

# 東海第二発電所

## 工事計画認可申請に係る論点整理について

平成30年5月17日

日本原子力発電株式会社

本資料のうち、は営業秘密又は核物質防護上の観点から公開できません。

# 工事計画認可申請に係る論点整理について

No	ご説明内容	頁
1	第562回審査会合(工事計画認可申請に係る論点整理:平成30年4月5日)以降の審査において、新たに8件の論点を抽出した。これらの論点について対応状況をご説明する。	2~35
2	第562回審査会合(工事計画認可申請に係る論点整理:平成30年4月5日)で抽出した「ブローアウトパネル及び関連設備」のコメント回答についてご説明する。	36~54

## 1. 新規の論点整理(8件)

分類	No	説明項目 (論点)	区分
耐津波	1	防潮堤ルート変更後の敷地に遡上する津波の流速, 浸水深	○
	2	鋼製防護壁の上部構造と下部構造の接合部の評価	○
耐震	3	立坑構造物の解析モデル変更について	○
	4	原子炉建屋基礎盤の耐震評価	—
	5	地震観測記録を踏まえた耐震評価への影響	○
	6	機器の動的機能維持評価(弁の高振動数領域の考慮)	○
機械設計	7	ECCSポンプのNPSHの評価手法	—
	8	SM材の使用制限(2.9MPa)を超えた範囲での使用	—

## 2. 既存の論点整理のコメント回答(1件)

分類	No	説明項目 (コメント回答)	区分
機械設計	1	ブローアウトパネル及び関連設備	○

【区分】 ○: 設置許可引継ぎ

## 【論点－1】 防潮堤ルート変更後の敷地に遡上する津波の浸水深及び流速

### 1. 概要

防潮堤ルート変更後の敷地に遡上する津波の浸水深及び流速を遡上解析にて確認する。

### 2. 確認事項

防潮堤ルート変更後の敷地モデルにて遡上解析を実施し、最大浸水深及び最大流速を確認する。

### 3. 確認結果

遡上解析を行った結果、防潮堤ルート変更前後で最大浸水深及び最大流速に大きな差はなく、防潮堤ルート変更前に設定した設計用浸水深1.0m及び流速2.0m/sの設定を変更する必要がないことを確認した。

東海発電所建屋を反映した追加解析も実施し、東海発電所建屋が存在したとしても東二原子炉建屋周辺に局所的な水位上昇がないことを確認した。



図1 防潮堤ルート変更後の浸水深分布図

表1 防潮堤ルート変更後の最大浸水深、最大流速一覧表  
(東海発電所建屋のない場合)

施設・設備	最大浸水深 [m]	最大流速 <東西方向> [m/s]	最大流速 <南北方向> [m/s]
①原子炉建屋	0.43	+0.07	-0.96
②緊急用海水ポンプピット	0.22	-0.39	+0.04
③格納容器圧力逃がし装置フィルタ装置格納槽	0.50	+0.32	-1.28

# 東海発電所建屋モデルの追加に伴う局所的浸水深の上昇有無



図2 防潮堤ルート変更後の浸水深分布図

[浸水深]

・原子炉建屋南側エリアにおいて浸水深の局所的な上昇は認められなかった。

追加した東海発電所建屋は、原子炉建屋南側エリアから見ると、津波の流入方向の上流側に存在することから、津波の影響が緩和される結果が得られている。

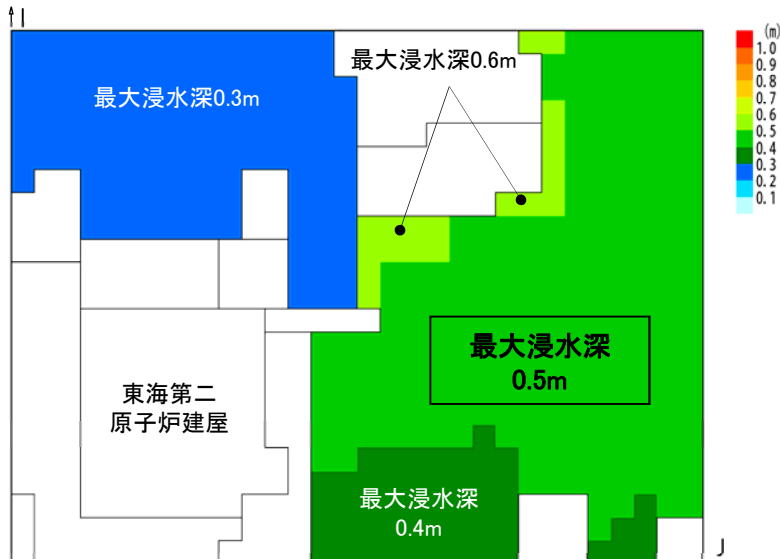


図3 防潮堤ルート変更後の浸水深分布拡大図 (東一なしモデル)

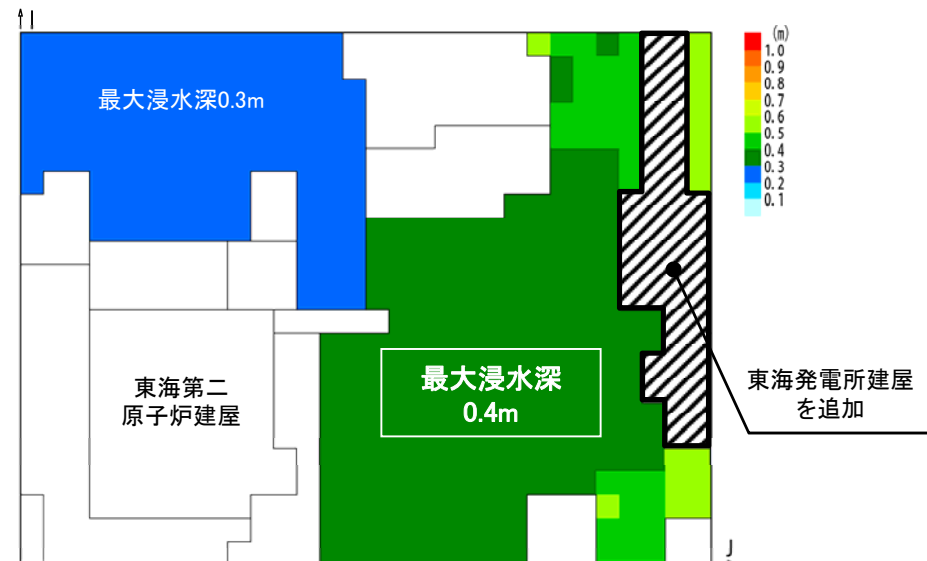


図4 防潮堤ルート変更後の浸水深分布拡大図 (東一追加モデル)

## 【論点一2】 鋼製防護壁の上部構造と下部構造の接合部の評価(1/3)

### 1. 概要

直接定着式アンカーボルトの鋼製防護壁への適用性の確認及び接合部の設計方法の妥当性の確認を三次元解析（COM3）の評価結果を踏まえて行う。

### 2. 確認事項

三次元解析（COM3）結果を用いて以下を確認する。

- ① 直接定着式アンカーボルトの鋼製防護壁への適用性の確認
- ② 接合部の設計方法の妥当性の確認

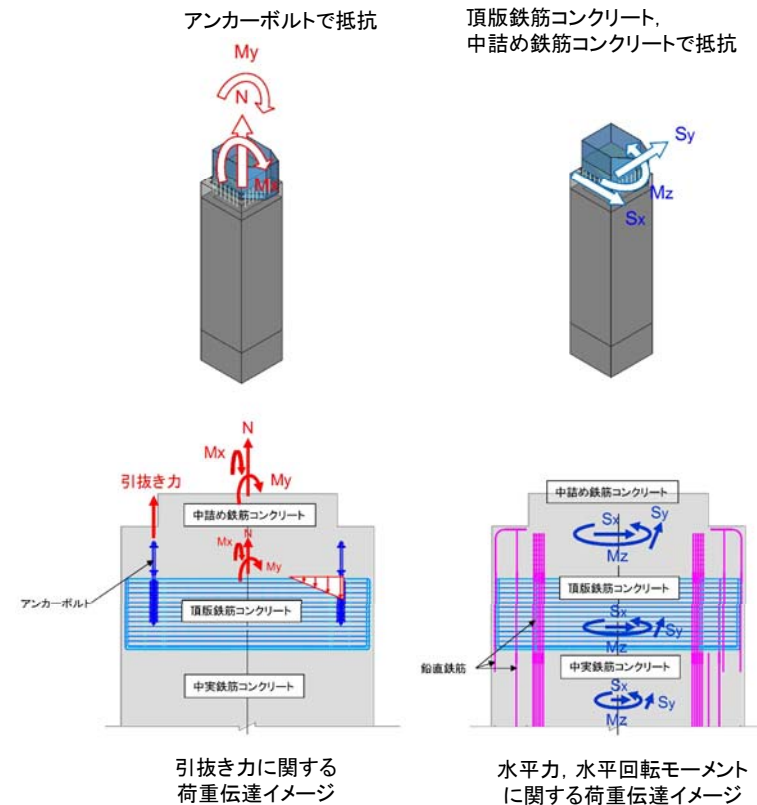
### 3. 評価方針

- ① 直接定着式アンカーボルトの鋼製防護壁への適用性の確認
  - ・ 三次元解析（COM3）により6成分の荷重が同時に作用した場合においても、アンカーボルトに生じる引張り応力が弾性範囲内に収まっていることを確認する。

#### 【設計思想】

アンカーボルトは本来、引抜き力及びせん断力に抵抗できる部材であることから、鋼構造物設計基準（名古屋高速道路公社）の「7.2 アンカー部の設計方法」においては、アンカーボルトに水平方向のせん断力も許容限界以内で受けもたせる設計方法となっている。

一方、鋼製防護壁においては、保守的な配慮として、接合部の水平回転モーメント（水平トルク）及び水平力によるせん断力に対するアンカーボルトの抵抗力は設計上期待せず、接合部の水平回転モーメント及び水平力によるせん断力に対しては、設計上鉄筋コンクリートのみの耐力でも、弾性範囲内で負担可能とするという設計思想である。



荷重伝達のメカニズム

## 【論点－2】 鋼製防護壁の上部構造と下部構造の接合部の評価(2/3)

### ② 接合部の設計方法の妥当性の確認

- 接合部の設計は、各部材毎に弾性範囲内で設計するが、部材が一体となった三次元構造において6成分の荷重が同時に作用した場合においても、各部材が弾性範囲内で設計荷重を受け持つことができていることを確認する。

設計における適用基準と許容限界

	部 位	照 査 項 目	許容限界 (照査応力度)	許容限界が弾性範囲内か保有水平耐力範囲かの区分	適用基準
引抜き力 ( $M_x, M_y, N$ )	アンカーボルト	曲げ軸応力	許容応力度 $\times 1.5$	弾性範囲内	鋼構造物設計基準(Ⅱ鋼製橋脚編)
			降伏応力度		
		引抜き力	許容応力度 $\times 1.5$ 許容応力度 $\times 2.0$	弾性範囲内	鋼構造物設計基準(Ⅱ鋼製橋脚編)
		コーンせん断(鉄筋補強あり)	許容応力度 $\times 1.5$	弾性範囲内	鋼構造物設計基準(Ⅱ鋼製橋脚編)
水平力 ( $S_x, S_y$ )  水平回転モーメント ( $M_z$ )	中詰め鉄筋コンクリート 及び 頂版鉄筋コンクリート	鉄筋応力	許容応力度 $\times 1.5$	弾性範囲内	道路橋示方書・同解説(Ⅰ共通編)(SD490)
			降伏応力度		
		コンクリート応力(圧縮応力)	許容応力度 $\times 1.5$ 許容応力度 $\times 2.0$	弾性範囲内	コンクリート標準示方書[構造性能照査編] 道路土工カルバート工指針
		コンクリート応力 (水平力によるせん断応力)	許容応力度 $\times 1.5$ 許容応力度 $\times 2.0$	弾性範囲内	コンクリート標準示方書[構造性能照査編] 道路土工カルバート工指針
		コンクリート応力(水平回転モーメントによるせん断応力)	許容応力度 $\times 1.5$ 許容応力度 $\times 2.0$	弾性範囲内	コンクリート標準示方書[構造性能照査編] 道路土工カルバート工指針

### (その他確認項目)

- 設計荷重を超える荷重に対しては、十分な靱性を有する構造であることを確認し、荷重伝達メカニズムと三次元挙動を把握する。

### 4. 今後の予定

- 三次元解析(COM3)の評価結果を5月末から6月中旬にかけて順次説明予定。

## 設計方針

- 鋼製防護壁は浸水防護施設であることから、本震時、津波時、余震と津波の重畳時の何れに対しても構造部材の弾性範囲内で設計を行う。
- 鋼製防護壁本体の自重及び地震や津波による設計荷重を確実に基礎へ伝達させる。
- 引抜き力に対しては、設計上アンカーボルトのみで負担できる設計とする。
- 水平回転モーメントと水平力によるせん断力に対しては、設計上中詰め鉄筋コンクリート及び頂版鉄筋コンクリートのみで負担できる設計とする。

### 荷重分担の考え方

- ・引抜き力に対しては、設計上直接定着式アンカーボルトのみで負担できる設計とする。
- ・水平力及び水平回転モーメントに対しては、設計上中詰め鉄筋コンクリート及び頂版鉄筋コンクリートのみで負担できる設計とする。



### 各荷重分担に応じた技術基準類の準拠

- ・引抜き力への対応・・・直接定着式アンカーボルトを設計(鋼構造物設計基準(名古屋高速道路公社))(許容応力度法)
- ・水平力及び水平回転モーメントへの対応・・・中詰め鉄筋コンクリート、頂版鉄筋コンクリートを設計(コンクリート標準示方書(土木学会), 道路橋示方書(日本道路協会))(許容応力度法)

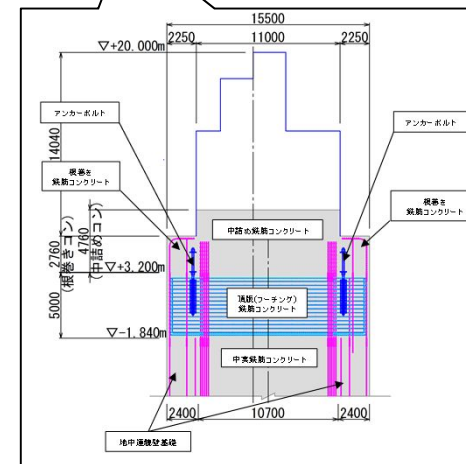
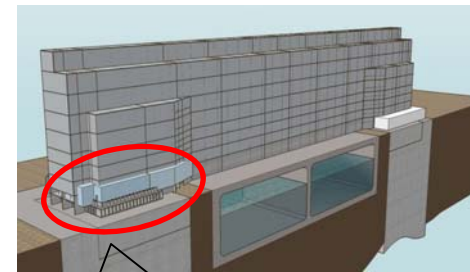


### 技術基準の併用

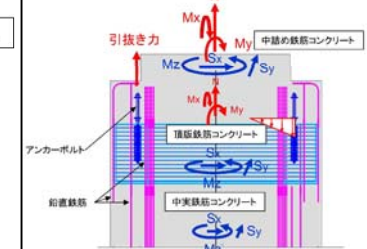
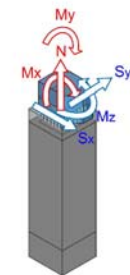
- ・鋼構造物設計基準(名古屋高速道路公社)及びコンクリート標準示方書(土木学会)並びに道路橋示方書(日本道路協会)はともに弾性範囲内での設計に適用することから、基準を併用することに問題はない。



- ・接合部の各部材は、荷重分担に応じて、それぞれの技術基準類に準拠し保守的な条件の設計を実施するが、三次元解析(COM3)により、接合部の一体構造の挙動を考慮した精緻な解析を行い、設計荷重に対する各部材の応力が弾性範囲内に収まっていることを確認する。



接合部の構造



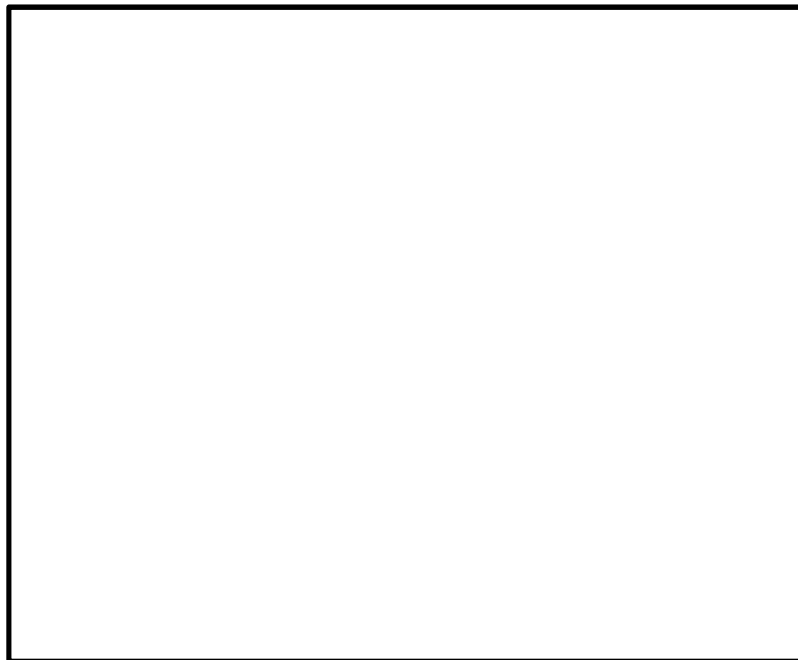
引抜き力及び水平力、水平回転モーメントに関する荷重伝達イメージ

## 【論点ー3】 立坑構造物の解析モデル変更について(1/2)

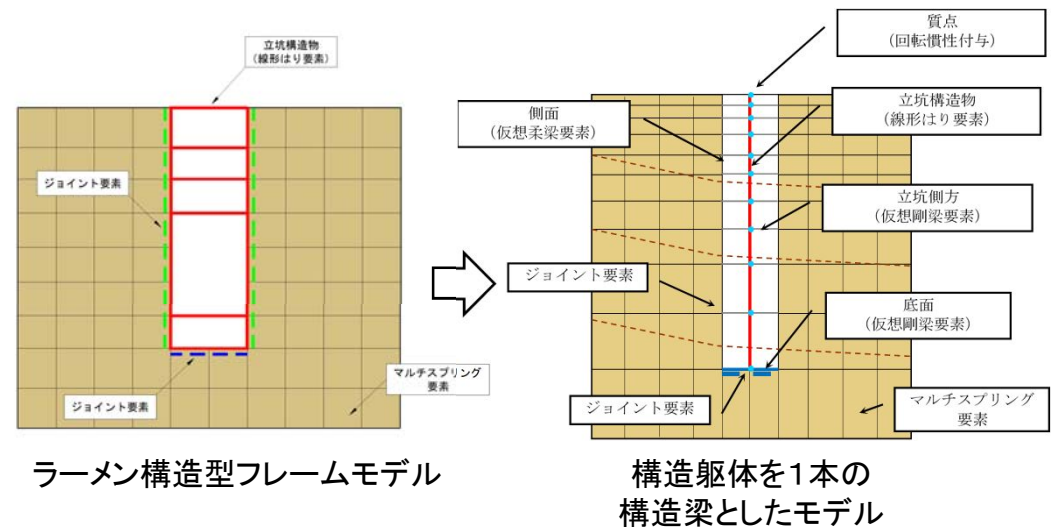
### 1. 概要

立坑構造の施設としては、円筒形のものとしてSA用海水ピット取水塔，SA用海水ピット，代替淡水貯槽がある。矩形のものとしては、常設代替高圧電源装置用カルバート(立坑部)，常設低圧代替注水系ポンプ室及び緊急用海水ポンプピットがある。

地震時の解析モデルにおいて、円筒形立坑は既工認プラントと同様に構造躯体を1本の鉛直構造梁としてモデル化し、矩形立坑はラーメン構造型フレームとしてモデル化を行っていた。しかし、既工認プラントと同様に1本の鉛直構造梁の解析モデルへ統一することが審査の円滑な進捗のために望ましいと判断し、矩形立坑については解析モデルの変更を行った。



屋外重要土木構造物の平面配置図





## 【論点ー3】 立坑構造物の解析モデル変更について(2/2)

### 2. 確認事項

- ・ 矩形の立坑構造物を円筒形の立坑構造物と同様の鉛直はりモデルに統一する

### 3. 確認状況

- ・ 矩形の立坑構造物を円筒形の立坑構造物と同様の鉛直はりモデルに統一した
- ・ 解析モデルの変更及び解析評価を実施中

### 4. 今後の予定

- ・ 6つの立坑構造物に係る解析条件（基本方針）の説明は予定通り5月末までに説明する
- ・ 解析結果のうち、解析モデルの変更がない円筒形立坑は予定通り6月末までに提出する
- ・ 解析モデルの変更が伴う矩形立坑の解析結果は7月末までに提出する  
（変更前の解析モデルにおいて実施していた耐震評価において、構造が成立する見通しを得ている）

説明スケジュール

		4月	5月	6月	7月	
解析条件	6つの立坑構造物	説明				
解析結果	円形立坑 (解析モデルの変更がない 3つの立坑構造物)		計算	確認		
	矩形立坑 (解析モデルの変更が伴う 3つの立坑構造物)			計算	確認	

## 【論点－4】原子炉建屋基礎盤の耐震評価(1/7)

### 1. 概要

- 原子炉建屋基礎盤の耐震評価について、評価への影響が大きい事項について、整理する。

No.	項目	内容
1	応力解析モデルの境界条件	・既工認モデルと同様に人工岩盤を考慮しないモデルを適用する。 (2/13補正申請における応力解析モデルから見直すこととする。)
2	荷重の入力方法	・地震応答解析に基づき設定した地震力を、既工認と同様の手法(せん断力分配解析)により応力解析モデルに入力する。
3	局所応力の取り扱い(応力平均化)	・局所的な応力集中に対し、構造仕様及び周辺の応力分布を考慮したうえで、周辺要素との応力平均化を行う。
4	許容限界	・面材としての応力再配分が期待できることを踏まえ、梁の終局強度式を適用する。

※人工岩盤のモデル化は、地盤のせん断剛性による連成ばねを考慮しないウインクラ―ばねが基礎スラブの評価上の拘束条件として保守側ではあるが現実的ではない設定となっていることを踏まえ、より現実的な荷重伝達を考慮することを目的としたものであるが、既工認モデルと同様に人工岩盤を考慮しないモデルに見直すこととする。人工岩盤ありのモデルは現実的な応力状態を確認するための参考として位置付ける。

### 2. 確認事項

- 評価手法の妥当性について確認する。

### 3. 確認状況

- 局所応力に対し既工認実績のある応力平均化を行う際の平均化範囲の考え方について説明方針を示した。
- 許容限界として既工認実績のない終局強度式を適用することに対し、妥当性の説明方針を示した。

### 4. 今後の予定

- 上記内容の詳細を説明したうえで、評価結果を取りまとめて提示する。(6月末予定)

## 【論点－4】原子炉建屋基礎盤の耐震評価(2/7)

原子炉建屋基礎盤は耐震設計上の位置づけとして3つの領域に区分される。

表1 原子炉建屋基礎盤の領域と分類

記号	部位		分類	機能
A	原子炉建屋基礎盤	原子炉格納容器 底部コンクリートマット	・Sクラスの設備(原子炉格納容器) ・Sクラスの設備の間接支持構造物	支持機能
B		原子炉棟基礎	・Sクラスの設備 ・Sクラスの設備の間接支持構造物	支持機能
C		付属棟基礎	・Sクラスの設備の間接支持構造物	支持機能

本日ご説明

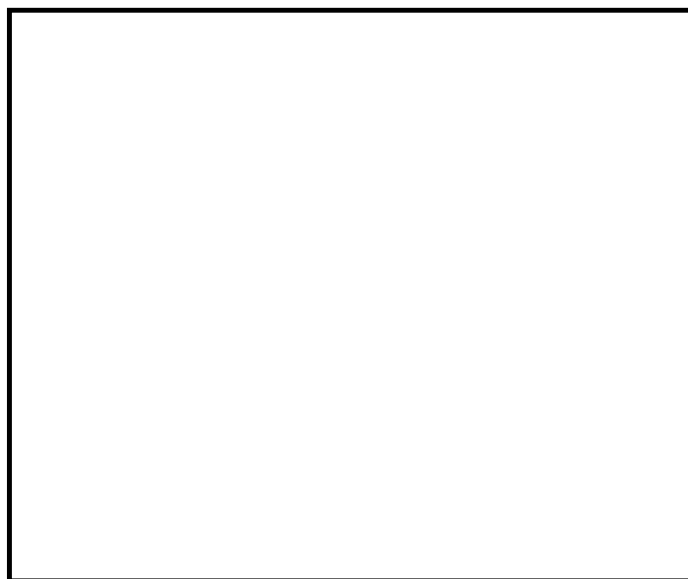


図1 原子炉建屋概略平面図

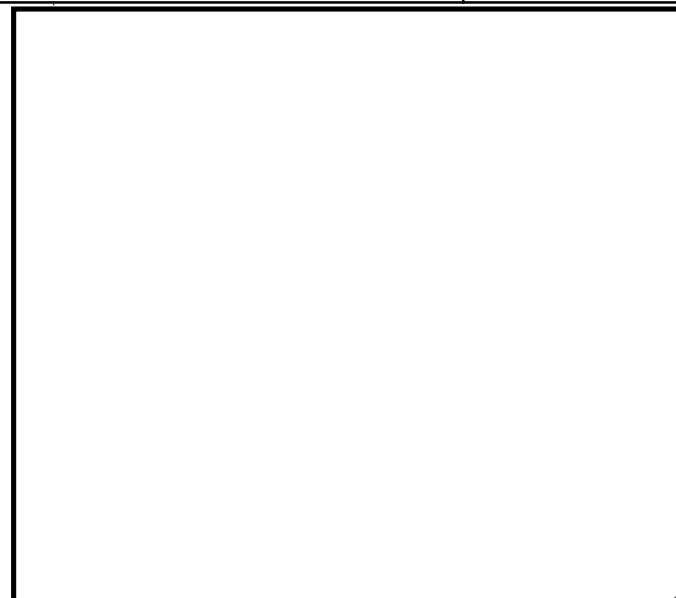


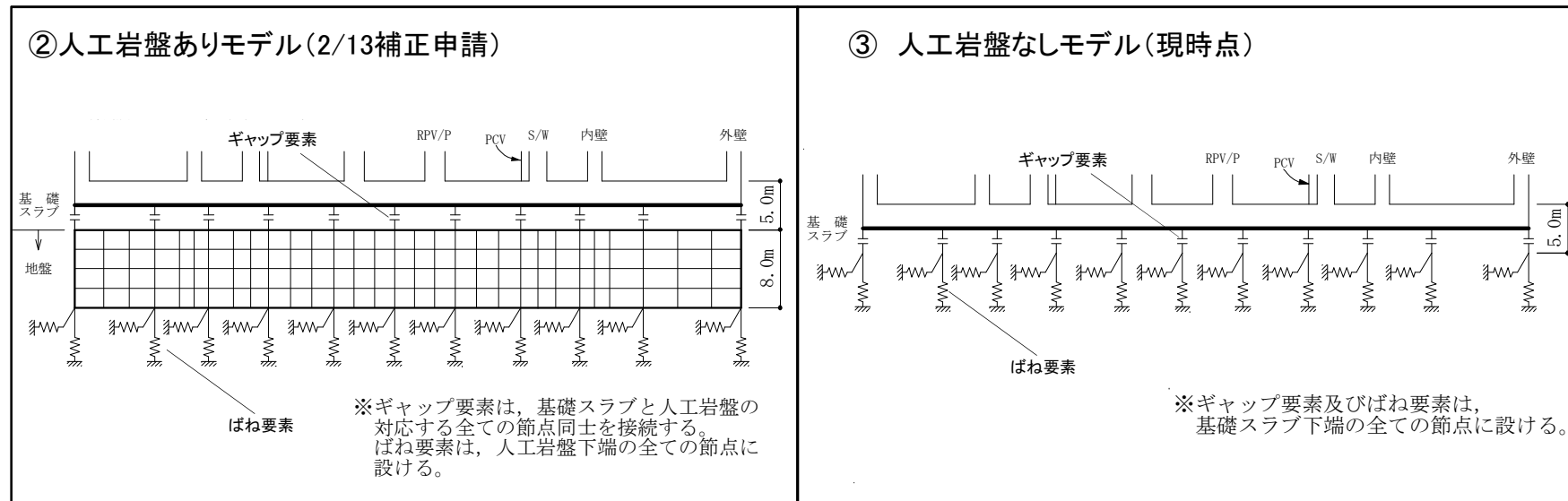
図2 原子炉建屋概略断面図(A-A断面)

## 【論点－4】原子炉建屋基礎盤の耐震評価(3/7)

### ■ モデル変更経緯

時系列	① 既工認	② 2/13補正申請	③ 現時点
モデル名	既工認モデル	人工岩盤考慮モデル	人工岩盤なしモデル
モデル仕様	1/2モデル 人工岩盤なし	フルモデル 人工岩盤考慮	フルモデル 人工岩盤なし
位置づけ		現実的な荷重伝達を考慮	既工認モデルをベースとしたフルモデル

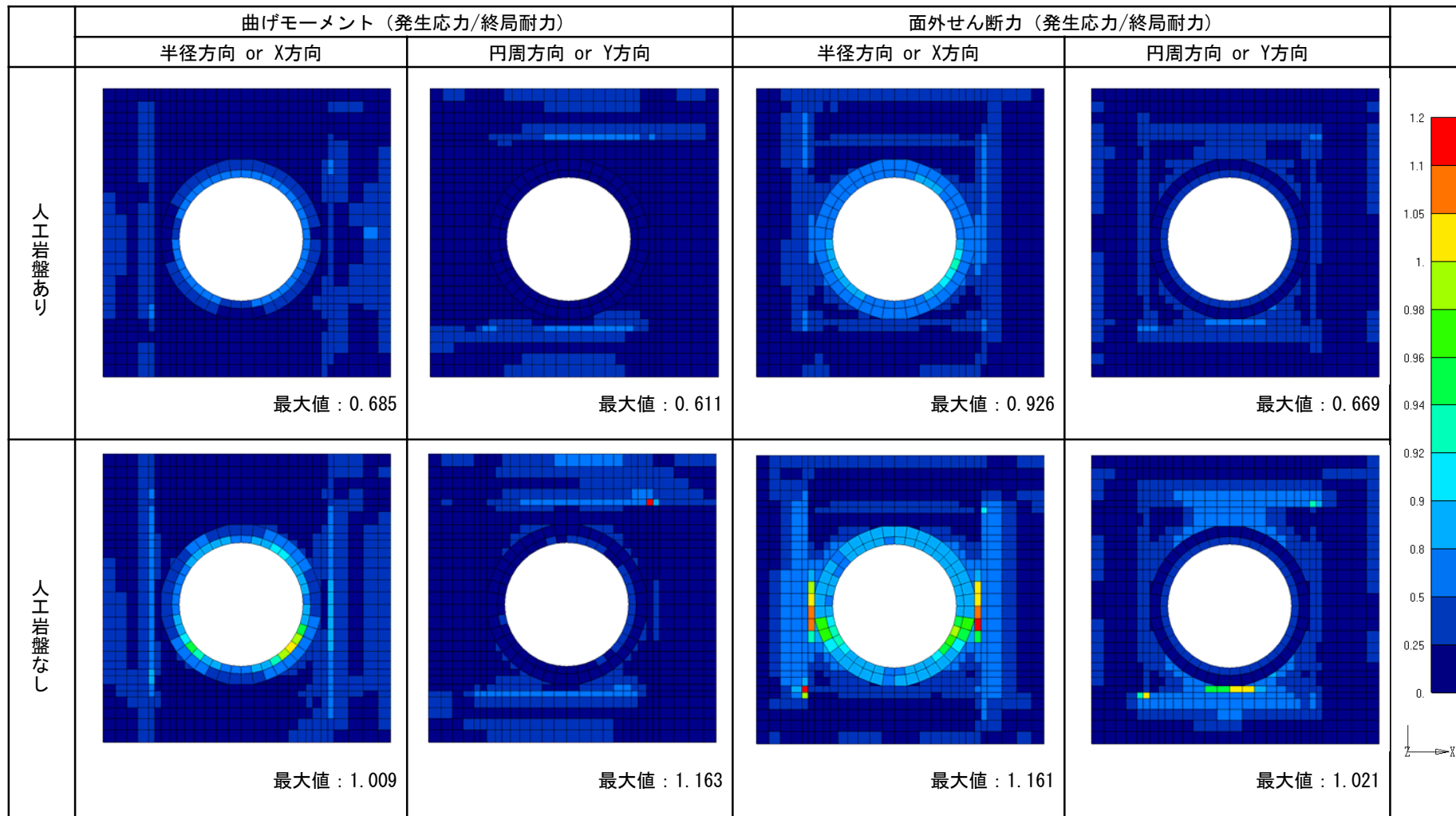
### ■ 解析モデル変更箇所



# 【論点-4】原子炉建屋基礎盤の耐震評価(4/7)

## ■ 解析評価結果(②人工岩盤あり ③人工岩盤なし の比較)

評価結果\_Ss地震時 (原子炉棟基礎および付属棟基礎, 水平2方向+鉛直方向)



## 【論点－4】原子炉建屋基礎盤の耐震評価(5/7)

### ■ 応力平均化

面外せん断力の応力平均化範囲の考え方

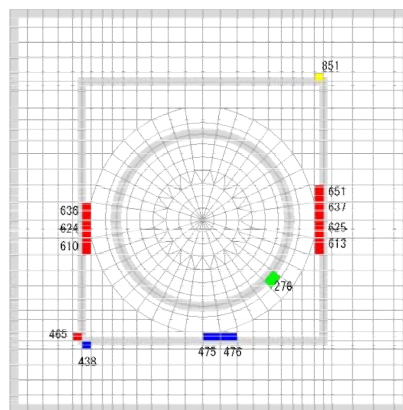
- ・せん断力の方向を仮想梁の材軸方向とし、以下の平均化範囲を考慮する。

方向	考え方	概念図
材軸方向	FEMモデルにおいて、せん断破壊面が複数の要素（右図の赤、緑、青）で共有されることを踏まえ、当該複数要素による応力平均化を考慮し、平均化範囲は部材厚 $t$ とする。部材厚の範囲内に耐震壁がある場合は壁面の内法を平均化範囲とする。	
材軸直交方向	1要素の幅を1本の梁（梁①）と見なし、終局強度に達した場合、2次元的に連結された隣接する梁②に荷重が伝達されることを踏まえ、荷重伝達ができる範囲での応力平均化を考慮する。	

# 【論点－4】原子炉建屋基礎盤の耐震評価(6/7)

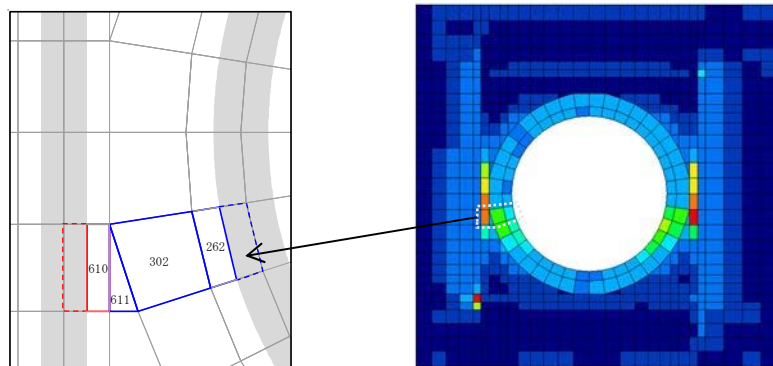
## ■ 応力平均化

### (1) 応力平均化の対象要素



■ XorR 面外せん断力    ■ XorR 曲げモーメント  
■ Yorθ 面外せん断力    ■ Yorθ 曲げモーメント

### (2) 応力平均化の評価例



要素610,262のうち耐震壁直下の範囲は、評価対象外とする。

	面外せん断力	許容せん断力	検定比
平均化前	$9.34 \times 10^3$ kN	$8.78 \times 10^3$ kN	1.064
平均化後	$9.84 \times 10^3$ kN	$1.04 \times 10^4$ kN	0.950

### (3) 応力平均化の評価まとめ

要素番号	応力成分	方向	平均化前検定比	平均化後検定比	
276	曲げモーメント	半径	1.009	0.997	
851		Y	1.163	0.935	
465	面外せん断	X	1.161	0.721	
610			1.064	0.950	
613			1.105	0.939	
624			1.086	0.922	
625			1.081	0.913	
636			1.018	0.869	
637			1.032	0.877	
651			1.014	0.869	
438			Y	1.009	0.627
475				1.001	0.851
476	1.021	0.874			

## 【論点－4】原子炉建屋基礎盤の耐震評価(7/7)

### ■ 許容限界の設定

原子炉建屋基礎盤の面外せん断力に対する許容限界として、せん断終局強度を適用する。  
せん断終局強度式は建築物の梁(線材)を対象とした実験式であり、基礎スラブ(面材)に適用する場合は、保守性を有する。評価式の適用に関する部材の特徴を下表にて比較する。今後、比較を踏まえた妥当性について詳細を説明する。

表 梁と基礎スラブに対するせん断終局強度の位置づけの比較

部材	特徴
梁 (線材)	<ul style="list-style-type: none"><li>・部材断面全体に対する評価を行うものであり、終局強度に達すると脆性的なせん断破壊が生じることを意味する。</li><li>・梁下に壁がない場合は、せん断ひび割れの発生・拡大が生じやすい。</li></ul>
基礎スラブ (面材)	<ul style="list-style-type: none"><li>・FEMモデルとして分割した要素に対し評価を行っており、局所的な応力集中により部分的に終局強度に達しても、応力直交方向に対する応力再配分が生じるため、機能を喪失するような全体破壊は生じにくい。</li><li>・基礎スラブは地盤と接しているため、地盤に局部破壊が生じない限り、基礎スラブの面外方向変位は拘束されるため、せん断ひび割れの発生・拡大は抑制される。</li><li>・基礎スラブには地震力と側面の土圧により軸力が生じるため、柱式のように軸力の効果を考慮することも可能であるが、保守的に考慮しないこととする。</li></ul>



## 【論点－5】地震観測記録を踏まえた耐震評価への影響(1 / 10)

### 1. 概要

2011年東北地方太平洋沖地震に対する使用済燃料乾式貯蔵建屋(以下「DC建屋」という。)及び原子炉建屋のシミュレーション解析について、観測記録との差異を考察し、耐震評価への影響について確認する。

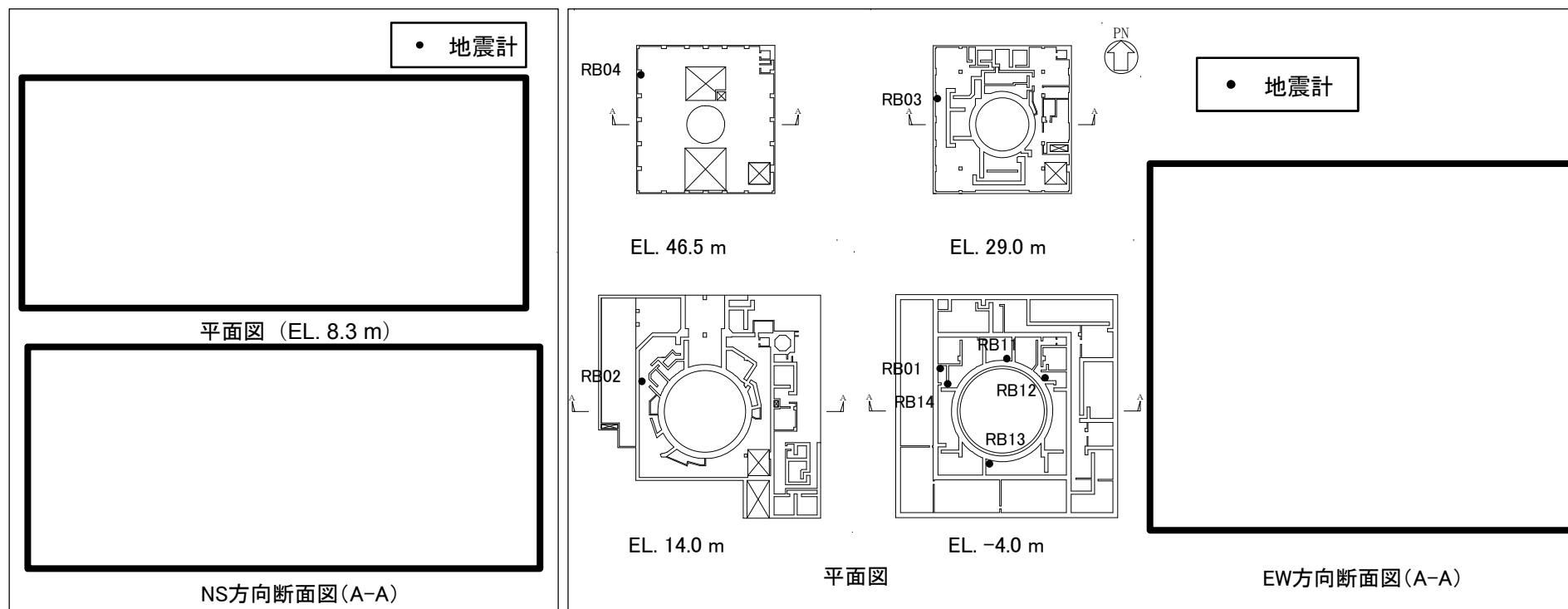


図1 DC建屋地震計設置位置

図2 原子炉建屋地震計設置位置

### 2. 確認事項

観測記録とシミュレーション解析の差異を踏まえ、建屋及び設備の耐震評価への影響を確認する。

# 【論点ー5】地震観測記録を踏まえた耐震評価への影響(2/10)

## 3. 評価方針

### 3.1 DC建屋

基礎スラブ上端(EL.8.3 m)における観測記録とシミュレーション解析の床応答スペクトルの比較を図3に示す。なお、シミュレーション解析に用いた解析モデルは解放基盤表面における地震動の入力方法も含め、今回工認モデルと同様の手法を用いている。

各方向において、解析結果は観測記録と概ね良い対応を示している。ほぼすべての周期帯において解析結果と観測記録は概ね同等もしくは解析結果が観測記録を上回る結果となっており、耐震評価用の解析モデルとして妥当である。

0.1秒付近は観測記録の方が上回るがその差は比較的小さい。また、0.2秒から0.3秒付近ではシミュレーション解析の方が大きめの評価を与えている。

#### (1) 観測記録とシミュレーション解析の比較と差異の考察

- ・ 基礎スラブ上端位置での応答であり、上部構造物の影響は小さい。また、上部構造物の質点重量は全体の1/3程度である。
- ・ 上記の確認のためシミュレーション解析の建屋入力地震動を比較したところ、基礎スラブ上端応答と同様の傾向にあった。そのため、差異の要因として、ばらつきをもつ不均質な地盤を平均的な成層モデルに仮定していることが考えられる。

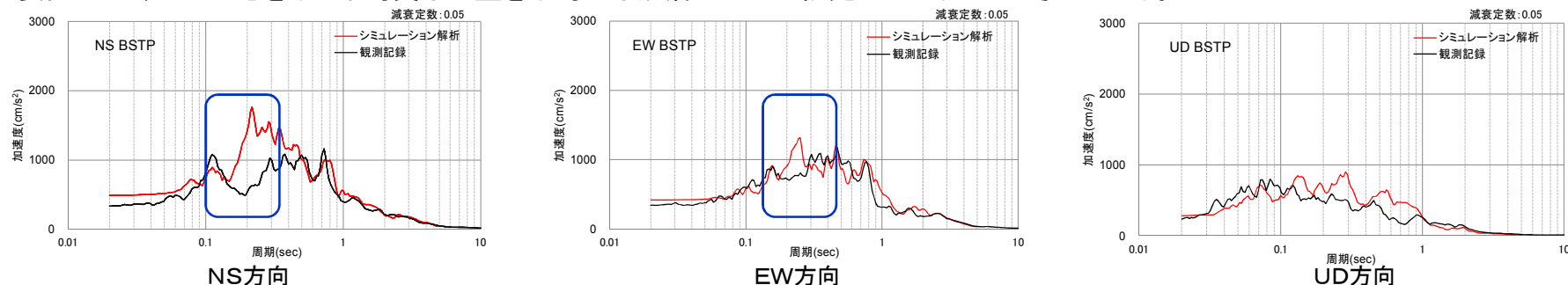


図3 床応答スペクトルの比較

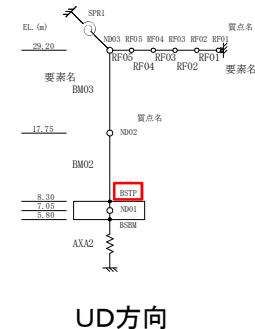
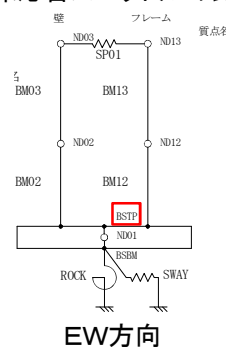
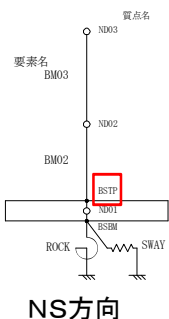


図4 解析モデル図

## 【論点一5】地震観測記録を踏まえた耐震評価への影響(3/10)

### (2) 評価対象設備への影響

#### ① 建屋

DC建屋の地震計設置位置での観測記録と原子炉建屋質点系モデルを用いたシミュレーション解析の応答とを比較した結果、最大応答加速度分布は観測記録がシミュレーション解析を上回らないことが確認できたため、DC建屋の耐震評価に影響はない(図5)。

#### ② 設備

DC容器の耐震評価に用いる基礎スラブ上端(EL.8.3m)における加速度について、シミュレーション解析の結果と観測記録を比較した結果、観測記録の応答加速度はシミュレーション解析の加速度を上回らないことが確認できたため、DC容器の耐震評価に影響はない(図5)。

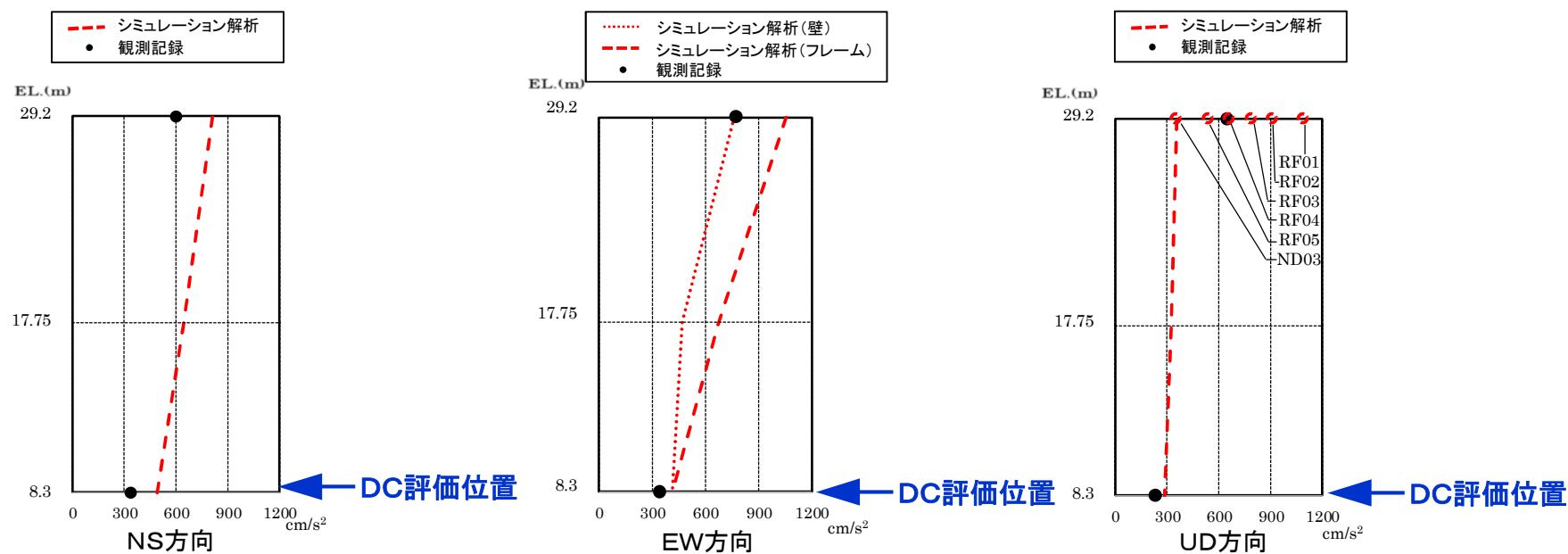


図5 最大応答加速度の分布

# 【論点一5】地震観測記録を踏まえた耐震評価への影響(4/10)

## 3.2原子炉建屋

地震計設置レベルにおける地震観測記録とシミュレーション解析床応答スペクトルの比較を図7に示す。なお、シミュレーション解析に用いた解析モデルは解放基盤表面における地震動の入力方法も含め、今回工認モデルと同様の手法を用いている。

NS方向及びEW方向の各レベルにおいて、解析結果は観測記録と概ね良い対応を示している。ほぼすべての周期帯において解析結果と観測記録は概ね同等もしくは解析結果が観測記録を上回る結果となっている。また、鉛直方向についても、同様の傾向であることを確認しており、耐震評価用の解析モデルとして妥当である。

一部の周期帯において差異が生じる要因については、①人工岩盤を解析モデルに反映していないことにより、短周期成分を中心にやや大きくなっていること、②側面の地盤回転ばねを無視していることの影響は軽微であることを確認しており、③その他の要因としては、ばらつきをもつ不均質な地盤を平均的な成層モデルに仮定していることが考えられる。

一方、EL.46.5 mのEW方向では、0.1秒～0.2秒付近より短周期側の周期帯において、観測記録が解析結果を大きく上回る結果となっている。EL.46.5mのEW方向において生じた差異について考察する。

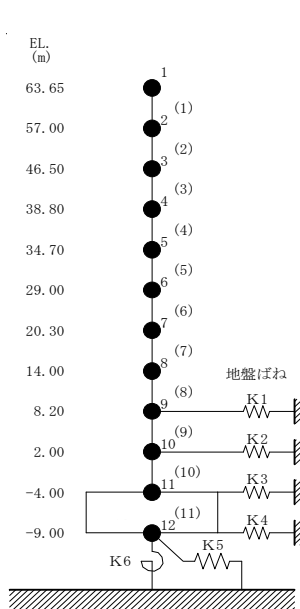


図6 原子炉建屋質点系モデル

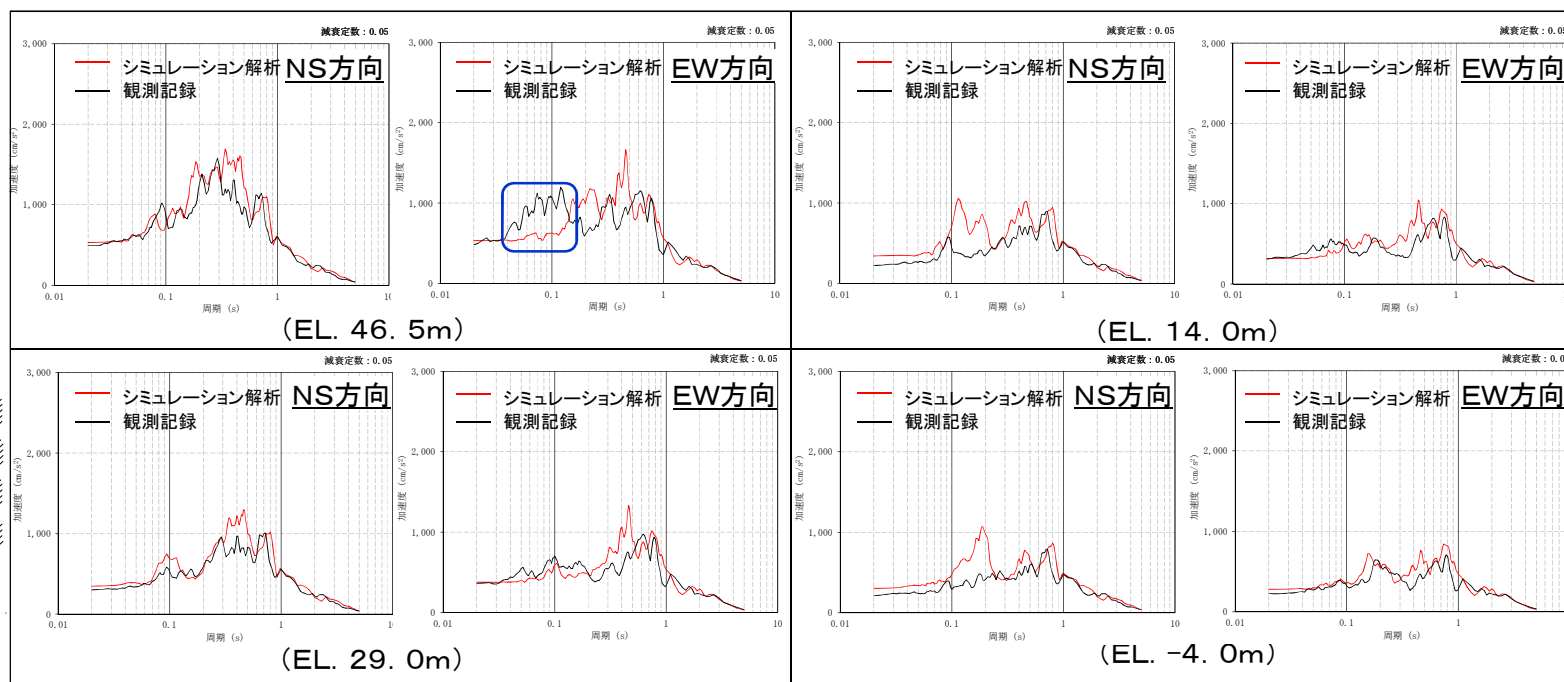


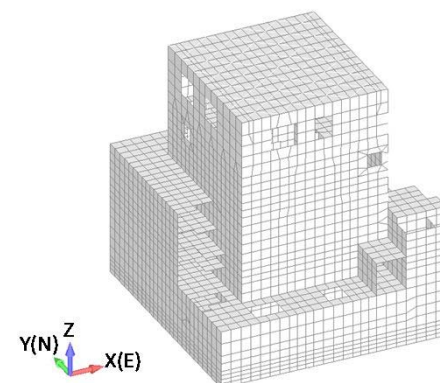
図7 床応答スペクトルの比較(質点系モデル)

## 【論点一5】地震観測記録を踏まえた耐震評価への影響(5/10)

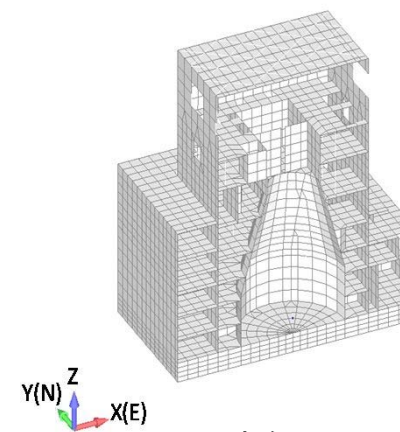
### (1) 観測記録とシミュレーション解析の比較と差異の考察

3次元FEMモデル(図8)を用いた地震応答解析を実施し、東北地方太平洋沖地震のEL46.5 mのEW方向の短周期における観測記録と質点系モデルによるシミュレーション解析の差異について考察を行った。地震動入力方向の違いによるEL46.5mのEW方向床応答スペクトルの比較を次頁図9に示す。

- ①北面中央及び西面北端では、3次元FEMモデルの3方向同時入力時と質点系モデルの応答は、同程度である。(記号:A)
- ②一方、地震計位置及び西面中央では、周期0.1秒付近において、3次元FEMの3方向同時入力時と質点系モデルとの乖離が生じ、特に西面中央で顕著となる。この周期帯は、観測記録がシミュレーション解析を上回る範囲と整合する。(記号:B)
- ③各入力方向に対する3次元FEMモデルを確認したところ、地震計位置及び西面中央において、鉛直方向入力によりEW方向の応答の励起が生じている。(記号:C)
- ④以上のことから観測記録と質点系モデルによる地震応答解析結果でのEW方向の短周期における差は、質点系モデルでは考慮されていない鉛直方向入力により生じる局所的な応答の影響によるものと考えられる。



(原子炉建屋全体図)



(EW方向断面図)

図8 原子炉建屋 3次元FEMモデル

# 【論点-5】地震観測記録を踏まえた耐震評価への影響(6/10)



図9 地震動入力方向の違いによるEL46.5mのEW方向床応答スペクトルの比較

注記\*1: 質点系モデルの結果はEW方向入力時のEW方向床応答スペクトル

## 【論点一5】地震観測記録を踏まえた耐震評価への影響(7 / 10)

地震計位置及び西面中央付近において、鉛直方向入力によるEW方向応答の励起が生じる0.1秒付近に、東西のオペフロ面が外側にはらみ出すようなモード(10.06Hz)があり、EW方向の応答が大きくなる要因の一つと考えられる。

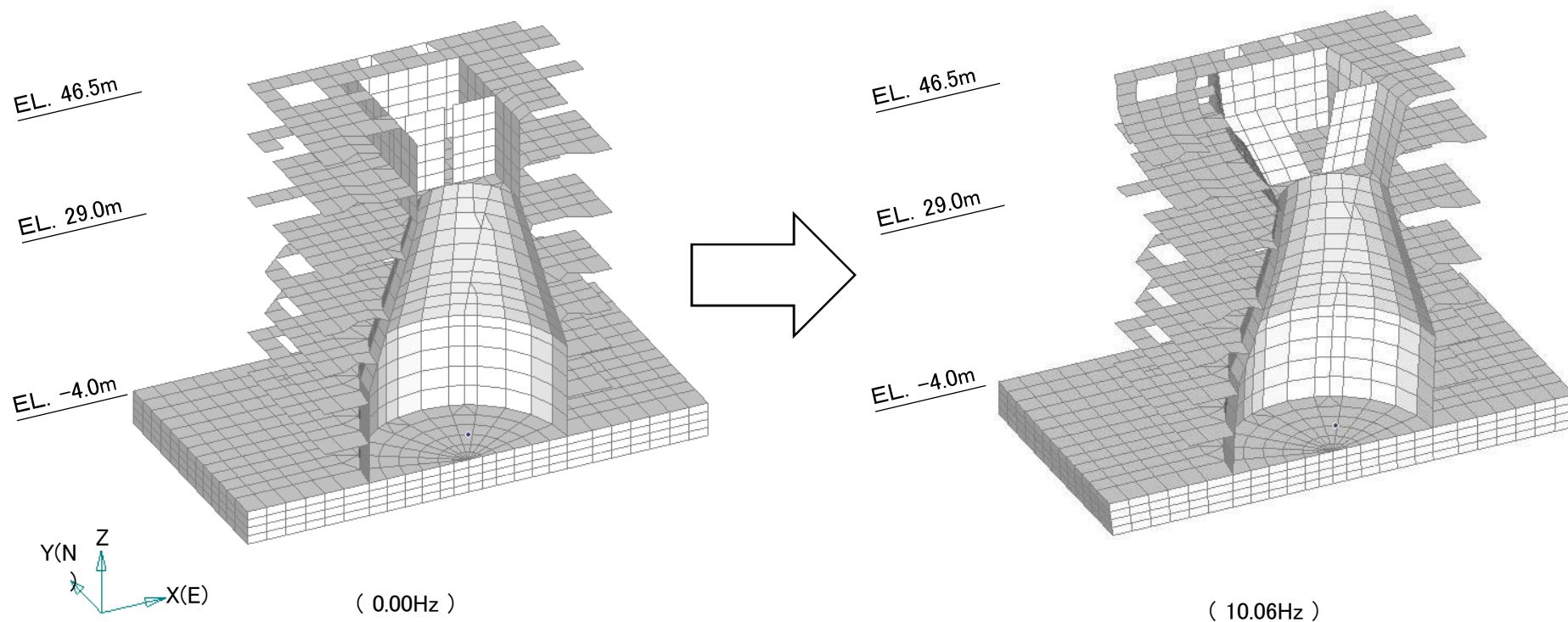


図10 原子炉建屋3次元FEMモデルのモード図(EW方向断面図)

## 【論点一5】地震観測記録を踏まえた耐震評価への影響(8/10)

### (2) 評価対象設備への影響

#### ① 建屋

原子炉建屋の地震計設置位置での観測記録と原子炉建屋質点系モデルを用いたシミュレーション解析の応答とを比較した結果、最大応答加速度分布は観測記録がシミュレーション解析を上回らないことが確認できたため、原子炉建屋の耐震評価に影響はない(図11)。

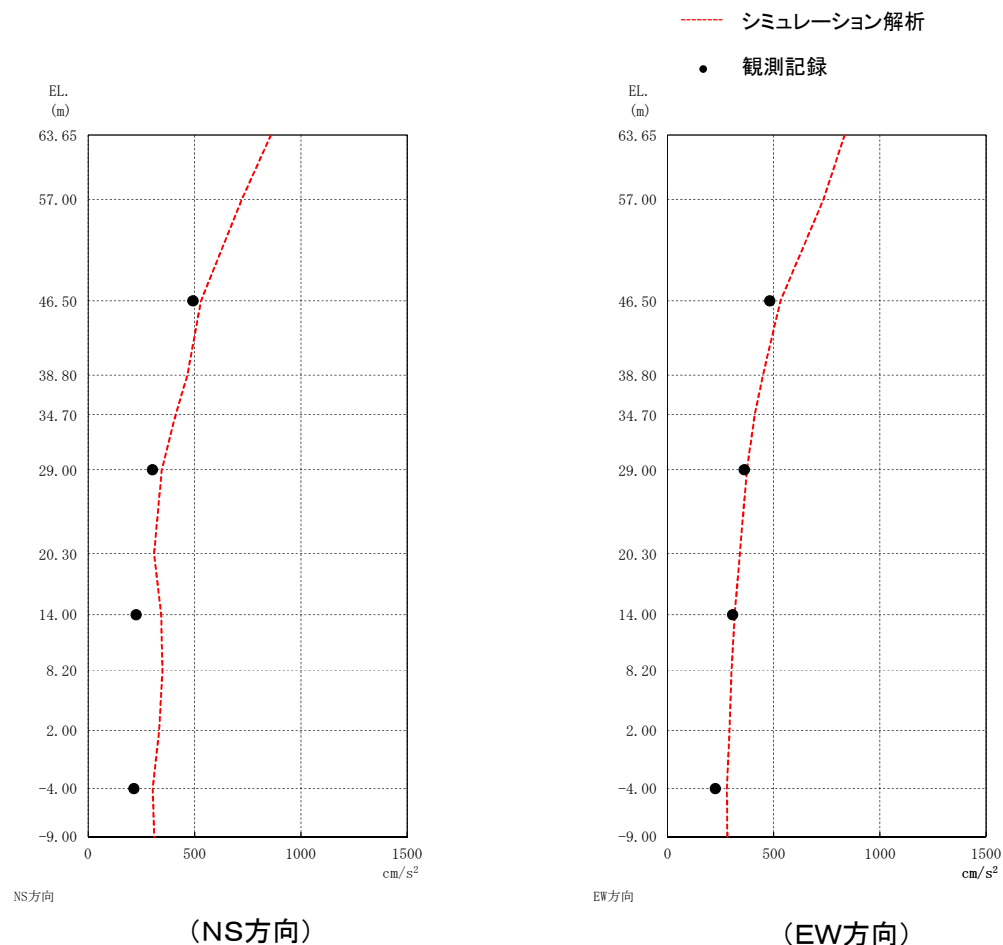


図11 最大応答加速度の分布



## 【論点一5】地震観測記録を踏まえた耐震評価への影響(9/10)

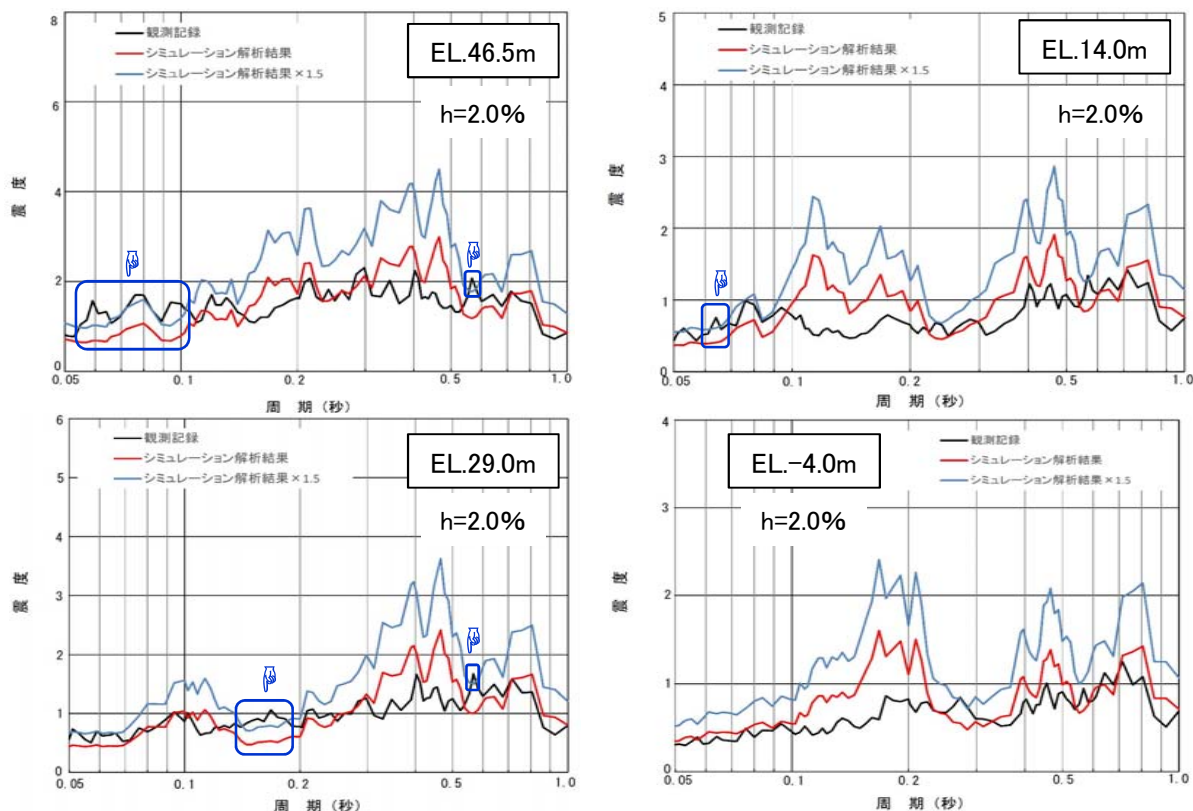
### ② 設備

原子炉建屋内に設置される設備の耐震評価に用いる床応答スペクトルについて、観測記録とシミュレーション解析結果を比較した。

- ✓ 各標高ともシミュレーション解析結果は観測記録を概ね包絡するが、図12に示すとおり、一部の周期帯で観測記録がシミュレーション解析結果を上回る結果となっており、特にEL.46.5mの0.05秒～0.1秒の範囲において、その程度が比較的大きい。
  - ✓ このため、地震観測記録がシミュレーション解析結果を上回ることに對する設備の耐震性への影響を評価する。具体的には、設備の固有周期を確認し、観測記録とシミュレーション解析の応答比率を踏まえた割り増しを考慮しても、設備の有する耐震裕度※に収まることを確認する。(地震計が設置されていない箇所については、3次元FEMモデルの応答を踏まえた影響検討を行う。)
- ここではEL.46.5mに設置される機器の配置図及び床応答スペクトルの適用の有無を図13及び表1に示す。

- ✓ なお、床応答スペクトルを適用しない剛な機器については、最大応答加速度での確認※を実施する。

※:耐震設計においては、耐震裕度を確保するため、床応答スペクトルの震度又は最大応答加速度に対して1.5倍した値で評価を実施している。



#### 【比較に用いた床応答スペクトル】

- ・NS方向とEW方向とを包絡させた床応答スペクトルを適用して耐震計算を実施することから、NS方向とEW方向とを包絡させた床応答スペクトルとした。
- ・加速度(震度)を1.5倍した値を用いて耐震計算を実施していることから、シミュレーション解析の床応答スペクトルの加速度(震度)を1.5倍した。
- ・減衰定数は、床応答スペクトルを適用する柔設備の影響を確認する観点から、配管系の評価で一般的に用いる2%を適用した。

図12 床応答スペクトルの比較  
(質点系モデル)

## 【論点－5】地震観測記録を踏まえた耐震評価への影響(10/10)

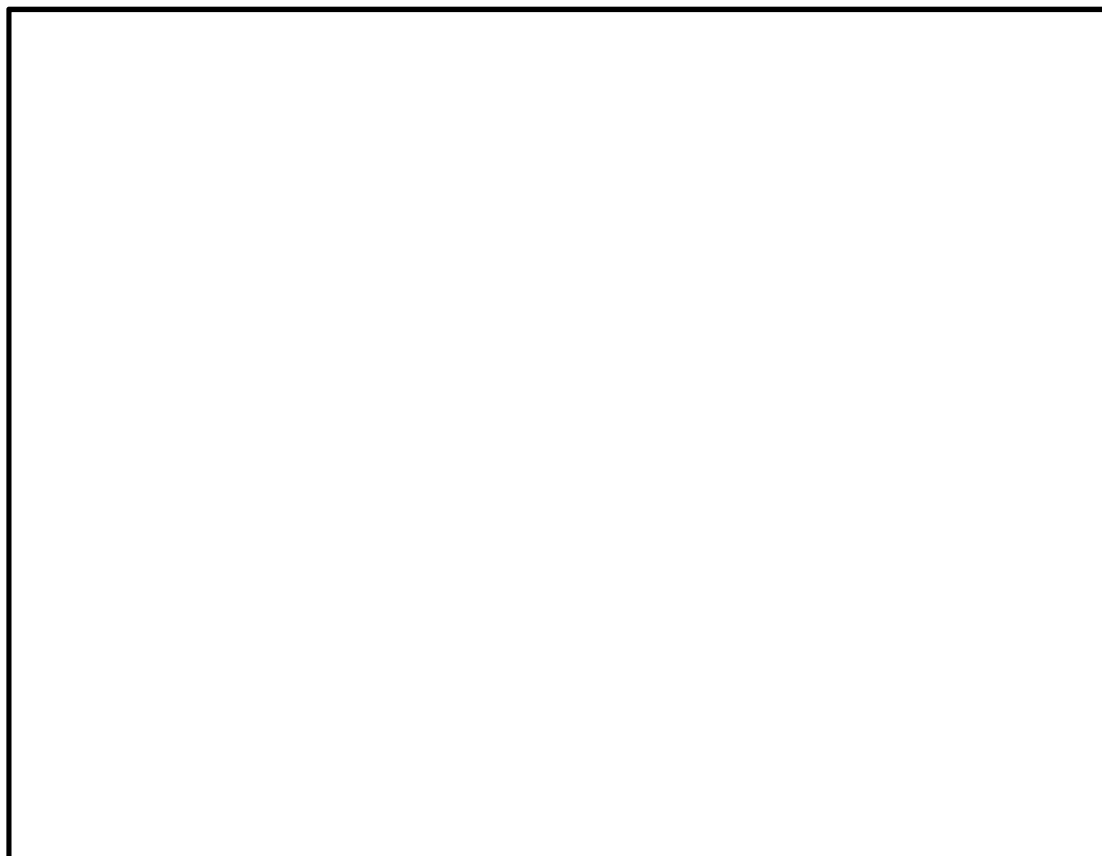


図13 原子炉建屋 EL.46.5mに設置される設備

表1 設備の固有周期と床応答スペクトルの適用の有無

設 備	固有周期 (秒)	床応答 スペクトル の適用
①燃料取替機	水平: 0.078 鉛直: 0.089	○
②使用済燃料プールエリア放射線モニタ(高レンジ, 低レンジ)	0.05以下	—*
③使用済燃料プール水位・温度(SA広域)	0.05以下	—
④使用済燃料プール監視カメラ	0.05以下	—*
⑤使用済燃料プール温度計(SA)	0.23	○
⑥原子炉建屋水素濃度	0.05以下	—*
⑦静的触媒式水素再結合器	0.05以下	—*
⑧静的触媒式水素再結合器動作装置	0.05以下	—*
⑨代替燃料プール注水系配管(スプレイヘッド)	1次: 0.077	○

\* : EL.57.0mの最大応答加速度を使用

### 4. 今後の予定

観測記録がシミュレーション解析結果を上回ることに對する設備影響評価結果について6月初旬から順次報告する(6月末完了)。

# 【論点－6】 機器の動的機能維持評価(弁の高振動数領域の考慮)(1/2)

## 1. 概要

技術基準規則解釈及び耐震設計に係る工認審査ガイド※の一部改正を踏まえた弁の動的機能維持評価に係る評価方針を確認する。

※耐震設計に係る審査ガイドの改正内容: 弁等の機器の地震応答解析結果の応答加速度が当該機器を支持する配管の地震応答により増加することが考えられるときは、当該機器については、当該配管の地震応答の影響を考慮し、一定の裕度を見込んで評価すること。

## 2. 確認事項

スペクトルモーダル解析において考慮する高振動数領域を確認する。

## 3. 確認状況

### (1) 評価方針

弁の動的機能維持評価に適用する振動数領域について、従来工認においては0.05秒(20Hz)まで考慮して評価していたが、技術基準規則解釈等の改定を踏まえて、0.02秒(50Hz)まで考慮した弁の機能維持を評価する方針とし、さらに高振動数領域で応答増幅がないことを、0.01秒(100Hz)まで考慮した解析にて確認する(表1)。また、弁の機能維持の評価に当たっては、一定の裕度を見込んだ評価条件とする(表2)。

表1 弁の機能維持評価に適用する振動数領域

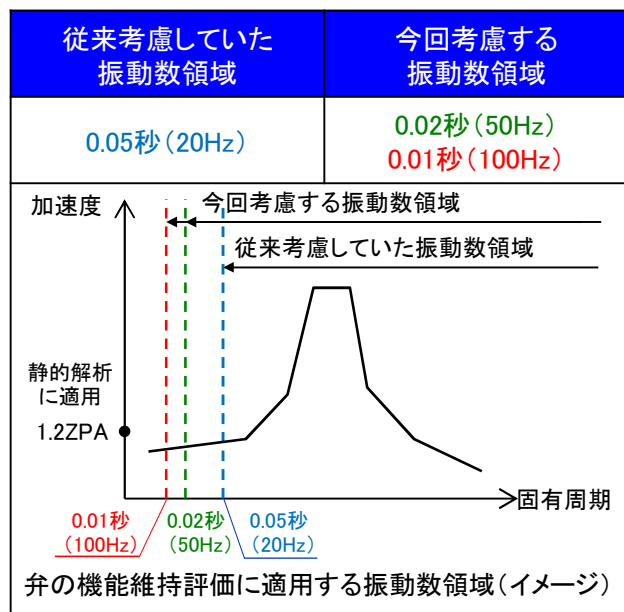


表2 弁の機能維持評価の方針性

配管系の固有値	JEAG4601	東海第二発電所
剛な場合	最大加速度(1.0ZPA)を適用する。	最大加速度を1.2倍した値(1.2ZPA)を適用する。
柔な場合	スペクトルモーダル解析により算出した弁駆動部の応答を適用する。	スペクトルモーダル解析※から算出される弁駆動部の応答加速度値又は最大加速度(1.2ZPA)のいずれか大きい値を適用する。

※: 振動数領域として0.02秒(50Hz)まで考慮した弁の機能維持を評価する方針とする。

【補足】JEAG4601(1991)の規定

(5) 地震応答解析

弁の地震応答を算出するに当たり、(4)項で作成した弁モデルを配管系モデルに組み込み、地震応答解析を実施する。この場合の解析方法は、配管系の固有値に応じて静的応答解析あるいはスペクトルモーダル応答解析法を用いる。

配管系の固有値が剛と判断される場合には、静的応答解析を行うが、この場合弁に加わる加速度は設計用床応答スペクトルのZPA(ゼロ周期加速度)であり、これを弁駆動部応答加速度と見直して評価を行う。また、剛の範囲にない場合には、原則として(3)項で定めた設計用床応答スペクトルを入力とする配管系のスペクトルモーダル解析を行い、算出された弁駆動部応答加速度を用いて弁の評価を実施する。更に、弁の詳細評価が必要となる場合には、弁各部の強度評価に必要な応答荷重を算出する。

## 【論点－6】 機器の動的機能維持評価(弁の高振動数領域の考慮)(2/2)

### (2) 確認状況

- ✓ 高振動数領域を考慮した弁の機能維持評価として、主蒸気逃がし安全弁及び主蒸気隔離弁が設置された主蒸気系配管の解析を実施した(図1)。
- ✓ 解析の結果、0.02秒(50Hz)までの振動数を考慮した場合、0.05秒(20Hz)に比べて応答加速度は増加したものの、0.01秒(100Hz)まで考慮した場合は、0.02秒(50Hz)の応答加速度に対して増加はなく、0.02秒(50Hz)までの振動数領域を考慮すれば良いことを確認した(表3)。
- ✓ 本結果は、代表的な配管系における評価であるため、その他の配管系においても同様の評価を行い応答加速度に有意な増加がない振動数領域の確認をもって、弁の機能維持評価を行う。有意な増加の判断基準としては、10%程度の増加を目安\*とする。  
\*10%以上の増加が継続する場合にはさらに高振動数域までの確認を実施

表3 弁駆動部における応答加速度の比較(主蒸気系配管の例)

弁名称	方向	スペクトルモーダル解析(G)			最大加速度 (1.2ZPA) (G)
		0.05秒 (20Hz)	0.02秒 (50Hz)	0.01秒 (100Hz)	
主蒸気逃がし安全弁	水平	5.41	5.52	5.52	1.54
	鉛直	1.84	2.05	2.05	1.24
主蒸気隔離弁 (格納容器内側)	水平	7.35	7.35	7.35	1.54
	鉛直	5.41	5.41	5.41	1.24
主蒸気隔離弁 (格納容器外側)	水平	4.90	5.00	5.00	1.54
	鉛直	3.88	3.88	3.88	1.24

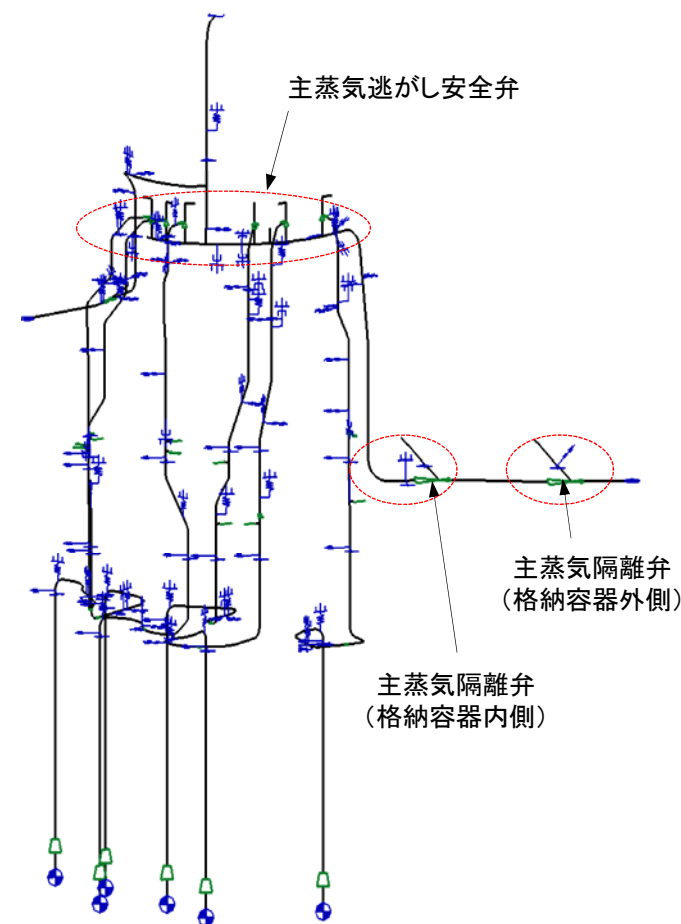


図1 弁の応答加速度算出に用いる解析モデル  
(主蒸気系配管の例)

### 4. 今後の予定

順次、高振動数領域まで考慮した評価を実施し、6月末に評価結果を報告する。

## 【論点ー7】 ECCSポンプのNPSHの評価方法（1／2）

### 1. 概要

ECCSポンプのNPSH評価方法について確認する。

### 2. 確認事項

ECCSポンプのNPSH評価のうち、ECCSストレーナの異物付着による圧損上昇の評価（圧損試験含む）において、SA時に発生するデブリについて、ストレーナに付着する量を見直した条件（移行割合を考慮しない条件）等、先行プラントにおける評価方法に基づいた追加試験を実施し、圧損上昇を考慮したECCSポンプのNPSHが、当該ポンプの必要NPSH以上であることを確認する。

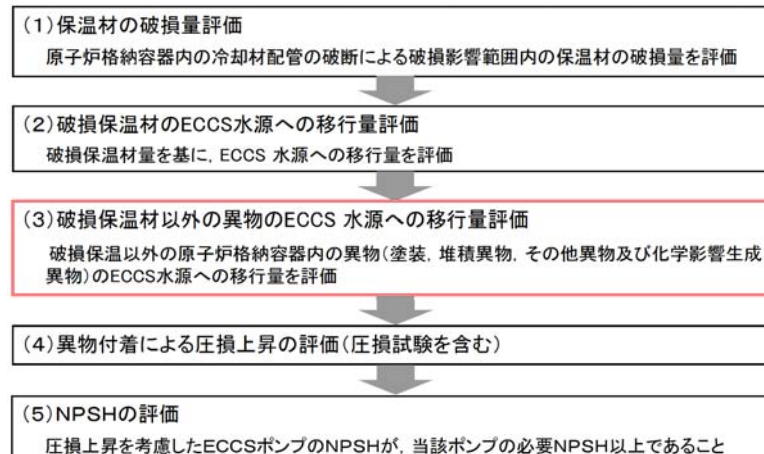
### 3. 確認状況

追加試験を6/4～15の間に実施する計画とし、現在、試験で投入する異物等を準備中である。

### 4. 今後の予定

試験の終了後、速やかに評価結果を報告する。

#### ストレーナの性能評価



円錐支持ディスク形ストレーナ (GE社製)

## 【論点ー7】 ECCSポンプのNPSHの評価方法（2／2）

### 「破損保温材以外の異物のECCS 水源への移行量評価」について

#### 破損保温材以外の異物の種類, 量, 及びECCS水源への移行量

異物の種類	異物量	移行割合
耐DBA塗装(ジェット破損)	39kg	1
非DBA塗装	<input type="text"/>	<input type="text"/> *1 ⇒ 追加試験では 1
堆積異物	スラッジ	89kg
	錆片	23kg
	塵土	68kg
その他異物	<input type="text"/>	1
耐DBA塗装(耐DBA塗装のうち異物として追加考慮するもの)	<input type="text"/>	<input type="text"/> *2 ⇒ 追加試験では 1
化学影響生成異物	<input type="text"/>	1

\* 1: 流動解析により, 破断流・PCV内流動を考慮して算出した D/W から S/P への移行割合 () を適用

\* 2: 流動解析により, 破断流・PCV内流動を考慮して算出した D/WからS/Pへの移行割合 () 及び S/Pからストレナーナへの移行割合 () を適用し,  =  (%) を考慮

## 【論点一8】 SM材の使用制限(2.9MPa)を超えた範囲での使用(1/6)

### 1. 概要

東海第二発電所は建設時の基準(昭和45年告示501号)に従い、一部の機器に溶接構造用圧延鋼材(以下、「SM材」という。)(JIS G 3106(1966))が使用されている。

現在の技術基準\*<sup>1</sup>では、施設時に適用された規格によることとされているが、設計・建設規格ではSM材に使用制限\*<sup>2</sup>が課せられていることから、設置されている設備機器の構造強度等が確保されていることを確認する。

\* 1: 実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則の解釈(平成30年1月24日改正)

第17条10(抜粋)「この規則の施行の際現に施設し、または着手した設計基準対象施設については、施設時に適用された規格(昭和55年告示501号等)によること」

\* 2: 設計・建設規格(2005/2007)

付録材料図表 Part 1 使用する材料の規格(備考)28「最高使用圧力が 2.9 MPa を超える機器には、SM材(JIS G 3106(2004))を使用してはならない」

なお、昭和45年告示501号では、最高使用圧力が 10 kg/cm<sup>2</sup> (1MPa)を超える容器にはSM材(JIS G 3106(1966))を使用することを規定している。

### 2. 確認事項

- ① SM材を最高使用圧力 2.9 MPa 以上で使用している設備を確認する。
- ② SM材の構造強度等が確保されていることを確認する。

## 【論点－8】 SM材の使用制限(2.9MPa)を超えた範囲での使用(2/6)

### 3. 確認結果

① SM材を 最高使用圧力 2.9 MPa 以上で使用している設備は以下のとおり。

使用範囲	使用部位	SM材*3	最高使用圧力	機器クラス
残留熱除去系配管	配管	SM41B SM50B	3.45MPa	DBクラス2/SAクラス2
低圧炉心スプレイ系配管	配管	SM50B	4.14MPa	DBクラス2/SAクラス2
残留熱除去系海水系配管	配管	SM50B	3.45MPa	DBクラス3/SAクラス2
残留熱除去系ポンプ	ケーシング	SM41B	3.50MPa	DBクラス2/SAクラス2
高圧炉心スプレイ系ポンプ	ケーシング	SM41B	11.07MPa	DBクラス2/SAクラス2
低圧炉心スプレイ系ポンプ	ケーシング	SM41B	3.97MPa	DBクラス2/SAクラス2
非常用ディーゼル発電機空気だめ	胴板, 鏡板, マンホール	SM50B	3.24MPa	DBクラス3/SAクラス2
高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機 空気だめ	胴板, 鏡板, マンホール	SM50B	3.24MPa	DBクラス3/SAクラス2

\* 3: SM41B, SM50B 溶接構造用圧延鋼材: JIS G 3106 (1966)



## 【論点－8】 SM材の使用制限(2.9MPa)を超えた範囲での使用(3/6)

### ② SM材の構造強度等が確保されていることを確認する。

以降において、(1)使用している材料(SM材)と現在適用可能な圧力容器用材料(代替材料)との比較、及び(2)SM材が使用されている機器の検査及び維持の状況を基に、SM材の構造強度等が確保されていることを示す。

#### (1) 使用材料と代替材料との比較

- JIS G 3106(1966)において規定される使用材料と、設計・建設規格(2005/2007)で使用が認められている代替の材料の概要

使用材料		代替材料	
SM41B	「溶接構造用圧延鋼材(JIS G 3106)」 溶接性や低温靱性が良好な材料。 圧延鋼材。	SGV410	「中・常温圧力容器用炭素鋼鋼板(JIS G 3118)」 中温、常温で使用される圧力容器用の材料。圧延鋼材。
SM50B	「溶接構造用圧延鋼材(JIS G 3106)」 溶接性や低温靱性が良好な材料。 圧延鋼材。	SB480	「ボイラ及び圧力容器用炭素鋼及びモリブデン鋼鋼板(JIS G 3103)」 中温から高温で使用されるボイラ及び圧力容器用の材料。圧延鋼材。

## 【論点一8】 SM材の使用制限(2.9MPa)を超えた範囲での使用(4/6)

- JIS G 3106(1966)において規定される使用材料と、代替材料の機械的強度

使用材料 代替材料	引張強さ (MPa)	降伏点又は耐力 (MPa)	妥当性
SM41B	402~510	$\geq 235$	機械的強度は同等
SGV410	410~490	$\geq 225$	
SM50B	490~608	$\geq 324$	機械的強度は同等
SB480	481~588	$\geq 265$	

- JIS G 3106(1966)において規定される使用材料と、代替材料の化学的成分

使用材料 代替材料	化学的成分(%)					妥当性
	C	Si	Mn	P	S	
SM41B	$\leq 0.20$	$\leq 0.35$	0.60~1.20	$\leq 0.040$	$\leq 0.040$	成分規定に差があり強度に影響があるが、上表のとおり機械的強度は同等であり、溶接性についても炭素量が0.35%以下であり問題ない。
SGV410	$\leq 0.23$	0.15~0.40	0.85~1.20	$\leq 0.030$	$\leq 0.030$	
SM50B	$\leq 0.18$	$\leq 0.55$	$\leq 1.50$	$\leq 0.040$	$\leq 0.040$	
SB480	$\leq 0.31$	0.15~0.40	$\leq 1.20$	$\leq 0.030$	$\leq 0.030$	

## 【論点ー8】 SM材の使用制限(2.9MPa)を超えた範囲での使用(5/6)

- 使用材料(SM材)と代替材料(SGV材, SB材)の製造方法及び品質管理

材料の製造方法は同等であるが、材料試験における試験片の採取要領に差がある。

代替材は、溶鋼後も圧延大板毎に材料試験(引張り試験や衝撃試験等)を実施するが、SM材は、溶鋼毎(最大50 t)に同様の材料試験を実施している。採取要領は異なるが、SM材についても、建設時に製造メーカーから材料証明を取得しており、品質は保証されている。

なお、使用しているSM材については、現地据付前に試験\*4を行い、強度に問題がないことを確認している。

\*4:配管, ポンプ, 空気だめについて、製作後に耐水圧試験(最高使用圧力×1.5倍)を実施し、素材及び溶接部に問題のないことを確認している。

### (2) SM材使用設備の供用前検査及び現在の維持状況

SM材は前述3. ①に記載されているとおり、配管, ポンプ, 容器に使用されている。設備の供用前には、使用前検査での耐圧試験, または機能試験(系統運転試験)を実施し、設備機器の信頼性を確認している。

## 【論点一8】 SM材の使用制限(2.9MPa)を超えた範囲での使用(6/6)

### (3) 結論

設計・建設規格(2005/2007)では、最高使用圧力が 2.9 MPa を超える機器に対するSM材の使用制限があるが、以下の観点から、当該材料の使用にあたっては、技術基準に照らして十分な保安水準が確保されている。

- ✓ 現在の規格で使用が認められている材料と比較し、機械的強度及び化学的成分は同等である
- ✓ 建設当時の基準を満足しており、材料は圧力容器の材料と同等の品質で製造されている
- ✓ 対応する規格の規定値は保証(材料証明)されている
- ✓ 供用前において、十分な強度を有していることを試験等により確認している

なお、これらSM材を使用している設備については、供用中においても他の設備同様に外観上の異常及び漏えい確認、並びに定期的な点検を実施しており、これまで材料や構造に起因する異常は確認されていない。

### (4) SM材使用制限の経緯について(推定)

SM材は昭和55年告示501号から使用制限されており、その由来はJIS規格の改正によるものと考えられる。

昭和55年告示501号においては、圧力容器の構造(JIS B 8243(1977))が引用されており、当該規格では1975年版から使用制限されている。この時代には圧力容器用材料(SGV材等)に関する新たなJIS規格が制定されており、使用圧力が高い圧力容器についてこれら専用のJIS規格が適用されたため、SM材については製造時の材料試験片の採取要領の違いから使用制限されたものと推定され、SM材の機械的特性等に問題があったものではないと考えられる。

## 第562回審査会合(4月5日)時コメント回答 ブローアウトパネル関連(1)

### <コメント>

ブローアウトパネルの要求事項に対して、考慮すべき自然現象発生後に設計基準事故が発生する場合、逆に設計基準事故後に自然現象が発生する場合に、公衆被ばくの影響の観点から整理すること。

### <回答>

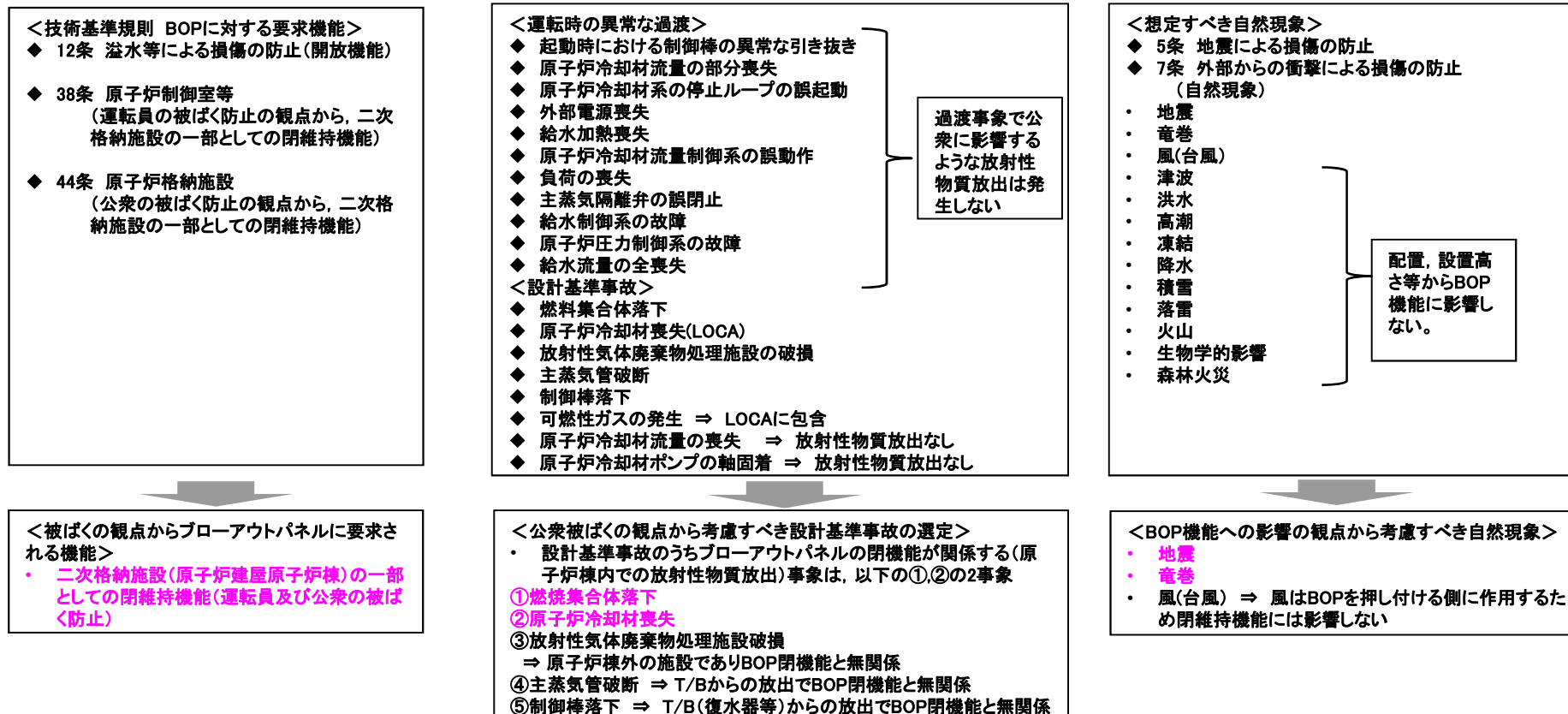
- ◆ 公衆の被ばく影響の観点から開放機能に影響を与えないよう耐震性を確保することで、設計基準事故後4日以降に自然現象により、ブローアウトパネルが開放した場合でも、被ばく量は判定基準5mSv及び設計基準事故で最も被ばく量の大きい主蒸気管破断事故の評価値 $1.8 \times 10^{-1}$ mSv未満であることを確認した。なお、Sdの発生が有意となる時期は、約0.77年後(約281日後)である。
- ◆ 中央制御室運転員の被ばく影響の観点から開放機能に影響を与えないよう耐震性を確保することで、設計基準事故後73日以降に自然現象によりブローアウトパネルが開放した場合でも、被ばく量は判定基準100mSv未満であることを確認した。なお、Sdの発生が有意となる時期は、約0.77年後(約281日後)である。
- ◆ 通常運転時にブローアウトパネルが開放した場合には、保安規定に従い原子炉停止するため平常時被ばく量に大きな増加はない。
- ◆ 以上のことから、以下をブローアウトパネルの設計方針とする。
  - ・被ばく影響の観点から、基準地震動Sdで開放しない設計とする。
  - ・通常運転時にブローアウトパネルが開放した場合には、保安規定に従い原子炉を停止する。

# 第562回審査会合(4月5日)時コメント回答 ブローアウトパネル関連(1)

◆ 評価の考え方は以下のとおり。

(1) 公衆及び運転員に対する被ばく影響の観点から考慮すべきブローアウトパネル(BOP)の機能, 設計基準事故及び自然現象

◆ ブローアウトパネルの機能としては二次格納施設としての閉維持機能, 想定すべき設計基準事故としては燃料集合体落下及び原子炉冷却材喪失, 想定すべき自然現象としては, 地震及び竜巻である。



# 第562回審査会合(4月5日)時コメント回答 ブローアウトパネル関連(1)

## (2) 評価の考え方(事象の組み合わせ)

### ① 自然現象と設計基準事故の組み合わせについて評価する。

- ◆ BOPを開放する可能性がある自然現象発生後に、設計基準事故が自然現象の従属事象又は独立事象として発生する可能性
- ◆ 設計基準事故発生後に、BOPを開放する可能性がある自然現象が設計基準事故の従属事象又は独立事象として発生する可能性

先行事象 \ 後続事象	地震・竜巻の従属事象としての設計基準事故	地震・竜巻後の独立事象としての設計基準事故
地震・竜巻	◆ 地震・竜巻で冷却材喪失事故や燃料集合体落下事故は発生しない	考慮不要 ◆ 自然現象によりBOPが開放した場合、保安規定に従いプラント停止や使用済燃料に関連する作業は速やかに中止することから設計基準事故は発生しない
先行事象 \ 後続事象	設計基準事故の従属事象としての地震・竜巻	設計基準事故後の独立事象としての自然現象
設計基準事故	◆ 設計基準事故の従属事象として地震・竜巻は発生しない	考慮要 ◆ 独立事象の重ね合わせの観点から評価が必要

### ② 設計基準事故(原子炉冷却材喪失及び燃料集合体落下)後に、BOP閉維持機能に影響を与える可能性がある自然現象(地震及び竜巻)が発生した場合の被ばく影響について評価する。

BOPを開放する可能性がある自然現象を考慮する時期については、自然現象及び設計基準事故の発生頻度を基に、航空機落下や設計基準対象施設の耐震設計のスクリーニング基準である $10^{-7}$ /年を参考に決定する。

- ◆ 重量を考慮すべき基準:  $10^{-7}$ /年(航空機落下, JEAG4601)
- ◆ 設計基準事故発生頻度: 約  $10^{-3}$ /年 (集合体落下)  
(「発電用軽水型原子炉施設に係る新安全基準骨子案に対する意見募集の結果について」(平成25年4月3日原子力規制庁技術基盤課))  
冷却材喪失事故:  $1.3 \times 10^{-4}$ /年 (東二 PSA結果 小LOCA)

#### ◆ 地震

- ・Sd発生頻度: 約 $10^{-3}$ /年 (東二地震PSA) ⇒有意となる時間は約0.77年後 ( $10^{-7}/(10^{-3} \times 1.3 \times 10^{-4})$ )=約0.77年
- ・Sd発生頻度: 約 $10^{-4}$ /年 (東二地震PSA) ⇒有意となる時間は約0.77年後 ( $10^{-7}/(10^{-4} \times 1.3 \times 10^{-4})$ )=約7.69年

#### ◆ 竜巻

- ・Sd相当の荷重を発生させる竜巻(差圧約0.9kPa)の発生頻度は約 $4.6 \times 10^{-4}$ /年(第520回審査会合資料「外部からの衝撃による損傷の防止(竜巻)」)  
⇒有意となる時間は約1.67年後 ( $10^{-7}/(1.3 \times 10^{-4} \times 4.6 \times 10^{-4})$ )=約1.67年
- ・BOP設計差圧(6.9kPa)の発生頻度: 約 $5.2 \times 10^{-6}$ /年(第520回審査会合資料「外部からの衝撃による損傷の防止(竜巻)」)  
⇒有意となる時間は約19年後 ( $10^{-7}/(10^{-3} \times 5.2 \times 10^{-6})$ )=約19.2年

# 第562回審査会合(4月5日)時コメント回答 ブローアウトパネル関連(1)

## (3) 評価結果

◆ 設計基準事故後に地震によりBOPが開放した場合の影響を確認した結果、運転員の被ばく影響の観点から保守的に弾性設計用地震動Sdで開放しない設計とする。なお、弾性設計用地震動Sdによる開放荷重と同程度の差圧を発生させる竜巻の発生時期は、事故発生後約1.67年後であり、Sdを考慮すべき時期である約0.77年より遅いため、放射能の減衰効果も期待できたため、弾性設計用地震動Sdで開放しない設計とすることで問題ない。

### <公衆被ばく>

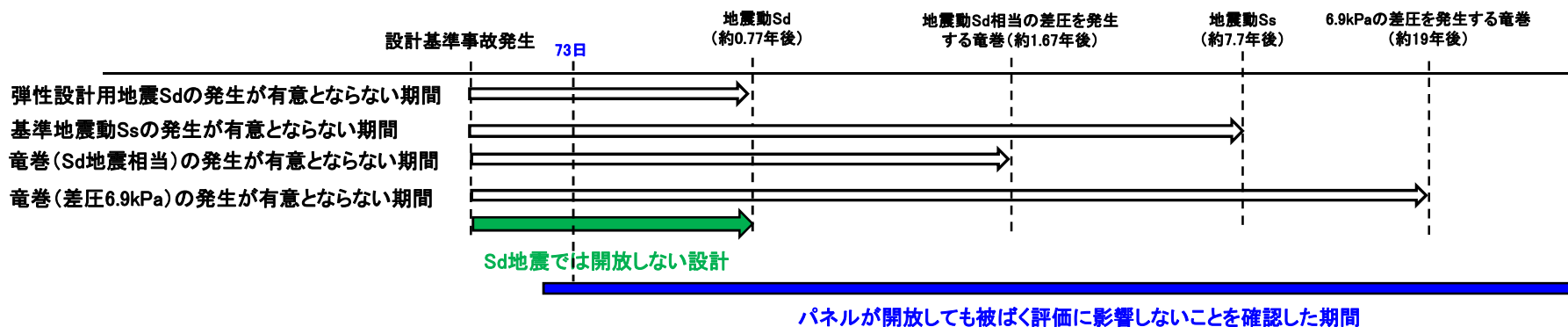
◆ 保守的に事故後約4日後に原子炉建屋の閉じ込め機能が喪失すると仮定(Sd相当で開放すると仮定)して評価し、基準値を下回ることを確認した。

### <運転員の被ばく※>

◆ 保守的に事故後約73日後に原子炉建屋の閉じ込め機能が喪失すると仮定(Ss相当で開放すると仮定)して評価し、基準値を下回ることを確認した。

※運転員の被ばく評価の場合、「原子力発電所中央制御室の居住性に係る被ばく評価手法について(内規)」(平成21・07・27原院第1号 原子力安全・保安院)によれば、運転員の被ばく評価対象とすべき事象は、冷却材喪失事故及び主蒸気管破断の2事象であるが、主蒸気管破断は地上放出を仮定しており、BOP開閉状態に関係しないため既許可と同じ評価となる。

評価対象事故	公衆の場合(基準:5mSv未満) (事故後4日目のBOP開放仮定)	運転員の場合(基準:100mSv未満) (事故後73日目のBOP開放を仮定)
冷却材喪失事故	約 $1.5 \times 10^{-1}$ mSv	約8.4mSv
燃料集合体落下	約 $1.9 \times 10^{-2}$ mSv	—



【設計基準事故とその後の自然現象、被ばく評価影響の概要】



## 4月5日審査会合時コメント回答 ブローアウトパネル関連(1)

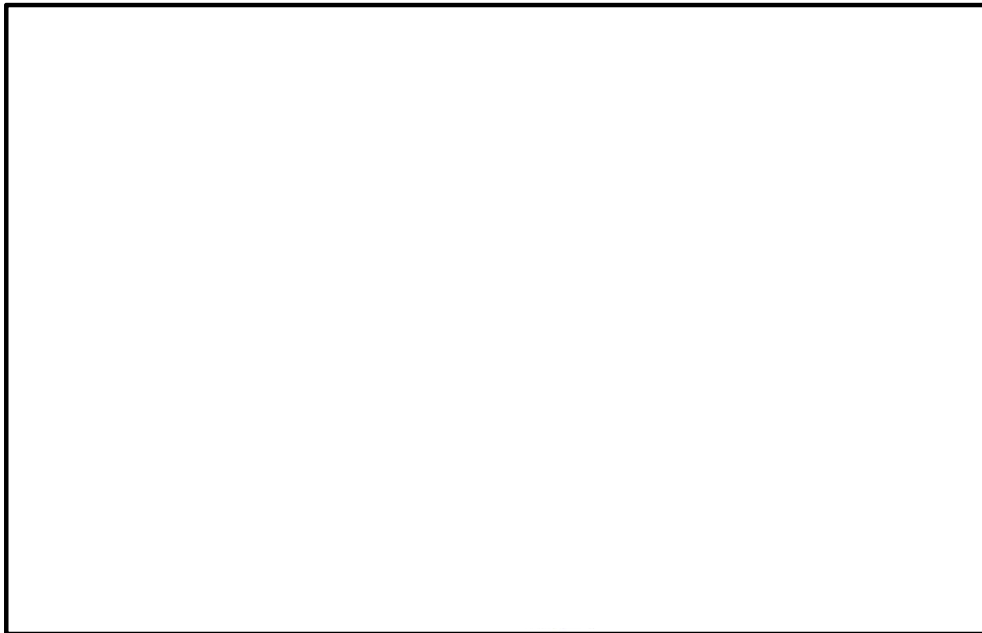
- ◆ 通常運転時も含め、ブローアウトパネルの二次格納施設としての閉維持機能について、被ばくの観点から整理した結果は以下のとおり
- ◆ 通常運転時及び設計基準事故後の自然現象によるブローアウトパネルの開放を想定しても、弾性設計用地震動Sdで開放しない設計(Sdの発生が有意となる時期は事故後約280日後)とすることにより、運転員及び公衆の被ばく量は判定基準内であることを確認

適用条文	ブローアウトパネルの要求機能	プラント状態	判定基準	評価
◆ 39条 廃棄物処理設備等(発電用軽水型原子炉施設周辺の線量目標値に関する指針:公衆の受ける線量目標値)	—	通常運転時	50 $\mu$ Sv/年	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 通常運転時、BOPが開放した場合には、保安規定に従いプラント停止にて対応するため、既許可評価値約8.4 <math>\mu</math> Sv/年を大きく超過することはない。</li> <li>◆ なお、開放したBOPは、可能な限り速やかに復旧する。平常運転時の地上放出を仮定した場合でも、被ばく量は、約3.2 <math>\mu</math> Sv/月であり、復旧に1カ月間を要したとしても問題ない。</li> </ul>
◆ 42条 生体遮蔽等	—	通常運転時	50 $\mu$ Gy/年 (直接ガンマ線・スカイシャインガンマ線)	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 通常運転時、BOPが開放した場合には、保安規定に従いプラント停止にて対応するため、既許可評価値約16 <math>\mu</math> Gy/年(大半はタービン建屋からのもので原子炉棟からのものは0.1 <math>\mu</math> Gy/年以下)を大きく超過することはない。</li> <li>◆ なお、開放したBOPは、可能な限り速やかに復旧する。BOPが開放した場合、原子炉棟内の放射性物質が大気中に放出されるが、直接ガンマ線・スカイシャインガンマ線の影響はない。また、BOPの遮蔽なしとした場合の影響は、1.1倍程度で軽微である。(遮蔽モデル上でのブローアウトパネルの扱いと影響評価 TK-1-287 改1)</li> </ul>
◆ 38条 原子炉制御室等	閉維持機能 (運転員の被ばく防止の観点)	過渡時	—	◆ 過渡事象による放射性物質の放出はないため問題ない
		事故時	100mSv	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 事故後73日目以降<sup>*1</sup>に自然現象によるBOP開放を想定しても、冷却材喪失事故時の被ばく量は約8.4mSvであり、判定基準100mSvを下回ることを確認</li> <li>◆ なお、安全解析における主蒸気管破断の評価では地上放出を仮定しているため、評価において閉じ込め機能喪失の影響はない。(既許可 約1.7mSv)</li> </ul>
◆ 44条 原子炉格納施設	閉維持機能 (公衆の被ばく防止の観点)	過渡時	—	◆ 過渡事象による放射性物質の放出はないため問題ない
		事故時	5mSv	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 事故後4日目以降<sup>*2</sup>に自然現象によるBOP開放を想定しても、冷却材喪失事故時の被ばく量は<math>1.5 \times 10^{-1}</math>mSv、燃料集合体落下は<math>1.9 \times 10^{-2}</math>mSvであり、判定基準5mSv及び既許可で最も大きいMSLBA時の被ばく量<math>1.8 \times 10^{-1}</math>mSvを下回ることを確認</li> </ul>

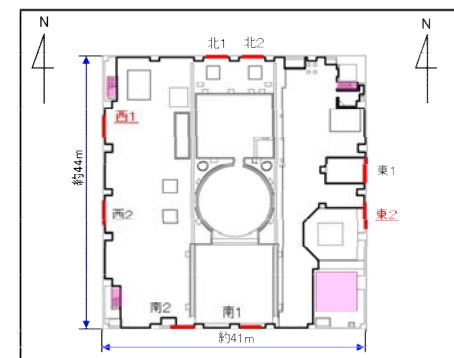
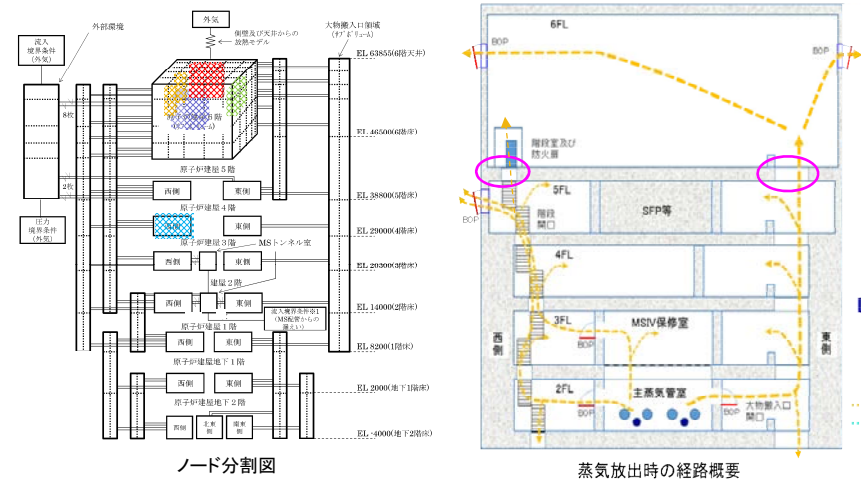
# 第562回審査会合(4月5日)時コメント回答 ブローアウトパネル関連(2)

コメント:強制開放装置の位置づけを明確にすること

回答 :原子炉建屋外壁に設置されるブローアウトパネル10枚に作用する主蒸気管破断時の圧力は音速で伝播する。GOTHIC解析によれば,原子炉棟5階のパネル2枚開放後,6階のパネル8枚にも作動圧力以上の圧力が負荷されるため,ブローアウトパネルは開放する。なお,寸法上,下端,若しくは左端(又は右端)を固定した状態でも,上端,若しくは右端(又は左端)は,型枠に干渉せずに開放する。強制開放装置は,念のための装置であることから,自主設備と位置付けている。

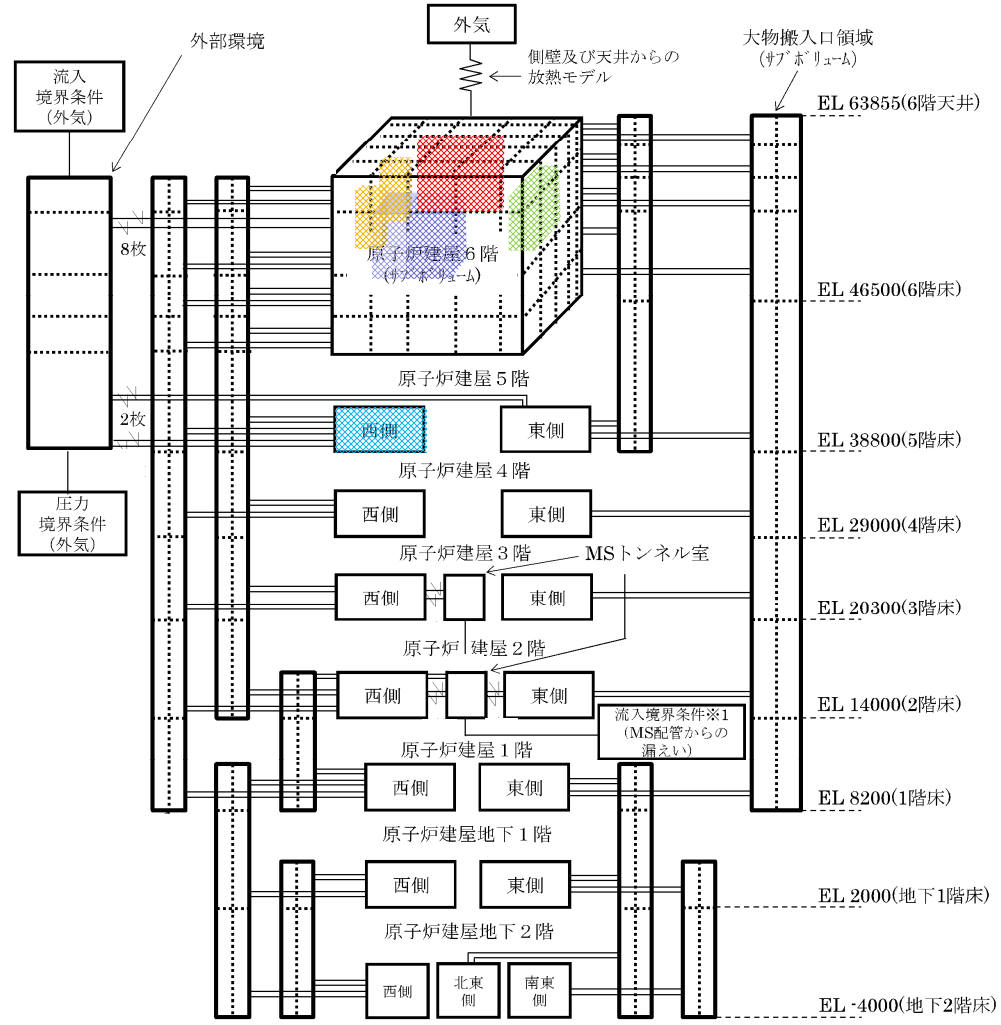


5階西側の2枚のBOP開放後でも,6階のBOP(8枚)近傍には1psi(6.9kPa)の圧力が付加されていることを確認




原子炉棟 6階  
 ( — :パネル(全8枚) )      ■ : 圧力伝播部

# 第562回審査会合(4月5日)時コメント回答 ブローアウトパネル関連(2)



6階部のノード分割(100分割)

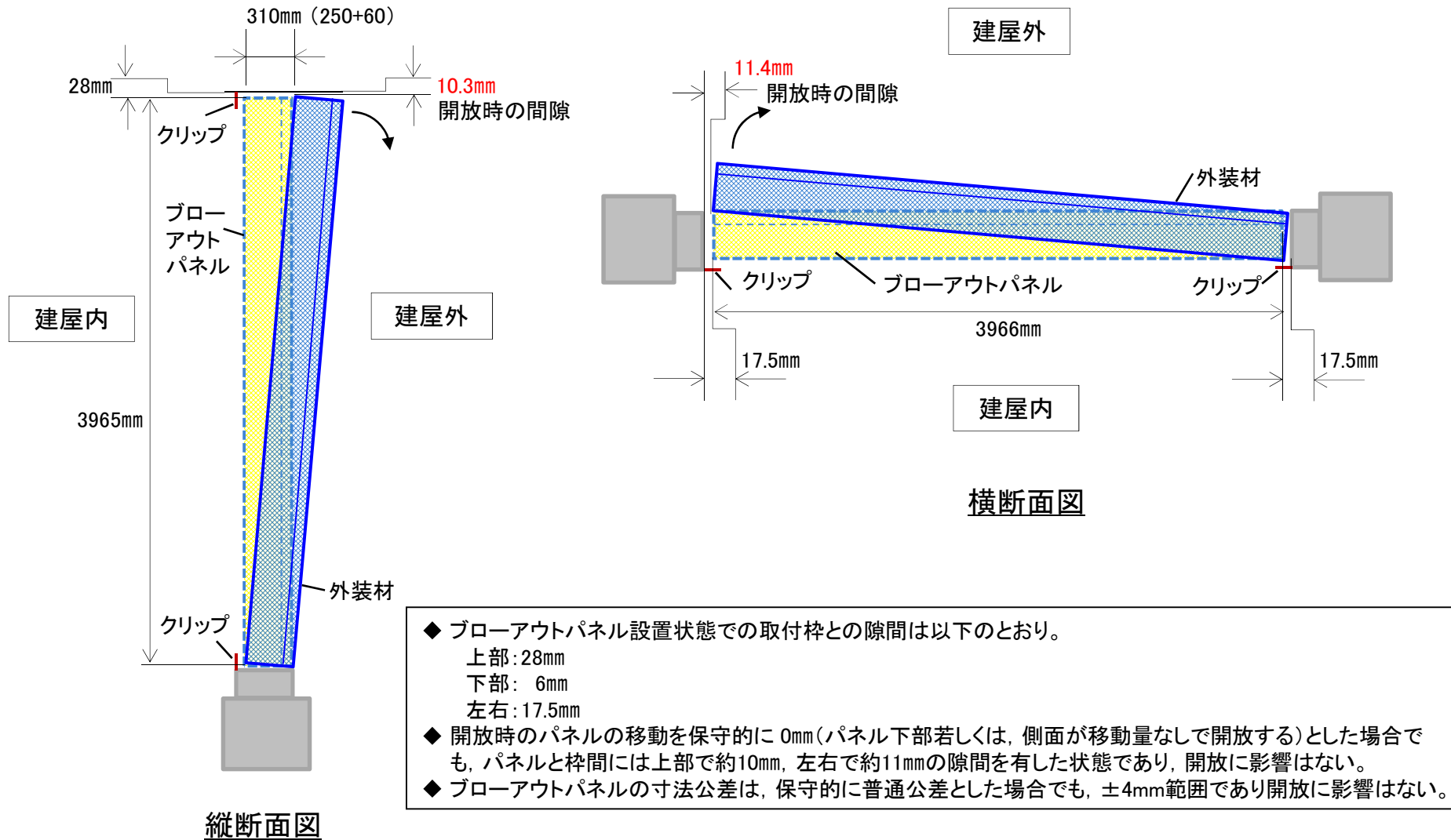
 :ブローアウトパネルに対応するノード(5階西側)

ノード分割図



## 第562回審査会合(4月5日)時コメント回答 ブローアウトパネル関連(2)

ブローアウトパネルの開放時における、パネルと躯体枠との間隙寸法関係を以下に示す。



## 【参考】ブローアウトパネル強制開放装置について(自主対策設備)

### (1) 強制開放装置の概要

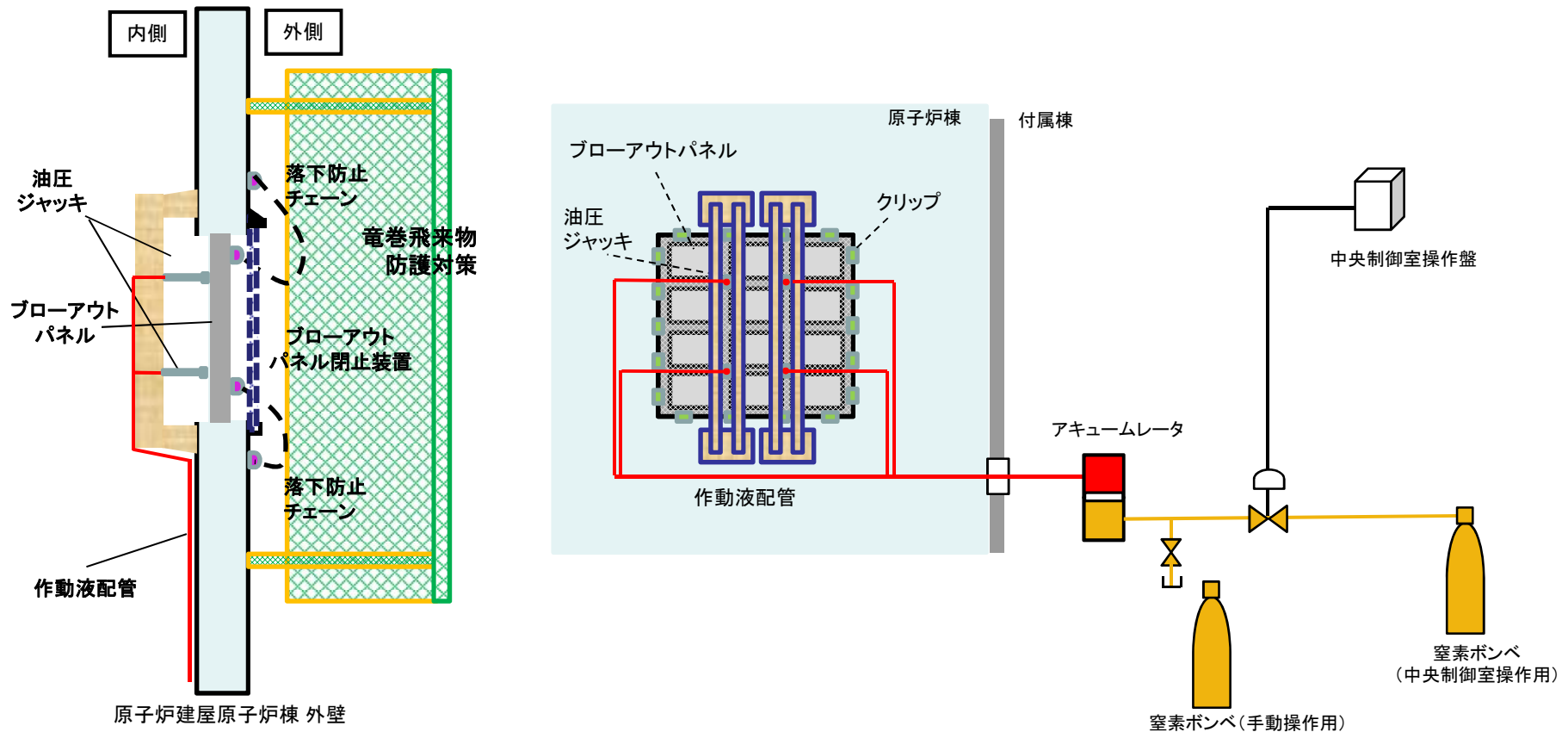
#### <目的>

- ◆ 開放が必要となるブローアウトパネルに対して、原子炉棟内側より不燃性の作動液(水-グリコール)を用いた油圧ジャッキで押し出して開放する。

#### <設計方針>

- ・ 中央制御室からの遠隔操作に加えて現場における手動操作により、ブローアウトパネルを開放する設計
- ・ 他設備への波及的影響に考慮した設計(耐震性を考慮)

### (2) 強制開放装置の設置イメージ



## 第562回審査会合(4月5日)時コメント回答 ブローアウトパネル関連(3)

コメント: 設計差圧(6.9kPa)以下で開放する設計(設定値)について、クリップ開放試験結果等を踏まえた考え方について説明すること。

回答:

- ◆ 6.9kPa以下で確実にパネルを開放させるため、パネル開放の抵抗力(①クリップの抗力, ②パネル移動時の摩擦力による抗力, ③パネルと躯体間のシール材の抗力)を考慮し、この合計が④差圧による荷重以下とする。
- ◆ クリップは、パネルの左右, 上下で対称となるように設置し、負荷される差圧に対し、可能な限り、抵抗が均一になるように配置する。
- ◆ 6.9kPa以下で確実に開放するようにクリップ数を決定する。

$$\boxed{\text{①クリップの抗力} + \text{②摩擦による抗力} + \text{③シール材の抗力}} < \boxed{\text{④設計差圧6.9kPaによる開放荷重}}$$

①クリップの抗力  
 ◆ 7200(N)/1個として設計  
 <根拠>  
 ◆ クリップ試験結果の平均値 6568(N)<sup>※1</sup>に+3σ (3×198=592<sup>※1</sup>)を見込み設定  
 ◆ 6568+592=7160(N)<sup>※1</sup>  
 ◆ クリップ数をX個とすると、クリップの抗力は、7200・X(N)  
 ※1: 追加試験にてデータ拡充を計画

②摩擦力  
 ◆ 0.6として設計  
 <根拠>  
 ◆ コンクリートと鉄鋼の静止摩擦係数0.4(鋼構造設計基準 柱脚)に50%のマージンを見込み0.6  
 ◆ 保守的に静止摩擦係数を動摩擦係数としても採用  
 ◆ 1650(kg)×9.8(m/s<sup>2</sup>)×0.6=9702(N)

③シール材破壊力  
 ◆ Y(N)として設計  
 <根拠>  
 ◆ シール材面積: 1600(cm<sup>2</sup>)  
 ◆ 引張破断荷重: 31(N/cm<sup>2</sup>)  
 ◆ 保守的に、面積1600cm<sup>2</sup>のシール材が引張られ切断されるために必要な荷重として面積×破断荷重で設定

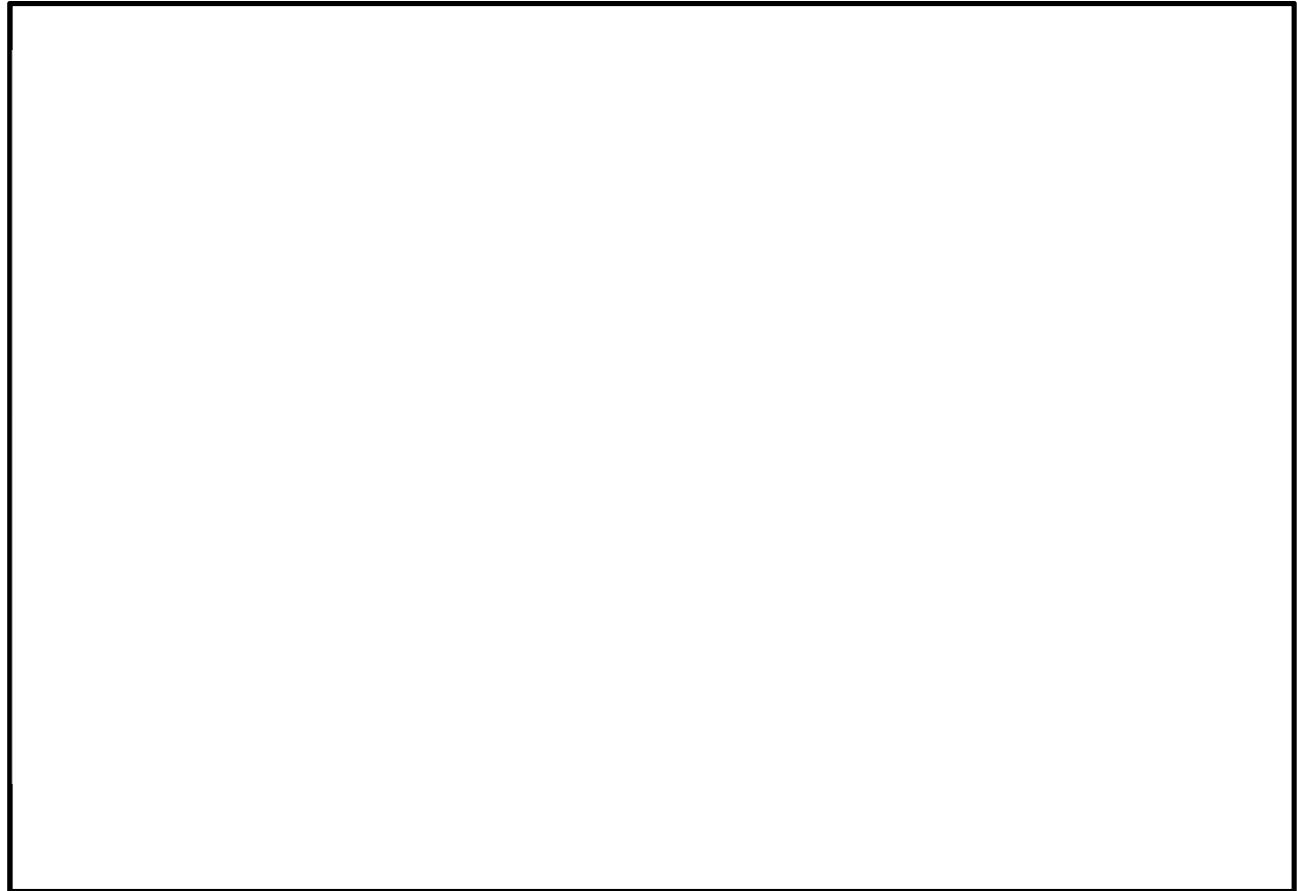
④差圧による荷重  
 6.9kPa以下  
 <根拠>  
 ◆ 設計値6.9kPa以下  
 ◆ 最も面積の小さいパネル(差圧による開放荷重が最も小さい)に6.9kPaが付加されるとして算定  
 ◆ 6900(Pa)×15.346(m<sup>2</sup>)=105888(N)

$$\text{①} 7200 \cdot X \text{ (N)} + \text{②} \text{約} 1 \times 10^4 \text{ (N)} + \text{③} \text{約} 5 \times 10^4 \text{ (N)} < \text{④} \text{約} 1.1 \times 10^5 \text{ (N)}$$

- ◆ クリップ数を6個を基本として、その妥当性は実機大のモックアップ試験にて確認
- ◆ クリップ数及びクリップ寸法(幅)の変更により開放荷重は調整可能であるため、複数の実機大モックアップ試験装置を準備

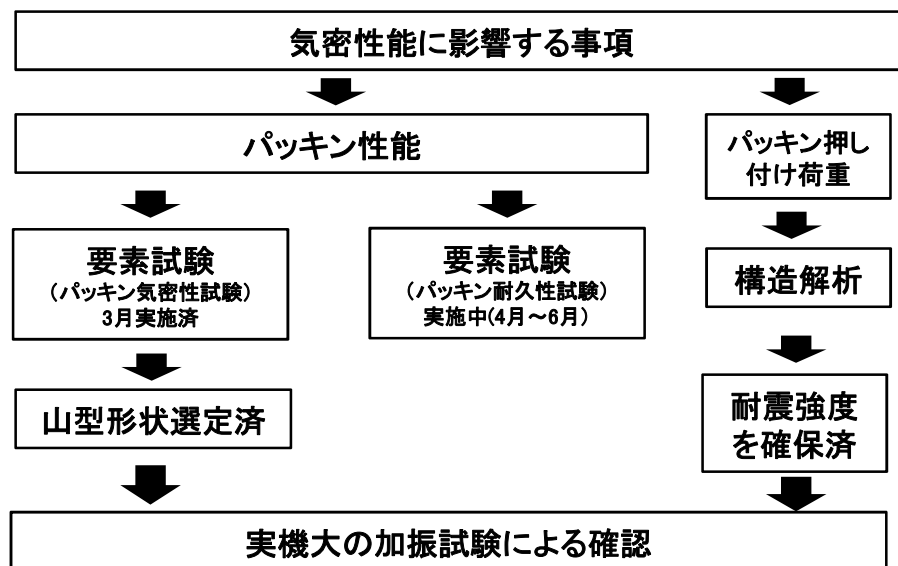
## ブローアウトパネル閉止装置に係る検討項目について(1/3)

- ブローアウトパネル(BOP)閉止装置の機能要求  
BOP開放状態で炉心損傷が発生した場合に、運転員等の中央制御室での居住性確保のため、開放したBOP部を速やかに閉止し、原子炉建屋の気密性を確保する。
  
- BOP閉止装置の構造
  - ◆ 扉は、上部及び下部のガイドローラにより面外方向をガイドし、ハンガーローラを介してハンガーレールに吊り下げられた構造としており、電動機の回転をチェーンにより開閉方向の動作に変換を行い扉の開閉を行う。
  - ◆ 閉止時にはプッシュローラにより扉に取り付けているテーパブロック部を押し込むことにより扉を原子炉建屋側に押し付け、気密性をより高める構造としている。
  - ◆ 開閉状態については、リミットスイッチを設置し、中央制御室で監視できる設計としている。



BOP閉止装置概略図

## ブローアウトパネル閉止装置に係る検討項目について(2/3)



- その他要素試験 電動機等の加振試験(4月実施済み)
  - ・閉止装置用電動機, リミットスイッチの単体加振試験を実施し, 基準地震動 $S_s$ を包絡する地震動で機能維持することを確認
- 実機大の試験体による試験
  - ・実機大の試験体の作動及び気密性を確認予定(6/1, メーカー工場)
  - ・実機大の試験体による加振試験を行い, 加振試験後においても気密性能、作動性能が確保されることを確認※(6月18日~6月22日 Eディフェンス)

※ テーパーブロックにライナー等の取付けによりパッキンの押し込み量の増加可能



# ブローアウトパネル閉止装置に係る検討項目について(3/3)

## ➤ 各試験スケジュールについて

試験項目	試験目的	1月		2月		3月		4月		5月		6月	
		上	下	上	下	上	下	上	下	上	下	上	下
・ブローアウトパネル閉止装置が、電動及び手動にて操作でき、その機能が設計基準地震動Ssでも確保できることの確認 ・閉止後においても必要な気密性能が確保できることを確認	実機大試験 加振試験 開閉動作確認試験 気密性能試験	試験体設計／試験計画策定／材料手配(実機大試験／加振台調整)											
	要素試験	構造部材の強度向上 <span style="font-size: 2em;">↑</span>						実施大試験体製作					
								作動・気密試験※ △		加振・作動・気密性能※試験 □		結果説明▽	
		要素試験①パッキン気密性能試験 <span style="font-size: 1.5em;">■</span>											
				要素試験②電動機等の加振試験 <span style="font-size: 1.5em;">■</span>									
						要素試験③パッキン耐久性試験 <span style="font-size: 1.5em;">■</span>							

# ブローアウトパネルの各試験スケジュールについて

試験項目	試験目的	1月		2月		3月		4月		5月		6月	
		上	下	上	下	上	下	上	下	上	下	上	下
・ブローアウトパネルが設計圧力(6.9kPa以下)で開放すること ・規定圧力(Sd地震相当の荷重)では開放しないこと。	要素試験	試験計画策定				試験体作成 試験装置作製		クリップ要素試験		追加試験片準備(コメント反映)		クリップ試験 (コメント反映追加分)	
	実機大 モックアップ試験	試験計画策定・資機材準備						実施大試験体製作		結果説明▽		開放試験※	

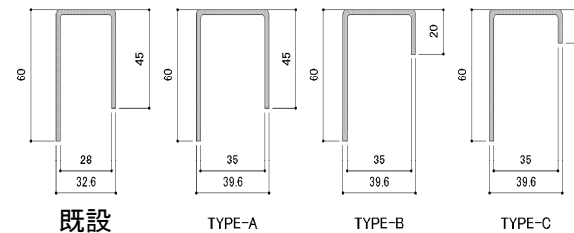
# 【参考】クリップ開放試験の概要(1/3)

## 1. 目的

ブローアウトパネルの開放圧力を決定する大きな因子となるクリップについて、性能に影響する材質、クリップ板厚、クリップ幅、クリップ掛り寸法、曲げ加工後のクリップ幅について組合せを検討し、最も安定した性能を確保できるクリップ仕様を特定する。

## 2. 供試体の組み合わせ

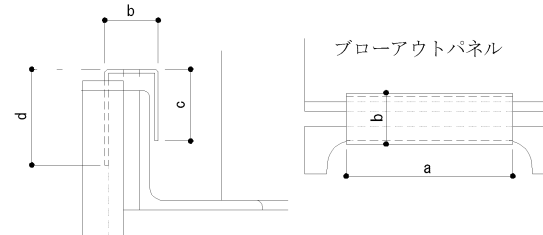
項目	目的	具体的な仕様
材質	材質による強度のばらつきを確認	SS400, SPCC
板厚	一定(既設と同じ)	2.3mm
幅(a)	クリップ幅と強度の関係を確認	100mm, 70mm
掛り寸法(c)	掛り寸法による強度(外れ易さ)のばらつきを確認	45mm, 20mm, 15mm
曲げ加工後のクリップ幅(b)	曲げ加工後のクリップ幅と強度のばらつきを確認	28mm, 35mm



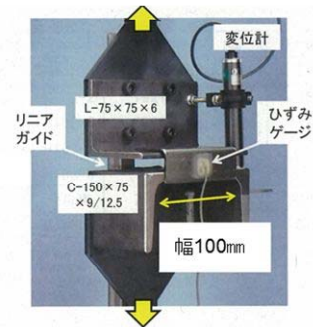
試験用クリップ



クリップ取付状況



クリップ寸法確認箇所



試験用クリップ一覧

試験区分	試験体名称	クリップ材質	クリップ板厚	クリップ幅(a)	クリップ掛り寸法(c)	曲げ加工後のクリップ幅(b)	クリップ形状	変位速度	試験体数
試験1	C70	SPCC (冷間圧延鋼板)	2.3mm	70 mm	45mm	28mm	既設と同じ	1 mm/分	5
	C100			100 mm					
	H70	SS400 (一般構造用圧延鋼材)		70 mm					
	H100			100 mm					
試験2	H100AP	SS400 (一般構造用圧延鋼材)		100 mm	45mm	35mm	TYPE-A		5
	H100BP				20mm		TYPE-B		5
	H100CP				15mm		TYPE-C		5

## 【参考】 クリップ開放試験の概要(2/3)

### 【クリップ試験結果】



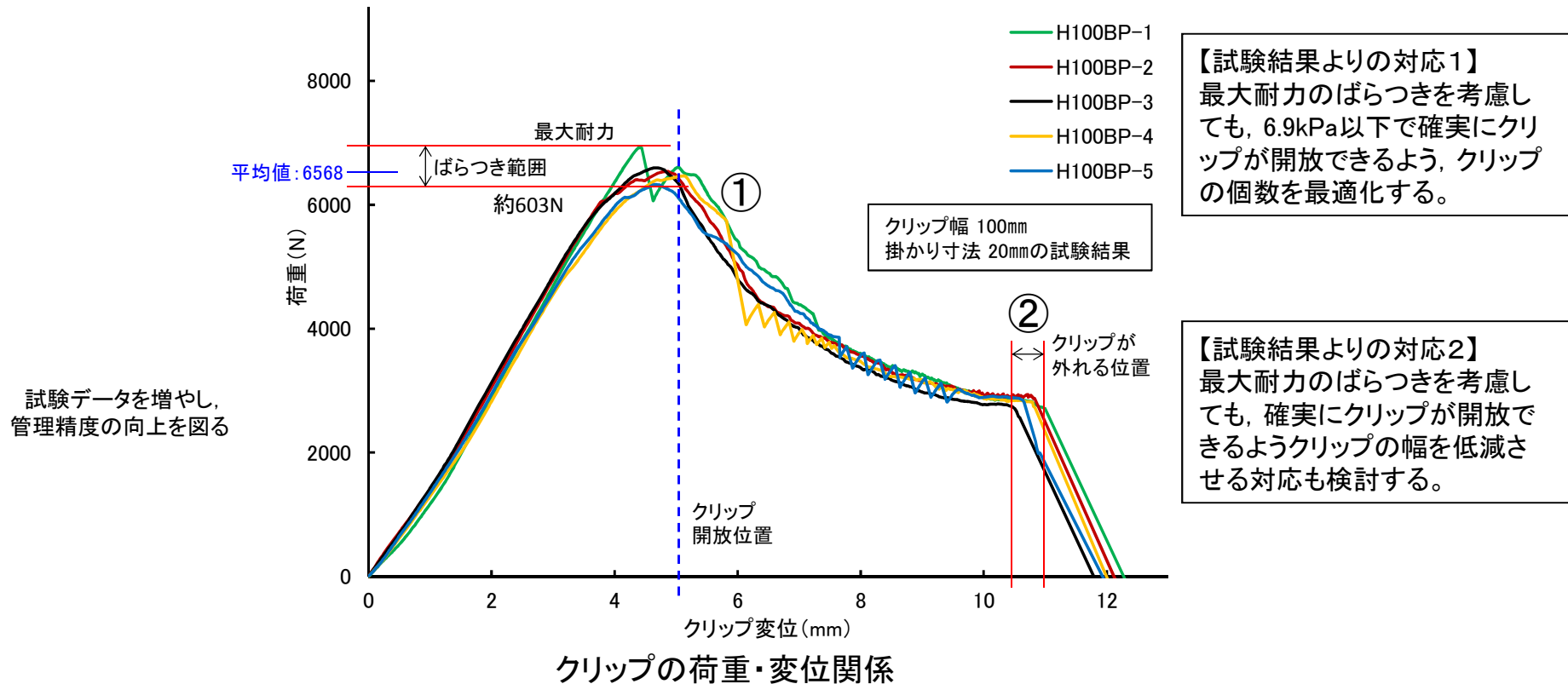
- ◆ 試験1の結果から, SS400の降伏点は明確で, ばらつきも低減できることを確認 ⇒ 材質はSS400を選定
- ◆ 試験1の結果から, 材料に関係なく, 降伏荷重(平均値)はクリップ幅に比例することを確認( $C70/C100=H70/H100 \approx 0.69$ )
- ◆ 試験2の結果から, 掛り寸法は, 20mm程度(TYPE-B)が最もばらつきが小さく適切な形状と判断

材料SS400のTYPE-Bをクリップの基本形状に選定

## 【参考】 クリップ開放試験の概要(3/3)

### 【クリップ試験結果】

基本形状に選定したTYPE-B H100BPの試験結果を示す。



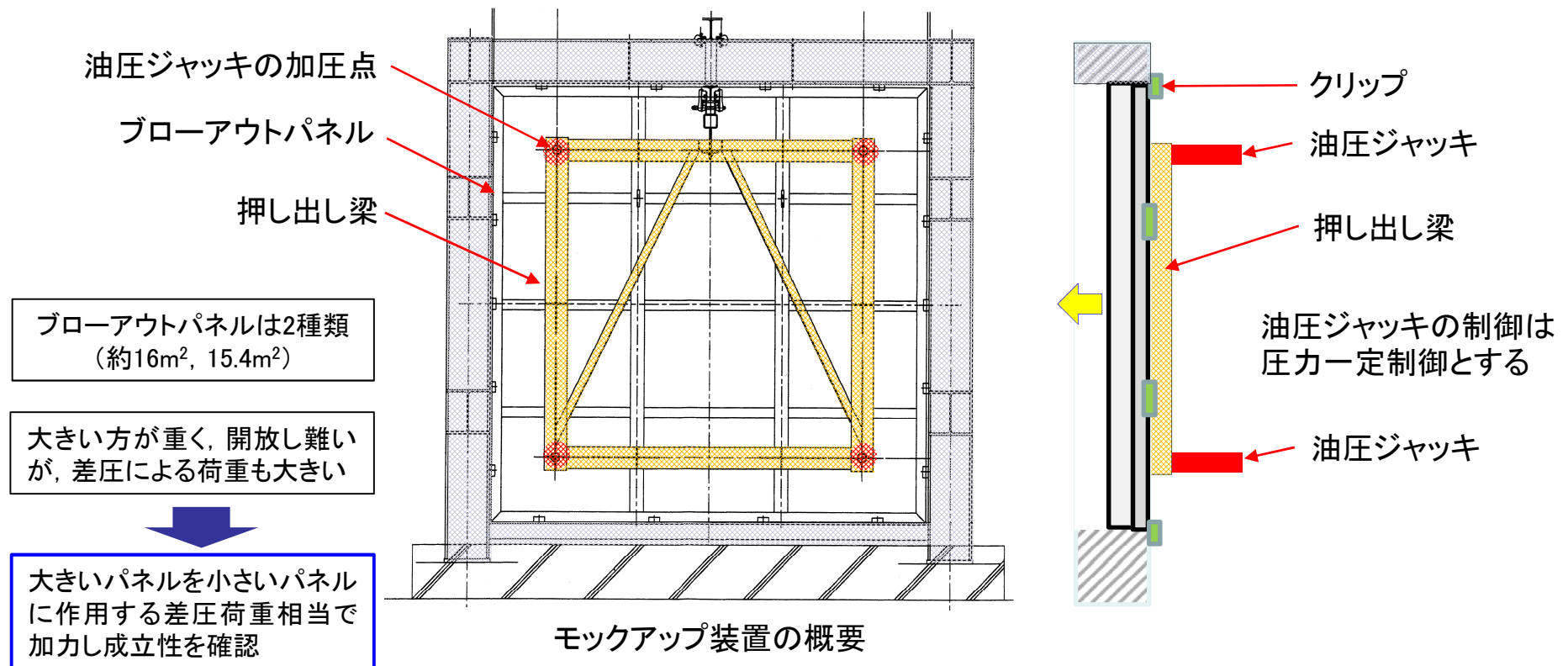
- ①最大耐力に達してクリップが降伏し、荷重が低下していることをクリップ部のひずみ測定により確認した。
- ②クリップの掛かり長さが20mm(H100BP)では変位11mmでクリップが完全に外れることを確認した。

## 【参考】 実機大モックアップによる開放試験

### 【モックアップによる開放試験の概要】

実機同等のブローアウトパネル及びパネルフレーム枠の試験体を製作し、シール施工及び新たに設定するクリップを設置した状態で、油圧ジャッキを用いた加力試験により以下の項目を確認する。

確認項目： 設計差圧以下でブローアウトパネルが開放すること



## 【参考】ブローアウトパネル開放のプロセス

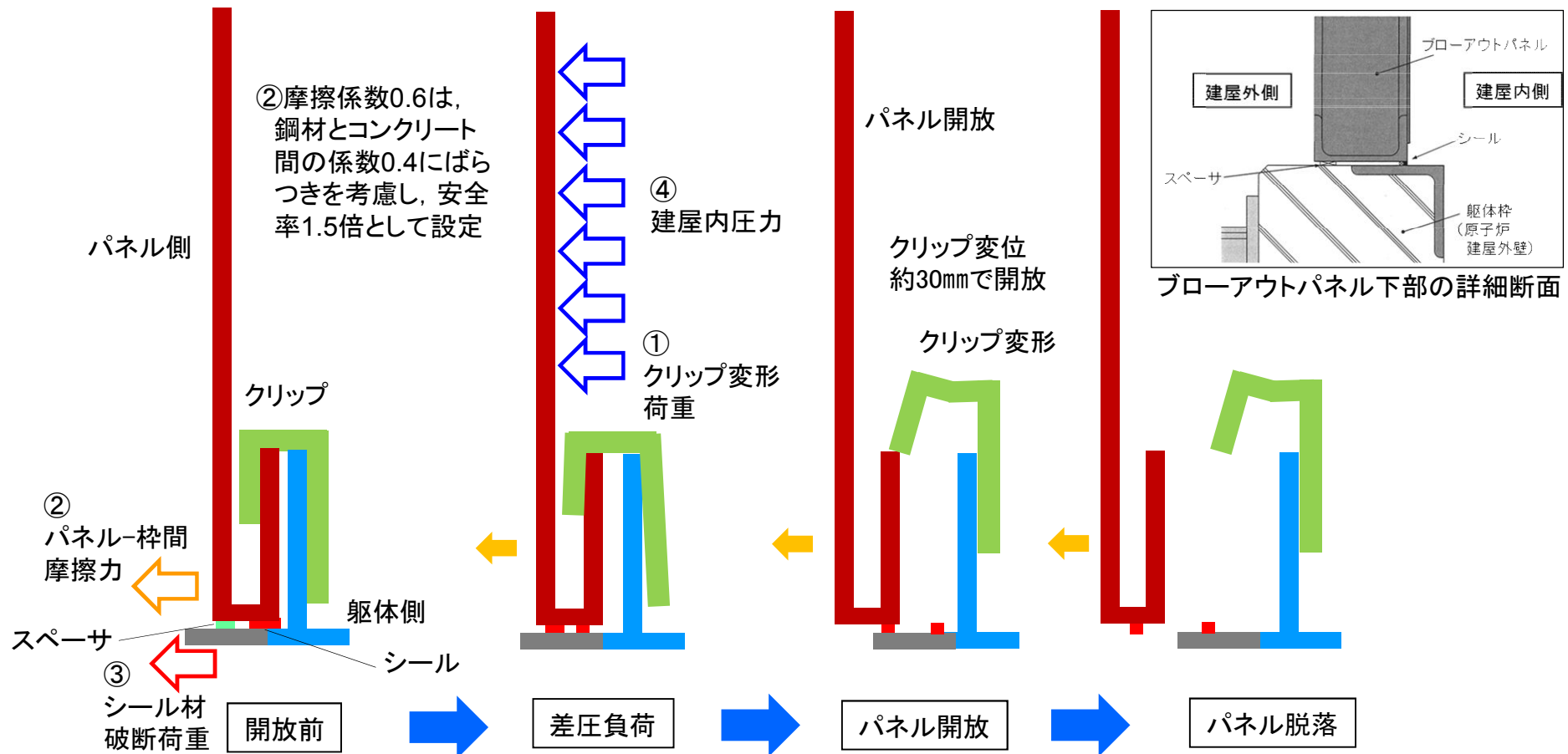
○建屋内圧力によるクリップの変形及びパネルの開放は、具体的には下図の流れとなる。

パネルの開放に必要な荷重 (①+②+③) < 建屋内圧力による荷重(④)

①クリップを変形させる荷重×クリップ个数

②パネルと躯体枠部の摩擦力(パネル鋼材 - 枠鋼材及び枠躯体 ⇒ 摩擦係数0.6)

③シール材の破断に必要な荷重(シール材の選定及び施工方法により設定)







## 前回審査会合における論点の説明状況（1/3）

前回（4月5日）の審査会合において、論点整理した案件の説明状況を以下に示す。

: 前回(4月5日)の審査会合で説明完了
  : ヒアリングで説明完了

区 分	○	設置許可引継ぎ事項
説明内容	白丸数字	前回の審査会合において、今後の予定として示したものの
	黒丸数字	前回の審査会合において、ご指摘を頂いたものの
説明予定		前回の審査会合において、今後の予定時期を示したものの
説明状況		審査会合及びヒアリングにおいて、説明している状況を示す

分 類	説 明 項 目	区 分	説 明 内 容	説 明 予 定	説 明 状 況
耐津波	1 鋼製防護壁の止水機構の地震時における追従性	○	① 止水機構の追従性に係る2次元及び3次元の解析結果	4/中	5/8から順次
			② 止水機構の追従性に係る実証試験(加振試験)結果	5/下	5/下予定
耐震	2 可搬型設備の耐震性	○	① 加振波のFRSが保管場所のFRSを包絡していること	4/5	完了(4/5)
			② 加振試験結果	4/5	完了(4/5)
	3 機器の動的機能維持評価	○	① 抽出した評価対象部位に係る地震時の動的機能維持の評価結果	4/下	5/25予定
	4 スタンドパイプの耐震評価	○	① 解析モデル長さの影響確認結果(解析モデル長さ2.0m及び2.5m)	4/下	5/25予定
			② スタンドパイプ225本モデルにおける補強板が解析に与える影響	—	5/25予定
			③ 引張試験における荷重(モーメント)の比較	—	5/25予定
			④ ドライヤスカート部との干渉に係る解析上の扱い	—	5/25予定
	5 設置変更許可段階で示した解析用液状化強度特性の代表性及び網羅性	○	① 設置変更許可段階で示した「敷地全体の原地盤の液状化強度特性」の代表性及び網羅性	4/中	3/22, 4/16
② 使用済燃料乾式貯蔵建屋を個別の評価対象とした根拠(3つの建屋を除外した理由も含む)及び地盤改良の有無			—	5/7, 6/下予定	
外部事象	6 降下火砕物に対する建屋の健全性	○	① 原子炉建屋の主トラスについて、発生する応力が許容限界を超えないことの確認結果	4/5	完了(4/5)
			② 3次元FEMにおける鉄骨材とスラブの拘束条件、実際のスラブの応力、歪の分布、鉄骨材とスラブの接合部の状態を示す	—	4/19 4/27コメント回答済
機械設計	7 SA時の強度評価における設計方針		① 強度評価方針として、適用基準は保守側を採用するとしていることに対し、応力係数について現実的な値(0.5)を採用することの考え方	—	完了(4/26)
	8 SA時の強度評価における設計条件(SAクラス2機器であって、クラス1機器の設計条件)		① SA時機械荷重(ジェット荷重や主蒸気逃がし安全弁の吹き出し反力)を定量的に算出し、順次計算結果を示す	—	5/下より順次
			② 建設時の設計条件を使用することを含め、強度評価条件の妥当性を示す	—	完了(4/19)

## 前回審査会合における論点の説明状況（2/3）

: 前回(4月5日)の審査会合で説明完了
  : ヒアリングで説明完了

区 分	○	設置許可引継ぎ事項
説明内容	白丸数字	前回の審査会合において、今後の予定として示したものの
	黒丸数字	前回の審査会合において、ご指摘を頂いたものの
説明予定		前回の審査会合において、今後の予定時期を示したものの
説明状況		審査会合及びヒアリングにおいて、説明している状況を示す

分 類	説 明 項 目	区 分	説 明 内 容	説 明 予 定	説 明 状 況	
機械設計	9		① 設計基準事故時の動荷重に包絡されること等の確認結果	-	4/24完了	
			② DBA・SA時のPCV動荷重を決定する要素を定量的に説明	-	4/24 (コメント対応中)	
	10	○	① 圧縮永久ひずみ率のデータ拡充による閉じ込め機能の評価値の妥当性	4/5	完了(4/5)	
			② ガスケット増厚による閉じ込め機能の評価における開口量評価の裕度	4/5	完了(4/5)	
	11	ブローアウトパネル及び関連設備の必要機能と確認方法	○	① ブローアウトパネル開放の実証試験結果	5/下	6/上予定 (追加クリップ試験反映)
				② ブローアウトパネル閉止装置の実証試験(加振試験)及び開閉動作試験、気密性能試験の結果	6/中	6/下予定
				③ ブローアウトパネル本体の品質・施工管理、保守管理等	-	4/26, 5/10 (コメント対応中)
				④ 設計差圧(6.9kPa)以下で開放する設計(設定値)について、クリップ開放試験結果等を踏まえた考え方	-	4/26, 5/10 (コメント対応中)
				⑤ 強制開放装置の位置付け	-	4/26, 5/10 (コメント対応中)
				⑥ ブローアウトパネルの要求事項(考慮すべき自然現象発生後にDBAが発生する場合、逆にDBA後に自然現象が発生する場合を整理し、公衆被ばくの影響の観点から整理)	-	4/26, 5/10 (コメント対応中)

## 前回審査会合における論点の説明状況 (3/3)

: 前回(4月5日)の審査会合で説明完了
  : ヒアリングで説明完了

区 分	○	設置許可引継ぎ事項
説明内容	白丸数字	前回の審査会合において、今後の予定として示したもの
	黒丸数字	前回の審査会合において、ご指摘を頂いたもの
説明予定		前回の審査会合において、今後の予定時期を示したもの
説明状況		審査会合及びヒアリングにおいて、説明している状況を示す

分 類	説 明 項 目	区分	説 明 内 容	説明予定	説明状況			
機械設計	12		SRVのSA耐環境性	①	SA時の原子炉格納容器内におけるSRV作動環境	4/5	完了(4/5)	
				②	SRV(自動減圧機能)の耐環境性	4/5	完了(4/5)	
				③	非常用逃がし安全弁駆動系の耐環境性	4/5	完了(4/5)	
				④	過去のSRV環境試験条件について対象の機器を明確にして資料に反映	-	4/19(コメント対応中)	
				⑤	健全性の説明書の中でその他のSA耐環境性について整理・説明	-	5/下予定	
	13			MCCI/FCI対策に係る設計	①	工認対象範囲	-	完了(4/27)
					②	モックアップ試験結果	5/下	5/下予定
					③	コリウムシールドのドレン水貯蔵機能	-	完了(4/27)
					④	コリウムシールドライナーの工認上の記載	-	完了(4/27)
					⑤	モックアップ試験における異物混入を想定した試験条件	-	完了(4/25)
					⑥	コリウムシールドの施工性	-	完了(4/27)



# 東海第二発電所 工事計画において実施する試験について(1/5)

・24/30説明済(5/8時点)

No.	試験名	試験目的	試験項目	1月		2月		3月		4月		5月		6月		備考
				上	下	上	下	上	下	上	下	上	下	上	下	
1	ブローアウトパネル及び関連機器の機能確認試験	・ブローアウトパネルが、設計圧力(6.9kPa)以下で開放することの確認	クリップ要素試験 実機大開放機能試験	試験計画策定		クリップ要素試験体、 試験装置製作		クリップ試験		▼結果説明 追加クリップ 追加試験準備 要素試験 実機大試験装置製作		▼結果説明		試験装置製作中 クリップ試験開始		
2		・ブローアウトパネル閉止装置が、電動及び手動にて操作でき、その閉止機能が設計基準地震S <sub>s</sub> でも確保できること ・閉止後、設計基準地震S <sub>s</sub> でも、必要な気密性能が確保できることの確認	実機大試験 加振試験 開閉動作確認試験 気密性能試験	試験計画策定/材料手配(実機大試験)/加振台調整		要素試験①パッキン気密性能		要素試験②電動機等の加振試験 要素試験③パッキン耐久試験		実機大試験体製作		結果説明▽ 作動・気密試験▽ 加振・作動・気密性能試験		計画通り実施中 (試験装置製作中)		
3	ECCS系ポンプストレナ 圧損試験	・SA時におけるS/P水に流入するデブリを想定しても、ECCS系ポンプ等の有効吸込水頭が確保されることを確認 ・ストレナに付着するデブリ量を見直した追加試験を実施する	圧損試験	試験完了	▼結果説明(2/22)		結果説明(4/23)▼		▼結果説明(5/2) 再試験計画策定/試験準備		結果説明▽ 圧損試験		追加試験準備中			
4	ガスケット圧縮永久ひずみ試験	PCVのトップヘッドフランジ等で用いるシール材の圧縮永久ひずみ率のデータ拡充及び増厚を検討	圧縮永久ひずみ試験	試験体製作	▼試験条件説明(2/1) ▼データ拡充試験結果説明(3/8)		▼増厚試験速報説明(3/15) ▼結果説明(3/29)		圧縮永久ひずみ試験(データ拡充)		圧縮永久ひずみ試験(増厚検討)		説明済			
5	液状化強度試験	液状化強度試験結果を整理し、設置変更許可段階で示した各地層の解析用液状化強度特性の代表性及び網羅性について確認	液状化強度試験	供試体作成、液状化強度試験		▼結果説明(速報)(3/22)		▼結果説明(4/16) コメント対応中				コメント対応中				
6	ジョイント部材に係る性能確認試験	防潮堤区間に設置するジョイント部材について、有意な漏えいが生じないことを確認	引張試験、耐圧試験、耐候性試験	試験完了	▼結果説明(2/22) コメント対応中								コメント対応中			
7	鋼製防護壁添接板継手部シール材に係る性能確認試験	鋼製防護壁添接板継手部のシール材について、有意な漏えいが生じないことを確認	耐圧試験	試験装置製作	耐圧試験		▼結果説明(4/12) コメント対応中						コメント対応中			

# 東海第二発電所 工事計画において実施する試験について(2/5)

No.	試験名	試験目的	試験項目	1月		2月		3月		4月		5月		6月		備考		
				上	下	上	下	上	下	上	下	上	下	上	下			
8	止水機構の実証試験(加振試験)	銅製防護壁の止水機構について、加振試験を実施し追従性を確認	1次止水機構の加振試験(地震時、津波+余震重畳時条件で実施)	試験計画策定(試験計画を説明しながら策定中)														備考
						2/8	2/27	3/13	3/27	4/3	4/10	4/18	5/8			▽結果説明	加振試験実施中	
9	スタンドパイプを模擬した試験体による限界荷重の確認	極限解析を用いたスタンドパイプの耐震評価手法の保守性を確認	1/3スケールによる引張り試験(荷重-変位曲線の取得)	試験完了		▽結果説明(2/1)			▽結果説明(3/23)								説明済	
10	統合原子力防災ネットワーク設備の加振試験	緊対所の統合原子力防災ネットワークLAN収容架(SA)内に設置する通信連絡設備の電氣的機能維持確認	加振試験					固定治具製作/試験							▽結果説明	▽条件説明(5/25)	・試験体の試験台への固定治具の設計・製作に時間を要した ・他社で実施済みの同等品による加振試験加速度と比して、当社が同確認に必要な加振波が小さいことから、問題ないとの判断	
11	耐環境試験	設置環境条件に適合することを確認 ・圧力伝送器、差圧伝送器 ・温度検出器 ・放射線モニタ ・使用済燃料プール監視カメラ用空冷装置 ・サーベイメータ等	耐環境試験(圧力、温度、湿度、放射線)	試験完了					▽結果説明(3/27)					▽結果説明			計画通り実施中	
12	MCCIスリットモックアップ試験	モックアップによるスリット形状排水ラインの設計の妥当性について確認	水位維持・排水機能の確認試験			試験計画策定				▽試験体製作							計画通り実施中	
13	常設代替注水系ポンプ加振試験	動的機能維持評価に使用するため確認	加振試験	試験完了											▽結果説明		-	
14	SA車両型設備の加振試験(自社加振試験分)	SA車両型設備の加振試験を実施し、転倒しないこと、機能が維持されることを確認	SA車両型設備の加振試験 機能維持確認試験 <対象車両> ・可搬型代替注水大型ポンプ ・可搬型代替低圧電源車 ・窒素供給装置用電源車 ・タンクローリ	試験完了		▽結果説明(1/25)											コメント対応中	

# 東海第二発電所 工事計画において実施する試験について(3/5)

No.	試験名	試験目的	試験項目	1月		2月		3月		4月		5月		6月		備考
				上	下	上	下	上	下	上	下	上	下	上	下	
15	SA車両型設備の加振試験(委託成果開示分)	他電力で実施したSA車両型設備の加振試験の成果の適用 (SA車両型設備の加振試験を実施し、転倒しないこと、機能が維持されることを確認)	SA車両型設備の加振試験 機能維持確認試験 <対象車両> ・可搬型代替注水中型ポンプ ・窒素供給装置	試験完了												コメント対応中
16	非常用海水ポンプ複合軸受の軸受摩耗試験	津波の2次的な影響として、浮遊砂に対する軸受の耐性を確認	軸受摩耗試験 (試験装置に軸受供試材を装着し津波時の砂濃度を再現した状態で運転し軸受の健全性が維持されること確認)	試験完了												-
17	防潮扉・放水路ゲート開閉装置の加振試験	防潮扉、放水路ゲートの上部に設置する開閉装置について加振試験を実施し、機能維持していること確認	開閉装置の加振試験	試験完了												-
18	フロート式逆止弁(浸水防護設備)の加振試験	地震後、津波後や津波の繰返しの襲来を想定した場合においても止水機能が維持できることを確認	・加振試験 ・耐圧・漏えい試験	試験完了分												試験終了(5/10) 試験結果整理中
19	複合体に対する実証試験	複合体が難燃ケーブルと同等以上の難燃性能を確保していることを確認	複合体の外部の火災に対する実証試験 複合体の内部の火災に対する実証試験 複合体の不完全な状態を仮定した場合の実証試験 複合体外部の火災に対する実証試験 複合体内部の火災に対する実証試験 防火シート機能及びケーブル・ケーブルトレイ機能に対する確認試験 防火シート・結束ベルトの耐久性試験 複合体の外力(地震)による健全性確認試験 通電機能への影響確認試験 絶縁機能への影響確認試験 化学的影響確認試験	試験完了												説明済
20	使用ケーブルの難燃性確認試験	安全機能を有する機器等に使用するケーブルが難燃ケーブルであることを確認	UL垂直燃焼試験 IEEE 383 Std 1974 垂直トレイ燃焼試験	試験完了												説明済
21	コーキング材の耐久性に係る試験	電線管に使用するコーキング材について、耐久性を有していることを確認	コーキング材の耐久性試験	試験完了												説明済

# 東海第二発電所 工事計画において実施する試験について(4/5)

No.	試験名	試験目的	試験項目	1月		2月		3月		4月		5月		6月		備考
				上	下	上	下	上	下	上	下	上	下			
22	火災感知設備及び消火設備の実証試験	火災受信機、防災表示板及び火災感知器の機能維持確認	加振試験	試験完了											▽結果説明(5/25)	・火災防護の基本方針ヒアリングに合わせて説明予定 ・加振試験の結果は全て問題ないことを確認済
		ケーブルトレイに適用するハロゲン化物自動消火設備(局所)について、消火性能が確保されていることを確認	ケーブルトレイ消火試験	試験完了							▼結果説明(4/23)					説明済
23	火災防護対策の系統分離に使用する隔壁等の耐火性能等実証試験	耐火隔壁が1時間以上又は3時間以上の耐火性能を有していることを確認	1時間耐火隔壁の火災耐久試験 3時間耐火隔壁の火災耐久試験	試験完了							▼結果説明(4/23)				説明済	
		貫通部シールが3時間以上の耐火性能を有していることを確認	配管貫通部の火災耐久試験 ケーブルトレイ及び電線管貫通部の火災耐久試験	試験完了							▼結果説明(4/23)				説明済	
		防火扉が3時間以上の耐火性能を有していることを確認	防火扉の火災耐久試験	試験完了							▼結果説明(4/23)				説明済	
		防火ダンパが3時間以上の耐火性能を有していることを確認	防火ダンパの火災耐久試験	試験完了							▼結果説明(4/23)				説明済	
		耐火間仕切りが3時間以上の耐火性能を有していることを確認	電動弁・電気ベネトレーション用耐火間仕切りの火災耐久試験 計装品(現場制御盤、計装ラック)・電気ベネトレーション用耐火間仕切りの火災耐久試験 計装品(現場制御盤、計装ラック)用耐火間仕切りの火災耐久試験	試験完了								▼結果説明(4/23)				説明済
		ケーブルトレイに使用する発泡性耐火被覆が1時間以上の耐火性能を有していることを確認	発泡性耐火被覆の火災耐久試験	試験完了								▼結果説明(4/23)				説明済
		電線管ケーブルラッピングが3時間以上の耐火性能を有していることを確認	電線管ケーブルラッピングの火災耐久試験	試験完了								▼結果説明(4/23)				説明済
		ケーブルラッピングに伴う許容電流低減率の確認	ケーブルラッピングの許容電流評価試験	試験完了								▼結果説明(4/23)				説明済
24	水密扉の漏えい試験	水密扉の製作時に、水密性を確認	耐水漏えい試験	試験完了											▼内容説明(4/23) 新規もしくは改造する水密扉の水密試験は扉製作時に実施	説明済
25	SFP常設スプレイヘッド放水試験	使用済燃料ラック全面に放水可能であることの確認	放水範囲確認【機器メーカー実施試験】						▼結果説明						説明済	
26	SFP可搬型スプレイノズル放水試験	使用済燃料ラック全面に放水可能であることの確認	放水範囲確認【機器メーカー実施試験】						▼結果説明						説明済	



# 東海第二発電所 工事計画において実施する試験について(5/5)

No.	試験名	試験目的	試験項目	1月		2月		3月		4月		5月		6月		備考
				上	下	上	下	上	下	上	下	上	下	上	下	
27	可搬型設備(その他設備)加振試験	可搬型の放射線計測器類、計測器等の加振後の機能維持の確認	加振試験 (1)放射線計測器類(緊対及び可搬型設備置場) (2)計測器(原子炉建屋及び緊対) (3)通信機器類(原子炉建屋及び緊対) (4)電源設備(原子炉建屋及び可搬型設備置場) (5)照明(原子炉建屋)	試験完了												コメント対応中
28	通信連絡設備(常設)加振試験	中央制御及び緊急時対策所内に設置する衛星電話設備(固定型)、衛星用アンテナ、衛星用端末装置の加振後の機能維持の確認	加振試験	試験完了												▽結果説明(5/25) 通信連絡設備の耐震計算書の中で説明
29	統合原子力防災ネットワークに接続する機器の加振試験	緊急時対策所内に設置する統合原子力防災ネットワークに接続する機器(IP電話、IP-FAX、統合原子力防災ネットワークテレビ会議システム)の加振後の機能維持確認	加振試験 【他社試験買取】													▽結果説明(5/25) ・通信連絡設備の耐震計算書の中で説明 ・他社から買取した電気品の加振成果が、当社に適用できることを確認済
30	統合原子力防災ネットワーク設備の加振試験(他社買取)	緊急時対策所内及び屋上アンテナ部に設置される統合原子力防災ネットワークのうち衛星系の電路を構成する機器の加振後の機能維持確認	加振試験 【他社試験買取】													▽結果説明(5/25) 結果説明▽ ・他社から買取した電気品の加振試験結果が当社に適用できることを確認しているが、アンテナ本体の機械部品の解析結果と合わせてご説明



# 【参考】 鋼製防護壁 止水機構の実証試験状況(1/2)

## 1. 目的

鋼製防護壁と既設取水路間に設置する止水機構の地震時の追従性を確認するため、実規模の試験装置を用いた加振試験を実施し、止水板が期待通りに動作すること、水密ゴム、その他構成部材が破損しないことを確認する。

## 2. 試験結果

### (1) 試験日

- ① 1回目:平成30年5月9日～平成30年5月11日
- ② 2回目:平成30年5月15日～平成30年5月17日(予定)

### (2) 試験条件

- ① 本震時:3方向加振2ケース,鉛直方向加振2ケースの計4ケース×2回(合計8回)
- ② 余震+津波時:3方向加振1ケース,鉛直方向加振2ケースの計3ケース×2回(合計6回)

### (3) 試験結果(速報)(5月15日時点)

- ① 特段の不具合もなく,想定した通りの結果が得られている。
- ② 止水板の跳ね上がり量は小さく,止水性は確保できている。

表1 確認項目及び結果

項目	判定基準	試験結果(速報)
止水板の地震時の追従性確認	止水板の動作に異常がなく,止水板としての機能が保持されていること。	止水板の浮上り固着,止水板の破損・損傷の異常は認められなかった。
水密ゴムの健全性確認	水密ゴムの動作に異常がなく,機能が保持されていること。 水密ゴムのライニングに異常がなく,機能が保持されていること。	水密ゴムの噛み込み,摺動による亀裂,破損,摩耗は認められなかった。 ライニングの破損,めくれは認められなかった。 ※詳細については一連の試験完了後に確認
1次止水機構の構成部材の健全性確認	装置全体に異常がなく健全であること。	試験装置,部材の変形,損傷等は認められなかった。
(参考)止水板の跳ね上がり量※ 3mm以下の跳上がりであれば水密ゴムは底面戸当り及接触状態		約2.0mm(5月9日)／約●mm(5月15日) (加振ケース:3方向加振時)

※:別途,止水機構の損傷・保守を想定し,1次止水機構及び2次止水機構がない場合の敷地内浸水量を評価しており,止水板の瞬間的な跳ね上がりによる漏えいは無視できる程度であり安全上の問題はない。

## 3. 今後の予定

試験結果については,評価・とりまとめ後,6月末に正式報告する。工認に関する説明は6月末に完了させる。

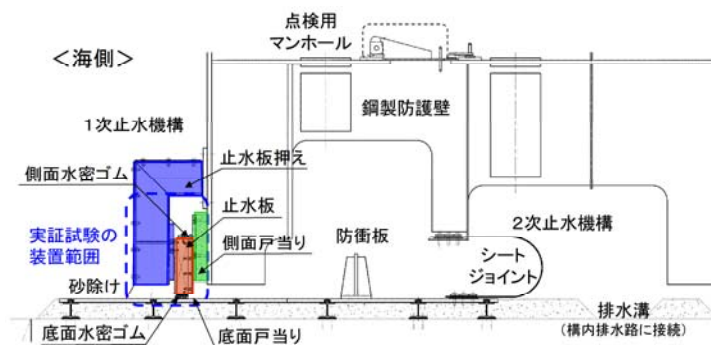


図1 止水機構全体構造概要

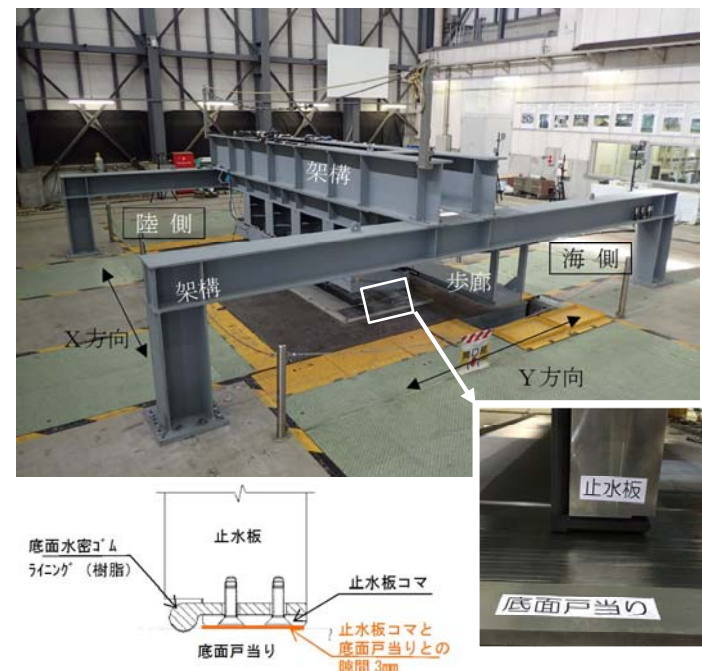


図2 実証試験装置全景

## 【参考】 鋼製防護壁 止水機構の実証試験状況(2/2)

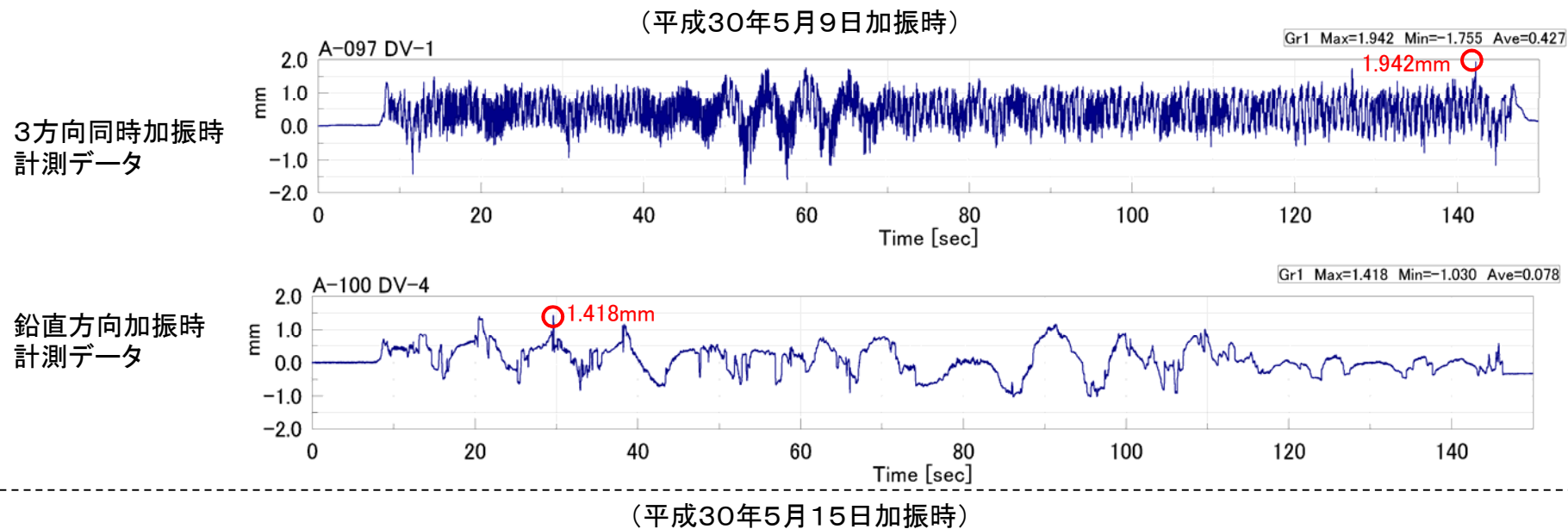


図3 止水板跳ね上がり量計測結果