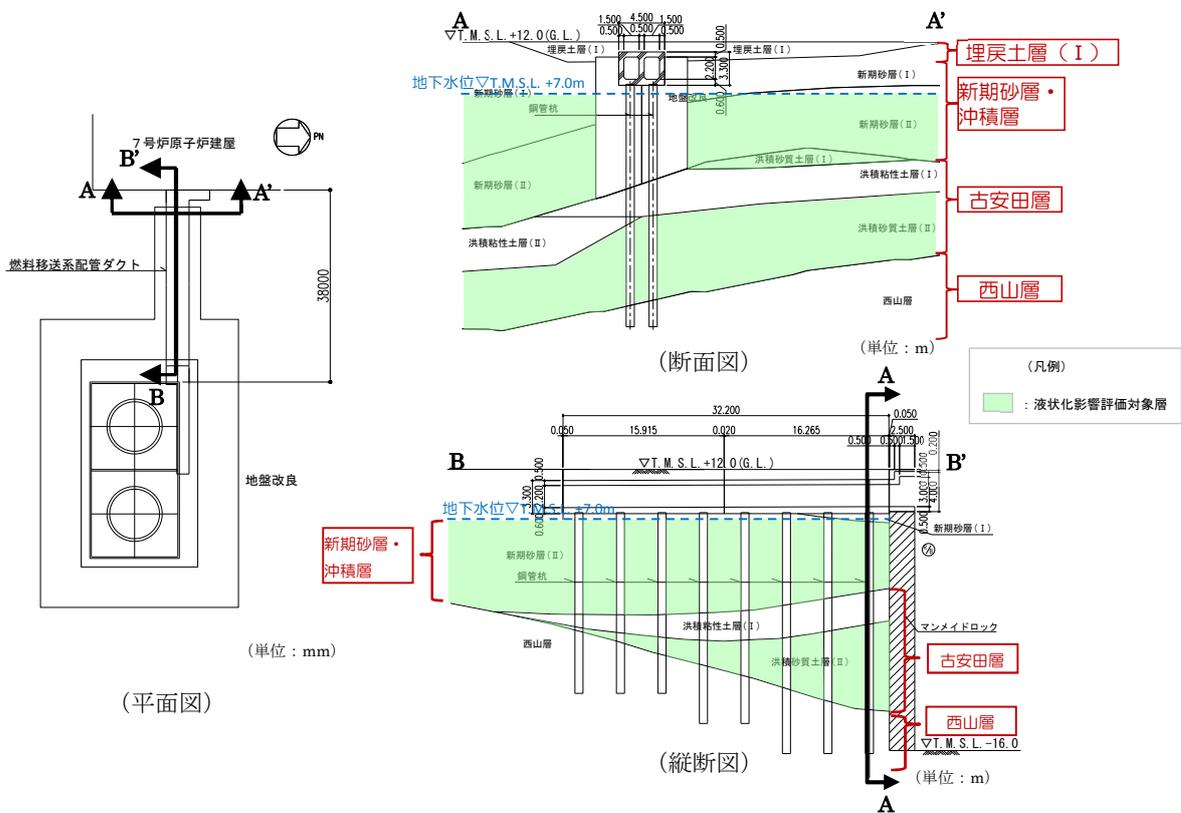
6号炉燃料移送系配管ダクトは，軽油タンク側は鉄筋コンクリート造のダクトが杭を介して，6号炉原子炉建屋側はマンメイドロックを介して西山層に支持される地中構造物である。7号炉燃料移送系配管ダクトは，鉄筋コンクリート造のダクトが杭を介して西山層に支持される地中構造物である。また，6号及び7号炉ともにダクト及び杭の周辺には地盤改良を実施している。

燃料移送系配管ダクトの縦断方向（軸方向）は，ダクト部の加振方向と平行に配置される側壁及び隔壁を耐震設計上見込むことができるため，強軸方向となる。一方，横断方向（軸方向に対し直交する方向）は，加振方向と平行に配置される構造部材がないことから，弱軸方向となる。

燃料移送系配管ダクトの耐震評価は，構造物の構造的特徴や周辺の地盤条件も考慮して，構造の安全性に支配的な弱軸方向である横断方向断面のうち，耐震安全上厳しくなる断面について基準地震動  $S_s$  による耐震評価を実施する。



第 6-4-1 図 6号炉燃料移送系配管ダクト 平面図・断面図・縦断面図



第 6-4-2 図 7号炉燃料移送系配管ダクト 平面図・断面図・縦断面図

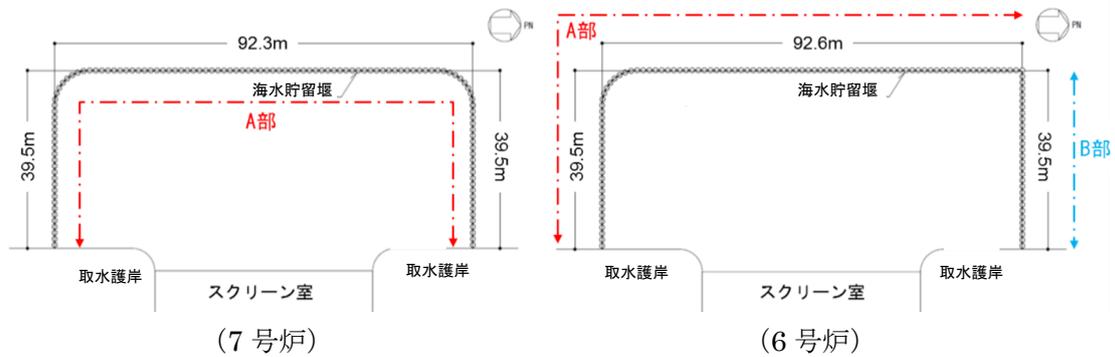
5. 海水貯留堰

海水貯留堰の平面図を第 6-5-1 図に、断面図を第 6-5-2 図に示す。

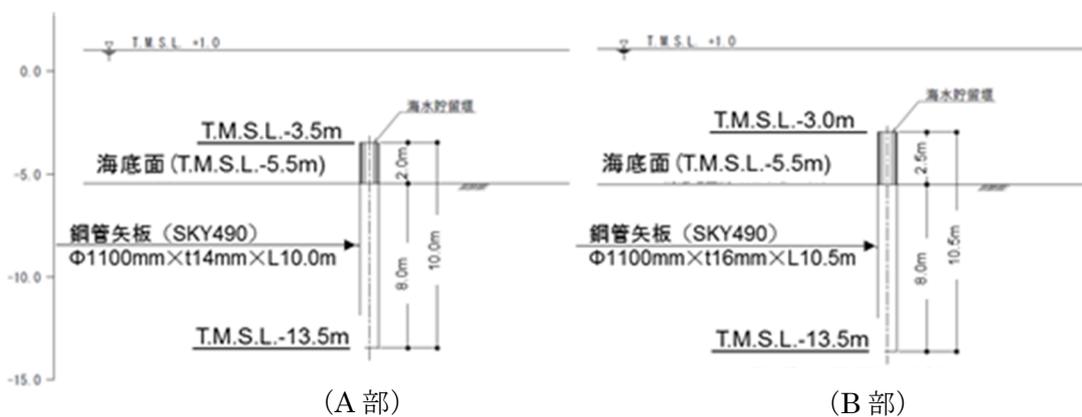
海水貯留堰は、取水口前面の海中に設置する鋼管矢板を連結した構造物であり、取水護岸に接続している。また、鋼管矢板は、西山層若しくは古安田層洪積粘性土層に直接設置される。

海水貯留堰の縦断方向（軸方向）は、加振方向に隣接する鋼管矢板を耐震設計上見込むことができるため、強軸方向となる。一方、横断方向（軸方向に対し直交する方向）は、加振方向に隣接する鋼管矢板がないことから、弱軸方向となる。

海水貯留堰の耐震評価は、構造物の構造的特徴や周辺の地盤条件も考慮して、構造の安全性に支配的な弱軸方向である横断方向断面のうち、耐震安全上厳しくなる断面について基準地震動  $S_s$  による耐震評価を実施する。



第 6-5-1 図 6号及び7号炉海水貯留堰 平面図



第 6-5-2 図 6号及び7号炉海水貯留堰 断面図

#### 6. 第一ガスタービン発電機基礎及び第一ガスタービン発電機用燃料タンク基礎

第一ガスタービン発電機基礎及び第一ガスタービン発電機用燃料タンク基礎の平面図を第 6-6-1 図に、断面図を第 6-6-2 図に示す。

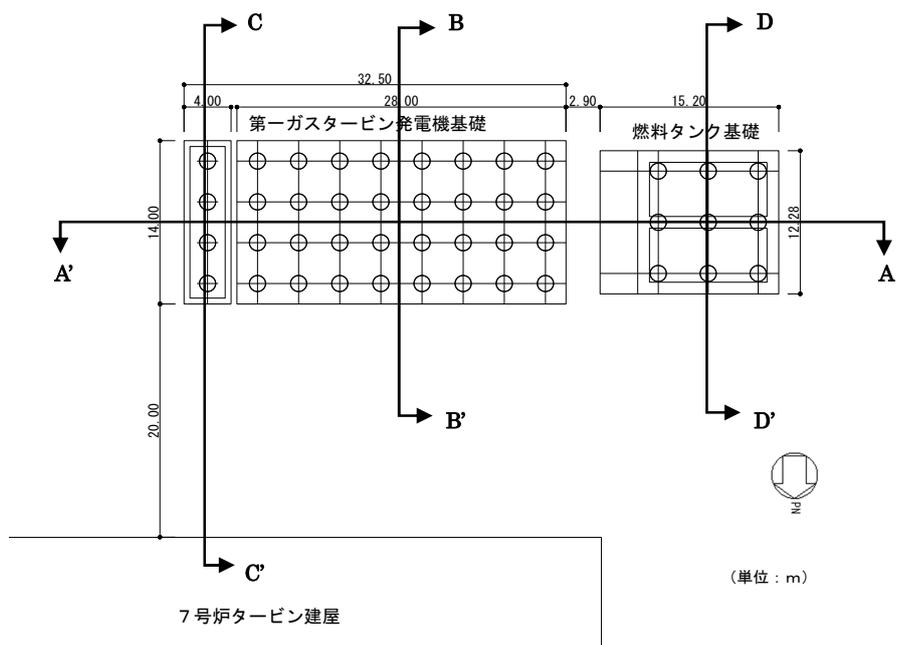
第一ガスタービン発電機基礎は、鉄筋コンクリート造の基礎版が杭を介して西山層に支持される地中構造物である。

第一ガスタービン発電機基礎は比較的単純な基礎構造物であり、評価対象断面方向に一様な構造となっている。また、基礎版及び杭の周辺には地盤改良を実施しているため、周辺の地盤が構造物に与える影響はどの断面も大きな差はないと考えられる。

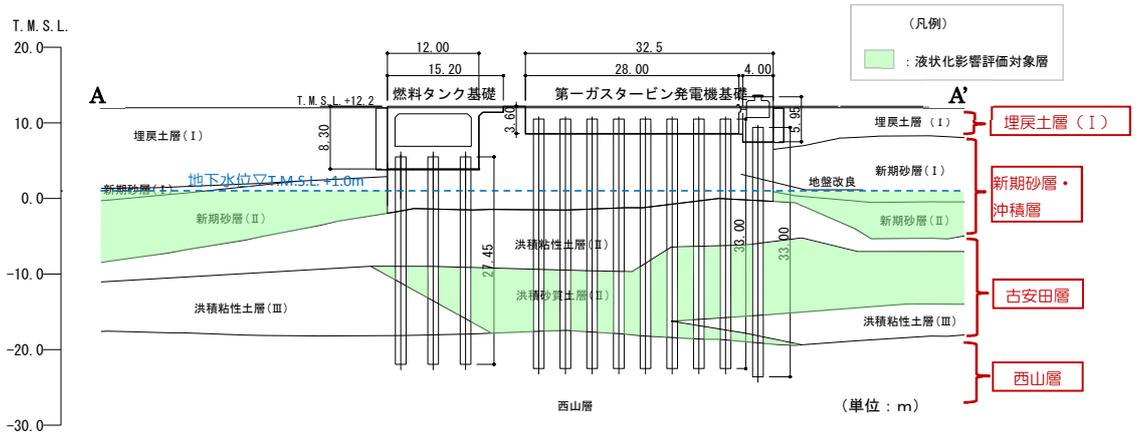
第一ガスタービン発電機用燃料タンク基礎は、鉄筋コンクリート造のピットが杭を介して西山層に支持される地中構造物である。

第一ガスタービン発電機用燃料タンク基礎は比較的単純な基礎構造物であり、評価対象断面方向に一様な構造となっている。また、ピット及び杭の周辺には地盤改良を実施しているため、周辺の地盤が構造物に与える影響はどの断面も大きな差はないと考えられる。

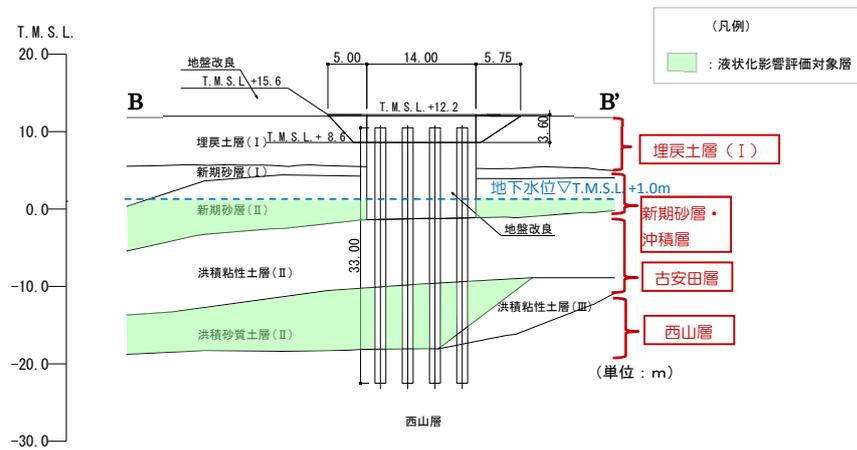
第一ガスタービン発電機基礎及び第一ガスタービン発電機用燃料タンク基礎の耐震評価は、構造物の構造的特徴や周辺の地盤条件も考慮して、耐震安全上厳しくなる断面について基準地震動  $S_s$  による耐震評価を実施する。



第 6-6-1 図 第一ガスタービン発電機及び  
第一ガスタービン発電機用燃料タンク基礎 平面図

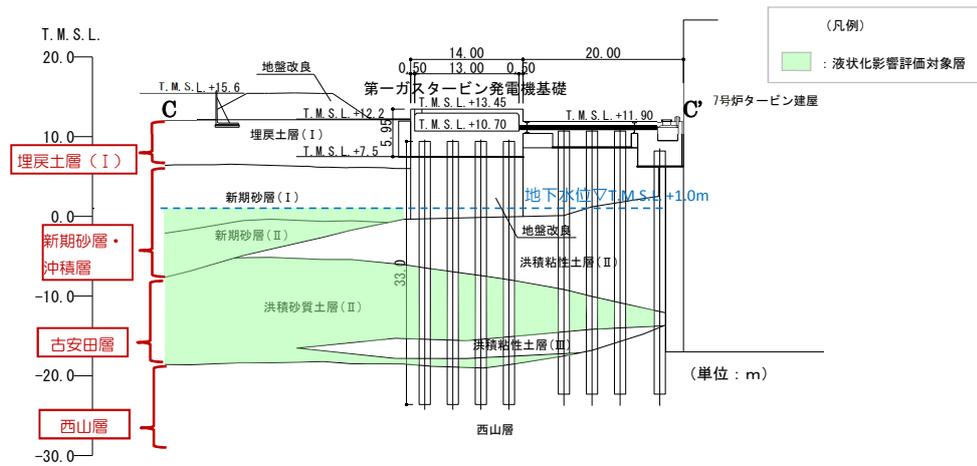


(第一ガスタービン発電機基礎及び燃料タンク基礎 EW 断面)

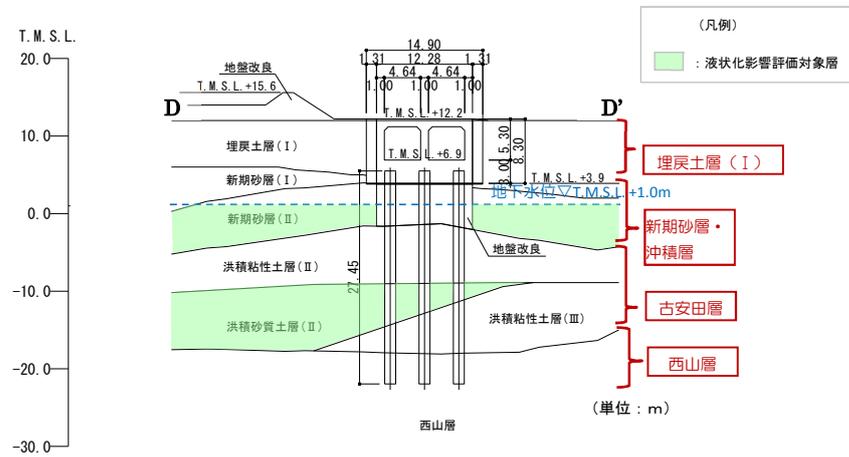


(第一ガスタービン発電機基礎 NS 断面①)

第 6-6-2 図 第一ガスタービン発電機及び  
 第一ガスタービン発電機用燃料タンク基礎 断面図 (1/2)



(第一ガスタービン発電機基礎 NS断面②)



(第一ガスタービン発電機用燃料タンク基礎 NS断面)

第 6-6-2 図 第一ガスタービン発電機及び  
第一ガスタービン発電機用燃料タンク基礎 断面図 (2/2)

第 4-2-2 表 柏崎刈羽原子力発電所 7 号炉 建屋内上位クラス施設一覧表(6/7)

整理番号	建屋内上位クラス施設	区分	設置建屋	配置図番号*
K7-B001	非常用所内電源補助盤	S クラス	C/B	31
K7-B002	安全系補助継電器盤	S クラス SA 施設	C/B	31
K7-B003	安全保護系盤	S クラス SA 施設	C/B	31
K7-B004	工学的安全施設盤	S クラス SA 施設	C/B	31
K7-B005	中央運転監視盤	S クラス SA 施設	C/B	31
K7-B006	運転監視補助盤	S クラス SA 施設	C/B	31
K7-B007	中央制御室端子盤	S クラス	C/B	31
K7-B008	原子炉緊急停止系ロードドライバ盤	S クラス	C/B	31
K7-B009	主蒸気隔離系ロードドライバ盤	S クラス	C/B	31
K7-B010	原子炉隔離時冷却系タービン制御盤	S クラス	R/B	19
K7-B011	原子炉隔離時冷却系真空タンク水位電送器用増幅器収納箱	S クラス	R/B	19
K7-B012	中央制御室外原子炉停止装置盤	S クラス	R/B	19
K7-B013	スクラムソレノイドヒューズ盤	S クラス	R/B	18
K7-B014	可燃性ガス濃度制御系サイリスタスイッチ盤	S クラス	R/B	19
K7-B015	原子炉補機冷却海水系ストレーナ制御盤	S クラス	T/B	25, 26, 28
K7-B016	安全系多重伝送現場盤	S クラス SA 施設	R/B	19
K7-B017	ほう酸水注入系操作盤	S クラス	R/B	22
K7-B018	メタルクラッドスイッチギア	S クラス SA 施設	R/B	19
K7-B019	パワーセンタ	S クラス SA 施設	R/B T/B	19, 25, 26 27
K7-B020	動力変圧器	S クラス SA 施設	R/B T/B	19, 22, 25 26, 27
K7-B021	モータコントロールセンタ	S クラス SA 施設	R/B T/B C/B	19, 22, 24 25, 26, 27 30
K7-B022	直流主母線盤	S クラス SA 施設	C/B	30
K7-B023	充電器盤	S クラス SA 施設	R/B C/B	24, 30
K7-B024	蓄電池	S クラス SA 施設	R/B C/B	24, 29, 30
K7-B025	直流モータコントロールセンタ	S クラス SA 施設	R/B	19, 24
K7-B026	直流分電盤	S クラス SA 施設	C/B	30
K7-B027	直流切替盤	S クラス SA 施設	C/B	30
K7-B028	バイタル交流電源装置	S クラス SA 施設	C/B	30
K7-B029	交流バイタル分電盤	S クラス SA 施設	C/B	30
K7-B030	計測用主母線盤	S クラス SA 施設	C/B	30
K7-B031	計測用分電盤	S クラス SA 施設	C/B	30
K7-B032	非常用ディーゼル発電機盤	S クラス	R/B	20, 21
K7-B033	換気空調補機非常用冷却水系冷凍機制御盤	S クラス	C/B	29
K7-B034	核計装/安全系プロセス放射線モニタ盤	S クラス SA 施設	R/B C/B	21, 31

整理番号	建屋内上位クラス施設	区分	設置建屋	配置図番号*
K7-B035	格納容器内雰囲気モニタ盤	S クラス SA 施設	R/B C/B	22, 31
K7-B036	使用済燃料プール・津波監視カメラ制御架	S クラス SA 施設	C/B	31
K7-B037	格納容器補助盤	SA 施設	C/B	31
K7-B038	原子炉系記録計盤	SA 施設	C/B	31
K7-B039	格納容器内水素モニタ盤	SA 施設	C/B	31
K7-B040	事故時放射線モニタ盤	S クラス SA 施設	C/B	31
K7-B041	緊急用電源切替箱	SA 施設	R/B	19, 21
K7-B042	AM用電動弁電源切替盤	S クラス SA 施設	R/B	22
K7-B043	AM用電動弁操作箱	SA 施設	R/B	22
K7-B044	格納容器圧力逃がし装置制御盤	SA 施設	C/B	31
K7-B045	格納容器圧力逃がし装置無停電電源装置	SA 施設	R/B	21
K7-B046	格納容器圧力逃がし装置放射線モニタ前置増幅器盤	SA 施設	R/B	24
K7-B047	保安器盤	SA 施設	R/B	24
K7-B048	A T W S / R P T 盤	SA 施設	C/B	31
K7-B049	高圧代替注水設備制御盤	SA 施設	C/B	31
K7-B050	使用済燃料プール(広域)水位監視制御盤	S クラス SA 施設	C/B	31

※ 第 6-3-2 図で建屋内上位クラス施設が記載されている配置図の通し番号を示す。

第 4-2-2 表 柏崎刈羽原子力発電所 7 号炉 建屋内上位クラス施設一覧表(7/7)

整理番号	建屋内上位クラス施設	区分	設置建屋	配置図番号*
K7-I001	鉛直方向地震加速度検出器	S クラス	R/B	17
K7-I002	水平方向地震加速度検出器	S クラス	R/B	17, 22
K7-I003	原子炉系炉心流量	S クラス	R/B	17
K7-I004	原子炉水位 (狭帯域)	S クラス SA 施設	R/B	19
K7-I005	原子炉水位 (SA)	SA 施設	R/B	18, 19
K7-I006	原子炉圧力	S クラス SA 施設	R/B	19
K7-I007	原子炉圧力 (SA)	SA 施設	R/B	19
K7-I008	格納容器内圧力	S クラス	R/B	22
K7-I009	格納容器内圧力 (D/W)	SA 施設	R/B	22
K7-I010	制御棒駆動機構充てん水圧力	S クラス	R/B	17
K7-I011	主蒸気管放射線モニタ	S クラス	R/B	22
K7-I012	原子炉区域換気空調系排気放射線モニタ	S クラス	R/B	22
K7-I013	燃料取替エリア排気放射線モニタ	S クラス	R/B	24
K7-I014	サブプレッションチェンバプール水位	S クラス SA 施設	R/B	17
K7-I015	原子炉水位 (広帯域)	S クラス SA 施設	R/B	19
K7-I016	主蒸気管流量	S クラス	R/B	19
K7-I017	主蒸気管トンネル温度	S クラス	R/B	21
K7-I018	取水槽水位計測用空気流量調節器	S クラス	T/B	26
K7-I019	取水槽水位	S クラス	T/B	26
K7-I020	サブプレッションチェンバプール水温度	SA 施設	R/B	17
K7-I021	起動領域モニタ	S クラス SA 施設	R/B	23
K7-I022	出力領域モニタ	S クラス SA 施設	R/B	23
K7-I023	格納容器内水素濃度	S クラス SA 施設	R/B	23
K7-I024	格納容器内酸素濃度	S クラス SA 施設	R/B	23
K7-I025	格納容器内雰囲気放射線モニタ	S クラス SA 施設	R/B	19, 20
K7-I026	残留熱除去系系統流量	S クラス	R/B	17
K7-I027	原子炉水位 (燃料域)	S クラス SA 施設	R/B	17
K7-I028	高压炉心注水系系統流量	S クラス	R/B	17
K7-I029	原子炉隔離時冷却系系統流量	S クラス	R/B	17
K7-I030	使用済燃料貯蔵プール温度 (SA 広域) 使用済燃料貯蔵プール水位 (SA 広域)	SA 施設	R/B	24
K7-I031	原子炉圧力容器温度	SA 施設	R/B	19
K7-I032	復水補給水系流量 (RHR (A) 系代 替注水流量)	SA 施設	R/B	19

整理番号	建屋内上位クラス施設	区分	設置建屋	配置図番号*
K7-I033	復水補給水系流量 (RHR (B) 系代 替注水流量)	SA 施設	R/B	20
K7-I034	使用済燃料貯蔵プール温度 (SA) 使用済燃料貯蔵プール水位 (SA)	SA 施設	R/B	24
K7-I035	使用済燃料貯蔵プール水位 (SA)	SA 施設	R/B	24
K7-I036	復水補給水系流量 (格納容器下部 注水流量)	SA 施設	R/B	18
K7-I037	格納容器内圧力 (S/C)	SA 施設	R/B	20
K7-I038	サブプレッションチェンバ気体温度	SA 施設	R/B	19
K7-I039	ドライウェル雰囲気温度	SA 施設	R/B	17, 22
K7-I040	原子炉建屋水素濃度	SA 施設	R/B	18, 19, 21, 24
K7-I041	高压代替注水系系統流量	SA 施設	R/B	18
K7-I042	格納容器下部水位	SA 施設	R/B	17
K7-I043	格納容器内水素濃度 (SA)	SA 施設	R/B	19, 20
K7-I044	耐圧強化ベント系放射線モニタ	SA 施設	R/B	24
K7-I045	使用済燃料貯蔵プール放射線モニタ (低レンジ)	SA 施設	R/B	24
K7-I046	使用済燃料貯蔵プール放射線モニタ (高レンジ)	SA 施設	R/B	24
K7-I047	静的触媒式水素再結合器 動作 監視装置	SA 施設	R/B	24
K7-I048	復水貯蔵槽水位 (SA)	SA 施設	Rw/B	32
K7-I049	復水移送ポンプ吐出圧力	SA 施設	Rw/B	32
K7-I050	復水補給水系温度 (代替循環冷却)	SA 施設	R/B	17
K7-I051	通信連絡設備	SA 施設	C/B	31
K7-I052	格納容器圧力逃がし装置フィルタ 装置入口圧力	SA 施設	R/B	23
K7-I053	格納容器圧力逃がし装置フィルタ 装置水素濃度	SA 施設	R/B	22

※ 第 6-3-2 図で建屋内上位クラス施設が記載されている配置図の通し番号を示す。

第 4-2-3 表 柏崎刈羽原子力発電所 6 号炉及び 7 号炉  
建屋内上位クラス施設一覧表

整理 番号	建屋内上位クラス施設	区分	設置 建屋	配置図 番号*
共- E001	中央制御室待避室空気ポンプ陽 圧化装置配管	SA 施設	C/B Rw/B	—
共- E002	5 号炉原子炉建屋内緊急時対策所 (対策本部) 陽圧化装置配管	SA 施設	5 号 R/B	—
共- E003	5 号炉原子炉建屋内緊急時対策所 (対策本部) 二酸化炭素吸収装置	SA 施設	5 号 R/B	1
共- E004	5 号炉原子炉建屋内緊急時対策所 (対策本部) 高気密室	SA 施設	5 号 R/B	1
共- E005	5 号炉原子炉建屋内緊急時対策所 (待機場所) 陽圧化装置配管	SA 施設	5 号 R/B	—
共- B001	5 号炉原子炉建屋内緊急時対策所 用負荷変圧器	SA 施設	5 号 R/B	1
共- B002	5 号炉原子炉建屋内緊急時対策所 用交流分電盤	SA 施設	5 号 R/B	1
共- B003	第一ガスタービン発電機操作盤	SA 施設	C/B	2
共- I001	5 号炉原子炉建屋内緊急時対策所 用無線連絡設備	SA 施設	5 号 R/B	1

※ 第 6-3-3 図で建屋内上位クラス施設が記載されている配置図の通し番号を示す。

## 5. 下位クラス施設の抽出及び影響評価方法

3. 項で整理した各検討事象を基に、上位クラス施設への波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設の抽出及び評価フローを作成し、当該フローに基づき、影響評価を実施する。なお、建屋外の波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設の抽出にあたっては、施設の設置地盤及び周辺地盤の液状化による影響を考慮する。

### 5.1 相対変位又は不等沈下による影響

#### (1) 地盤の不等沈下による影響

第 5-1-1 図のフローに従い、上位クラス施設及びそれらの間接支持構造物である建物・構築物の周辺に位置する波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設を抽出し、波及的影響の有無を検討する。

#### a. 下位クラス施設の抽出

地盤の不等沈下による下位クラス施設の傾きや倒壊を想定しても上位クラス施設に衝突しない程度の十分な離隔距離をとって配置されていることを確認し、離隔距離が十分でない下位クラス施設を抽出する。

#### b. 耐震性の確認

a. で抽出した下位クラス施設について、基準地震動  $S_s$  に対して、基礎地盤が十分な支持性能を持つ岩盤に設置されていることの確認により、不等沈下しないことを確認する。支持層が岩盤でなく更新統（古安田層）に設置されている場合や支持層に更新統（古安田層）と岩盤が混在する場合は、基準地震動  $S_s$  に対して、不等沈下が生じないことを確認する。

#### c. 不等沈下に伴う波及的影響の評価

b. で地盤の不等沈下のおそれが否定できない下位クラス施設については、傾きや倒壊を想定し、これらによる上位クラス施設への影響を確認し、上位クラス施設の有する機能を損なわないことを確認する。

#### d. 対策検討

c. で上位クラス施設の機能を損なうおそれが否定できない下位クラス施設に対して、基礎地盤の補強や周辺の地盤改良等を行い、不等沈下による下位クラス施設の波及的影響を防止する。

第 6-1-5 表 6 号及び 7 号炉 建屋外施設の評価方針又は評価結果（地盤の不等沈下による影響）

建屋外上位クラス施設	波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設	評価方針又は評価結果	備考
<ul style="list-style-type: none"> <li>コントロール建屋</li> </ul>	サービス建屋	サービス建屋は岩盤（一部が古安田層）に支持されているため、基準地震動 Ss に対して、不等沈下が生じないことを確認する。	本資料 添付資料 5 参照 工認計算書 添付予定
<ul style="list-style-type: none"> <li>5 号炉原子炉建屋内緊急時対策所（5 号炉原子炉建屋）</li> </ul>	5 号炉タービン建屋	5 号炉タービン建屋は 5 号炉原子炉建屋内緊急時対策所と連続した岩盤に直接支持されており、不等沈下は生じない。	本資料 添付資料 5 参照
	5 号炉サービス建屋	5 号炉サービス建屋は地盤改良土を介して更新統（古安田層）に支持されているため、基準地震動 Ss に対して、不等沈下が生じないことを確認する。	本資料 添付資料 5 参照 工認計算書 添付予定
	5 号炉主排気筒	5 号炉主排気筒は 5 号炉原子炉建屋内緊急時対策所と連続した岩盤に杭を介して支持されており、不等沈下は生じない。	本資料 添付資料 5 参照
	5 号炉連絡通路	5 号炉連絡通路はマンメイドロック（MMR）を介して更新統（古安田層）に支持されているため、基準地震動 Ss に対して、不等沈下が生じないことを確認する。	本資料 添付資料 5 参照 工認補足 説明資料に 記載予定
	5 号炉格納容器圧力逃がし装置基礎	5 号炉格納容器圧力逃がし装置基礎は 5 号炉原子炉建屋内緊急時対策所と連続した岩盤に杭を介して支持されており、不等沈下は生じない。	本資料 添付資料 5 参照
<ul style="list-style-type: none"> <li>5 号炉原子炉建屋内緊急時対策所用無線連絡設備</li> </ul>	5 号炉主排気筒	5 号炉主排気筒は 5 号炉原子炉建屋内緊急時対策所と連続した岩盤に杭を介して支持されており、不等沈下は生じない。	本資料 添付資料 5 参照

第 6-1-6 表 6 号炉 建屋外施設の評価方針（建屋の相対変位による影響）

建屋外上位クラス施設	波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設	評価方針	備考
・タービン建屋	6 号炉連絡通路	6 号炉連絡通路はタービン建屋に対して構造物の規模が小さく軽量であることから、倒壊によりタービン建屋に衝突したとしても影響は軽微であり、建屋の耐震性を損なうことはないことを確認する。	工認補足説明資料に記載予定

第 6-1-7 表 6 号及び 7 号炉 建屋外施設の評価方針（建屋の相対変位による影響）

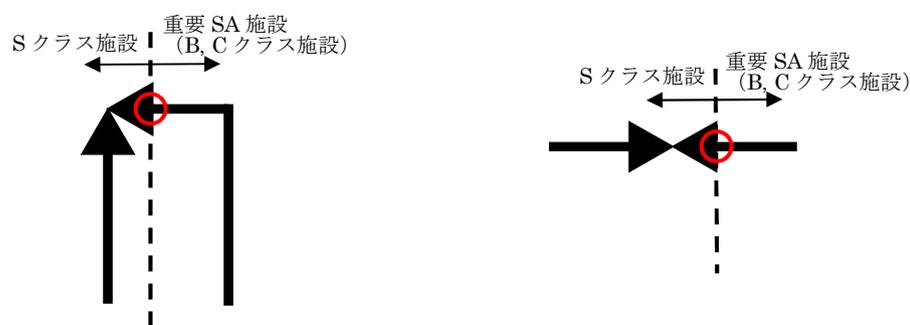
建屋外上位クラス施設	波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設	評価方針	備考
・コントロール建屋	サービス建屋	コントロール建屋とサービス建屋の最小離隔は 100mm と小さく、建屋間相対変位によって建屋同士が接触する可能性がある。そのため、基準地震動 $S_s$ に対する地震応答解析により、影響を確認する。	工認計算書添付予定
・5 号炉原子炉建屋内緊急時対策所（5 号炉原子炉建屋）	5 号炉タービン建屋	5 号炉タービン建屋と 5 号炉原子炉建屋内緊急時対策所の最小離隔は 100mm と小さく、建屋間相対変位によって建屋同士が接触する可能性がある。そのため、基準地震動 $S_s$ に対する地震応答解析により、影響を確認する。	工認補足説明資料に記載予定
	5 号炉連絡通路	5 号炉連絡通路は 5 号炉原子炉建屋内緊急時対策所に対して構造物の規模が小さく軽量であることから、倒壊により 5 号炉原子炉建屋内緊急時対策所に衝突したとしても影響は軽微であり、建屋の耐震性を損なうことはないことを確認する。	工認補足説明資料に記載予定
	5 号炉主排気モニタ建屋	5 号炉主排気モニタ建屋は 5 号炉原子炉建屋内緊急時対策所に対して構造物の規模が小さく軽量であることから、倒壊により 5 号炉原子炉建屋内緊急時対策所に衝突したとしても影響は軽微であり、建屋の耐震性を損なうことはないことを確認する。	工認補足説明資料に記載予定

## 6.2 接続部における相互影響検討結果

### 6.2.1 抽出手順

机上検討をもとに、上位クラス施設と接続する下位クラス施設のうち、下位クラス施設の損傷または隔離によるプロセス変化により上位クラス施設に影響を及ぼす可能性がある下位クラス施設を抽出する。なお、Sクラス施設等と重要 SA 施設の接続部例のような S クラス施設等と重要 SA 施設との接続部は上位クラス同士であるため、上位クラス施設と下位クラス施設との接続部として抽出しない。

接続部については、系統図等により網羅的に確認が可能であり、プラント建設時及び改造工事の際は、施工に伴う確認、系統図作成時における現場確認、使用前検査、試運転等から接続部が設計図書どおりであることを確認していることから、接続部の波及的影響については、机上検討により評価対象の抽出が可能である。



S クラス施設等と重要 SA 施設の接続部例

### 6.2.2 接続部の抽出及び影響評価対象の選定結果

第 5-2 図のフローの a, b 及び c に基づいて抽出された評価対象接続部について整理したものを第 6-2-1 表～第 6-2-6 表に示す。表中では、原子炉建屋を R/B、タービン建屋を T/B、コントロール建屋を C/B、及び廃棄物処理建屋を Rw/B と表記する。

### 6.2.3 影響評価結果

6.2.2 で抽出した上位クラス施設と下位クラス施設との接続部について、第 5-2 図のフローの d に基づいて影響評価を行った結果を第 6-2-7 表～第 6-2-9 表に示す。

影響評価を行った結果、上位クラス施設と下位クラス施設との接続部が損傷することによって、上位クラスの機能に影響を及ぼすことはないことを確認した。なお、上位クラス施設と隔離されずに接続する下位クラスベント配管は、現地調査の結果、その他の下位クラス施設による波及的影響を受けないことを確認した。

第 6-2-1 表 柏崎刈羽原子力発電所 6 号炉 上位クラス施設と下位クラス施設との接続部における設計上の考慮一覧表 (1/11)

整理番号	上位クラス施設	区分	設置場所	設計上の考慮 (有：○， 無：×)	分類※1	備考
K6-0001	非常用ディーゼル発電設備 軽油タンク	Sクラス SA 施設	建屋外	×	—	
K6-0002	非常用ディーゼル発電設備 燃料移送ポンプ	Sクラス	建屋外	×	—	
K6-0003	非常用ディーゼル発電設備 燃料油系配管	Sクラス	建屋外	×	—	
K6-0005	格納容器圧力逃がし装置 フィルタ装置	SA 施設	建屋外	×	—	
K6-0006	格納容器圧力逃がし装置 よう素フィルタ	SA 施設	建屋外	×	—	
K6-0007	格納容器圧力逃がし装置 ドレン移送ポンプ	SA 施設	建屋外	×	—	
K6-0008	格納容器圧力逃がし装置 ドレンタンク	SA 施設	建屋外	×	—	
K6-0009	格納容器圧力逃がし装置 ラプチャーディスク	SA 施設	建屋外	×	—	
K6-0010	復水補給水系配管	SA 施設	建屋外	×	—	
K6-0011	燃料プール冷却浄化系配管	SA 施設	建屋外	×	—	
K6-0012	格納容器圧力逃がし装置配管	SA 施設	建屋外	×	—	
K6-0013	格納容器圧力逃がし装置放射線モニタ 盤	SA 施設	建屋外	○	(b) i	
K6-0024	原子炉補機冷却水系配管	SA 施設	建屋外	×	—	
K6-0025	非常用ガス処理系配管	Sクラス SA 施設	建屋外	×	—	
K6-0026	無線連絡設備	SA 施設	建屋外	○	(b) i	
K6-0027	格納容器圧力逃がし装置フィルタ装置 水位	SA 施設	建屋外	○	(b) i, (b) ii	
K6-0028	格納容器圧力逃がし装置フィルタ装置 金属フィルタ差圧	SA 施設	建屋外	○	(b) i, (b) ii	
K6-0029	格納容器圧力逃がし装置フィルタ装置 スクラバ水 pH	SA 施設	建屋外	○	(b) i, (b) ii	

※1 分類は 5.2 a の項目 (a)：電気設備 (b) i：制御信号 (b) ii：計装配管 (c)：格納容器貫通部 (d)：A0 弁駆動用空気供給配管接続部 (e)：弁グランド部漏えい検出配管接続部) に対応する。なお、電気設備及び計装設備のうち上位クラス施設同士の接続部は「接続部における相互影響」としては検討不要だが、設計上の考慮がなされているものとして整理する。

## (2) 地盤の物性値

### a. 液状化試験の結果

液状化層と判定する埋戻土層と非液状化層と判定するが念のため液状化強度特性を設定する洪積砂質土層（Ⅱ）の有効応力解析に用いる液状化パラメータは、繰返しねじりせん断試験結果より設定する。

埋戻土層及び洪積砂質土層（Ⅱ）の物性値を第 11-9-6 表に示す。

試験結果から設定した解析上の液状化強度曲線を第 11-9-9 図に、液状化パラメータを第 11-9-7 表に示す。なお、液状化特性が保守的（液状化しやすい）に評価されるように、液状化パラメータを設定する（試験結果より繰返し回数が少ない状態で同程度のひずみが発生するように設定することから、液状化が発生しやすい設定となっている）。

第 11-9-6 表 試験結果

(埋戻土層)

	必要とする物性値			物性値
	名称	記号	単位	
物理的 性質	単位体積重量	$\rho$	$t/m^3$	2.00
	間隙率	$n$	—	0.41
力学的 性質	液状化強度曲線 (液状化パラメータ)	—	—	第11-9-9図 参照
	せん断弾性係数	$G_{ma}$	$kN/m^2$	5.11E+04
	内部摩擦角	$\phi$	$^{\circ}$	41.1
	粘着力	$C$	$kN/m^2$	0.0
	履歴減衰上限値	$h_{max}$	—	0.271

(洪積砂質土層（Ⅱ）)

	必要とする物性値			物性値
	名称	記号	単位	
物理的 性質	単位体積重量	$\rho$	$t/m^3$	1.90
	間隙率	$n$	—	0.53
力学的 性質	液状化強度曲線 (液状化パラメータ)	—	—	第11-9-9図 参照
	せん断弾性係数	$G_{ma}$	$kN/m^2$	2.07E+05
	内部摩擦角	$\phi$	$^{\circ}$	45.0
	粘着力	$C$	$kN/m^2$	0.0
	履歴減衰上限値	$h_{max}$	—	0.155

### 9.3 常設代替交流電源設備基礎

#### 9.3.1 構造概要及び評価断面

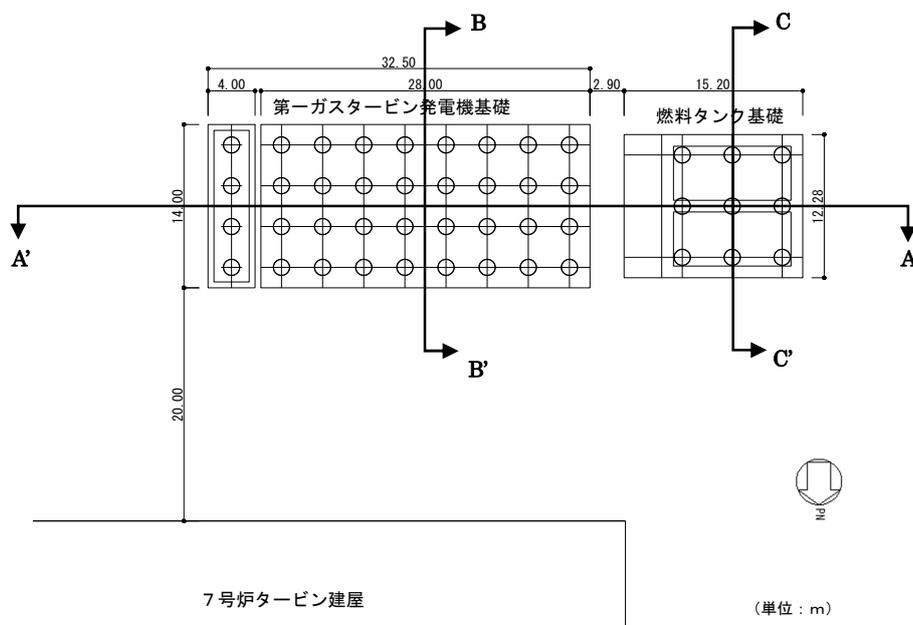
常設代替交流電源設備基礎について液状化による設備への影響の見通しとして、液状化現象の影響が最も大きいと考えられる断面を選定し、構造物の評価を実施する。

常設代替交流電源設備基礎は、第一ガスタービン発電機基礎と燃料タンク基礎で構成され、鉄筋コンクリート構造の躯体（基礎版及びタンク格納槽）と、それを支持する鋼管杭からなる。常設代替交流電源設備基礎の平面図を第 11-9-15 図に、常設代替交流電源設備基礎のうち第一ガスタービン発電機用燃料タンク基礎の断面図（NS 断面）を第 11-9-16 図に示す。

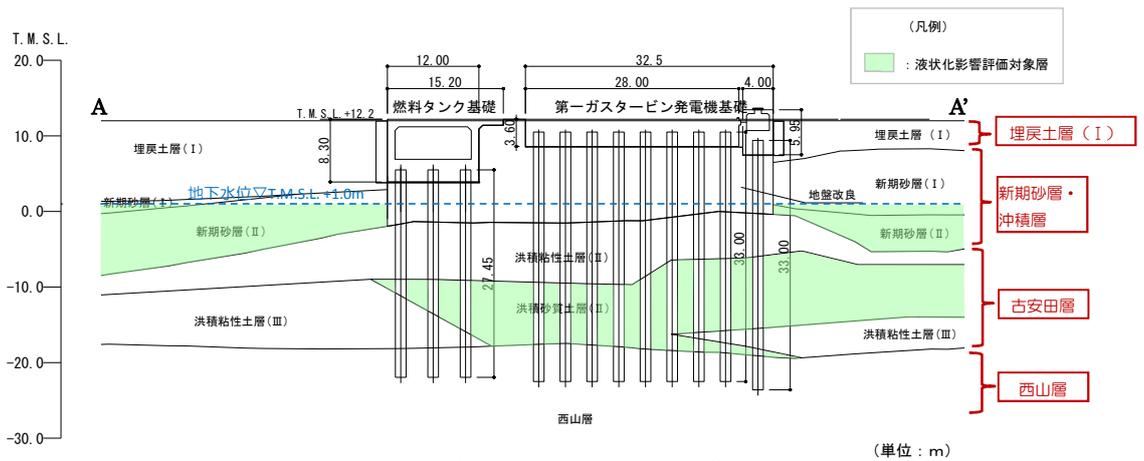
常設代替交流電源設備基礎は基礎構造物であり、各断面で地盤条件に大きな差異はないことから、近接構造物に着目し、代表断面を選定する。

第一ガスタービン発電機基礎と燃料タンク基礎は東西方向に隣接して配置されており、EW 断面では、互いの変形抑制効果が期待できる。第一ガスタービン発電機基礎の北側に 7 号炉タービン建屋があることから、NS 断面の評価ではこの変形抑制効果が期待できるが、燃料タンク基礎の北側はタービン建屋よりも海側のエリアとなるため、NS 断面の評価ではタービン建屋の変形抑制効果が期待できない。

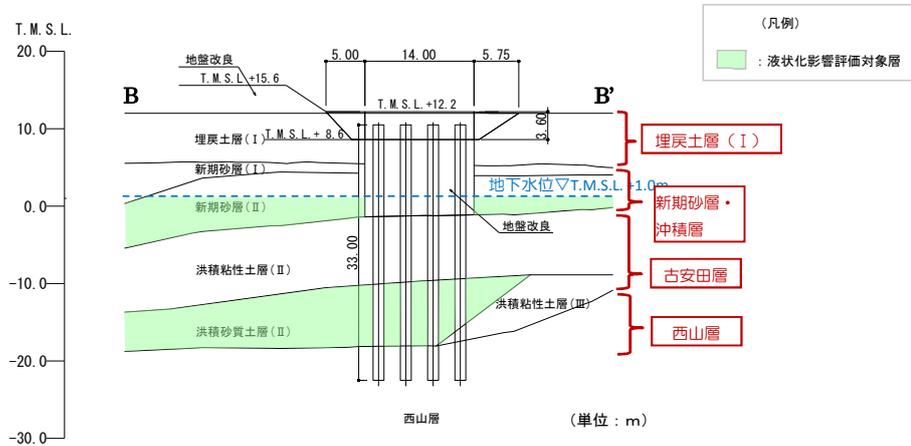
以上のことから、代表断面として、第一ガスタービン発電機用燃料タンク基礎 NS 断面を選定し、2次元有効応力解析（FLIP）による評価を実施する。評価は、基準地震動 Ss に対して第一ガスタービン発電機用燃料タンク基礎に要求される機能の維持を確認するために、地震応答解析（有効応力解析）に基づき実施する。



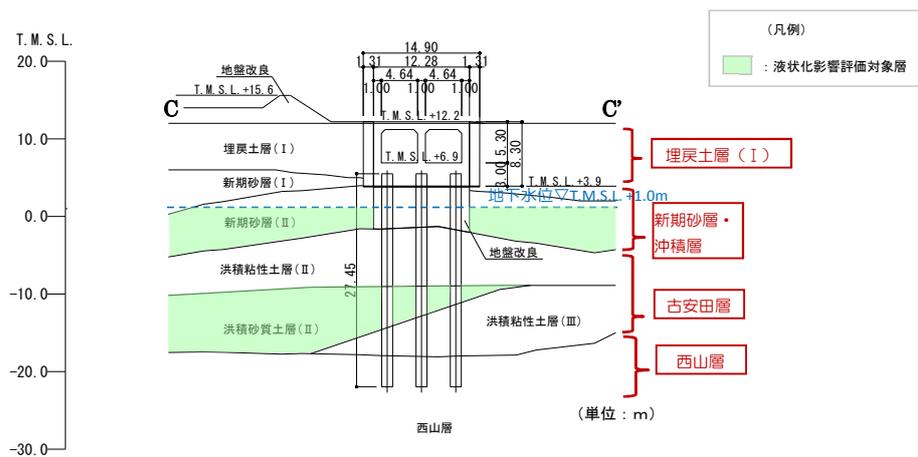
第 11-9-15 図 常設代替交流電源設備基礎 平面図



(1) 第一ガスタービン発電機基礎及び燃料タンク基礎 (EW 断面)



(2) 第一ガスタービン発電機基礎 (NS 断面)



(3) 第一ガスタービン発電機用燃料タンク基礎 (NS 断面)

第 11-9-16 図 常設代替交流電源設備基礎断面図

(2) 地盤の物性値

a. 液状化試験の結果

液状化層と判定する埋戻土層と非液状化層と判定するが念のため液状化強度特性を設定する洪積砂質土層（Ⅱ）の有効応力解析に用いる液状化パラメータは、繰返しねじりせん断試験結果より設定する。

新期砂層（Ⅰ）（Ⅱ）の有効応力解析に用いる液状化パラメータ及び地盤物性値は、追加調査を実施することとしているため、設置許可段階における見通しを得るための構造物評価においては、埋戻土層の値を用いる。

埋戻土層及び洪積砂質土層（Ⅱ）の物性値を第 11-9-23 表に示す。

試験結果から設定した解析上の液状化強度曲線を第 11-9-20 図に、液状化パラメータを第 11-9-24 表に示す。なお、液状化特性が保守的（液状化しやすい）に評価されるように、液状化パラメータを設定する（試験結果より繰返し回数が少ない状態で同程度のひずみが発生するように設定することから、液状化が発生しやすい設定となっている）。

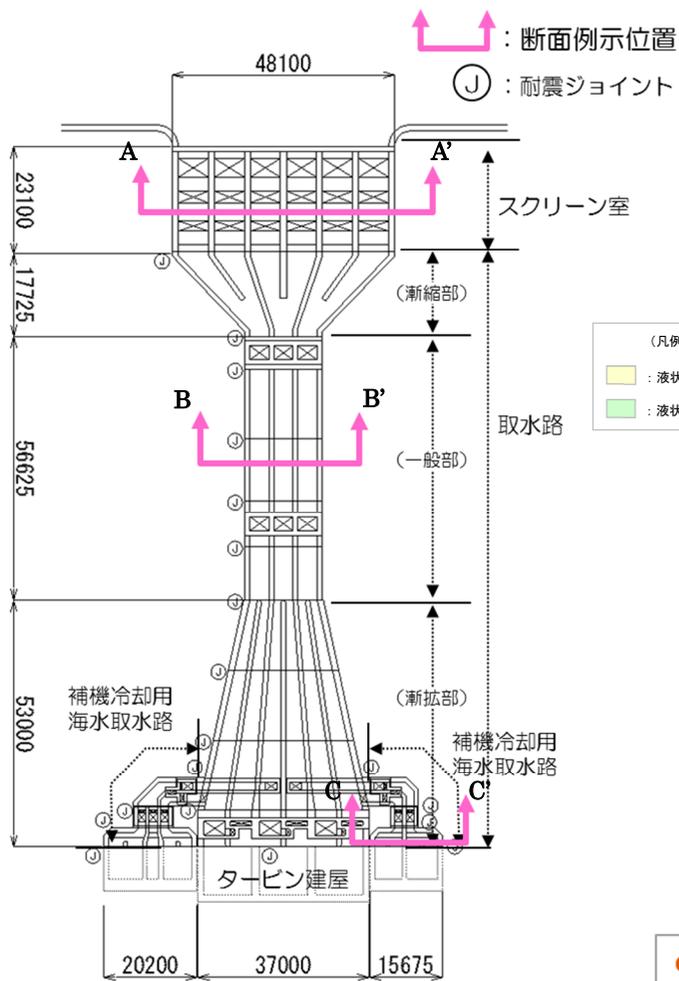
第 11-9-23 表 試験結果

(埋戻土層)

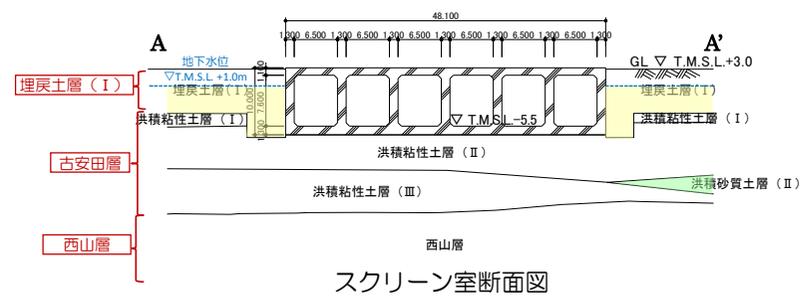
	必要とする物性値			物性値
	名称	記号	単位	
物理的性質	単位体積重量	$\rho$	$t/m^3$	2.00
	間隙率	$n$	—	0.41
力学的性質	液状化強度曲線 (液状化パラメータ)	—	—	第11-9-20図 参照
	せん断弾性係数	$G_{ma}$	$kN/m^2$	5.11E+04
	内部摩擦角	$\phi$	$^{\circ}$	41.1
	粘着力	$C$	$kN/m^2$	0.0
	履歴減衰上限値	$h_{max}$	—	0.271

(洪積砂質土層（Ⅱ）)

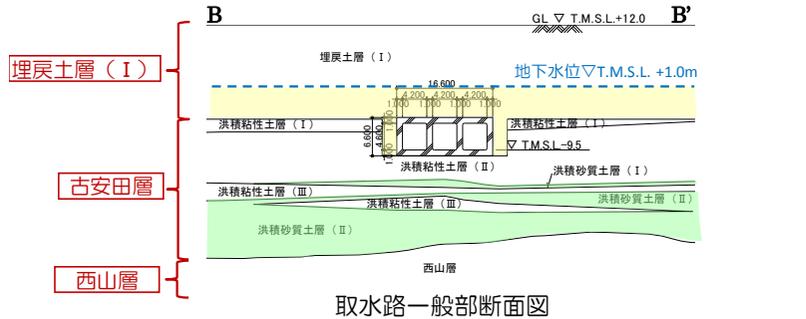
	必要とする物性値			物性値
	名称	記号	単位	
物理的性質	単位体積重量	$\rho$	$t/m^3$	1.90
	間隙率	$n$	—	0.53
力学的性質	液状化強度曲線 (液状化パラメータ)	—	—	第11-9-20図 参照
	せん断弾性係数	$G_{ma}$	$kN/m^2$	2.07E+05
	内部摩擦角	$\phi$	$^{\circ}$	45.0
	粘着力	$C$	$kN/m^2$	0.0
	履歴減衰上限値	$h_{max}$	—	0.155



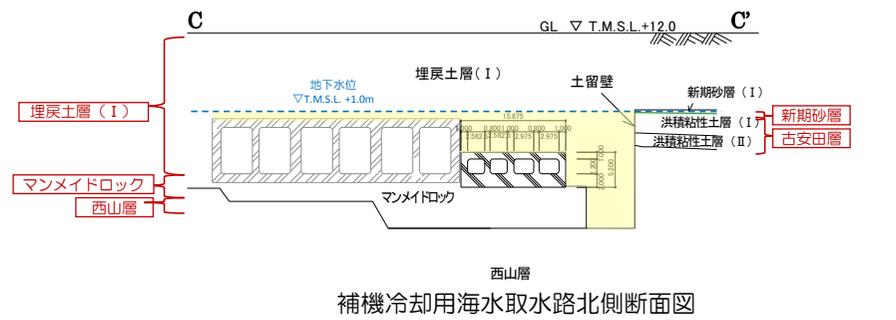
(凡例)  
 □ : 液状化層  
 □ : 液状化影響評価対象層



スクリーン室断面図



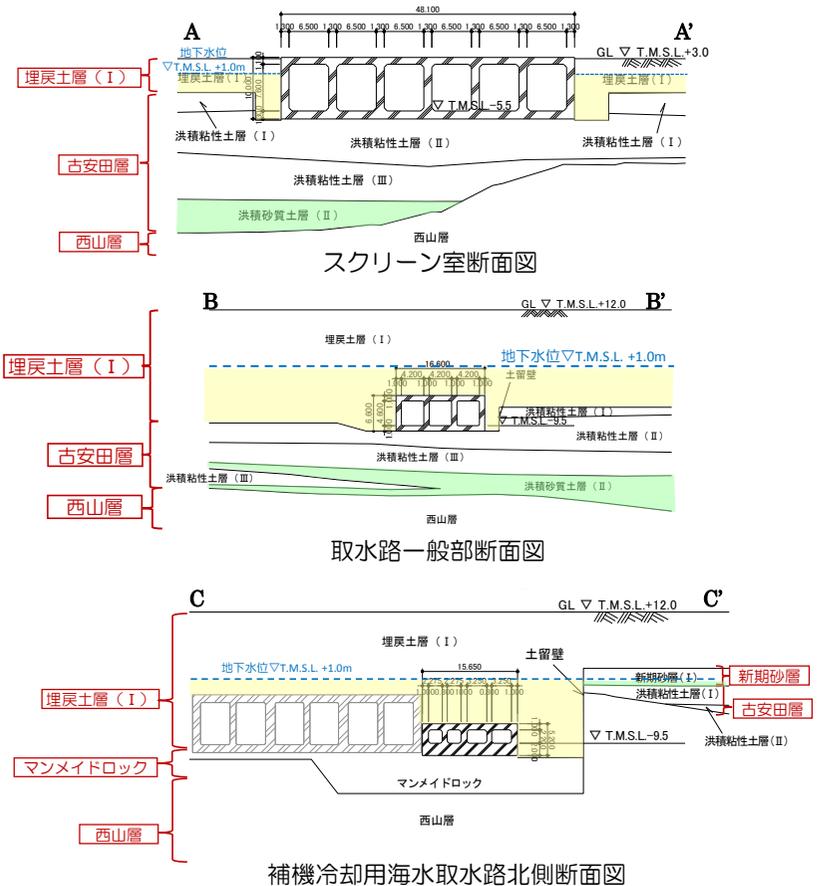
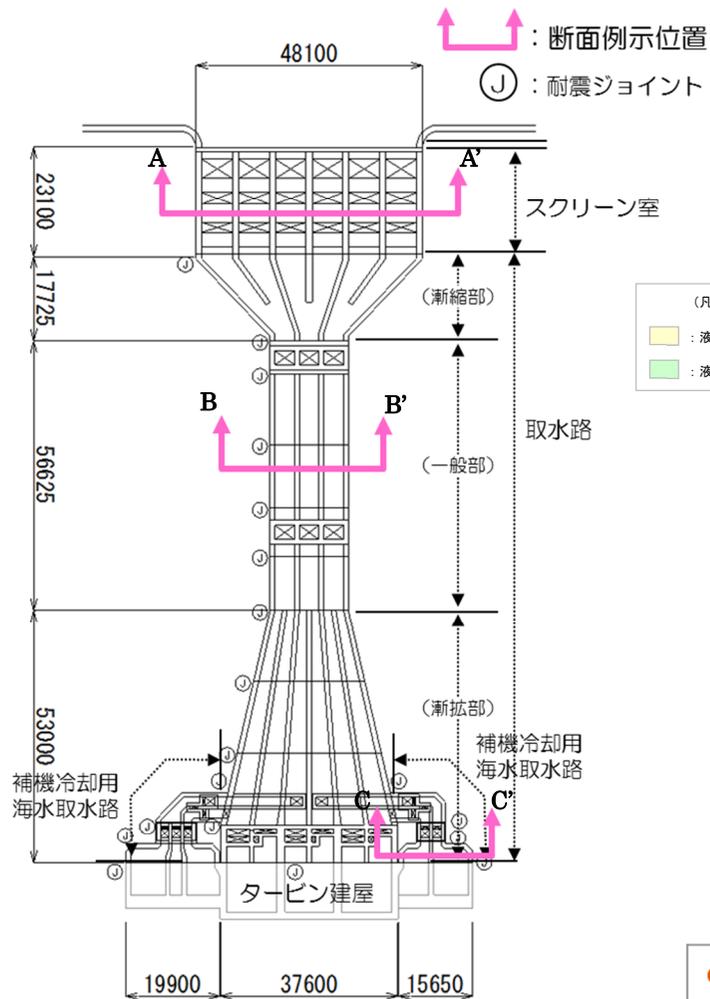
取水路一般部断面図



補機冷却用海水取水路北側断面図

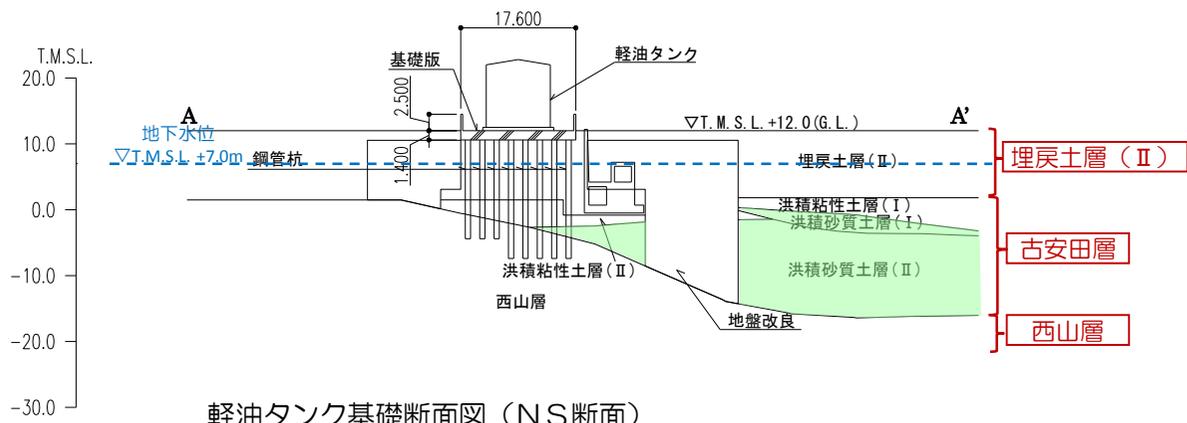
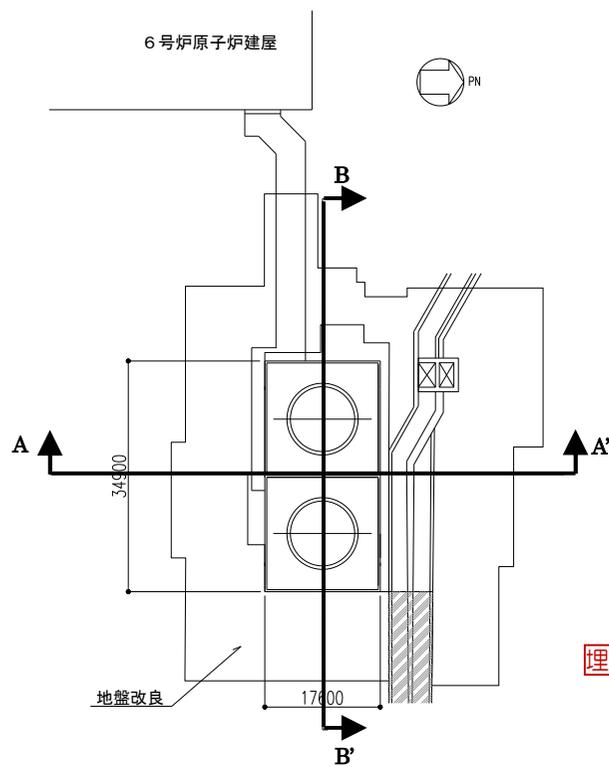
● 6号炉取水路の周辺には、地下水位以下に液状化層（埋戻し層）および影響評価対象層（洪積砂質土層）が存在する。

第 11-11-1 図 6号炉取水路断面図

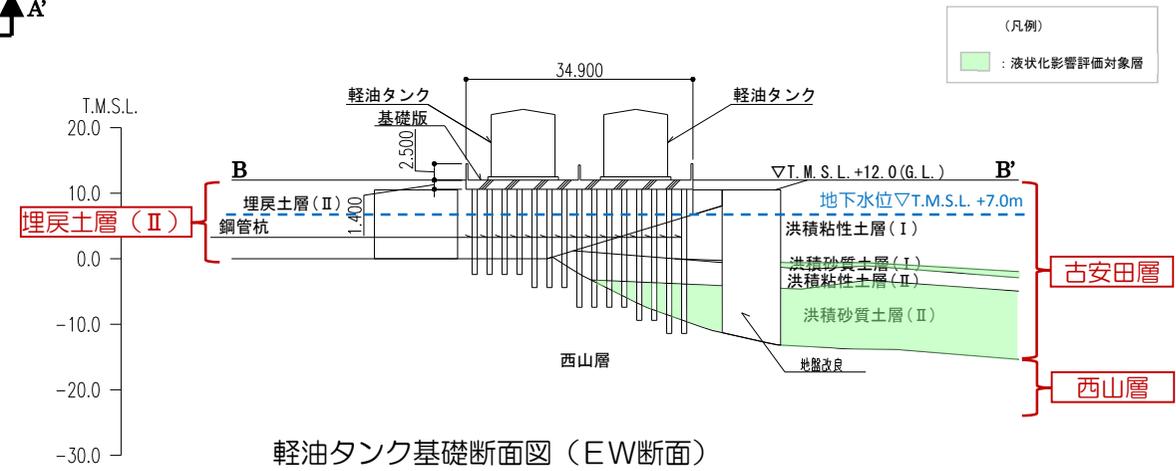


● 7号炉取水路の周辺には、地下水位以下に液状化層（埋戻土層）および影響評価対象層（洪積砂質土層）が存在する。

第 11-11-2 図 7号炉取水路断面図



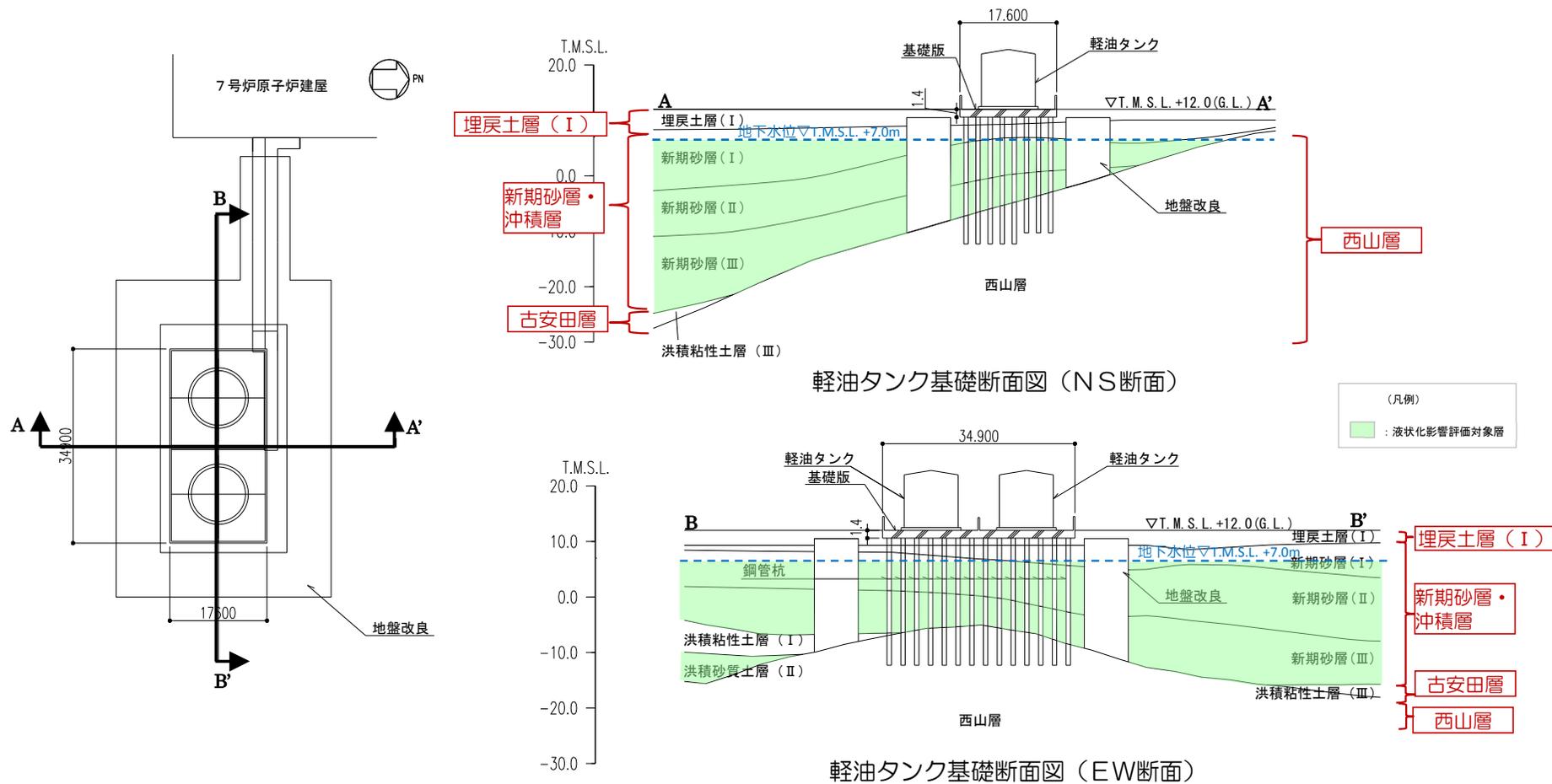
軽油タンク基礎断面図 (NS断面)



軽油タンク基礎断面図 (EW断面)

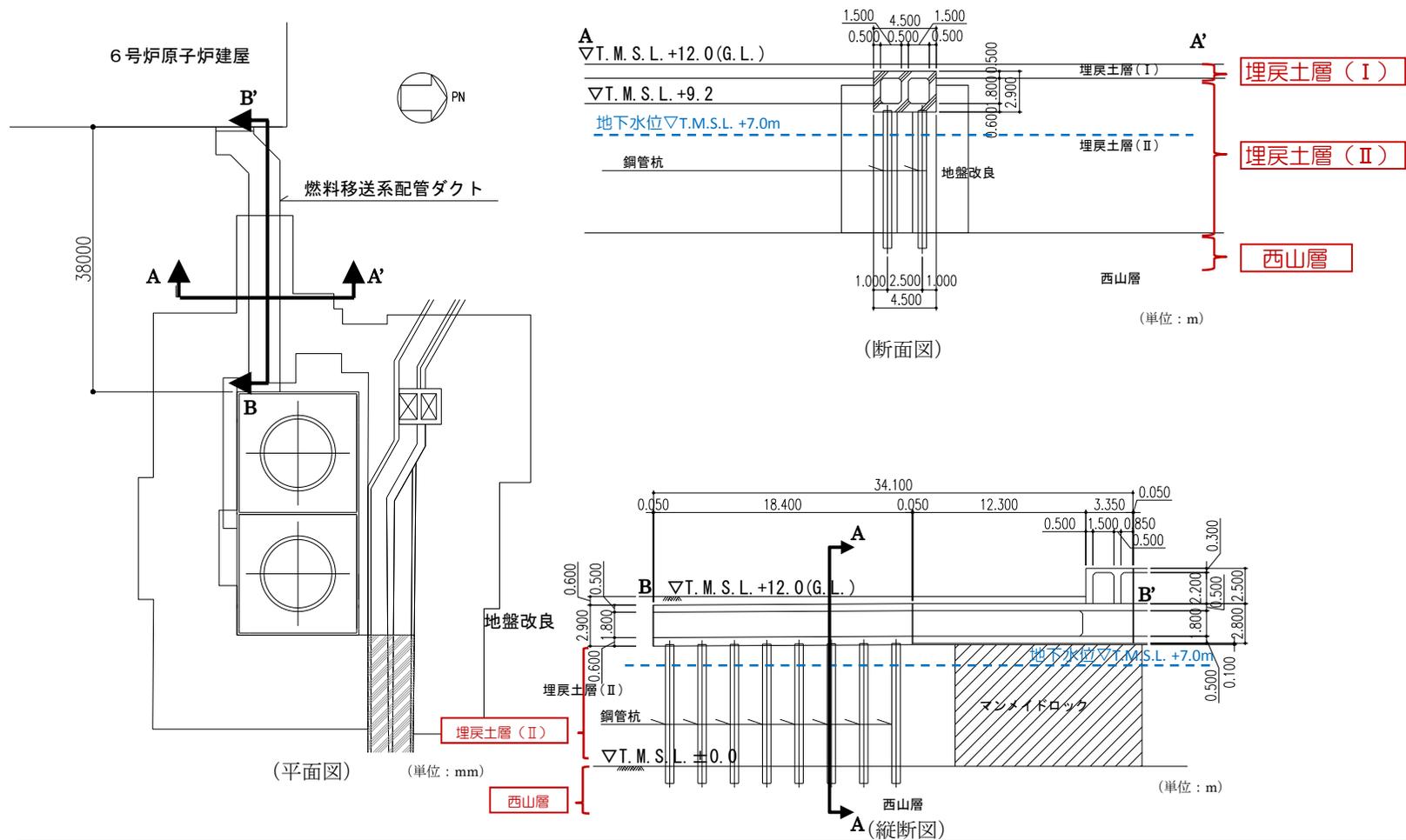
- 6号炉軽油タンク基礎の周辺には、地下水位以下に影響評価対象層（洪積砂質土層）が存在する。  
 ※埋戻土層(II)は、建設時に掘削した西山層（泥岩）を埋め戻したものである。

第 11-11-3 図 6号炉軽油タンク基礎断面図



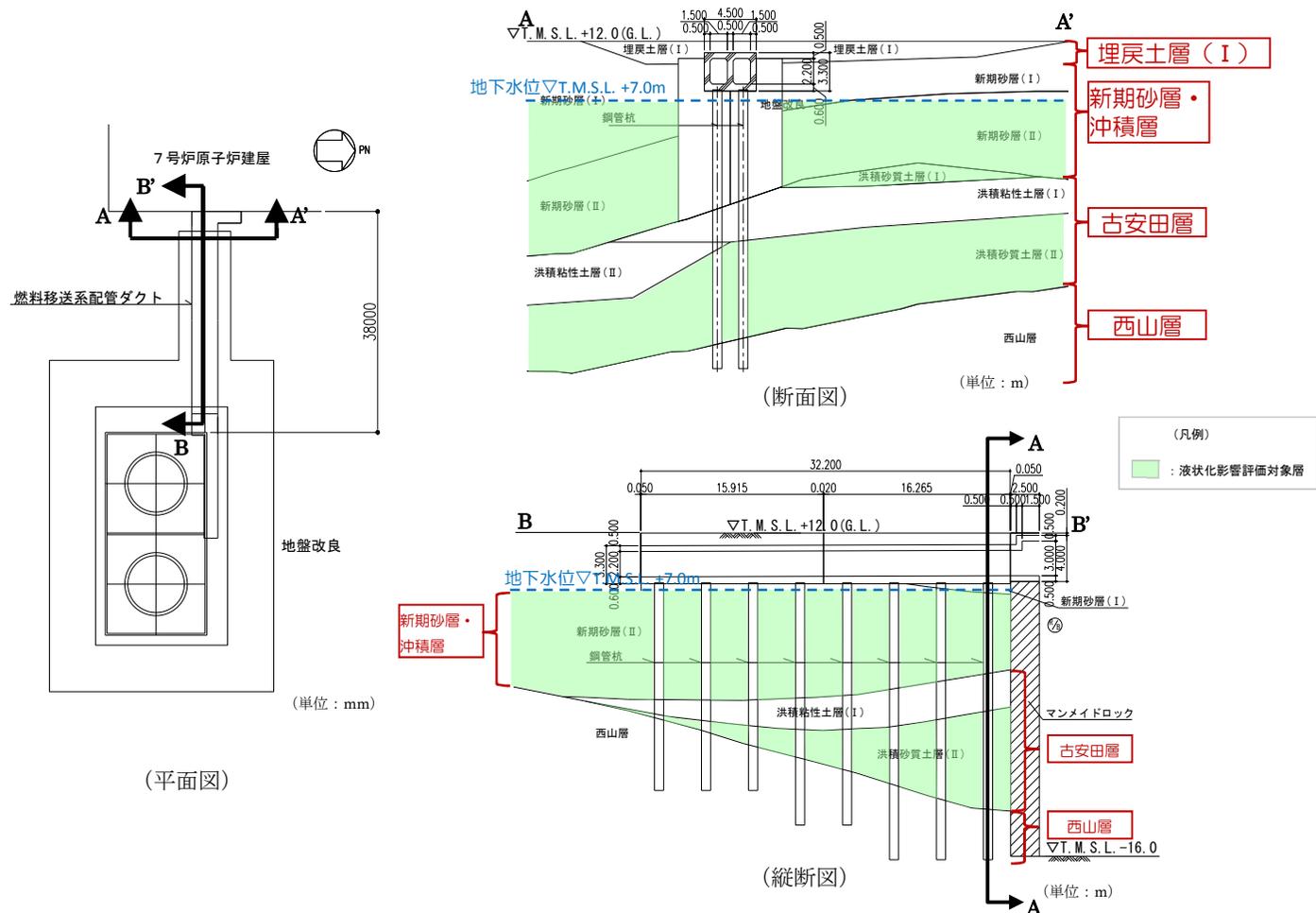
● 7号炉軽油タンク基礎の周辺には、地下水位以下に影響評価対象層（新期砂層・沖積層，洪積砂質土層）が存在する。

第 11-11-4 図 7号炉軽油タンク基礎断面図



- 6号炉燃料移送系配管ダクトの周辺には、地下水位以下に液状化層および影響評価対象層は存在しない。  
※埋戻土層(II)は、建設時に掘削した西山層(泥岩)を埋め戻したものである。

第 11-11-5 図 6号炉燃料移送系配管ダクト断面図

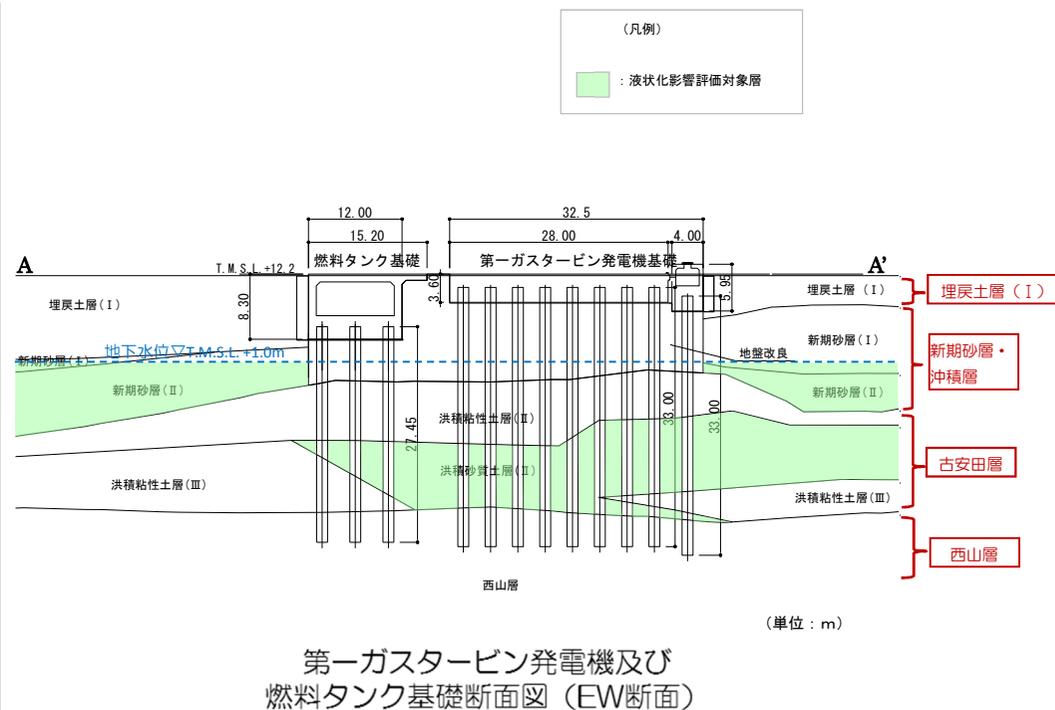


● 7号炉燃料移送系配管ダクトの周辺には、地下水位以下に影響評価対象層（新期砂層・沖積層）が存在する。

第 11-11-6 図 7号炉燃料移送系配管ダクト断面図

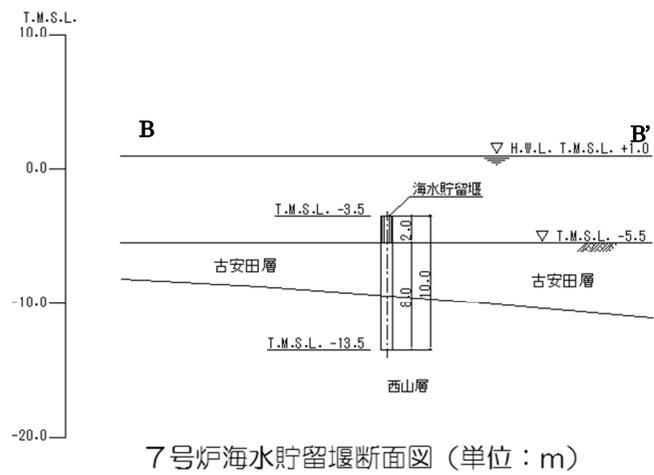
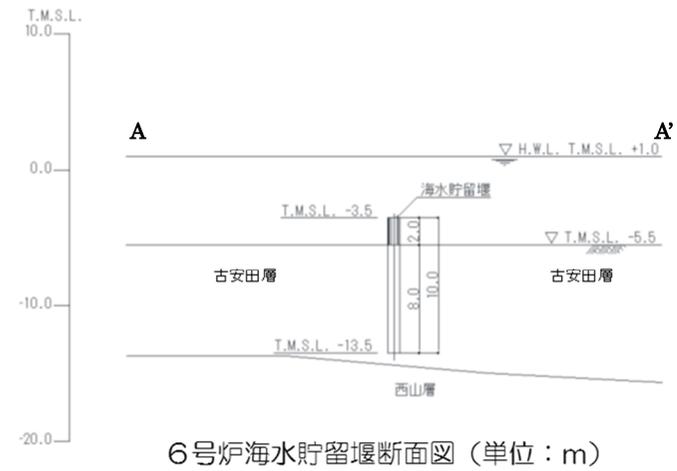
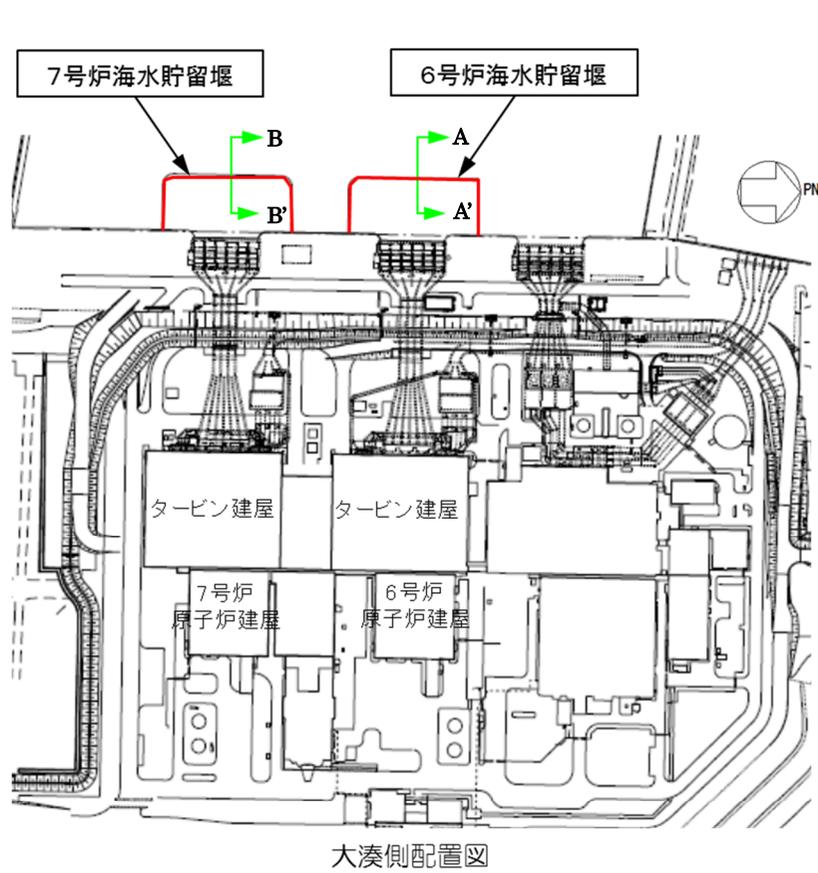


大湊側配置図



- 第一ガスタービン発電機及び燃料タンク基礎の周辺には、地下水位以下に液状化層（埋戻土層）および影響評価対象層（新期砂層・沖積層，洪積砂質土層）が存在する。

第 11-11-7 図 第一ガスタービン発電機及び燃料タンク基礎断面図



● 海水貯留堰の周辺には、液状化層および影響評価対象層は存在しない。

第 11-11-8 図 海水貯留堰断面図

柏崎刈羽原子力発電所 6号及び7号炉

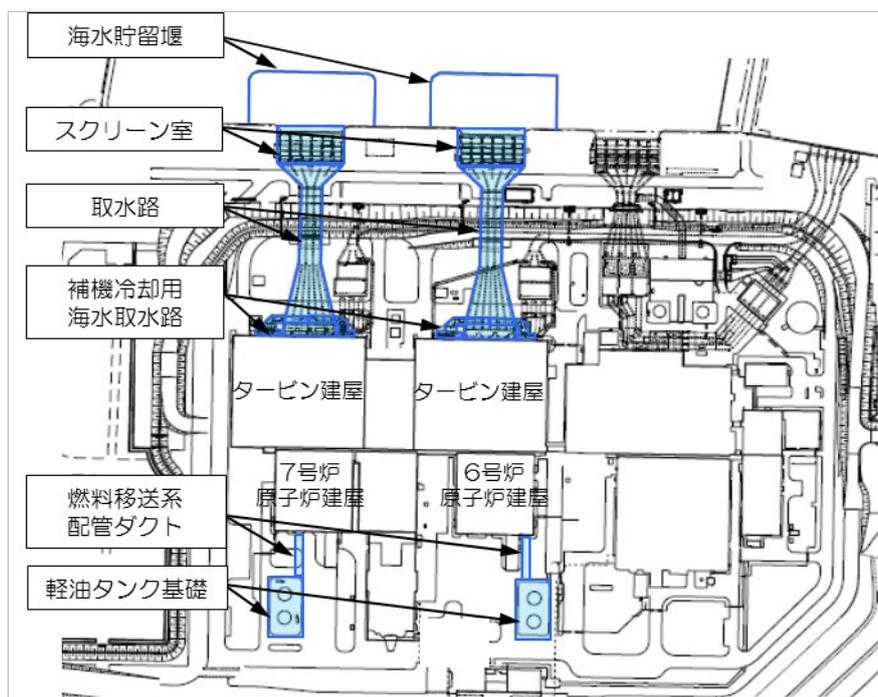
屋外重要土木構造物の耐震評価における  
断面選定について  
(耐震)

## 1. 屋外重要土木構造物の耐震評価における断面選定の考え方

### 1.1 方針

屋外重要土木構造物の評価対象断面については、構造物の配置、荷重条件及び地盤条件を考慮し、耐震評価上最も厳しくなると考えられる位置を評価対象断面とする。

柏崎刈羽発電所 6号及び7号炉での対象構造物は、スクリーン室、取水路、補機冷却用海水取水路、軽油タンク基礎、燃料移送系配管ダクト、海水貯留堰である。各施設の平面配置図を第12-1-1図に示す。



第12-1-1図 平面配置図

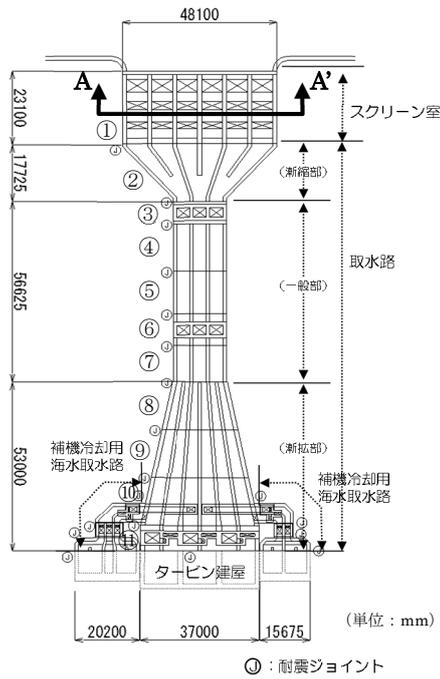
## 1.2 スクリーン室の断面選定の考え方

第 12-1-2 図，第 12-1-3 図及び第 12-1-4 図にスクリーン室の平面図，断面図及び縦断図を示す。

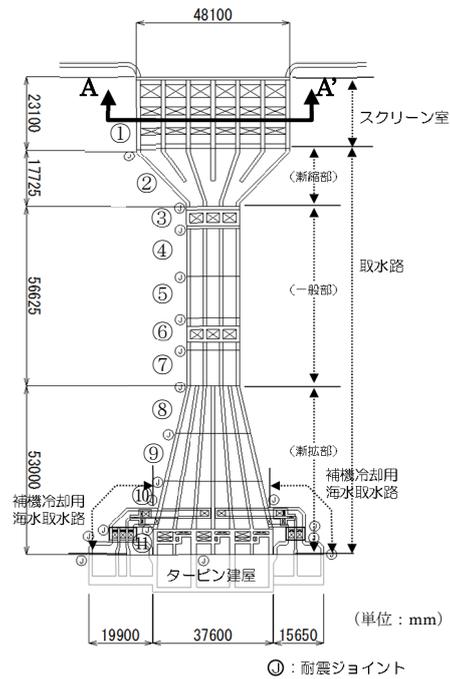
スクリーン室は，6号及び7号炉ともに，延長約 23m の鉄筋コンクリート造の地中構造物であり，取水方向に対して内空寸法が一様で，頂版には取水方向におおむね規則的に開口が存在する。また，スクリーン室は，古安田層洪積粘性土層に直接設置されている。

今回の工事計画認可申請書（以下「今回工認」という。）では，スクリーン室の取水方向全長で開口を含めた平均的な剛性及び上載荷重を考慮し，基準地震動  $S_s$  による耐震評価を実施する。

スクリーン室の検討断面では，地下水位以下に，液状化層（埋戻土層）及び液状化影響評価対象層（古安田層洪積砂質土層）が分布することから，耐震評価では有効応力解析を実施する。

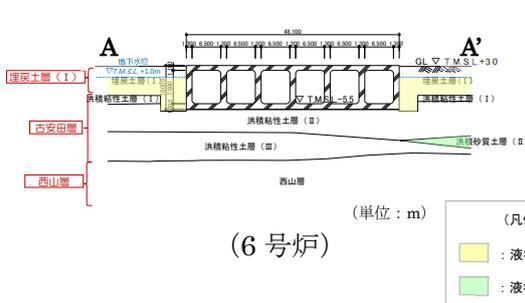


(6号炉)

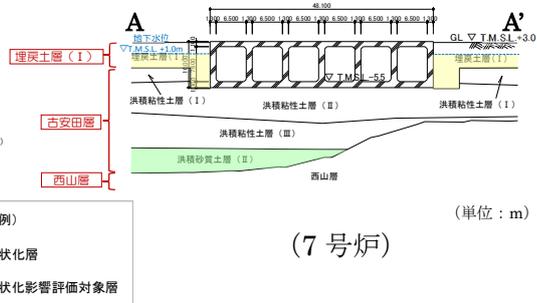


(7号炉)

第 12-1-2 図 6号及び7号炉スクリーン室 平面図

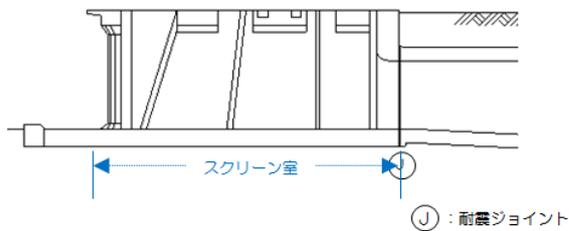


(6号炉)

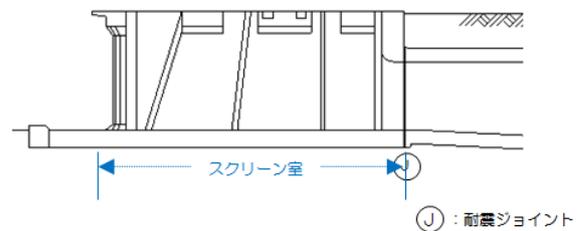


(7号炉)

第 12-1-3 図 6号及び7号炉スクリーン室 断面図



(6号炉)



(7号炉)

第 12-1-4 図 6号及び7号炉スクリーン室 縦断面図

### 1.3 取水路の断面選定の考え方

第 12-1-5 図に取水路の平面図を示す。

取水路は、6号及び7号炉ともに、延長約127mの鉄筋コンクリート造の地中構造物であり、取水方向に対して複数の断面形状を示し、海側から大きく漸縮部、一般部、漸拡部に分けられる。また、取水路は、古安田層洪積粘性土層に直接設置若しくはマンメイドロックを介して西山層に設置されている。

今回工認では、構造物の構造的特徴や地盤条件等を考慮した上で断面を選定し、基準地震動  $S_s$  による耐震評価を実施する。

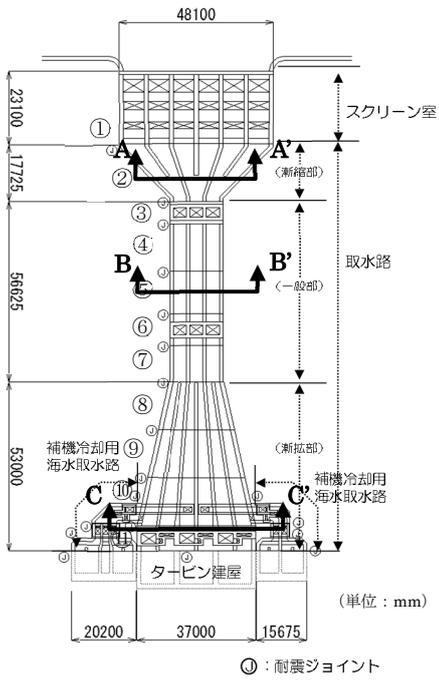
第 12-1-6 図～第 12-1-8 図及び第 12-1-1 表、第 12-1-2 表に取水路の縦断図、断面図及び構造諸元を示す。

取水路漸縮部は、一体の構造物であるが、取水方向に幅が漸縮するとともに、6連のボックスカルバート形状から3連のボックスカルバート形状に変わる構造となっている。また、縦断方向で土被り厚は同じであり、その他の設置地盤条件もほぼ同様となっている。以上のことから、スクリーン室とほぼ同等の設置条件にあるものの、構造的特徴として6連から3連のボックスカルバート形状に変わることを踏まえ、構造物の幅に対する鉛直部材の割合が少なく耐震上厳しいと判断される A - A' 断面を耐震評価の対象として選定する。

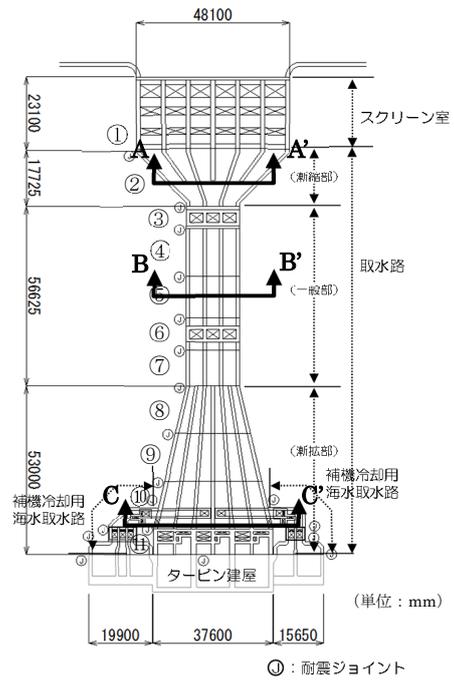
取水路一般部は、取水方向に幅が一様な3連のボックスカルバート形状の構造となっていることから、耐震評価の対象は、設置地盤条件に着目し、西山層の上限面の高さが深い区間で最も土被り厚が大きく耐震上厳しいと判断されるブロック⑤の B - B' 断面を選定する。

取水路漸拡部は、取水方向に幅が漸拡する6連のボックスカルバート形状の構造となっている。また、縦断方向で土被り厚はほぼ同等であり、その他の設置地盤条件もほぼ同様となっている。以上のことから、耐震評価の対象は、構造的特徴を踏まえ、構造物の幅に対する鉛直部材の割合が最も少なく耐震上厳しいと判断されるブロック⑩のタービン建屋側の C - C' 断面を選定する。

取水路の検討断面では、地下水位以下に、液状化層（埋戻土層）及び液状化影響評価対象層（古安田層洪積砂質土層）が分布することから、耐震評価では有効応力解析を実施する。



(6号炉)



(7号炉)

第 12-1-5 図 6号及び7号炉取水路 平面図

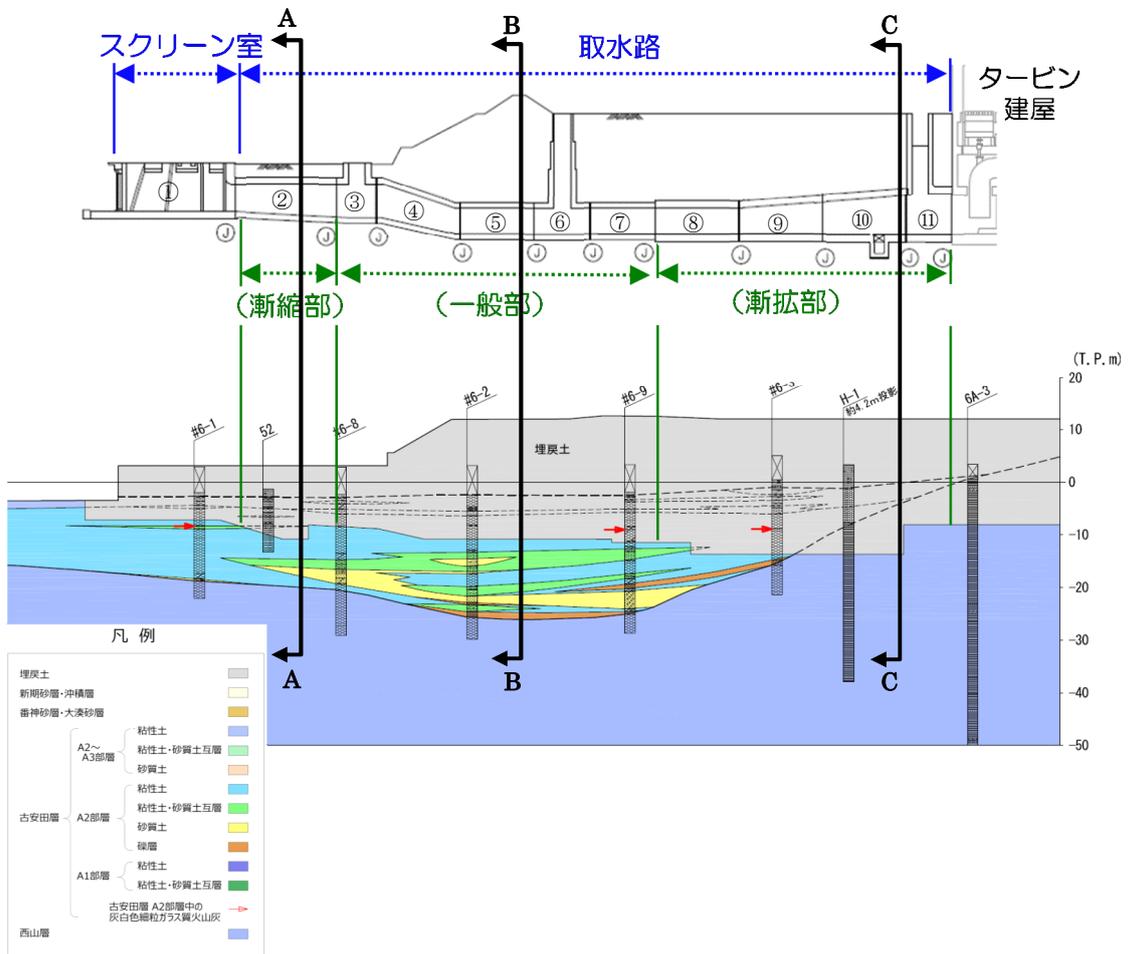
第 12-1-1 表 6 号炉取水路 構造諸元

ブロック番号	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪
設備区分	スクリーン室	取水路 (漸縮部)	取水路 (一般部)				取水路 (漸拡部)				
幅 (m)	48.1	48.1~16.6		16.6	16.6		16.6	17.3~23.9	24.0~30.5	30.5~37.0	
高さ (m)	10.0	7.0~8.0		8.0~6.6	6.6		6.6	7.2	7.2~8.3	8.3~9.5	
壁面積率	0.19	0.20		0.24	0.24		0.24	0.37	0.28	0.23	
頂版開口	有	無	立坑	無	無	立坑	無	無	無	無	立坑
機器荷重	有	無		無	無		無	無	無	無	
土被り厚 (m)	0	2.5		2.5~14.7	14.7~19.2		15.8	15.6	15.6~14.5	14.5~13.3	

※ここで壁面積率とは、横断面のせん断変形が鉛直部材の壁率に依存することを考慮して、構造物各ブロックの全体平面積（青色部分）に対する鉛直部材の平面積（赤色部分）と定義する



壁面積率 (例: ブロック5)

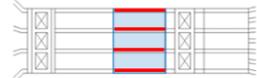


第 12-1-6 図 6 号炉取水路 縦断面図

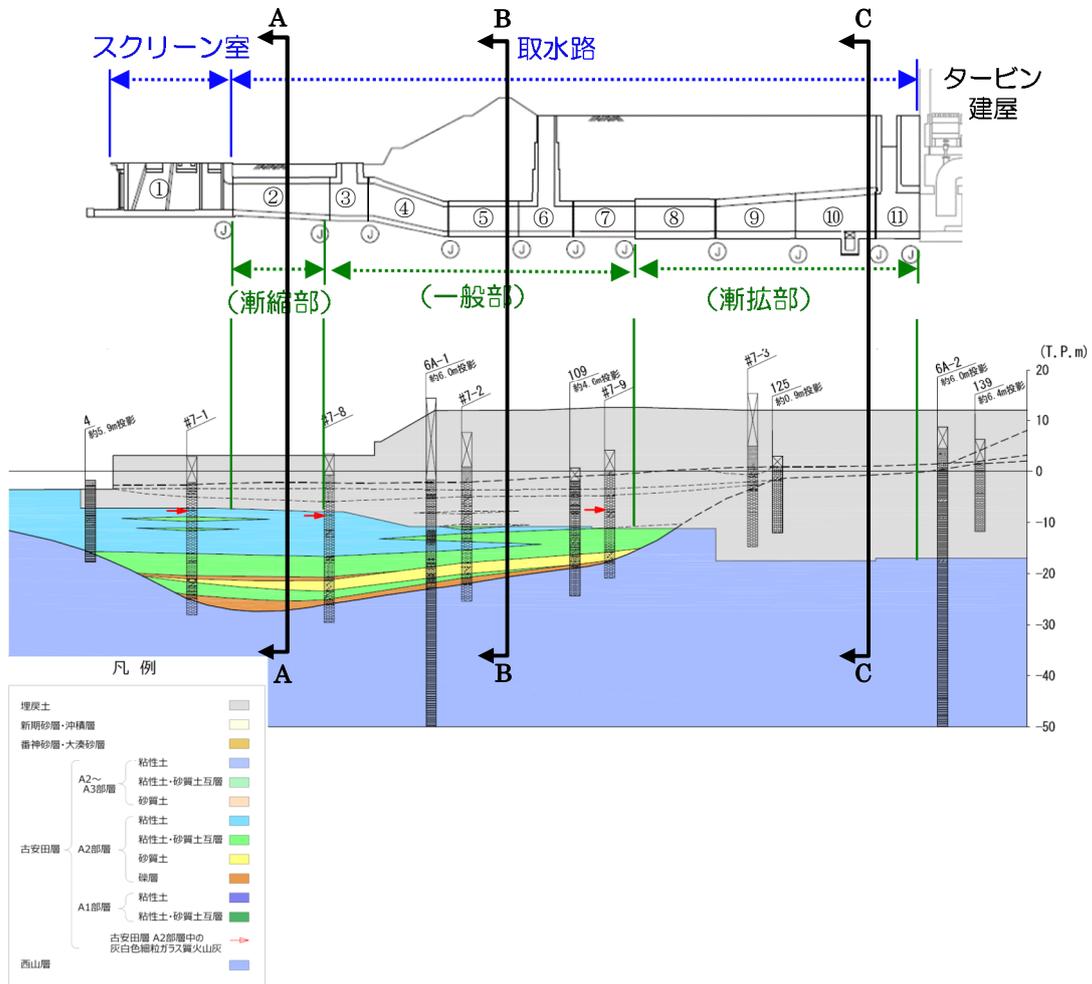
第 12-1-2 表 7号炉取水路 構造諸元

ブロック番号	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪
設備区分	スクリーン室	取水路 (漸縮部)		取水路 (一般部)			取水路 (漸拡部)				
幅 (m)	48.1	48.1~16.6		16.6	16.6		16.6	17.3~24.0	24.0~30.9	30.9~37.6	
高さ (m)	10.0	7.0~8.0		8.0~6.6	6.6		6.6	7.2	7.2~8.3	8.3~9.5	
壁面積率	0.19	0.20		0.24	0.24		0.24	0.37	0.28	0.22	
頂板開口	有	無	立坑	無	無	立坑	無	無	無	無	立坑
機器荷重	有	無		無	無		無	無	無	無	
土被り厚 (m)	0	2.5		2.5~13.8	13.8~19.2		15.8	15.6	15.6~14.5	14.5~13.3	

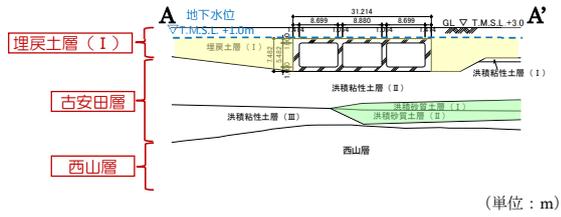
※ここで壁面積率とは、横断面のせん断形状が鉛直部材の壁面に依存することを考慮して、構造物各ブロックの全体平面積（青色部分）に対する鉛直部材の平面積（赤色部分）と定義する



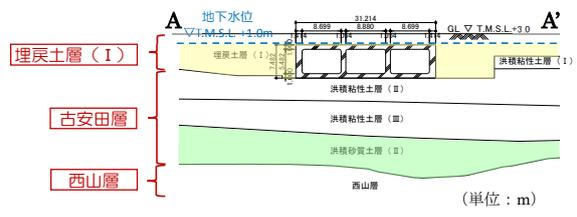
壁面積率（例：ブロック⑤）



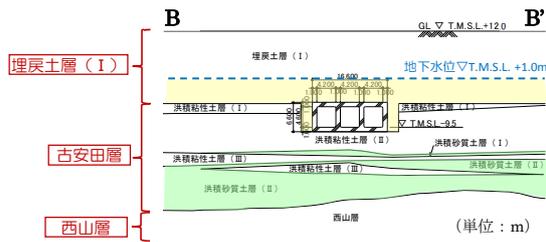
第 12-1-7 図 7号炉取水路 縦断面図



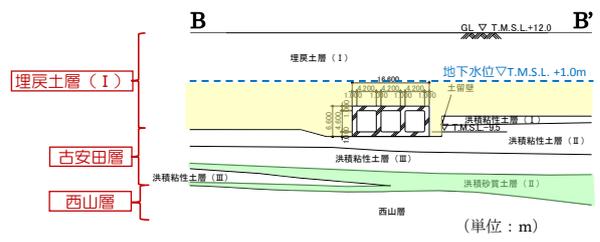
(6号炉取水路漸縮部)



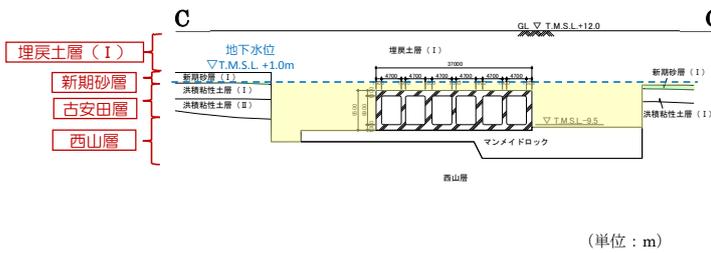
(7号炉取水路漸縮部)



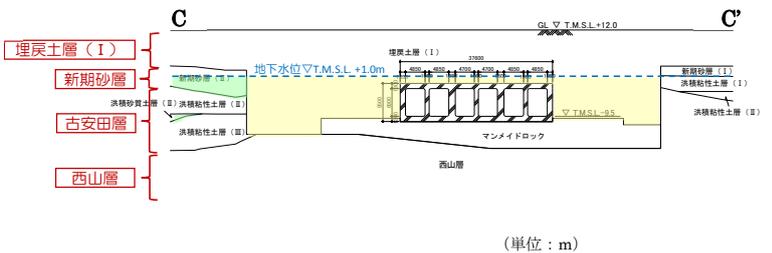
(6号炉取水路一般部)



(7号炉取水路一般部)



(6号炉取水路漸拡部)



(7号炉取水路漸拡部)



第 12-1-8 図 6号及び7号炉取水路 断面図

#### 1.4 補機冷却用海水取水路の断面選定の考え方

第 12-1-9 図～第 12-1-11 図に補機冷却用海水取水路の平面図, 縦断図及び断面図を示す。

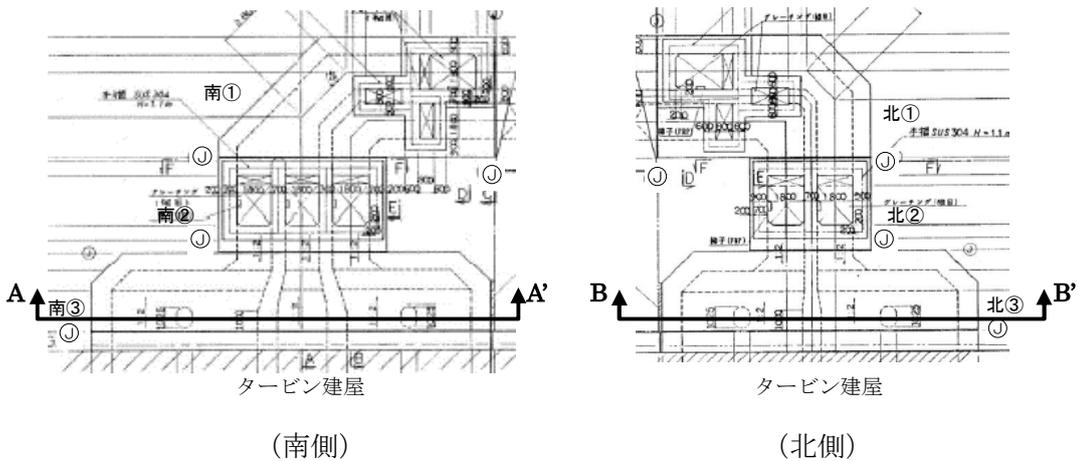
補機冷却用海水取水路は, 6 号及び 7 号炉ともに, 取水路漸拡部からそれぞれ北側, 南側に分岐した鉄筋コンクリート造の地中構造物であり, 取水方向に対して複数の断面形状を示し, 直接若しくはマンメイドロックを介して西山層に設置されている。

今回工認では, 構造物の構造的特徴や地盤条件等を考慮した上で断面を選定し, 基準地震動  $S_s$  による耐震評価を実施する。

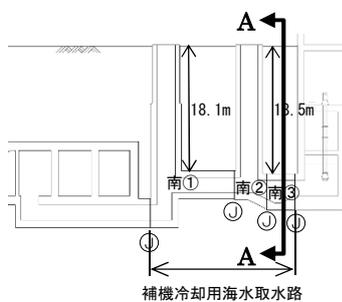
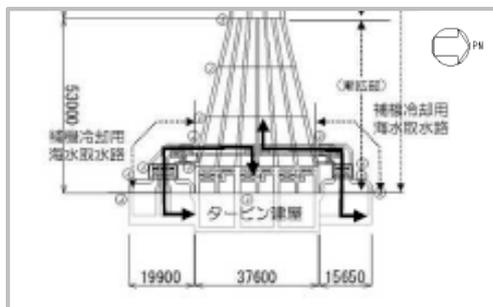
補機冷却用海水取水路 (北側) は, 取水路漸拡部から 2 連のボックスカルバート形状で分岐し, 2 連から 4 連 (柱部 2 本) のボックスカルバート形状に変わるとともに, タービン建屋近傍で幅が大きくなる構造である。また, 補機冷却用海水取水路 (南側) は, 取水路漸拡部から 2 連のボックスカルバート形状で分岐し, 2 連から 5 連 (柱部 2 本) のボックスカルバート形状に変わるとともに, タービン建屋近傍で幅が大きくなる構造である。

以上のことから, 耐震評価の対象は, 構造的特徴を踏まえ, 構造物の幅に対する鉛直部材の割合が最も少なく耐震上厳しいと判断されるタービン建屋接続位置を選定し, 北側 4 連 (柱部 2 本) ボックスカルバート部のブロック北③及び南側 5 連 (柱部 2 本) ボックスカルバート部のブロック南③を選定する。モデル化においては, ブロック全体の妻壁及び柱部を含めた平均的な剛性を考慮し, 基準地震動  $S_s$  による耐震評価を実施する。

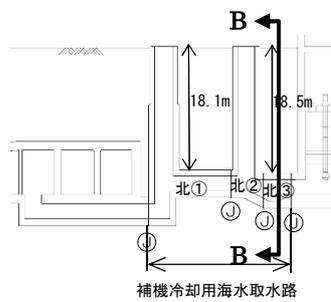
補機冷却用海水取水路の検討断面では, 地下水位以下に, 液状化層 (埋戻土層) が分布することから, 耐震評価では有効応力解析を実施する。



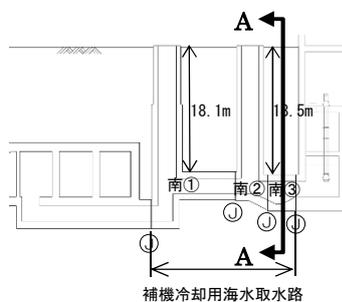
第 12-1-9 図 補機冷却用海水取水路 平面図 (例：7号炉)



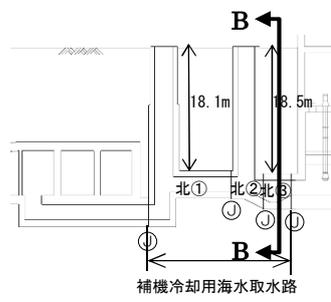
(6号炉南側)



(6号炉北側)

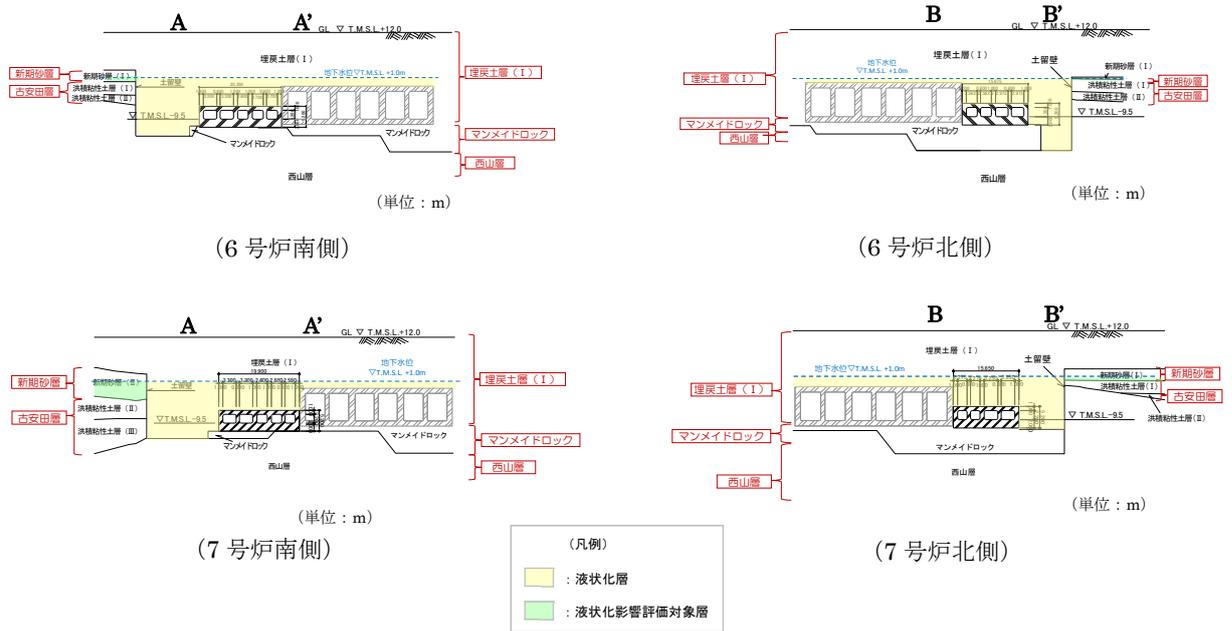


(7号炉南側)



(7号炉北側)

第 12-1-10 図 6号及び7号炉補機冷却用海水取水路 縦断図



第 12-1-11 図 6 号及び 7 号炉補機冷却用海水取水路 断面図

### 1.5 軽油タンク基礎の断面選定の考え方

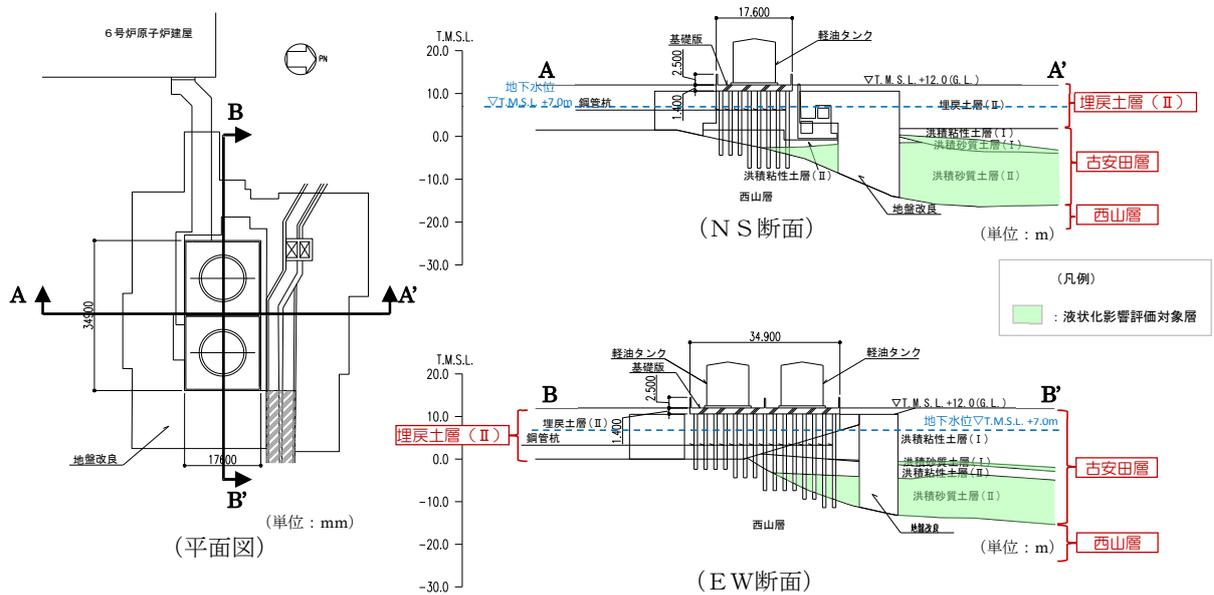
第 12-1-12 図及び第 12-1-13 図に軽油タンク基礎の平面図及び断面図を示す。

軽油タンク基礎は、6号及び7号炉ともに、鉄筋コンクリート造の基礎版が杭を介して西山層に支持される地中構造物で、幅約 18m (NS 方向) × 約 35m (EW 方向)、高さ約 1.4m の基礎版を等間隔に配置した杭で支持する比較的単純な基礎構造物であり、評価対象断面方向に一様な構造となっている。また、基礎版及び杭の周辺には地震時における変形抑制対策として地盤改良を実施しているため周辺の地盤が構造物に与える影響はどの断面も大きな差はないと考えられる。

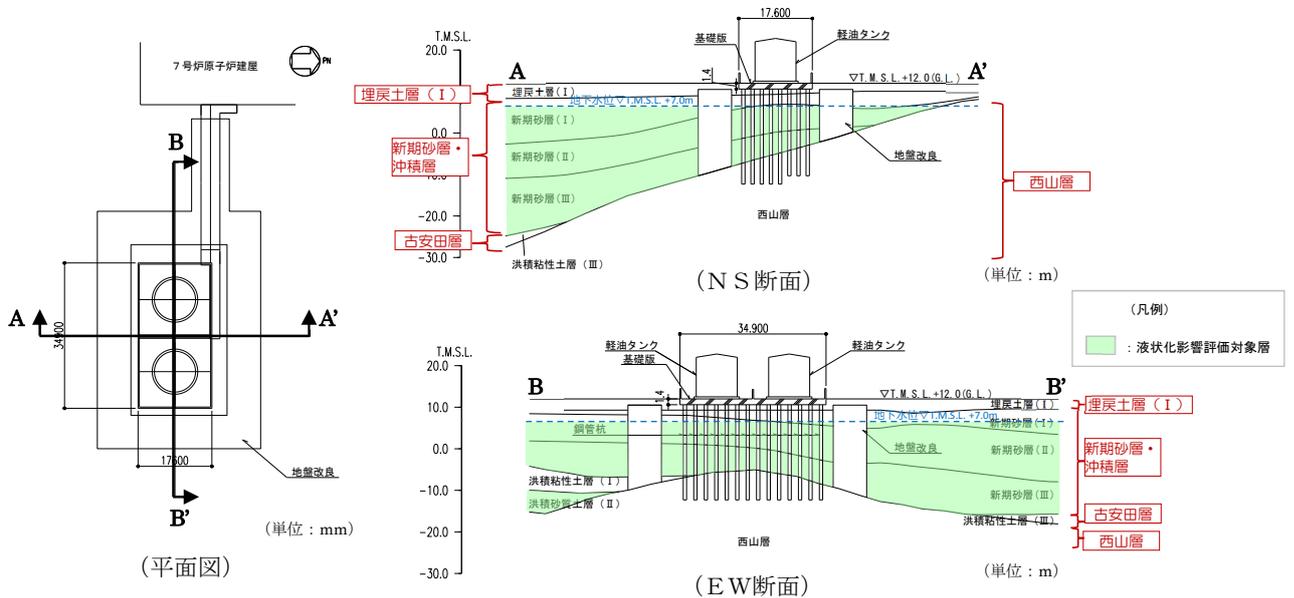
今回工認では、基礎版の長軸方向及び短軸方向の 2 断面を選定し、基準地震動  $S_s$  による耐震評価を実施する。

6号炉軽油タンク基礎の検討断面では、地下水位以下に、液状化影響評価対象層（古安田層洪積砂質土層）が分布することから、耐震評価では有効応力解析を実施する。埋戻土層（Ⅱ）は、建設時に掘削した西山層泥岩を材料として埋め戻した粘性土であり、性状の確認を目的とした物理試験を実施した上で、非液状化層として扱う。

7号炉軽油タンク基礎の検討断面では、地下水位以下に、液状化影響評価対象層（新期砂層・沖積層、古安田層洪積砂質土層）が分布することから、耐震評価では有効応力解析を実施する。



第 12-1-12 図 6号炉軽油タンク基礎 平面図・断面図



第 12-1-13 図 7号炉軽油タンク基礎 平面図・断面図

## 1.6 燃料移送系配管ダクトの断面選定の考え方

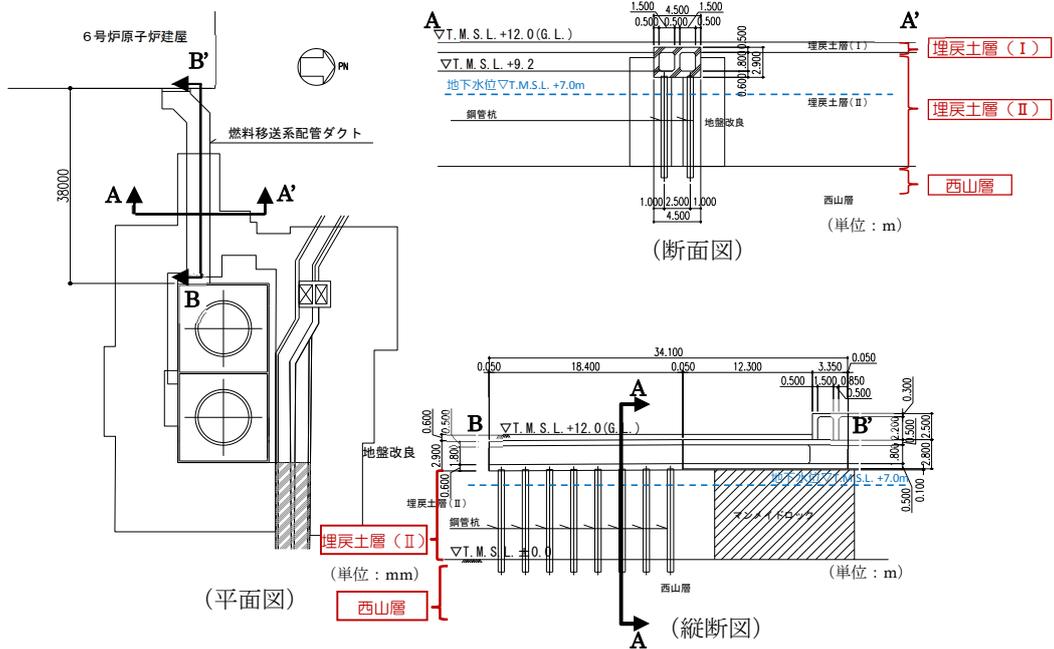
第 12-1-14 図及び第 12-1-15 図に燃料移送系配管ダクトの平面図, 断面図及び縦断図を示す。

6 号炉燃料移送系配管ダクトは, 軽油タンク側は鉄筋コンクリート造のダクトが杭を介して, 6 号炉原子炉建屋側はマンメイドロックを介して西山層に支持される地中構造物である。7 号炉燃料移送系配管ダクトは, 鉄筋コンクリート造のダクトが杭を介して西山層に支持される地中構造物である。また, 6 号及び 7 号炉ともにダクト及び杭の周辺には地震時における変形抑制対策として地盤改良を実施している。

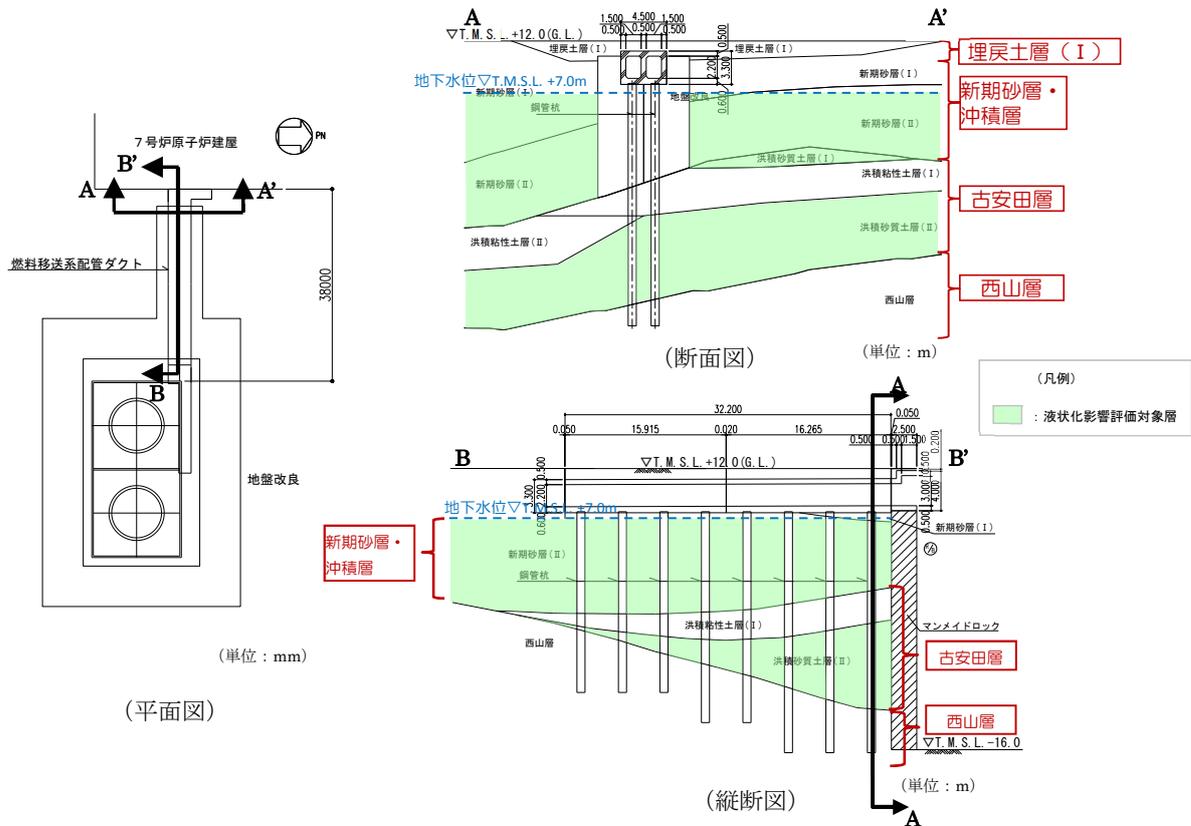
今回工認では, 6 号炉は, 軸方向に一様なダクト形状を示すことから, 支持構造に着目し, 杭基礎部とマンメイドロックに直接設置するダクトのうち, より曲げ変形が大きくなると考えられる杭基礎部の断面を選定し, 基準地震動  $S_s$  による耐震評価を実施する。7 号炉は, 軸方向に一様な杭支持構造のダクト形状を示しており, ダクトが接する側方及び下方の地盤は軸方向にほぼ同じ条件であることから, 杭部分の曲げ変形がより大きくなると考えられる最も杭長が長い断面を選定し, 基準地震動  $S_s$  による耐震評価を実施する。

6 号炉燃料移送系配管ダクトの検討断面では, 地下水位以下に, 液状化層及び液状化影響評価対象層は分布しない。埋戻土層 (II) は, 建設時に掘削した西山層泥岩を材料として埋め戻した粘性土であり, 性状の確認を目的とした物理試験を実施した上で, 非液状化層として扱う。

7 号炉燃料移送系配管ダクトの検討断面では, 地下水位以下に, 液状化影響評価対象層 (新期砂層・沖積層, 古安田層洪積砂質土層) が分布することから, 耐震評価では有効応力解析を実施する。



第 12-1-14 図 6号炉燃料移送系配管ダクト 平面図・断面図・縦断面図



第 12-1-15 図 7号炉燃料移送系配管ダクト 平面図・断面図・縦断面図

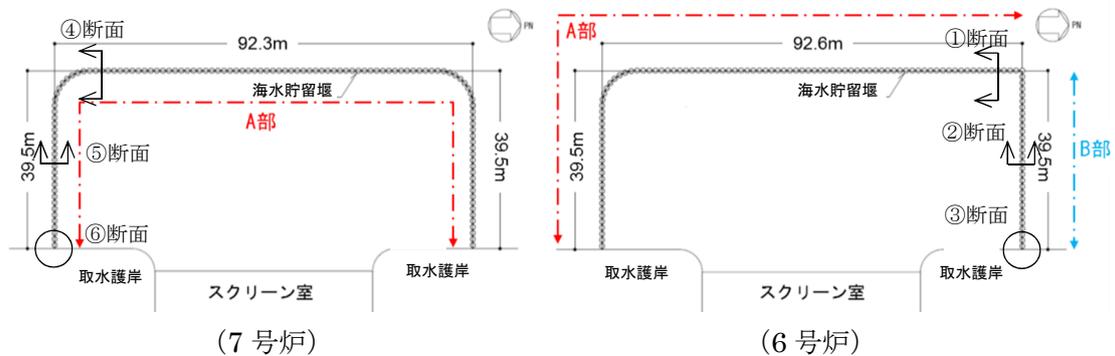
### 1.7 海水貯留堰の断面選定の考え方

第 12-1-16 図に海水貯留堰の平面図，第 12-1-17 図に海水貯留堰の断面図，第 12-1-18 図に古安田層基底面図を示す。

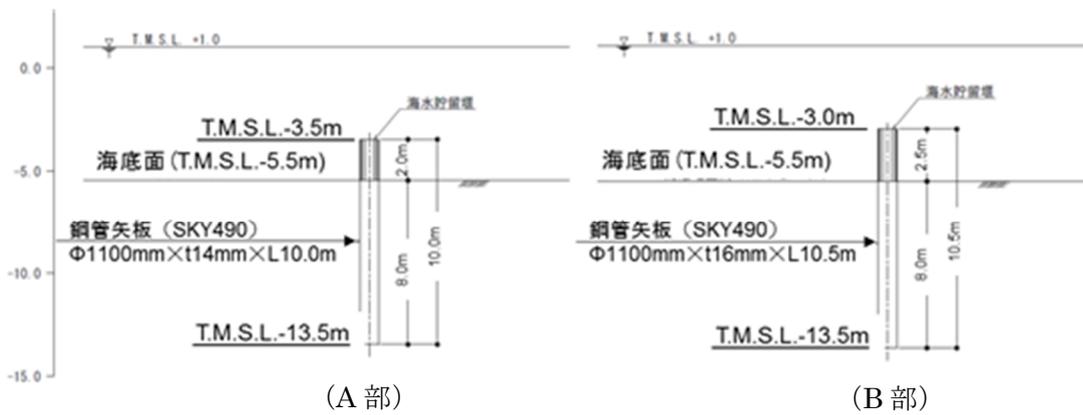
海水貯留堰は，取水口前面の海中に設置する鋼管矢板を連結した構造物であり，取水護岸に接続している。鋼管矢板の根入れは 8m であり，西山層若しくは古安田層洪積粘性土層に直接設置される。鋼管矢板は，海水を貯留するために海底面から A 部で 2.0m，B 部で 2.5m 突出している。

海水貯留堰の断面選定においては，海水貯留堰の配置を考慮して鋼管矢板が汀線直交方向に連結した部分，汀線平行方向に連結した部分及び取水護岸との接続部から選定する。また，地震時の影響を考慮して海底面から突出した部分が長い B 部を優先する。地盤条件としては，地震時の応答が大きくなると考えられる古安田層の基底面が深い位置を選定する。

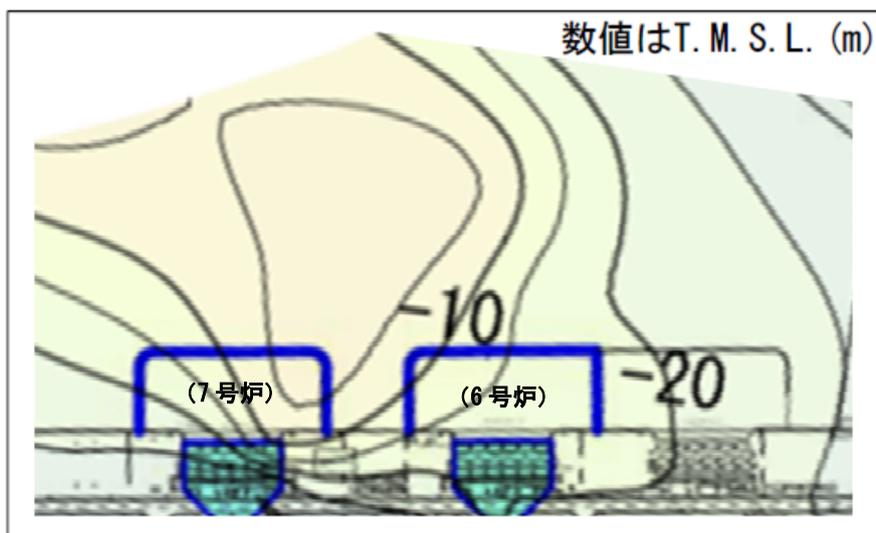
選定した断面位置を第 12-1-16 図に示す。6 号炉海水貯留堰においては汀線平行方向で古安田層の基底面が深い①断面を，汀線直交方向で古安田層の基底面が深く突出長が長い②断面を，取水護岸部との接続部として③断面を選定する。7 号炉海水貯留堰においては，汀線平行方向及び汀線直交方向において古安田層の基底面が深い④断面及び⑤断面を，取水護岸部との接続部として⑥断面を選定する。



第 12-1-16 図 6 号及び 7 号炉海水貯留堰 平面図



第 12-1-17 図 6号及び7号炉海水貯留堰 断面図



第 12-1-18 図 古安田層基底面図

## 2. 重大事故等対処施設の土木構造物の耐震評価における断面選定の考え方

### 2.1 方針

重大事故等対処施設の土木構造物の評価対象断面については、構造物の配置や荷重条件及び地盤条件を考慮し、耐震評価上最も厳しくなると考えられる位置を評価対象断面とする。

柏崎刈羽発電所 6 号及び 7 号炉での対象構造物は、第一ガスタービン発電機基礎及び第一ガスタービン発電機用燃料タンク基礎である。各施設の平面配置図を第 12-2-1 図に示す。

### 2.2 第一ガスタービン発電機基礎及び第一ガスタービン発電機用燃料タンク基礎の断面選定の考え方

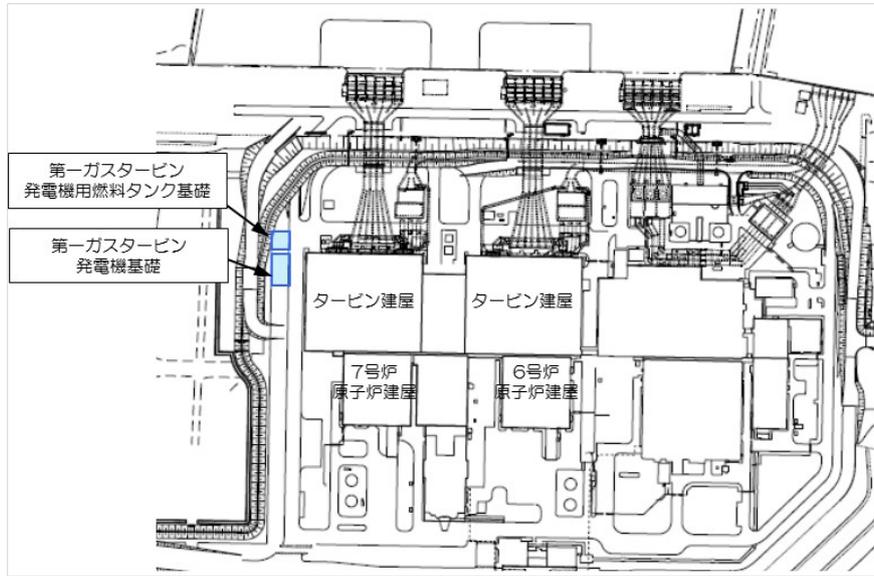
第 12-2-2 図に第一ガスタービン発電機基礎及び第一ガスタービン発電機用燃料タンク基礎の断面図を示す。

第一ガスタービン発電機基礎は、鉄筋コンクリート造の基礎版が杭を介して西山層に支持される地中埋設構造物で、幅約 14m (NS 方向) × 約 33m (EW 方向)、高さ約 3.6~6.0m の基礎版を等間隔に配置した杭で支持する比較的単純な基礎構造物であり、評価対象断面方向に一様な構造となっている。また、基礎版及び杭の周辺には地震時における変形抑制対策として地盤改良を実施しているため周辺の地盤が構造物に与える影響はどの断面も大きな差はないと考えられる。

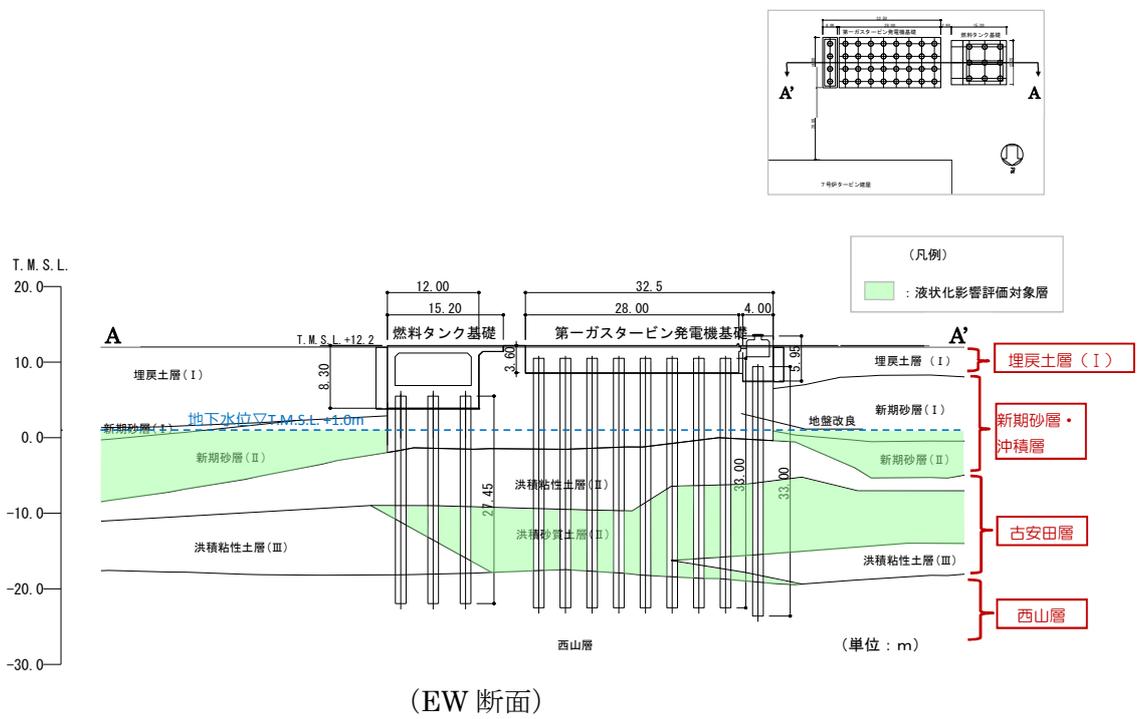
第一ガスタービン発電機用燃料タンク基礎は、鉄筋コンクリート造のピットが杭を介して西山層に支持される地中構造物で、幅約 12m (NS 方向) × 約 12m (EW 方向)、高さ約 8.3m のピットを等間隔に配置した杭で支持する比較的単純な基礎構造物であり、評価対象断面方向に一様な構造となっている。また、ピット及び杭の周辺には地震時における変形抑制対策として地盤改良を実施しているため周辺の地盤が構造物に与える影響はどの断面も大きな差はないと考えられる。

今回工認では、基礎版及びピットの長軸方向及び短軸方向の 2 断面を選定し、基準地震動  $S_s$  による耐震評価を実施する。

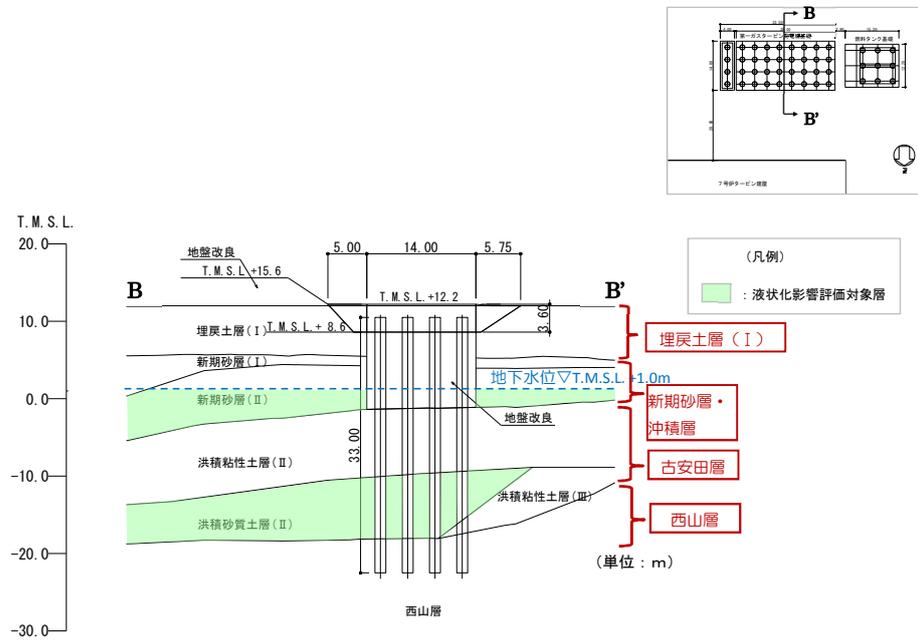
第一ガスタービン発電機基礎及び第一ガスタービン発電機用燃料タンク基礎の検討断面では、地下水位以下に、液状化影響評価対象層（新期砂層・沖積層，古安田層洪積砂質土層）が分布することから、耐震評価では有効応力解析を実施する。



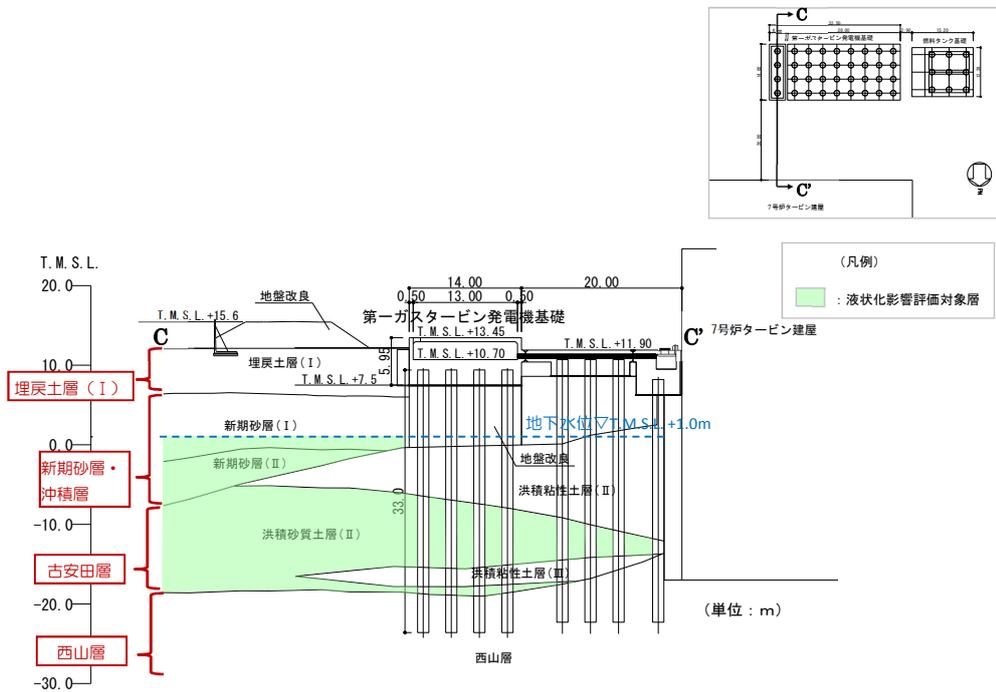
第 12-2-1 図 平面配置図



第 12-2-2 図 第一ガスタービン発電機及び第一ガスタービン発電機用  
 燃料タンク基礎断面図 (1/3)

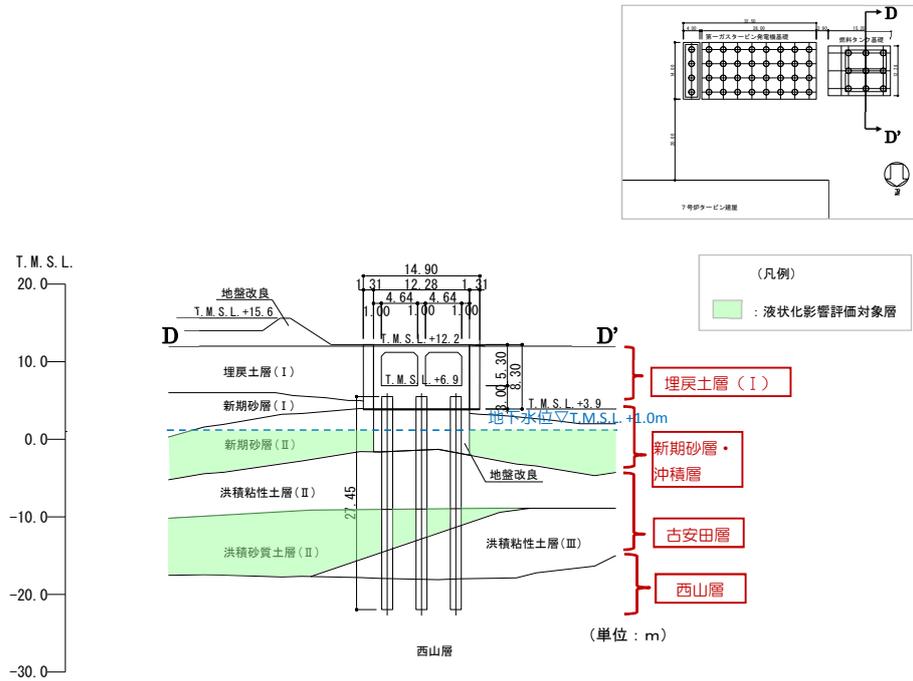


(第一ガスタービン発電機基礎 NS断面①)



(第一ガスタービン発電機基礎 NS断面②)

第 12-2-2 図 第一ガスタービン発電機及び第一ガスタービン発電機用  
燃料タンク基礎断面図 (2/3)



(第一ガスタービン発電機用燃料タンク基礎 NS 断面)

第 12-2-2 図 第一ガスタービン発電機及び第一ガスタービン発電機用燃料タンク基礎断面図 (3/3)