

令和6年能登半島地震以降の 志賀原子力発電所の現況について（7月4日現在）

2024年7月4日
北陸電力株式会社
北陸電力送配電株式会社

志賀原子力発電所は、1、2号機（定期検査により停止中）とも、外部電源や必要な監視設備、冷却設備および非常用電源等の機能を確保しており、原子炉施設の安全確保に問題は生じておりません。また、発電所に設置しているモニタリングポストの数値に変化はなく、外部への放射能の影響はありません。

令和6年能登半島地震に対する志賀原子力発電所の耐震健全性を詳細に評価しており、原子炉建屋^{※1}および原子炉建屋内設備^{※2}が健全であることを確認しています（4月26日にお知らせ済み）。この度、タービン建屋、海水熱交換器建屋および屋外施設（以下、「タービン建屋等^{※1}」という）およびタービン建屋等内の設備^{※2}が健全であることを確認したことから、その結果を取りまとめました。（添付資料1）

※1 耐震重要度が高い設備を支持する建物・構築物

※2 「止める」、「冷やす」、「閉じ込める」の機能を有する設備のうち、耐震重要度が高い設備

また、2号機低圧タービンにおいて「伸び差大」警報が発生したことから、タービン・発電機の詳細点検を実施しており、発電機、高圧タービン、低圧タービン（A）の損傷状況をお知らせしています（4月26日にお知らせ済み）。前回のお知らせ以降、低圧タービン（B）、（C）および発電機の点検を実施し、前回同様、一部の損傷は確認したものの、タービンの動翼・静翼等の主要な部位には大きな損傷がないことを確認しています。損傷箇所については、必要な補修を行ってまいります。（添付資料2）

このほか、情報発信の問題点と対策について取りまとめましたので、あわせてお知らせいたします。（添付資料3）

あわせて、令和6年能登半島地震以降の志賀原子力発電所の現況について、これまでお知らせした内容を別紙1、2のとおり更新しました。

志賀原子力発電所は、復旧完了あるいは応急処置済みですが、一部時間を要する設備については、今後、計画的に復旧することとしています。

変圧器等の設備の損傷・復旧状況については、今後も引き続き、適時お知らせしてまいります。

添付資料1 令和6年能登半島地震に対する志賀原子力発電所の耐震健全性確認結果について（その2）

添付資料2 志賀原子力発電所2号機タービン・発電機点検状況について（続報）

添付資料3 情報発信の問題点と対策

別紙1 令和6年能登半島地震以降の志賀原子力発電所の現況について（7月4日現在）

別紙2 発生事象および現時点までの対応状況

参考 報告書「令和6年能登半島地震に対する志賀原子力発電所の耐震健全性確認結果について（その2）」

以上

令和6年能登半島地震に対する志賀原子力発電所の 耐震健全性確認結果について（その2）

要 旨

【経緯】

○令和6年能登半島地震では、2007年に発生した能登半島地震で1号原子炉建屋最下階の地下2階の床上面にて観測された226ガルを超える399ガルを観測したことを踏まえ、原子炉建屋※1及び同建屋内設備※2の耐震健全性確認を先行して実施し、耐震健全性が確保されていることを確認した。
(2024年4月報告済)

○今回、タービン建屋、海水熱交換器建屋、屋外施設（以下、「タービン建屋等※1」という。）及びタービン建屋等内の設備※2の耐震健全性確認を実施したことから、その結果を報告する。

※1 耐震重要度が高い設備を支持する建物・構築物。

※2 「止める」、「冷やす」、「閉じ込める」の機能を有する設備のうち、耐震重要度が高い設備。

1. 建物・構築物の耐震健全性確認

・・・P.1～4

今回の地震に対して、タービン建屋等の耐震健全性が確保されていることを確認した。

2. 設備の耐震健全性確認

・・・P.5～6

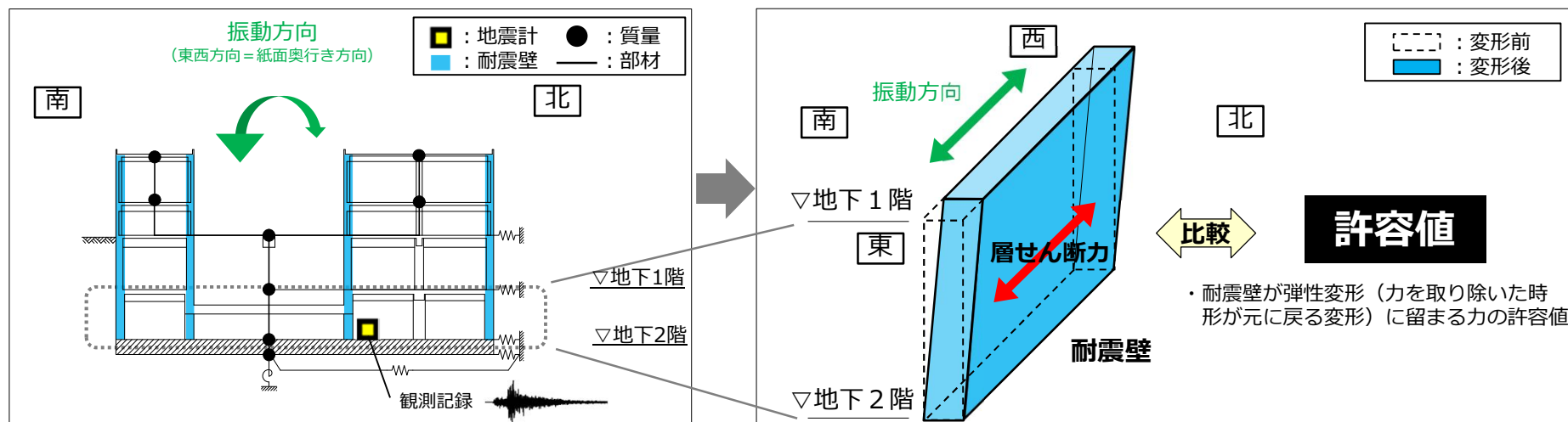
今回の地震に対して、タービン建屋等内の設備の耐震健全性が確保されていることを確認した。

1. 建物・構築物の耐震健全性確認（1 / 4）

【確認方法】

建物	<ul style="list-style-type: none"> ○ タービン建屋、海水熱交換器建屋の耐震健全性の確認は、建屋の主要な耐震要素である耐震壁に発生した力（層せん断力）と許容値を比較※1することで行う。 ○ 具体的には、1号及び2号の各建屋について、最下階の地下2階の床の上に設置された地震計の今回の地震による観測記録を用いて、解析により算定した各階の層せん断力を許容値と比較する。
構築物	<ul style="list-style-type: none"> ○ 屋外施設のうち排気筒の耐震健全性の確認は、排気筒の各部材に発生した力（発生応力）と許容値を比較※1することで行う。 ○ 具体的には、1号及び2号排気筒について、排気筒の基礎の上に設置された地震計の今回の地震による観測記録を用いて、解析により算定した各部材の発生応力を許容値と比較する。 ○ 屋外施設のうち耐震重要度が高い設備を支持する土木構造物の耐震健全性の確認は、土木構造物の各部材に発生した力（発生応力）と許容値を比較※1することで行う。 ○ 具体的には、1号及び2号の5つの土木構造物について、今回の地震による岩盤中の観測記録より算定したはぎとり波を用いて、解析により算定した各部材の発生応力を許容値と比較する。

※1 建設時の工事計画認可と同様の方法に基づき実施。

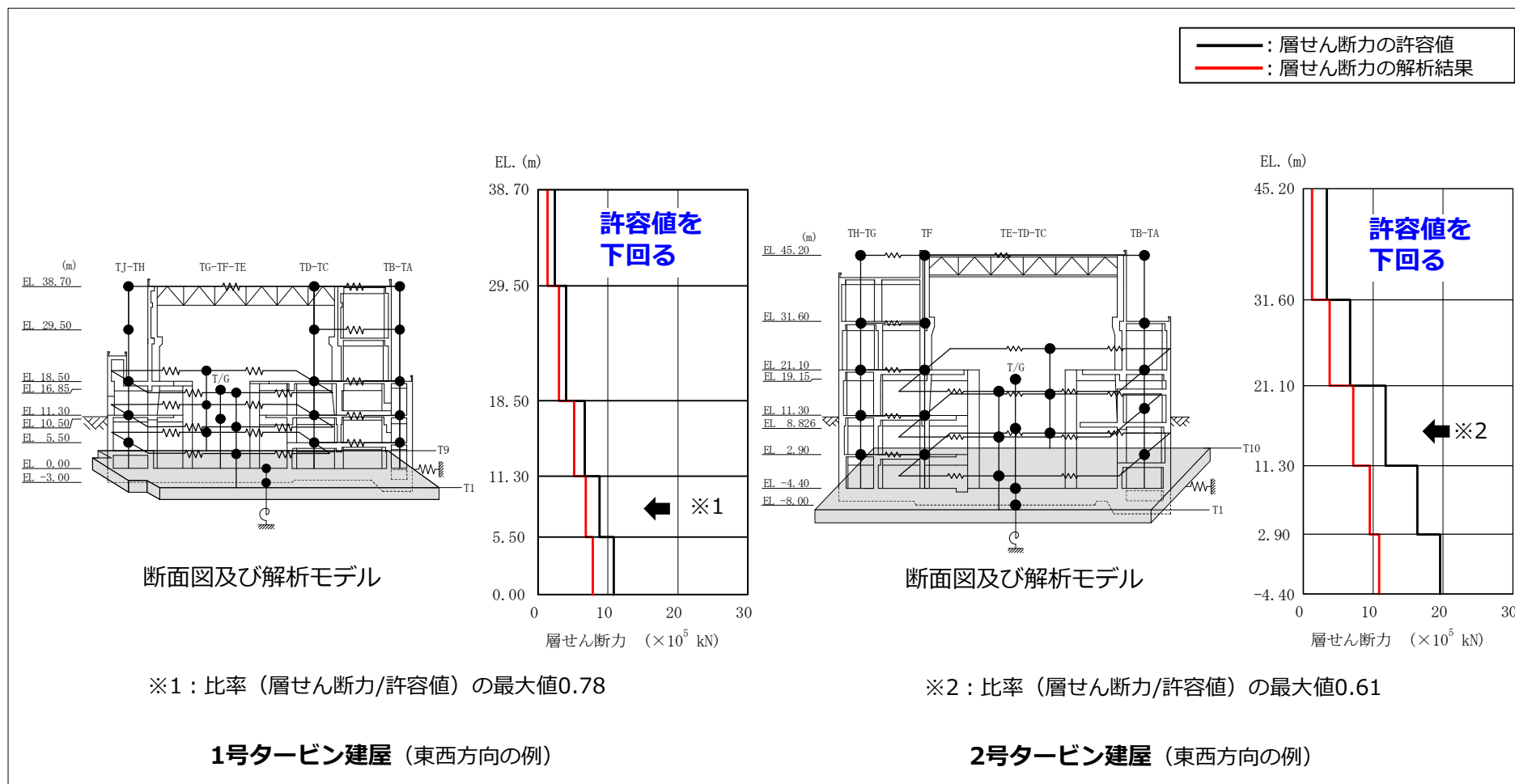


解析のイメージ（2号海水熱交換器建屋東西方向の例）

海水熱交換器建屋の耐震健全性の確認のイメージ（地下2階の例）

1. 建物・構築物の耐震健全性確認（2 / 4）

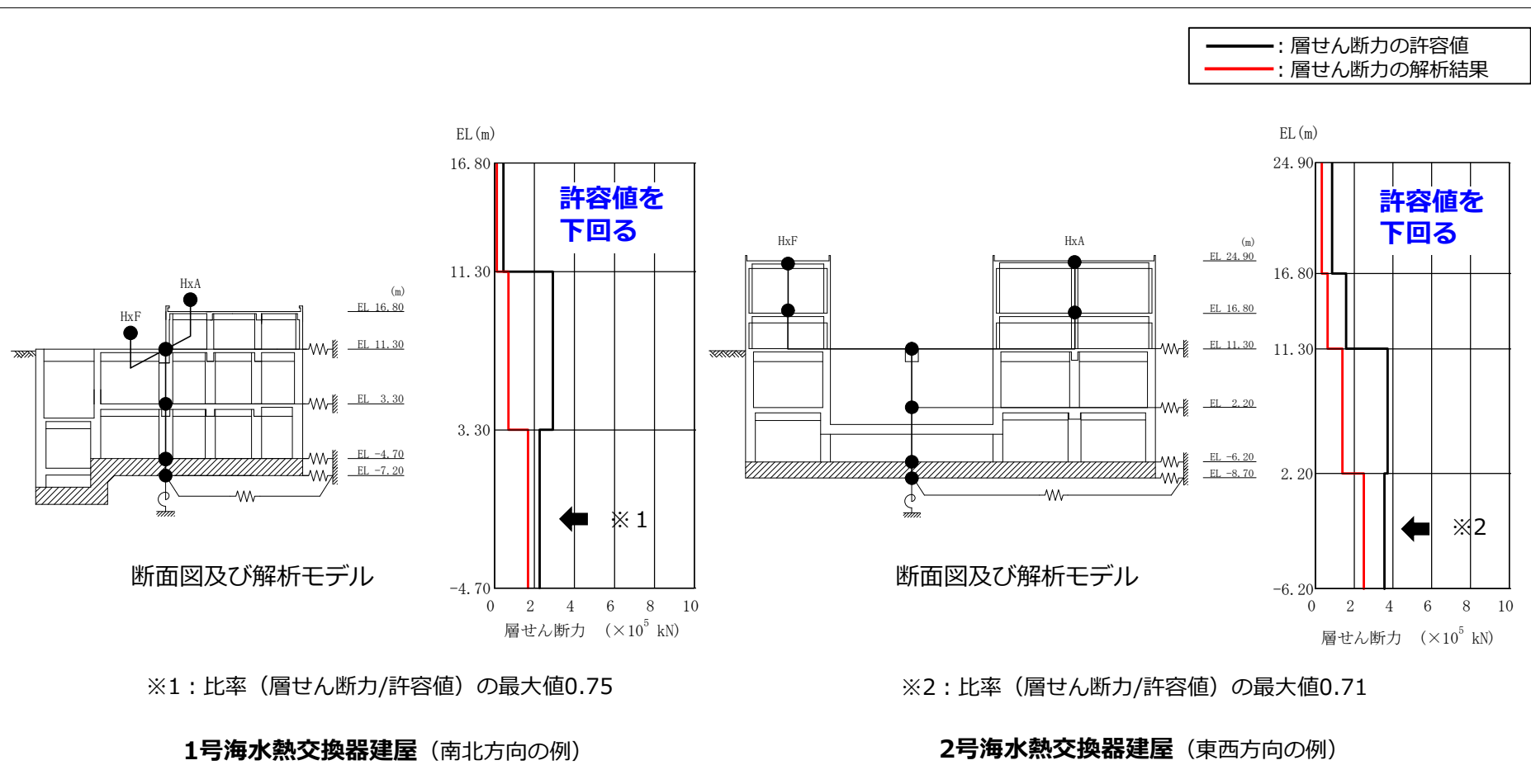
➤ 令和6年能登半島地震に対するタービン建屋の耐震健全性を確認した結果、**各階の耐震壁に発生した層せん断力は許容値を下回っている**ことから、**タービン建屋は耐震健全性が確保されている**ことを確認した。



タービン建屋の耐震健全性の確認結果

1. 建物・構築物の耐震健全性確認（3 / 4）

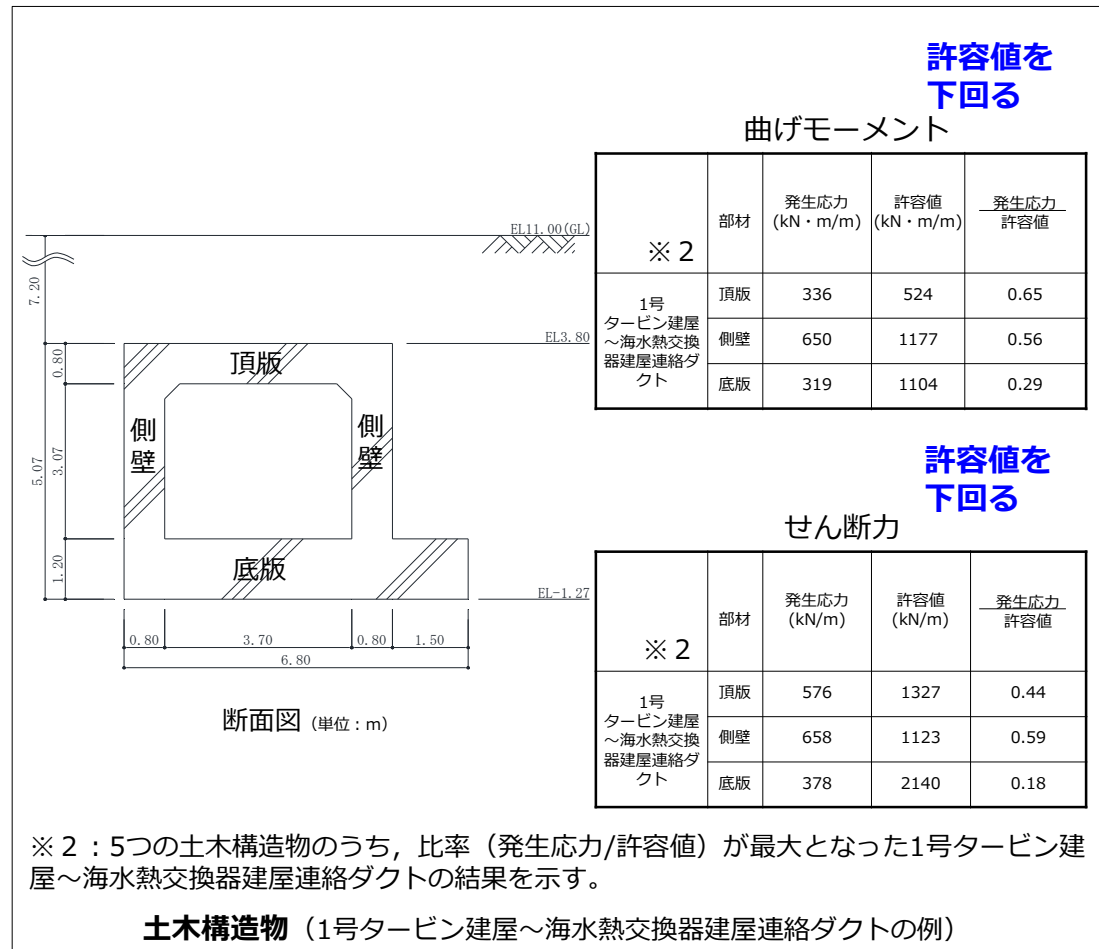
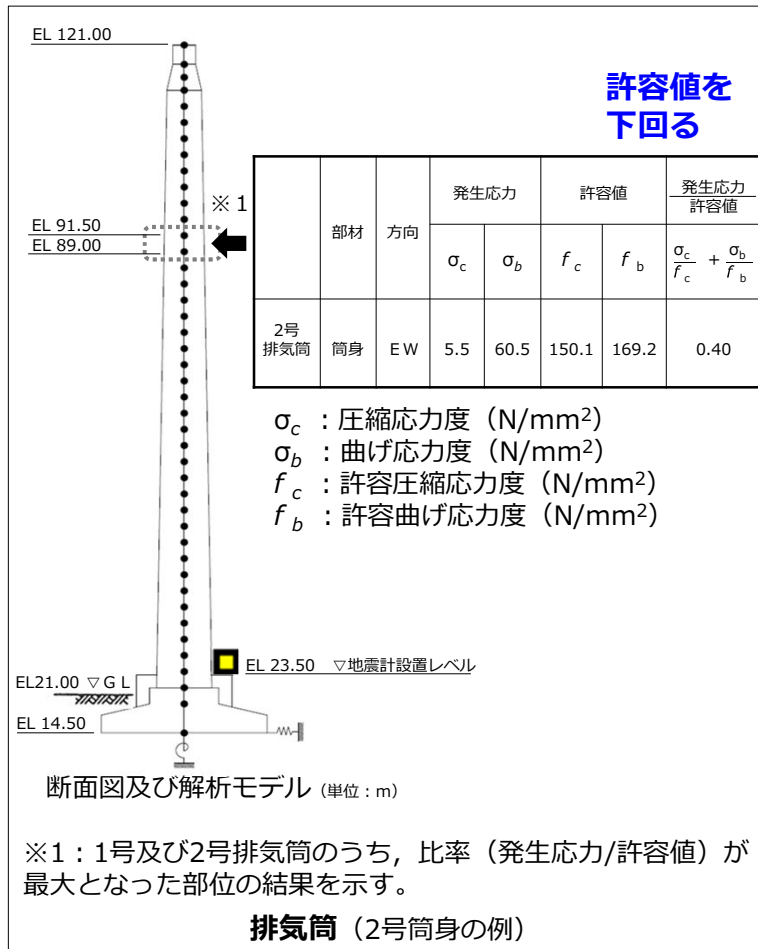
➤ 令和6年能登半島地震に対する海水熱交換器建屋の耐震健全性を確認した結果、**各階の耐震壁に発生した層せん断力は許容値を下回っていることから、海水熱交換器建屋は耐震健全性が確保されていることを確認した。**



海水熱交換器建屋の耐震健全性の確認結果

1. 建物・構築物の耐震健全性確認（4 / 4）

▶ 令和6年能登半島地震に対する屋外施設（排気筒、土木構築物）の耐震健全性を確認した結果、**各部材の発生応力は許容値を下回っている**ことから、**屋外施設（排気筒、土木構築物）は耐震健全性が確保されている**ことを確認した。



屋外施設（排気筒、土木構築物）の耐震健全性の確認結果

2. 設備の耐震健全性確認 (1/2)

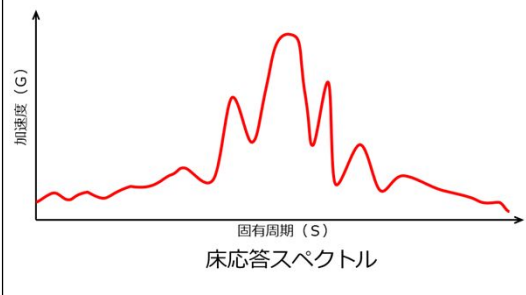
【確認方法】

○1号機及び2号機各建屋内に設置された地震計の観測記録やはざとり波を用いて、**建屋・構築物内の「止める」、「冷やす」、「閉じ込める」の機能を有する設備※1に加わった力(応力)や作用した加速度を算出し、許容値以下であることで設備の耐震健全性が確保されていることを確認※2する。**

※1：耐震重要度が高い設備。

※2：建設時の工事計画認可と同様の方法及び「耐震設計に係る工認審査ガイド」に基づき実施。

※4：各階に設置された設備が固有周期に応じて地震と共振してどの程度揺れるか(応答加速度)を把握するための指標



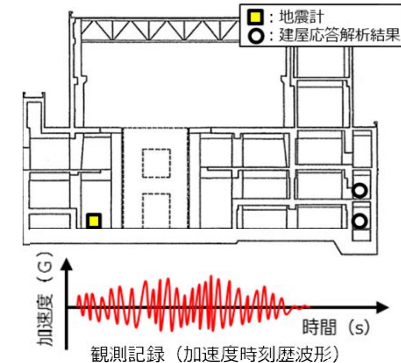
観測記録及びはざとり波※3の取得

※3：はざとり波とは、地盤中にある地震計での観測記録から解析(はざとり解析)により表層地盤の影響を取り除いた解放基盤表面(EL.-10m)における地震動のこと。

床応答スペクトル※4等の算出※5

評価対象：タービン建屋等内の設備
(「止める」、「冷やす」、「閉じ込める」機能を有する設備のうち、前回から追加で評価する設備)

※5：タービン建屋や海水熱交換器建屋、連絡ダクト等は、地震計の設置数が限られている(又は設置されていない)ため、建屋最地下階の観測記録やはざとり波を基に地震応答解析により床応答スペクトルを算出



全ての対象機器

動的機器
(ポンプ、ファン、弁等)

①構造強度評価

・床応答スペクトルを基に部材(配管、基礎ボルト等)に加わった力(応力)を算出し、許容値以下であることで弾性変形内に留まっていることを評価

②動的機能維持評価

・床応答スペクトルを基に設備に作用した加速度(G)を算出し、許容値以下であることで動的機能が維持されていることを評価

許容値

材料毎に定まっている部材が弾性変形に留まる力(応力)

弾性変形

力を取り除いた時、形が元に戻る変形

元に戻る

力

力

部材

評価終了

許容値

機種毎に地震で動的機能が損なわれない(例えばポンプの羽根車が揺れてポンプ内部でぶつからない)ことが加振試験等にて実証されている加速度

ポンプ

加振台

2. 設備の耐震健全性確認 (2/2)

▶ 令和6年能登半島地震に対しタービン建屋等内の各設備について構造強度評価及び動的機能維持評価を実施した結果、**各設備に加わった力（応力）や作用した加速度は全て許容値以下である**ことから、**設備の耐震健全性が確保されている**ことを確認した。

主な設備の評価結果

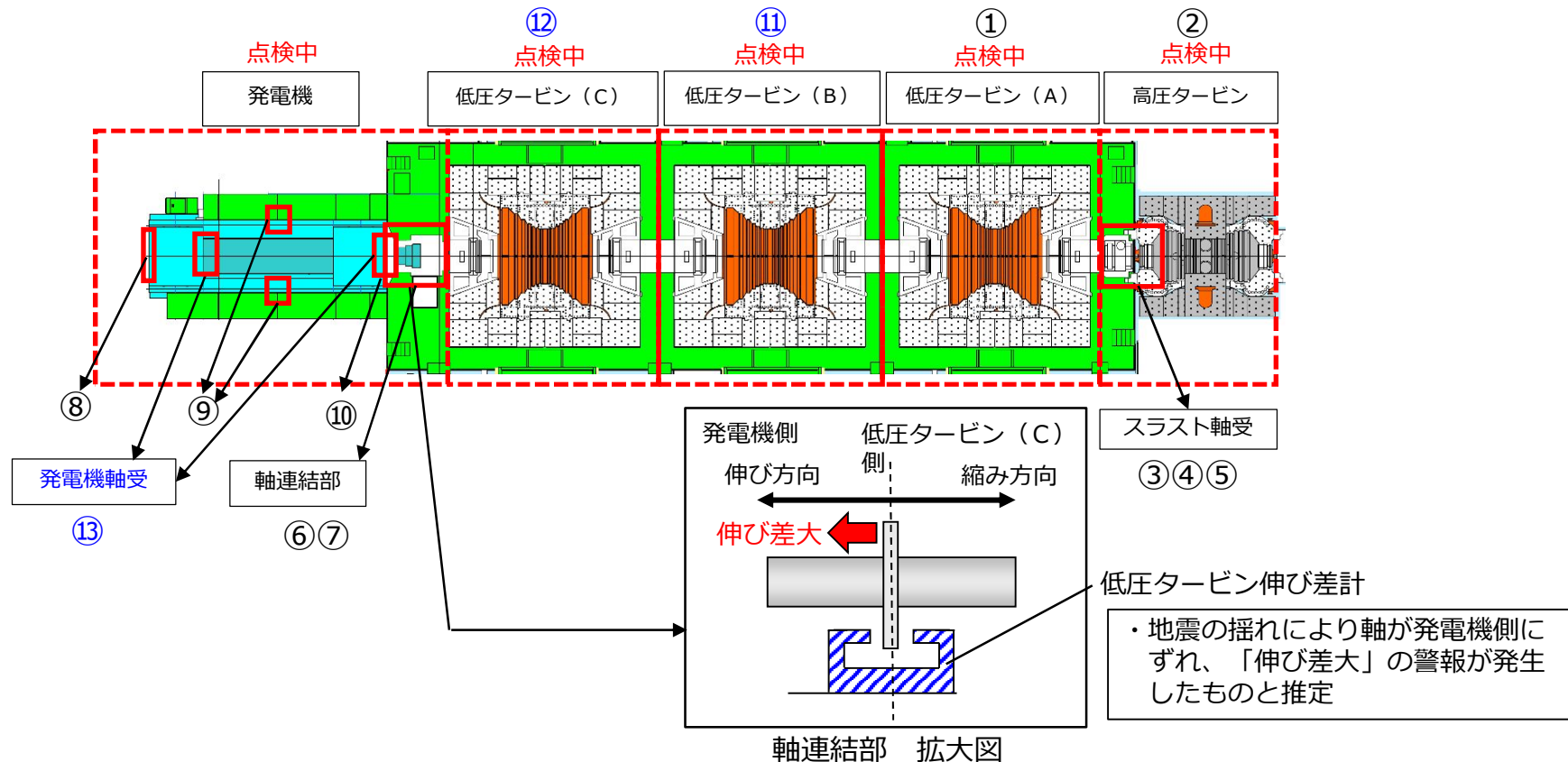
号機	項目	対象機器	対象数	主な設備の評価結果		
				代表設備	部位	評価結果
1号機	構造強度評価	一般機器(ポンプ、熱交換器等)	10機器	原子炉補機冷却水ポンプ	原動機取付ボルト	許容値以下
		配管	38モデル	原子炉補機冷却水系配管	配管本体	許容値以下
	動的機能維持評価	動的機器(ポンプ、弁)	19機器	原子炉補機冷却水ポンプ、弁	ポンプ本体、弁本体	許容値以下
2号機	構造強度評価	一般機器(ポンプ、熱交換器等)	6機器	原子炉補機冷却水ポンプ	原動機取付ボルト	許容値以下
		配管	42モデル	原子炉補機冷却水系配管	配管本体	許容値以下
	動的機能維持評価	動的機器(ポンプ、弁)	21機器	原子炉補機冷却水ポンプ、弁	ポンプ本体、弁本体	許容値以下

志賀原子力発電所2号機 タービン・発電機点検状況について (続報)

(2024年4月26日公表以降の更新箇所は青字)

志賀原子力発電所 2号機 タービン・発電機点検状況について（続報）

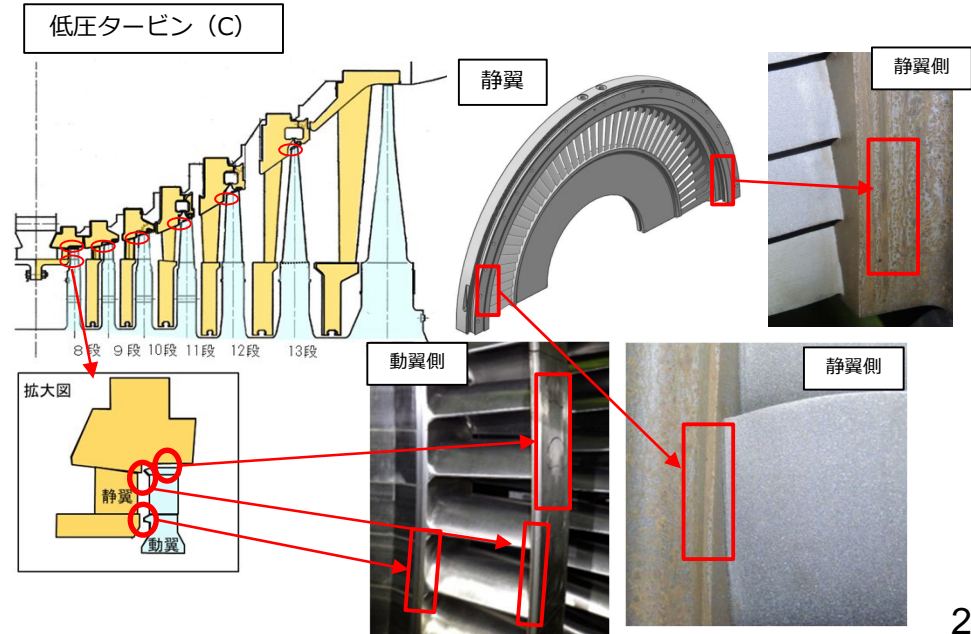
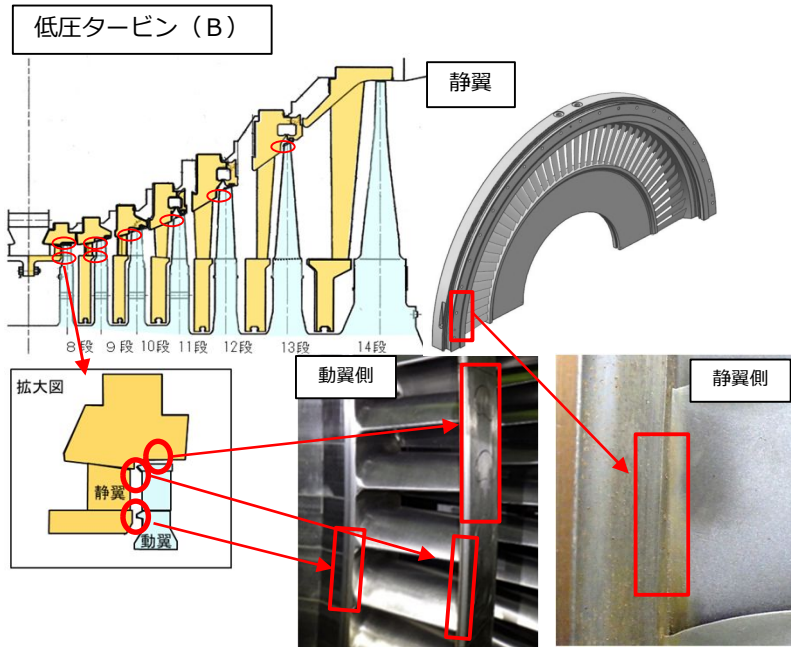
- 令和6年能登半島地震により、志賀原子力発電所2号機低圧タービンに「伸び差大」の警報が発生したことから、タービン・発電機の詳細点検を実施している。
- 発電機およびスラスト軸受等に損傷が見られたものの、低圧タービン（A）および高圧タービンの動翼・静翼等の主要な部位には大きな損傷は確認されなかった。（2024年4月26日にお知らせ済）
- 引き続きタービン・発電機の点検を進めており、前回のお知らせと同様、一部の損傷は確認したものの、現時点で動翼・静翼等の主要な部位には大きな損傷は確認されなかった。
- 2024年度上期中に点検を完了する予定としており、補修および復旧を実施していく。



志賀原子力発電所 2号機 タービン・発電機点検状況について（続報）

- 低圧タービン (A)、(B)、(C)、高圧タービンの点検の実施結果は以下のとおりであり、現時点で大きな損傷は確認されていない。

分類	点検状況	今後の対応方針
タービン	低圧タービン (A)	① 動翼と静翼との接触痕 ・ 接触痕の手入れを実施予定 ・ ラジアルフィンの手入れ（必要に応じ取替え）を実施予定 （・ 動翼付け根部の詳細点検を実施し、異常なしを確認済）
	低圧タービン (B)	⑪ 動翼と静翼との接触痕 ・ 接触痕の手入れを実施予定 ・ ラジアルフィンの手入れ（必要に応じ取替え）を実施予定
	低圧タービン (C)	⑫ 動翼と静翼との接触痕 同上
	高圧タービン	② 動翼と静翼との接触痕 ・ 接触痕の手入れを実施予定 ・ 動翼付け根部の詳細点検を実施予定 ・ ラジアルフィンの手入れ（必要に応じ取替え）を実施予定



志賀原子力発電所2号機 タービン・発電機点検状況について（続報）

- 高圧タービン、低圧タービンの動翼と静翼以外に以下の損傷を確認しており、今後補修および復旧を実施していく。

分類		点検状況	今後の対応方針
タービン	スラスト軸受	③ スラスト軸受箱の浮き上がり、取付ボルトの緩み等	・工場返送による詳細点検および修理を実施予定
		④ スラスト軸受のシールリングの変形、メタル部のへこみ	・工場返送による修理または取替えを実施予定
		⑤ スラスト軸受周りの連結管突起部の破損	・工場返送による修理または取替えを実施予定
	軸連結部	⑥ タービン-発電機カップリングの油切りの変形	・工場返送による修理を実施予定
		⑦ タービン伸び差計の破損	・取替えを実施予定
発電機		⑧ 発電機回転検出器および回転検出器用ギアの損傷	・取替えを実施予定
		⑨ 発電機スラストキー固定ボルトの折損	・取替えを実施予定
		⑩ 発電機軸受下部の溶接部の一部ひび割れ	・ひび割れ発生箇所に対して補修を実施予定
		⑬ 発電機軸受アライメントキー廻りの損傷 等	・工場返送等による修理または取替えを実施予定

情報発信の問題点と対策

- 今回の能登半島地震において、発電所の外部電源や必要な監視設備、冷却設備および非常用電源等の機能は確保しており、**原子力安全に影響を与えるような問題はありませんでした。**
- しかしながら、**情報が輻輳する状況下において部門内の情報連携が一部正確に行われず、情報発信において訂正を招いてしまい、社会の皆さまにご心配をおかけしました。**
- 当社は、情報発信に係る問題点の**要因を分析するとともに、これまでに得られた知見を社内の他部門や他の原子力事業者と共有しており、社内外の広い視点で情報発信のあり方を改善しております。**
- 今後は、**非常時における情報面の訓練も強化し、より正確で迅速な情報発信を徹底してまいります。**

(1) 火災発生の際の情報

当社が1月1日16:55に原子力規制庁へ報告した際、「油のにおい」を「焦げ臭いにおい」と、放圧板の「作動音」を「爆発音」と、また、噴霧消火設備が起動していることもあり、火災発生と誤って伝えた。その後、火災がなかった事実を確認したが、火災ではないという連絡に時間を要したため、一時的に国が「火災」が発生したとの認識に至った。

問題点

当社の原子力規制庁緊急時対応センター（ERC）対応者は、ERCに当初火災発生と連絡し、その後火災がなかったことが判明したが、その旨を速やかに訂正連絡できなかった。

要因

- ・ **情報が輻輳する状況下において、火災がなかったという安全側の情報についても非安全側の情報と同様、内容を正確に確認し、連携・共有ができなかった。**
- ・ **ERCに発信する情報を原子力部門内で連携・共有ができなかった。**

対策

- ・ 特に情報が輻輳する状況下では、**安全側の情報も含め、事実を正確に理解するとともに、情報をメモ等に文字化して連携・共有**することの重要性について原子力部門内に周知徹底するとともに、訓練等を通じ、組織全体へ浸透・定着させる。
- ・ **対外的に発信する情報（受け手の反応を含む）を原子力部門内で連携・共有**することの重要性について周知徹底するとともに、訓練等を通じ、組織全体へ浸透・定着させる。

(2) 津波による取水槽内の水位変動情報の訂正

地震発生後、運転部門において水位上昇を確認していたが、関係者に適切に情報連携されておらず、またプレス内容作成段階での原子力部・発電所間の情報共有・連携不足から、「水位に有意な変動はなかった」と説明。(1月2日プレス)

翌日、取水槽内の海水面が17時45分から18時頃にかけて約3m変動したことを公表。(1月3日プレス)

問題点

1月2日のプレス発表において、津波到達を示す水位変動がなかったと誤った情報を発信した。

要因

- ・情報が輻輳する状況下において、指示の内容が正確に伝わらず、情報の連携・共有ができなかった。
- ・発電所の安全性に影響を与えない津波到達に関する情報を共有することについて、意識が不足していた。
- ・情報が輻輳する状況下において、他の周辺情報を考慮した総合的な判断が不足していた。

対策

- ・**発電所への自然災害の影響について、地域の方々の安心につながる情報として積極的に発信**すること、**安全側の情報も含め、事実を正確に理解するとともに、情報をメモ等に文字化して連携・共有**することおよび**情報を発信する際に周辺情報との整合性を確認**することの重要性について原子力部門内に周知徹底するとともに、訓練等を通じ、組織全体へ浸透・定着させる。

(3) 2号機主変圧器からの絶縁油の漏えい量の訂正

漏えい箇所が高い場所にあり、現場では上部にある機器を正確に把握することが困難であったことから、変圧器コンサベータに設置されている油レベル計をもとに漏えい量約3,500リットルを算出(推定)してプレス。(1月2日プレス)

その後、油を回収しつつ、図面を詳細に確認した結果、冷却器配管・変圧器本体上部の一部も漏えい箇所より高い位置にあることを確認し、漏油量を約19,800リットルに改めプレス。(1月5日プレス)

問題点

2号機主変圧器からの油漏えいについて、1月2日のプレス発表において約3,500リットル(推定)と公表したが、実際に回収したところ約19,800リットルであった。

要因

- ・**主変圧器の構造を十分把握しないまま現場確認**を行い、その結果から漏えい量を評価していた。
- ・**発電所の安全性に影響を与える情報に比べて取扱いが劣後する意識**があった。

対策

- ・**漏えい量評価のために現場確認を行う際は、当該設備の構造等を事前に十分把握**することの重要性について原子力部門内に周知徹底するとともに、訓練等を通じ、組織全体へ浸透・定着させる。
- ・**発電所の安全性に関わらず不確実性のある情報を公表する場合には、変わり得る情報であることおよび後々情報が確定した際にあらためて公表**することを付記することにより、**丁寧に社外発信**することの重要性について原子力部門内に周知徹底するとともに、訓練等を通じ、組織全体へ浸透・定着させる。

【まとめ】令和6年能登半島地震以降の志賀原子力発電所の現況について（7月4日現在）

- 外部電源は5回線のうち3回線が受電可能です（必要な所内電源は外部電源1回線で供給可能）。使用済燃料プールの冷却も維持しており安全確保に問題は生じておりません。また、外部電源が使用できない場合の非常用電源として非常用ディーゼル発電機、さらには、これらのバックアップ電源として、大容量電源車および高圧電源車も複数台確保しています。
- 今後、残りの2回線の外部電源の復旧に向けて、2号機主変圧器については引き続き本復旧に向けた検討を進め、改めて復旧の見通しをお知らせいたします。また、2号機タービン・発電機については、本年度上期を目途に引き続き点検を進め、必要な補修を行ってまいります。
- 上記以外の被害箇所は、おおむね復旧完了あるいは応急処置済みであり、2024年度中を目処に段階的に復旧を進めてまいります。

電源設備の対応状況

分類	No.	件名	前回のお知らせ（5月31日）後の対応状況等	今後の対応予定	完了予定時期
変圧器 ・ 外部電源	1-①	1号機起動変圧器からの油漏れおよび放圧板の動作、噴霧消火設備の起動	—	・地震対策（補強板に応力集中が発生しないよう構造改善）を行い、放熱器全6台の交換を実施する予定。（2024年8月予定）	2024年8月
	2-①	2号機主変圧器からの油漏れおよび噴霧消火設備の起動、放圧板の動作	—	・内部点検結果を踏まえて復旧方法（取替範囲、工法、試験方法等）について調整中であり、復旧時期については未定である。 ・地震発生に伴い、一部の部品に共振が発生したことが原因であることから、共振を抑制する等の対策をすすめる。（時期未定）	未定 （点検結果を踏まえ検討）
	共-③	発電所前面の海面上での油膜確認	—	・側溝内に油分離槽等の設置を実施。（2024年10月予定）	2024年10月
	共-④	外部電源（送電線・変電所設備）の状況	・6月14日に志賀中能登線500kV中能登変電所内のGIS（ガス絶縁開閉装置）ブッシング（絶縁用の碍管）の交換を実施。	—	完了
非常用電源	1-⑨	1号機高圧炉心スプレィディーゼル発電機の試運転中における自動停止	—	—	完了
その他変圧器 <small>（停止中は使用しない変圧器であることから、原子力安全の確保に影響はない。）</small>	1-⑥	1号機所内変圧器および主変圧器の放圧板の動作	—	—	完了
	2-⑤	2号機励磁電源変圧器の放圧弁の動作	—	—	完了

その他設備の対応状況（5月31日以前に対応が完了したものを除く）

分類	No.	件名	前回のお知らせ（5月31日）後の対応状況等	今後の対応予定	完了予定時期
冷却水・補給水関連 <small>（漏えいのあった配管等は冷房用の冷却水や分析機器の洗浄等に使用するためのものであり、原子力安全の確保に影響はない。）</small>	1-③	1号機タービン補機冷却水系サージタンクの水位低下	—	—	完了
	1-⑤	1号機純水タンク水位低下	—	・2024年度中に漏えい箇所の補修を実施する予定。	2024年度中
タービン・発電機関連 <small>（タービンの停止中に発生したものであり、原子力安全の確保に影響はない。）</small>	2-③	2号機低圧タービンにおける「伸び差大」警報発生	・低圧タービン(B)および(C)の動翼と静翼との接触痕を確認 ・発電機軸受アライメントキー廻りの損傷等を確認	・2024年度上期を目途にタービン・発電機点検を行い、損傷の有無を確認の上、補修および復旧を実施予定。	未定 （点検結果を踏まえ検討）
使用済燃料貯蔵プール関連 <small>（落下物は軽量で、燃料から離れた位置に落下したことから使用済燃料への影響はない。）</small>	2-④	2号機使用済燃料貯蔵プール落下物	—	—	完了
建物・敷地内道路関連 <small>（いずれの設備においても必要な機能を満足するとともに、被害は軽微であり、安全および使用上の支障なし。）</small>	1-④	1号機放水槽防潮壁の傾き	—	・沈下測定等の詳細調査を行い、その結果をもとに2024年度中に復旧予定。	2024年度中
	1-⑦	1号機放水槽および1号機補機冷却排水連絡槽防潮壁の基礎の沈下発生	—	・沈下測定等の詳細調査を行い、その結果をもとに2024年度中に復旧予定。	2024年度中
	1-⑧	1号機高圧電源車使用箇所付近の段差発生	—	・2024年度上期までにアスファルトの再舗装を実施予定。	2024年度上期
	共-①	1、2号機廃棄物処理建屋のエキスパンションジョイントシールカバーの脱落	—	—	完了
	共-②	物揚場埋立部の舗装コンクリートの沈下発生	—	・2024年度の荷揚げ作業（低レベル放射性廃棄物等）に備え2024年度上期までに復旧予定。	2024年度上期
制御棒駆動機構関連	1-⑩	1号機制御棒駆動機構ハウジングが落下した場合に支持する部品の脱落	・5月31日に制御棒駆動機構ハウジングが落下した場合に支持する部品全体の位置ずれ等の有無の確認、修正を実施。	—	完了

【変圧器関連】

○絶縁油漏れ

1号機起動変圧器（1-①）および2号機主変圧器（2-①）の漏れた絶縁油について回収済み。

1、2号機とも外部電源から受電している。

1号機起動変圧器は部品交換等を実施し受電済み。

また、非常用ディーゼル発電機、大容量電源車および高圧電源車が確保されている。

⇒必要な外部電源や非常用の電源が確保されており、使用済燃料の冷却等の原子力安全の確保に影響はない。



1号機起動変圧器



2号機主変圧器

【タービン・発電機関連】

○タービン「伸び差大」警報

停止中の2号機低圧タービンにおいて「伸び差大」警報が発生した。現在タービン点検作業を実施中。

全ての低圧タービンおよび高圧タービンの動翼と静翼との接触痕や、発電機回転検出器の損傷等を確認。

2024年度上期を目途にタービン・発電機点検を行い、損傷の有無を確認の上、補修および復旧を実施予定。

⇒タービンの停止中に発生したものであり、原子力安全の確保に影響はない。

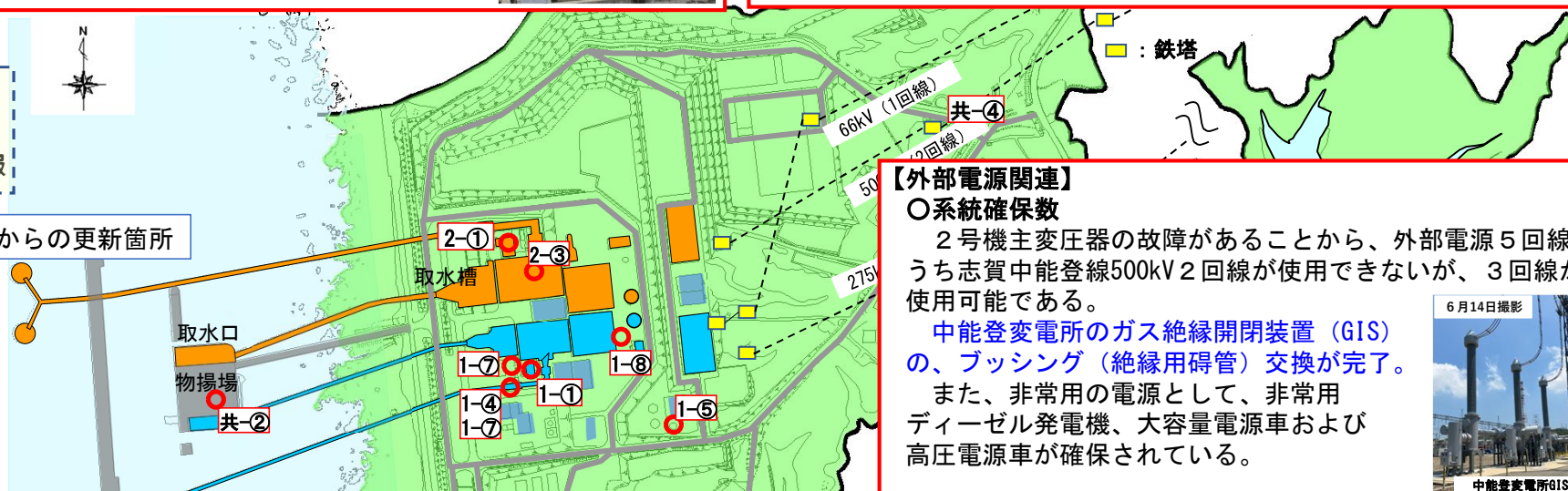
(2-③)

<凡例>

■：被害状況

■：その他情報

青字は5月31日からの更新箇所



【外部電源関連】

○系統確保数

2号機主変圧器の故障があることから、外部電源5回線のうち志賀中能登線500kV2回線が使用できないが、3回線が使用可能である。

中能登変電所のガス絶縁開閉装置（GIS）の、ブッシング（絶縁用碍管）交換が完了。

また、非常用の電源として、非常用ディーゼル発電機、大容量電源車および高圧電源車が確保されている。



6月14日撮影

中能登変電所GIS

⇒必要な外部電源や非常用の電源が確保されており、使用済燃料の冷却等の原子力安全の確保に影響はない。

(共-④)

【建物・敷地内道路関連】

・機能上影響があった段差等の変状（物揚場埋立部のコンクリート舗装（共-②）等※）については順次復旧中。

・敷地地盤に生じた変状については、掘削調査により、ごく表層に発生し、深部の岩盤に連続していないことを確認した。このことから、盛土・埋戻土の範囲で確認した変状は揺すり込み沈下が原因、盛土・埋戻土の範囲外で確認した変状は地震力を受けた舗装の変形が原因と評価した。

・重要施設は十分な支持性能を有する岩盤に直接支持されていることから、発電所施設の機能に影響を与えるものではない。

⇒いずれの設備においても必要な機能を満足するとともに、被害は軽微であり、安全および使用上の支障なし。

【冷却水・補給水関連】

○水位低下

純水タンクの水位低下が確認されたが、いずれも原因を特定し水位低下は停止。

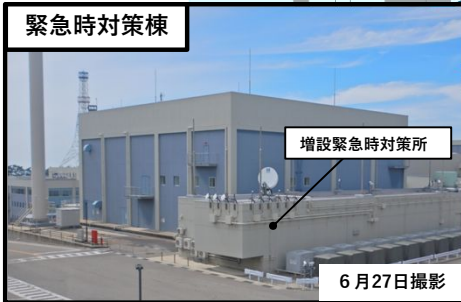
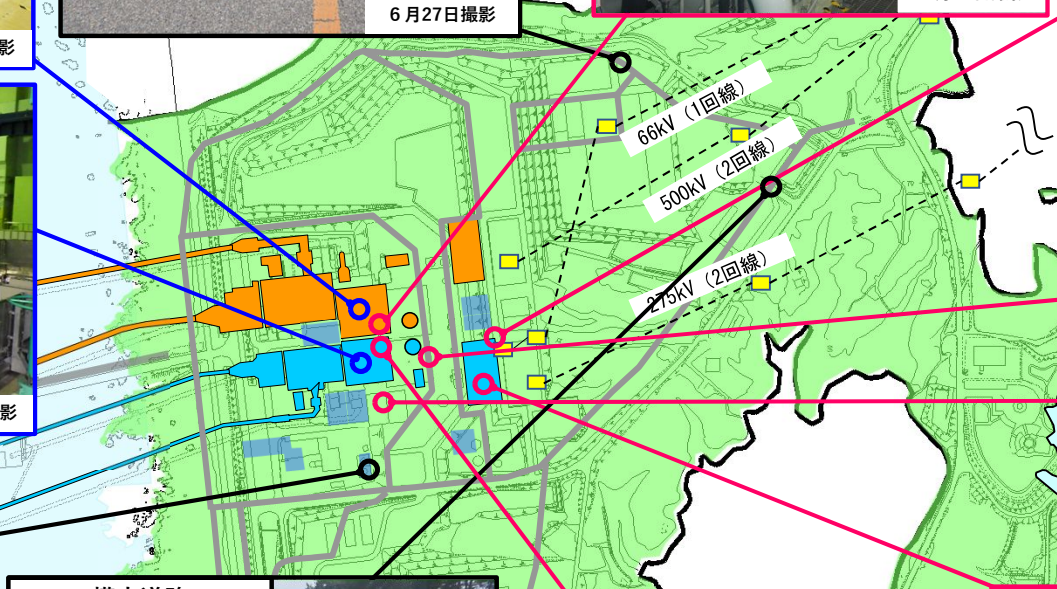
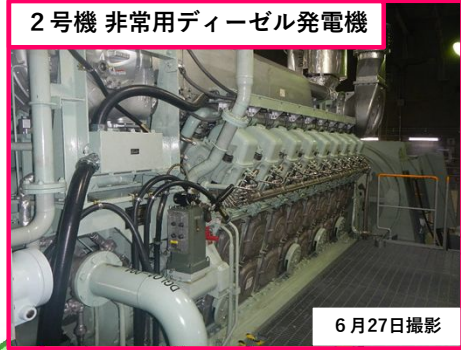
⇒漏えいのあった配管等は分析機器の洗浄等に使用するためのものであり、原子力安全の確保に影響はない。

(1-⑤)

※ 物揚場埋立部のコンクリート舗装（共-②）、1号機放水槽および1号機補機冷却排水連絡槽防潮壁の基礎（1-⑦）、1号機高圧電源車使用箇所付近（1-⑧）に地盤沈下、1号機放水槽防潮壁に傾き（1-④）

令和6年能登半島地震以降の志賀原子力発電所の現況について（7月4日現在）

「令和6年能登半島地震」により、一部設備に被害が発生しましたが、外部電源や必要な監視設備、冷却設備および非常用電源等の機能を確保するとともに、主要建屋、構内道路等には被害が発生しておらず、原子炉施設の安全確保に問題は生じておりません。



- <凡例>
- : 電源関係
 - : 使用済燃料貯蔵プール
 - : その他

発生事象および現時点までの対応状況

別紙2

[2024年7月4日現在]

※青字箇所が5/31公表以降の更新箇所

※黄色ハッチング箇所は対応完了済（応急処置等については全て完了済）

志賀原子力発電所1号機

No.	公表日	件名	事象概要	対応状況
1-①	2024/1/2	1号機 起動変圧器からの油 漏れおよび放圧板の 動作、噴霧消火設備の 起動	<ul style="list-style-type: none"> 変圧器の絶縁油※が約3,600リットル（推定） 堰内に漏えいしたことを確認。 ※保有量：52,200リットル（変圧器本体：42,000 リットル） 地震発生時に放圧板が動作したことを確認。 噴霧消火設備を手動起動。 予備電源変圧器に切替え、赤住線(66kV)より受 電中。2号機の所内電源系統からの融通により、 志賀原子力線(275kV)からも受電可能。また、非 常用の電源として非常用ディーゼル発電機、大 容量電源車および高圧電源車が確保されてい る。 <p>⇒必要な外部電源や非常用の電源が確保されてお り、使用済燃料の冷却等の原子力安全の確保に 影響はない。</p>	<ul style="list-style-type: none"> 1月2日に雨水等を含めると約4,200リ ットル回収済。 絶縁油が漏えいしている放熱器の仕切弁 を閉止するとともに、雨水浸入を防止する ための養生を実施。また、他の放熱器も余 震による損傷で絶縁油が漏えいするのを 防止するため、仕切弁の閉止を実施。 No.4放熱器の取り外しおよびコンサー ベータ内部のゴム袋を交換済。 低圧電気試験実施し異常なし。 No.4を除く放熱器上部に耐震性を高める ための応急措置として振れ止め金具を設 置済。 確認試験を実施し受電可能な状態に復帰。 3月14日に志賀1号機の志賀原子力線(275 kV)からの受電を2号機の所内電源融通から 起動変圧器の受電に切替。 地震対策(補強板に応力集中が発生しない よう構造改善)を行い、放熱器全6台の交 換を実施する予定。(2024年8月予定) 破面観察および構造解析を実施し、共振 による延性破壊が原因であると推定。

発生事象および現時点までの対応状況

別紙2

[2024年7月4日現在]

No.	公表日	件名	事象概要	対応状況
1-②	2024/1/2	1号機 使用済燃料貯蔵プール水の飛散	<ul style="list-style-type: none"> 使用済燃料貯蔵プールの波打ち現象（スロッシング）を確認。 飛散した量は約95リットル（プール水位低下量は0.8mm相当）、放射エネルギーは約17,100Bq、外部への放射能の影響はなし） ⇒プール水位はほとんど変化しておらず、使用済燃料の冷却等の原子力安全の確保に影響はない。	<ul style="list-style-type: none"> 1月4日にふき取り実施済。 現在、使用済燃料を安定して冷却中。
1-③	2024/1/2	1号機 タービン補機冷却水系サージタンクの水位低下	<ul style="list-style-type: none"> 原子炉建屋、タービン建屋の換気空調系の冷却コイルから冷却水が漏えいし、水位が低下していることを確認。 ⇒冷房用の冷却水であり、原子力安全の確保に影響はない。	<ul style="list-style-type: none"> 弁を閉止し水位低下停止を確認済。 2月29日に冷却コイルを補修済。
1-④	2024/1/2	1号機 放水槽防潮壁の傾き	<ul style="list-style-type: none"> 1号機放水槽の周囲（全周約108m）に津波対策として自主的に設置した鋼製の防潮壁（高さ4m）の南側壁が、地震の影響により数cm程度傾いていることを確認。 ⇒変形は軽微であり、機能に影響はない。なお、その他の側壁に傾きはみられない。	<ul style="list-style-type: none"> 放水槽防潮壁とコンクリート基礎部との間で確認された隙間に土嚢を設置。 今後、沈下測定等の詳細調査を行い、その結果をもとに2024年度中に復旧予定。
1-⑤	2024/1/2	1号機 純水タンク水位低下	<ul style="list-style-type: none"> 純水タンクの水位が、毎分7.3リットル程度（438リットル/時）で低下していることを確認。 漏えい量は純水の製造能力（20,000リットル/時）に比べてわずかであった。 ⇒純水タンクの水は分析機器の洗浄等に使用するものであり、原子力安全の確保に影響はない。	<ul style="list-style-type: none"> 漏えいしている屋外の埋設配管を特定。弁を閉止し水位低下停止を確認済。 漏えいのみられた配管の供給先の純水は別の手段にて供給しており、2024年度中に漏えい箇所の補修を実施予定。

発生事象および現時点までの対応状況

別紙 2

[2024年7月4日現在]

No.	公表日	件名	事象概要	対応状況
1-⑥	2024/1/5	1号機 所内変圧器および主 変圧器の放圧板の動 作	<ul style="list-style-type: none"> ・地震発生時に1号機所内変圧器および1号機主変圧器の放圧板が動作していたことを確認。 (地震により変圧器内部の油が揺れることで、内圧が一時的に上昇し、放圧板が正常に動作したものであり、この事象に伴う油漏れはないことを確認) ⇒所内変圧器および主変圧器の放圧板の動作が確認されたが、正常動作であり、問題なし。 	<ul style="list-style-type: none"> ・主変圧器の外観点検を実施し異常がないことを確認済。 ・所内変圧器の外観点検を実施し、全ての放熱器に補強板とフィンの溶接部の一部に割れが確認されたが、機能性能に異常がないことを確認済。 ・4月19日に1号機所内変圧器および主変圧器の放圧板を交換済。
1-⑦	2024/1/5	1号機 放水槽および1号機 補機冷却排水連絡槽 防潮壁の基礎の沈下 発生	<ul style="list-style-type: none"> ・1号機放水槽および1号機補機冷却排水連絡槽の周囲に津波対策として自主的に設置した鋼製の防潮壁(高さ4m)の基礎の一部が、地震の影響により数cm沈下していることを確認。 ⇒防潮壁本体の一部の傾き(1-④)を除き異常がなく、また沈下部分に生じた数cmの隙間についても土嚢による閉塞を完了していることから、現時点で機能に影響はない。 	<ul style="list-style-type: none"> ・放水槽防潮壁とコンクリート基礎部との間で確認された隙間に土嚢を設置。 ・今後、沈下測定等の詳細調査を行い、その結果をもとに2024年度中に復旧予定。
1-⑧	2024/1/5	1号機 高圧電源車使用箇所 付近の段差発生	<ul style="list-style-type: none"> ・1号機高圧電源車使用箇所付近の道路に数cm程度の段差が発生していることを確認。 ⇒高圧電源車は、近隣の別の場所に配置しても支障なく対応できるため影響はない。 	<ul style="list-style-type: none"> ・当該エリアについて、立入制限についての区画表示を実施中。 ・段差が発生したアスファルトの再舗装を2024年度上期までに実施予定。

発生事象および現時点までの対応状況

別紙2

[2024年7月4日現在]

No.	公表日	件名	事象概要	対応状況
1-⑨	2024/1/17	1号機 高圧炉心スプレイディーゼル発電機の試運転中における自動停止	<ul style="list-style-type: none"> 1月16日に発生した志賀町震度5弱の地震後の保安確認措置として、ディーゼル機関を起動し、発電機を所内電源系統に接続する試運転をしていたところ自動停止した。 なお、1月1日に発生した志賀町震度7の地震を受けた試運転（1月4日実施）では異常はなかった。 ⇒外部電源3回線（赤住線（66kV 1回線）および志賀原子力線（275kV 2回線））を確保しており、1号機非常用ディーゼル発電機3台のうち2台は健全であることから電源供給に影響はない。 	<ul style="list-style-type: none"> 今回の事象について、要因調査において設備の異常は認められなかった。また、その後実施した実負荷試験においても異常がなかった。 推定原因への対策内容を手順書に反映し、高圧炉心スプレイディーゼル発電機を待機とした。
1-⑩	2024/4/10	1号機 制御棒駆動機構ハウジングが落下した場合に支持する部品の脱落	<ul style="list-style-type: none"> 令和6年能登半島地震後の発電設備全般に対する耐震健全性点検（3月1日～27日実施）において、制御棒駆動機構ハウジングが落下した場合に支持する部品の脱落を確認。 ⇒当該部品は、制御棒駆動機構を支持するものではなく、制御棒駆動機構ハウジングが落下した場合に支持するよう念のために設置されていることから、制御棒駆動機構の機能に影響はない。仮に運転中に本事象が発生したとしても制御棒駆動機構は正常に動作する。 なお、令和6年能登半島地震後の発電設備全般に対する耐震健全性点検において、本事象も含めて原子力安全の確保に影響のある不具合はなかった。 	<ul style="list-style-type: none"> 4月2日に脱落した部品を回収済。 4月15日に回収した部品を組み込み済。 5月31日に制御棒駆動機構ハウジングが落下した場合に支持する部品全体の位置ずれ等の有無の確認、修正を実施。

発生事象および現時点までの対応状況

別紙2

[2024年7月4日現在]

志賀原子力発電所2号機

No.	公表日	件名	事象概要	対応状況
2-①	2024/1/2	2号機 主変圧器からの油漏れおよび噴霧消火設備の起動、放圧板の動作	<ul style="list-style-type: none"> ・変圧器の絶縁油※が約3,500リットル（推定） 堰内に漏えいしていることを確認。 ※保有量：122,500リットル（変圧器本体：122,500リットル） ・噴霧消火設備の自動起動、放圧板が動作したことを確認。 （火災の発生はないことを確認） ・予備電源変圧器に切替え、志賀原子力線(275kV)より受電中。所内電源系統の切替により、赤住線(66kV)からも受電可能。また、非常用の電源として非常用ディーゼル発電機、大容量電源車および高圧電源車が確保されている。 ⇒必要な外部電源や非常用の電源が確保されており、使用済燃料の冷却等の原子力安全の確保に影響はない。 	<ul style="list-style-type: none"> ・1月5日に油約19,800リットル（推定）回収済。（雨水等を含めると約24,600リットル。回収量訂正（1月5日）） ・絶縁油が漏えいしている放熱器の仕切弁を閉止するとともに、雨水浸入を防止するための養生を実施。また、他の放熱器も余震による損傷で絶縁油が漏えいするのを防止するため、仕切弁の閉止を実施。 ・No.11冷却器の取り外しを実施。 ・T相ブッシングに放電痕とブッシング損傷を確認。また、ブッシングケースにも放電痕を確認。 ・変圧器本体壁面にカーボン付着があったが、コイルおよび鉄心に異常なしを確認。R、S相のブッシングおよびブッシングケースの異常なしを確認。 ・No.1～10冷却器上部配管接続部の塗装ひび割れ箇所について塗装を剥がして目視確認した結果、損傷を確認済。 ・内部点検結果を踏まえて復旧方法（取替範囲、工法および試験方法等）について調整中であり、復旧時期については未定である。 ・破面観察および構造解析を実施し、共振による疲労破壊が原因であると推定。 ・共振を抑制する等の対策をすすめる。 （時期未定）

発生事象および現時点までの対応状況

別紙2

[2024年7月4日現在]

No.	公表日	件名	事象概要	対応状況
2-②	2024/1/2	2号機 使用済燃料貯蔵プール水の飛散	<ul style="list-style-type: none"> 使用済燃料貯蔵プールの波打ち現象（スロッシング）を確認。 飛散した量は約 326 リットル（水位低下量は 1.3mm 相当）、放射エネルギーは約 4,600Bq、外部への放射能の影響はなし） <p>⇒プール水位はほとんど変化しておらず、使用済燃料の冷却等の原子力安全の確保に影響はない。</p>	<ul style="list-style-type: none"> 1月3日にふき取り実施済。 現在、使用済燃料を安定に冷却中。
2-③	2024/1/2	2号機 低圧タービンにおける「伸び差大」警報発生	<ul style="list-style-type: none"> 地震の揺れにより「伸び差大」の警報発生。 <p>⇒タービンの停止中に発生したものであり、原子力安全の確保に影響はない。</p>	<ul style="list-style-type: none"> 3月8日よりタービン点検作業を開始。 タービンと発電機の軸結合部の切離しのため、タービン潤滑油システムを起動したところ、発電機軸受下部より油の滴下（1滴／分）があり、溶接部の一部にひび割れを確認。今後、補修を実施。 スラスト軸受箱※の浮き上がりやボルトの緩み等を確認。今後、詳細点検および補修を実施。 <p>※：軸方向に働く力を受け止めるスラスト軸受を収納する箱</p> <ul style="list-style-type: none"> 低圧タービン（A）、（B）、（C）の動翼と静翼との接触痕を確認。 高圧タービンの動翼と静翼との接触痕を確認。 スラスト軸受のシールリングの変形、メタル部のへこみを確認。 スラスト軸受周りの連結管突起部の破損を確認。 軸連結部のタービン-発電機カップリングの油切りの変形を確認。 軸連結部のタービン伸び差計の破損を確認。

発生事象および現時点までの対応状況

別紙2

[2024年7月4日現在]

No.	公表日	件名	事象概要	対応状況
				<ul style="list-style-type: none"> ・発電機回転検出器および回転検出用ギアの損傷を確認。 ・発電機スラストキー固定ボルトの折損を確認。 ・発電機軸受アライメントキー廻りの損傷等を確認。 ・2024年度上期を目途にタービン点検を行い、損傷の有無を確認の上、補修および復旧を実施予定。
2-④	2024/1/2	2号機 使用済燃料貯蔵プール 落下物	<ul style="list-style-type: none"> ・2号機使用済燃料貯蔵プール内に保管してあった原子炉冷却材再循環ポンプの検査装置の一部が使用済燃料貯蔵プールの底部に落下していることを確認。 ⇒落下物は軽量（ポリエステル製）であり、燃料から離れた位置（約4m）に落下したことから使用済燃料への影響はない。 	<ul style="list-style-type: none"> ・3月29日に落下物を回収済。
2-⑤	2024/1/3	2号機 励磁電源変圧器の放 圧弁の動作	<ul style="list-style-type: none"> ・変圧器上部にある放圧弁の動作により導油管を通じて変圧器の絶縁油 約100リットル（推定）が堰内に排出されたことを確認。 （地震により変圧器内部の油が揺れることで、内圧が一時的に上昇し、放圧弁が正常に動作したもの） ⇒励磁電源変圧器はプラント運転時に使用する変圧器であり、原子力安全の確保に影響はない。 	<ul style="list-style-type: none"> ・1月5日に油約100リットル回収済。 ・2月26日までに低圧電気試験および放圧弁を交換済。
2-⑥	2024/1/3 2024/3/25 （追加）	2号機 取水槽内の海水面の 上昇	<ul style="list-style-type: none"> ・1月1日の発電所のデータの再確認により、2号機取水槽内の海水面が通常より約3m上昇していたことを確認。 ⇒発電所の敷地高さ11mの地点に高さ4mの防潮堤・防潮壁を設置しており、約3mの上昇による発電所設備への影響はない。 	<ul style="list-style-type: none"> ・2号機取水槽内の水位計で約3mの水位上昇を確認し、海域における水位変動を解析することとしていた。その後、取水槽内の水位データを用いて解析した結果、取水口付近で約3mの水位上昇と評価した。

発生事象および現時点までの対応状況

別紙2

[2024年7月4日現在]

No.	公表日	件名	事象概要	対応状況
				<p>また、波高計データを収集・分析・評価した結果、物揚場付近でも約3mの水位上昇を確認した。</p> <p>新たに、今回の地震による敷地前面の津波遡上高について、解析および痕跡調査を行った結果、約4mと確認した。</p>

発生事象および現時点までの対応状況

別紙2

[2024年7月4日現在]

志賀原子力発電所1、2号機共通

No.	公表日	件名	事象概要	対応状況
共-①	2024/1/2	1, 2号機 廃棄物処理建屋エキ スパンションジョイ ントシールカバーの 脱落	<ul style="list-style-type: none"> 1号機廃棄物処理建屋と2号機廃棄物処理建屋を接続するゴム製のシール部材（エキスパンション）を覆う金属製のカバーが脱落していることを確認。また、当該のシールカバーはシール部材の劣化防止用の部品である。 ⇒シール部材自体に損傷はなく、外部への放射能等の影響がないことを確認。	<ul style="list-style-type: none"> 3月19日にシールカバーを交換済。
共-②	2024/1/5	物揚場埋立部の舗装 コンクリートの沈下 発生	<ul style="list-style-type: none"> 物揚場の埋立部において、地震の影響により舗装コンクリートが沈下し、段差が発生していることを確認。 ⇒物揚場の構造自体に問題なし。	<ul style="list-style-type: none"> 詳細調査にて沈下範囲および沈下量を確認。 土嚢による段差解消の仮復旧を実施済。コンクリート補修を実施中。 2024年度の荷揚げ作業（低レベル放射性廃棄物等）に備え2024年度上期までに復旧予定。
共-③	2024/1/7	発電所前面の海面上 での油膜確認	<ul style="list-style-type: none"> 志賀原子力発電所前面の海面上に、油膜（約5m×10m）が浮いていることを確認。 1月1日の地震時に変圧器絶縁油の漏えいが発生した際の噴霧消火設備の作動により飛散し、その後の降雨で側溝等を通じ前面海域に流れた絶縁油と推定される。 ⇒漏えい油は中和、回収等を行い、環境への影響はない。	<ul style="list-style-type: none"> 1月7日に中和剤等による油膜の処理を実施。 発電所全域について油の漏えい等がないことを確認済。 側溝等に油がないか重点的な確認を実施。
	2024/1/10	発電所前面の海面上 での油膜確認	<ul style="list-style-type: none"> 2号機主変圧器周辺の側溝に油膜が確認され、その下流側の確認により、前面の海面上に、油膜（約100m×30m、推定約6リットル）が浮いていることを確認。 ⇒海岸部にオイルフェンスを設置したことから環境への影響はない。	<ul style="list-style-type: none"> 側溝に設置した油吸着マットの設置方法の改善および監視を実施。 漏れた油が溜まっていた防油堤の敷砂利を撤去し、防油堤、地下タンクに損傷がないことを確認。

発生事象および現時点までの対応状況

別紙2

[2024年7月4日現在]

No.	公表日	件名	事象概要	対応状況
				<ul style="list-style-type: none"> 油が飛散した防油堤外の砕石部、側溝および道路（舗装部）を油流出源と特定し、砕石の除去、洗浄を実施。 構内で油を発見した場合の対応手順（排水ゲートの運用等）を整備し運用を開始。 側溝内に油分離槽等の設置を実施。（2024年10月予定）
共-④	2024/1/9	外部電源（送電線・変電所設備）の状況	<ul style="list-style-type: none"> 志賀原子力発電所に繋がる送電線の点検を行い、以下を確認。 (志賀原子力線 275kV 2回線) <ul style="list-style-type: none"> 異常なし (赤住線 66kV 1回線) <ul style="list-style-type: none"> 送電線の絶縁用の碍子の欠損（1箇所）、ジャンパ線（鉄塔前後の碍子装置間をつなぐ電線）の素線切れ（1箇所）が確認されたが、現時点で送電線の機能に問題なし。 [No.5鉄塔：6個のうち1個欠損] [No.3鉄塔：素線30本中5本断線] 赤住線No.10鉄塔のジャンパ部接続端子の変形（1箇所）を確認（2月9日お知らせ済） (志賀中能登線 500kV 2回線) <ul style="list-style-type: none"> 中能登変電所内のGIS（ガス絶縁開閉装置）のブッシング（絶縁用の碍管）の破損、送電線の絶縁用の碍子の欠損（2箇所）を確認。 [2号線開閉所引留鉄構：53個中4個欠損] [1号線No.2鉄塔：36個中1個欠損] 	(赤住線 66kV) <ul style="list-style-type: none"> 1月13日に欠損した絶縁用の碍子（1箇所）および素線切れのジャンパ線（1箇所）の交換を実施。 2月10日にジャンパ部接続端子およびジャンパ線（1箇所）の交換を実施。 (志賀中能登線 500kV) <ul style="list-style-type: none"> 1月31日に送電線絶縁用碍子2箇所の交換を実施。 6月14日に志賀中能登線 500kV 中能登変電所内のGIS（ガス絶縁開閉装置）ブッシング（絶縁用の碍管）の交換を実施。

発生事象および現時点までの対応状況

別紙 2

[2024年7月4日現在]

No.	公表日	件名	事象概要	対応状況
			<ul style="list-style-type: none"> ・ 志賀中能登線は2回線中1回線が使用可能であるが、2号機主変圧器が使用不可であり、受電できない。 ・ 志賀原子力発電所の外部電源が3回線(志賀原子力線1号線、志賀原子力線2号線、赤住線)となっているが、1, 2号機それぞれに電源供給が可能である。 また、非常用の電源として非常用ディーゼル発電機、大容量電源車および高圧電源車が確保されている。 <p>⇒必要な外部電源や非常用の電源が確保されており、使用済燃料の冷却等の原子力安全の確保に影響はない。</p>	

令和6年能登半島地震に対する 志賀原子力発電所の 耐震健全性確認について（その2）

2024年7月4日
北陸電力株式会社

目次

今回報告の概要	・・・ i ~ vii
1. 建物・構築物の耐震健全性確認 （タービン建屋等の耐震健全性確認）	・・・ 1 ~ 68
2. 設備の耐震健全性確認 （タービン建屋等内の設備の耐震健全性確認）	・・・ 69 ~ 92
3. まとめ	・・・ 93 ~ 94

報告の概要 - 耐震健全性確認の経緯 -

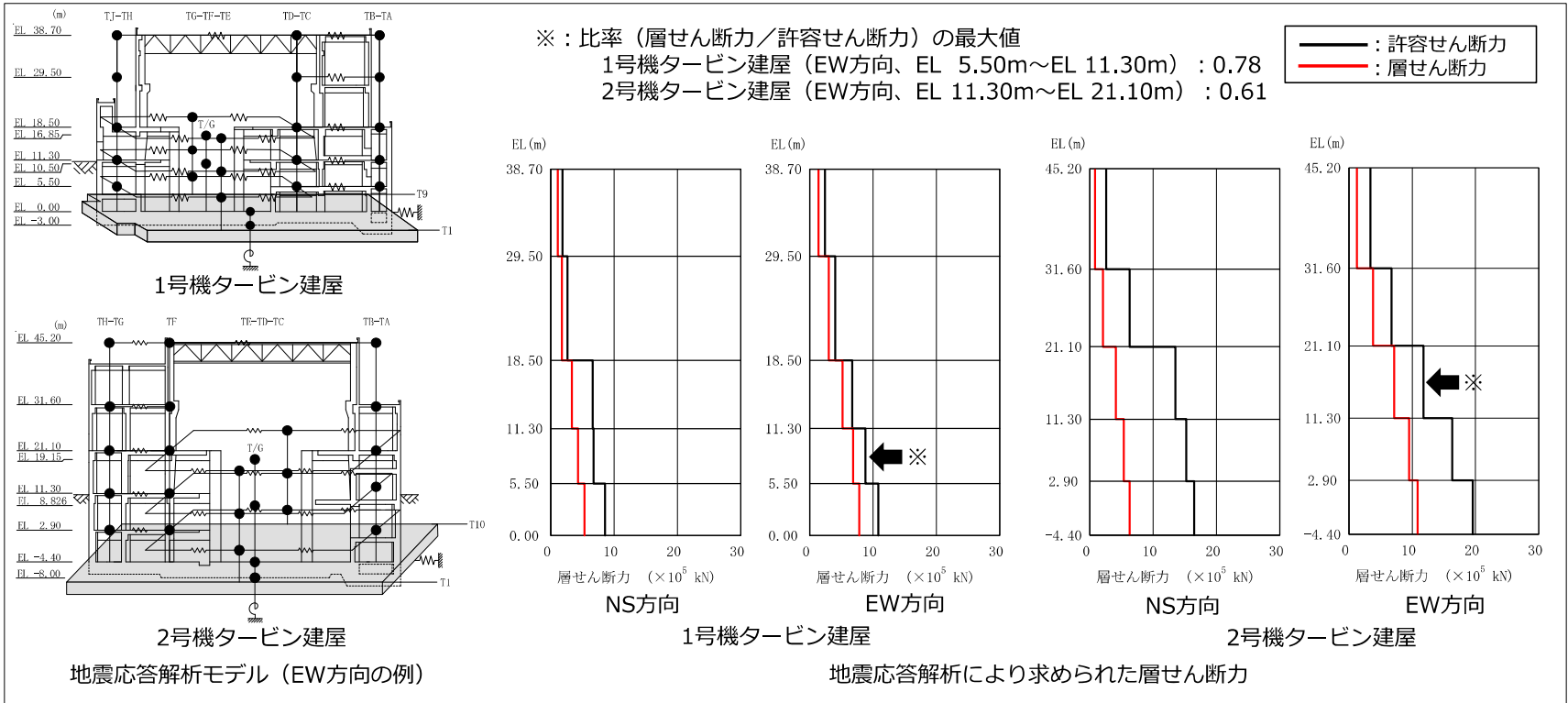
- 令和6年1月1日16時10分に石川県能登地方でM7.6の地震（以下、「令和6年能登半島地震」という。）が発生し、石川県の輪島市や志賀町で最大震度7を観測したほか、能登地方の広い範囲で震度6強や6弱の揺れを観測した。
- 令和6年能登半島地震では、2007年に発生した能登半島地震で1号原子炉建屋最下階の地下2階の床上にて観測された226ガルを超える399ガルを観測したことを踏まえ、原子炉建屋及び同建屋内設備の耐震健全性確認を先行して実施し、耐震健全性が確保されていることを確認した。（2024年4月報告済）
- 今回、タービン建屋、海水熱交換器建屋、屋外施設（以下、「タービン建屋等」という。）及びタービン建屋等内の設備の耐震健全性確認を実施したことから、その結果を報告する。

今回の報告対象

建物・構築物	建物・構築物の 確認結果	設備の確認結果
原子炉建屋	2024年4月報告済	2024年4月報告済
タービン建屋	今回報告	今回報告
海水熱交換器建屋	今回報告	今回報告
屋外施設	今回報告	今回報告

今回報告の概要 - 1. 建物・構築物の耐震健全性確認 (1/4) -

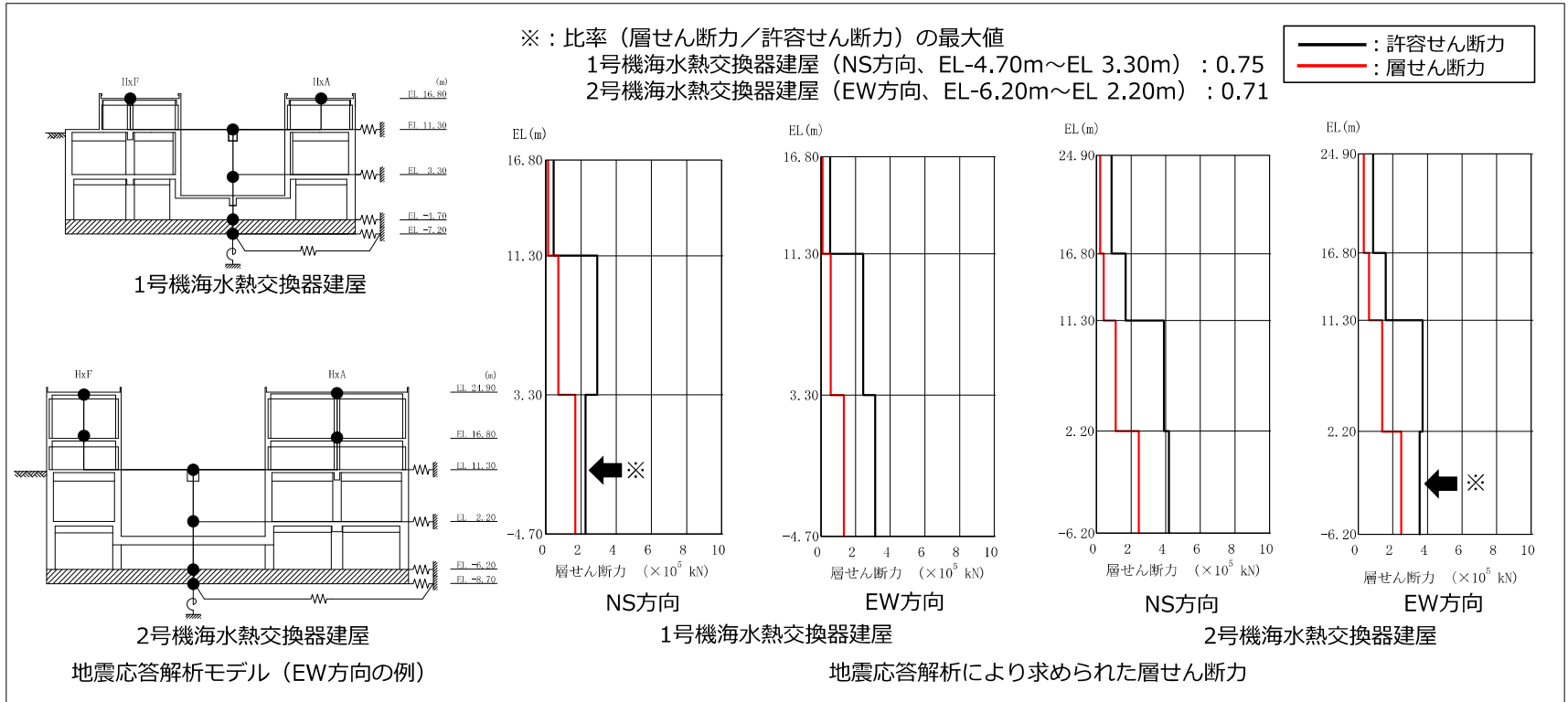
○ タービン建屋の耐震健全性確認は、基礎スラブ上の観測記録を用いた地震応答解析により求められる層せん断力と、耐震壁及び柱の弾性範囲で負担できるせん断応力度から求めた許容せん断力を比較することで行う。



➤ 令和6年能登半島地震に対するタービン建屋の耐震健全性を確認した結果、層せん断力は許容せん断力を下回っていることから、タービン建屋の耐震健全性が確保されていることを確認した。

今回報告の概要 - 1. 建物・構築物の耐震健全性確認 (2/4) -

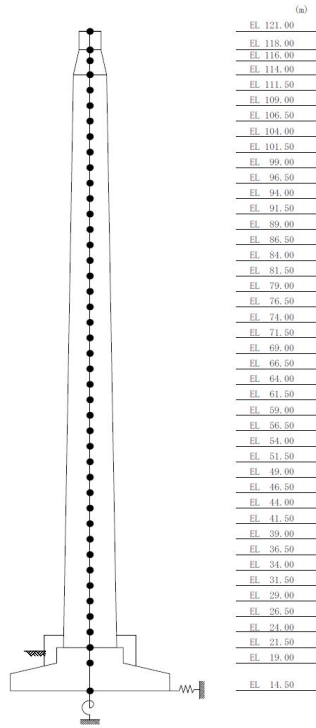
○ 海水熱交換器建屋の耐震健全性確認は、基礎スラブ上の観測記録を用いた地震応答解析により求められる層せん断力と、耐震壁の弾性範囲で負担できるせん断応力度から求めた許容せん断力を比較することで行う。



➤ 令和6年能登半島地震に対する海水熱交換器建屋の耐震健全性を確認した結果、層せん断力は許容せん断力を下回っていることから、海水熱交換器建屋の耐震健全性が確保されていることを確認した。

今回報告の概要 - 1. 建物・構築物の耐震健全性確認 (3/4) -

○ 屋外施設のうち排気筒の耐震健全性確認は、基礎上の観測記録を用いた地震応答解析により求められる各
部材の**発生応力度**と、短期許容応力度から求めた**許容応力度を比較**することで行う。



地震応答解析モデル
(2号機排気筒 水平方向の例)

各部材の許容応力度に対する発生応力度の比（発生応力度／許容応力度）が最も大きい箇所の発生応力度

0.39 : (発生応力度／許容応力度)の最大値

	部材	方向	EL(m)	σ_c	σ_b	f_c	f_b	$\frac{\sigma_c + \sigma_b}{f_c + f_b}$
1号機 排気筒	筒身	NS	89.00～ 91.50	3.9	57.0	150.1	169.2	0.37
		EW	89.00～ 91.50	3.9	61.2	150.1	169.2	0.39
	非常用ガス処理系 排気口	NS	21.50～ 25.25	20.5	1.5	213.1	235.0	0.11
		EW	21.50～ 25.25	20.5	2.1	213.1	235.0	0.11
	非常用ガス処理系 排気口支持部	NS	111.50	26.8	—	164.1	—	0.17
		EW	111.50	25.0	—	164.1	—	0.16
2号機 排気筒	筒身	NS	96.50～ 99.00	4.6	47.9	145.9	165.8	0.33
		EW	89.00～ 91.50	5.5	60.5	150.1	169.2	0.40
	非常用ガス処理系 排気口	NS	21.50～ 25.40	18.7	0.7	219.2	235.0	0.09
		EW	21.50～ 25.40	18.7	1.9	219.2	235.0	0.10
	非常用ガス処理系 排気口支持部	NS	111.48	30.0	—	167.1	—	0.18
		EW	111.48	28.4	—	167.1	—	0.17

σ_c : 圧縮応力度(N/mm²)
 σ_b : 曲げ応力度(N/mm²)
 f_c : 許容圧縮応力度(N/mm²)
 f_b : 許容曲げ応力度(N/mm²)

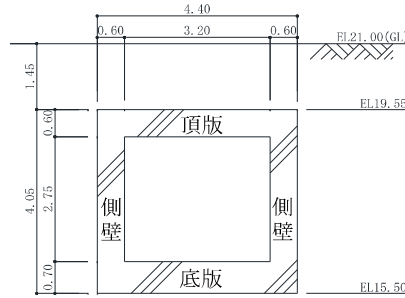
➤ 令和6年能登半島地震に対する排気筒の耐震健全性を確認した結果、各部材の**発生応力度は許容応力度を下回っている**ことから、**排気筒の耐震健全性が確保されている**ことを確認した。

今回報告の概要 - 1. 建物・構築物の耐震健全性確認 (4/4) -

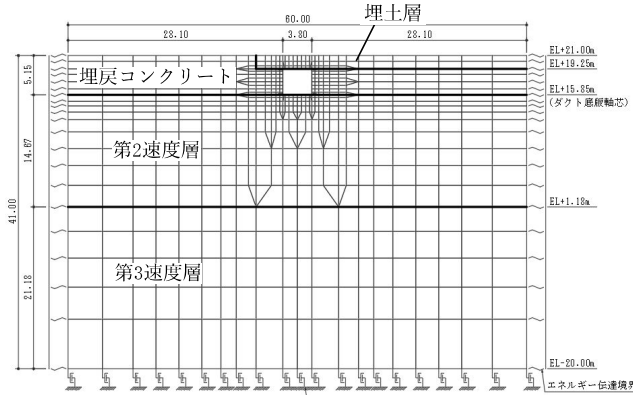
- 屋外施設のうち土木構築物の耐震健全性確認は、敷地地盤観測点の観測記録を用いた地震応答解析により求められる各部材の**発生応力**と、短期許容応力度から求めた**許容応力**を比較することで行う。

各部材の許容応力に対する発生応力の比（発生応力／許容応力）が最も大きい箇所の発生応力（曲げモーメント及び軸力の例）

□ : (発生応力／許容応力)の最大値



断面図 (単位: m)
(2号機原子炉建屋～排気筒連絡ダクトの例)



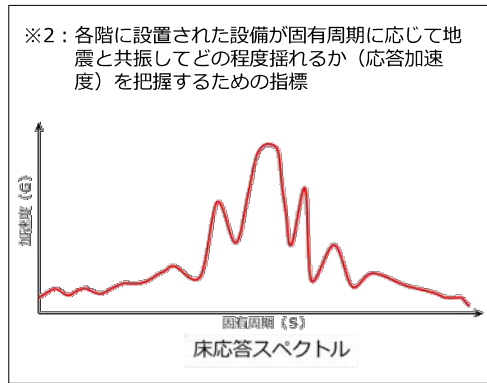
地震応答解析モデル
(2号機原子炉建屋～排気筒連絡ダクトの例)

土木構築物 名称	部材	発生応力		許容応力 (kN・m/m)	発生応力 許容応力
		曲げモーメント (kN・m/m)	軸力 (kN/m)		
1号機原子炉建屋～排気筒 連絡ダクト	頂版	43	43	174	0.25
	側壁	47	-115	336	0.14
	中壁	48	-196	427	0.12
	底版	30	11	296	0.11
1号機原子炉建屋～軽油タンク 連絡ダクト	頂版	44	19	178	0.25
	側壁	57	-174	215	0.27
	底版	49	22	239	0.21
1号機タービン建屋～海水熱交換器建屋 連絡ダクト	頂版	336	123	524	0.65
	側壁	650	-1951	1177	0.56
	底版	319	23	1104	0.29
2号機原子炉建屋～排気筒 連絡ダクト	頂版	47	1	298	0.16
	側壁	47	-110	510	0.10
	底版	34	0	361	0.10
2号機原子炉建屋～軽油タンク 連絡ダクト (NS断面)	頂版	97	-72	448	0.22
	側壁	156	-340	1098	0.15
	中壁	43	11	327	0.14
	中床版	30	-30	162	0.19
2号機原子炉建屋～軽油タンク 連絡ダクト (EW断面)	頂版	169	-28	1231	0.14
	側壁	45	58	409	0.12
	側壁	59	-117	533	0.12
	中壁	31	-105	256	0.13
	底版	57	157	433	0.14

➤ 令和6年能登半島地震に対する土木構築物の耐震健全性を確認した結果、各部材の**発生応力は許容応力を下回っている**ことから、**土木構築物の耐震健全性が確保されている**ことを確認した。

今回報告の概要 - 2. 設備の耐震健全性確認 (1/2) -

○1号機及び2号機各建屋内に設置された地震計の観測記録やはぎとり波を用いて、**建屋・構築物内の「止める」、「冷やす」、「閉じ込める」の機能を有する設備に発生した応力や作用した応答加速度等を算出し、評価基準値と比較**することで設備の健全性が確保されていることを確認する。



観測記録及びはぎとり波※1の取得

※1: はぎとり波とは、地盤中にある地震計での観測記録から解析(はぎとり解析)により表層地盤の影響を取り除いた解放基盤表面(EL.-10m)における地震動のこと。

床応答スペクトル※2等の算出※3

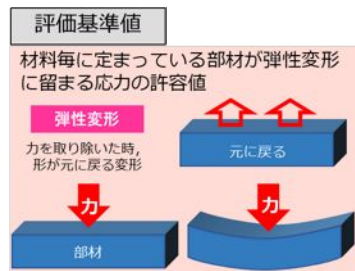
評価対象: タービン建屋等内の設備
(「止める」、「冷やす」、「閉じ込める」機能を有する設備のうち、前回から追加で評価する設備)



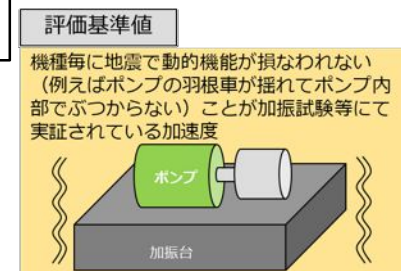
全ての対象機器
動的機器 (ポンプ、ファン、弁等)

① 構造強度評価
・床応答スペクトルを基に部材(配管、基礎ボルト等)に発生した応力(MPa)を算出し、評価基準値と比較することで弾性変形内に留まっていることを評価

② 動的機能維持評価
・床応答スペクトルを基に設備に作用した加速度(G)を算出し、評価基準値と比較することで動的機能が維持されていることを評価



評価終了



今回報告の概要 - 2. 設備の耐震健全性確認 (2/2) -

➤ 令和6年能登半島地震に対しタービン建屋等内の各設備について構造強度評価及び動的機能維持評価を実施した結果、**各設備の発生応力や応答加速度等は全て評価基準値以下である**ことから、**設備の耐震健全性が確保されている**ことを確認した。

主な設備の評価結果

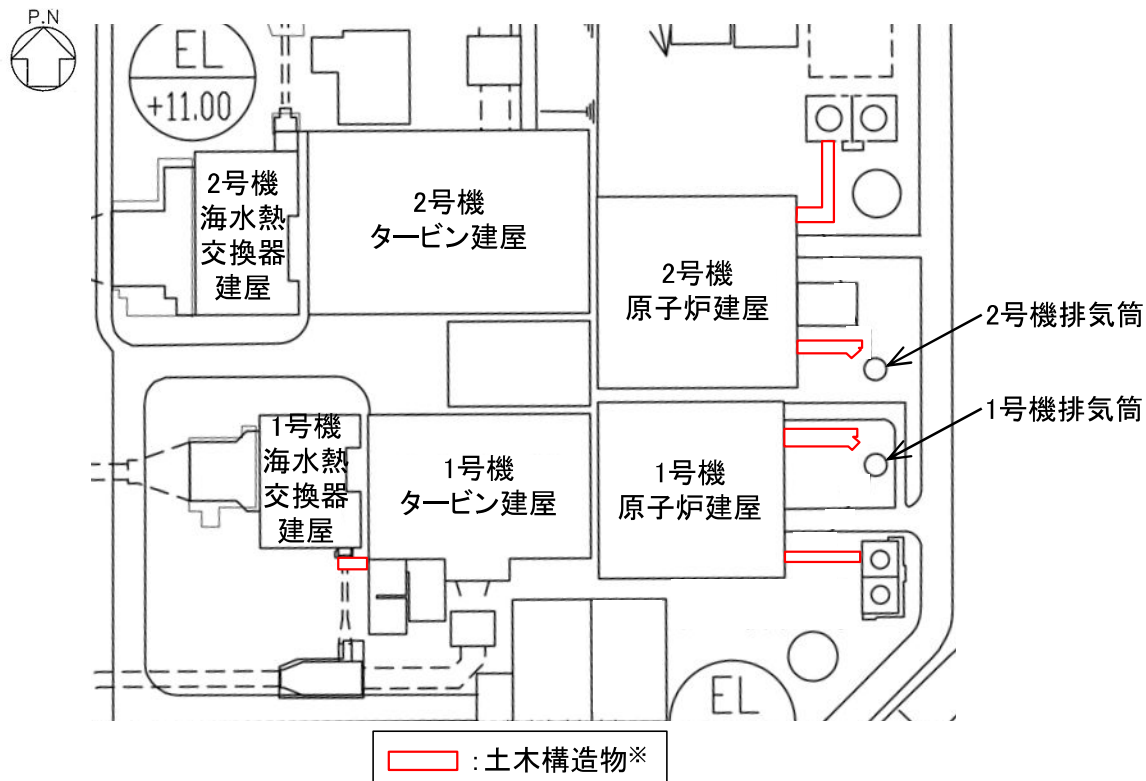
号機	項目	対象機器	対象数	主な設備の評価結果		
				代表設備	部位	評価結果
1号機	構造強度評価	一般機器(ポンプ、熱交換器等)	10機器	原子炉補機冷却水ポンプ	原動機取付ボルト	評価基準値以下
		配管	38モデル	原子炉補機冷却水系配管	配管本体	評価基準値以下
	動的機能維持評価	動的機器(ポンプ、弁)	19機器	原子炉補機冷却水ポンプ、弁	ポンプ本体、弁本体	評価基準値以下
2号機	構造強度評価	一般機器(ポンプ、熱交換器等)	6機器	原子炉補機冷却水ポンプ	原動機取付ボルト	評価基準値以下
		配管	42モデル	原子炉補機冷却水系配管	配管本体	評価基準値以下
	動的機能維持評価	動的機器(ポンプ、弁)	21機器	原子炉補機冷却水ポンプ、弁	ポンプ本体、弁本体	評価基準値以下

1. 建物・構築物の耐震健全性確認

1. 建物・構築物の耐震健全性確認

- 概要
令和6年能登半島地震を踏まえた建物・構築物に対する耐震健全性を確認する。
- 対象建物・構築物
志賀原子力発電所内の耐震重要度が高い設備（Sクラス）の支持機能の維持が要求される建物・構築物を対象とする。

評価対象建物・構築物	
原子炉建屋 (2024年4月報告済)	
タービン建屋 (今回報告)	
海水熱交換器建屋 (今回報告)	
屋外施設	排気筒 (今回報告)
	土木構築物 (今回報告)

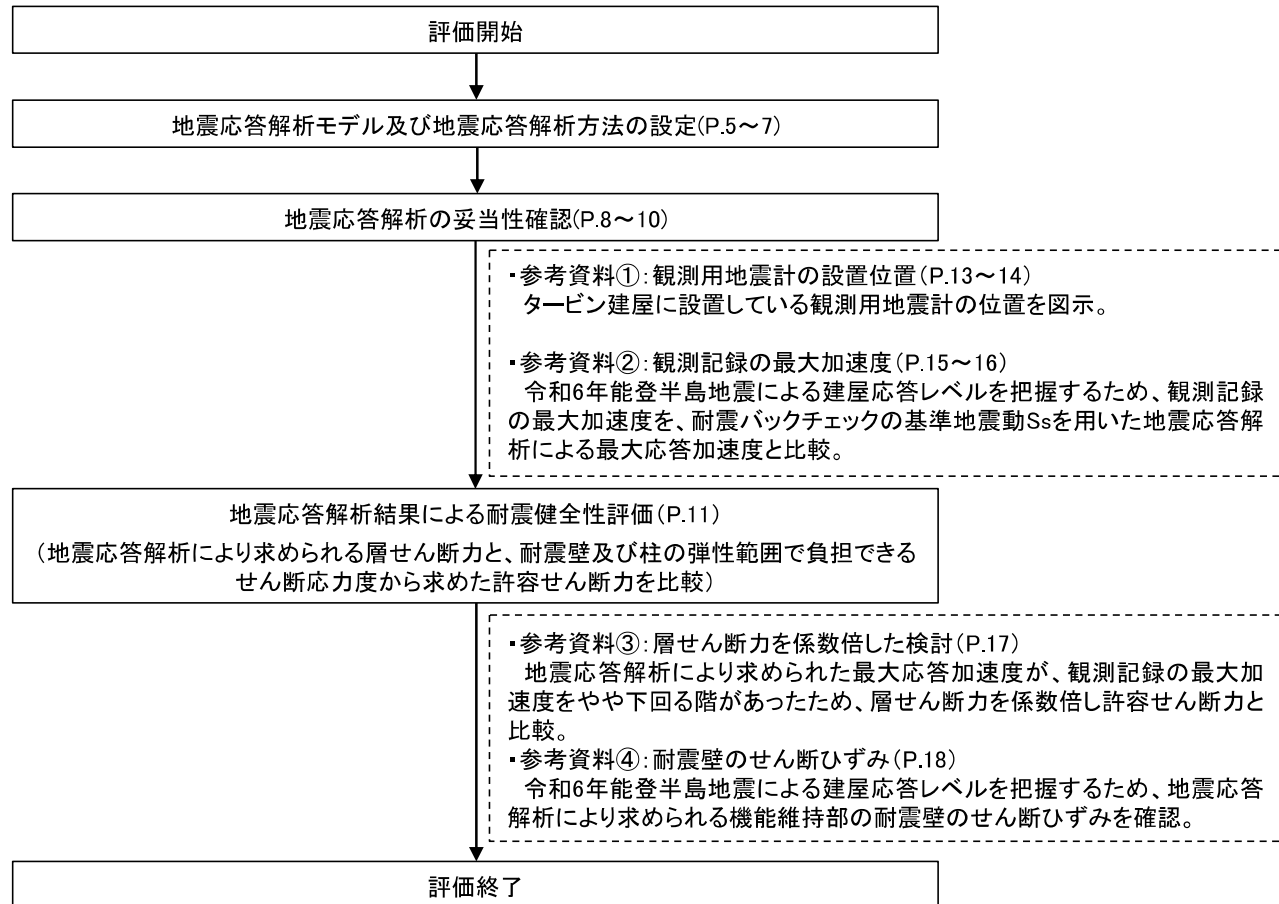


※土木構築物の詳細はP.45に示す。

1.1 タービン建屋の耐震健全性確認

1.1 タービン建屋の耐震健全性確認 – 評価方法 –

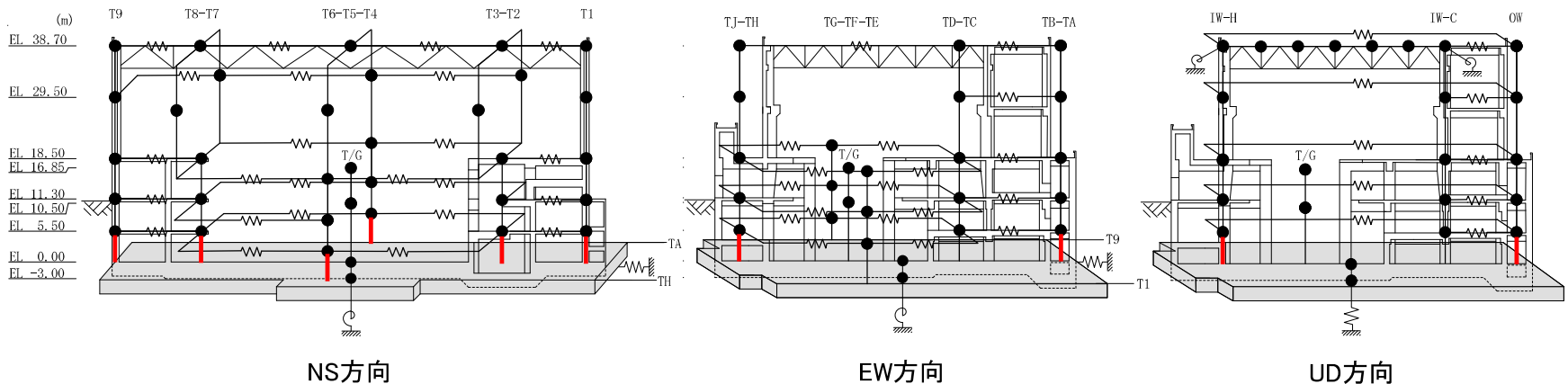
○ タービン建屋で得られた観測記録を用いて、タービン建屋の耐震健全性が確保されていることを下記の方法で確認する。



タービン建屋の耐震健全性評価方法

1.1 タービン建屋の耐震健全性確認 –地震応答解析モデル(1号機タービン建屋)–

- 耐震健全性評価に用いる1号機タービン建屋の地震応答解析モデルを下図に示す。
- 地震応答解析モデルは、建設工認のモデルを基に、令和6年能登半島地震時の状況を踏まえ、積雪荷重を考慮しないモデルとする。
- 水平方向の地震応答解析モデルは、建屋と地盤の相互作用を考慮し、耐震壁及び柱の曲げ及びせん断剛性を考慮した質点系モデル(非線形モデル)とする。
- 鉛直方向の地震応答解析モデルは、建屋と地盤の相互作用を考慮し、耐震壁の軸剛性及びせん断剛性並びに屋根トラスの曲げせん断剛性を考慮した質点系モデル(線形モデル)とする。
- 耐震壁の復元力特性は、「原子力発電所耐震設計技術指針(JEAG4601-1991 追補版)」(日本電気協会)に基づき設定する。
- 基礎底面の地盤ばねは、振動アドミタンス理論に基づき求めた地盤ばねを近似法により定数化して用いる。
- 建屋の減衰定数は鉄筋コンクリート造部で5%、鉄骨造部で2%とする。

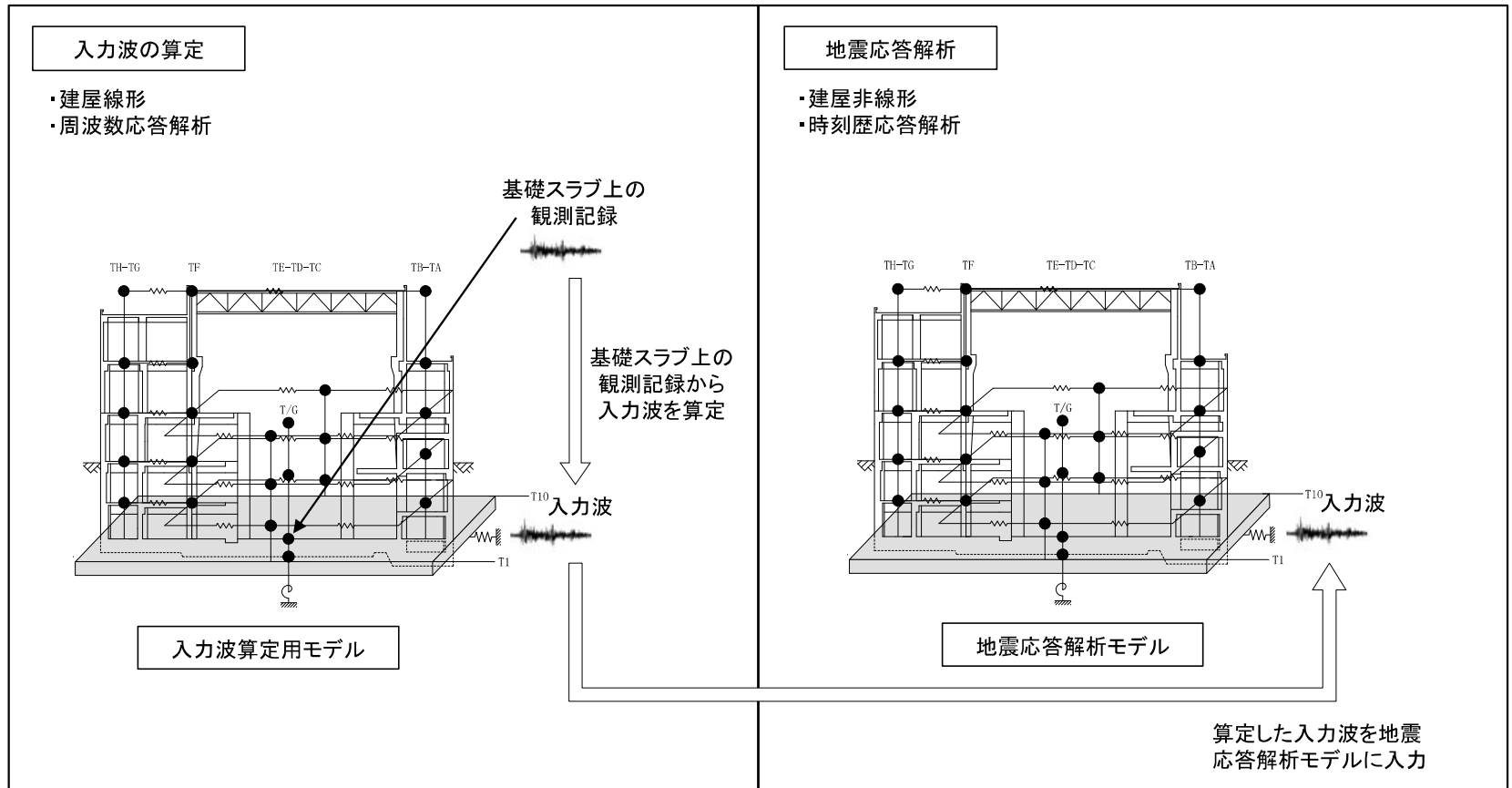


1号機タービン建屋 地震応答解析モデル※

※: ■は機能維持部(Sクラスの設備の支持機能の維持が要求される部位)を示す。

1.1 タービン建屋の耐震健全性確認 -地震応答解析方法-

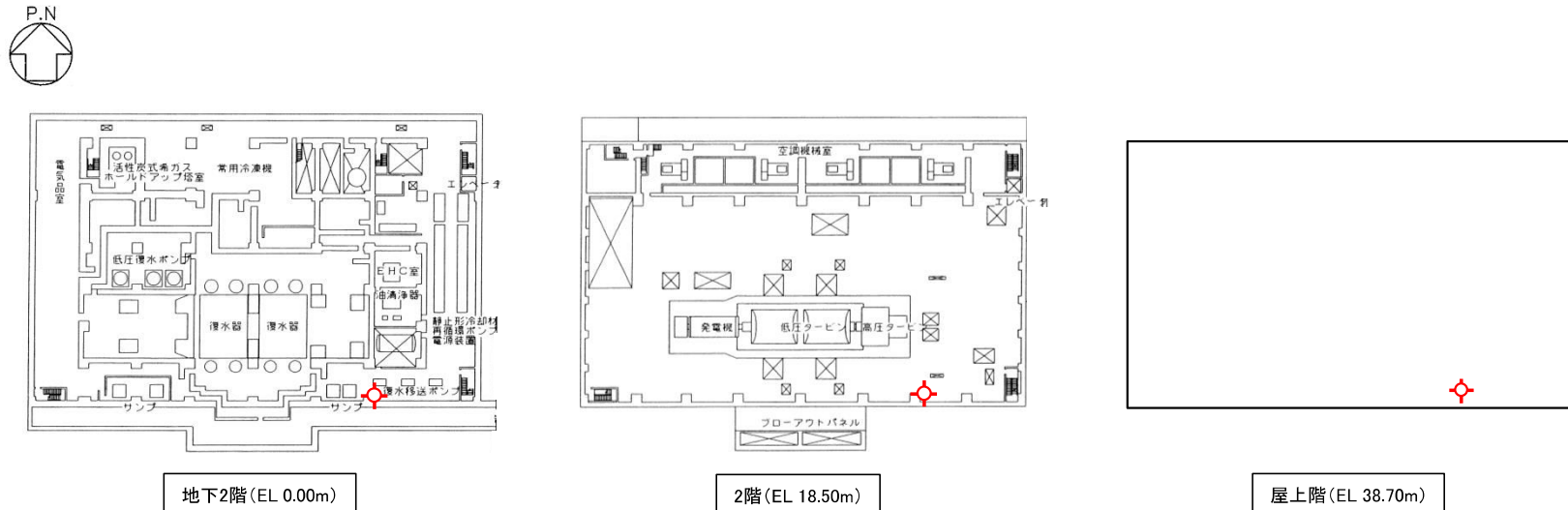
- 耐震健全性評価に用いる地震応答解析方法の概要を2号機タービン建屋（EW方向）を例として下図に示す。
- 地震応答解析は、基礎スラブ上の観測記録より算定した入力波を基礎スラブ下端に取り付く地盤ばねを介して入力する時刻歴応答解析により行う。
- 入力波は、建屋を線形モデルとし、基礎スラブ上の観測記録を用いて周波数応答解析により算定する。



地震応答解析方法の概要(2号機タービン建屋(EW方向)の例)

1.1 タービン建屋の耐震健全性確認 –地震応答解析の妥当性確認に用いる観測用地震計(1号機タービン建屋)–

○ 1号機タービン建屋の地震応答解析の妥当性確認は、建屋の基本的な振動特性を把握するために地下2階から屋上階までの構造的連続性が明確な耐震壁の近傍に設置した、下図に示す観測用地震計の観測記録を用いて行う。

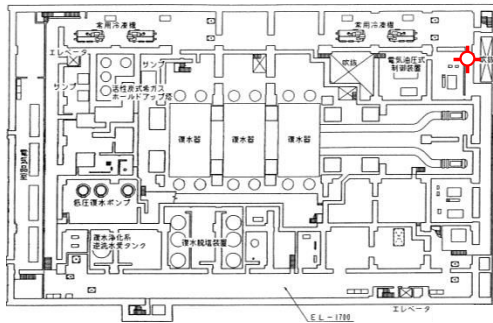


● : NS方向 ● : EW方向 ○ : UD方向

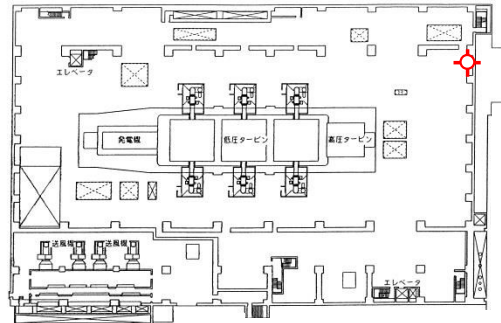
1号機タービン建屋の地震応答解析の妥当性確認に用いる観測用地震計の設置位置

1.1 タービン建屋の耐震健全性確認 –地震応答解析の妥当性確認に用いる観測用地震計(2号機タービン建屋)–

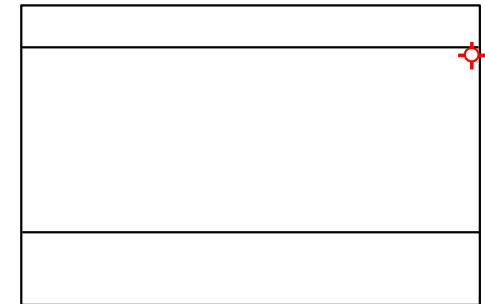
○ 2号機タービン建屋の地震応答解析の妥当性確認は、建屋の基本的な振動特性を把握するために地下2階から屋上階までの構造的連続性が明確な耐震壁の近傍に設置した、下図に示す観測用地震計の観測記録を用いて行う。



地下2階(EL-4.40m)



2階(EL 21.10m)



屋上階(EL 45.20m)

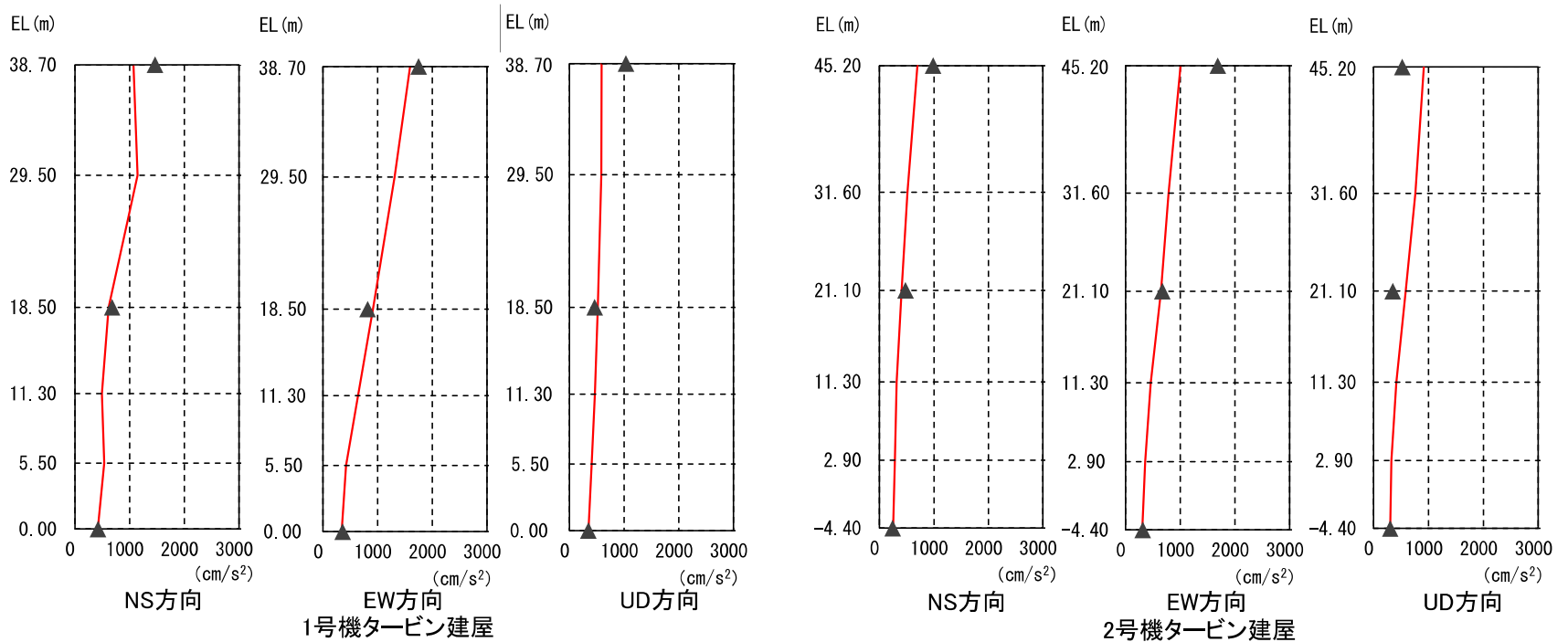
● : NS方向 ● : EW方向 ○ : UD方向

2号機タービン建屋の地震応答解析の妥当性確認に用いる観測用地震計の設置位置

1.1 タービン建屋の耐震健全性確認 –地震応答解析の妥当性確認–

- 地震応答解析により求められた最大応答加速度を観測記録の最大加速度と比較して下図に示す。
- 地震応答解析により求められた最大応答加速度は、観測記録の最大加速度をやや下回る階があるものの、観測記録の最大加速度とおおむね一致しており、地震応答解析の妥当性を確認した。

▲ : 観測記録
— : 解析結果※



地震応答解析により求められた最大応答加速度

※: 観測用地震計の設置位置に対応する下記の軸の応答値を示す。

1号機タービン建屋 NS方向: T3-T2軸 EW方向: TJ-TH軸 UD方向: IW-H軸 (P.5参照)
2号機タービン建屋 NS方向: T1軸 EW方向: TB-TA軸 UD方向: OW軸 (P.6参照)

1.1 タービン建屋の耐震健全性確認 –地震応答解析結果による耐震健全性評価–

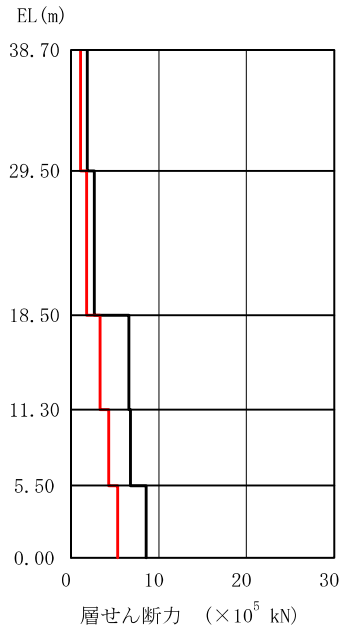
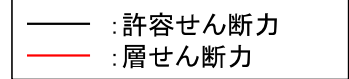
- 地震応答解析により求められた層せん断力を下図に示す。
- 層せん断力は、耐震壁及び柱の鉄筋の弾性範囲で負担できるせん断応力度 ($p_w \times \sigma_y$) ※1並びに鉄骨柱の弾性範囲で負担できるせん断応力度から求めた許容せん断力を下回っていることを確認した。

※1: p_w は耐震壁及び柱の実鉄筋比、 σ_y は鉄筋の短期許容せん断応力度であり、コンクリートの付与分を考慮していないせん断応力度。

※2: 比率(層せん断力/許容せん断力)の最大値

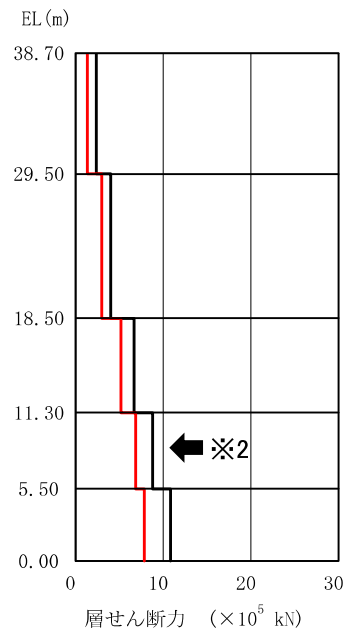
1号機タービン建屋(EW方向、EL 5.50m~EL 11.30m): 0.78

2号機タービン建屋(EW方向、EL 11.30m~EL 21.10m): 0.61

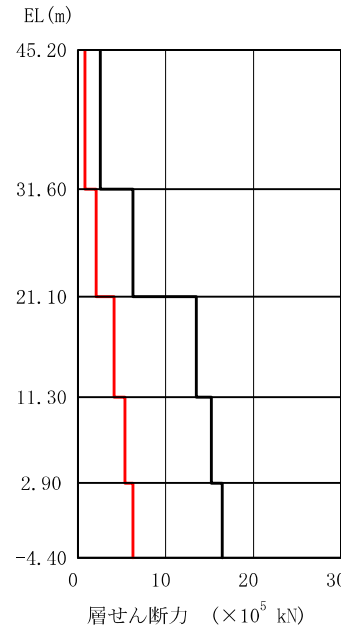


NS方向

1号機タービン建屋

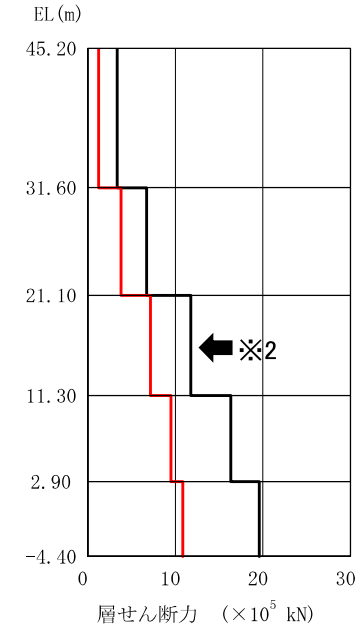


EW方向



NS方向

2号機タービン建屋



EW方向

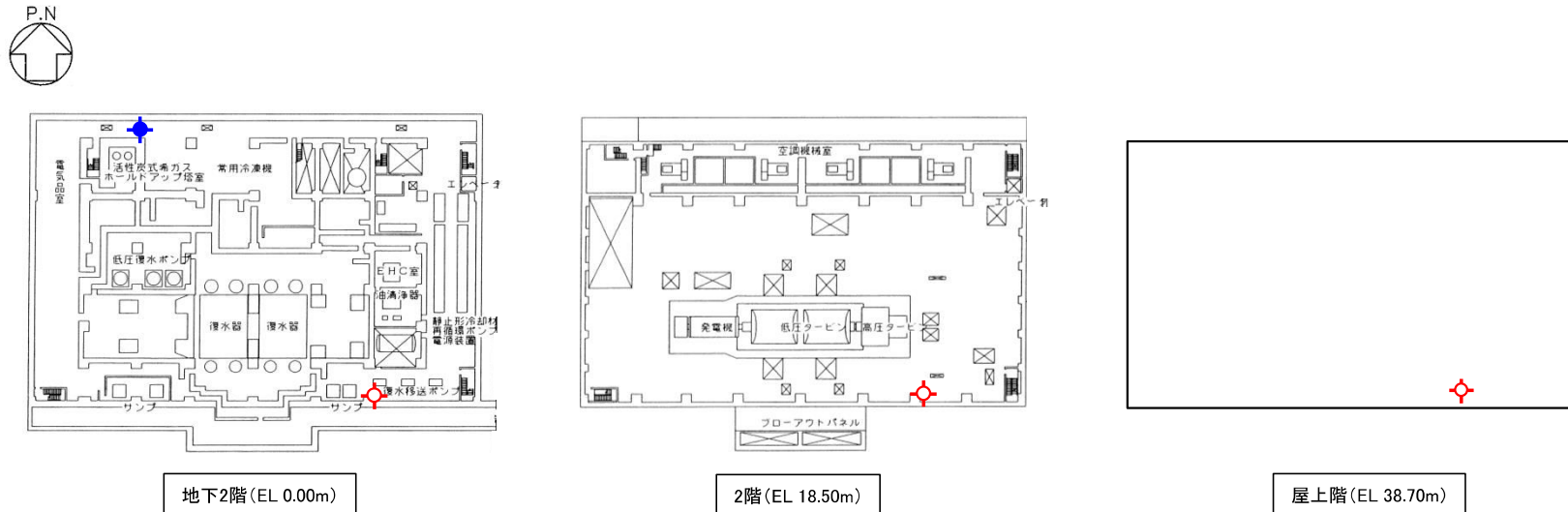
地震応答解析により求められた層せん断力

1.1 タービン建屋の耐震健全性確認 -まとめ-

- 令和6年能登半島地震に対するタービン建屋の耐震健全性を確認した結果、層せん断力は耐震壁及び柱の弾性範囲で負担できるせん断応力度から求めた許容せん断力を下回っていることから、タービン建屋の耐震健全性が確保されていることを確認した。

1.1 タービン建屋の耐震健全性確認 – 参考資料①：観測用地震計の設置位置 (1号機タービン建屋) –

○ 1号機タービン建屋に設置している観測用地震計の位置を下図に示す。

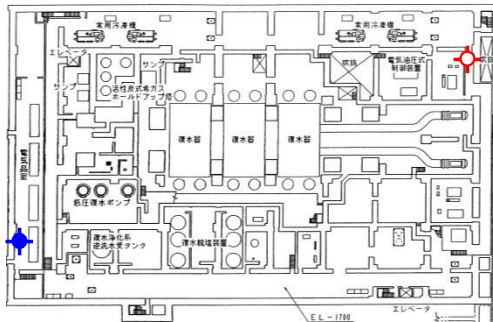


地震応答解析の妥当性確認に用いた観測用地震計 ● : NS方向 ● : EW方向 ○ : UD方向
 上記以外の観測用地震計 ● : NS方向 ● : EW方向 ○ : UD方向

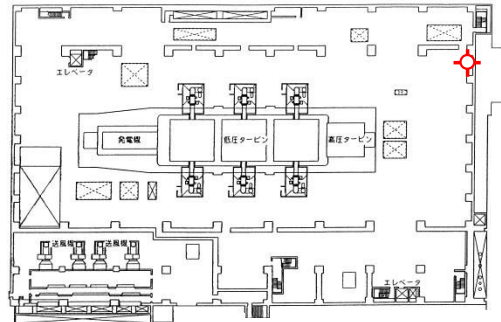
1号機タービン建屋に設置している観測用地震計の位置

1.1 タービン建屋の耐震健全性確認 -参考資料①：観測用地震計の設置位置 (2号機タービン建屋) -

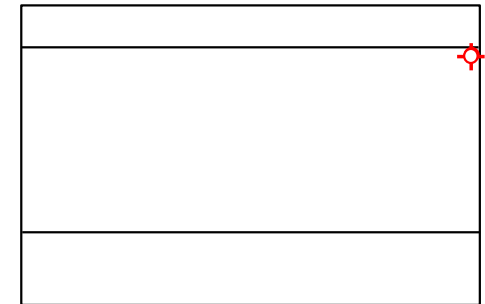
○ 2号機タービン建屋に設置している観測用地震計の位置を下図に示す。



地下2階(EL-4.40m)



2階(EL 21.10m)



屋上階(EL 45.20m)

地震応答解析の妥当性確認に用いた観測用地震計 ● : NS方向 ● : EW方向 ○ : UD方向
 上記以外の観測用地震計 ● : NS方向 ● : EW方向 ○ : UD方向

2号機タービン建屋に設置している観測用地震計の位置

1.1 タービン建屋の耐震健全性確認 –参考資料②：観測記録の最大加速度–

- 令和6年能登半島地震による建屋応答レベルを把握するため、P.8～9に示す観測用地震計で観測された各階の最大加速度を、耐震バックチェックの基準地震動Ssを用いた地震応答解析による最大応答加速度と比較して下表に示す。なお、新規制基準の基準地震動Ss-1～7を用いた地震応答解析結果は設工認段階で説明予定であるため、耐震バックチェックの基準地震動Ss-1～3を用いた地震応答解析結果と比較する。
- 観測記録の最大加速度は、耐震バックチェックの基準地震動Ssによる最大応答加速度を屋上階及び1号機の2階では上回っているものの、その他の階では下回っている。

最大加速度

位置			観測記録の 最大加速度 (cm/s ²)			耐震バックチェックの基準地震動Ssによる 最大応答加速度※1、※2 (cm/s ²)		
建屋	階	EL(m)	NS方向	EW方向	UD方向	NS方向	EW方向	UD方向
1号機 タービン建屋	屋上階	38.70	1465	1753	1032	1395	1265	780
	3階	29.50	—※3			1788	1046	761
	2階	18.50	681	818	461	774	811	598
	1階	11.30	—※3			816	698	482
	地下1階	5.50	—※3			637	582	385
	地下2階(基礎スラブ上)	0.00	425	358	345	584	590	415
2号機 タービン建屋	屋上階	45.20	988	1687	524	2329	1537	978
	3階	31.60	—※3			1061	1164	786
	2階	21.10	479	671	347	828	895	611
	1階	11.30	—※3			636	608	500
	地下1階	2.90	—※3			572	543	490
	地下2階(基礎スラブ上)	-4.40	245	312	303	528	542	452

※1: 耐震バックチェックの基準地震動Ss-1～3による最大応答加速度の最大値を示す。

※2: 観測用地震計の設置位置に対応する下記の軸の応答値を示す。

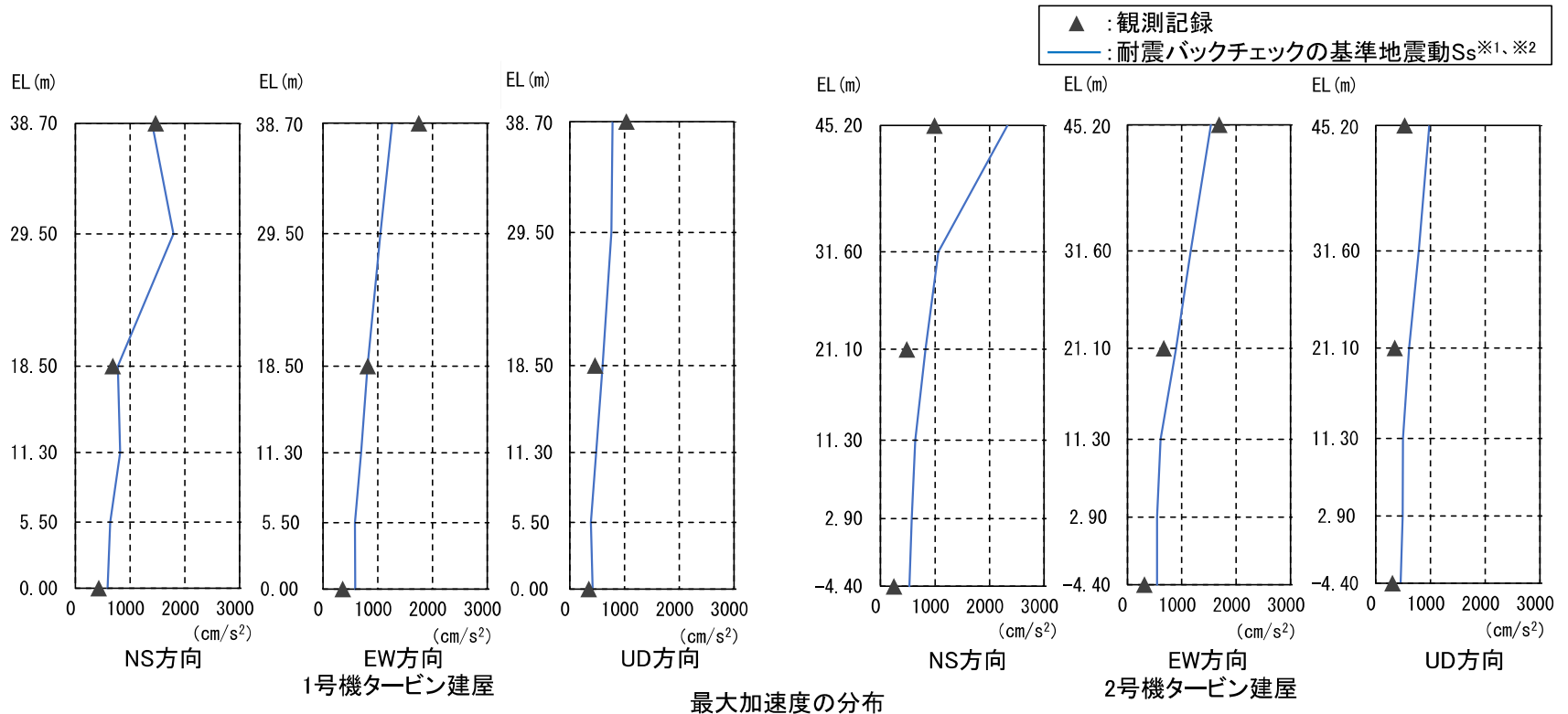
1号機タービン建屋 NS方向: T3-T2軸 EW方向: TJ-TH軸 UD方向: IW-H軸 (P.5参照)

2号機タービン建屋 NS方向: T1軸 EW方向: TB-TA軸 UD方向: OW軸 (P.6参照)

※3: 観測用地震計を設置していない。

1.1 タービン建屋の耐震健全性確認 –参考資料②：観測記録の最大加速度–

- 令和6年能登半島地震による建屋応答レベルを把握するため、P.8～9に示す観測用地震計で観測された各階の最大加速度を、耐震バックチェックの基準地震動 S_s を用いた地震応答解析による最大応答加速度と比較して下図に示す。なお、新規制基準の基準地震動 S_s -1～7を用いた地震応答解析結果は設工認段階で説明予定であるため、耐震バックチェックの基準地震動 S_s -1～3を用いた地震応答解析結果と比較する。
- 観測記録の最大加速度は、耐震バックチェックの基準地震動 S_s による最大応答加速度を屋上階及び1号機の2階では上回っているものの、その他の階では下回っている。



※1: 耐震バックチェックの基準地震動 S_s -1～3による最大応答加速度の最大値を示す。

※2: 観測用地震計の設置位置に対応する下記の軸の応答値を示す。

1号機タービン建屋 NS方向: T3-T2軸 EW方向: TJ-TH軸 UD方向: IW-H軸 (P.5参照)

2号機タービン建屋 NS方向: T1軸 EW方向: TB-TA軸 UD方向: OW軸 (P.6参照)

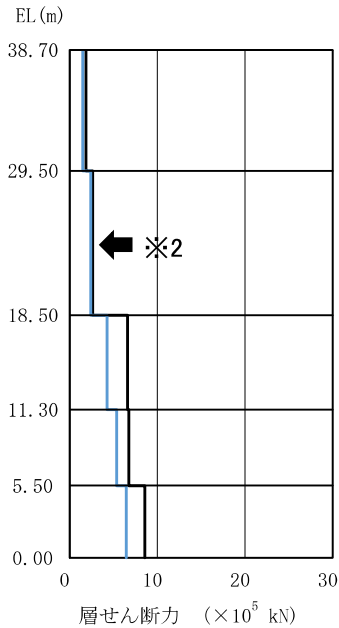
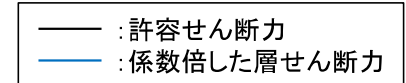
1.1 タービン建屋の耐震健全性確認 –参考資料③：層せん断力を係数倍した検討–

- P.10に示す地震応答解析の妥当性確認において、地震応答解析により求められた最大応答加速度が、観測記録の最大加速度をやや下回る階があったため、層せん断力を係数倍し、許容せん断力と比較する。
- 係数は（観測記録の最大加速度）／（地震応答解析により求められた最大応答加速度）として算定し、1.0を下回る場合は1.0とする。また、観測記録のない階には上階の係数を適用する。
- 係数倍した層せん断力は、許容せん断力を下回っていることを確認した。

※2: 比率(係数倍した層せん断力／許容せん断力)の最大値

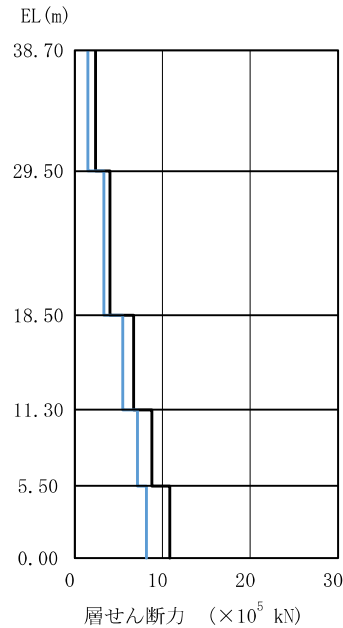
1号機タービン建屋(NS方向、EL 18.50m～EL 29.50m) : 0.92

2号機タービン建屋(EW方向、EL 21.10m～EL 31.60m) : 0.95



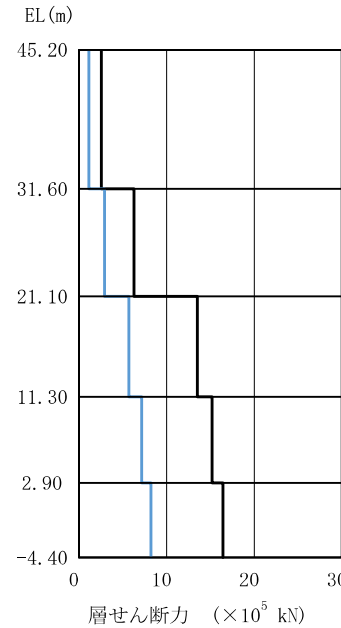
NS方向

1号機タービン建屋



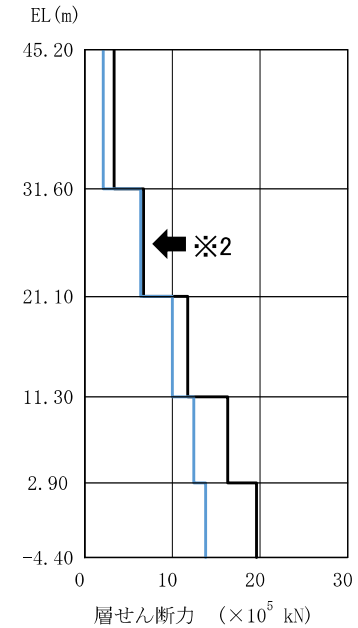
EW方向

係数倍した層せん断力



NS方向

2号機タービン建屋



EW方向

1.1 タービン建屋の耐震健全性確認 –参考資料④：耐震壁のせん断ひずみ–

- 令和6年能登半島地震による建屋応答レベルを把握するため、機能維持部の耐震壁のせん断ひずみを確認する。
- 地震応答解析により求められた機能維持部の耐震壁の最大応答せん断ひずみを下表に示す。
- 機能維持部の耐震壁の最大応答せん断ひずみの最大値は、1号機タービン建屋で 0.21×10^{-3} （EW方向）、2号機タービン建屋で 0.17×10^{-3} （EW方向）であり、いずれも構造強度を確保するため及び支持機能を維持するための許容限界（ 2.0×10^{-3} ）※1以下であることを確認した。なお、壁のせん断初ひび割れが発生するせん断ひずみの目安値（ $0.2 \sim 0.3 \times 10^{-3}$ ）※2と同程度であり、地震発生直後の目視点検において、タービン建屋の機能維持部の耐震壁にせん断ひび割れの発生は確認されていない。
- 以上より、機能維持部の耐震壁のせん断ひずみは十分小さく、耐震安全性が確保されていることを確認した。

※1:「原子力発電所耐震設計技術規程(JEAC4601-2008)」(日本電気協会)に定められており、鉄筋コンクリート造耐震壁の終局せん断ひずみに2倍の安全率を持たせたもの。

※2:「鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説 –許容応力度設計法–」(日本建築学会、1999年)

地震応答解析により求められた機能維持部の耐震壁の最大応答せん断ひずみ

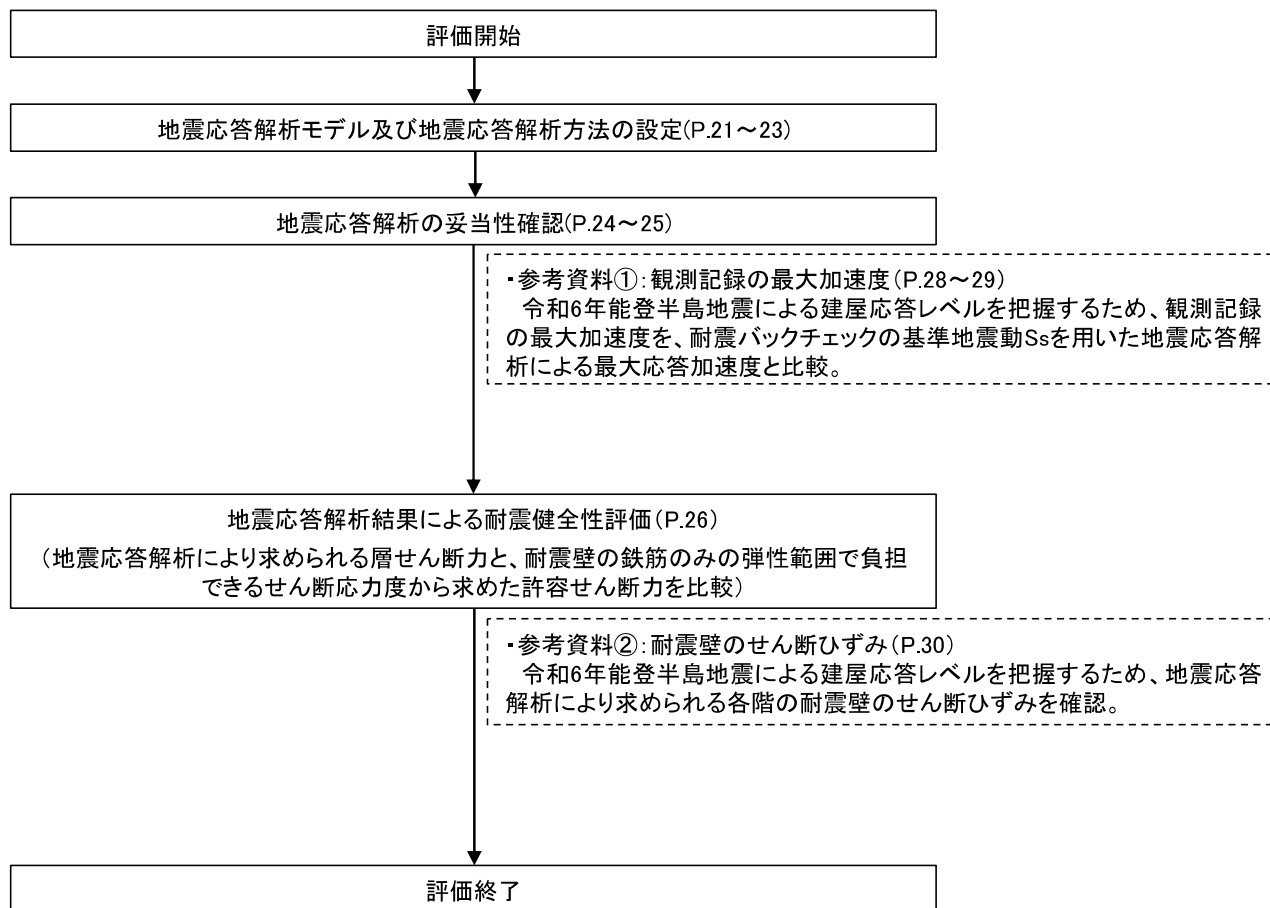
: 各建屋の最大値

位置			解析結果		構造強度を確保するため及び支持機能を維持するための許容限界
建屋	階	EL(m)	NS方向	EW方向	
1号機タービン建屋	地下2階(基礎スラブ上)	0.00～ 5.50	0.18×10^{-3}	0.21×10^{-3}	2.0×10^{-3}
2号機タービン建屋	地下2階(基礎スラブ上)	-4.40～ 2.90	0.13×10^{-3}	0.17×10^{-3}	

1.2 海水熱交換器建屋の耐震健全性確認

1.2 海水熱交換器建屋の耐震健全性確認 – 評価方法 –

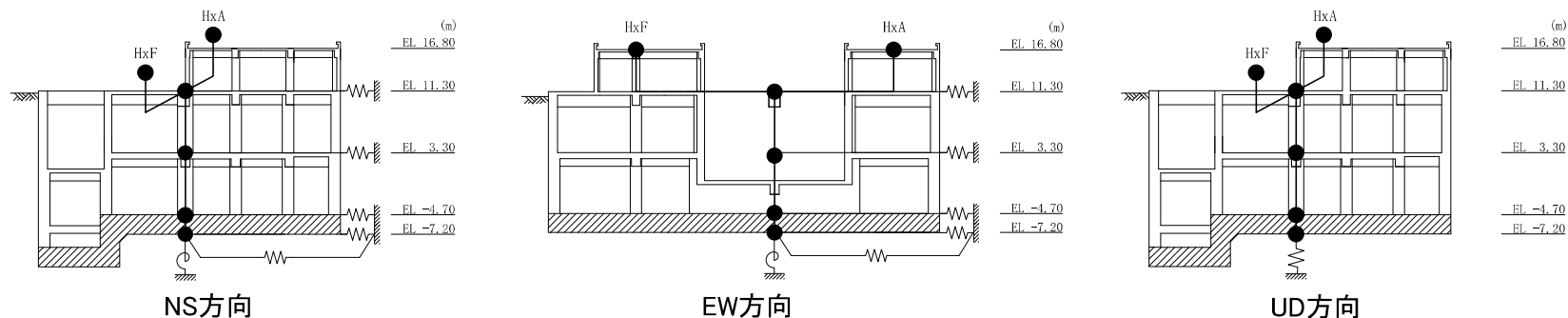
- 海水熱交換器建屋で得られた観測記録を用いて、海水熱交換器建屋の耐震健全性が確保されていることを下記の方法で確認する。



海水熱交換器建屋の耐震健全性評価方法

1.2 海水熱交換器建屋の耐震健全性確認 –地震応答解析モデル（1号機海水熱交換器建屋）–

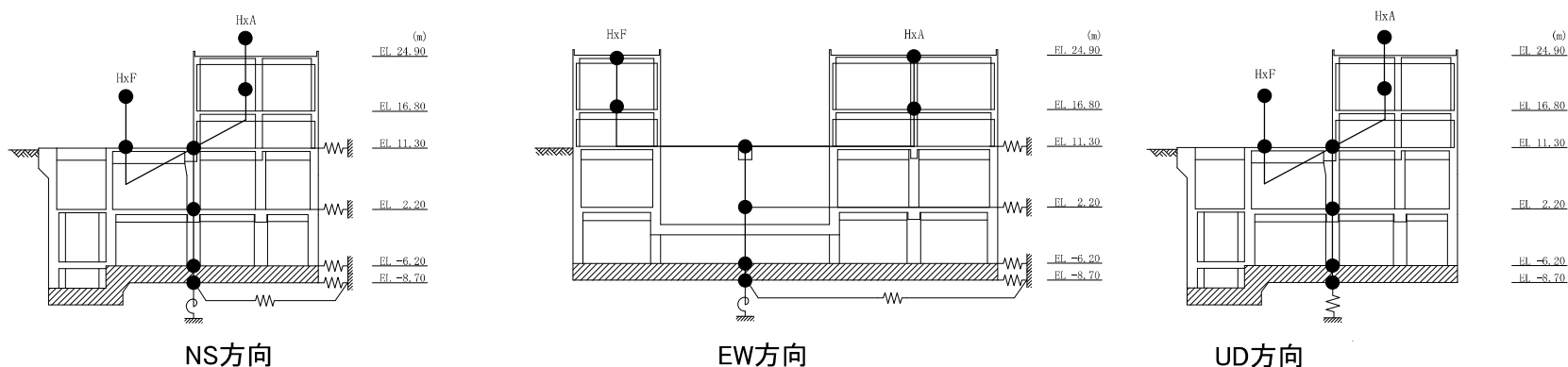
- 耐震健全性評価に用いる1号機海水熱交換器建屋の地震応答解析モデルを下図に示す。
- 地震応答解析モデルは、建設工認のモデルを基に、令和6年能登半島地震時の状況を踏まえ、積雪荷重を考慮しないモデルとする。
- 水平方向の地震応答解析モデルは、建屋と地盤の相互作用を考慮し、耐震壁の曲げ及びせん断剛性を考慮した質点系モデル（非線形モデル）とする。
- 鉛直方向の地震応答解析モデルは、建屋と地盤の相互作用を考慮し、耐震壁の軸剛性を考慮した質点系モデル（線形モデル）とする。
- 耐震壁の復元力特性は、「原子力発電所耐震設計技術指針（JEAG4601-1991 追補版）」（日本電気協会）に基づき設定する。
- 基礎底面及び建屋側面の地盤ばねは、振動アドミタンス理論及びNovakの方法に基づき求めた地盤ばねを近似法により定数化して用いる。
- 建屋の減衰定数は5%とする。



1号機海水熱交換器建屋 地震応答解析モデル

1.2 海水熱交換器建屋の耐震健全性確認 –地震応答解析モデル（2号機海水熱交換器建屋）–

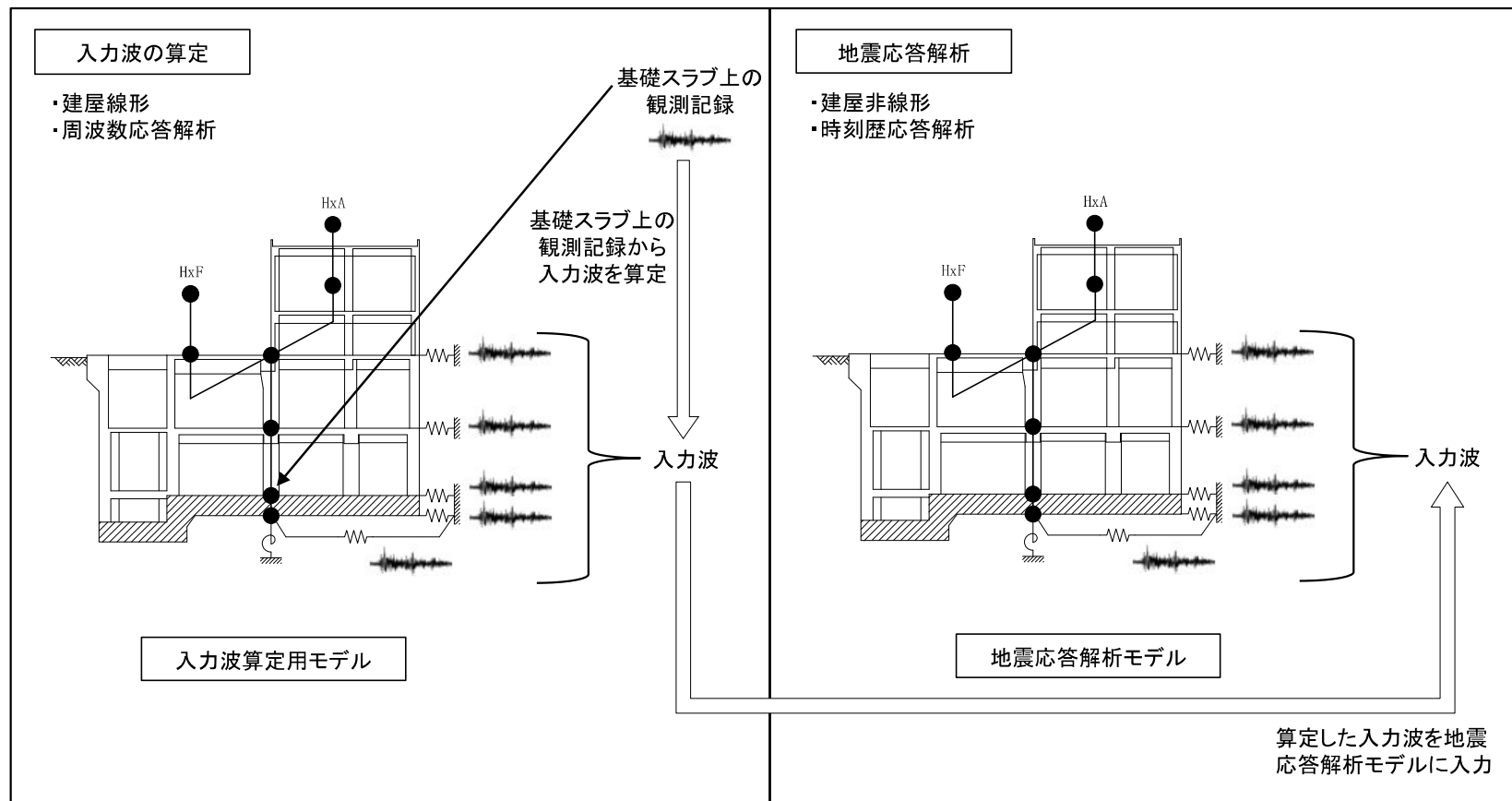
- 耐震健全性評価に用いる2号機海水熱交換器建屋の地震応答解析モデルを下図に示す。
- 地震応答解析モデルは、建設工認のモデルを基に、令和6年能登半島地震時の状況を踏まえ、積雪荷重を考慮しないモデルとする。
- 水平方向の地震応答解析モデルは、建屋と地盤の相互作用を考慮し、耐震壁の曲げ及びせん断剛性を考慮した質点系モデル（非線形モデル）とする。
- 鉛直方向の地震応答解析モデルは、建屋と地盤の相互作用を考慮し、耐震壁の軸剛性を考慮した質点系モデル（線形モデル）とする。
- 耐震壁の復元力特性は、「原子力発電所耐震設計技術指針（JEAG4601-1991 追補版）」（日本電気協会）に基づき設定する。
- 基礎底面及び建屋側面の地盤ばねは、振動アドミタンス理論及びNovakの方法に基づき求めた地盤ばねを近似法により定数化して用いる。
- 建屋の減衰定数は5%とする。



2号機海水熱交換器建屋 地震応答解析モデル

1.2 海水熱交換器建屋の耐震健全性確認 –地震応答解析方法–

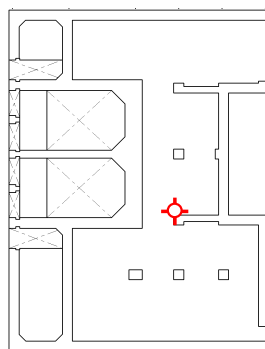
- 耐震健全性評価に用いる地震応答解析方法の概要を2号機海水熱交換器建屋（NS方向）を例として下図に示す。
- 地震応答解析は、基礎スラブ上の観測記録より算定した入力波を基礎スラブ下端及び建屋側面に取り付く地盤ばねを介して入力する時刻歴応答解析により行う。
- 入力波は、建屋を線形モデルとし、基礎スラブ上の観測記録を用いて周波数応答解析により算定する。



地震応答解析方法の概要(2号機海水熱交換器建屋(NS方向)の例)

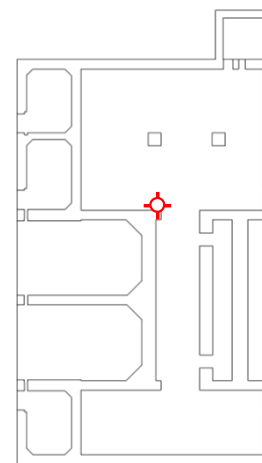
1.2 海水熱交換器建屋の耐震健全性確認 –地震応答解析の妥当性確認に用いる観測用地震計–

- 海水熱交換器建屋に設置している観測用地震計の位置を下図に示す。
- 海水熱交換器建屋の地震応答解析の妥当性確認は、下図に示す観測用地震計の観測記録を用いて行う。



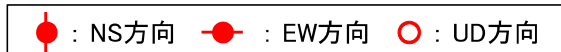
地下2階 (EL-4.70m)

1号機海水熱交換器建屋



地下2階 (EL-6.20m)

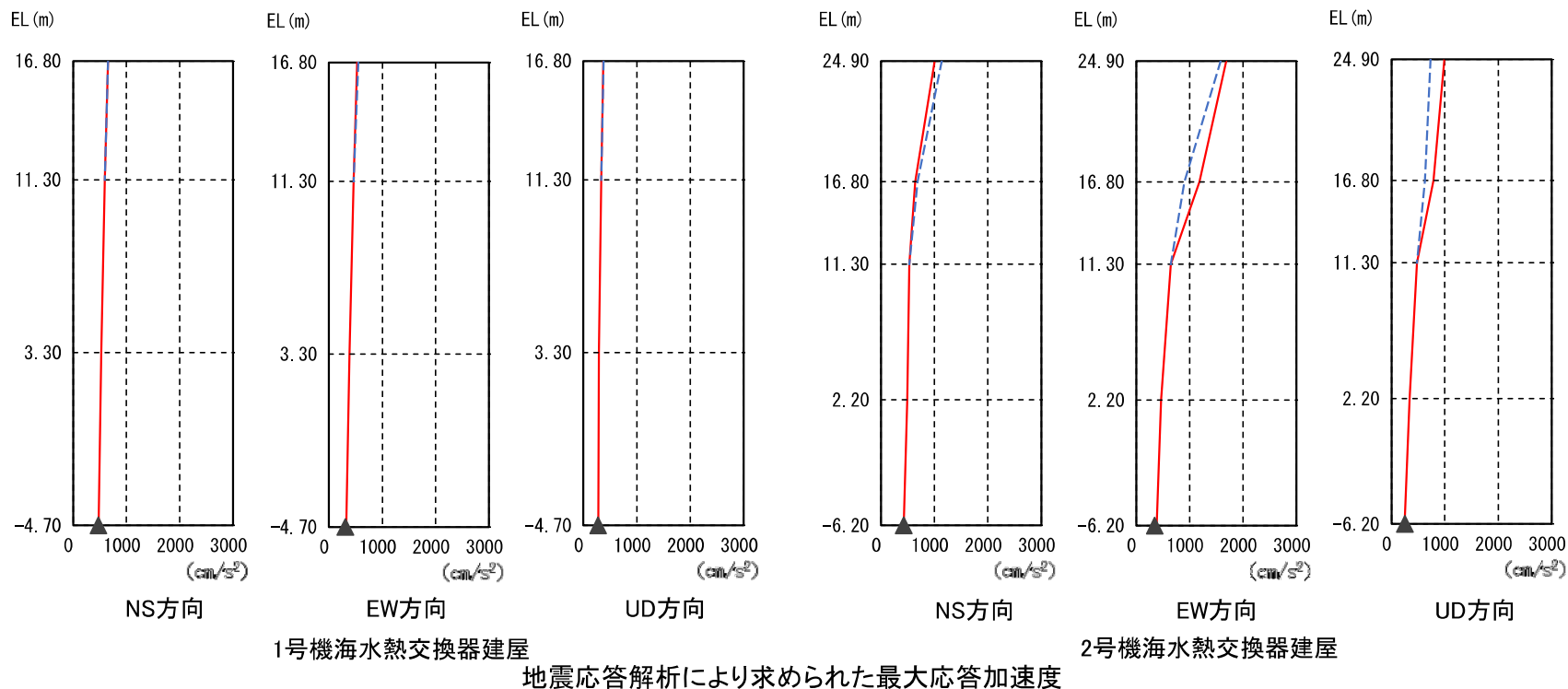
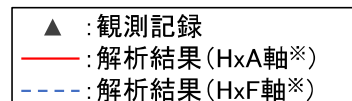
2号機海水熱交換器建屋



海水熱交換器建屋に設置している観測用地震計の位置

1.2 海水熱交換器建屋の耐震健全性確認 –地震応答解析の妥当性確認–

- 地震応答解析により求められた最大応答加速度を観測記録の最大加速度と比較して下図に示す。
- 地震応答解析により求められた最大応答加速度は、観測記録の最大加速度とおおむね一致しており、地震応答解析の妥当性を確認した。



※:P.21~22参照。

1.2 海水熱交換器建屋の耐震健全性確認 – 地震応答解析結果による耐震健全性評価 –

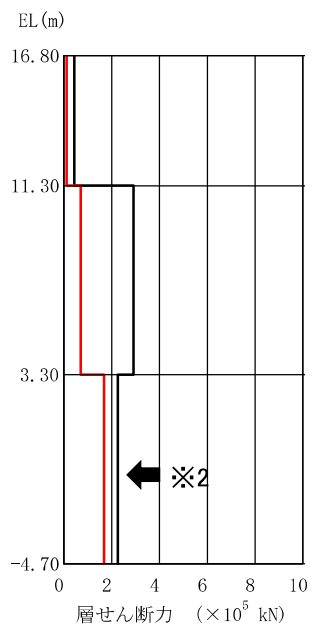
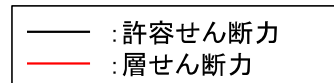
- 地震応答解析により求められた層せん断力を下図に示す。
- 層せん断力は、耐震壁の鉄筋のみの弾性範囲で負担できるせん断応力度 ($p_w \times \sigma_y$) ※1から求めた許容せん断力を下回っていることを確認した。

※1: p_w は耐震壁の実鉄筋比、 σ_y は鉄筋の短期許容せん断応力度であり、コンクリートの付与分を考慮していないせん断応力度。

※2: 比率(層せん断力/許容せん断力)の最大値

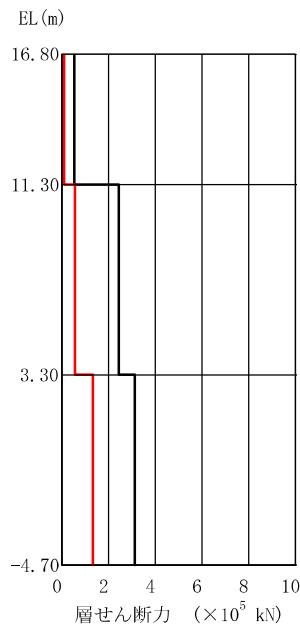
1号機海水熱交換器建屋(NS方向、EL-4.70m~EL 3.30m): 0.75

2号機海水熱交換器建屋(EW方向、EL-6.20m~EL 2.20m): 0.71

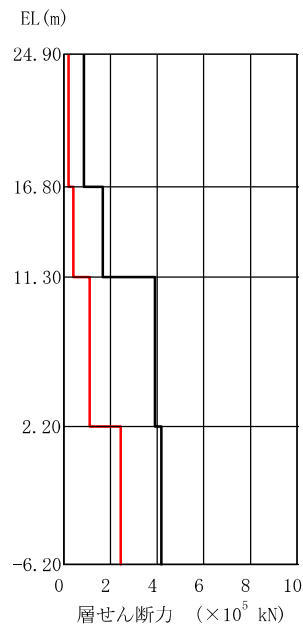


NS方向

1号機海水熱交換器建屋

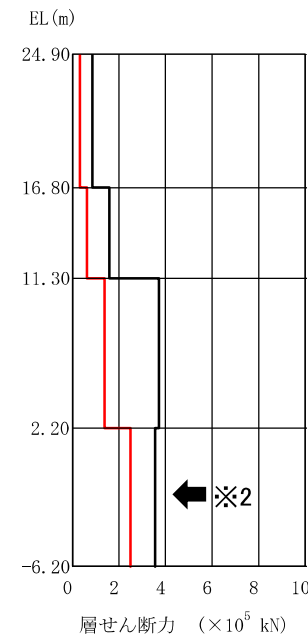


EW方向



NS方向

2号機海水熱交換器建屋



EW方向

地震応答解析により求められた層せん断力

1.2 海水熱交換器建屋の耐震健全性確認 -まとめ-

- 令和6年能登半島地震に対する海水熱交換器建屋の耐震健全性を確認した結果、層せん断力は耐震壁の鉄筋のみの弾性範囲で負担できるせん断応力度から求めた許容せん断力を下回っていることから、海水熱交換器建屋の耐震健全性が確保されていることを確認した。

1.2 海水熱交換器建屋の耐震健全性確認 –参考資料①：観測記録の最大加速度–

- 令和6年能登半島地震による建屋応答レベルを把握するため、観測用地震計で観測された最大加速度を、耐震バックチェックの基準地震動 S_s を用いた地震応答解析による最大応答加速度と比較して下表に示す。なお、新規制基準の基準地震動 S_s -1~7を用いた地震応答解析結果は設工認段階で説明予定であるため、耐震バックチェックの基準地震動 S_s -1~3を用いた地震応答解析結果と比較する。
- 観測記録の最大加速度は、耐震バックチェックの基準地震動 S_s による最大応答加速度を下回っている。

最大加速度

位置			観測記録の 最大加速度 (cm/s ²)			耐震バックチェックの基準地震動 S_s による 最大応答加速度※1、※2 (cm/s ²)		
建屋	階	EL(m)	NS方向	EW方向	UD方向	NS方向	EW方向	UD方向
1号機 海水熱交換器 建屋	屋上階	16.80	—※3			1268	1330	636
	1階	11.30				1019	1051	581
	地下1階	3.30				764	795	504
	地下2階(基礎スラブ上)	-4.70	478	310	279	573	553	365
2号機 海水熱交換器 建屋	屋上階	24.90	—※3			2093	2327	933
	2階	16.80				1286	1267	706
	1階	11.30				655	761	587
	地下1階	2.20				551	609	489
	地下2階(基礎スラブ上)	-6.20	428	348	253	541	550	362

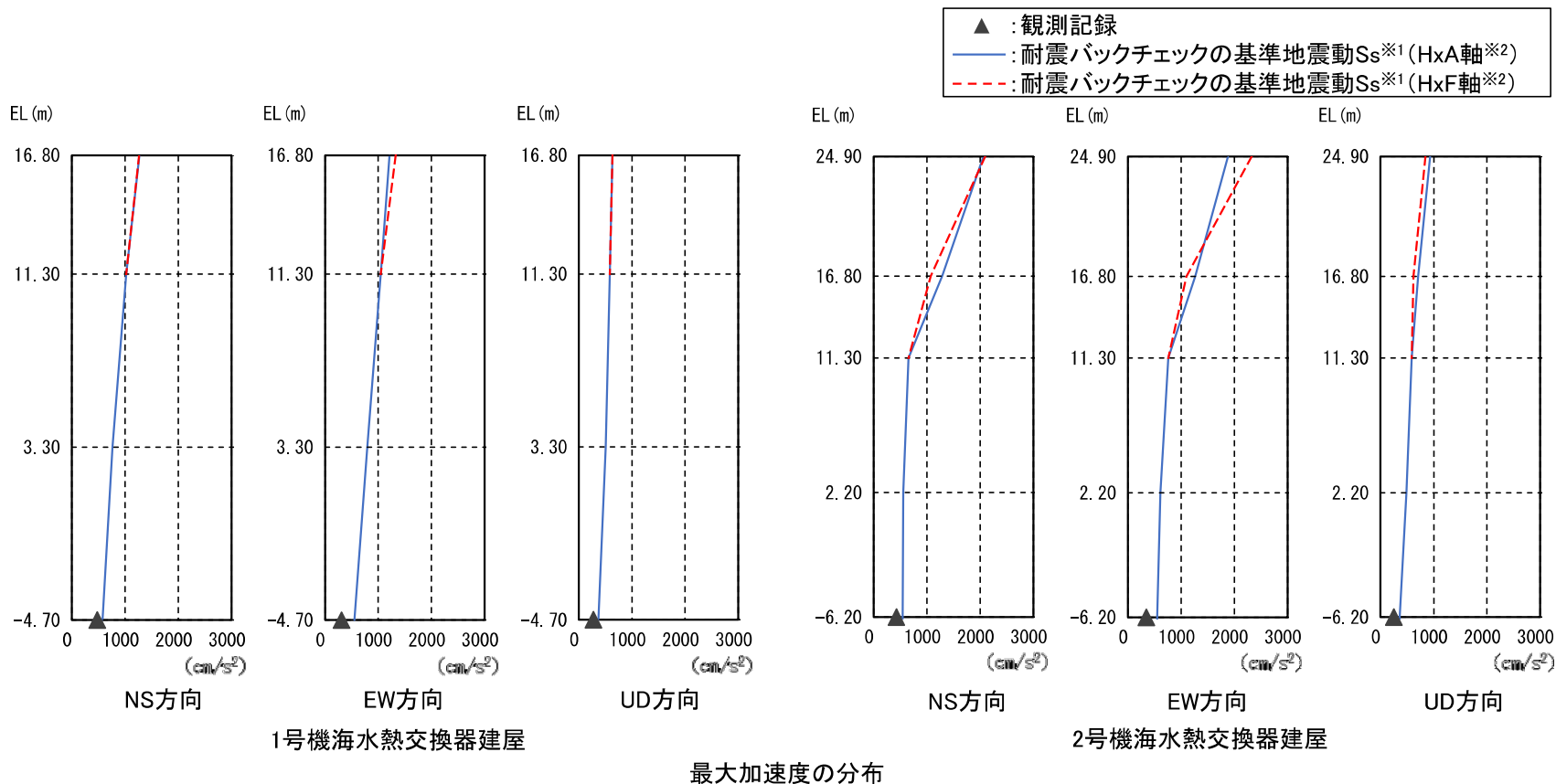
※1: 耐震バックチェックの基準地震動 S_s -1~3による最大応答加速度の最大値を示す。

※2: 地震応答解析モデルがHxA軸とHxF軸に分かれている階(P.21~22参照)については、2つの軸の最大値を示す。

※3: 観測用地震計を設置していない。

1.2 海水熱交換器建屋の耐震健全性確認 –参考資料①：観測記録の最大加速度–

- 令和6年能登半島地震による建屋応答レベルを把握するため、観測用地震計で観測された最大加速度を、耐震バックチェックの基準地震動 S_s を用いた地震応答解析による最大応答加速度と比較して下図に示す。なお、新規制基準の基準地震動 S_s -1~7を用いた地震応答解析結果は設工認段階で説明予定であるため、耐震バックチェックの基準地震動 S_s -1~3を用いた地震応答解析結果と比較する。
- 観測記録の最大加速度は、耐震バックチェックの基準地震動 S_s による最大応答加速度を下回っている。



※1: 耐震バックチェックの基準地震動 S_s -1~3による最大応答加速度の最大値を示す。

※2: P.21~22参照。

1.2 海水熱交換器建屋の耐震健全性確認 – 参考資料②：耐震壁のせん断ひずみ –

- 令和6年能登半島地震による建屋応答レベルを把握するため、耐震壁のせん断ひずみを確認する。
- 地震応答解析により求められた耐震壁の最大応答せん断ひずみを下表に示す。
- 耐震壁の最大応答せん断ひずみの最大値は、1号機海水熱交換器建屋で 0.10×10^{-3} （NS方向）、2号機海水熱交換器建屋で 0.52×10^{-3} （EW方向）であり、いずれも構造強度を確保するため及び支持機能を維持するための許容限界（ 2.0×10^{-3} ）※1以下であることを確認した。なお、壁のせん断初ひび割れが発生するせん断ひずみの目安値（ $0.2 \sim 0.3 \times 10^{-3}$ ）※2を上回る階があるものの、地震発生直後の目視点検において、海水熱交換器建屋の耐震壁にせん断ひび割れの発生は確認されていない。
- 以上より、耐震壁のせん断ひずみは十分小さく、耐震安全性が確保されていることを確認した。

※1:「原子力発電所耐震設計技術規程(JEAC4601-2008)」(日本電気協会)に定められており、鉄筋コンクリート造耐震壁の終局せん断ひずみに2倍の安全率を持たせたもの。

※2:「鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説 – 許容応力度設計法 –」(日本建築学会、1999年)

地震応答解析により求められた耐震壁の最大応答せん断ひずみ

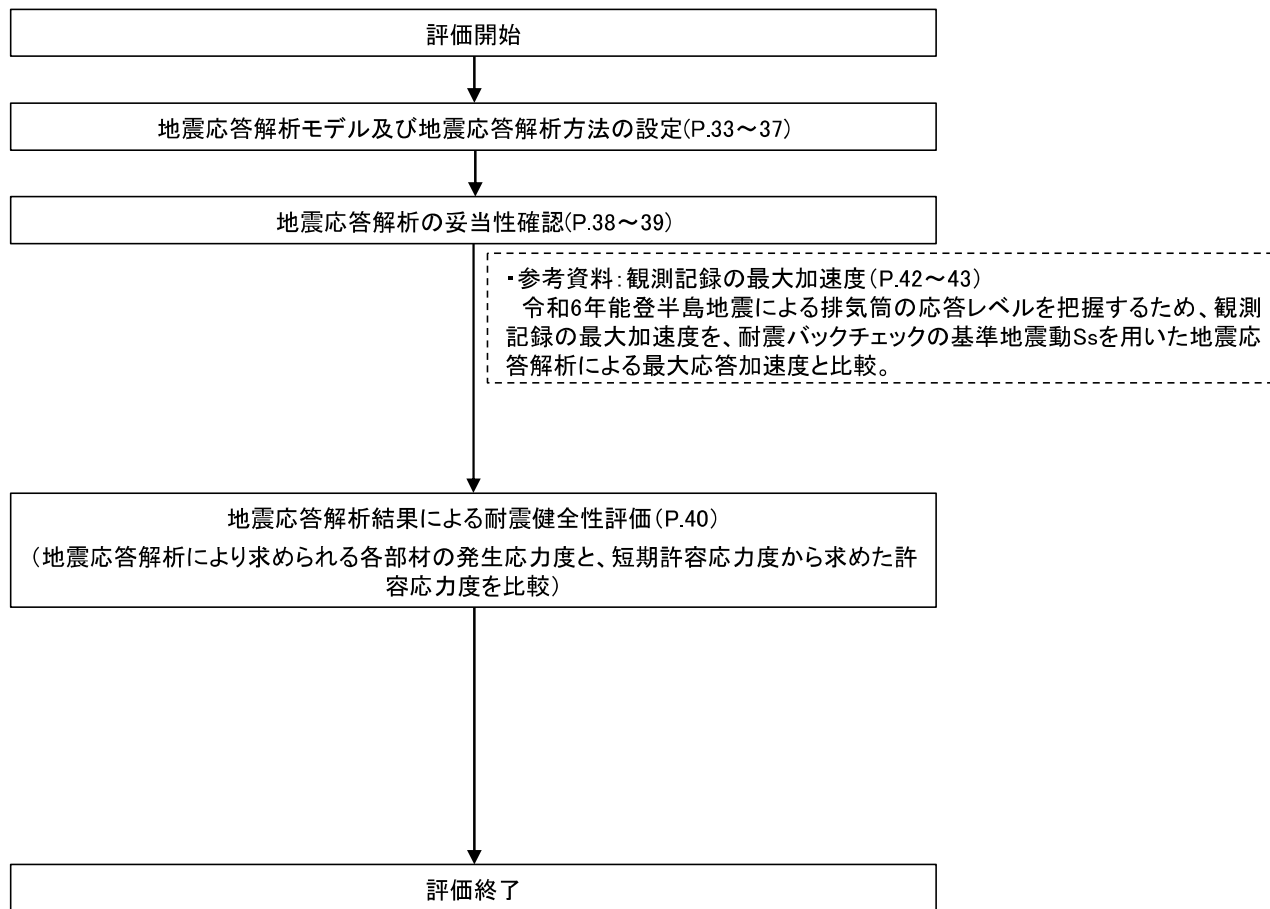
: 各建屋の最大値

建屋	位置		解析結果		構造強度を確保するため及び支持機能を維持するための許容限界
	階	EL(m)	NS方向	EW方向	
1号機 海水熱交換器 建屋	1階	11.30～16.80	0.04×10^{-3}	0.03×10^{-3}	2.0×10^{-3}
	地下1階	3.30～11.30	0.03×10^{-3}	0.03×10^{-3}	
	地下2階(基礎スラブ上)	-4.70～3.30	0.10×10^{-3}	0.06×10^{-3}	
2号機 海水熱交換器 建屋	2階	16.80～24.90	0.08×10^{-3}	0.11×10^{-3}	
	1階	11.30～16.80	0.10×10^{-3}	0.52×10^{-3}	
	地下1階	2.20～11.30	0.04×10^{-3}	0.07×10^{-3}	
	地下2階(基礎スラブ上)	-6.20～2.20	0.08×10^{-3}	0.09×10^{-3}	

1.3 排気筒の耐震健全性確認

1.3 排気筒の耐震健全性確認 – 評価方法 –

○ 排気筒で得られた観測記録を用いて、排気筒の耐震健全性が確保されていることを下記の方法で確認する。

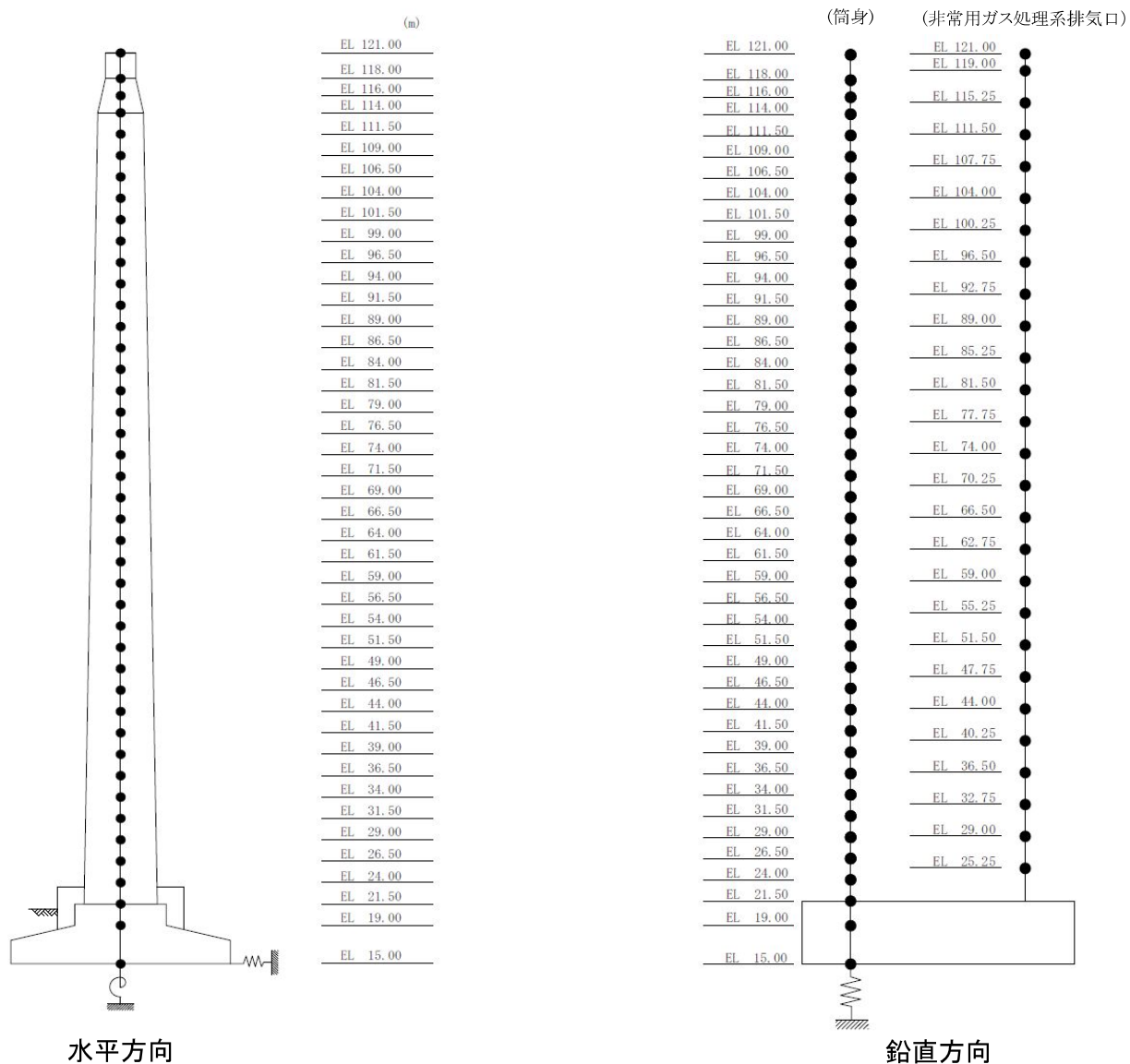


排気筒の耐震健全性評価方法

1.3 排気筒の耐震健全性確認 –地震応答解析モデル（1号機排気筒）–

- 耐震健全性評価に用いる1号機排気筒の地震応答解析モデルを次頁に示す。
- 地震応答解析モデルは、建設工認のモデルを基に、令和6年能登半島地震時の状況を踏まえ、積雪荷重を考慮しないモデルとする。
- 水平方向の地震応答解析モデルは、排気筒と地盤の相互作用を考慮し、筒身の曲げ及びせん断剛性を考慮した質点系モデル（線形モデル）とする。このとき、筒身が支持する非常用ガス処理系排気口の重量を付加重量として考慮する。
- 鉛直方向の地震応答解析モデルは、排気筒と地盤の相互作用を考慮し、筒身及び非常用ガス処理系排気口の軸剛性を考慮した質点系モデル（線形モデル）とする。
- 基礎底面の地盤ばねは、振動アドミタンス理論に基づき求めた地盤ばねを近似法により定数化して用いる。
- 排気筒の減衰定数は筒身及び排気口で1%、基礎で5%とする。

1.3 排気筒の耐震健全性確認 –地震応答解析モデル（1号機排気筒）–

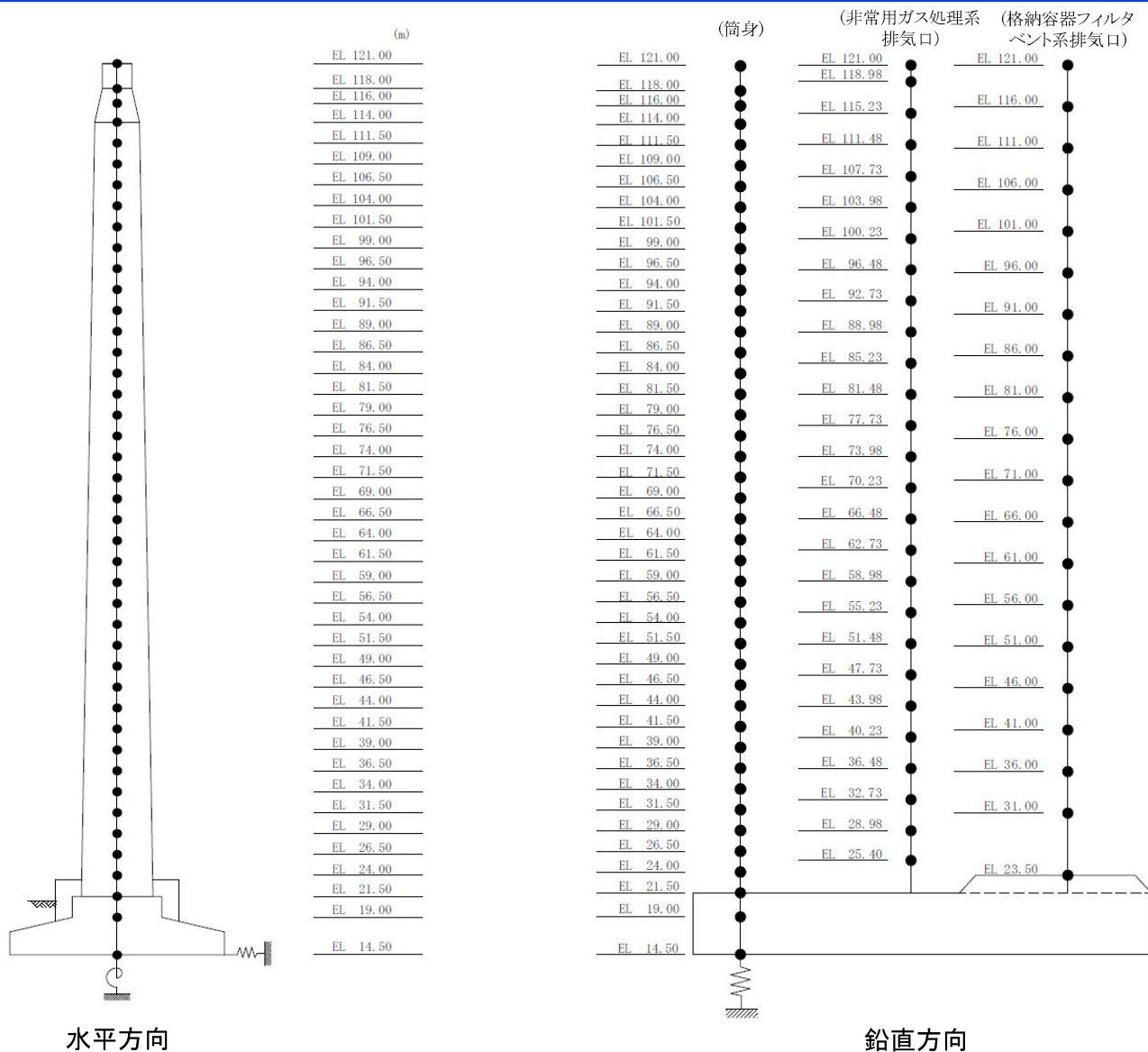


1号機排気筒 地震応答解析モデル

1.3 排気筒の耐震健全性確認 –地震応答解析モデル（2号機排気筒）–

- 耐震健全性評価に用いる2号機排気筒の地震応答解析モデルを次頁に示す。
- 地震応答解析モデルは、建設工認のモデルを基に、令和6年能登半島地震時の状況を踏まえ、積雪荷重を考慮しないモデルとする。
- 水平方向の地震応答解析モデルは、排気筒と地盤の相互作用を考慮し、筒身の曲げ及びせん断剛性を考慮した質点系モデル（線形モデル）とする。このとき、筒身が支持する非常用ガス処理系排気口等の重量を付加重量として考慮する。
- 鉛直方向の地震応答解析モデルは、排気筒と地盤の相互作用を考慮し、筒身、非常用ガス処理系排気口等の軸剛性を考慮した質点系モデル（線形モデル）とする。
- 基礎底面の地盤ばねは、振動アドミタンス理論に基づき求めた地盤ばねを近似法により定数化して用いる。
- 排気筒の減衰定数は筒身及び排気口で1%、基礎で5%とする。

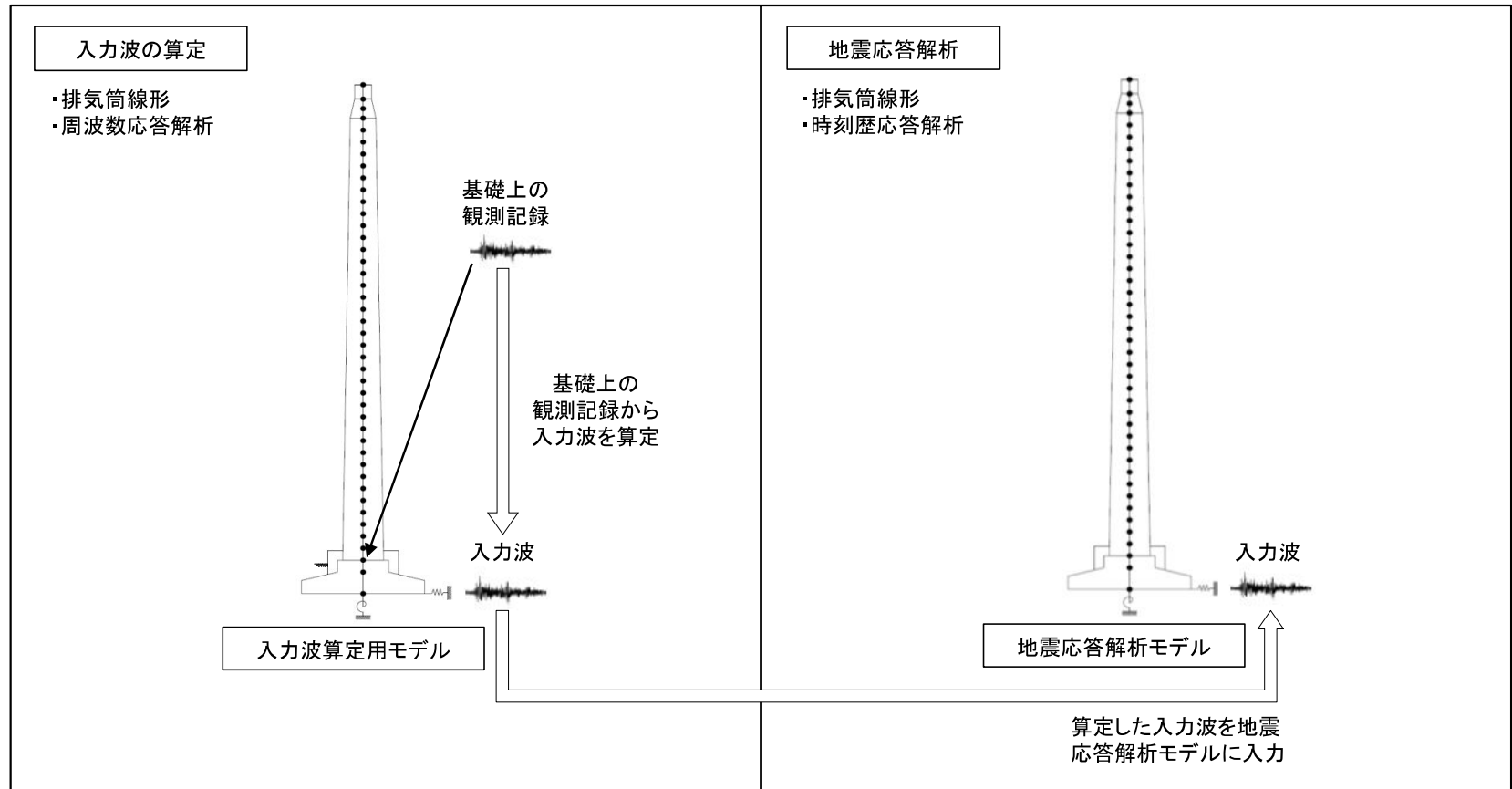
1.3 排気筒の耐震健全性確認 –地震応答解析モデル（2号機排気筒）–



2号機排気筒 地震応答解析モデル

1.3 排気筒の耐震健全性確認 –地震応答解析方法–

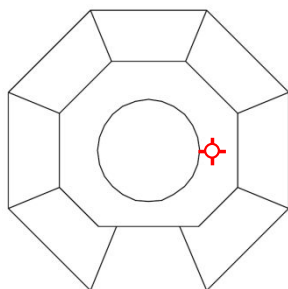
- 耐震健全性評価に用いる地震応答解析方法の概要を2号機排気筒（水平方向）を例として下図に示す。
- 地震応答解析は、基礎上の観測記録より算定した入力波を基礎下端に取り付く地盤ばねを介して入力する時刻歴応答解析により行う。
- 入力波は、基礎上の観測記録を用いて周波数応答解析により算定する。



地震応答解析方法の概要(2号機排気筒(水平方向)の例)

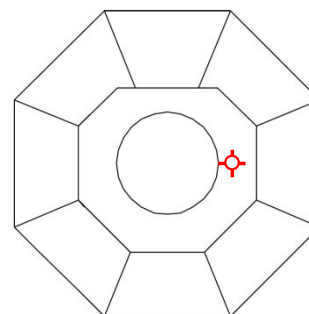
1.3 排気筒の耐震健全性確認 –地震応答解析の妥当性確認に用いる観測用地震計–

- 排気筒に設置している観測用地震計の位置を下図に示す。
- 排気筒の地震応答解析の妥当性確認は、下図に示す観測用地震計の観測記録を用いて行う。



基礎上 (EL23.50m)

1号機排気筒



基礎上 (EL23.50m)

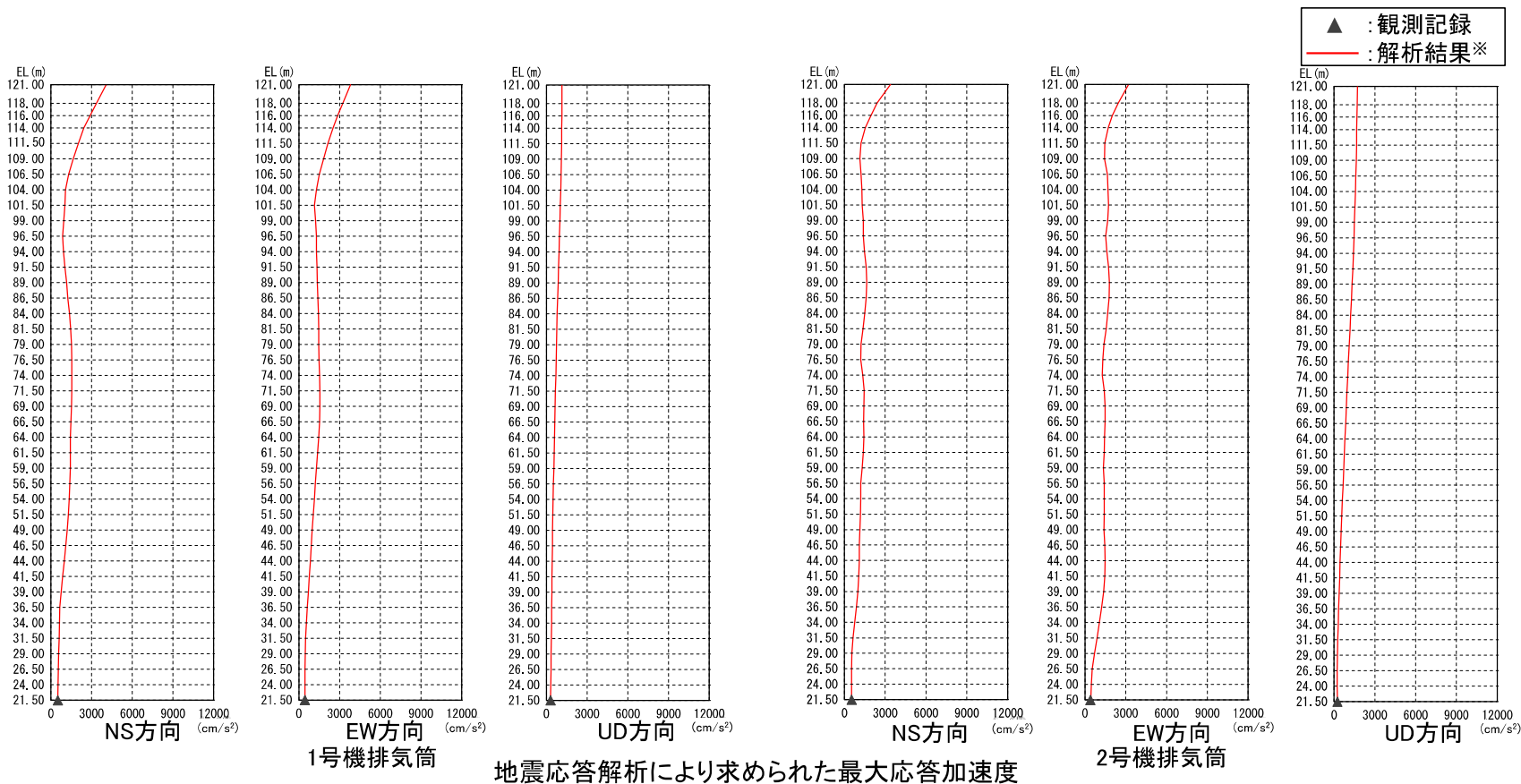
2号機排気筒

● : NS方向 ● : EW方向 ○ : UD方向

排気筒に設置している観測用地震計の位置

1.3 排気筒の耐震健全性確認 –地震応答解析の妥当性確認–

- 地震応答解析により求められた最大応答加速度を観測記録の最大加速度と比較して下図に示す。
- 地震応答解析により求められた最大応答加速度は、観測記録の最大加速度とおおむね一致しており、地震応答解析の妥当性を確認した。



※:UD方向は、観測用地震計の設置位置に対応する筒身軸(P.34、36参照)の応答値を示す。

1.3 排気筒の耐震健全性確認 –地震応答解析結果による耐震健全性評価–

- 排気筒の耐震健全性評価は、地震応答解析により求められる各部材の発生応力度（圧縮応力度及び曲げ応力度）を短期許容応力度から求めた許容応力度と比較することで行う。具体的には、「煙突構造設計指針」（日本建築学会、2007年）に基づき、許容圧縮応力度に対する圧縮応力度の比、許容曲げ応力度に対する曲げ応力度の比をそれぞれ算定し、2つの比の合計が1.0を下回ることを確認する。
- 各部材の許容応力度に対する発生応力度の比（発生応力度／許容応力度）の合計が最も大きい箇所の発生応力度を下表に示す。
- 各部材の発生応力度は、許容応力度を下回っていることを確認した。

各部材の許容応力度に対する発生応力度の比(発生応力度／許容応力度)の合計が最も大きい箇所の発生応力度

 : (発生応力度／許容応力度)の合計の最大値

	部材	方向	EL(m)	σ_c	σ_b	f_c	f_b	$\frac{\sigma_c}{f_c} + \frac{\sigma_b}{f_b}$
1号機 排気筒	筒身	NS	89.00～91.50	3.9	57.0	150.1	169.2	0.37
		EW	89.00～91.50	3.9	61.2	150.1	169.2	0.39
	非常用ガス処理系 排気口	NS	21.50～25.25	20.5	1.5	213.1	235.0	0.11
		EW	21.50～25.25	20.5	2.1	213.1	235.0	0.11
	非常用ガス処理系 排気口支持部	NS	111.50	26.8	—	164.1	—	0.17
		EW	111.50	25.0	—	164.1	—	0.16
2号機 排気筒	筒身	NS	96.50～99.00	4.6	47.9	145.9	165.8	0.33
		EW	89.00～91.50	5.5	60.5	150.1	169.2	0.40
	非常用ガス処理系 排気口	NS	21.50～25.40	18.7	0.7	219.2	235.0	0.09
		EW	21.50～25.40	18.7	1.9	219.2	235.0	0.10
	非常用ガス処理系 排気口支持部	NS	111.48	30.0	—	167.1	—	0.18
		EW	111.48	28.4	—	167.1	—	0.17

σ_c : 圧縮応力度 (N/mm²)

σ_b : 曲げ応力度 (N/mm²)

f_c : 許容圧縮応力度※ (N/mm²)

f_b : 許容曲げ応力度※ (N/mm²)

※:「煙突構造設計指針」(日本建築学会、2007年)に基づき算定。

1.3 排気筒の耐震健全性確認 -まとめ-

- 令和6年能登半島地震に対する排気筒の耐震健全性を確認した結果、各部材の発生応力度は短期許容応力度から求めた許容応力度を下回っていることから、排気筒の耐震健全性が確保されていることを確認した。

1.3 排気筒の耐震健全性確認 – 参考資料：観測記録の最大加速度 –

- 令和6年能登半島地震による排気筒の応答レベルを把握するため、観測用地震計で観測された最大加速度を、耐震バックチェックの基準地震動 S_s を用いた地震応答解析による最大応答加速度と比較して下表に示す。なお、新規制基準の基準地震動 S_s -1~7を用いた地震応答解析結果は設工認段階で説明予定であるため、耐震バックチェックの基準地震動 S_s -1~3を用いた地震応答解析結果と比較する。
- 観測記録の最大加速度は、耐震バックチェックの基準地震動 S_s による最大応答加速度を下回っている。

最大加速度

位置		観測記録の 最大加速度 (cm/s ²)			耐震バックチェックの基準地震動 S_s による 最大応答加速度※1、※2 (cm/s ²)		
排気筒	EL(m)※3	NS方向	EW方向	UD方向	NS方向	EW方向	UD方向
1号機 排気筒	121.00	—※4	—※4	—※4	5746	5746	2152
	101.50				2519	2519	1838
	81.50				2050	2057	1452
	61.50				1757	1885	1025
	41.50				1589	1589	659
	21.50				505	450	303
2号機 排気筒	121.00	—※4	—※4	—※4	10324	10496	2114
	101.50				4306	4859	1854
	81.50				3987	4426	1330
	61.50				3316	4141	923
	41.50				3023	3781	615
	21.50				523	395	252

※1: 耐震バックチェックの基準地震動 S_s -1~3による最大応答加速度の最大値を示す。

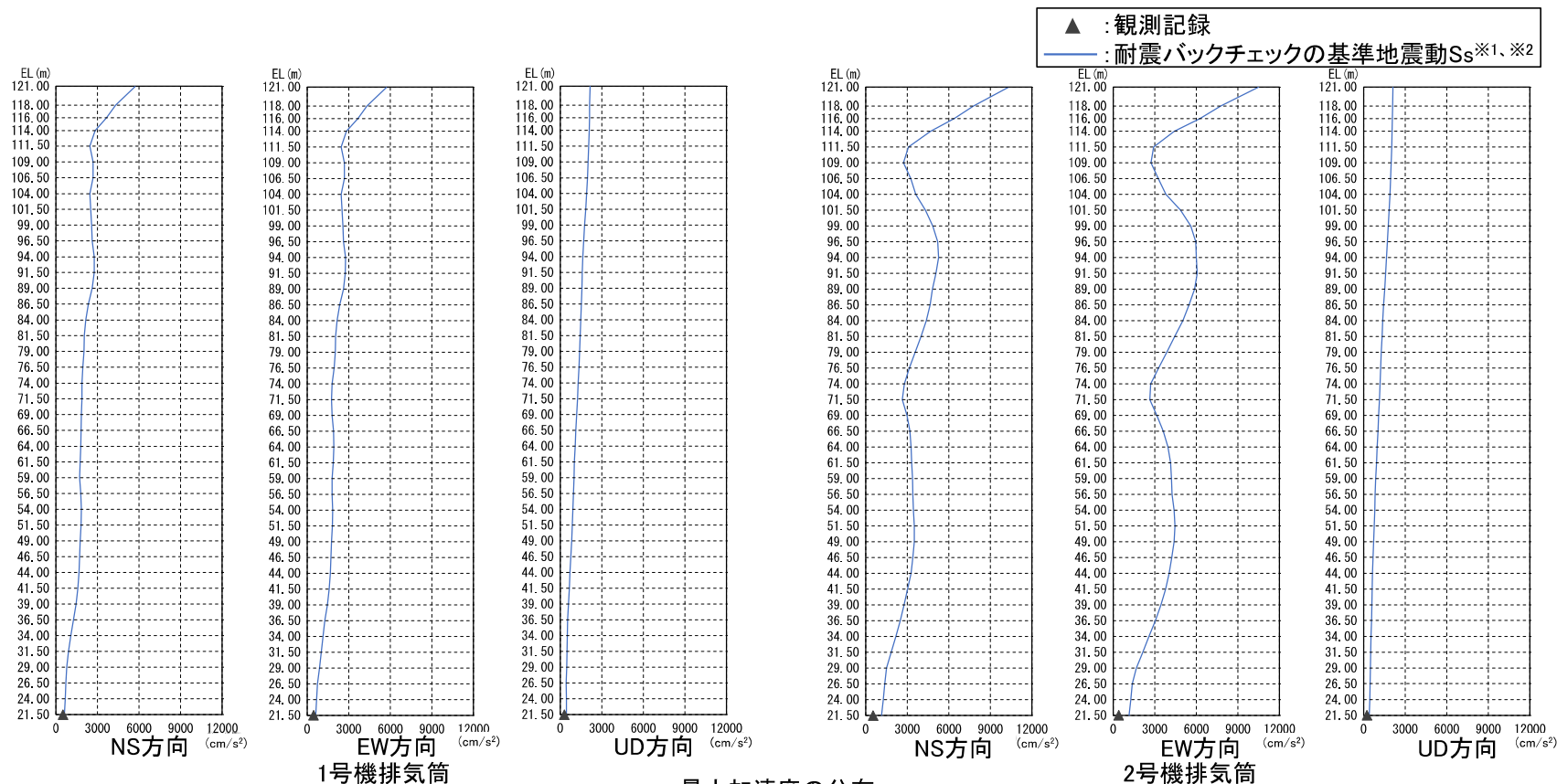
※2: UD方向は、観測用地震計の設置位置に対応する筒身軸(P.34、36参照)の値を示す。

※3: 質点の数が多いため、EL21.5mから約20m間隔の質点の標高を示す。

※4: 観測用地震計を設置していない。

1.3 排気筒の耐震健全性確認 – 参考資料：観測記録の最大加速度 –

- 令和6年能登半島地震による排気筒の応答レベルを把握するため、観測用地震計で観測された最大加速度を、耐震バックチェックの基準地震動 S_s を用いた地震応答解析による最大応答加速度と比較して下図に示す。なお、新規制基準の基準地震動 S_s -1~7を用いた地震応答解析結果は設工認段階で説明予定であるため、耐震バックチェックの基準地震動 S_s -1~3を用いた地震応答解析結果と比較する。
- 観測記録の最大加速度は、耐震バックチェックの基準地震動 S_s による最大応答加速度を下回っている。



最大加速度の分布

- ※1: 耐震バックチェックの基準地震動 S_s -1~3による最大応答加速度の最大値を示す。
- ※2: UD方向は、観測用地震計の設置位置に対応する筒身軸(P.34、36参照)の応答値を示す。

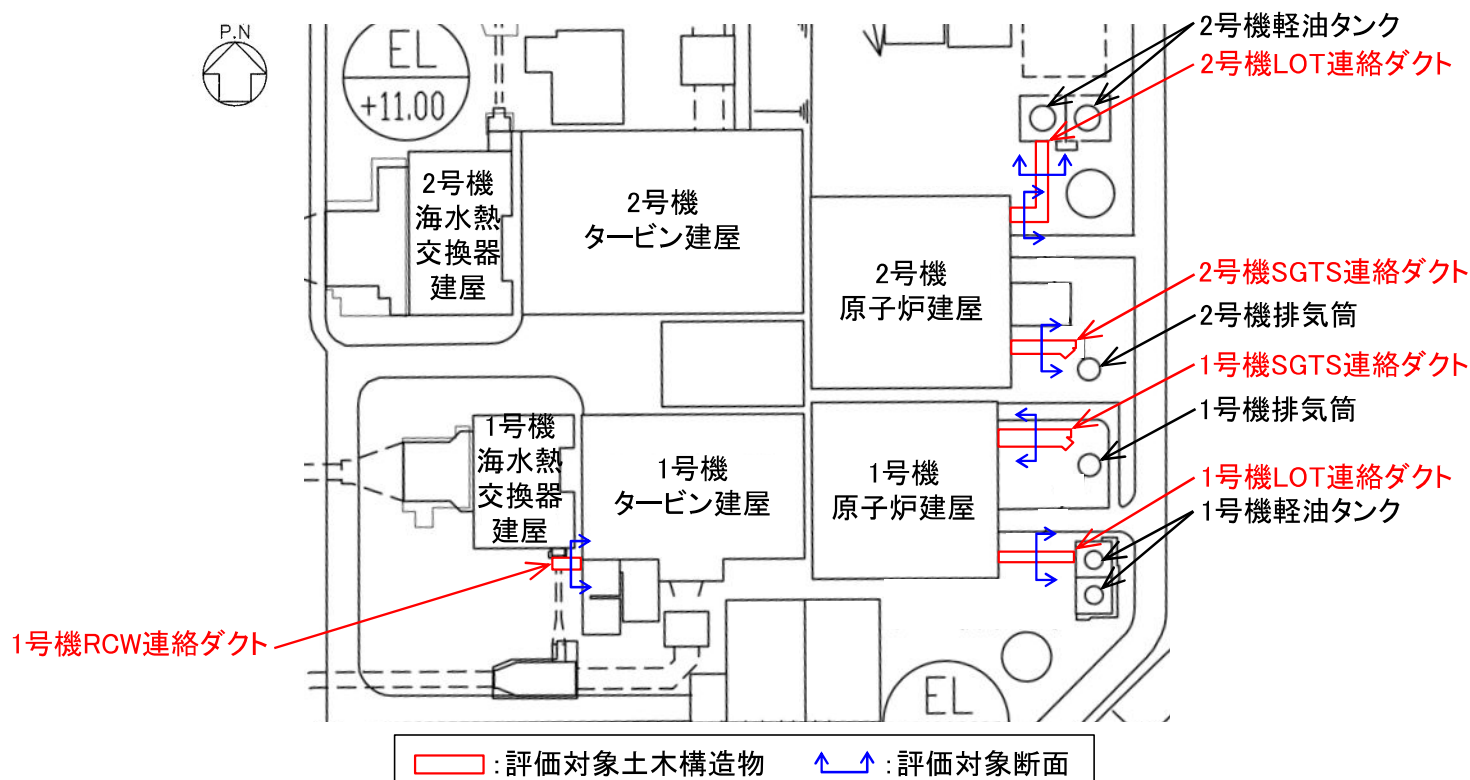
1.4 土木構造物の耐震健全性確認

1.4 土木構造物の耐震健全性確認 – 評価対象 –

○ 耐震重要度が高い設備（Sクラス）の支持機能の維持が要求される下記の土木構造物の耐震健全性を確認する。

- ・ 1号機原子炉建屋～排気筒連絡ダクト (以下「1号機SGTS連絡ダクト」という。)
- ・ 1号機原子炉建屋～軽油タンク連絡ダクト (以下「1号機LOT連絡ダクト」という。)
- ・ 1号機タービン建屋～海水熱交換器建屋連絡ダクト (以下「1号機RCW連絡ダクト」という。)
- ・ 2号機原子炉建屋～排気筒連絡ダクト (以下「2号機SGTS連絡ダクト」という。)
- ・ 2号機原子炉建屋～軽油タンク連絡ダクト (以下「2号機LOT連絡ダクト」という。)

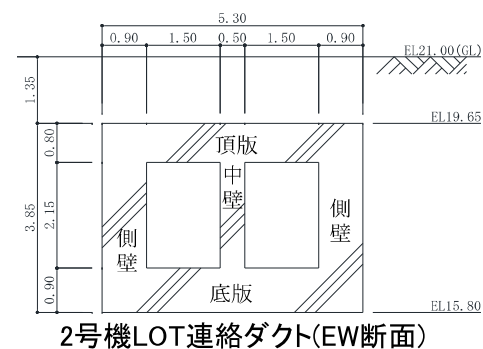
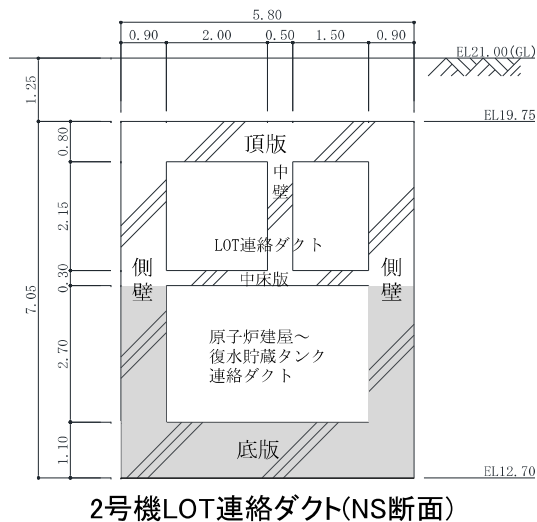
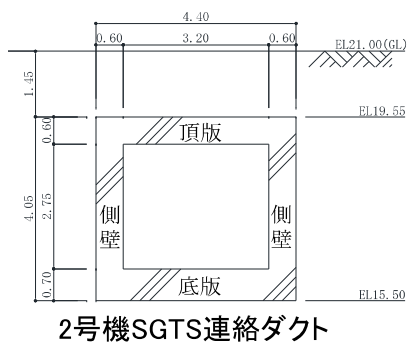
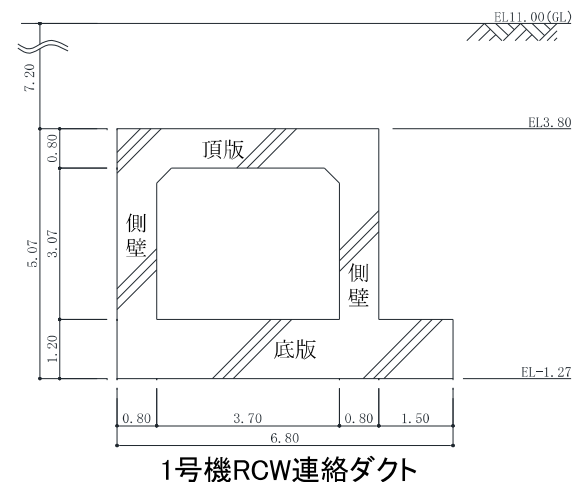
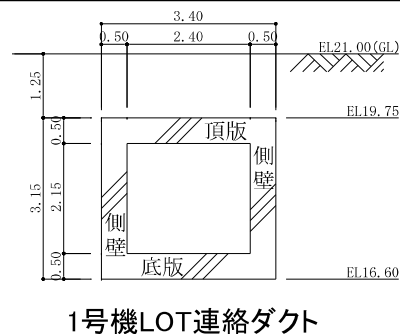
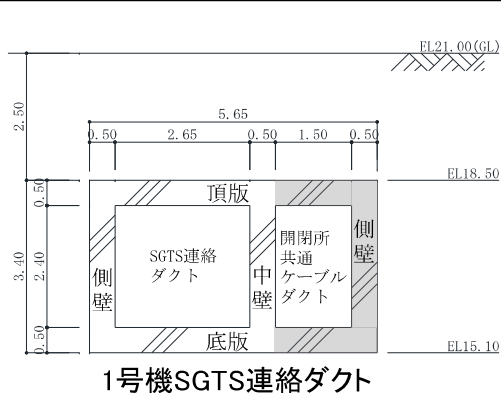
○ 評価対象土木構造物の配置及び評価対象断面の位置を下図に示す。



評価対象土木構造物の配置及び評価対象断面の位置

1.4 土木構造物の耐震健全性確認 – 評価対象 –

○ 評価対象土木構造物の断面図を下図に示す。

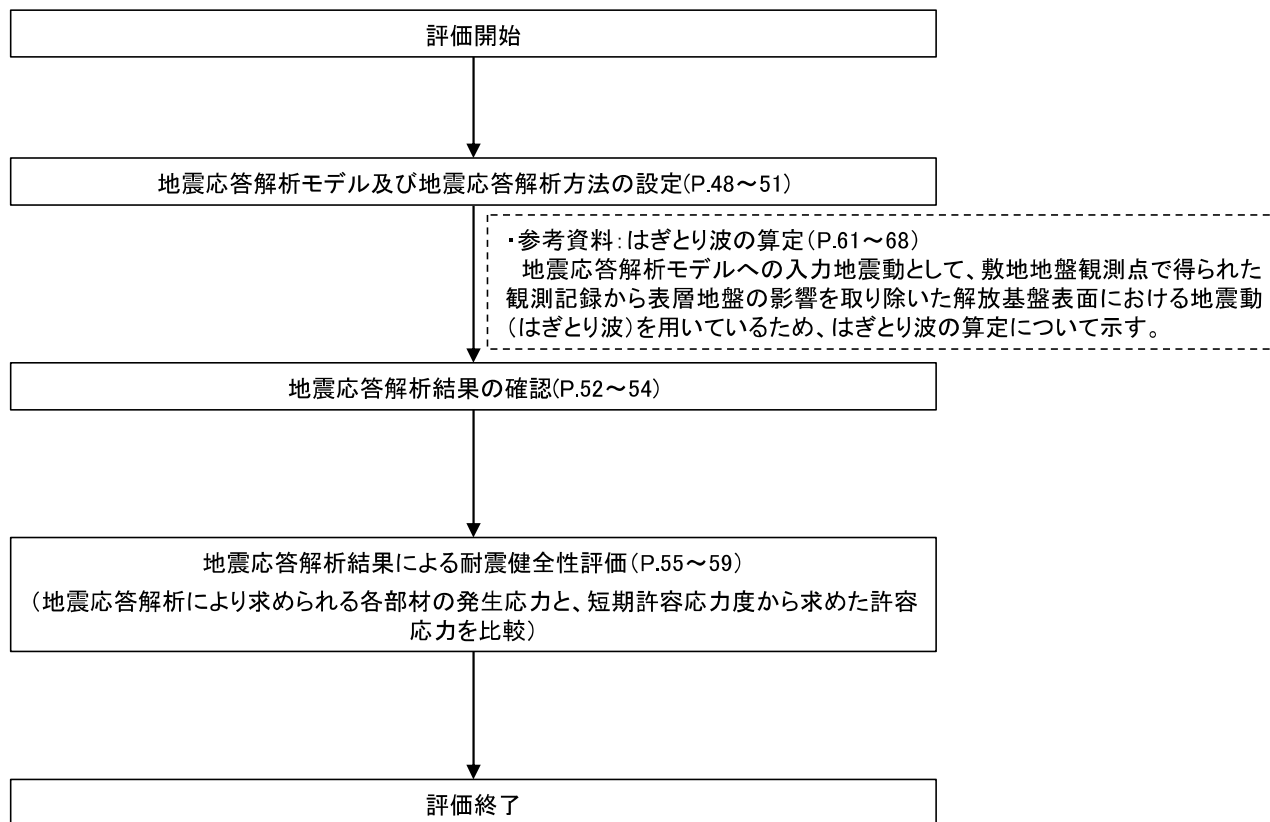


■ : 耐震重要度が高い設備(Sクラス)を支持しない部位

評価対象土木構造物の断面図(単位:m)

1.4 土木構造物の耐震健全性確認 – 評価方法 –

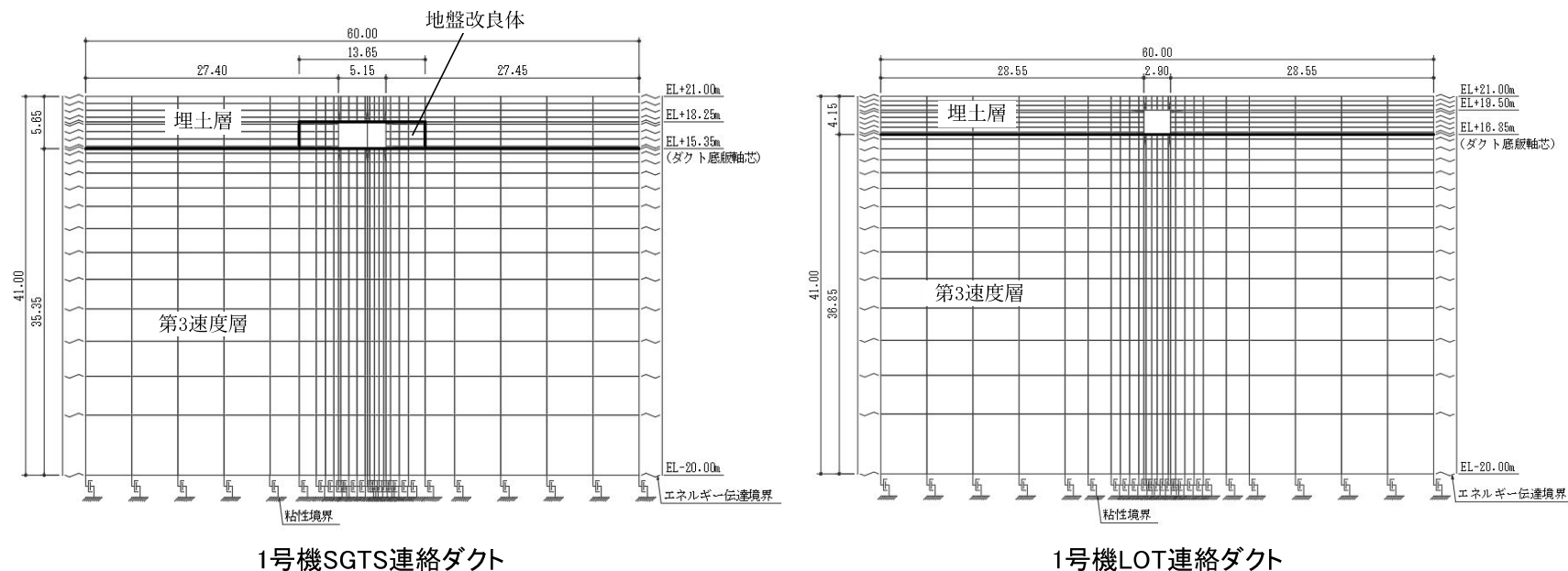
- 土木構造物には観測用地震計を設置していないことから、土木構造物の耐震健全性評価は敷地地盤観測点で得られた観測記録を用いて行う。
- 敷地地盤観測点で得られた観測記録を用いて、土木構造物の耐震健全性が確保されていることを下記の方法で確認する。



土木構造物の耐震健全性評価方法

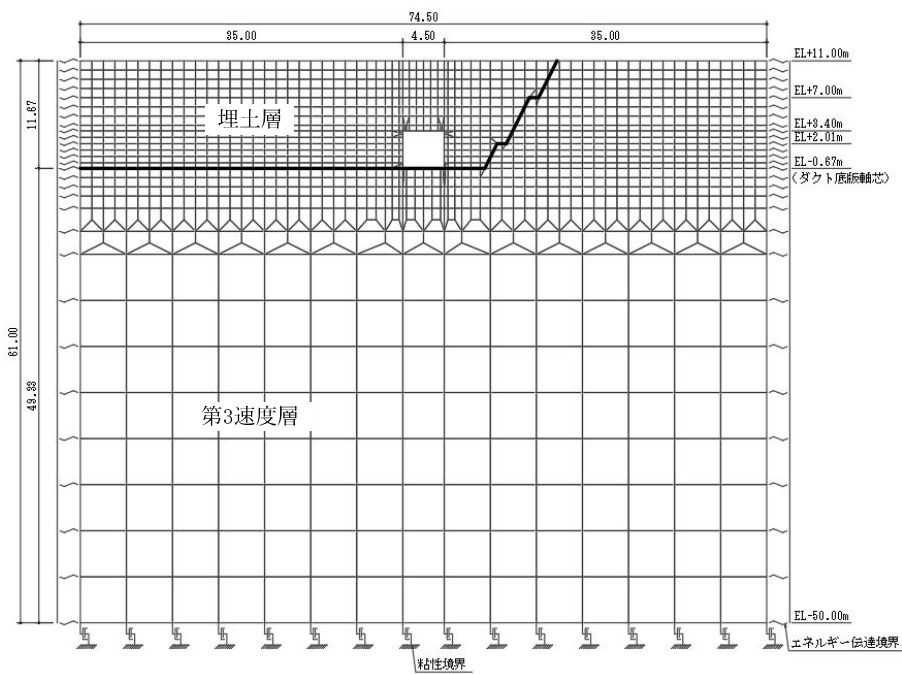
1.4 土木構造物の耐震健全性確認 –地震応答解析モデル–

- 耐震健全性評価に用いる土木構造物の地震応答解析モデルを下図及び以降2頁に示す。
- 地震応答解析モデルは、2号機建設工認のモデルと同様に構造物と地盤の相互作用を考慮できる二次元有限要素法モデルとし、令和6年能登半島地震時の状況を踏まえ積雪荷重は考慮しない。
- 構造物は線形のはり要素でモデル化し、地盤は平面ひずみ要素でモデル化する。
- エネルギーの逸散効果を考慮するため、解析領域の側面にはエネルギー伝達境界、底面には粘性境界を設ける。
- 構造物の減衰定数は5%とする。

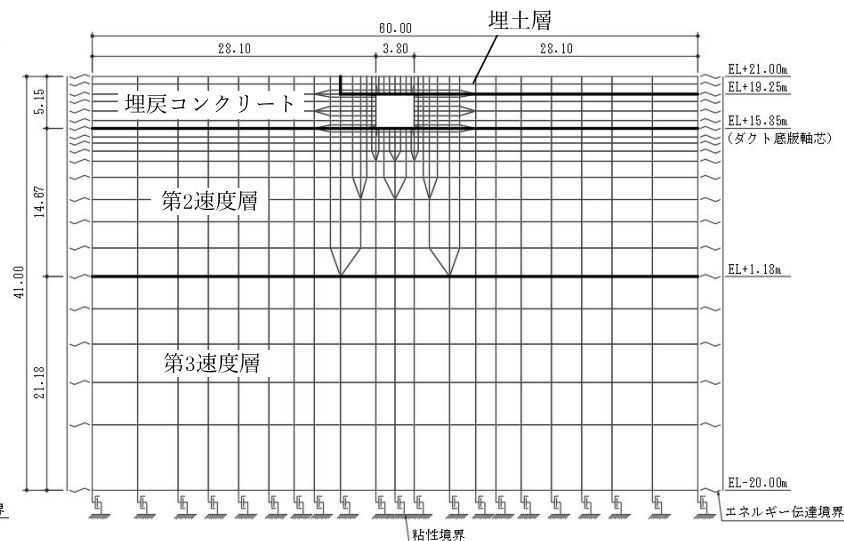


土木構造物の地震応答解析モデル

1.4 土木構造物の耐震健全性確認 –地震応答解析モデル–



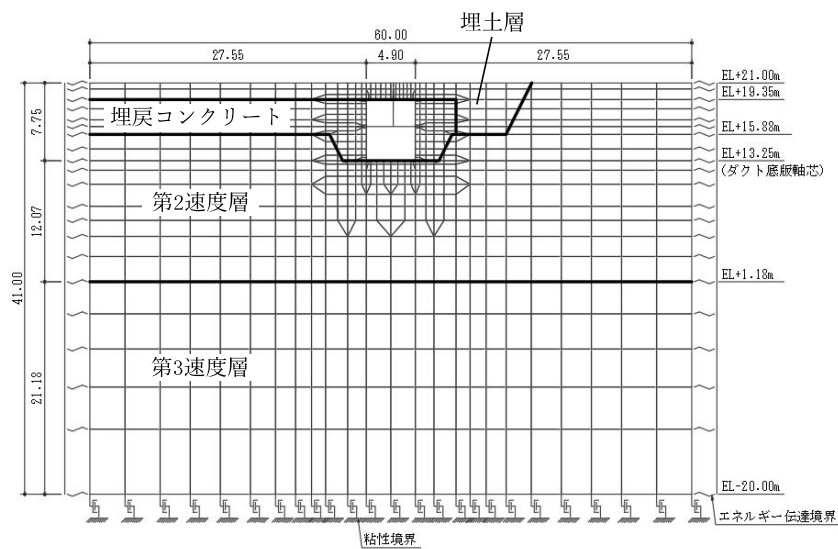
1号機RCW連絡ダクト



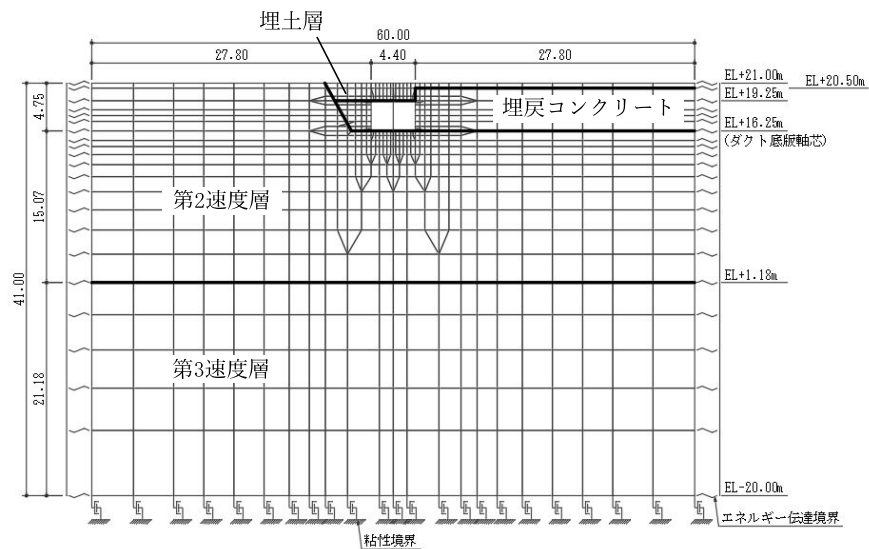
2号機SGTS連絡ダクト

土木構造物の地震応答解析モデル

1.4 土木構造物の耐震健全性確認 –地震応答解析モデル–



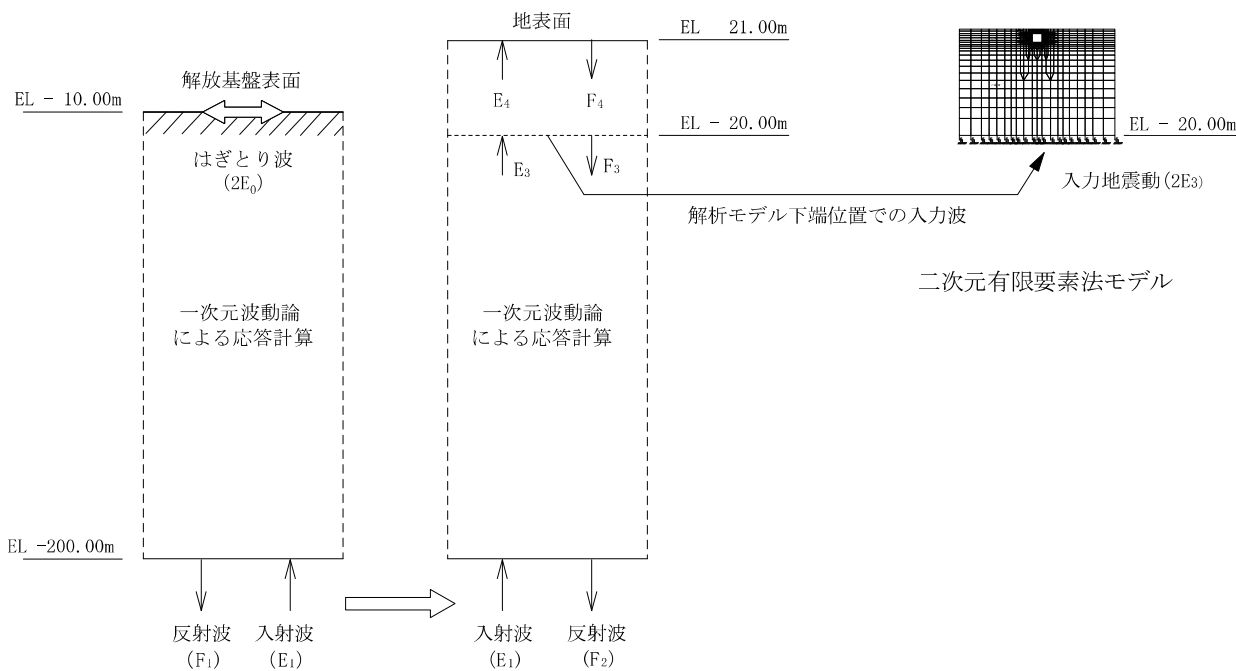
2号機LOT連絡ダクト(NS断面)



2号機LOT連絡ダクト(EW断面)

1.4 土木構造物の耐震健全性確認 –地震応答解析方法–

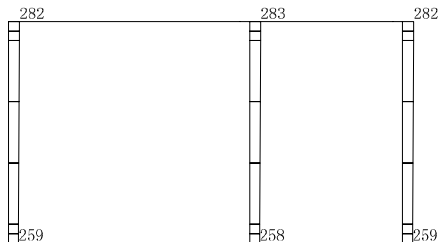
- 耐震健全性評価に用いる地震応答解析方法の概要を2号機SGTS連絡ダクトを例として下図に示す。
- 地震応答解析方法は、2号機建設工認における基準地震動に対する地震応答解析方法に基づく。
- 地震応答解析は、敷地地盤観測点で得られた観測記録より算定した入力地震動を、二次元有限要素法モデルの下端へ入力する周波数応答解析により行う。
- 入力地震動は、敷地地盤観測点で得られた観測記録から表層地盤の影響を取り除いた解放基盤表面における地震動（はぎとり波）を用いて、一次元波動論により算定する。



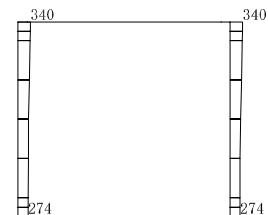
地震応答解析方法の概要(2号機SGTS連絡ダクトの例)

1.4 土木構造物の耐震健全性確認 –地震応答解析結果–

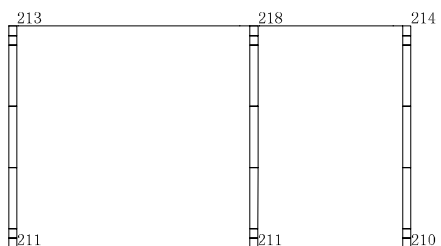
○ 地震応答解析により求められた最大応答加速度を下図及び以降2頁に示す。



水平加速度 (cm/s²)

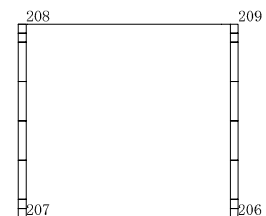


水平加速度 (cm/s²)



鉛直加速度 (cm/s²)

1号機SGTS連絡ダクト

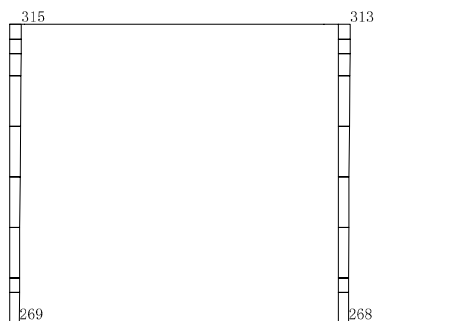


鉛直加速度 (cm/s²)

1号機LOT連絡ダクト

最大応答加速度

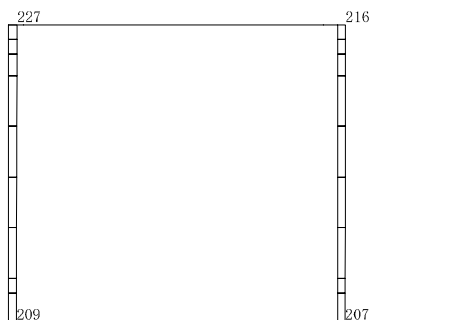
1.4 土木構造物の耐震健全性確認 -地震応答解析結果-



水平加速度 (cm/s²)

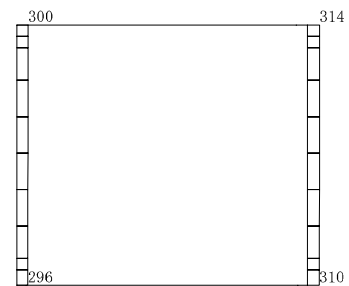


水平加速度 (cm/s²)



鉛直加速度 (cm/s²)

1号機RCW連絡ダクト

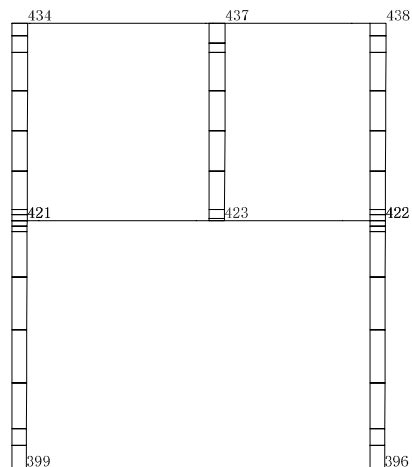


鉛直加速度 (cm/s²)

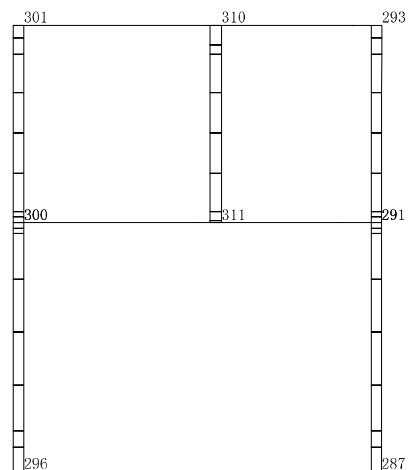
2号機SGTS連絡ダクト

最大応答加速度

1.4 土木構造物の耐震健全性確認 –地震応答解析結果–

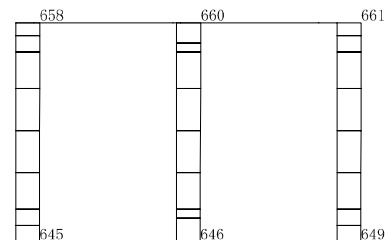


水平加速度 (cm/s²)

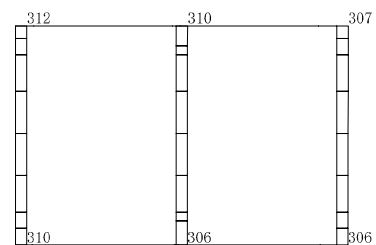


鉛直加速度 (cm/s²)

2号機LOT連絡ダクト(NS断面)



水平加速度 (cm/s²)



鉛直加速度 (cm/s²)

2号機LOT連絡ダクト(EW断面)

最大応答加速度

1.4 土木構造物の耐震健全性確認 –地震応答解析結果による耐震健全性評価–

- 土木構造物の耐震健全性評価は、地震応答解析により求められる各部材の発生応力（曲げモーメント及びせん断力）を短期許容応力度から求めた許容応力と比較することで行う。このとき曲げモーメントの許容応力については、「原子力施設鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説」（日本建築学会、2005年）に基づき、軸力を考慮して算定する。
- 各部材の許容応力に対する発生応力の比（発生応力／許容応力）が最も大きい箇所の発生応力を下表及び次頁に示す。
- 各部材の発生応力は、許容応力を下回っていることを確認した。

各部材の（発生応力／許容応力）が最も大きい箇所の発生応力(1号機)

: (発生応力／許容応力)の最大値

曲げモーメント及び軸力※1

土木構造物 名称	部材	発生応力		許容応力※3 (kN・m/m)	発生応力 許容応力
		曲げモーメント (kN・m/m)	軸力※2 (kN/m)		
1号機SGTS 連絡ダクト	頂版	43	43	174	0.25
	側壁	47	-115	336	0.14
	中壁	48	-196	427	0.12
	底版	30	11	296	0.11
1号機LOT 連絡ダクト	頂版	44	19	178	0.25
	側壁	57	-174	215	0.27
	底版	49	22	239	0.21
1号機RCW 連絡ダクト	頂版	336	123	524	0.65
	側壁	650	-1951	1177	0.56
	底版	319	23	1104	0.29

せん断力※1

土木構造物 名称	部材	発生応力 (kN/m)	許容応力※3 (kN/m)	発生応力 許容応力
1号機SGTS 連絡ダクト	頂版	80	666	0.13
	側壁	53	488	0.11
	中壁	39	454	0.09
	底版	68	721	0.10
1号機LOT 連絡ダクト	頂版	88	553	0.16
	側壁	102	493	0.21
	底版	110	615	0.18
1号機RCW 連絡ダクト	頂版	576	1327	0.44
	側壁	658	1123	0.59
	底版	378	2140	0.18

※1: 部材端～部材端の発生応力を示す。(接合部内の発生応力は含まない。)

※2: 引張を正とする。

※3: 「原子力施設鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説」(日本建築学会、2005年)に基づき算定。

1.4 土木構造物の耐震健全性確認 –地震応答解析結果による耐震健全性評価–

各部材の(発生応力/許容応力)が最も大きい箇所の発生応力(2号機)

 : (発生応力/許容応力)の最大値

曲げモーメント及び軸力※1

土木構造物 名称	部材	発生応力		許容応力※3 (kN・m/m)	発生応力 許容応力
		曲げモーメント (kN・m/m)	軸力※2 (kN/m)		
2号機SGTS 連絡ダクト	頂版	47	1	298	0.16
	側壁	47	-110	510	0.10
	底版	34	0	361	0.10
2号機LOT 連絡ダクト (NS断面)	頂版	97	-72	448	0.22
	側壁	156	-340	1098	0.15
	中壁	43	11	327	0.14
	中床版	30	-30	162	0.19
	底版	169	-28	1231	0.14
2号機LOT 連絡ダクト (EW断面)	頂版	45	58	409	0.12
	側壁	59	-117	533	0.12
	中壁	31	-105	256	0.13
	底版	57	157	433	0.14

せん断力※1

土木構造物 名称	部材	発生応力 (kN/m)	許容応力※3 (kN/m)	発生応力 許容応力
2号機SGTS 連絡ダクト	頂版	87	956	0.10
	側壁	74	872	0.09
	底版	83	1138	0.08
2号機LOT 連絡ダクト (NS断面)	頂版	153	1224	0.13
	側壁	174	1487	0.12
	中壁	31	404	0.08
	中床版	42	215	0.20
	底版	224	1924	0.12
2号機LOT 連絡ダクト (EW断面)	頂版	60	1323	0.05
	側壁	73	1504	0.05
	中壁	33	458	0.08
	底版	90	1474	0.07

※1: 部材端～部材端の発生応力を示す。(接合部内の発生応力は含まない。)

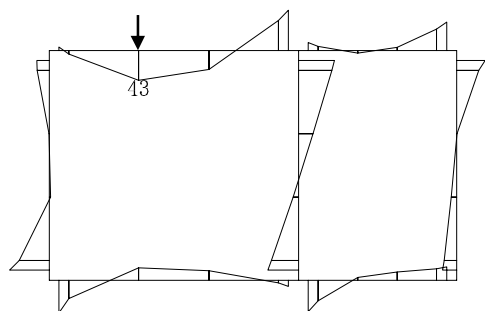
※2: 引張を正とする。

※3: 「原子力施設鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説」(日本建築学会、2005年)に基づき算定。

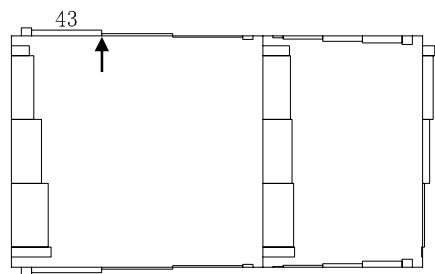
1.4 土木構造物の耐震健全性確認 –地震応答解析結果による耐震健全性評価–

○ (発生応力/許容応力) が最大となる時刻の発生応力を下図及び以降2頁に示す。

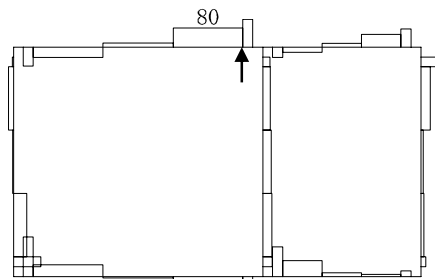
↓ : (発生応力/許容応力)が最大となった箇所



曲げモーメント(単位:kN・m/m)

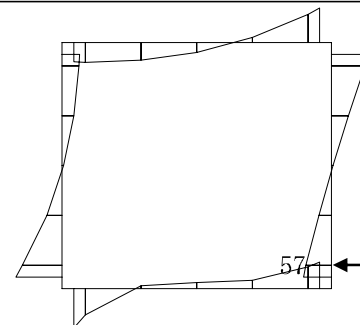


軸力※(単位:kN/m)

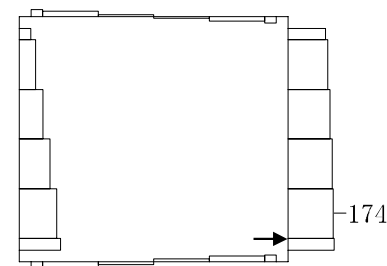


せん断力(単位:kN/m)

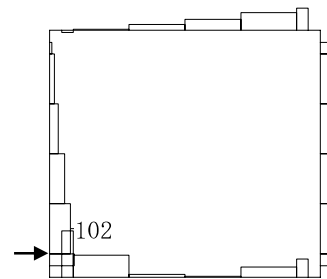
1号機SGTS連絡ダクト



曲げモーメント(単位:kN・m/m)



軸力※(単位:kN/m)



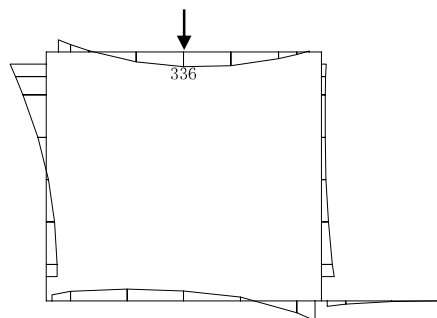
せん断力(単位:kN/m)

1号機LOT連絡ダクト

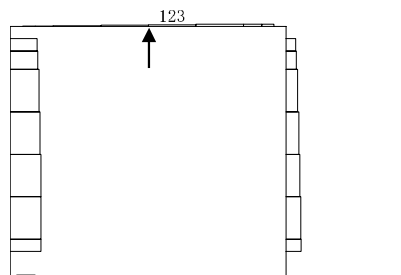
※:引張を正とする。

(発生応力/許容応力)が最大となる時刻の発生応力

1.4 土木構造物の耐震健全性確認 –地震応答解析結果による耐震健全性評価–



曲げモーメント(単位:kN・m/m)



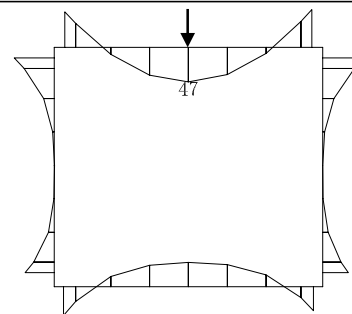
軸力※(単位:kN/m)



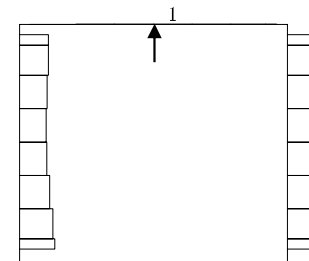
せん断力(単位:kN/m)

1号機RCW連絡ダクト

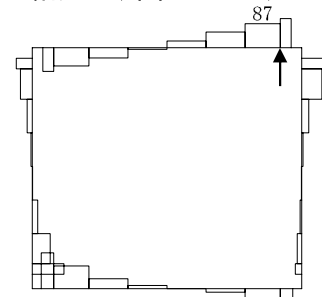
↓ : (発生応力/許容応力)が最大となった箇所



曲げモーメント(単位:kN・m/m)



軸力※(単位:kN/m)



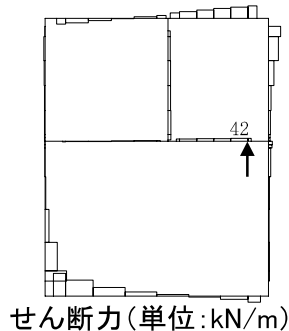
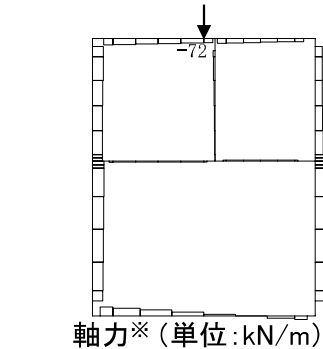
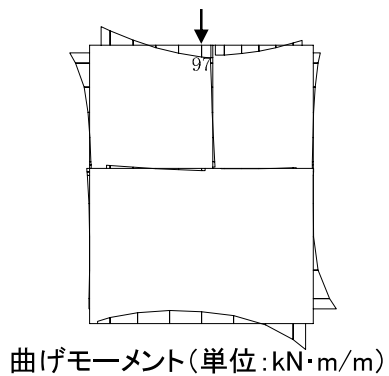
せん断力(単位:kN/m)

2号機SGTS連絡ダクト

※:引張を正とする。

(発生応力/許容応力)が最大となる時刻の発生応力

1.4 土木構造物の耐震健全性確認 -地震応答解析結果による耐震健全性評価-

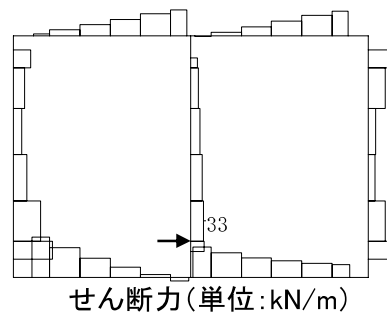
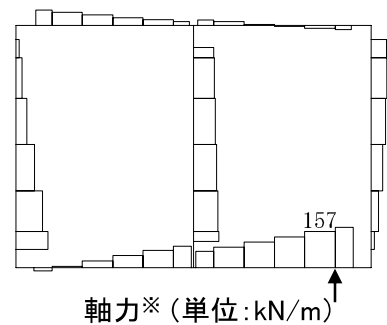
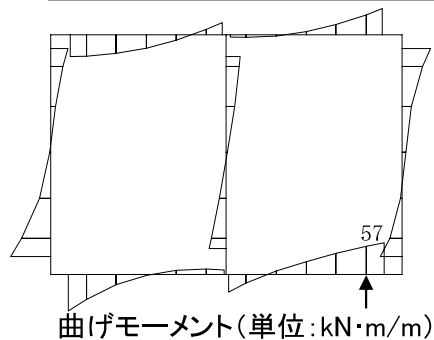


2号機LOT連絡ダクト(NS断面)

※:引張を正とする。

(発生応力/許容応力)が最大となる時刻の発生応力

↓ : (発生応力/許容応力)が最大となった箇所



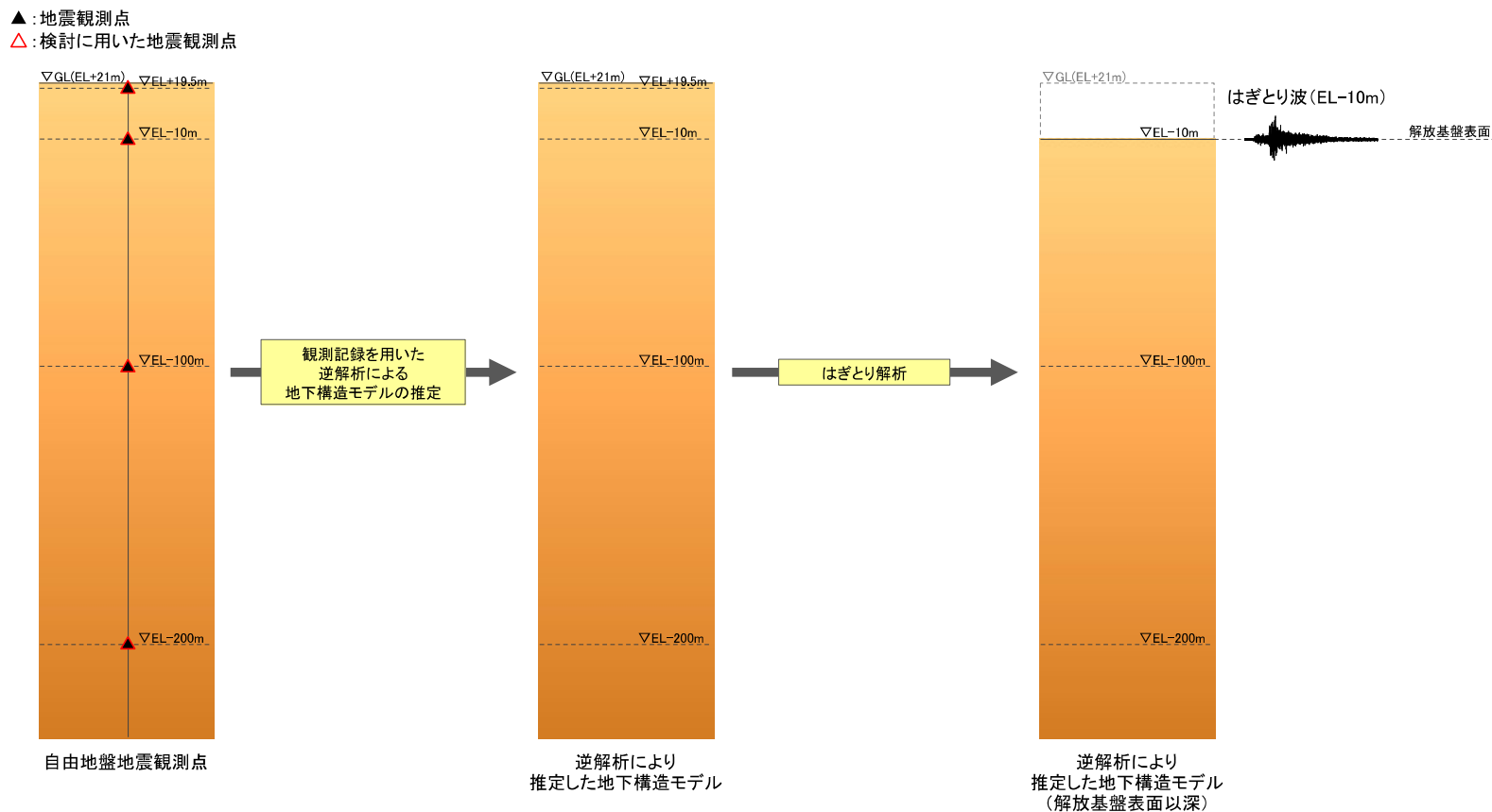
2号機LOT連絡ダクト(EW断面)

1.4 土木構造物の耐震健全性確認 -まとめ-

- 令和6年能登半島地震に対する土木構造物の耐震健全性を確認した結果、各部材の発生応力は、短期許容応力度から求めた許容応力度を下回っていることから、土木構造物の耐震健全性が確保されていることを確認した。

1.4 土木構造物の耐震健全性確認 – 参考資料：はざとり波の算定 –

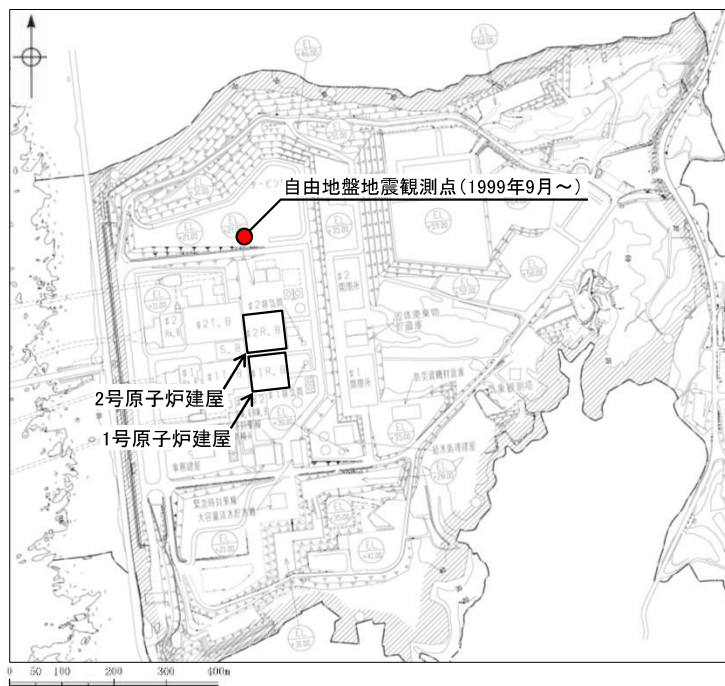
- 令和6年能登半島地震の敷地地盤における観測記録について、表層地盤の影響を取り除いた詳細な検討（はざとり解析）を実施し、解放基盤表面（EL-10m）におけるはざとり波を算定した。
- はざとり解析は、敷地地盤の自由地盤地震観測点における観測記録を用いた逆解析により、はざとり解析に用いる地下構造モデルを推定し、推定した地下構造モデルを用いて実施した。はざとり解析の概要を下図に示す。



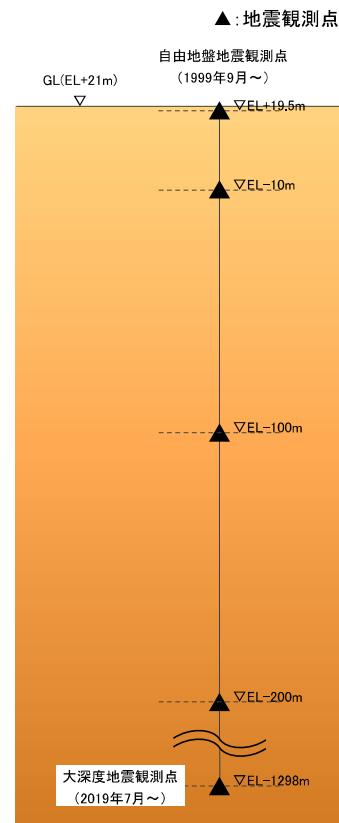
はざとり解析の概要

1.4 土木構造物の耐震健全性確認 – 参考資料：はざとり波の算定 –

- 敷地地盤における自由地盤地震観測点の位置を下図に示す。
- 自由地盤地震観測点においては、1999年9月よりEL+19.5m～EL-200mで観測を実施しており、2019年7月よりその深部の大深度地震観測点（EL-1298m）で観測を実施している。
- 令和6年能登半島地震の自由地盤地震観測点における観測記録の加速度時刻歴波形をP.63、加速度応答スペクトルをP.64に示す*。



自由地盤地震観測点配置図

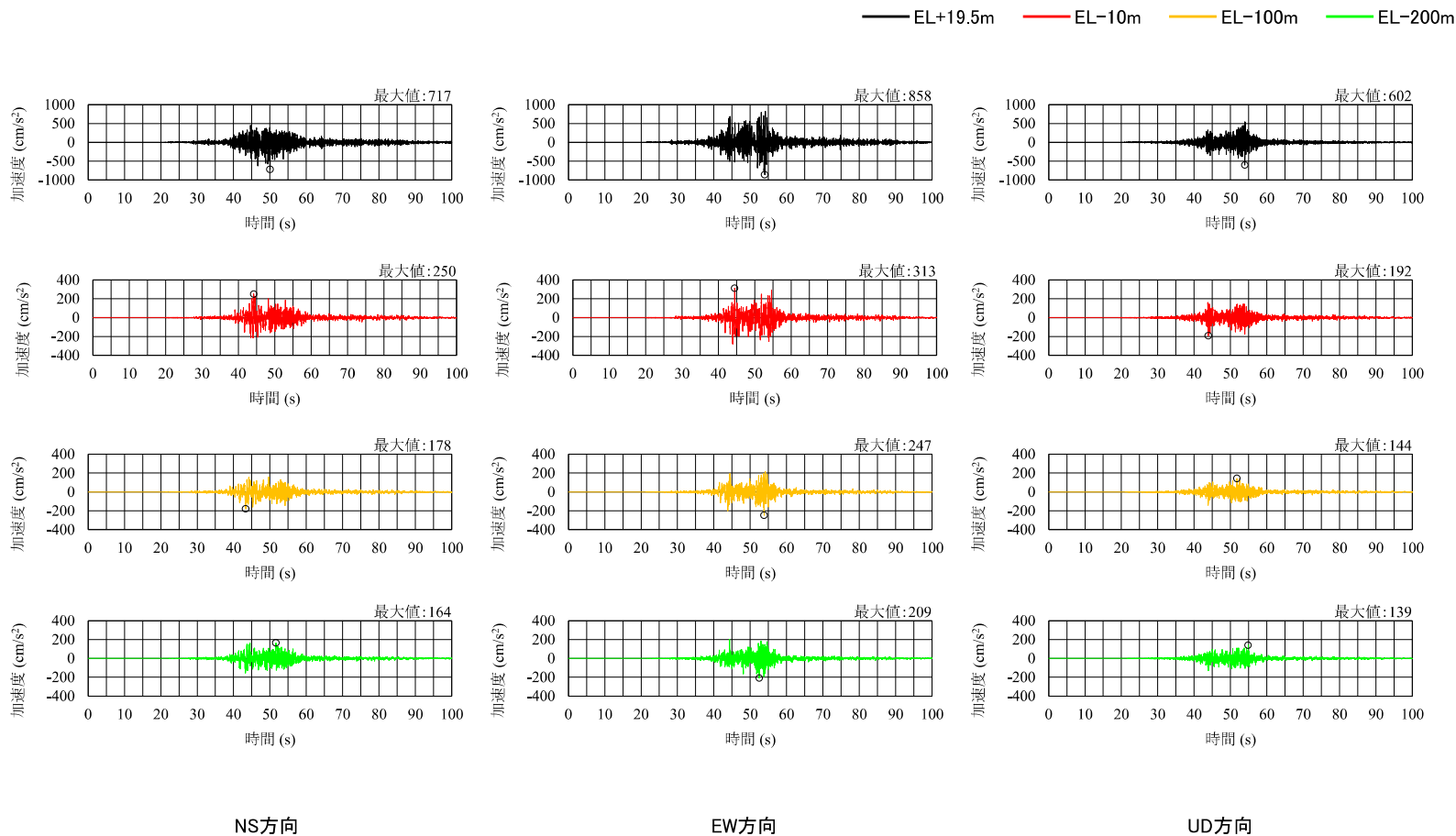


自由地盤地震観測点断面図

*: 大深度地震観測点 (EL-1298m) については、地震観測装置の不具合により、令和6年能登半島地震の観測記録が得られていない。

1.4 土木構造物の耐震健全性確認 – 参考資料：はざとり波の算定 –

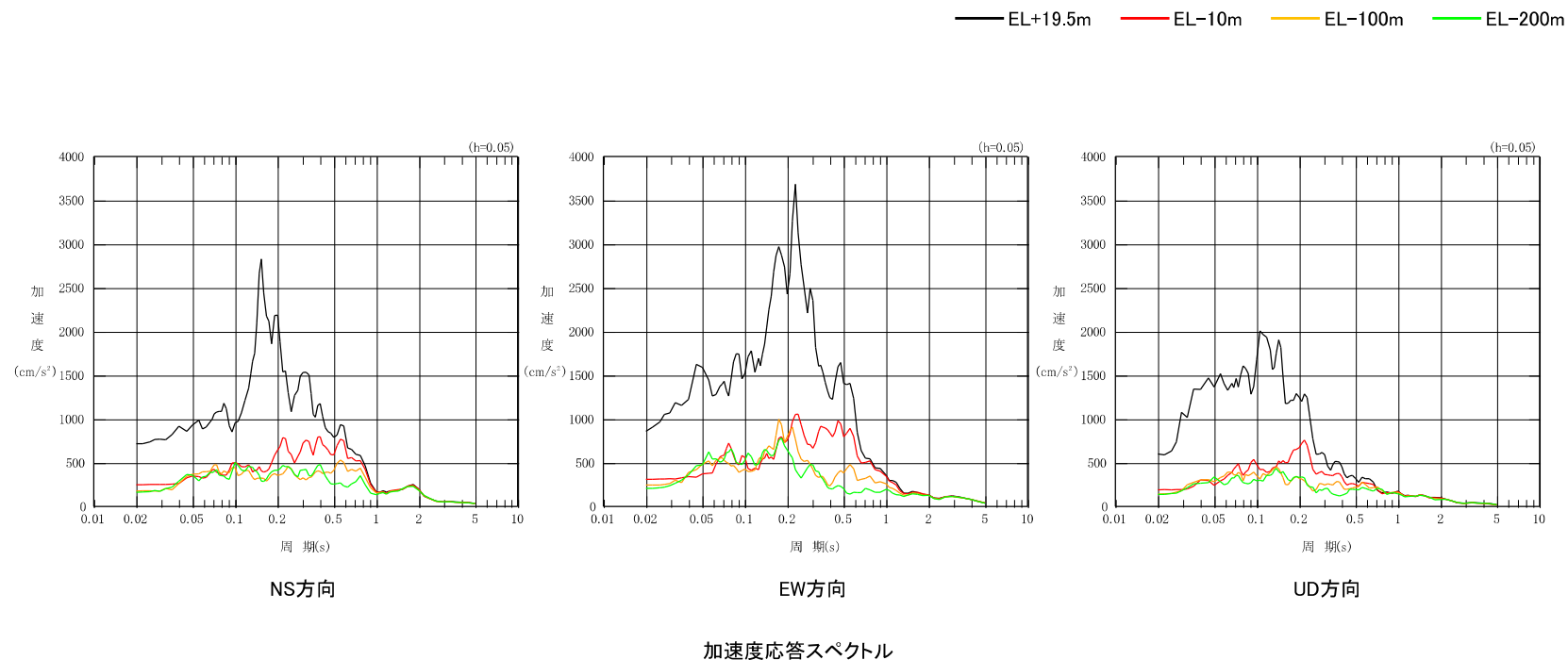
○ 令和6年能登半島地震の自由地盤地震観測点における観測記録の加速度時刻歴波形を下図に示す。



加速度時刻歴波形

1.4 土木構造物の耐震健全性確認 – 参考資料：はざとり波の算定 –

○ 令和6年能登半島地震の自由地盤地震観測点における観測記録の加速度応答スペクトルを下図に示す。



1.4 土木構造物の耐震健全性確認 – 参考資料：はざとり波の算定 –

- 令和6年能登半島地震の敷地地盤における観測記録を用いた逆解析により、はざとり解析に用いる地下構造モデルを推定した。
- 逆解析の初期モデル及び探索範囲を下表に示す。初期モデルのEL-200m以浅の層厚、密度及び速度（EL-4.9m以浅を除く）は自由地盤位置における速度構造及び密度構造に基づき設定した。EL-4.9m以深の減衰定数の下限値（ h_{min} ）はQ値測定結果に基づき設定した。
- 逆解析は、自由地盤地震観測点における鉛直アレー地震観測点間の伝達関数を対象として、遺伝的アルゴリズムにより行った。

逆解析の初期モデル及び探索範囲

▽ 地表	標高EL	No.	層厚 (m)	密度 ρ (t/m^3)	S波速度 V_s (m/s)	P波速度 V_p (m/s)	減衰定数 $h(f)$					
							水平			鉛直		
							h_{min}	h_0	α	h_{min}	h_0	α
	+21.0m	1	1.5	2.20	125~500	198~1580	0.0250 ~ 0.1000	0.01~1	0~2	0.0250 ~ 0.1000	0.01~1	0~2
	+19.5m ▲	2	2.4									
	+17.1m	3	22	1.97	300~1200	685~2740						
	-4.9m	4	5.1	2.37	1500	3190	0.0500	0.01~1	0~2	0.0500	0.01~1	0~2
	-10m ▲	5	90									
	-100m ▲	6	8.9									
	-108.9m	7	91.1									
	-200m ▲	8	∞	2.34	2140	3920						

$$h(f) = h_0 \times f^{-\alpha} \quad (\text{ただし、} h_{min} \leq h(f) \leq 1)$$

■ : 探索範囲

▲ : 検討に用いた地震観測点

1.4 土木構造物の耐震健全性確認 – 参考資料：はざとり波の算定 –

- 逆解析により推定した地下構造モデルを下表に示す。
- 観測記録に基づく伝達関数と逆解析により推定した地下構造モデルによる理論伝達関数を次頁に示す。

逆解析により推定した地下構造モデル

	標高EL	No.	層厚 (m)	密度 ρ (t/m ³)	S波速度 V_s (m/s)	P波速度 V_p (m/s)	減衰定数 $h(f)$								
							水平			鉛直					
							h_{min}	h_0	α	h_{min}	h_0	α			
▽ 地表	+21.0m	1	1.5	2.20	266	267	0.0432	0.229	0.505	0.0627	0.494	0.625			
	+19.5m ▲	2	2.4												
	+17.1m	3	22										1.97	649	1041
▽ 解放基盤表面	-4.9m	4	5.1	2.37	1500	3190	0.0500	0.166	0.378	0.0500	0.386	0.522			
	-10m ▲	5	90												
	-100m ▲	6	8.9												
	-108.9m	7	91.1										2.38	1960	3960
	-200m ▲	8	∞										2.34	2140	3920

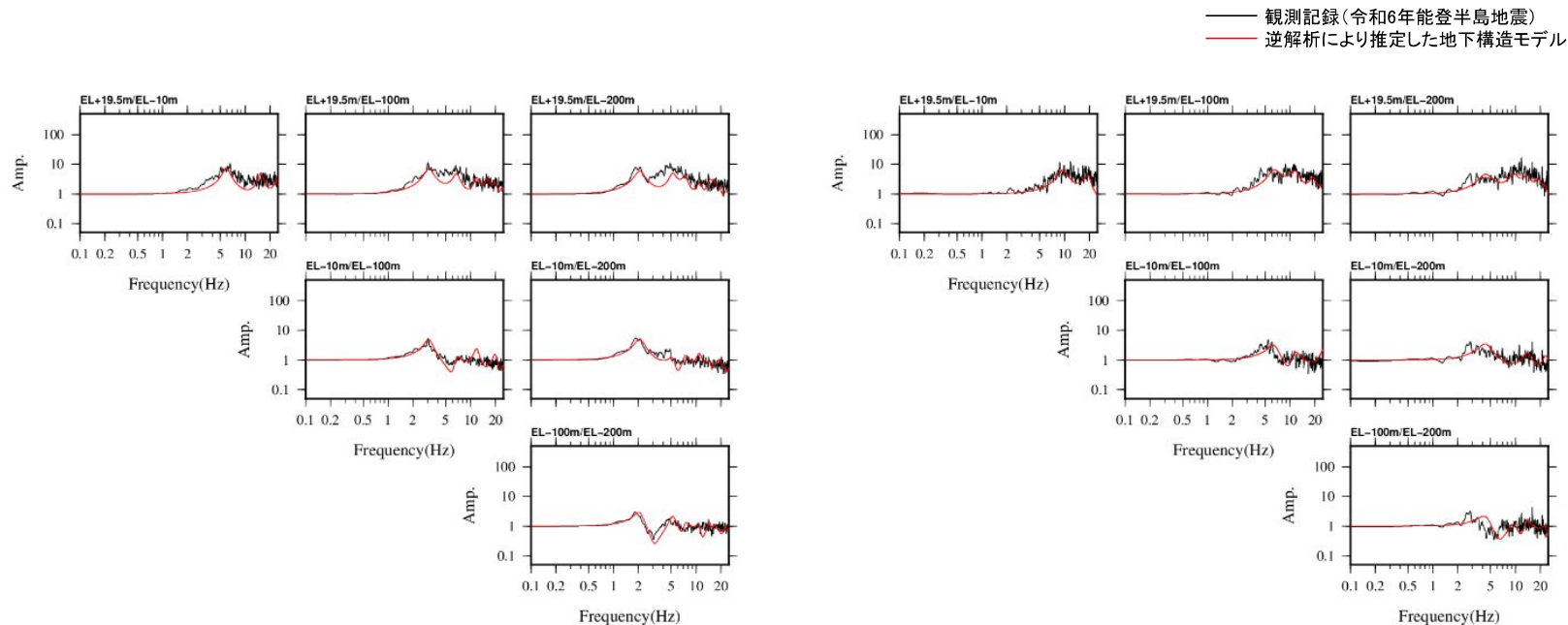
$h(f)=h_0 \times f^{-\alpha}$ (ただし、 $h_{min} \leq h(f) \leq 1$)

■ : 探索範囲

▲ : 検討に用いた地震観測点

1.4 土木構造物の耐震健全性確認 – 参考資料：はざとり波の算定 –

○ 逆解析により推定した地下構造モデルによる理論伝達関数は観測記録に基づく伝達関数と整合的であることから、逆解析により推定した地下構造モデルは適切に求められているものと考えられる。



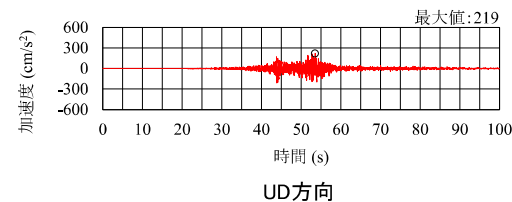
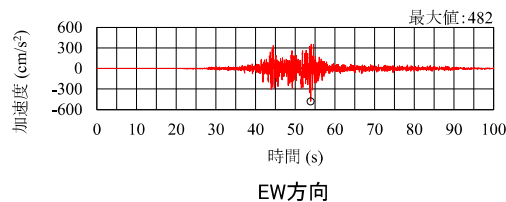
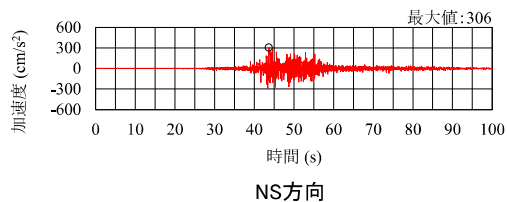
水平方向

鉛直方向

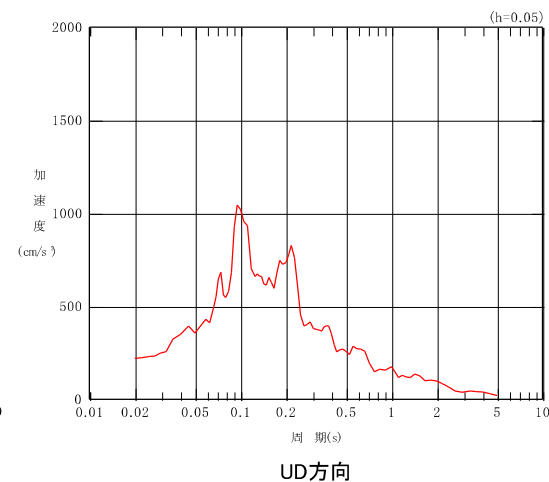
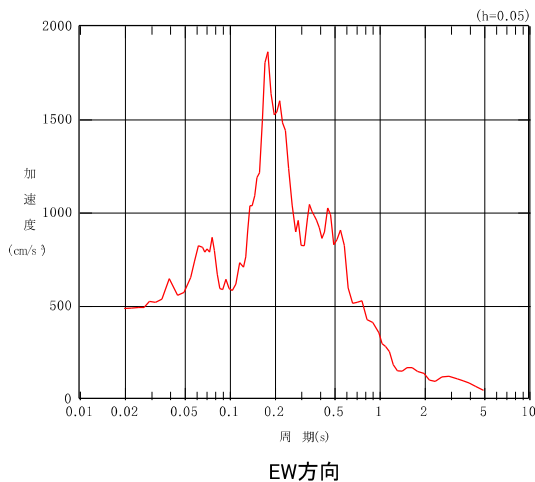
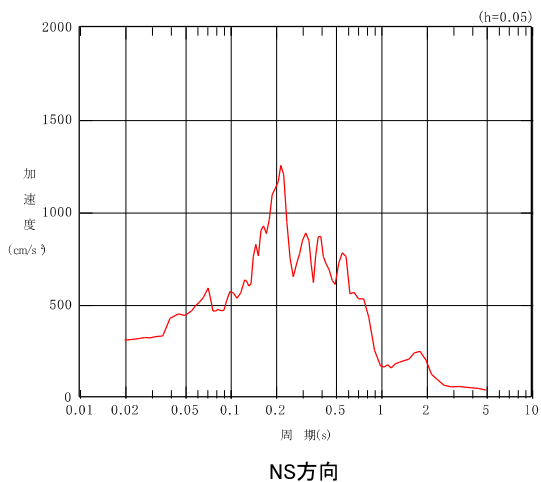
伝達関数

1.4 土木構造物の耐震健全性確認 – 参考資料：はざとり波の算定 –

○ 逆解析により推定した地下構造モデルを用いて算定した解放基盤表面（EL-10m）におけるはざとり波の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトルを下図に示す。



加速度時刻歴波形



加速度応答スペクトル

2. 設備の耐震健全性確認

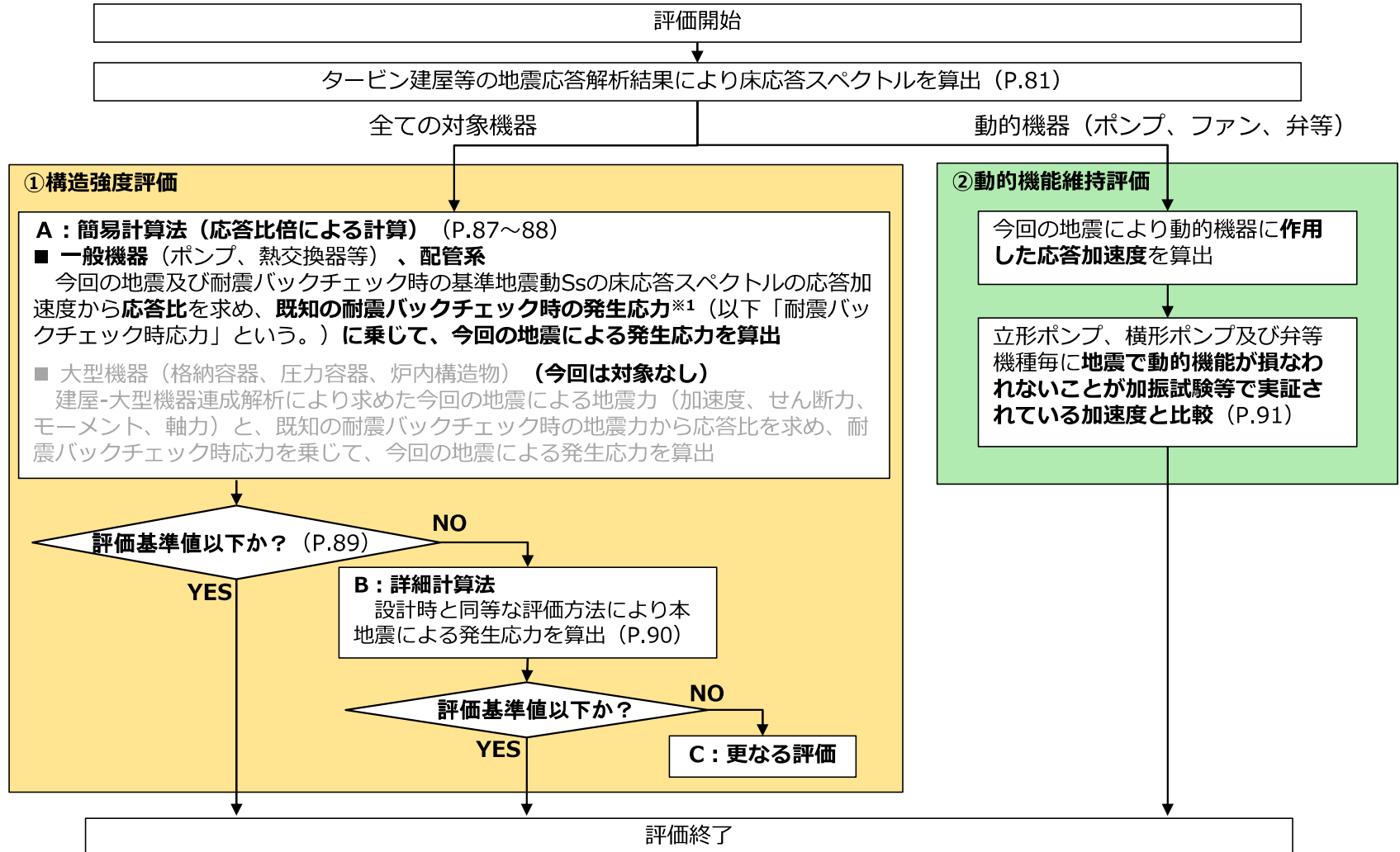
2. 設備の耐震健全性確認 – 耐震健全性確認の概要及び対象設備 –

- 概要
令和6年能登半島地震を踏まえた「止める」、「冷やす」、「閉じ込める」の機能を有する設備に対する耐震健全性を確認する。
- 対象設備
志賀原子力発電所内の耐震重要度が高い設備（Sクラス）のうち建設時の工認において耐震計算書を添付している設備及び波及的影響評価対象設備を対象とする。（評価方法①）
上記設備のうち動的機能が必要となるもの（ポンプ、ファン、弁）については動的機能維持評価も行う。（評価方法②）
今回は、前回報告（2024年4月）から追加で耐震健全性を確認した設備について、その結果を示す。
- 評価方法
「耐震設計に係る工認審査ガイド」に準拠し、構造強度及び動的機能について評価する。
 - ①構造強度評価
今回の地震により各設備に発生した応力等を算出し、評価基準値以下であることを確認する。
 - ②動的機能維持評価
今回の地震により各設備に発生した加速度を算出し、評価基準値以下であることを確認する。

主な評価対象設備	
原子炉建屋内設備 (2024年4月報告済)	<ul style="list-style-type: none"> ・原子炉圧力容器 ・原子炉格納容器 ・残留熱除去ポンプ
タービン建屋内設備 (今回報告)	<ul style="list-style-type: none"> ・原子炉補機冷却水系配管
海水熱交換器建屋内設備 (今回報告)	<ul style="list-style-type: none"> ・原子炉補機冷却水系配管、ポンプ、熱交換器 ・原子炉補機冷却海水系配管、ポンプ
屋外設備 (今回報告)	<ul style="list-style-type: none"> ・軽油タンク、軽油移送ポンプ

2. 設備の耐震健全性確認 – 耐震健全性確認の評価方法 –

○ タービン建屋等の地震応答解析結果を用いて、各設備の耐震健全性について下記の方法で確認する。



※1「応力」には、設備によっては応力以外に荷重やひずみ等も含む。

2. 設備の耐震健全性確認 - 構造強度評価結果 (1号機 一般機器) -

○ 今回の評価対象設備の評価結果を本頁以降に示す。
(前回報告時の結果を含む全評価対象設備の評価結果は別紙参照)

評価対象設備	評価部位	発生応力の算出方法※1	発生応力 (MPa)	評価基準値 (MPa)	評価結果
原子炉補機冷却水系熱交換器	基礎ボルト	A	62	121	OK
原子炉補機冷却水ポンプ	原動機取付ボルト	A	9	133	OK
高圧炉心スプレイディーゼル補機冷却水系熱交換器	胴板	A	119	345	OK
高圧炉心スプレイディーゼル補機冷却水ポンプ	ポンプ取付ボルト	A	29	450	OK
原子炉補機冷却海水ポンプ	原動機台取付ボルト	A	23	153	OK
原子炉補機冷却海水系ストレナ	基礎ボルト	A	8	475	OK
高圧炉心スプレイディーゼル補機冷却海水ポンプ	ポンプ取付ボルト	A	9	153	OK
高圧炉心スプレイディーゼル補機冷却海水系ストレナ	基礎ボルト	A	8	475	OK
軽油タンク	胴板	A	0.61 (座屈)	1 (座屈)	OK
軽油移送ポンプ	基礎ボルト	A	3	180	OK

※1 A：簡易計算法、B：詳細計算法

2. 設備の耐震健全性確認 - 構造強度評価結果 (1号機 配管) -

評価対象設備	評価部位	発生応力の算出方法※1	発生応力 (MPa)	評価基準値 (MPa)	評価結果
原子炉補機冷却水系配管※2	配管本体	B	185	233	OK
高圧炉心スプレイディーゼル補機冷却水系配管※2	配管本体	A	219	229	OK
原子炉補機冷却海水系配管	配管本体	B	92	222	OK
高圧炉心スプレイディーゼル補機冷却海水系配管	配管本体	B	126	205	OK
非常用ディーゼル発電設備燃料油系配管	配管本体	B	187	242	OK
高圧炉心スプレイディーゼル発電設備燃料油系配管	配管本体	B	25	242	OK
非常用ガス処理系配管※2	配管本体	A	154	215	OK
各種油貯蔵及び移送系配管	配管本体	B	206	231	OK

※1 A：簡易計算法、B：詳細計算法

※2 前回報告時（2024年4月）の評価対象配管も含む系統であるため、前回の評価結果も含めて最小裕度の値を記載する。

2. 設備の耐震健全性確認 - 動的機能維持評価結果 (1号機 一般機器) -

評価対象設備	水平加速度 (G)		鉛直加速度 (G)		評価結果
	応答 加速度	評価 基準値	応答 加速度	評価 基準値	
原子炉補機冷却水ポンプ	0.61	1.4	0.34	1.0	OK
高圧炉心スプレイディーゼル補機冷却水ポンプ	0.54	1.4	0.30	1.0	OK
原子炉補機冷却海水ポンプ	2.72	10.0	0.38	1.0	OK
高圧炉心スプレイディーゼル補機冷却海水ポンプ	2.67	10.0	0.38	1.0	OK
軽油移送ポンプ	0.64	4.7	0.42	1.0	OK

2. 設備の耐震健全性確認 - 動的機能維持評価結果（1号機 弁） -

評価対象設備	水平加速度 (G)		鉛直加速度 (G)		評価結果
	応答 加速度	評価 基準値	応答 加速度	評価 基準値	
原子炉補機冷却水系弁 ^{※1}	4.76	6.0	2.14	6.0	OK
高圧炉心スプレイディーゼル補機冷却水系弁 ^{※1}	5.40	6.0	0.41	6.0	OK
原子炉補機冷却海水系弁	2.38	6.0	1.12	6.0	OK
高圧炉心スプレイディーゼル補機冷却海水系弁	2.76	6.0	0.41	6.0	OK

※1 前回報告時（2024年4月）の評価対象弁も含む系統であるため、前回の評価結果も含めて最小裕度の値を記載する。

2. 設備の耐震健全性確認 - 構造強度評価結果 (2号機 一般機器) -

評価対象設備	評価部位	発生応力の算出方法※1	発生応力 (MPa)	評価基準値 (MPa)	評価結果
原子炉補機冷却水系熱交換器	基礎ボルト	A	67	120	OK
原子炉補機冷却水ポンプ	原動機取付ボルト	A	12	158	OK
原子炉補機冷却海水ポンプ	原動機取付ボルト	A	12	118	OK
原子炉補機冷却海水系 ストレナー	基礎ボルト	A	5	475	OK
軽油タンク	胴板	A	0.38 (座屈)	1 (座屈)	OK
燃料移送ポンプ	基礎ボルト	A	4	173	OK

※1 A : 簡易計算法、B : 詳細計算法

2. 設備の耐震健全性確認 – 構造強度評価結果（2号機 配管） –

評価対象設備	評価部位	発生応力の 算出方法※1	発生応力 (MPa)	評価基準値 (MPa)	評価 結果
原子炉補機冷却水系配管※2	配管本体	B	137	233	OK
原子炉補機冷却海水系配管	配管本体	B	91	239	OK
非常用ディーゼル発電設備 燃料油系配管	配管本体	B	61	212	OK
非常用ガス処理系配管※2	配管本体	A	79	214	OK

※1 A：簡易計算法、B：詳細計算法

※2 前回報告時（2024年4月）の評価対象配管も含む系統であるため、前回の評価結果も含めて最小裕度の値を記載する。

2. 設備の耐震健全性確認 - 動的機能維持評価結果 (2号機 一般機器) -

評価対象設備	水平加速度 (G)		鉛直加速度 (G)		評価結果
	応答 加速度	評価 基準値	応答 加速度	評価 基準値	
原子炉補機冷却水ポンプ	0.66	1.4	0.49	1.0	OK
原子炉補機冷却海水ポンプ	0.51	2.5	0.37	1.0	OK
燃料移送ポンプ	0.77	4.7	0.44	1.0	OK

2. 設備の耐震健全性確認 – 動的機能維持評価結果（2号機 弁） –

評価対象設備	水平加速度 (G)		鉛直加速度 (G)		評価結果
	応答 加速度	評価 基準値	応答 加速度	評価 基準値	
原子炉補機冷却水系弁 ^{※1}	3.17	6.0	0.59	6.0	OK
原子炉補機冷却海水系弁	1.03	6.0	0.59	6.0	OK

※1 前回報告時（2024年4月）の評価対象弁も含む系統であるため、前回の評価結果も含めて最小裕度の値を記載する。

2. 設備の耐震健全性確認 -まとめ-

○令和6年能登半島地震に対しタービン建屋等内の各設備について構造強度評価及び動的機能維持評価を実施した結果、各設備の発生応力や発生加速度等は全て評価基準値以下であることから、設備の耐震健全性が確保されていることを確認した。

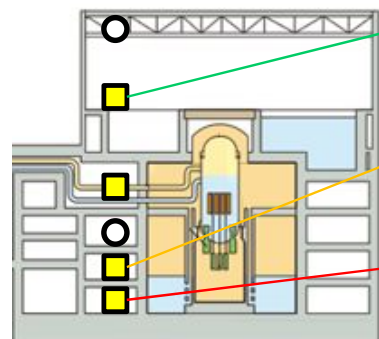
2. 設備の耐震健全性確認 – 参考資料①：床応答スペクトルの算出について –

○ 地震観測記録を取得してから床応答スペクトル算出に至るまでの大まかな流れは以下のとおり。

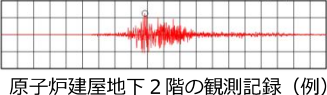
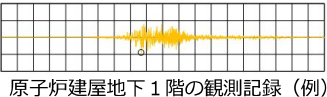
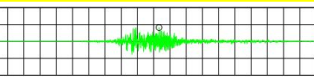
地震観測記録から床応答スペクトルを算出

①-1 地震観測記録の取得

■: 地震計
○: 建屋応答解析結果



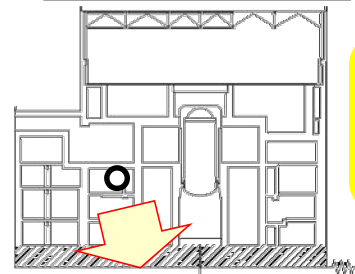
建屋各階の床面の揺れ(応答)を地震観測記録から取得する。



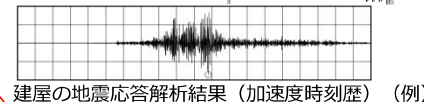
建屋応答解析から床応答スペクトルを算出

①-2 建屋床面の揺れの程度を計算 (建屋の地震応答解析)

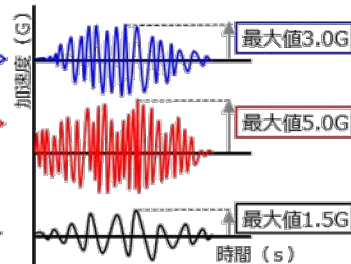
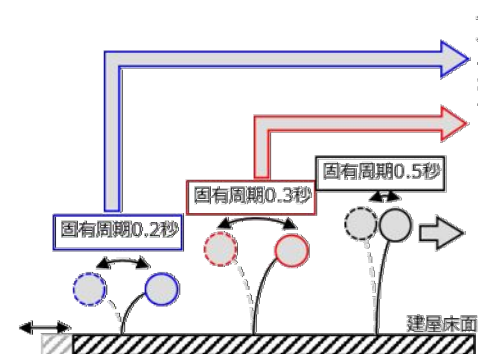
建屋の地震応答解析モデル



今回の観測記録を基に、原子炉建屋の床面の揺れの程度の時間的変化を算出 (建屋の地震応答解析) し、地震観測記録がない階については、建屋の地震応答解析結果を用いる。

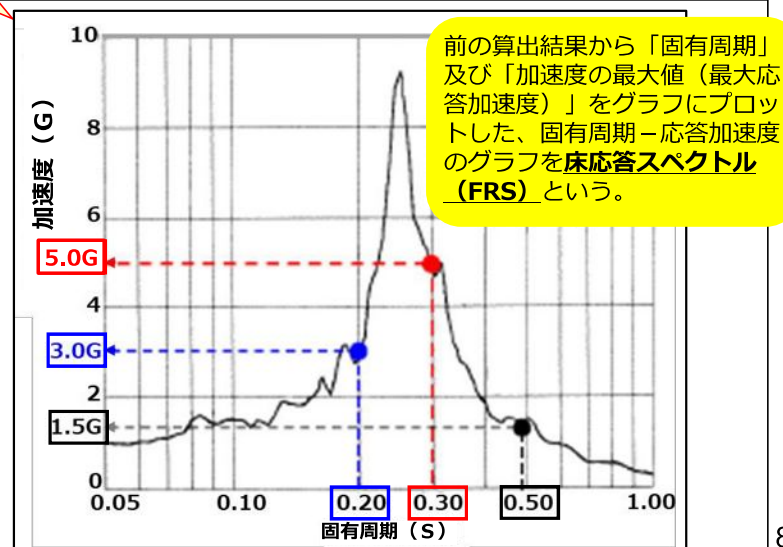


② 設備の揺れの程度を計算 (床応答スペクトル算出)

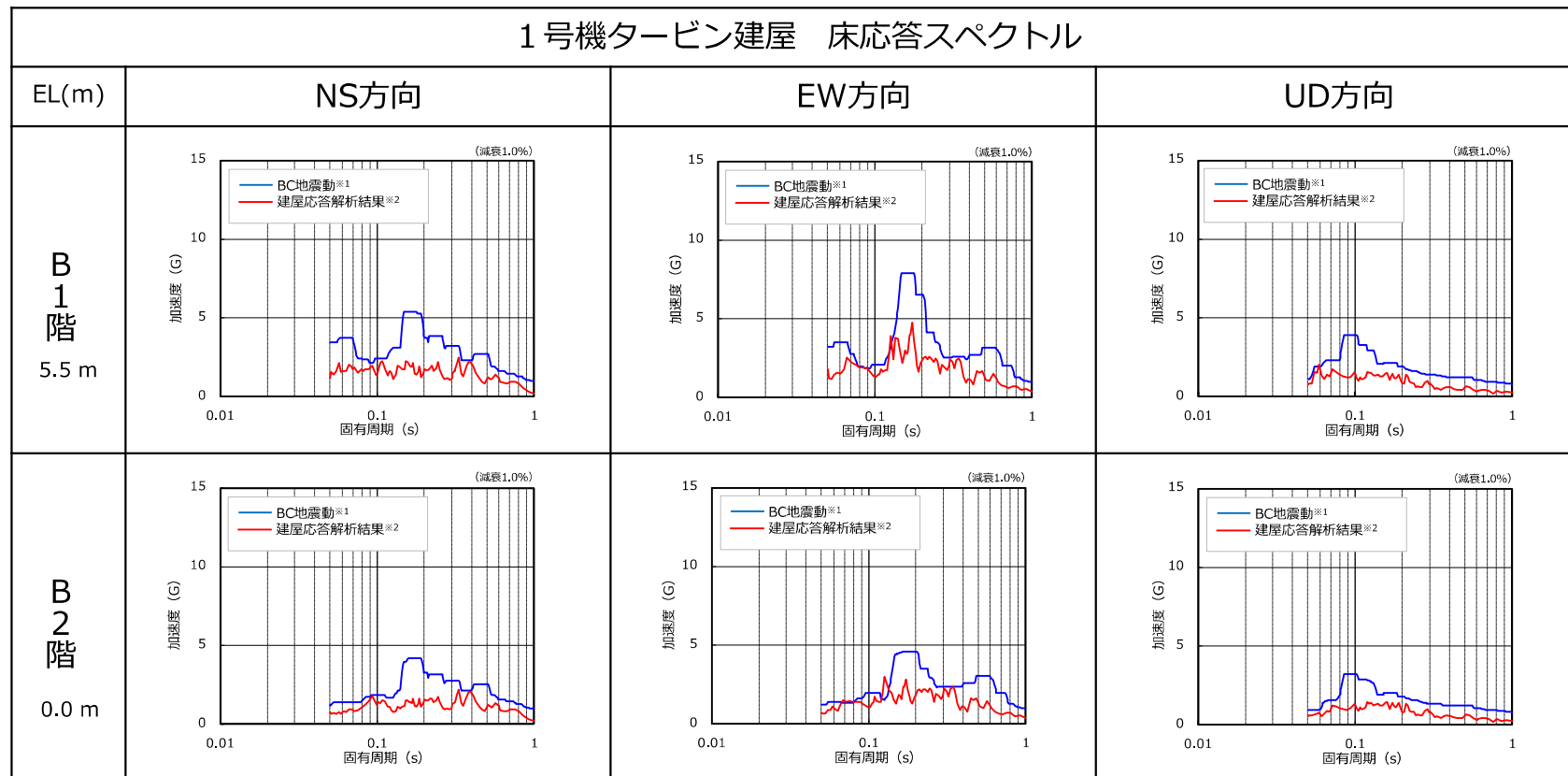


様々な固有周期を持つ一質点系モデル (建屋内の設備を模擬) ごとに揺れの程度の時間的変化を算出する。

観測記録又は建屋の地震応答解析による加速度時刻歴波形を入力する

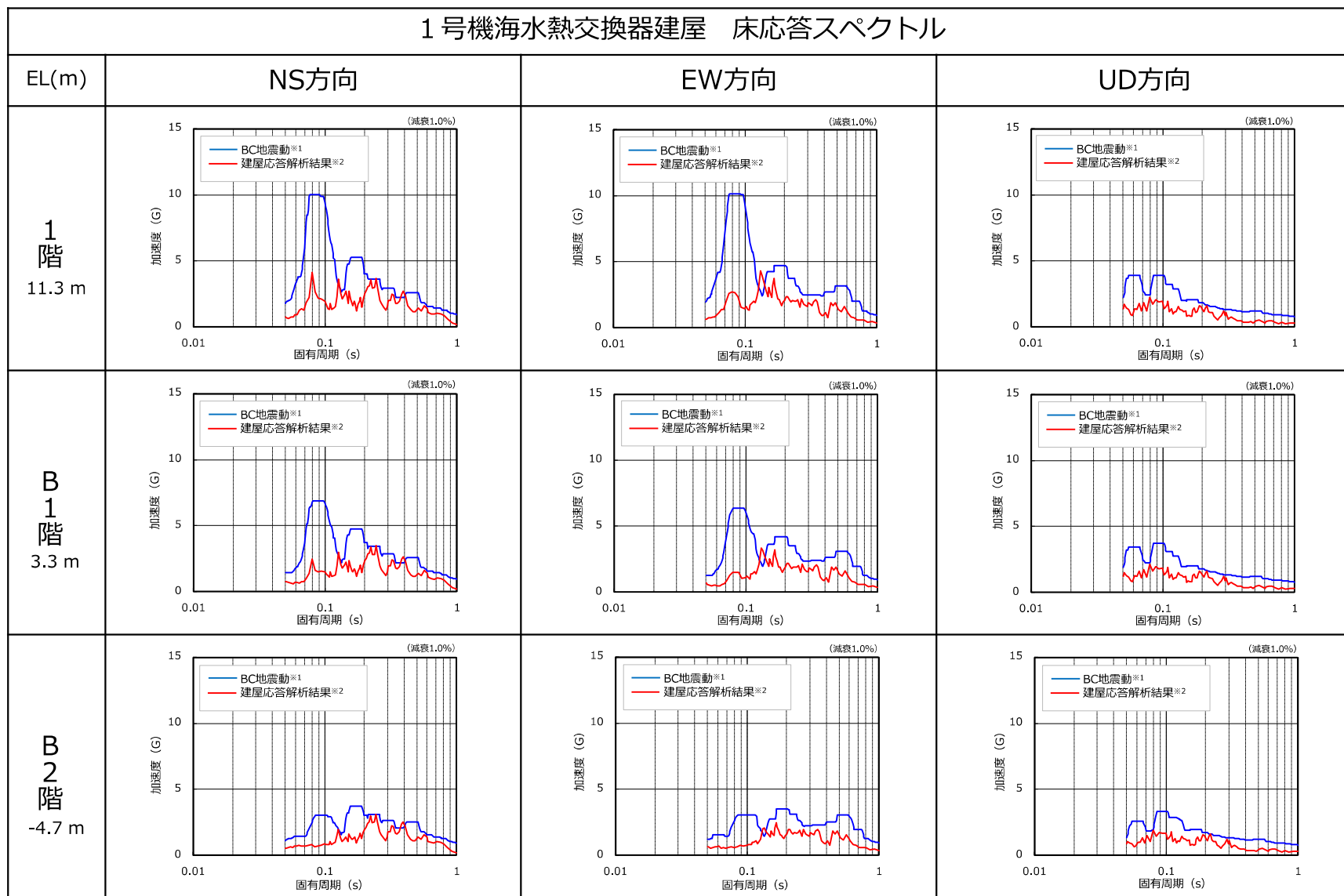


2. 設備の耐震健全性確認 - 参考資料②：床応答スペクトル（1号機タービン建屋） -



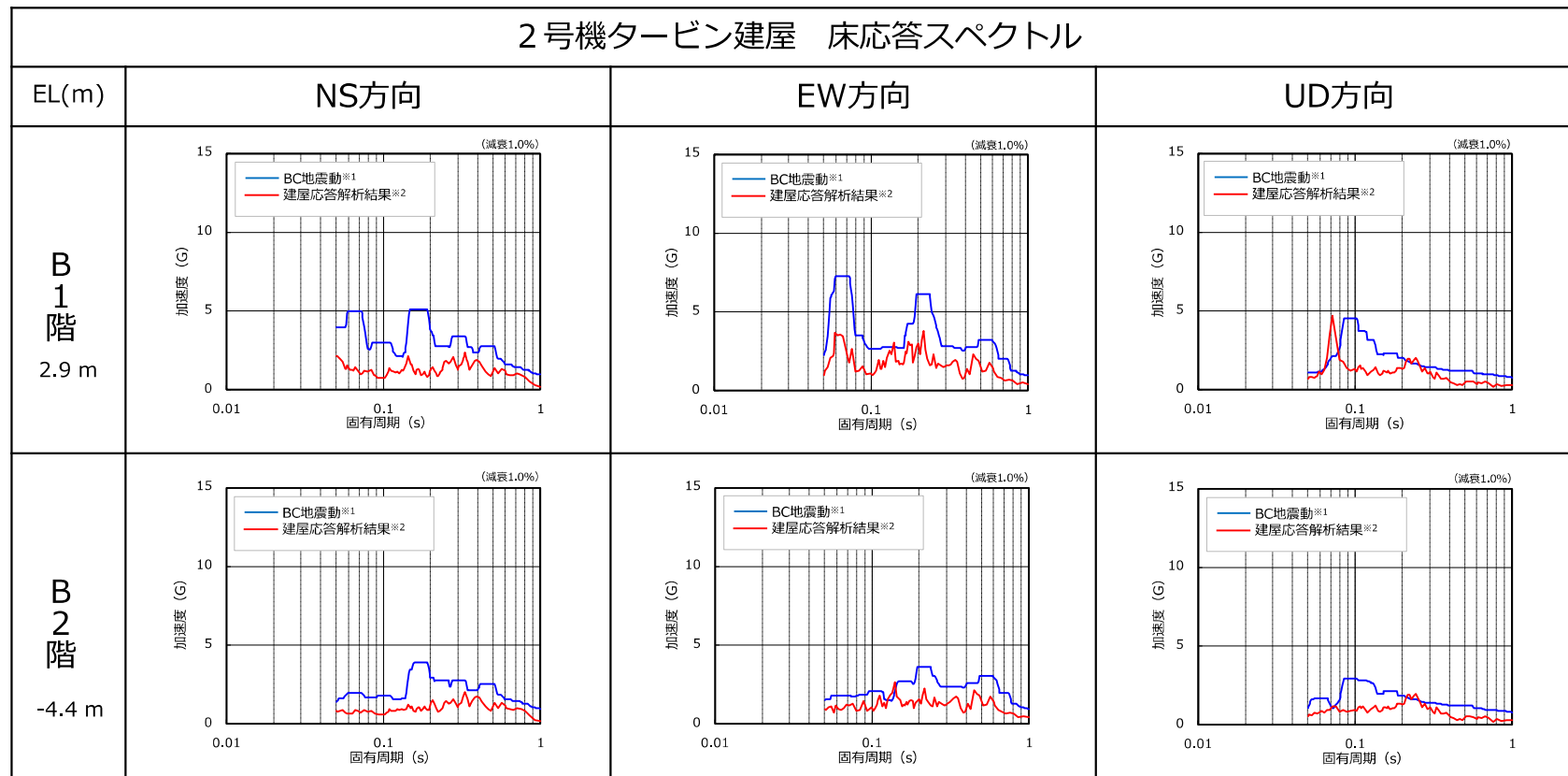
※1：耐震バックチェック地震動（包絡波） ※2：令和6年能登半島地震動

2. 設備の耐震健全性確認 – 参考資料②：床応答スペクトル（1号機海水熱交換器建屋） –



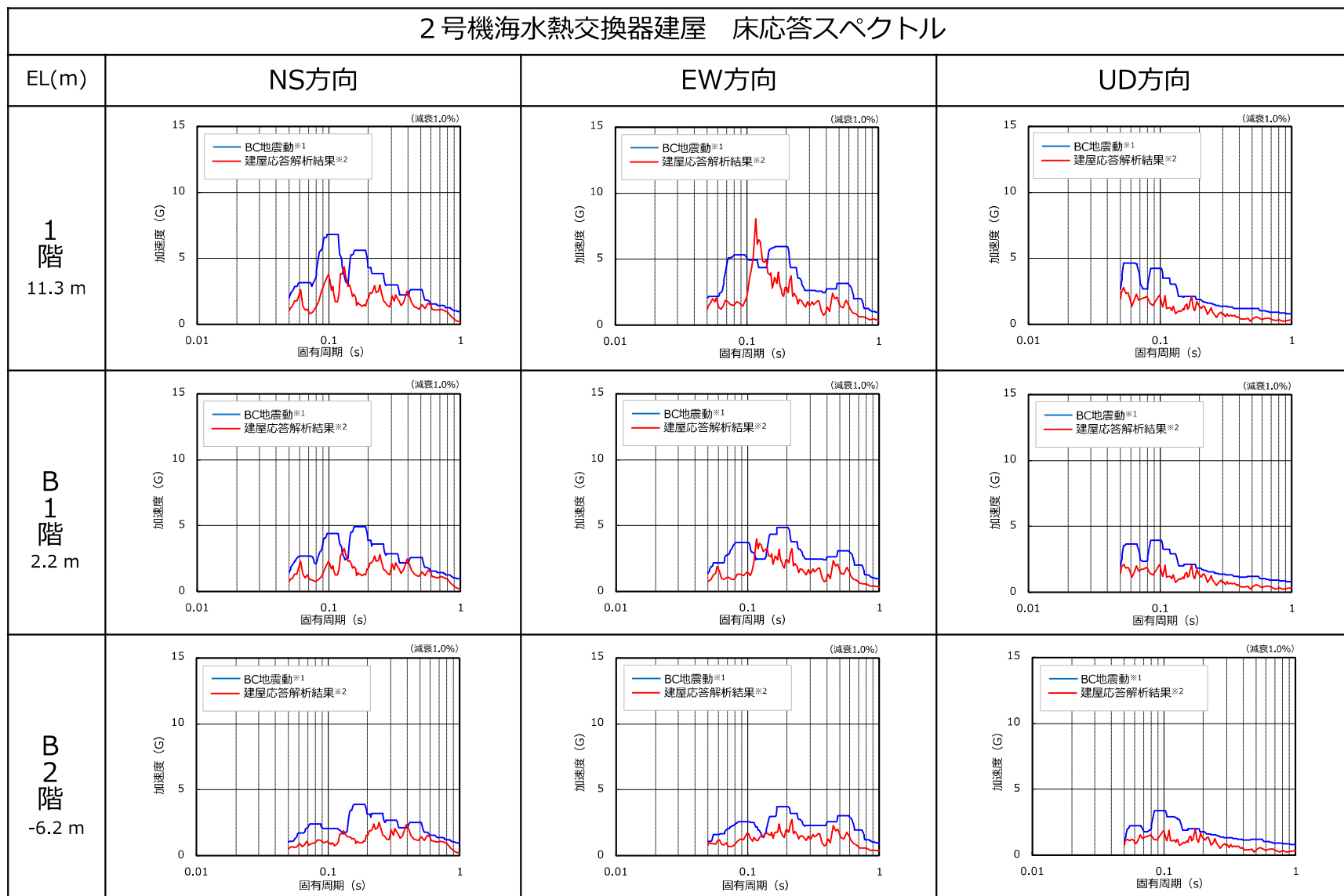
※1：耐震バックチェック地震動（包絡波） ※2：令和6年能登半島地震動

2. 設備の耐震健全性確認 - 参考資料②：床応答スペクトル（2号機タービン建屋） -



※1：耐震バックチェック地震動（包絡波） ※2：令和6年能登半島地震動

2. 設備の耐震健全性確認 - 参考資料②：床応答スペクトル（2号機海水熱交換器建屋） -



※1：耐震バックチェック地震動（包絡波） ※2：令和6年能登半島地震動

2. 設備の耐震健全性確認 – 参考資料③：最大床応答加速度 –

位置			観測記録の 最大床応答加速度※ (G)			耐震バックチェックにおける 基準地震動Ssの 最大床応答加速度 (G)		
建屋	階	EL (m)	NS方向	EW方向	UD方向	NS方向	EW方向	UD方向
1号機 タービン建屋	地下1階	5.5	0.55	0.58	0.43	0.71	0.71	0.41
	地下2階	0.0	0.43	0.35	0.36	0.60	0.61	0.43
1号機 海水熱交換器 建屋	1階	11.3	0.61	0.48	0.34	1.04	1.08	0.60
	地下1階	3.3	0.54	0.39	0.30	0.78	0.81	0.52
	地下2階	-4.7	0.49	0.33	0.29	0.59	0.57	0.38
2号機 タービン建屋	地下1階	2.9	0.32	0.49	0.35	0.74	0.72	0.51
	地下2階	-4.4	0.26	0.32	0.31	0.54	0.56	0.46
2号機 海水熱交換器 建屋	1階	11.3	0.54	0.66	0.49	0.67	0.78	0.60
	地下1階	2.2	0.50	0.48	0.35	0.57	0.63	0.50
	地下2階	-6.2	0.44	0.39	0.26	0.56	0.57	0.37

※：建屋応答解析結果により算出した最大床応答加速度

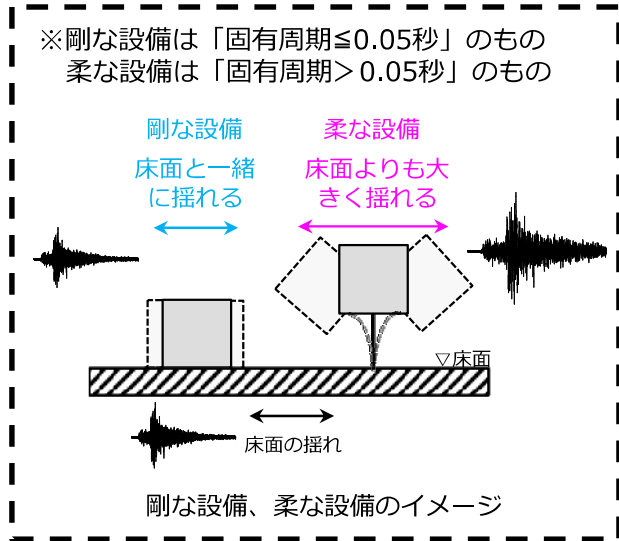
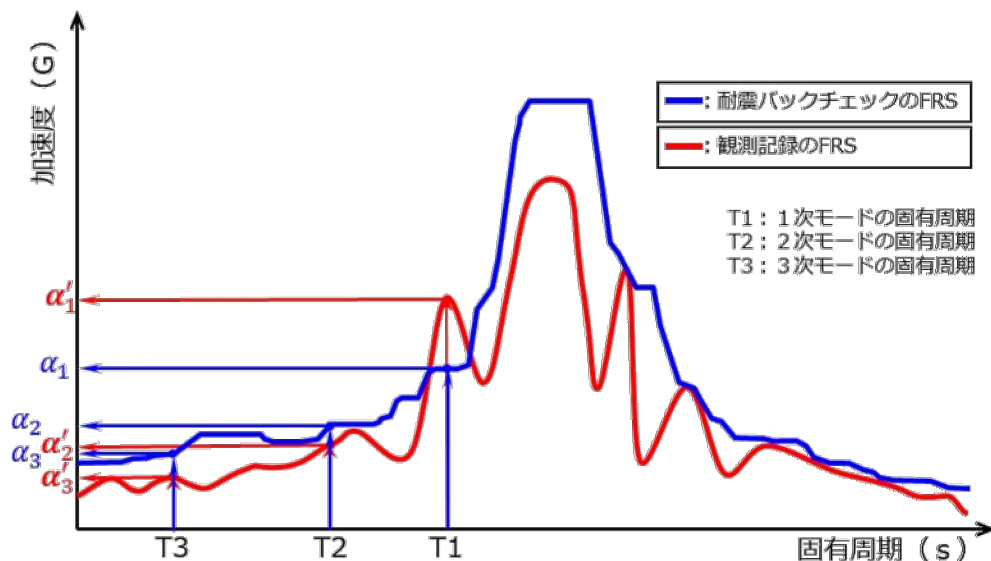
2. 設備の耐震健全性確認 – 参考資料④：簡易計算手法（応答比倍による計算） –

- 柔な設備※については、固有周期毎（1次、2次、3次・・・）に床応答スペクトルの加速度比（ α'_1/α_1 ）を求め、これらの加速度比の最大値を応答比とする。
- 剛な設備※については、設置床の最大応答加速度の比（ β'_0/β_0 ）を応答比とする。
- 耐震バックチェック時の応力に、この応答比を乗じることで本地震による発生応力を算出する。

応答比

$$\begin{aligned} \text{柔な設備の応答比} &= \text{MAX} \left[\frac{\text{地震観測記録にもとづく床応答スペクトルの加速度}}{\text{耐震バックチェックにおける基準地震動Ssの床応答スペクトルの加速度}} \right] = \text{MAX} \left[\frac{\alpha'_1}{\alpha_1}, \frac{\alpha'_2}{\alpha_2}, \frac{\alpha'_3}{\alpha_3} \right] \\ \text{剛な設備の応答比} &= \frac{\text{地震観測記録にもとづく最大床応答加速度}}{\text{耐震バックチェックにおける基準地震動Ssの最大床応答加速度}} = \frac{\beta'_0}{\beta_0} \end{aligned}$$

本地震による発生応力 = 耐震バックチェック時の応力 × 応答比



2. 設備の耐震健全性確認 – 参考資料⑤：地震時のプラント状態の評価への反映 –

- 地震時は、1、2号機ともプラント状態（炉水温及び全燃料取出し）が通常運転時と異なっていることから、今回の健全性評価において、耐震バックチェック評価（以下、「既往評価」という。）から評価条件を変更している。
- なお、プラント状態が通常運転時と異なっても安全側の評価結果を与えると判断できる場合は、耐震バックチェック評価条件に基づく評価を実施した。

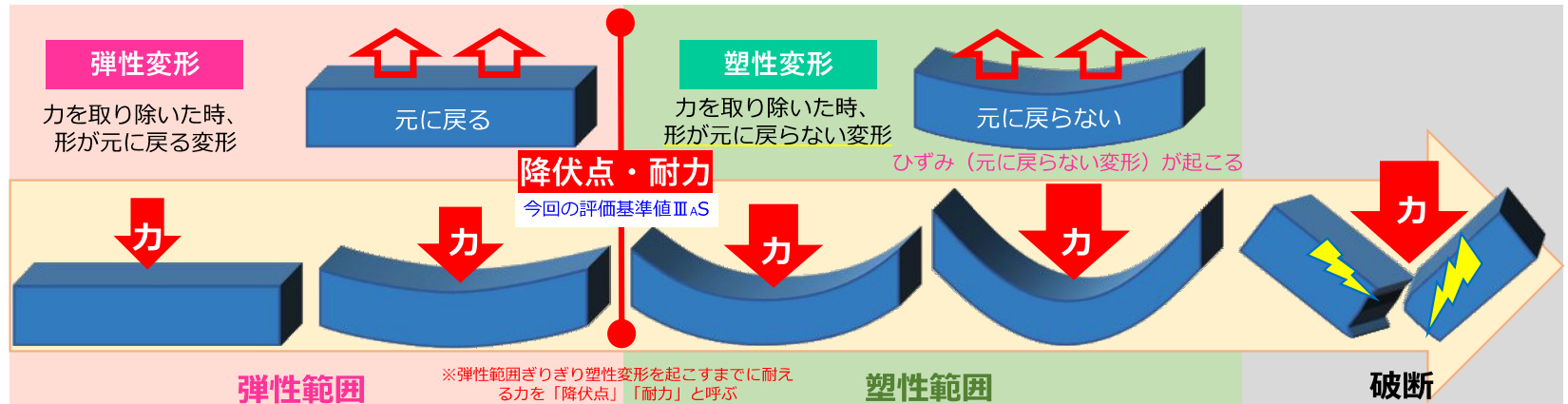
既往評価条件及び今回評価条件の主な変更点

項目		変更前 (既往評価条件)	変更後 (今回評価条件)
大型機器モデル	炉水温	1号機：286℃ 2号機：287℃	1号機：30.5℃ 2号機：24.0℃
	燃料有無	全燃料装荷	全燃料取り出し
設備の地震応答 解析モデル	配管	—	<ul style="list-style-type: none"> ・ サポート移設及びサポート拘束点の変更 ・ 1号機主蒸気逃がし安全弁の取外し
	炉内核計 装設備	全燃料装荷状態のため、燃料体による変位（たわみ）拘束を考慮する	全燃料取り出し状態のため、燃料体による変位（たわみ）拘束を考慮しない

灰色字：今回報告内容に関係がない項目

①構造強度評価

- 地震による設備の変形が弾性範囲を超えない許容応力
(許容応力状態Ⅲ_AS※)



※：JEAG4601に規定されている評価基準値。

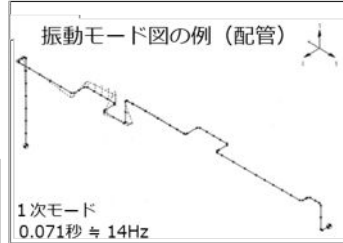
②動的機能維持評価

- 立形ポンプ、横形ポンプ及び弁等機種毎に地震で動的機能が損なわれないことが加振試験等で実証されている加速度

詳細計算手法（設計時の手法）

➢ 床応答スペクトル（FRS）により各固有周期の最大応答を算出（観測記録のFRSイメージを図1に例示）

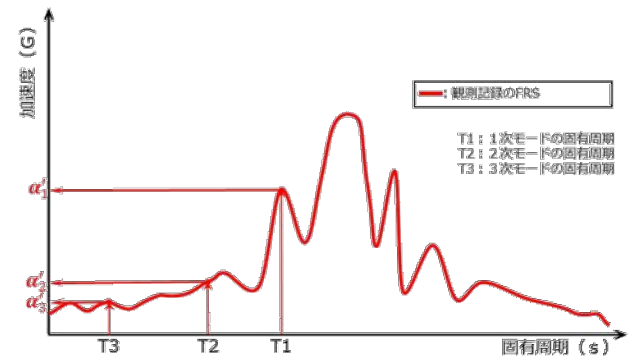
➢ 各固有周期に対応する応答の重ね合わせ（二乗和平方根）により、設備の地震力（せん断力、曲げモーメント等）を計算



観測記録FRSによる地震力

$$= \sqrt{(A_1 \cdot \alpha'_1)^2 + (A_2 \cdot \alpha'_2)^2 + (A_3 \cdot \alpha'_3)^2}$$

図1



簡易計算手法（応答比倍による手法）

➢ 簡易評価手法では、耐震バックチェックのFRSと観測記録のFRSを用いて、応答比B（ $=\alpha'_1/\alpha_1$ ）を求める（図2参照）。

➢ この応答比Bを耐震バックチェックの地震力に乗じる。

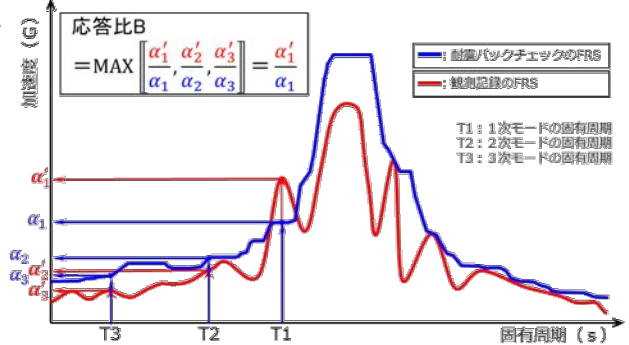
簡易計算手法による地震力

$$= B \times \text{耐震バックチェックFRSによる地震力}$$

$$= B \times \sqrt{(A_1 \cdot \alpha_1)^2 + (A_2 \cdot \alpha_2)^2 + (A_3 \cdot \alpha_3)^2}$$

$$= \sqrt{(A_1 \cdot (B \cdot \alpha_1))^2 + (A_2 \cdot (B \cdot \alpha_2))^2 + (A_3 \cdot (B \cdot \alpha_3))^2}$$

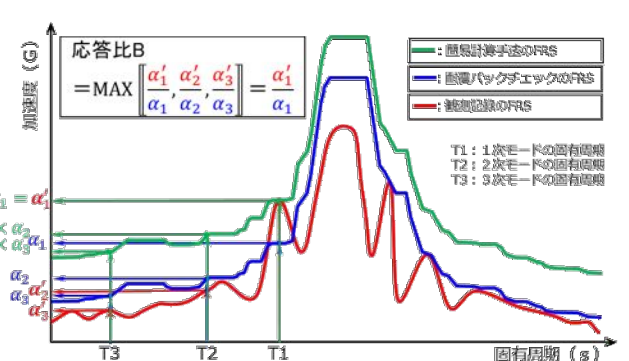
図2



➢ 上式中の $B \cdot \alpha_x$ は、耐震バックチェックにおける応答加速度に応答比Bを乗じた応答加速度を意味しており、これを図示すると図3に示す簡易計算手法のFRS（緑線）となる。

➢ 図3にて、簡易評価手法のFRS（緑）及び観測記録のFRS（赤）を比較すると、配管の固有周期（T1～T3）において簡易計算手法のFRSが、観測記録を包絡することになる。

図3



以上より、簡易計算手法は、詳細計算手法（観測記録を直接用いる）よりも保守的な評価手法である。

評価方法

○ 対象設備は耐震Sクラスのうち**地震時**あるいは**地震後**に**動的な機能を期待するもの**

- ・ 回転機器（ポンプ、ファン、電動機等）
- ・ 弁（電動駆動弁、空気作動弁等）

○ これらの設備に対して地震時に**どれだけの加速度が作用したか**を建屋の地震応答解析により算出し、**評価基準値**と比較する

評価基準値

○ 機種毎（ポンプ、ファン、弁等）に実機加振試験や詳細解析によって**動的機能が損なわれないことが確認されている加速度**

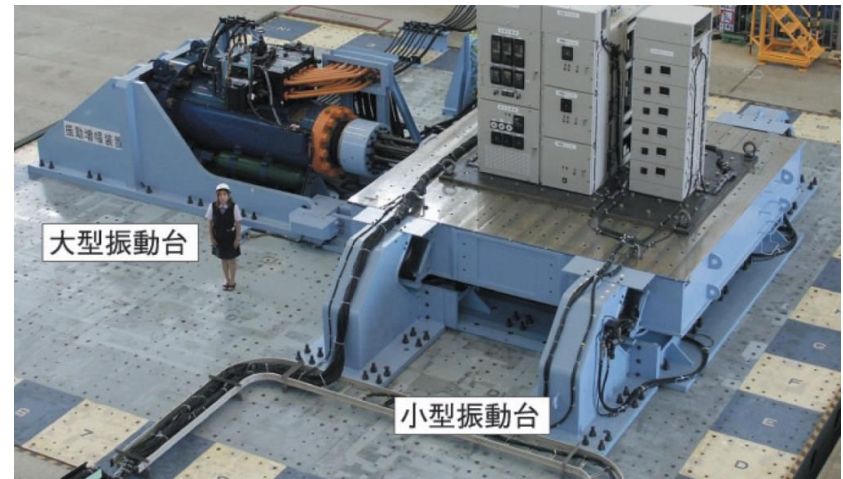
評価基準値



対象設備に作用した応答
加速度



動的機能が維持されている



大型振動試験装置による振動試験の例

2. 設備の耐震健全性確認 - 参考資料⑨：前回報告時の評価結果を含む評価結果のまとめ -

号機	項目	対象機器	全対象数 [前回評価対象数 今回評価対象数]	主な設備の評価結果		
				代表設備	部位	評価結果
1号機	構造強度評価	一般機器(ポンプ、熱交換器等)	57機器	残留熱除去ポンプ	基礎ボルト	評価基準値以下
			[47機器 10機器]	原子炉補機冷却水ポンプ	原動機取付ボルト	評価基準値以下
		大型機器(圧力容器、格納容器等)	59機器	原子炉圧力容器	基礎ボルト	評価基準値以下
			[59機器 0機器]	原子炉格納容器	ドライウェル基部	評価基準値以下
		配管	146モデル	残留熱除去系配管	配管本体	評価基準値以下
			[108モデル 38モデル]	原子炉補機冷却水系配管	配管本体	評価基準値以下
	動的機能維持評価	動的機器(ポンプ、ファン、弁等)	139機器	残留熱除去ポンプ、弁	ポンプ本体、弁本体	評価基準値以下
			[120機器 19機器]	原子炉補機冷却水ポンプ、弁	ポンプ本体、弁本体	評価基準値以下
2号機	構造強度評価	一般機器(ポンプ、熱交換器等)	58機器	残留熱除去ポンプ	基礎ボルト	評価基準値以下
			[52機器 6機器]	原子炉補機冷却水ポンプ	原動機取付ボルト	評価基準値以下
		大型機器(圧力容器、格納容器等)	63機器	原子炉圧力容器	基礎ボルト	評価基準値以下
			[63機器 0機器]	原子炉格納容器	フランジプレート(上側)	評価基準値以下
		配管	136モデル	残留熱除去系配管	配管本体	評価基準値以下
			[94モデル 42モデル]	原子炉補機冷却水系配管	配管本体	評価基準値以下
	動的機能維持評価	動的機器(ポンプ、ファン、弁等)	160機器	残留熱除去ポンプ、弁	ポンプ本体、弁本体	評価基準値以下
			[139機器 21機器]	原子炉補機冷却水ポンプ、弁	ポンプ本体、弁本体	評価基準値以下

3. まとめ

3. まとめ

1. 建物・構築物の耐震健全性確認

- 令和6年能登半島地震に対するタービン建屋及び海水熱交換器建屋の耐震健全性を確認した結果、層せん断力は耐震壁等の弾性範囲で負担できるせん断応力度から求めた許容せん断力を下回っていることから、タービン建屋及び海水熱交換器建屋の耐震健全性が確保されていることを確認した。
- 令和6年能登半島地震に対する排気筒及び土木構造物の耐震健全性を確認した結果、各部材の発生応力は短期許容応力度から求めた求めた許容応力を下回っていることから、排気筒及び土木構造物の耐震健全性が確保されていることを確認した。

2. 設備の耐震健全性確認

- 令和6年能登半島地震に対しタービン建屋等内の各設備について構造強度評価及び動的機能維持評価を実施した結果、各設備の発生応力や発生加速度等は全て評価基準値以下であることから、設備の耐震健全性が確保されていることを確認した。

全評価対象設備の評価結果

以下に全評価対象設備の評価結果（前回報告時（2024年4月）の結果含む）を示す。対象設備に複数の評価部位がある場合は最小裕度となる評価部位の値を記載する。

表1 志賀1号機 構造強度評価結果（一般機器）

No.	機器名称	評価部位	発生応力の算出方法 ^{※1}	発生応力 (MPa)	評価基準値 (MPa)	評価結果	備考
1	逃がし安全弁逃がし弁機能用 アキュムレータ	胴板	A	26	150	OK	
2	逃がし安全弁自動減圧機能用 アキュムレータ	胴板	A	32	135	OK	
3	水圧制御ユニット	フレーム	A	74	205	OK	
4	ほう酸水貯蔵タンク	基礎ボルト	A	45	173	OK	
5	ほう酸水注入ポンプ	基礎ボルト	A	11	133	OK	
6	燃料取替エリア排気モニタ	取付ボルト	A	1	139	OK	
7	残留熱除去系熱交換器	基礎ボルト	B	275	318	OK	
8	残留熱除去ポンプ	基礎ボルト	A	18	350	OK	
9	低圧炉心スプレイポンプ	基礎ボルト	A	9	350	OK	
10	高圧炉心スプレイポンプ	基礎ボルト	A	12	350	OK	
11	原子炉隔離時冷却系蒸気駆動タービン	タービン取付ボルト	A	46	443	OK	
12	原子炉隔離時冷却ポンプ	基礎ボルト	A	32	455	OK	
13	燃料取替機	走行レール	A	293	483	OK	
14	使用済燃料貯蔵ラック(77体)	取付ボルト	A	79	153	OK	
15	使用済燃料貯蔵ラック(88体)	取付ボルト	A	110	153	OK	
16	使用済燃料貯蔵ラック(121体)	取付ボルト	A	125	145	OK	
17	使用済燃料貯蔵ラック(132体)	取付ボルト	A	64	153	OK	
18	制御棒・破損燃料貯蔵ラック	取付ボルト	A	118	137	OK	
19	非常用炉心冷却系制御盤	取付ボルト	A	8	173	OK	
20	原子炉緊急停止系盤	取付ボルト	A	15	173	OK	
21	原子炉冷却材再循環系計装ラック	取付ボルト	A	9	173	OK	
22	計装用無停電交流電源装置	取付ボルト	A	7	133	OK	
23	原子炉補機冷却水系熱交換器 ^{※2}	基礎ボルト	A	62	121	OK	
24	原子炉補機冷却水ポンプ ^{※2}	原動機取付ボルト	A	9	133	OK	
25	高圧炉心スプレイディーゼル 補機冷却水系熱交換器 ^{※2}	胴板	A	119	345	OK	
26	高圧炉心スプレイディーゼル 補機冷却水ポンプ ^{※2}	ポンプ取付ボルト	A	29	450	OK	
27	原子炉補機冷却海水ポンプ ^{※2}	原動機台取付ボルト	A	23	153	OK	
28	原子炉補機冷却海水系ストレーナ ^{※2}	基礎ボルト	A	8	475	OK	

No.	機器名称	評価部位	発生応力の算出方法※1	発生応力 (MPa)	評価基準値 (MPa)	評価結果	備考
29	高圧炉心スプレィディーゼル補機冷却海水ポンプ※2	ポンプ取付ボルト	A	9	153	OK	
30	高圧炉心スプレィディーゼル補機冷却海水系ストレーナ※2	基礎ボルト	A	8	475	OK	
31	直流 115V 系蓄電池	取付ボルト	A	10	133	OK	
32	高圧炉心スプレィ系直流 115V 蓄電池	取付ボルト	A	5	133	OK	
33	直流 230V 系蓄電池	取付ボルト	A	13	173	OK	
34	直流 115V 系充電器	取付ボルト	A	5	133	OK	
35	高圧炉心スプレィ系直流 115V 充電器	取付ボルト	A	5	133	OK	
36	直流 230V 系常用充電器	取付ボルト	A	8	133	OK	
37	非常用ディーゼル発電設備ディーゼル機関	基礎ボルト	A	50	254	OK	
38	非常用ディーゼル発電設備発電機	機関側軸受台取付ボルト	A	15	117	OK	
39	非常用ディーゼル発電設備空気貯槽	胴板	A	97	241	OK	
40	非常用ディーゼル発電設備空気圧縮機	基礎ボルト	A	5	141	OK	
41	非常用ディーゼル発電設備燃料ディタンク	基礎ボルト	A	18	158	OK	
42	高圧炉心スプレィディーゼル発電設備ディーゼル機関	基礎ボルト	A	50	254	OK	
43	高圧炉心スプレィディーゼル発電設備発電機	機関側軸受台取付ボルト	A	15	117	OK	
44	高圧炉心スプレィディーゼル発電設備空気貯槽	胴板	A	97	241	OK	
45	高圧炉心スプレィディーゼル発電設備空気圧縮機	基礎ボルト	A	5	141	OK	
46	高圧炉心スプレィディーゼル発電設備燃料ディタンク	基礎ボルト	A	12	158	OK	
47	軽油タンク※2	胴板	A	0.61	1	OK	座屈評価
48	軽油移送ポンプ※2	基礎ボルト	A	3	180	OK	
49	非常用ガス処理系フィルタ装置	取付ボルト	A	154	342	OK	
50	非常用ガス処理系排風機	排風機取付ボルト	A	25	150	OK	
51	非常用ガス処理系乾燥装置	基礎ボルト	A	28	169	OK	
52	可燃性ガス濃度制御系再結合装置	ベース取付溶接部	A	25	52	OK	
53	原子炉建屋クレーン	落下防止ラグ	A	202	231	OK	
54	中央制御室送風機	基礎ボルト	A	50	180	OK	
55	中央制御室排風機	基礎ボルト	A	8	180	OK	
56	中央制御室再循環送風機	基礎ボルト	A	9	180	OK	
57	中央制御室再循環フィルタ装置	基礎ボルト	A	24	133	OK	

※1 A：簡易計算法、B：詳細計算法

※2 今回評価した設備

表2 志賀1号機 構造強度評価結果 (大型機器)

No.	機器名称	評価部位	発生応力の算出方法※1	発生応力 (MPa)	評価基準値 (MPa)	評価結果	備考
1	シュラウドヘッド	シュラウドヘッド	A	67	94	OK	
2	シュラウドサポート	下部胴	A	93	161	OK	
3	炉心シュラウド	中間胴	A	55	92	OK	
4	蒸気乾燥器	耐震用ブロック	A	27	34	OK	
5	気水分離器	スタンドパイプ	A	68	130	OK	
6	燃料支持金具	周辺燃料支持金具	A	10	56	OK	
7	炉心支持板	支持板	A	122	214	OK	
8	上部格子板	グリッドプレート	A	85	214	OK	
9	ジェットポンプ	ライザブレース	A	105	174	OK	
10	制御棒案内管	ボディ	A	17	145	OK	
11	中性子束計測案内管	中性子束計測案内管	A	101	139	OK	
12	中性子源領域計測装置/ 中間領域計測装置ドライチューブ	ドライチューブ	B	178	265	OK	
13	局部出力領域計測装置検出器集合体	LPRM 検出器 カバーチューブ	B	120	172	OK	
14	給水スパージャ	レジューサ	A	5	92	OK	
15	高圧及び低圧炉心スプレイスパージャ	ヘッド	A	11	139	OK	
16	原子炉圧力容器スタビライザ	ブラケット	A	181	203	OK	
17	原子炉圧力容器基礎ボルト	基礎ボルト	A	147	207	OK	
18	原子炉圧力容器胴板	胴板	A	170	303	OK	
19	原子炉圧力容器下部鏡板	下部鏡板	A	191	303	OK	
20	原子炉圧力容器支持スカート	スカート	A	0.3	1	OK	軸圧縮 比率評価
21	制御棒駆動機構ハウジング支持金具	レストレントビーム 端部	A	127	201	OK	
22	制御棒駆動機構ハウジング貫通孔	スタブチューブ	A	163	271	OK	
23	原子炉再循環水出口ノズル(N1)	ノズルセーフエンド	A	170	193	OK	
24	原子炉再循環水入口ノズル(N2)	ノズルセーフエンド	B	129	193	OK	
25	主蒸気ノズル(N3)	ノズルエンド、ノズル セーフエンド溶接部	A	103	188	OK	
26	給水ノズル(N4)	ノズルセーフエンド	A	174	252	OK	
27	低圧炉心スプレイノズル(N5)	ノズルセーフエンド	A	146	252	OK	
28	低圧注水ノズル(N6)	ノズルセーフエンド	A	86	188	OK	
29	上蓋スプレイノズル(N7)	フランジ	A	58	426	OK	
30	上蓋スプレイノズル(N7)内管	内管	A	14	139	OK	
31	ベントノズル(N8)	フランジ	A	43	303	OK	
32	ジェットポンプ計測管 貫通部ノズル(N9)	溶接部	A	65	196	OK	

No.	機器名称	評価部位	発生応力の算出方法※1	発生応力 (MPa)	評価基準値 (MPa)	評価結果	備考
33	差圧検出・ほう酸水注入ノズル(N11)	ノズルセーフエンド	A	107	196	OK	
34	計装ノズル(N12、N13、N14)	ノズルセーフエンド	A	119	197	OK	
35	ドレンノズル(N15)	ノズルセーフエンド	A	137	262	OK	
36	高圧炉心スプレイノズル(N16)	ノズルセーフエンド	A	94	188	OK	
37	ブラケット類	蒸気乾燥器 支持ブラケット	A	135	178	OK	
38	差圧検出・ほう酸水注入系配管 (原子炉圧力容器内部)	差圧検出管	A	30	160	OK	
39	差圧検出・ほう酸水注入系配管(外管)	差圧検出管	A	42	114	OK	
40	残留熱除去系配管 (原子炉圧力容器内部)	リング	A	4	142	OK	
41	高圧及び低圧炉心スプレイ系配管	高圧炉心スプレイ系 配管	A	8	63	OK	
42	ドライウエル(円筒部・基部)	基部	A	0.29	1	OK	座屈評価
43	ドライウエル主フランジ	下部取付部	A	33	344	OK	
44	所員用エアロック	円筒胴	A	55	229	OK	
45	機器搬入用ハッチ	機器搬入用ハッチ本 体と補強板との結合 部	A	45	495	OK	
46	逃がし安全弁搬出入口	逃がし安全弁搬出 入口本体と補強板と の結合部	A	49	495	OK	
47	制御棒駆動機構搬出入口	制御棒駆動機構搬 出入口本体と補強板 との結合部	A	43	495	OK	
48	原子炉格納容器スタビライザ	ガセットプレート	B	101	215	OK	
49	原子炉格納容器配管貫通部	管台	A	142	211	OK	
50	原子炉格納容器電気配線貫通部	スリーブ	A	42	211	OK	
51	ベントヘッド	強め輪	A	152	237	OK	
52	ベント管	ベント管とドライ ウエルとの結合部	A	94	495	OK	
53	ベント管ベローズ	ベローズ	B	0.08	1	OK	疲労評価
54	ダウンカム	ベントヘッドとダ ウncamの結合部	A	154	344	OK	
55	サブプレッションチェンバ	中央部下部	A	75	237	OK	
56	サブプレッションチェンバスプレイ管	案内管	A	201	219	OK	
57	サブプレッションチェンバサポート	ベースプレート	A	147	237	OK	
58	原子炉遮へい壁	開口集中部	A	95	215	OK	
59	原子炉本体基礎	ベアリングプレート (コンクリート部)	A	9	15.6	OK	

※1 A：簡易計算法、B：詳細計算法

表3 志賀1号機 構造強度評価結果（配管）

No.	機器名称	評価部位	発生応力の算出方法 ^{※1}	発生応力 (MPa)	評価基準値 (MPa)	評価結果	備考
1	主蒸気系配管	配管本体	B	91	308	OK	全4モデル 主蒸気逃がし安全弁取外し中 ^{※2}
2	給水系配管	配管本体	A	199	209	OK	全3モデル
3	原子炉冷却材再循環系配管	配管本体	A	232	274	OK	全2モデル
4	制御棒駆動系配管	配管本体	B	81	159	OK	全21モデル
		配管サポート ^{※3}	A	884	1450	OK	単位：N
5	ほう酸水注入系配管	配管本体	A	138	283	OK	全4モデル
6	残留熱除去系配管	配管本体	B	140	219	OK	全17モデル
		配管サポート ^{※3}	B	93	96	OK	
7	低圧炉心スプレィ系配管	配管本体	A	194	221	OK	全3モデル
8	高圧炉心スプレィ系配管	配管本体	A	176	221	OK	全3モデル
9	原子炉隔離時冷却系配管	配管本体	B	139	187	OK	全5モデル
		配管サポート ^{※3}	A	3971	7354	OK	単位：N
10	原子炉冷却材浄化系配管	配管本体	B	122	182	OK	全2モデル
		配管サポート ^{※3}	A	21711	44129	OK	単位：N
11	燃料プール冷却浄化系配管	配管本体	A	21	188	OK	全5モデル
12	放射性ドレン移送系配管	配管本体	A	147	211	OK	全4モデル
13	原子炉補機冷却水系配管 ^{※4}	配管本体	B	185	233	OK	全24モデル
		配管サポート ^{※3}	B	197	245	OK	
14	高圧炉心スプレィディーゼル補機冷却水系配管 ^{※4}	配管本体	A	219	229	OK	全12モデル
15	原子炉補機冷却海水系配管 ^{※4}	配管本体	B	92	222	OK	全6モデル
		配管サポート ^{※3}	A	161560	841458	OK	単位：N
16	高圧炉心スプレィディーゼル補機冷却海水系配管 ^{※4}	配管本体	B	126	205	OK	全4モデル
		配管サポート ^{※3}	A	165	245	OK	
17	非常用ディーゼル発電設備燃料油系配管 ^{※4}	配管本体	B	187	242	OK	全6モデル
		配管サポート ^{※3}	A	102	245	OK	
18	高圧炉心スプレィディーゼル発電設備燃料油系配管 ^{※4}	配管本体	B	25	242	OK	全3モデル
19	非常用ガス処理系配管 ^{※4}	配管本体	A	154	215	OK	全4モデル
20	不活性ガス系配管	配管本体	B	202	219	OK	全3モデル
		配管サポート ^{※3}	A	196	245	OK	
21	可燃性ガス濃度制御系配管	配管本体	A	175	211	OK	全6モデル
22	各種油貯蔵及び移送系配管 ^{※4}	配管本体	B	206	231	OK	全5モデル
		配管サポート ^{※3}	A	5576	8200	OK	単位：N

※1 A：簡易計算法、B：詳細計算法

※2 主蒸気逃がし安全弁取外し中で耐震バックチェック時と評価モデルが異なることから、簡易計算法（A）を適用できないため詳細計算法（B）を適用

※3 配管本体の評価において簡易計算法（A）により算出した発生応力が評価基準値を上回り詳細計算法（B）を実施したモデルについては、当該モデルの配管サポートについても構造強度評価を実施

※4 今回評価した設備（前回報告時（2024年4月）の評価対象設備も含む系統である場合は、前回の評価結果も含めて最小裕度の値を記載）

表4 志賀1号機 動的機能維持評価結果（一般機器）

No.	機器名称	水平加速度(G)		鉛直加速度(G)		評価結果	備考
		応答 加速度	評価 基準値	応答 加速度	評価 基準値		
1	ほう酸水注入ポンプ	0.93	1.6	0.66	1.0	OK	
2	残留熱除去ポンプ	0.40	2.5	0.63	1.0	OK	
3	低圧炉心スプレイポンプ	0.40	2.5	0.27	1.0	OK	
4	高圧炉心スプレイポンプ	0.40	2.5	0.27	1.0	OK	
5	原子炉隔離時冷却系蒸気駆動タービン	0.40	2.4	0.63	1.0	OK	
6	原子炉隔離時冷却ポンプ	0.40	1.4	0.63	1.0	OK	
7	原子炉補機冷却水ポンプ※1	0.61	1.4	0.34	1.0	OK	
8	高圧炉心スプレイディーゼル 補機冷却水ポンプ※1	0.54	1.4	0.30	1.0	OK	
9	原子炉補機冷却海水ポンプ※1	2.72	10.0	0.38	1.0	OK	
10	高圧炉心スプレイディーゼル 補機冷却海水ポンプ※1	2.67	10.0	0.38	1.0	OK	
11	非常用ディーゼル発電設備 ディーゼル機関	0.66	1.1	0.43	1.0	OK	
12	非常用ディーゼル発電設備 発電機	0.66	1.1	0.43	1.0	OK	
13	高圧炉心スプレイディーゼル発電設備 ディーゼル機関	0.66	1.1	0.43	1.0	OK	
14	高圧炉心スプレイディーゼル発電設備 発電機	0.66	1.1	0.43	1.0	OK	
15	軽油移送ポンプ※1	0.64	4.7	0.42	1.0	OK	
16	非常用ガス処理系排風機	1.03	2.3	0.45	1.0	OK	
17	可燃性ガス濃度制御系再結合装置	1.03	2.6	0.45	1.0	OK	
18	中央制御室送風機	1.03	2.3	0.45	1.0	OK	
19	中央制御室排風機	0.93	2.6	0.66	1.0	OK	
20	中央制御室再循環送風機	0.93	2.6	0.66	1.0	OK	

※1 今回評価した設備

表 5 志賀 1 号機 動的機能維持評価結果 (弁)

No.	機器名称	水平加速度(G)		鉛直加速度(G)		評価結果	備考
		応答 加速度	評価 基準値	応答 加速度	評価 基準値		
1	主蒸気系弁	3.57	10.0	0.57	6.2	OK	全 8 弁
2	給水系弁	1.23	6.0	3.27	6.0	OK	全 4 弁
3	ほう酸水注入系弁	3.36	6.0	1.82	6.0	OK	全 2 弁
4	残留熱除去系弁	4.39	6.0	1.74	6.0	OK	全 33 弁
5	低圧炉心スプレイ系弁	5.25	6.0	1.96	6.0	OK	全 4 弁
6	高圧炉心スプレイ系弁	2.53	6.0	1.38	6.0	OK	全 3 弁
7	原子炉隔離時冷却系弁	1.63	6.0	0.92	6.0	OK	全 5 弁
8	原子炉冷却材浄化系弁	5.01	6.0	1.10	6.0	OK	全 3 弁
9	放射性ドレン移送系弁	3.50	6.0	0.90	6.0	OK	全 4 弁
10	原子炉補機冷却水系弁 ^{※1}	4.76	6.0	2.14	6.0	OK	全 20 弁
11	高圧炉心スプレイディーゼル 補機冷却水系弁 ^{※1}	5.40	6.0	0.41	6.0	OK	全 7 弁
12	原子炉補機冷却海水系弁 ^{※1}	2.38	6.0	1.12	6.0	OK	全 4 弁
13	高圧炉心スプレイディーゼル 補機冷却海水系弁 ^{※1}	2.76	6.0	0.41	6.0	OK	全 2 弁
14	非常用ガス処理系弁	1.57	6.0	2.18	6.0	OK	全 6 弁
15	不活性ガス系弁	2.76	6.0	4.29	6.0	OK	全 8 弁
16	可燃性ガス濃度制御系弁	5.22	6.0	3.88	6.0	OK	全 6 弁

※1 今回評価した設備（前回報告時（2024 年 4 月）の評価対象設備も含む系統である場合は、前回の評価結果も含めて最小裕度の値を記載）

表6 志賀2号機 構造強度評価結果 (一般機器)

No.	機器名称	評価部位	発生応力の算出方法※1	発生応力 (MPa)	評価基準値 (MPa)	評価結果	備考
1	逃がし安全弁逃がし弁機能用 アキュムレータ	胴板	A	24	150	OK	
2	逃がし安全弁自動減圧機能用 アキュムレータ	胴板	A	30	135	OK	
3	水圧制御ユニット	フレーム	A	58	234	OK	
4	ほう酸水貯蔵タンク	基礎ボルト	A	63	160	OK	
5	ほう酸水注入ポンプ	ポンプ取付ボルト	A	14	122	OK	
6	燃料取替エリア排気モニタ	取付ボルト	A	8	139	OK	
7	原子炉棟・タービン建屋換気空調系 原子炉棟排気モニタ	取付ボルト	A	3	139	OK	
8	主蒸気管モニタ	取付ボルト	A	1未満	179	OK	
9	残留熱除去系熱交換器	胴板	B	115	373	OK	
10	残留熱除去ポンプ	基礎ボルト	A	9	350	OK	
11	高圧炉心注水ポンプ	基礎ボルト	A	12	350	OK	
12	原子炉隔離時冷却系蒸気駆動タービン	タービン取付ボルト	A	26	443	OK	
13	原子炉隔離時冷却ポンプ	基礎ボルト	A	28	455	OK	
14	燃料取替機	ガーダボルト	B	198	525	OK	
15	使用済燃料貯蔵ラック(88体)	基礎ボルト	A	111	153	OK	
16	使用済燃料貯蔵ラック(96体)	基礎ボルト	A	120	153	OK	
17	使用済燃料貯蔵ラック(121体)	基礎ボルト	A	137	153	OK	
18	使用済燃料貯蔵ラック(132体A)	基礎ボルト	A	128	153	OK	
19	使用済燃料貯蔵ラック(132体B)	基礎ボルト	A	133	153	OK	
20	使用済燃料貯蔵ラック(144体)	基礎ボルト	A	129	153	OK	
21	制御棒・破損燃料貯蔵ラック	基礎ボルト	A	122	153	OK	
22	運転監視補助盤	取付ボルト	A	15	173	OK	
23	E S F 盤	取付ボルト	A	19	173	OK	
24	S R N M前置増幅器盤	取付ボルト	A	15	173	OK	
25	原子炉系計装ラック	取付ボルト	A	6	173	OK	
26	計装用無停電交流電源装置	取付ボルト	A	10	173	OK	
27	原子炉補機冷却水系熱交換器※2	基礎ボルト	A	67	120	OK	
28	原子炉補機冷却水ポンプ※2	原動機取付ボルト	A	12	158	OK	
29	原子炉補機冷却海水ポンプ※2	原動機取付ボルト	A	12	118	OK	
30	原子炉補機冷却海水系ストレーナ※2	基礎ボルト	A	5	475	OK	
31	115V 非常用蓄電池	取付ボルト	A	11	173	OK	全9台
32	115V 非常用充電器盤	取付ボルト	A	5	133	OK	全3台
33	非常用ディーゼル発電設備 ディーゼル機関	基準軸受面圧	A	18	25	OK	
34	非常用ディーゼル発電設備 発電機	機関側軸受台下部 ベース取付ボルト	A	106	243	OK	
35	非常用ディーゼル発電設備 空気貯槽	胴板	A	112	241	OK	

No.	機器名称	評価部位	発生応力の算出方法※1	発生応力 (MPa)	評価基準値 (MPa)	評価結果	備考
36	非常用ディーゼル発電設備 空気圧縮機	基礎ボルト	A	5	139	OK	
37	非常用ディーゼル発電設備 燃料ディタンク	基礎ボルト	A	11	122	OK	
38	軽油タンク※2	胴板	A	0.38	1	OK	座屈評価
39	燃料移送ポンプ※2	基礎ボルト	A	4	173	OK	
40	非常用ガス処理系フィルタ装置	装置取付ボルト	A	139	342	OK	
41	非常用ガス処理系排風機	排風機取付ボルト	A	64	148	OK	
42	非常用ガス処理系乾燥装置	基礎ボルト	A	26	169	OK	
43	可燃性ガス濃度制御系再結合装置	ベース取付溶接部	A	19	52	OK	
44	原子炉建屋クレーン	横行レール	A	353	549	OK	
45	中央制御室送風機	基礎ボルト	A	12	173	OK	
46	中央制御室排風機	基礎ボルト	A	4	180	OK	
47	中央制御室再循環送風機	基礎ボルト	A	4	139	OK	
48	中央制御室再循環フィルタ装置	基礎ボルト	A	14	133	OK	

※1 A：簡易計算法、B：詳細計算法

※2 今回評価した設備

表7 志賀2号機 構造強度評価結果 (大型機器)

No.	機器名称	評価部位	発生応力の算出方法※1	発生応力 (MPa)	評価基準値 (MPa)	評価結果	備考
1	シュラウドヘッド	鏡板	A	122	191	OK	
2	シュラウドサポート	下部胴	A	49	128	OK	
3	炉心シュラウド	下部胴上端	A	41	127	OK	
4	上蓋スプレイベントノズル(内管)	内管	A	11	138	OK	
5	蒸気乾燥器	耐震用ブロック	A	24	181	OK	
6	気水分離器	スタンドパイプ	A	92	127	OK	
7	燃料支持金具	周辺燃料支持金具	A	14	85	OK	
8	炉心支持板	支持板	A	120	213	OK	
9	上部格子板	グリッドプレート	A	83	213	OK	
10	原子炉冷却材再循環ポンプ	スタッドボルト	A	189	300	OK	
11	原子炉冷却材再循環ポンプモータケーシング	ケーシング	A	118	165	OK	
12	制御棒案内管	下部溶接部	A	9	92	OK	
13	中性子束計測案内管	中性子束計測案内管	A	5	138	OK	
14	起動領域モニタドライチューブ	パイプ	B	295	308	OK	
15	局部出力領域モニタ検出器集合体	カバーチューブ	B	133	200	OK	
16	給水スパージャ	ヘッド	A	23	213	OK	
17	低圧炉心注水スパージャ	ヘッド	A	19	213	OK	
18	高圧炉心注水スパージャ	ヘッド	A	34	213	OK	
19	原子炉圧力容器スタビライザ	ブラケット	A	106	172	OK	
20	原子炉圧力容器基礎ボルト	基礎ボルト	A	195	499	OK	
21	原子炉圧力容器胴板	胴板	A	185	303	OK	
22	原子炉圧力容器下部鏡板	球殻部	A	198	303	OK	
23	原子炉圧力容器支持スカート	スカート	A	0,2	1	OK	軸圧縮比率評価
24	制御棒駆動機構ハウジングレストレントビーム	プレート	A	117	176	OK	
25	制御棒駆動機構ハウジング貫通孔	スタブチューブ	A	77	99	OK	
26	原子炉冷却材再循環ポンプ貫通孔(N1)	ケーシング側付け根R部	A	259	438	OK	
27	主蒸気ノズル(N3)	ノズルセーフエンド	A	100	303	OK	
28	給水ノズル(N4)	ノズルセーフエンド	A	179	252	OK	
29	低圧注水ノズル(N6)	ノズルセーフエンド	A	161	252	OK	
30	上蓋スプレイベントノズル(N7)	フランジ	A	222	411	OK	
31	原子炉停止時冷却材出口ノズル(N8)	ノズルセーフエンド	A	105	188	OK	
32	原子炉冷却材再循環ポンプ差圧検出ノズル(N9)	肉盛溶接部	A	116	295	OK	
33	原子炉停止時冷却材出口ノズル(N10)	ノズルセーフエンド	A	146	252	OK	
34	炉心支持板差圧検出ノズル(N11)	肉盛溶接部	A	94	295	OK	
35	計装ノズル(N12)	ノズルセーフエンド	A	123	206	OK	

No.	機器名称	評価部位	発生応力の算出方法※1	発生応力 (MPa)	評価基準値 (MPa)	評価結果	備考
36	計装ノズル(N13)	ノズルセーフエンド	A	128	206	OK	
37	計装ノズル(N14)	ノズルセーフエンド	A	50	142	OK	
38	ドレンノズル(N15)	肉盛溶接部	A	181	282	OK	
39	高圧炉心注水ノズル(N16)	ノズルセーフエンド	A	125	188	OK	
40	ブラケット類	上部ガイドロッド ブラケット	A	144	205	OK	
41	炉心支持板差圧検出配管	配管(炉外)	A	53	85	OK	
42	高圧炉心注水系配管 (原子炉圧力容器内部)	配管	A	20	213	OK	
43	原子炉再循環ポンプ差圧検出配管	配管(炉外)	A	6	85	OK	
44	クエンチャサポート	クエンチャサポート 基礎	A	372	473	OK	
45	原子炉格納容器ライナ部	ライナプレート	A	0.00022	0.005	OK	圧縮ひずみ評価
46	ドライウエル上鏡	フランジプレート (上側)	A	26	264	OK	
47	所員用エアロック (上部ドライウエル)	ガセットプレート (外側)	A	41	132	OK	
48	所員用エアロック (下部ドライウエル)	所員用エアロック円筒 胴と鏡板との取付部	A	27	344	OK	
49	機器搬入用ハッチ (上部ドライウエル)	ガセットプレート (外側)	A	36	132	OK	
50	機器搬入用ハッチ (下部ドライウエル)	機器搬入用ハッチ円筒 胴と鏡板との取付部	A	10	229	OK	
51	下部ドライウエルアクセストンネル スリーブ及び鏡板 (所員用エアロック付)	ガセットプレート (外側)	A	66	132	OK	
52	下部ドライウエルアクセストンネル スリーブ及び鏡板 (機器搬入用ハッチ付)	ガセットプレート (外側)	A	52	132	OK	
53	サブプレッションチェンバ出入口	ガセットプレート (外側)	A	14	137	OK	
54	原子炉格納容器配管貫通部	フランジプレート (内側)	B	241	264	OK	
55	原子炉格納容器電気配線貫通部	ガセットプレート	A	114	132	OK	
56	ダイヤフラムフロア	円周方向(No.5、 No.6、No.7、No.8)	A	705	947	OK	単位： kg/cm
57	ベント管(リターンライン有)	リターンラインの垂直 管との取付部	A	42	127	OK	
58	ベント管(リターンライン無)	水平吐出管の垂直管と の取付部	A	22	127	OK	
59	ドライウエルスプレイ管	スプレイ管	A	152	211	OK	
60	サブプレッションチェンバスプレイ管	スプレイ管	A	147	219	OK	
61	下部ドライウエルアクセストンネル	原子炉本体基礎側フレ キシブルジョイント部	A	269	427	OK	
62	原子炉遮へい壁	開口集中部	A	99	235	OK	
63	原子炉本体の基礎	ブラケット部	A	212	246	OK	

※1 A：簡易計算法、B：詳細計算法

表8 志賀2号機 構造強度評価結果（配管）

No.	機器名称	評価部位	発生応力の算出方法 ^{※1}	発生応力 (MPa)	評価基準値 (MPa)	評価結果	備考
1	主蒸気系配管	配管本体	B	153	281	OK	全 13 モデル サポート移設実施 ^{※2}
2	給水系配管	配管本体	A	144	182	OK	全 3 モデル
3	制御棒駆動系配管	配管本体	A	188	243	OK	全 6 モデル
4	ほう酸水注入系配管	配管本体	A	254	283	OK	全 2 モデル
5	残留熱除去系配管	配管本体	B	85	198	OK	全 16 モデル サポート移設実施 ^{※2}
6	高圧炉心注水系配管	配管本体	A	151	219	OK	全 6 モデル
7	原子炉隔離時冷却系配管	配管本体	A	172	182	OK	全 5 モデル
8	原子炉冷却材浄化系配管	配管本体	B	157	187	OK	全 4 モデル
		配管サポート ^{※3}	A	43776	117679	OK	単位：N
9	燃料プール冷却浄化系配管	配管本体	A	20	188	OK	全 5 モデル
10	放射性ドレン移送系配管	配管本体	A	215	231	OK	全 4 モデル
11	原子炉補機冷却水系配管 ^{※4}	配管本体	B	137	233	OK	全 38 モデル サポート移設実施 ^{※2}
12	原子炉補機冷却海水系配管 ^{※4}	配管本体	B	91	239	OK	全 15 モデル サポート移設実施 ^{※2}
13	非常用ディーゼル発電設備 燃料油系配管 ^{※4}	配管本体	B	61	212	OK	全 8 モデル
14	非常用ガス処理系配管 ^{※4}	配管本体	A	79	214	OK	全 4 モデル
15	不活性ガス系配管	配管本体	A	75	225	OK	全 3 モデル
16	可燃性ガス濃度制御系配管	配管本体	A	155	231	OK	全 4 モデル

※1 A：簡易計算法、B：詳細計算法

※2 サポート移設により耐震バックチェック時と評価モデルが異なることから、簡易計算法（A）を適用できないため詳細計算法（B）を適用

※3 配管本体の評価において簡易計算法（A）により算出した発生応力が評価基準値を上回り詳細計算法（B）を実施したモデルについては、当該モデルの配管サポートについても構造強度評価を実施

※4 今回評価した設備（前回報告時（2024年4月）の評価対象設備も含む系統である場合は、前回の評価結果も含めて最小裕度の値を記載）

表9 志賀2号機 動的機能維持評価結果（一般機器）

No.	機器名称	水平加速度(G)		鉛直加速度(G)		評価結果	備考
		応答 加速度	評価 基準値	応答 加速度	評価 基準値		
1	ほう酸水注入ポンプ	0.84	1.6	0.48	1.0	OK	
2	残留熱除去ポンプ	0.39	2.5	0.27	1.0	OK	
3	高压炉心注水ポンプ	0.39	2.5	0.27	1.0	OK	
4	原子炉隔離時冷却系蒸気駆動タービン	0.40	2.4	0.27	1.0	OK	
5	原子炉隔離時冷却ポンプ	0.40	1.4	0.27	1.0	OK	
6	原子炉補機冷却水ポンプ※1	0.66	1.4	0.49	1.0	OK	
7	原子炉補機冷却海水ポンプ※1	0.51	2.5	0.37	1.0	OK	
8	非常用ディーゼル発電設備 ディーゼル機関	0.65	1.1	0.64	1.0	OK	
9	非常用ディーゼル発電設備 発電機	0.65	1.1	0.64	1.0	OK	
10	燃料移送ポンプ※1	0.77	4.7	0.44	1.0	OK	
11	非常用ガス処理系排風機	0.86	2.3	0.48	1.0	OK	
12	可燃性ガス濃度制御系再結合装置	0.63	2.6	0.64	1.0	OK	
13	中央制御室送風機	0.55	2.3	0.44	1.0	OK	
14	中央制御室排風機	0.55	2.6	0.44	1.0	OK	
15	中央制御室再循環送風機	0.55	2.6	0.44	1.0	OK	

※1 今回評価した設備

表 1 0 志賀 2 号機 動的機能維持評価結果 (弁)

No.	機器名称	水平加速度(G)		鉛直加速度(G)		評価結果	備考
		応答 加速度	評価 基準値	応答 加速度	評価 基準値		
1	主蒸気系弁	4.80	9.6	1.23	6.1	OK	全 26 弁
2	給水系弁	1.24	6.0	0.62	6.0	OK	全 4 弁
3	ほう酸水注入系弁	1.40	6.0	0.58	6.0	OK	全 2 弁
4	残留熱除去系弁	1.43	6.0	0.53	6.0	OK	全 36 弁
5	高圧炉心注水系弁	3.81	6.0	1.73	6.0	OK	全 8 弁
6	原子炉隔離時冷却系弁	1.51	6.0	1.84	6.0	OK	全 5 弁
7	原子炉冷却材浄化系弁	4.01	6.0	1.46	6.0	OK	全 2 弁
8	放射性ドレン移送系弁	4.38	6.0	0.99	6.0	OK	全 4 弁
9	原子炉補機冷却水系弁 ^{※1}	3.17	6.0	0.59	6.0	OK	全 33 弁
10	原子炉補機冷却海水系弁 ^{※1}	1.03	6.0	0.59	6.0	OK	全 6 弁
11	非常用ガス処理系弁	3.30	6.0	0.63	6.0	OK	全 6 弁
12	不活性ガス系弁	1.86	6.0	3.54	6.0	OK	全 7 弁
13	可燃性ガス濃度制御系弁	1.08	6.0	0.76	6.0	OK	全 6 弁

※1 今回評価した設備 (前回報告時 (2024 年 4 月) の評価対象設備も含む系統である場合は、前回の評価結果も含めて最小裕度の値を記載)

以 上