資料1-1-1

本資料のうち,枠囲みの内容は商業機密 又は防護上の観点から公開できません。

東海第二発電所 液状化に関する可能性の検討方針について (現状における検討結果を含む)

平成29年6月29日 日本原子力発電株式会社



目次 液状化に関する可能性の検討方針について(現状における検討結果を含む)

1.概要

- 2.敷地の地質について
- 3. 液状化の可能性の検討基本方針
- 4. 液状化検討対象層の抽出
- 5.液状化強度の試験箇所とその代表性
- 6. 有効応力解析の検討方針

7.入力地震動

- 8.液状化検討対象施設の選定
- 9.現状における検討結果

(参考)



1.概要



1. 概要

- 設置許可基準第三条においては,耐震重要施は,変形した場合においてもその安全機能が損なわれるおそれがない地盤に設けなければならないことが要求されており,特に,それらが設置される地盤について,第四紀層等の砂地盤又は砂礫地盤で地下水位が高い場合には地震発生に伴う液状化の可能性を検討する必要がある。
- 東海第二発電所の地盤は,敷地南部では岩盤である新第三系である久米層上面深度が浅く,敷地北部では深いといった特徴に加えて,その上位の第四系としては,砂層,砂礫層及び非液状化層である過圧密粘土層が堆積している。
- ■本資料は,敷地の耐震重要施設等が設置される地盤のうち,上記の状況に該当するものについての液状化に関する検討方針を示すとともに,原子力規制委員会臨時会議(平成29年6月27日)を踏まえ,特に,第四紀層を支持地盤とする耐震重要施設等のうち, 東海第二発電所の安全上の重要施設である,鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁(摩擦杭構造)が設置される地盤に着目し,現状における検討結果をご説明するものである。
- なお,別資料にて詳細に説明するとおり,鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁(摩擦杭構造)については,仮に液状化検討対象層である砂 層及び砂礫層が液状化するとしても,豊富に分布する恒久的な非液状化層である過圧密粘土層だけでも必要な支持力を確保する設 計としている。

常設耐震重要重大事故防止設備又は常設重大事故緩和設備が設置される重大事故等対処施設(特定重大事故等対処施設を除く)



^{1. 概要} 液状化に関する設置許可基準規則の要求事項について

設置許可基準規則

第三条 (設計基準対象施設の地盤)

設計基準対象施設は、次条第二項の規定により算定する地震力(設計基準対象施設のうち、地震の発生によって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。)にあっては、同条第三項に規定する基準地震動による地震力を含む。)が作用した場合に おいても当該設計基準対象施設を十分に支持することができる地盤に設けなければならない。

2 耐震重要施設は、変形した場合においてもその安全機能が損なわれるおそれがない地盤に設けなければならない。

第三十八条 (重大事故等対処施設の地盤)

重大事故等対処施設は、次に掲げる施設の区分に応じ、それぞれ次に定める地盤に設けなければならない。

一重大事故防止設備のうち常設のもの(以下「常設重大事故防止設備」という。)であって、耐震重要施設に属する設計基準事故対処設備が有する機能を代替するもの (以下「常設耐震重要重大事故防止設備」という。)が設置される重大事故等対処施設(特定重大事故等対処施設を除く。)基準地震動による地震力が作用した場合にお いても当該重大事故等対処施設を十分に支持することができる地盤

2 重大事故等対処施設(前項第二号の重大事故等対処施設を除く。次項及び次条第二項において同じ。)は、変形した場合においても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地盤に設けなければならない。

設置許可基準規則解釈

(別記1)

第3条(設計基準対象施設の地盤)

1 第3条第1項に規定する「設計基準対象施設を十分に支持することができる」とは、設計基準対象施設について、自重及び運転時の荷重等に加え、耐震重要度分類(本規程第4条2の「耐震重要度分類」をいう。以下同じ。)の各クラスに応じて算定する地震力(第3条第1項に規定する「耐震重要施設」(本規程第4条2のSクラスに属する施設をいう。)にあっては、第4条第3項に規定する「基準地震動による地震力」を含む。)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設計であることをいう。

なお、耐震重要施設については、上記に加え、基準地震動による地震力が作用することによって弱面上のずれ等が発生しないことを含め、基準地震動による地震力に対す る支持性能が確保されていることを確認することが含まれる。

2 第3条第2項に規定する「変形」とは、地震発生に伴う地殻変動によって生じる支持地盤の傾斜及び撓み並びに地震発生に伴う建物・構築物間の不等沈下、液状化及び 揺すり込み沈下等の周辺地盤の変状をいう。

基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価に係る審査ガイド

2.基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価に関する安全審査の基本方針

(1)原子炉建屋等の基礎地盤の安定性

原子炉建屋等が設置される地盤は、将来も活動する可能性のある断層等の露頭が無いことが確認された地盤であり、想定される地震動の地震力に対して、当該地 盤に設置する耐震設計上の重要度分類Sクラスの機器及び系統を支持する建物及び構築物の安全機能が重大な影響を受けないことを確認する。具体的な確認事 項は以下の通りである。

・地震発生に伴う周辺地盤の変状による建物・構築物間の不等沈下、液状化、揺すり込み沈下等により、当該建物及び構築物の安全機能が重大な影響を受けな いこと。

4.基礎地盤の安定性評価

4.1 地震力に対する基礎地盤の安定性評価

(2)確認事項

·建物及び構築物が設置される地盤が第四紀層等の砂地盤又は砂礫地盤で地下水位が高い場合には、液状化の可能性を検討していること。



1. 概要

評価対象施設

設置許可基準規則3条及び4条の対象となる「耐震重要施設」及び設置許可基準規則38条及び39条の対象となる「常設重大事故等対処施設」を以下に示す。

耐震重要施設
使用済燃料乾式貯蔵建屋
防潮堤(鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁構造区間)
防潮堤(鉄筋コンクリート防潮壁構造区間)
放水路ゲート
常設重大事故等対処施設
緊急時対策所
緊急時対策所用発電機燃料油貯蔵タンク
常設代替高圧電源装置
緊急用海水ポンプピット
緊急用海水取水管
SA用海水ピット取水塔
海水引込み管
SA用海水ピット
格納容器圧力逃がし装置格納槽
常設低圧代替注水系格納槽
可搬型設備用軽油タンク
耐震重要施設及び常設重大事故等対処施設
原子炉建屋
常設代替高圧電源装置電路,燃料移送配管
軽油貯蔵タンク
非常用海水系配管(屋外二重管)
取水構造物(取水路,海水ポンプ室)
貯留堰
非常用ガス処理系排気筒(排気筒)

重要施設の平面配置

【 】は,耐震重要施設を支持する建物・構築物を示す。

常設耐震重要重大事故防止設備又は常設重大事故緩和設備が設置される重大事故等対処施設(特定重大事故等対処施設を除く)



枠囲みの内容は商業機密又は防護上の観点から公開できません。 6

2.敷地の地質について



2.敷地の地質について 敷地の地質

• 敷地の地質は,下位から先白亜系の日立古生層(日立変成岩類),白亜系の那珂湊層群,新第三系の離山層,新第三系鮮新統~第四系下部更新統の 久米層,第四系更新統の東茨城層群及び段丘堆積物,第四系完新統の沖積層及び砂丘砂層からなる。

地 督 圙 序 表

年代層序区分		地層区分	地質記号		主な層相			備考	
新生界		完新統	砂丘砂層	du		砂		灰褐色 ~ 黄灰色の砂 ~ 中粒砂	敷地全体に広く分布する。
			沖積層	al	Ag2	砂礫		暗青灰色 ~ 灰褐色の粘土・砂 灰褐色 ~ 黄褐色の礫混じり砂	最上位の砂層は敷地全体に広〈分布する。 久慈川が侵食した凹状の谷を埋めて分布する。
					Ac	粘土			
					As	砂			
					Ag1	砂礫	anti finigi		
	第四系	四系 更新統			D2c-3	シルト		黄褐色~青灰色の砂礫・砂・シルト	敷地南部に分布する。 敷地周辺のL1段丘堆積物に対比される。 シルト層中の炭物質の年代: 40,830 ± 2,670年BP~48,330 ± 年BPオーバー (14C年代測定法)
			段丘堆積物	D2	D2s-3	砂			
					D2g-3	砂礫			
					D2c-2	シルト			
					D2g-2	砂礫	La Califa		
				D1	Im	п-4	the same	*	敷地南西部に分布する。 敷地周辺のM2段丘堆積物に対比される。 本層上部に分布する風化火山灰層に含まれる テフラの年代: ・赤城鹿沼テフラ >45,000年BP ・赤城水沼1テフラ 55,000年BP~60,000BP
					D1c-1	シルト	N N		
					D1g-1	砂礫			
			東茨城層群	Hi		暗灰色~褐色の砂及びシルト 灰褐色~青灰色の砂礫		褐色の砂及びシルト !∼ 青灰色の砂礫	敷地西部のご〈一部に分布する。
	新第三系	鮮新統	<u>久米層</u>	K	(m 		暗オリー	ブ灰色の砂質泥岩	敷地全体に広く分布する。 原子炉建屋等の基礎岩盤である。
			~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~	h.	In 		泥岩·凝灰岩		敷地では北部を中心に久米層の下位に認められる。
日			$\sim$	NK Second	<u>،</u>		泥石 ' 砂石	黙地主体で久米層 , 離山層の下位に認められる。 	
先白亜系			口立百王 <i>僧</i> (日立変成岩類)	ŀ	łp		泥衫	岩·砂岩·礫岩	1孔のボーリングで那珂湊層群の下位に認められる。



### 2. 敷地の地質について 第四系基底の標高分布図及び段丘区分図





### 2.敷地の地質について 地質断面図(炉心断面)







防潮堤 平面図



















防潮堤 平面図







断面図





<br />
<

- 断面図





## 3. 液状化の可能性の検討基本方針



3. 液状化の可能性の検討基本方針

#### 以下に液状化に関する可能性の検討のフローを示す。

液状化に関する可能性の検討については,道路橋示方書では検討対象外とされている洪積の砂礫層及び地表面から 20m 以深の沖積砂礫層についても液状化検討対象層とすることで保守的な評価を実施する。

各液状化検討対象層について,代表性を有する液状化強度試験箇所を選定し,液状化強度を取得する。

液状化検討対象層の液状化強度特性は,液状化強度試験結果の平均と標準偏差を考慮した保守的設定(平均 - 1 設定)とし, 有効応力解析により液状化判定を行う。





## 4.液状化検討対象層の抽出



## 4. 液状化検討対象層の抽出

液状化検討対象層の抽出

✓ 道路橋示方書・同解説( 耐震設計編)に基づき液状化検討対象層を抽出する。

✓ 道路橋示方書においては,液状化検討対象層を地表面から20m以内の沖積層としているが,本評価では以下のものも対象層として考慮する。 地表面から20m以深も考慮。

砂礫

D1g-1

洪積層(D1層 ~ D2層)についても考慮。

#### 液状化判定の対象となる地層(道路橋示方書・同解説( 耐震設計編))

始め

地下水位が地表面 から10m以内

戦表面から20m

以内の飽和土層

Yes

No

地下水位が地表面から10m以内にあり,かつ,地表面から20m以内の深さに存在する飽和土層 細粒分含有率が35%以下の土層,または,細粒分含有率が35%を超えても塑性指数が15以下の土層 50%粒径が10mm以下で,かつ,10%粒径が1mm以下である土層



:検討対象



液状化検討対象層の抽出フロー (道路橋示方書・同解説( 耐震設計編) 平成24年3月)



検討対象層とする。

5.液状化強度の試験箇所とその代表性



- 有効応力解析による液状化判定等を実施するため,液状化強度を取得する。
- 液状化強度試験の実施箇所の決定に当たっては,以下を考慮する。
- ✓ 液状化強度試験箇所の液状化強度比 R L は,敷地内における同層の液状化強度比 R L と比較して保守的な位置であることを確認する。
- ✓ 液状化強度試験箇所の対象層は,試料採取が可能な層厚を有していることを確認する。
- ✓ 液状化強度試験箇所は,耐震重要施設の近傍であることを確認する。









du層は敷地内に広く分布していることから,敷地の北側と南側でデータを区分しR」値の分布比較を行った。





### 【du層】

du層の液状化強度試験箇所が,試料採取が可能な層厚を有していること及び耐震重要施設(防潮堤等)の近傍であることを確認した。















Ag2層は敷地内に広く分布していることから,敷地の北側と南側でデータを区分しR」値の分布比較を行った。



👉 ifhTh

### 【Ag2層】

Ag2層の液状化強度試験箇所が,試料採取が可能な層厚を有していること及び耐震重要施設(使用済燃料乾式貯蔵建屋等)の近傍であることを確認した。

























【D2s-3層】

D2s-3層は液状化強度試験箇所が,試料採取が可能な層厚を有していること及び耐震重要施設 (緊急時対策所)の近傍であることを確認した。















#### 【D2g-3層】

D2g-3層は液状化強度試験箇所が,試料採取が可能な層厚を有していること及び耐震重要施設 (使用済燃料乾式貯蔵建屋等)の近傍であることを確認した。











D1g-1層については,敷地内で標準貫入試験を実施していないことから,原地盤と液状化強度試験供試体の粒度分布を比較することで,その保守性を確認する。




### 5.液状化強度の試験箇所とその代表性 液状化強度試験箇所の代表性評価(D1g-1層)

【D1g-1層】

D1g-1層は液状化強度試験箇所が,試料採取が可能な層厚を有していること及び耐震重要施設 (使用済燃料乾式貯蔵建屋等)の近傍であることを確認した。









### 5.液状化強度の試験箇所とその代表性 液状化強度試験箇所の代表性評価(まとめ)

液状化強度試験箇所の代表性を確認するため,液状化強度との相関が最も高いN値及び相関が高い細粒分含有率について,液状 化強度試験箇所と周辺調査箇所との比較を行い整理した。



地層名	代表性の評価
du層	<ul> <li>du層の液状化強度試験箇所は,敷地内調査箇所と比べてN値及び細粒分含有率の平均値が小さく,これらから道路橋示方書式により算定される液状化強度比が小さいことから,代表性を有していると評価した。</li> </ul>
Ag2層	<ul> <li>Ag2層の液状化強度試験箇所は、敷地内調査箇所と比べてN値及び細粒分含有 率の平均値が小さく、これらから道路橋示方書式により算定される液状化強度比 が小さいことから、代表性を有していると評価した。</li> </ul>
As層	<ul> <li>As層の液状化強度試験箇所は,敷地内調査箇所と比べてN値の平均値は小さく, 細粒分含有率の平均値がほぼ同等であるが,これらから道路橋示方書式により算 定される液状化強度比が小さいことから,代表性を有していると評価した。</li> </ul>
Ag1層	<ul> <li>Ag1層は,分布深度が深く,硬質な巨礫を含む砂礫層であるため試料採取が困難である。</li> <li>Ag1層はAg2層と同時代に堆積した砂礫層であることやN値がAg2層より大きいこと等を踏まえ,物性設定においては,保守的にAg2層の試験結果を用いる方針とする。</li> </ul>
D2s-3層	<ul> <li>D2s-3層の液状化強度試験箇所は,敷地内調査箇所と比べて細粒分含有率の平均値が若干大きいが,N値の平均値は小さく,これらから道路橋示方書式により算定される液状化強度比が小さいことから,代表性を有していると評価した。</li> </ul>
D2g-3層	<ul> <li>D2g-3層の液状化強度試験箇所は,敷地内調査箇所と比べてN値及び細粒分含 有率が小さく,これらから道路橋示方書式により算定される液状化強度比が小さい ことから,代表性を有していると評価した。</li> </ul>
D1g-1層	<ul> <li>液状化強度試験供試体の粒度分布は原地盤よりも小さいことから,液状化強度としては保守側の設定であり,代表性を有していると評価した。</li> </ul>



## 6.有効応力解析の検討方針



#### 6. 有効応力解析の検討方針 有効応力解析コード「FLIP」について

#### 解析コード「FLIP」の構成則と特徴

- ・ FLIP (Finite element analysis of Llquefaction Program) は、1988年に運輸省港湾技術研究所(現、(独)港湾空港技術研究所) にお いて開発された平面ひずみ状態を対象とする有効応力解析法に基づく、2次元地震応答解析プログラムである。
- ・ FLIPの主な特徴として、以下の ~ を挙げることが出来る。

有限要素法に基づくプログラムである。 平面ひずみ状態を解析対象とする。 地盤の液状化を考慮した地震応答解析を行い、部材断面力や残留変形等を計算する。 土の応力 - ひずみモデルとして、<u>マルチスプリングモデル</u>を採用している。 液状化現象は有効応力法により考慮する。そのために必要な過剰間隙水圧発生モデルとして<u>井合モデル</u>を用いている。

#### 砂の応力 - ひずみモデル(マルチスプリングモデル)

- ・ 砂の変形特性を規定するマルチスプリングモデルは、任意方向のせん断面において仮想的な単純せん断バネの作用があるもの とし、これらのせん断バネの作用により、土全体のせん断抵抗が発揮されるものである。
- ・ 土の応力 ひずみ関係は、このせん断バネの特性によって種々の表現が可能であるが、「FLIP」では双曲線(Hardin-Drnevich)型 モデルを適用している。また、履歴ループについては、その大きさを任意に調整可能なように拡張したMasing則を用いている。



マルチスプリングモデルの概念図

非排水条件での土の応力 - ひずみ関係の概念図



要素の最大高さ(*h_{max}*)は,応力の変化をなめらかに表現でき,地震波の伝播を十分に考慮できるよう下式により 算定した。

$$h_{\max} = \frac{1}{m} \cdot \lambda_s = \frac{1}{m} \cdot \frac{V_s}{f_{\max}}$$

- *ヘ*。 :せん断波の波長(m)
- *V_s* : せん断波の速度(m/s)
- f_{max}:考慮する地震動の最大周波数
- *m* :分割係数(5または4)

機器評価用のFRSを算定する場合は,その固有周期を考慮した上で,適切な最大周波数を設定する。

常時応力解析時の境界条件は,底面を固定境界,側方を鉛直ローラ境界として設定した。 地震応答解析時の境界条件は,底面及び側方を粘性境界として設定した。

常時応力解析時

地震応答解析時





#### 構造部材

構造部材は,線形要素あるいは履歴モデル考慮する非線形要素によりモデル化する。

#### 地盤

地盤は,マルチスプリング要素でモデル化し,液状化検討対象層は間隙水圧要素も考慮する。

#### 減衰定数

減衰特性は,固有値解析等で求められる固有振動数に対応するRayleigh減衰と,地盤及び構造物の履歴減衰 を考慮する。ただし,構造物を線形要素でモデル化する場合は構造物の履歴減衰は考慮しないこととなる。

入力地震動

入力地震動は,解放基盤表面で定義される基準地震動Ssを,一次元波動論によって地震応答解析モデルの 底面位置で評価したものを用いる。





#### 有効応力解析においては,敷地内の観測最高水位に基づき地下水位を設定する。 (2017年6月時点にてデータの取り纏めを行い,コンターを作成)



観測孔名計測期間		<b>最高水位</b> (T.P.+m)	最高水位 計測時期
a 1995 ~ 1999		3.49	1998年10月8日
b	1995 ~ 1999	2.52	1998年9月25日
с	1995 ~ 1999	2.53	1998年9月22日
d	1995 ~ 1999	2.28	1998年9月22日
a-1	1995 ~ 1999, 2004 ~ 2009	15.42	2006年8月7日
a-2	2004 ~ 2009	13.60	2006年7月28日
b-2	2004 ~ 2009	9.06	2006年7月30日
c-0	1995 ~ 1999, 2004 ~ 2009	2.05	1998年9月19日
c-2	1995 ~ 1999, 2004 ~ 2017	2.58	2012年7月7日
c-3	2004 ~ 2017	2.49	2012年7月7日
c-4	2004 ~ 2017	2.00	2012年6月25日
d-1	1995 ~ 1999, 2004 ~ 2009	1.50	1998年9月18日
d-3	2004 ~ 2017	1.44	2013年10月27日
d-6	2004 ~ 2017	1.58	2013年10月28日
e-2	2004 ~ 2017	1.38	2006年10月8日
e-3	2004 ~ 2017	1.50	2013年10月16日
e-5	2004 ~ 2017	1.30	2013年10月21日
e-6	2004 ~ 2017	1.26	2013年10月21日
B-1	2005 ~ 2017	2.90	2006年7月30日
B-2	2005 ~ 2017	3.09	2006年7月30日
B-4	2005 ~ 2017	3.56	2006年7月31日
B-6	2005 ~ 2017	5.51	2006年8月17日
C-4	2005 ~ 2017	3.17	2012年6月27日
C-7	2005 ~ 2017	4.99	2006年8月18日
D-0	2006 ~ 2017	2.37	2012年6月22日
D-3	2005 ~ 2017	2.88	2006年10月7日
D-4	2006 ~ 2017	2.76	2012年6月25日
D-5	2006 ~ 2017	2.54	2012年7月16日
E-4	2006 ~ 2017	2.26	2012年6月25日
F-2	2005 ~ 2015	1.74	2013年10月30日
F-4	2005 ~ 2017	1.55	2013年10月27日
F-6	2005 ~ 2017	1.77	2012年6月24日
G-5	2005 ~ 2017	1.53	2013年10月27日
H-4	2006 ~ 2017	2.13	2013年10月16日
H-7	2005 ~ 2017	1.33	2013年10月27日



#### 6.有効応力解析の検討方針 液状化判定に係る評価基準値について

有効応力解析コード「FLIP」での地震応答解析結果により算出される各地盤要素の間隙水圧に対し,液状化の 定義を明確にした上で,評価基準値を以下のように設定し,液状化判定を行う。

液状化の定義

レベル2地震動による液状化研究小委員会活動成果報告(土木学会,2003)では,地盤の液状化の事象の 定義として,以下のように記載されている。

【液状化】

地震の繰返しせん断力などによって, 飽和した砂や砂礫などの緩い非粘性土からなる地盤内での間 隙水圧が上昇・蓄積し, <u>有効応力がゼロまで低下</u>し液体状となり, その後地盤の流動を伴う現象。

規格・基準における液状化と過剰間隙水圧に関する記載事例

地盤材料試験の方法と解説(公益社団法人地盤工学会,2009)では,液状化と関連する過剰間隙水圧について,以下のように記載されている。

【土の液状化強度特性を求めるための繰返し非排水三軸試験(pp.730~749)】 各繰返しサイクルにおける過剰間隙水圧 uの最大値が有効拘束圧  $_0$ の<u>95%</u>になったときの繰返し載荷 回数 $N_{ugs}$ を求める。



過剰間隙水圧を指標とした液状化の評価基準値について,"液状化の定義"及び "規格・基準における記載事例"に基づき,以下のように設定する。

·過剰間隙水圧 uの最大値が有効拘束圧 0の95%に達した状態を液状化と判定する。



FLIPの入力パラメータの設定方法について,その概要を以下に記載する。





### 6.有効応力解析の検討方針 液状化強度とパラメータ設定

### 各層の液状化パラメータを以下に示す。

#### 各層の液状化パラメータ

		液状化パラメータ									
		間隙比 e	基準平均有効 主応力 'ma	基準初期 せん断剛性Gma	最大履歴減衰率 hmax	р	S ₁	W ₁	P ₁	P ₂	C ₁
			$[kN/m^2]$	$[kN/m^2]$		[度]					
埋戻土		0.75	358 (312) ()は地下水位以浅	253,529 (220,739) ()は地下水位以浅	0.220	34.8	0.047	6.5	1.26	0.80	2.00
第四系	du	0.75	358 (312) ()は地下水位以浅	253,529 (220,739) ₍₎ は地下水位以浅	0.220	34.8	0.047	6.5	1.26	0.80	2.00
	Ag2	0.67	497 (299) ()は地下水位以浅	278,087 (167,137) ₍₎ は地下水位以浅	0.233	34.9	0.028	56.5	9.00	0.60	3.40
	Ac	1.59	480	121,829	0.200	非液状化層					
	As	1.20	378	143,284	0.216	38.3	0.046	6.9	1.00	0.75	2.27
	Ag1	0.67	814 (814) ()は地下水位以浅	392,073 (392,073) ()は地下水位以浅	0.221	34.9	0.029	51.6	12.00	0.60	3.35
	D2c-3	1.09	696	285,223	0.186	非液状化層					
	D2s-3	0.79	966	650,611	0.192	33.4	0.048	17.6	4.80	0.96	3.15
	D2g-3	0.43	1,167 (1,167) ()は地下水位以浅	1,362,035 (1,362,035) ₍₎ は地下水位以浅	0.130	41.4	0.030	45.2	8.00	0.60	3.82
	lm	2.80	223	35,783	0.151	非液状化層					
	D1c-1	1.09	696	285,223	0.186	非液状化層					
	D1g-1	0.67	1,695 (1,710) ()は地下水位以浅	947,946 (956,776) ₍₎ は地下水位以浅	0.233	34.9	0.020	10.5	7.00	0.50	2.83



### 6. 有効応力解析の検討方針 有効応力解析による保守的な液状化強度特性(平均 - 1)の再現

液状化強度試験結果の平均と標準偏差を考慮した保守的設定(平均 - 1 設定)とした液状化強度曲線を以下 に示す。





#### 6.有効応力解析の検討方針

有効応力解析による保守的な液状化強度特性(平均 - 1)の再現

液状化強度試験結果の平均と標準偏差を考慮した保守的設定(平均 - 1 設定)とした液状化強度曲線を以下 に示す。









## 7.入力地震動



7.入力地震動

### 入力地震動(基準地震動Ss)の概要

基準地震動			最大加速度(cm/s ² )			
			EW成分	UD成分		
Ss-D1	応答スペクトル手法による基準地震動	8	560			
<b>S</b> s-11	F1断層,北方陸域の断層,塩ノ平地震断層の連動による地震     717     619					
<b>S</b> s - 1 2	F1断層,北方陸域の断層,塩ノ平地震断層の連動による地震 (短周期レベルの不確かさ,破壊開始点2)	871	626	602		
<b>S</b> s - 1 3	F1断層,北方陸域の断層,塩/平地震断層の連動による地震 (短周期レベルの不確かさ,破壊開始点3)	903	617	599		
Ss-14	F1断層,北方陸域の断層,塩/平地震断層の連動による地震 (断層傾斜角の不確かさ,破壊開始点2)	586	482	451		
<b>S</b> s - 2 1	2011年東北地方太平洋沖型地震 (短周期レベルの不確かさ)	901	887	620		
Ss - 22	2011年東北地方太平洋沖型地震 (SMGA位置と短周期レベルの不確かさの重畳)	1009	874	736		
<b>S</b> s - 3 1	2004年北海道留萌支庁南部地震の検討結果に保守性を考慮した地震動	610		280		

Ss-D1は水平・鉛直反転を考慮し,(正,正),(正,逆),(逆,正),(逆,逆)の組合せについて,評価を行う。 Ss-31は水平反転を考慮し,(正,正),(逆,正)の組合せについて,評価を行う。



### 7.入力地震動 入力地震動(基準地震動Ss)の疑似速度応答スペクトル



NS方向





 Ss - D1	応答スペクトル手法による基準地震動
 Ss - 11	F1断層,北方陸域の断層,塩ノ平地震断層の連動による地震(短周期レベルの不確かさ,破壊開始点1)
 Ss - 12	F1断層,北方陸域の断層,塩ノ平地震断層の連動による地震(短周期レベルの不確かさ,破壊開始点2)
 Ss - 13	F1断層,北方陸域の断層,塩ノ平地震断層の連動による地震(短周期レベルの不確かさ,破壊開始点3)
 Ss - 14	F1断層,北方陸域の断層,塩ノ平地震断層の連動による地震(断層傾斜角の不確かさ,破壊開始点2)
 Ss-21	2011年東北地方太平洋沖型地震(短周期レベルの不確かさ)
 Ss - 22	2011年東北地方太平洋沖型地震(SMGA位置と短周期レベルの不確かさの重畳)
 Ss-31	2004年北海道留萌支庁南部地震の検討結果に保守性を考慮した地震動



#### 7.入力地震動

## 入力地震動(基準地震動Ss)時刻歷波形(1)





7.入力地震動

## 入力地震動(基準地震動Ss)時刻歷波形(2)





7.入力地震動

## 入力地震動(基準地震動Ss)時刻歷波形(3)



👉 IFhTh

7.入力地震動

## 入力地震動(基準地震動Ss)時刻歷波形(4)





# 8.液状化検討対象施設の選定



## 8.液状化検討対象施設の選定



対象施設と代表断面位置

上記より, 防潮堤(鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁構造区間)、 非常用海水系配管(屋外二重管)について、有 効応力解析による液状化判定を行う。



## 9.現状における検討結果



#### 9.現状における検討結果 液状化判定結果(鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁 その1)



有効応力解析の結果,地盤の液状化は認められない。



#### 9.現状における検討結果 液状化判定結果(鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁 その2)



👉 IFhTh

#### 9.現状における検討結果 液状化判定結果(鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁 その3)



有効応力解析の結果,地盤の液状化は認められない。







## 地質断面図 岩盤に直接支持している施設(1/4)

·常設代替高圧電源装置,軽油貯蔵タンク(NS断面)



#### ·常設代替高圧電源装置,軽油貯蔵タンク(EW断面)





#### 地質構成表 地質時代 地質区分 起身 114 编考 教練を確に広く分布する 64 10 初近藤 宠 砂健 着地を住に広く分布する。 ALT . ж Ac 料土 10 PRIER 3.8/1 久島川が優全した初後の 均規層 出稿等 10 Ac utmatsers. Ag1 UHR 020-3 SAF * 026-3 8 低位现在工 莱 BARRING MORE 段近增储第7 四十7 初建 增稳制 として分析する。 24+ . 018-2 1018 10.1 0-4 紀 * 教徒の常芸様にお考し、 PERS 段后地構築) Dis-1 シルト いわゆる瞬間絶当業生 增模種 Hera. 1-110 初建 砂葉正治 単地の単層地である。 第三紀鮮新日世 久米層 Ke.

・緊急用海水ポンプピット,緊急用海水取水管(縦断面)







100m

## 地質断面図 岩盤に直接支持している施設 (2/4)

·SA用海水ピット,海水引込み管,SA用海水ピット取水塔(EW断面)



#### ·格納容器圧力逃がし装置格納槽,常設低圧代替注水系格納槽(EW断面:原子炉建屋 地質断面図に投影)



~~~~~ **不**整合



地質断面図 岩盤に直接支持している施設 (3/4)



0 10 50 100m







👉 ifhTh

枠囲みの内容は商業機密又は防護上の観点から公開できません。 65

地質断面図 岩盤に直接支持している施設 (4/4)

·防潮堤(鉄筋コンクリート防潮壁構造区間)(NS断面)



·防潮堤(鉄筋コンクリート防潮壁構造区間)(NS断面)













0 10

50

100m

地質断面図 岩盤に杭構造で支持している施設 (1/4)





地質断面図 岩盤に杭構造で支持している施設 (2/4)

·緊急時対策所,緊急時対策所用発電機燃料油貯蔵タンク,可搬型重大事故等対処施設用軽油タンクピット(西側) (NS断面)



🗲 เร่หว้ห

枠囲みの内容は商業機密又は防護上の観点から公開できません。 68

地質断面図 岩盤に杭構造で支持している施設 (3/4)

·可搬型重大事故等対処施設用軽油タンクピット(南側) (NS断面)



👉 ifhTh

地質断面図 岩盤に杭構造で支持している施設 (4/4)

海水ポンプ室(NS断面)





5 0° MU 2.0 2.0 2.0 2.0 3.0 5.6 5.6 5.6 5.0 5.0

50

0 10

100m

·貯留堰(NS断面)







Е





地質断面図 第四紀層に杭構造で支持している施設

·防潮堤(鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁構造区間)(NS断面)



·防潮堤(鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁構造区間)(EW断面)







0 10 50 100m



地質断面図 第四紀層に直接支持している施設









·屋外二重管(横断面)



👉 ifhTh

枠囲みの内容は商業機密又は防護上の観点から公開できません。 72
参考 液状化判定結果(鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁 その4)



有効応力解析の結果,地盤の液状化は認められない。



参考 液状化判定結果(鉄筋コンクリート防潮壁)



液状化判定結果(S<sub>s</sub>-D1)(正,正)

有効応力解析の結果,地盤の液状化は認められない。



参考 液状化判定結果(貯留堰)



液状化判定結果(S<sub>s</sub>-D1)(正,正)

有効応力解析の結果,地盤の液状化は海底面付近の浅部砂層に僅かに認められる程度であり,その他の地層には認められない。



参考 液状化判定結果(常設代替高圧電源装置)



有効応力解析の結果,地盤の液状化は認められない。



参考 液状化判定結果(港湾施設)



有効応力解析の結果,地盤の液状化は海底面付近の浅部砂層に僅かに認められる程度であり,その他の地層には認められない。

