

東海第二発電所 審査資料	
資料番号	PD-1-14 改 15
提出年月日	平成 29 年 9 月 29 日

東海第二発電所

地震による損傷の防止

平成 29 年 9 月
日本原子力発電株式会社

本資料のうち、 は商業機密又は核物質防護上の観点から公開できません。

第4条：地震による損傷の防止

目 次

第1部

1. 基本方針
 - 1.1 要求事項の整理
 - 1.2 追加要求事項に対する適合性
 - (1) 位置，構造及び設備
 - (2) 安全設計方針
 - (3) 適合性説明
 - 1.3 気象等
 - 1.4 設備等
 - 1.5 手順等

第2部

1. 耐震設計の基本方針
 - 1.1 基本方針
 - 1.2 適用規格
2. 耐震設計上の重要度分類
 - 2.1 重要度分類の基本方針
 - 2.2 耐震重要度分類
3. 設計用地震力
 - 3.1 地震力の算定法
 - 3.2 設計用地震力
4. 荷重の組合せと許容限界
 - 4.1 基本方針
5. 地震応答解析の方針
 - 5.1 建物・構築物
 - 5.2 機器・配管系
 - 5.3 屋外重要土木構造物
 - 5.4 津波防護施設，浸水防止設備及び津波監視設備並びに浸水防止設備又は津波監視設備が設置された建物・構築物
6. 設計用減衰定数
7. 耐震重要施設の安全機能への下位クラス施設の波及的影響
8. 水平2方向及び鉛直方向の地震力の組合せに関する影響評価方針
9. 構造計画と配置計画

(別 添)

- 別添－1 設計用地震力
- 別添－2 動的機能維持の評価
- 別添－3 弾性設計用地震動 S_d ・静的地震力による評価
- 別添－4 上位クラス施設の安全機能への下位クラス施設の波及的影響の検討について
- 別添－5 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せに関する影響評価方針
- 別添－6 屋外重要土木構造物の耐震評価における断面選定の考え方
- 別添－7 主要建屋の構造概要について

(別 紙)

- 別紙－1 既工認との手法の相違点の整理について（設置変更許可申請段階での整理）
- 別紙－2 原子炉建屋の地震応答解析モデルについて
- 別紙－3 原子炉建屋屋根トラス評価モデルへの弾塑性解析適用について
- 別紙－4 土木構造物の解析手法及び解析モデルの精緻化について
- 別紙－5 機器・配管系における手法の変更点について
- 別紙－6 下位クラス施設の波及的影響の検討について
- 別紙－7 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の適切な組合せに関する検討について
- 別紙－8 屋外重要土木構造物の耐震評価における断面選定について
- 別紙－9 使用済燃料乾式貯蔵建屋の評価方針について
- 別紙－10 液状化影響の検討方針について
- 別紙－11 屋外二重管の基礎構造の設計方針について
- 別紙－12 既設設備に対する耐震補強について
- 別紙－13 動的機能維持評価の検討方針について

東海第二発電所

機器・配管系における手法の変更点について
(耐震)

1. はじめに

今回工認における機器・配管系の耐震評価において、既工認から評価手法を変更するものについて、「別紙1 既工認との手法の相違点の整理について（設置変更許可申請段階での整理）」の整理結果を踏まえ、以下に結果を示すものである。

2. 手法の相違点

(1) 原子炉建屋クレーンへの非線形時刻歴応答解析の適用

原子炉建屋クレーンの解析では、より詳細な手法を用いる観点から、すべり及び浮き上がりの条件を考慮した非線形時刻歴応答解析にて評価を実施する。原子炉建屋クレーンの非線形時刻歴応答解析の適用については、他プラントを含む既工認において適用実績がある手法である（詳細は添付資料1参照）。

(2) ポンプ等の解析モデルの精緻化

最新の工認実績等を踏まえ、ポンプ等の一部設備に対して解析モデルの質点数の変更、設備の支持構造に沿った解析モデルの精緻化を行う。多質点モデルによる地震応答解析モデルの適用は、他プラントを含む既工認において適用実績がある手法である（詳細は添付資料2参照）。

(3) 容器等の応力解析へのFEMモデルの適用

既工認において、公式等による評価にて耐震計算を実施していた設備について、3次元FEMモデル、多質点モデルを適用した耐震評価を実施する。FEMモデルを用いて応力解析を行う手法は、他プラントを含む既工認において適用実績がある手法である（詳細は添付資料3参照）。

(4) 解析コードの変更

今回工認における格納容器、原子炉圧力容器等の主要設備の耐震評価に

適用する解析コードについては、建設時に適用した解析コードから他プラントを含む既工認において適用実績がある解析コードに変更する（詳細は添付資料4参照）。

(5) 最新知見として得られた減衰定数の採用

最新知見として得られた減衰定数を採用する設備は以下のとおりであり、その値は、振動試験結果等を踏まえ、設計評価用として安全側に設定した減衰定数を採用したものである。

また、鉛直方向の動的地震力を適用することに伴い、鉛直方向の設計用減衰定数についても新たに設定している。

天井クレーン、燃料取替機及び配管系の減衰定数並びに鉛直方向の設計用減衰定数は他プラントを含む既工認において適用実績がある（詳細は添付資料5参照）。

① 天井クレーンの減衰定数

② 燃料取替機の減衰定数

③ 配管系の減衰定数

(6) 水平方向と鉛直方向の動的地震力の二乗和平方根法による組合せ

今回工認の評価では、鉛直方向の動的地震力が導入されたことから、水平方向と鉛直方向の地震力の組み合わせとして、既往の研究等に基づき二乗和平方根（以下「SRSS」という。）法を用いる。SRSS法による荷重の組み合わせは、他プラントを含む既工認において適用実績がある手法である（詳細は添付資料6参照）。

(7) 鉛直方向応答解析モデルの追加

今回工認では、鉛直方向に動的地震動が導入されたことから、原子炉本体及び炉内構造物について、鉛直方向の応答を適切に評価する観点で、水平方向応答解析モデルとは別に鉛直方向応答解析モデルを新たに採用し鉛

直地震動に対する評価を実施する。鉛直方向応答解析モデルは他プラントを含む既工認にて適用実績があるモデルである。(詳細は添付資料7参照)。

(8) 炉内構造物への極限解析による評価の適用

既工認において、公式等による評価にて耐震計算を実施していた炉内構造物について、3次元FEMモデルを適用した極限解析による評価を実施する。極限解析による評価は、規格基準に基づく手法であり、他プラントでの既工認において適用実績がある手法である(詳細は添付資料8参照)。

3. 手法の変更項目に対する東海第二発電所への適用性

手法の変更点について、以下に示す3項目に分別した上で、東海第二発電所としての適用性を示す

(1) 先行プラントの知見反映を基本として変更する手法

先行プラントで適用されている知見を反映する目的の変更項目については、従来からの耐震設計手法に基づき、評価対象施設を質点系モデル、有限要素法モデルに置換し、地震応答解析を実施することにより評価は可能であるため、東海第二発電所への適用に際して問題ないものとする。

- ・ クレーンの時刻歴応答解析の適用
- ・ ポンプ等の応答解析モデルの精緻化
- ・ 容器等の応力解析へのFEMモデルの適用
- ・ 解析コードの変更

(2) 鉛直方向地震の動的な取扱いを踏まえて適用する手法

平成18年9月の耐震設計審査指針改訂から鉛直方向地震力に対する動的に取扱いがされており、大間1号炉及び新規制基準での工認においてPWRプラントで適用実績があり、東海第二発電所への適用に際して問題ないものとする。

- ・ 水平方向と鉛直方向の動的地震力の二乗和平方根による組合せ
- ・ 鉛直方向応答解析モデルの追加

(3) より現実的な応答を模擬する観点から採用する手法

a. 最新知見として得られた減衰定数の採用

今回工認においては、配管系、天井クレーン及び燃料取替機の減衰定数は、振動試験結果等を踏まえて設定した減衰定数を採用する。

配管系においては、新規制基準でのPWRプラントでの適用実績があり、また炉型、プラント毎による設計方針について大きな差はない。また、最新知見として採用する減衰定数の設定の検討に際して、BWRプラントの配管系を踏まえた検討も実施しており、適用に際して問題ないものとする。

天井クレーン及び燃料取替機の減衰定数の設定に際しては、振動試験を用いた検討を実施している。振動試験の試験体は、実機と同等の振動特性である試験体を用いることにより、減衰定数のデータを採取している。東海第二発電所として適用する天井クレーン及び燃料取替機について、振動試験に用いた試験体と同等の構造仕様であることを確認しており、最新知見として得られた減衰定数の適用に際して問題ないものとする（試験等の詳細は、添付資料 5 に記載）。なお、本減衰定数の適用は、大間 1 号炉及び天井クレーンに対しては新規制基準での工認においてPWRプラントで適用実績がある。

b. 極限解析による評価の適用

極限解析による評価については、JEAG 4 6 0 1 及び JSME 設計・建設規格で規定されている。ただし本評価手法は適用実績及び審査実績が少ないこと、更に今回工認では炉内構造物に対して適用するため、具体的な評価手法は、炉心支持構造物の規定を準用することになることから、適

用に際して問題ないことを確認した（添付資料 8 参照）。

4. 添付資料

- (1) 原子炉建屋クレーンへの非線形時刻歴応答解析の適用について
- (2) ポンプ等の解析モデルの精緻化について
- (3) 容器等の応力解析への F E Mモデルの適用について
- (4) 解析コードの変更について
- (5) 最新知見として得られた減衰定数の採用について
- (6) 水平方向と鉛直方向の動的地震力の二乗和平方根法による組合せについて
- (7) 鉛直方向応答解析モデルの追加について
- (8) 炉内構造物への極限解析による評価の適用について

炉内構造物への極限解析による評価の適用について

1. 概要

既工認においては、炉内構造物として公式等を用いた評価を行っていたが、今回工認では、機能限界を踏まえた許容限界をより現実的に示す観点で、J E A G 4601、J S M E 設計・建設規格で定められた極限解析による評価（以下「極限解析」という。）を採用する。極限解析については、規格基準に基づく手法であり、また新規制基準での工認における高浜 1、2 号炉、美浜 3 号炉で適用実績のある手法である。

2. 炉内構造物への極限解析の適用

(1) 規格基準における扱い及び炉内構造物への適用

J E A G 4601、J S M E 設計・建設規格の炉心支持構造物に関する抜粋を第 8-1, 2 図に示す。極限解析は、J E A G 4601、J S M E 設計・建設規格において、炉心支持構造物に適用可能な設計手法として規定されている。また、J E A G 4601 において、炉内構造物の許容応力は炉心支持構造物の許容応力を準用することができることを定めている。整理結果を第 8-1 表に示す。

東海第二発電所の今回工認における炉内構造物の極限解析の適用に際して炉心支持構造物の規定を準用することになるため、極限解析の具体的な評価手法が規定されている J S M E 設計・建設規格の炉心支持構造物の規格に定められた要求事項を満足することを確認する。

炉心支持構造物の規格要求事項に対して、極限解析を適用するスタンドパイプの適合性確認に対する要求の整理結果を第 8-2 表に示す。材料及び完了検査については建設時の記録から要求事項を満足していることを確認した。

設計に対する要求については、スタンドパイプは炉内にあり、地震時以外で

は、圧力・温度差等による応力は有意なものではないため、満足すると考えられる。しかしながら、これを確認するため詳細設計段階にて設計に対する要求を満足することを確認する。

また、評価範囲であるスタンドパイプとシュラウドヘッドの取付部の溶接施工管理については炉心支持構造物と同様の施工管理を実施している。

第 8-1 表 極限解析の規格基準における扱い

規格基準	適用範囲	備考
J E A G 4601	炉心支持構造物 炉内構造物	<ul style="list-style-type: none"> 具体的な手法は JSME に記載（JEAG では告示 501 号を読み込み） 炉内構造物は炉心支持構造物を準用
JSME S NC1-2005/2007	炉心支持構造物	

第 8-2 表 JSME 設計・建設規格 炉心支持構造物の規格に対する

スタンドパイプの適合性確認整理結果

規格番号	規格名称	炉内構造物としての 評価/考慮の要否	「否」の理由	備考
CSS-1000 一般要求事項				
CSS-1100	適用			
CSS-1110	適用範囲	要	—	適用範囲を満足することを後規定で確認する。
CSS-1120	境界	否	炉内構造物を炉心支持構造物として評価するため	—
CSS-1121	炉心支持構造物と炉内構造物の境界			
CSS-1300	記号の定義	要	—	記号の定義に従う。
CSS-1400	応力分類	要	—	CSS-3000に規定する設計及び応力解析は、規定の応力分類に従う。
CSS-2000 炉心支持構造物に使用する材料				
CSS-2100	炉心支持構造物に使用可能な材料	要	—	使用材料はSUS304TP相当 (ASME SA-312 Gr. TP304) であり、適合している。
CSS-2110	炉心支持構造物に使用可能な材料の規定			
CSS-2300	破壊靱性試験要求	否	オーステナイト系ステンレス鋼であるため、破壊靱性試験は不要	—
CSS-2400	非破壊試験要求	要	—	製作時に超音波探傷試験及び浸透探傷試験を実施しており、適合している。
CSS-2410	各材料に適用する非破壊試験			
CSS-2500	溶接材料	要	—	溶接に用いる材料は、母材と同等の強度を有するものを使用しており、溶接規格N-1040に適合している。
CSS-2510	溶接に用いる材料			
CSS-3000 炉心支持構造物の設計				
CSS-3010	考慮すべき荷重	要	—	考慮すべき荷重をとして、冷却材による差圧、自重、地震荷重を設計に用いている。
CSS-3020	考慮すべき事項	要	—	(1)減肉は考慮しない (2)原則として公称寸法を使用
CSS-3100	材料の応力強さの限界および許容応力	要	—	各供用状態における一次応力強さが規定を満足することを詳細設計段階で確認する。
CSS-3110	ボルト等締付部材以外の応力評価			
CSS-3111	各供用状態における一次応力評価	要	—	
CSS-3111.1	プロトタイプまたはモデル試験による評価	否	プロトタイプまたはモデル試験による評価は適用しないため	—
CSS-3112	供用状態A、Bにおける一次+二次応力評価	要	—	供用状態A、Bにおいて生じる一次応力と二次応力の最大値と最小値の差が規定を満足することを詳細設計段階で確認する。
CSS-3113	疲労評価 (供用状態A、B)	要	—	CSS-3130を満足することを詳細設計段階で確認する。
CSS-3114	純せん断応力評価	否	純せん断応力を生じる部分がないため	—
CSS-3115	支圧応力評価	否	支圧応力を生じる部分がないため	—
CSS-3116	軸圧縮応力の評価	否	軸圧縮荷重が自重のみであり、軸圧縮応力が小さいため (最新プラントと同様)	—
CSS-3116.1	軸方向に圧縮荷重を受ける円筒形の胴の圧縮応力の評価			
CSS-3116.2	軸方向に圧縮荷重を受ける柱状の部材の圧縮応力の評価			
CSS-3117	ねじりせん断応力の評価	否	ねじり応力が生じる中実円断面でないため	—
CSS-3120	ボルト等締付部材の応力評価	否	ボルト等締結部材はないため	—
CSS-3130	疲労解析不要の条件	要	—	疲労評価不要の各条件を満足することを詳細設計段階で確認する。
CSS-3140	疲労強度低減係数または応力集中係数	要	—	応力集中係数を考慮する。
CSS-3150	溶接部継手効率	要	—	溶接方法の区分に応じた継手効率を考慮する。
CSS-3160	極限解析による評価	要	—	地震時以外は適用しない
CSS-3200	外面に圧力を受ける炉心支持構造物の評価	否	外圧を受けないため	—
CSS-3210	外面に圧力を受ける炉心支持構造物の形状			
CSS-3220	円筒形または円すい形の胴における許容圧力 (外圧)			
CSS-3230	球形の胴における許容応力	否	球形でないため	—
CSS-3240	外面に圧力を受ける円筒形の炉心支持構造物に強め輪を設ける場合	否	強め輪は設けないため	—
CSS-3300	簡易弾塑性解析	要	—	CSS-3112を満足することを確認する。
CSS-3400	クラッド構造の炉心支持構造物に対する強度評価上の取扱いについての規定	否	クラッド構造でないため	—
CSS-5000 完了検査				
CSS-5010	炉心支持構造物の完成検査	要	—	完成後、要求事項に従い、外観検査、寸法検査を行い、満足している。

2.5 炉心支持構造物の許容応力

2.5.1. 炉心支持構造物（ボルト等を除く）の許容応力

炉心支持構造物（ボルト等を除く）の許容応力を次に示す。

応力分類 許容 応力状態	1次一般膜応力	1次一般膜応力 + 1次曲げ応力	1次+ 2次応力	1次+ 2次 + ピーク応力	特別な応力限界		
					純せん 断応力	支 圧 応 力	ねじり 応 力
設計条件	$S_m^{(1)}$	左欄の1.5倍の値 ⁽¹⁾	—	—	—	—	—
I _A	—	—	$3 S_m^{(2)}$	運転状態 I 及び II における荷重の組合せについて疲れ解析を行い疲れ累積係数が1.0 以下であること。 ⁽³⁾	$0.6 S_m^{(4)}$	$S_y^{(5)}$ ($1.5 S_y$)	$0.8 S_m^{(7)}$
II _A	—	—			$0.6 S_m^{(4)}$	$S_y^{(5)}$ ($1.5 S_y$)	$0.8 S_m^{(7)}$
III _A	$1.5 S_m^{(1)}$	左欄の1.5倍の値 ⁽¹⁾	—	—	$0.9 S_m^{(4)}$	$1.5 S_y^{(5)}$ ($2.25 S_y$)	$1.2 S_m^{(7)}$
IV _A	$2/3 S_u^{(1)}$ 。ただしオーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金については $2/3 S_u$ と $2.4 S_m$ の小さい方。	左欄の1.5倍の値 ⁽¹⁾	—	—	$1.2 S_m^{(4)}$	$2 S_y^{(5)}$ ($3 S_y$)	$1.6 S_m^{(7)}$
III _A S	$1.5 S_m^{(1)}$	左欄の1.5倍の値 ⁽¹⁾	—	—	$0.9 S_m$	$1.5 S_y^{(6)}$ ($2.25 S_y$)	$1.2 S_m$
IV _A S	$2/3 S_u^{(1)}$ 。ただしオーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金については $2/3 S_u$ と $2.4 S_m$ の小さい方。	左欄の1.5倍の値 ⁽¹⁾	—	—	$1.2 S_m$	$2 S_y^{(6)}$ ($3 S_y$)	$1.6 S_m$

注：(1) 告示第96条第1項第一号の崩壊荷重の下限に基づく評価（ただし、設計条件については同号イ、III_A及びIII_ASについては同号ロ、IV_A及びIV_ASについては同号ハの評価）を適用する場合は、この限りではない。

(2) $3 S_m$ を超えるときは告示第97条の弾塑性解析を用いることができる。

(3) 告示第96条第1項第三号を満たすときは、疲れ解析を行うことを要しない。

(4) 告示第96条第1項第一号へによる。

(5) 告示第96条第1項第一号トによる。（ ）内の値は支圧荷重の作用端から自由端までの距離が支圧荷重の作用幅より大きい場合の値

(6) （ ）内の値は、支圧荷重の作用端から自由端までの距離が支圧荷重の作用幅より大きい場合の値

(7) 告示第96条第1項第一号リによる。

第 8-1 図 J E A G 4601 炉心支持構造物（ボルト等を除く）の許容値に関する抜粋

表 CSS-3110-1 応力強さの限界(ボルト等を除く)

応力の分類 供用状態	一次応力		二次応力	ピーク応力	特別な応力限界
	一般膜応力	曲げ応力	膜応力と曲げ応力		
	P_m	P_b	Q	F	
設計条件	P_m S_m 弾性解析 または $\frac{2}{3}P_{cr}$ 極限解析(注1) または $0.44L_e$ 試験(注5)	P_m+P_b $1.5S_m$ 弾性解析 または $\frac{2}{3}P_{cr}$ 極限解析(注1) または $0.44L_e$ 試験(注5)	評価不要	評価不要	—
供用状態A およびB			P_m+P_b+Q $3S_m$ 弾性解析 または P_m+P_b+Q+F S_a 弾塑性解析	P_m+P_b+Q+F S_a 疲労解析	支圧荷重 S_y または 平均支圧応力 $1.5S_y$ せん断荷重 $0.6S_m$ 平均せん断応力 $0.8S_m$ 最大ねじりせん断応力
供用状態C	P_m $1.5S_m$ 弾性解析 または 極限解析(注1) P_{cr} または $0.6L_e$ 試験(注5)	P_m+P_b $2.25S_m$ 弾性解析 または 極限解析(注1) P_{cr} または $0.6L_e$ 試験(注5)	評価不要	評価不要	供用状態A およびB の1.5倍
供用状態D	P_m $2.4S_m/2/3S_u$ (注2, 注3) 弾性解析 $\frac{2}{3}S_u$ (注4) または 極限解析(注1) $0.9P_{cr}$ または $0.8L_e$ 試験(注5)	P_m+P_b $3.6S_m/3S_u$ (注2, 注3) 弾性解析 S_u (注4) または 極限解析(注1) $0.9P_{cr}$ または $0.8L_e$ 試験(注5)	評価不要	評価不要	供用状態A およびB の2倍

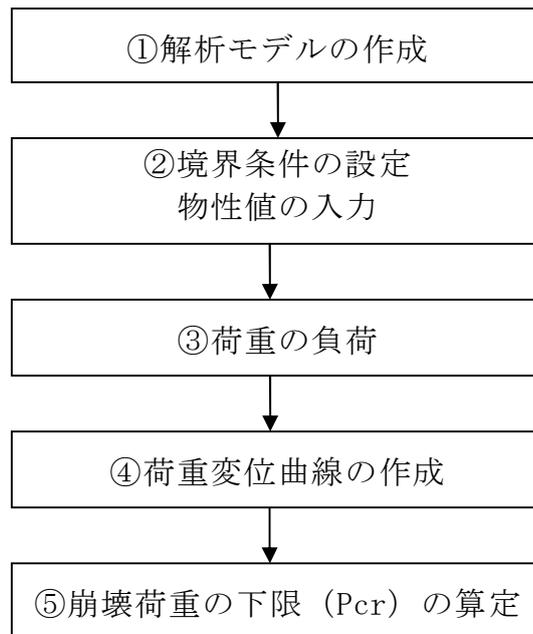
(備考)
 (注1) 供用状態D以外の P_{cr} は $1.5 S_m$ の値を降伏点として計算した崩壊荷重の下限である。供用状態Dの P_{cr} は $\text{MIN}[2.3S_m, 0.7S_u]$ の値を降伏点として計算した崩壊荷重の下限である。

- (注2) 2つのうちのいずれか小さい方の値をとる。
- (注3) オーステナイト系ステンレス鋼および高ニッケル合金に適用する。
- (注4) オーステナイト系ステンレス鋼および高ニッケル合金以外の材料に適用する。
- (注5) L_e はプロトタイプまたはモデル試験により評価を行う場合の最大荷重である。
- (注6) 実線は応力に基づく評価、破線は荷重に基づく評価を示す。

第 8-2 図 J SME 設計・建設規格 炉心支持構造物(ボルト等を除く)の許容値に関する抜粋

(2) 極限解析による評価

極限解析は、3次元FEMモデルを用いて、弾完全塑性体の物性値を入力した解析により崩壊荷重の下限を求め、求めた崩壊荷重の下限から許容荷重設定するものである。極限解析フローを第8-3図に示す。



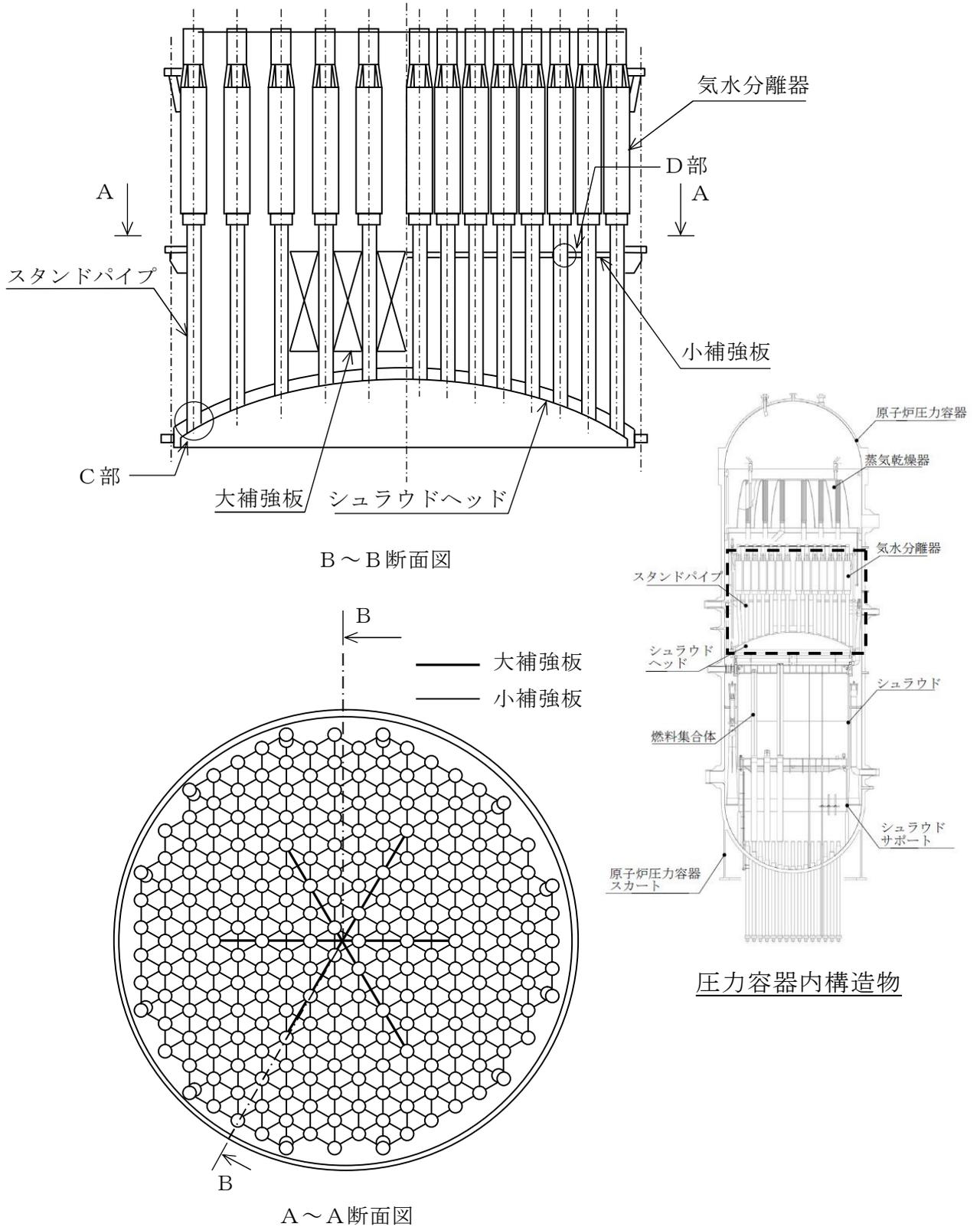
第8-3図 極限解析フロー

① 解析モデルの作成

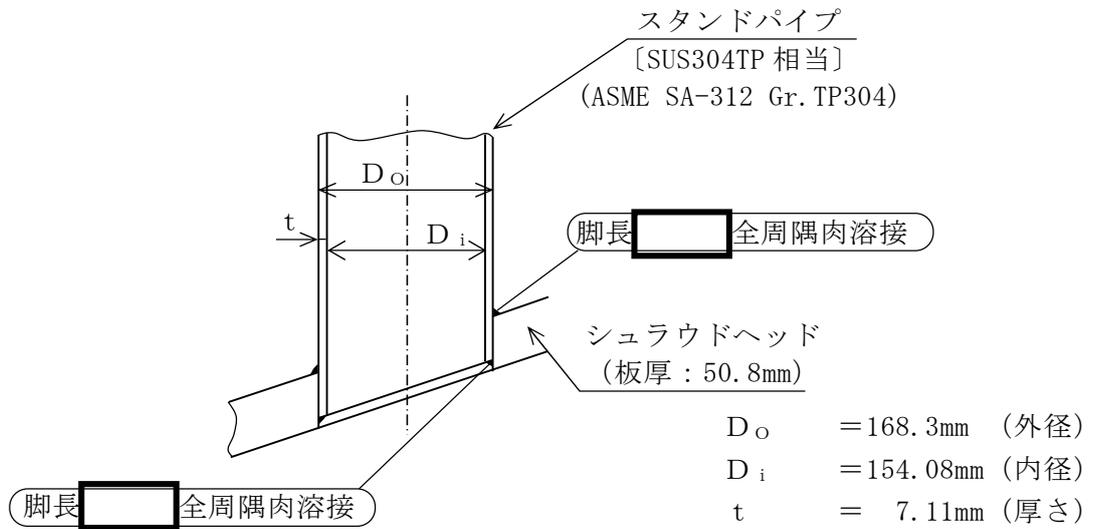
気水分離器及びスタンドパイプは、第8-4図に示すとおり、シュラウドヘッド穴部に差し込まれ内外面を溶接にて取り付けている。気水分離器に作用する地震時の荷重は、スタンドパイプを介してシュラウドヘッドへ伝達される構造となっている。各スタンドパイプは同一断面形状で曲げ剛性は等しいこと、及び補強板で連結されていることから、各スタンドパイプの地震時の応答変位は等しくなるため、解析においては、1本のスタンドパイプに着目してソリッド要素にてモデル化することとする。モデル図を第8-5図に示す。

また、解析モデルはスタンドパイプがシュラウドヘッドに対して平面に

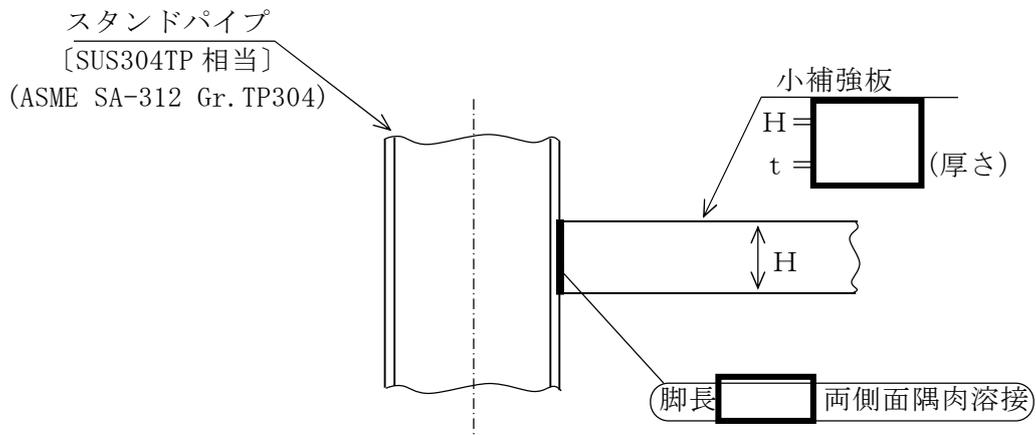
取り付く中央位置及び斜めに取り付く最外周位置の2種類のモデルとする。



第 8-4 図 炉内構造物（気水分離器及びスタンドパイプ）構造概要図（1/2）

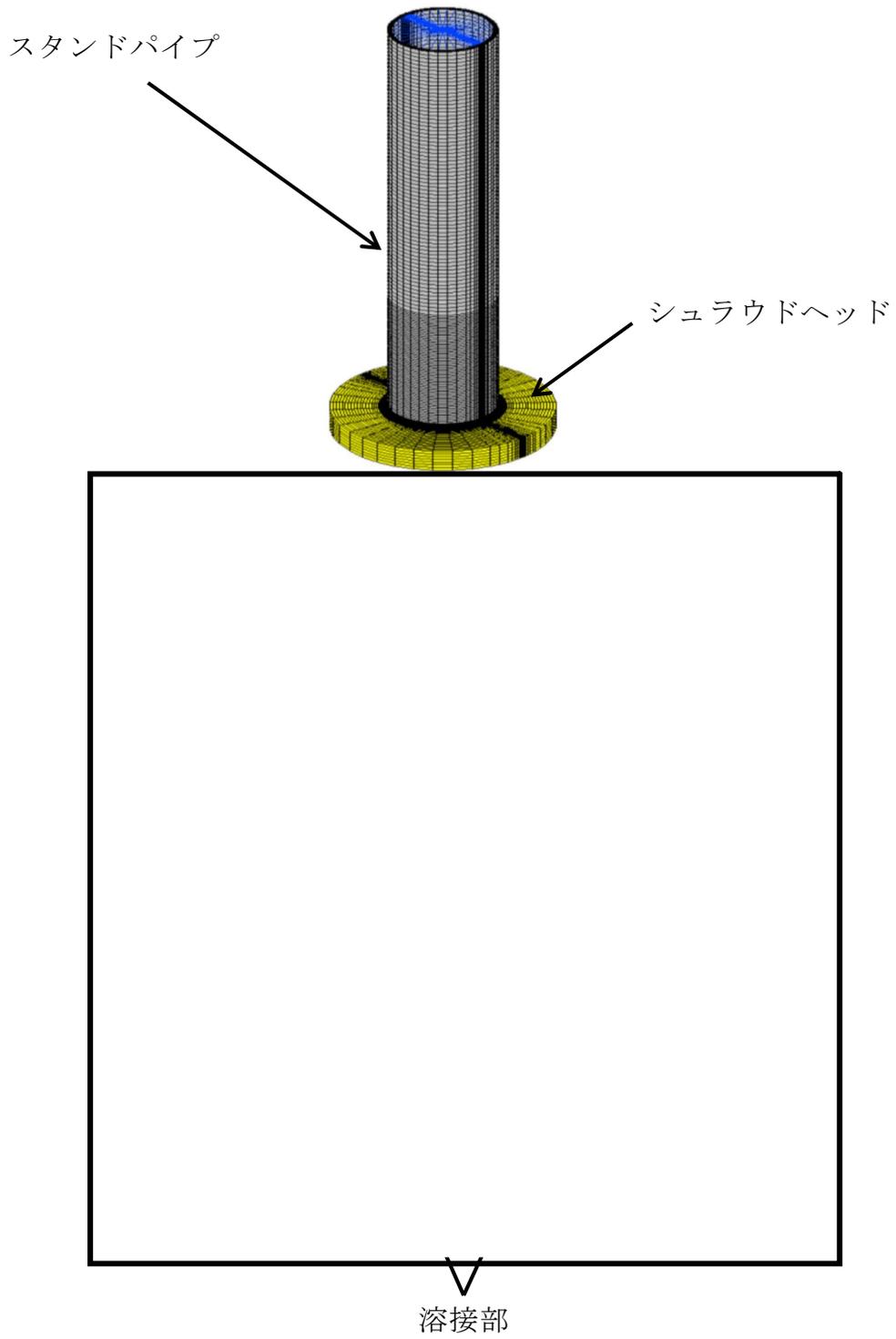


C部詳細図



D部詳細図

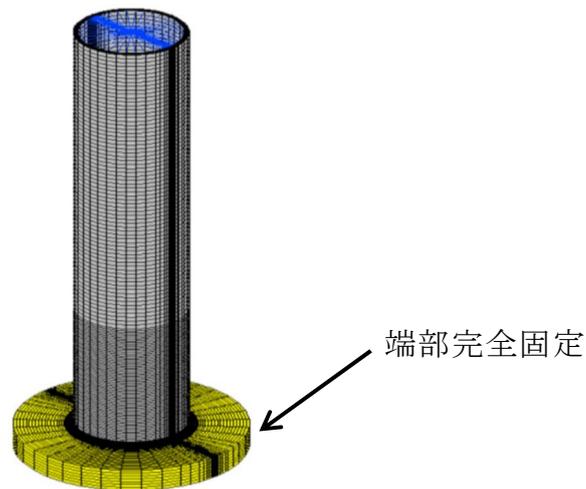
第 8-4 図 炉内構造物（気水分離器及びスタンドパイプ）構造概要図(2/2)



第 8-5 図 極限解析に用いる解析モデル概要図 (中央位置)

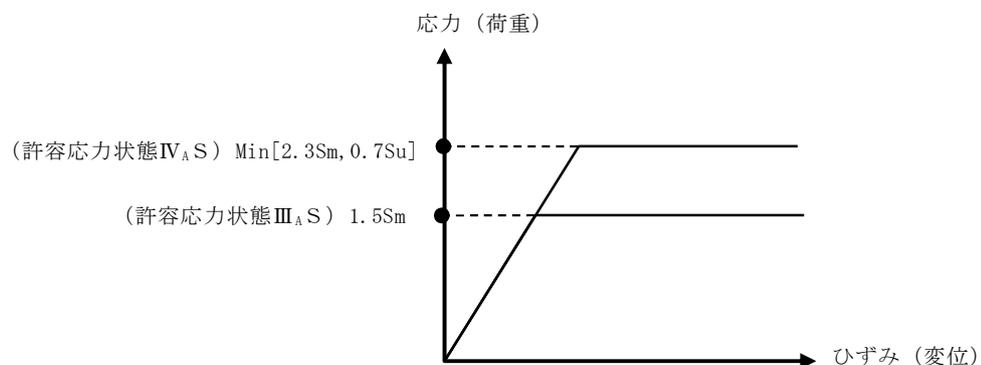
② 境界条件及び物性値

解析モデルの境界条件を第 8-6 図に示す。境界条件として、モデル化したシュラウドヘッドの端部を完全固定としている。



第 8-6 図 解析モデルの境界条件

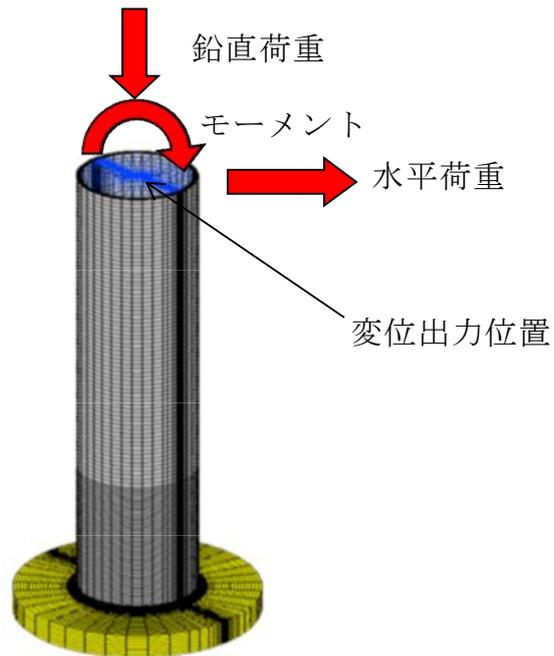
解析モデルの物性値は、許容応力状態Ⅳ_AS における許容荷重を求める際には、J S M E 設計・建設規格 CSS-3160 に規定されているとおり、 $2.3S_m$ と $0.7S_u$ の小さい方を材料の降伏点とした弾完全塑性体を入力する(第 8-7 図 参照)。なお、許容応力状態Ⅲ_AS における許容荷重を求める際には、同じく、 $1.5S_m$ を材料の降伏点とした弾完全塑性体を入力する。また、シュラウドヘッドとスタンドパイプは溶接にて取り付けられており、溶接部は母材と同等の強度を有しているため、物性値は母材と同じとしている。



第 8-7 図 弾完全塑性体として応力とひずみの関係

③ 荷重の負荷

第 8-8 図に示すように，スタンドパイプ上部端面に荷重を負荷することにより，スタンドパイプの変位（上端部中心位置）を求める。また，地震と組み合わせる荷重として，自重による荷重及びスタンドパイプ内外の圧力差による応力を初期荷重として入力している。



第 8-8 図 荷重の負荷

④ 荷重変位曲線の作成

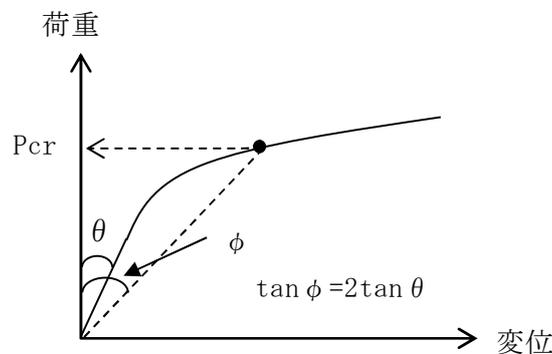
地震時においては，スタンドパイプを介して，シュラウドヘッドと気水分離器の間で荷重伝達が行なわれ，この荷重伝達を維持することがスタンドパイプに求められる。したがって，この荷重伝達の観点から，第 8-8 図に示すスタンドパイプへの負荷荷重と，荷重を与えた際にスタンドパイプに生じる変位（シュラウドヘッドとスタンドパイプの間の変位）の関係から，荷重－変位曲線を作成する。

⑤ 崩壊荷重の下限 (P_{cr}) の算定

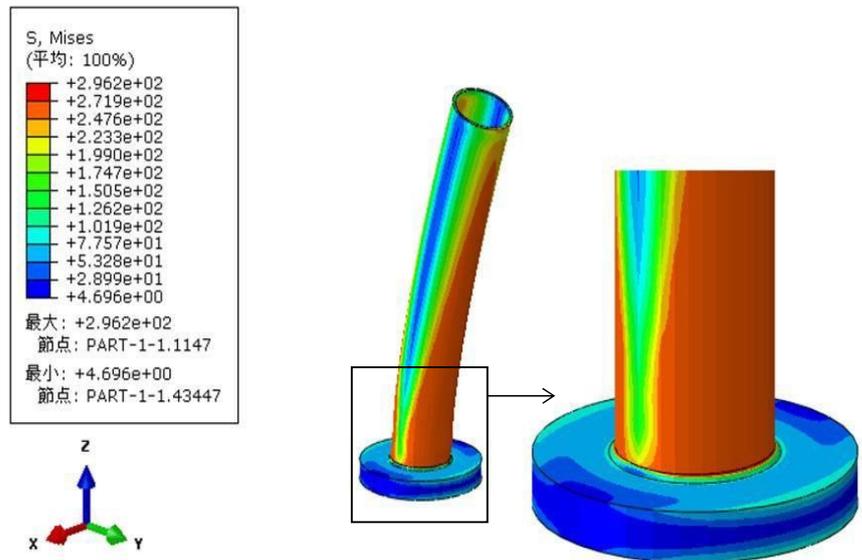
④にて作成した荷重変位曲線を基に崩壊荷重の下限 (P_{cr}) を算定する。

ここで、崩壊荷重の下限は、J S M E 設計・建設規格 CSS-3160 から「荷重とそれによる変形量の関係直線に対して、弾性範囲の関係曲線の勾配の2倍の勾配を有する直線が交わる点に相当する荷重」と定義されている(第8-9図参照)。崩壊荷重とは、ひずみ硬化を含まない理想的な弾完全塑性体の材料からなる構造物が荷重を受けて、全断面降伏又は座屈限界に達し、これ以上の荷重を加えると構造物が不安定になって変形が際限なく増加するときの荷重をいう。

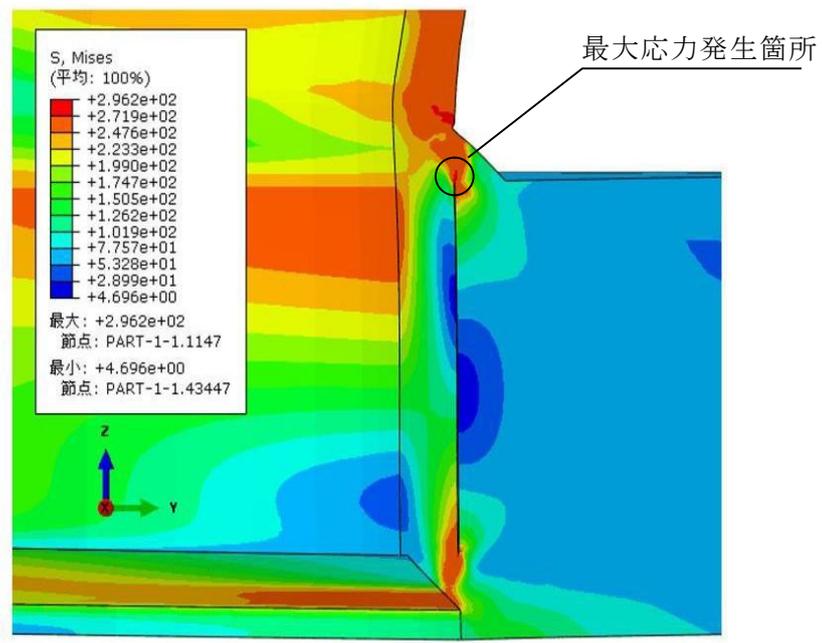
また、参考として崩壊荷重の下限 (P_{cr}) での応力分布図を第8-10図に示す。スタンドパイプとシュラウドヘッドの付根部に最大応力が発生している。



第8-9図 崩壊荷重の下限 (P_{cr}) の定義



全体図



断面図

第 8-10 図 崩壊荷重の下限 (P_{cr}) での応力分布図

(3) 極限解析に対する試験による確認

スタンドパイプにおける今回工認の申請は、極限解析を用いてスタンドパイプ部の有する耐力が地震荷重以上であることを確認することで、地震時における健全性を評価する。極限解析は、これまでの工認での適用例としてPWRの炉内構造物での適用実績はあるが、第8-2表に示すように、適用範囲及び解析手法は同じであるものの、適用部位が異なる。なお、先行PWRと同様に東海第二発電所の気水分離器及びスタンドパイプへの適用性を確認する観点から、縮尺の試験体を用いた試験を行う。

第8-3表 先行実績と東海第二との比較

	先行PWR	東海第二
適用範囲	炉内構造物	同左
適用部位	ラジアルサポート	スタンドパイプ
適用規格	J S M E 設計・建設規格 CSS-3160	同左
解析手法	3次元FEMによる 弾塑性解析	同左

3. 試験による検証について

(1) 試験目的

試験は、スタンドパイプとシュラウドヘッド部を模擬した縮小試験体に荷重（モーメント）を作用させる試験を実施し、スケール則を考慮してスタンドパイプが負担することができる最大の荷重（以下、「限界荷重」という。）を求める。

試験にて得られた限界荷重が極限解析にて得られた崩壊荷重の下限(P_{cr})及び許容荷重 ($P_{cr} \times 0.9$) より大きいことを確認することで、極限解析の保守性を確認する。

(2) 試験体

地震による荷重は鉛直荷重、水平荷重及びモーメントが発生するが、モーメントが支配的な荷重であるため、モーメントを負荷できる試験体とする。

試験体は、スタンドパイプの構造を模擬した縮小モデルとし、試験体のサイズは、試験機が具備する恒温槽の寸法制限を考慮して、外径及びスタンドパイプ板厚で $1/3$ スケールとする。試験体の材料は実機と同等のものを使用する。試験体の仕様を第 8-4 表に示す。また、試験体の概略図を第 8-10 図に示す。試験体は、試験装置の荷重負荷を考慮して、シュラウドヘッドを模擬した鋼板に 2 本のスタンドパイプを模擬した管を溶接にて取付け、下側のスタンドパイプを試験機に固定し、上側のスタンドパイプを上方へ引っ張ることにより、スタンドパイプ付根にモーメントを作用させる。

なお、シュラウドヘッドは固定しておらず、また、シュラウドヘッドは試験結果への影響が軽微と考え、厚い平板で模擬している。

(3) 試験方法

試験は、恒温槽を具備した試験機に試験体を取り付け、 301°C （運転状態 I，II の最高温度）の高温状態にて、試験体に上方へ荷重を負荷しながら変位を

計測することにより行う。なお、変位については2本のスタンドパイプの変位であることから、変位に1/2を乗ずることにより1本のスタンドパイプの変位とする。

(4) 試験結果の評価

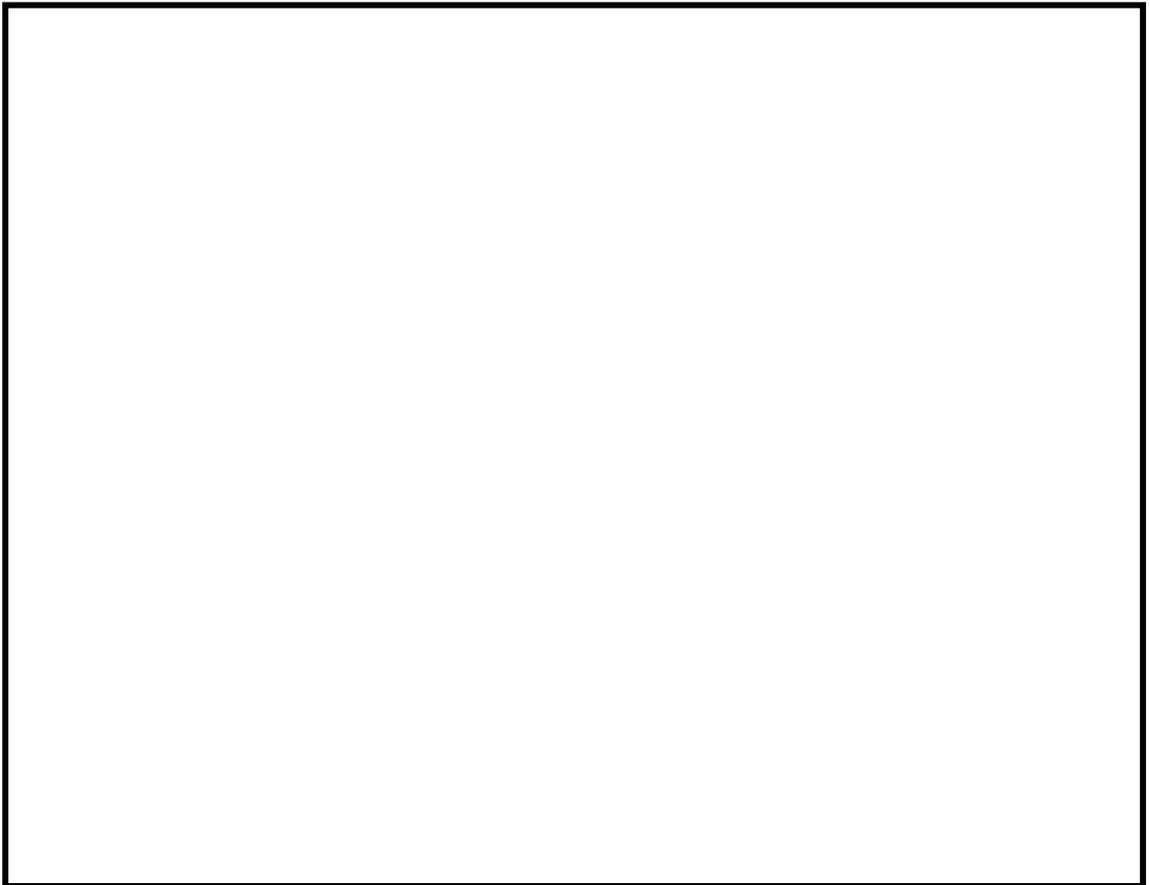
試験により求められた荷重－変位曲線から、スケール則を考慮して実寸法における荷重－変位曲線を作成し、極限解析結果と比較評価する。スケール則は荷重（モーメント）に対して塑性断面係数の比を乗じ、変位に対しては長さ及び断面二次モーメントを考慮して求めた変位比を乗ずることにより、実機寸法における曲線を作成する。

第 8-4 表 縮小モデル試験体の仕様

項目		試験体仕様	実機仕様
スタンドパイプ			
寸法	外径	56.10mm (1/3 スケール)	168.3mm
	板厚	2.37mm (1/3 スケール)	7.11mm
材料		SUS304TP	SUS304TP 相当 (ASME SA-312 Gr. TP304)
シュラウドヘッド鏡板			
寸法	板厚	32mm	50.8mm
材料		SUS304	SUS304 相当 (ASME SA-240 TYPE304)
変位測定位置		鏡板表面から 148mm	鏡板表面から 1000mm (極限解析の変位出力位置)



平面図



断面図

第 8-10 図 試験体の概略図

東海第二発電所

動的機能維持評価の検討方針 (耐震)

1. はじめに

本資料では、動的機能維持要求が必要な設備において、J E A G 4601 に定められた適用範囲から外れ新たな検討が必要な設備又は評価用加速度が機能維持確認済加速度を超えるため詳細検討が必要な設備を抽出するとともに、抽出された設備における動的機能維持のための検討方針を示す。

2. 動的機能維持のための新たな検討又は詳細検討が必要な設備の抽出

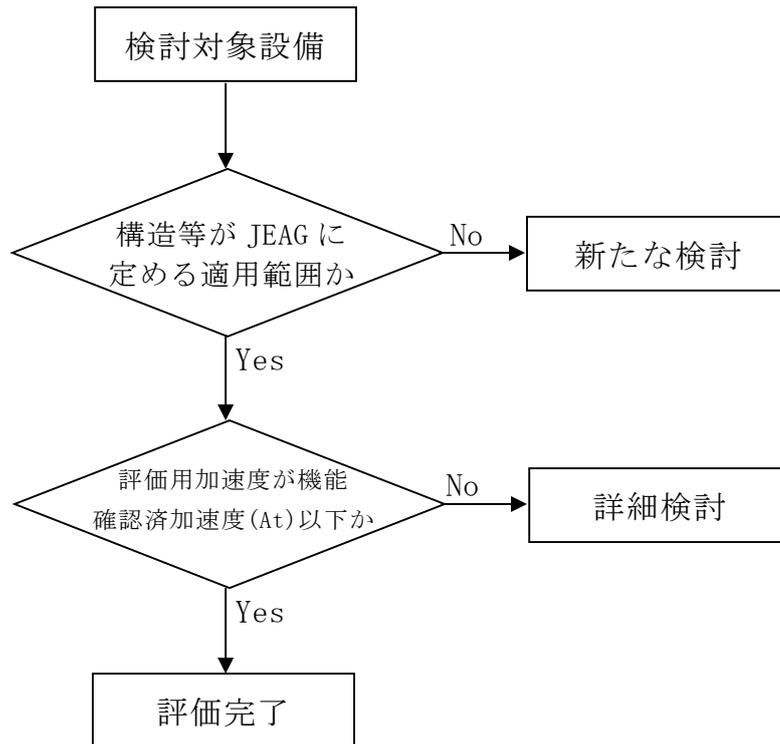
(1) 検討対象設備

検討対象設備は、動的機能が必要な設備として耐震 S クラス並びに常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備とし、J E A G 4601 で適用範囲が定められている機種（立形ポンプ、横形ポンプ、電動機等）とする。なお、加振試験により機能維持を確認する設備 J E A G 4601 にて評価用加速度が機能維持確認済み加速度を超えた場合の詳細検討の具体的手順が定められている設備については検討から除外する。検討対象設備の抽出結果については別表 1 に示すとともに、J E A G 4601 に該当する機種名を併記する。

(2) 新たな検討又は詳細検討が必要な設備の抽出

第 1 図に抽出フローを示す。検討対象設備について、J E A G 4601 に定める適用機種に対して構造、作動原理等が同じであることを確認する。同じであることが確認できない場合は、新たな検討が必要な設備として抽出する。

さらに評価用加速度が J E A G 4601 に定める機能確認済加速度以内であることの確認を行い、機能確認済加速度を超える設備については詳細検討が必要な設備として抽出する。



第 1 図 検討が必要な設備の抽出フロー

(3) 抽出結果

第 1 表に新たな検討又は詳細検討が必要な設備の抽出結果を示す。

新たな検討が必要となる設備として、Vベルトの方式のファンとなる中央制御室換気系空気調和機ファン、中央制御室換気系フィルタ系ファン及び非常用ガス処理系排風機並びにスクリー式、ギヤ式の横形ポンプとして非常用ディーゼル発電機燃料移送ポンプ、高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機燃料移送ポンプ、常設代替高圧電源装置燃料移送ポンプ及び緊急時対策所用発電機給油ポンプが該当する。

また、評価用加速度が機能確認済加速度を超える設備として残留熱除去系海水系ポンプ、非常用ディーゼル発電機用海水ポンプ及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機用海水ポンプ並びにこれらポンプ用の電動機が該当する。

第1表(1) 新たな検討又は詳細検討が必要な設備の抽出結果

機種名	設備名称	J E A G 4601 適用範囲 ○：可 ×：否（新たな 検討が必要）	At 確認 ○：OK ×：NG（詳細 検討が必要）
立形ポンプ	残留熱除去系ポンプ	○	○
	高圧炉心スプレイ系ポンプ	○	○
	低圧炉心スプレイ系ポンプ	○	○
	残留熱除去系海水系ポンプ	○	×
	非常用ディーゼル発電機用海水ポンプ	○	×
	高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機用 海水ポンプ	○	×
	緊急用海水ポンプ	○	○注1
横形ポンプ	原子炉隔離時冷却系ポンプ	○	○
	非常用ディーゼル発電機燃料移送ポンプ	×	—
	高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機燃 料移送ポンプ	×	—
	常設低圧代替注水系ポンプ	○	○注1
	代替燃料プール冷却系ポンプ	○	○
	格納容器圧力逃がし装置移送ポンプ	○	○注1
	代替循環冷却系ポンプ	○	○
	常設代替高圧電源装置燃料移送ポンプ	×	—
	緊急時対策所用発電機給油ポンプ	×	—
ポンプ駆動用 タービン	原子炉隔離時冷却系ポンプ用駆動タービ ン	○	○
電動機	残留熱除去系ポンプ用電動機	○	○
	高圧炉心スプレイ系ポンプ用電動機	○	○
	低圧炉心スプレイ系ポンプ用電動機	○	○
	残留熱除去系海水系ポンプ用電動機	○	×
	ほう酸水注入ポンプ用電動機	○	○
	中央制御室換気系空気調和機ファン用電 動機	○	○

注1) 今後の設計進捗によって、評価用加速度の変更により At 確認結果が変更する可能性が有る。

第1表(2) 新たな検討又は詳細検討が必要な設備の抽出結果

機種名	設備名称	J E A G 4601 適用範囲 ○：可 ×：否（新たな 検討が必要）	At 確認 ○：OK ×：NG（詳細 検討が必要）
電動機	中央制御室換気系フィルタ系ファン用電動機	○	○
	非常用ガス処理系排風機用電動機	○	○
	非常用ガス再循環系排風機用電動機	○	○
	可燃性ガス濃度制御系再結合装置ブロワ用電動機	○	○
	非常用ディーゼル発電機燃料移送ポンプ用電動機	○	○注1
	非常用ディーゼル発電機用海水ポンプ用電動機	○	×
	高圧炉心スプレイス系ディーゼル発電機燃料移送ポンプ用電動機	○	○注1
	高圧炉心スプレイス系ディーゼル発電機用海水ポンプ用電動機	○	×
	常設低圧代替注水系ポンプ用電動機	○	○注1
	代替燃料プール冷却系ポンプ用電動機	○	○
	格納容器圧力逃がし装置移送ポンプ用電動機	○	○注1
	代替循環冷却系ポンプ用電動機	○	○
	緊急用海水ポンプ用電動機	○	○注1
	緊急時対策所非常用送風機用電動機	○	○注1
	常設代替高圧電源装置燃料移送ポンプ用電動機	○	○注1
	緊急時対策所用発電機給油ポンプ用電動機	○	○注1
ファン	中央制御室換気系空気調和機ファン	×	—
	中央制御室換気系フィルタ系ファン	×	—
	非常用ガス処理系排風機	×	—
	非常用ガス再循環系排風機	○	○
	可燃性ガス濃度制御系再結合装置ブロワ	○	○
	緊急時対策所非常用送風機	○	○注1

注1) 今後の設計進捗によって、評価用加速度の変更により At 確認結果が変更する可能性が有る。

第1表(3) 新たな検討又は詳細検討が必要な設備の抽出結果

機種名	設備名称	J E A G 4601 適用範囲 ○：可 ×：否（新たな 検討が必要）	At 確認 ○：OK ×：NG（詳細 検討が必要）
非常用ディーゼル発電機	非常用ディーゼル発電機	○	○
	高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機	○	○
	非常用ディーゼル発電機調速装置及び非常用ディーゼル発電機非常調速装置	○	○
	高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機調速装置及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機非常調速装置	○	○
往復動式ポンプ	ほう酸水注入ポンプ	○	○

3. 動的機能維持の検討方針

(1) 新たな検討が必要な設備における動的機能維持の検討方針

新たな検討が必要な設備における動的機能維持の検討方針としては、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等における動的機能保持に関する評価に係る一部改正案（以下「技術基準規則解釈等の改正案」という）及び先行電力の審査状況を踏まえて、公知化された検討として（社）日本電気協会 電気技術基準調査委員会の下に設置された原子力発電耐震設計特別調査委員会（以下「耐特委」という。）により取り纏められた類似機器における検討をもとに実施する。

具体的には、耐特委では動的機能の評価においては、対象機種ごとに現実的な地震応答レベルでの異常のみならず、破壊に至るような過剰な状態を念頭に地震時に考え得る異常状態を抽出し、その分析により動的機能上の評価点を検討し、機能維持を評価する際に確認すべき事項として、基本評価項目を選定している。

今回新たな検討が必要な設備については、基本的な構造は類似している機種／型式に対する耐特委での検討を参考に、型式による構造の違いを踏まえた上で地震時異常要因分析を実施し、基本評価項目を選定し機能維持評価を実施する。

新たな検討が必要な設備において、参考とする機種／型式を第2表に示すとともに、第2図～第5図に今回工認にて新たな検討が必要な設備及び耐特委で検討され新たな検討において参考とする設備の構造概要図を示す。

遠心Vベルト方式ファンは、電動機からインペラへの伝達がVベルト構造を有しているところが遠心直結式ファンと構造上異なるが、電動機によりケーシング内に配置されているインペラを回転させる基本構造は同じである。このため、遠心Vベルト式ファンについては、遠心直結式ファンを参考とし、地震時異常要因分析を実施する。

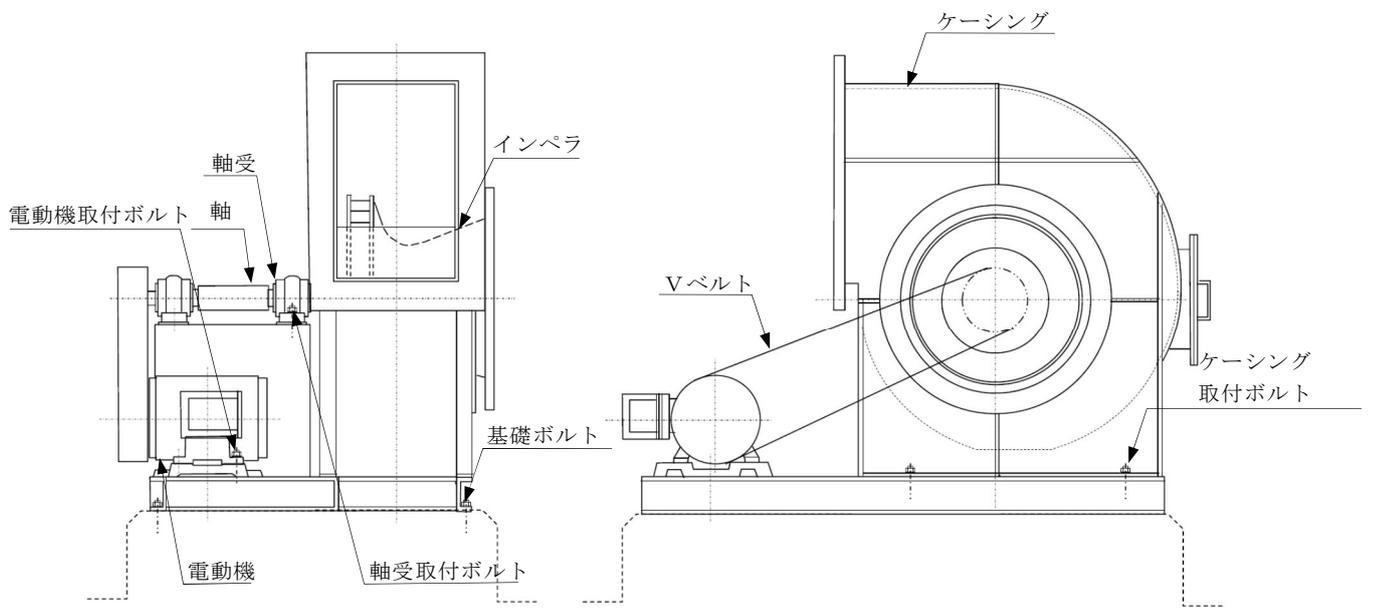
スクリー式及びギヤ式横形ポンプは、遠心式横形ポンプと内部流体の吐出構造が異なるが、電動機からの動力を軸継手を介してポンプ側に伝達する方式であること及びケーシング内にて軸系が回転し内部流体を吐出する機構を有しており基本構造が同じといえる。このため、スクリー式及びギヤ式ポンプについては、遠心式横形ポンプを参考とし、地震時異常要因分析を実施する。

第2表 新たな検討が必要な設備において参考とする機種／型式

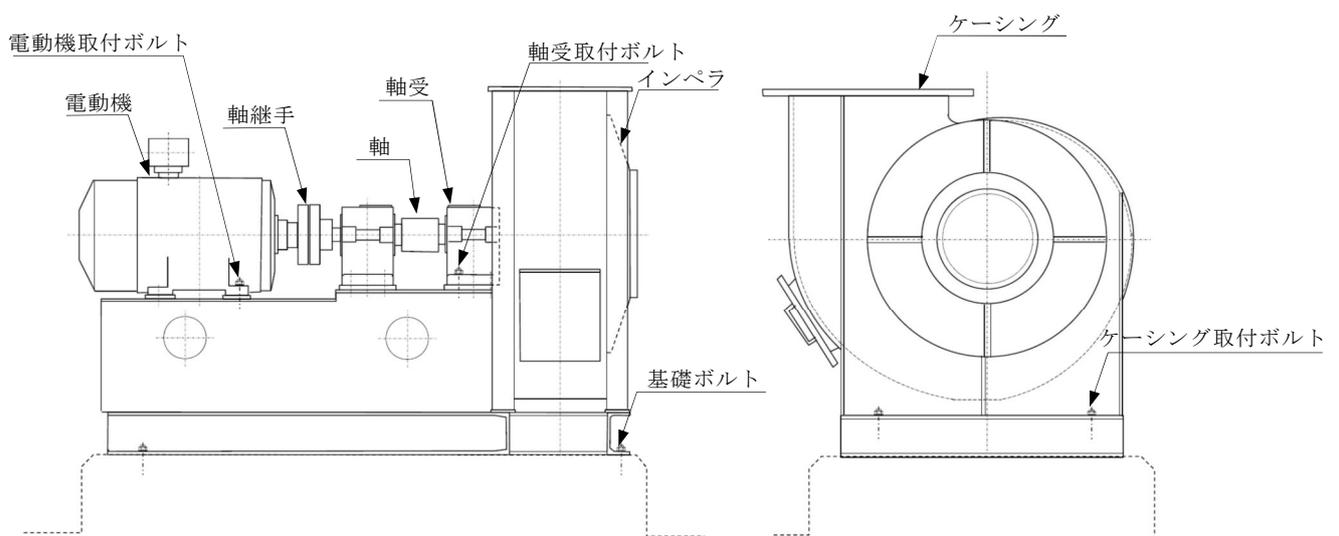
新たな検討が必要な設備	機種／型式	参考とする機種／型式
<ul style="list-style-type: none"> ・中央制御室換気系空気調和機ファン ・中央制御室換気系フィルタ系ファン ・非常用ガス処理系排風機 	ファン／ 遠心Vベルト 方式	ファン／ 遠心直結式
<ul style="list-style-type: none"> ・非常用ディーゼル発電機燃料移送ポンプ ・高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機燃料移送ポンプ ・常設代替高圧電源装置燃料移送ポンプ ・緊急時対策所用発電機給油ポンプ 	横形ポンプ／ スクリー式 又はギヤ式	横形ポンプ／ 単段遠心式

なお、新たな検討が必要な設備として抽出した中央制御室換気系空気調和機ファン、中央制御室換気系フィルタ系ファン及び非常用ガス処理系排風機における従来評価の検討としては、J E A G 4601 に定める適用機種でないが、遠心直結型ファンと軸継手部が異なるだけの類似構造であることから、遠心直結型ファンを参考に機能維持の評価を実施していた。

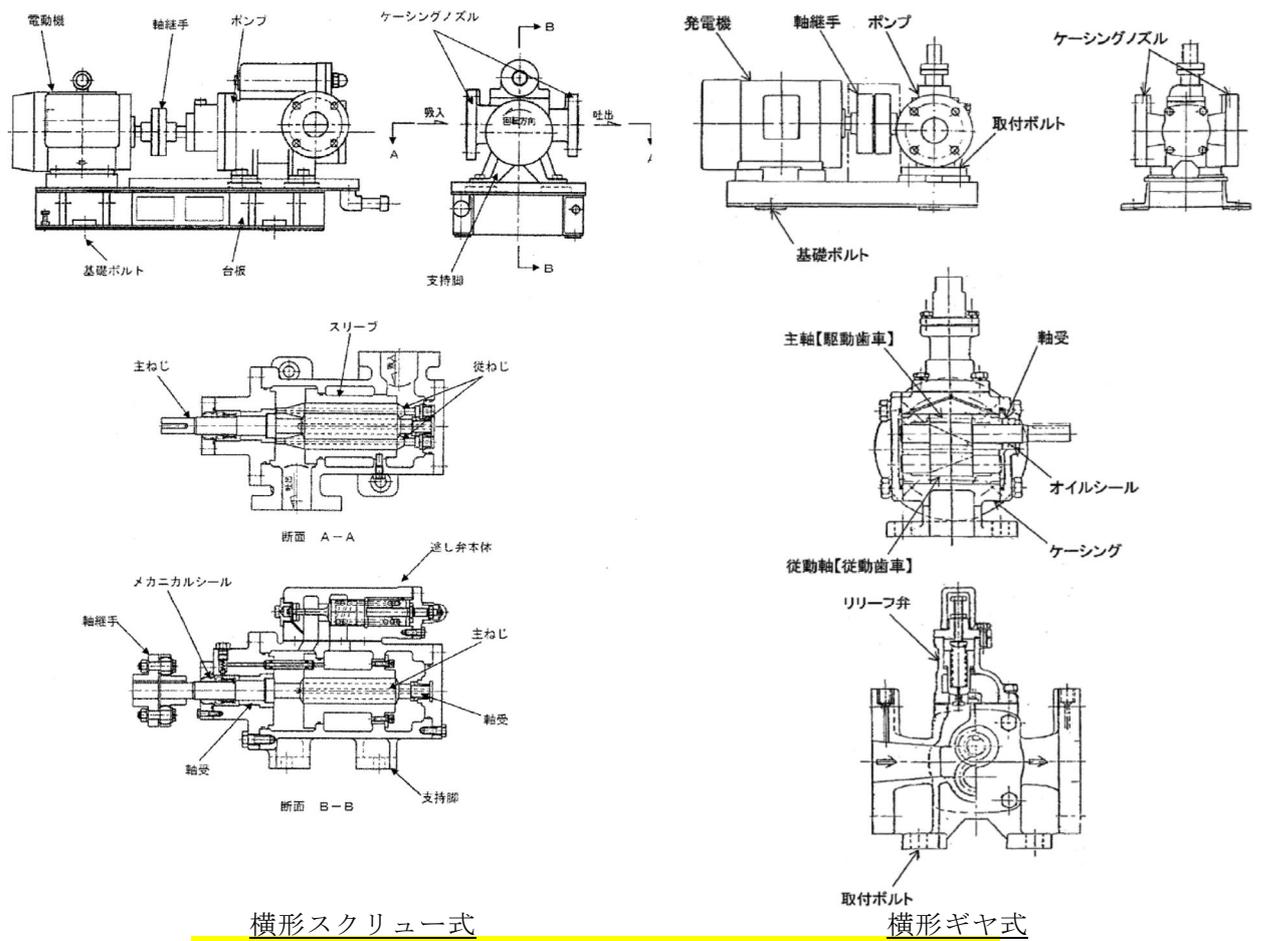
また、非常用ディーゼル発電機燃料移送ポンプ、高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機燃料移送ポンプ、常設代替高圧電源装置燃料移送ポンプ及び緊急時対策所用発電機給油ポンプについては、新規制基準により新たに動的機能要求が必要となり、評価する設備となる。



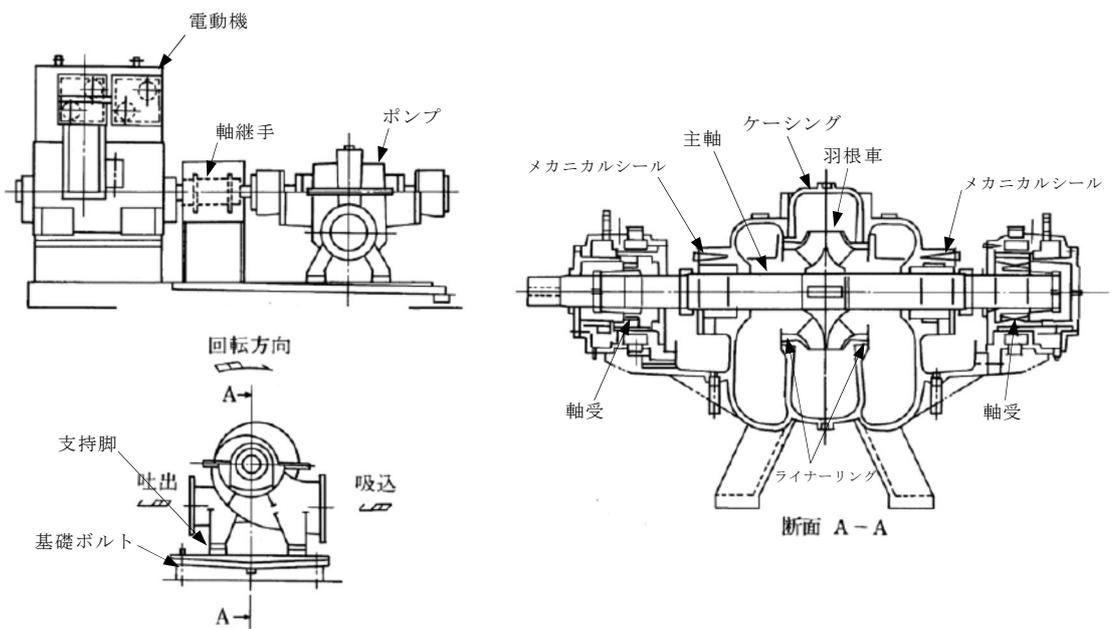
第 2 図 遠心Vベルト方式ファン構造概要図



第 3 図 遠心直結式ファン構造概要図



横形スクリー式
第4図 スクリュー式，ギヤ式横形ポンプ構造概要図



第5図 横形遠心式横形ポンプ構造概要図

(2) 詳細検討が必要な設備における動的機能維持の検討方針

評価用加速度が機能確認済加速度を超えた場合の検討については、JEAG4601-1991 追補版及び耐特委報告書にて、動的機能維持評価上必要な基本評価項目が地震時異常要因分析に基づき選定されている(第3表)。機能維持評価に当たっては、技術基準規則解釈等の改正案及び先行電力の審査状況を踏まえて、基本評価項目に対して、必要な評価項目を選定し、その妥当性を示した上で検討を実施する。

第3表 各設備における基本評価項目

詳細検討が必要な設備	機種/型式	基本評価項目
<ul style="list-style-type: none"> ・ 残留熱除去系海水系ポンプ ・ 非常用ディーゼル発電機用海水ポンプ ・ 高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機用海水ポンプ 	立形ポンプ/ 立形斜流ポンプ	基礎ボルト 取付ボルト ディスチャージケーシング コラム コラムサポート 軸受 軸 冷却水配管 メカニカルシール熱交換器 電動機
<ul style="list-style-type: none"> ・ 残留熱除去系海水系ポンプ用電動機 ・ 非常用ディーゼル発電機用海水ポンプ用電動機 ・ 高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機用海水ポンプ用電動機 	電動機/ 立形ころがり軸受電動機	端子箱 フレーム 基礎ボルト 取付ボルト 固定子 軸(回転子) 軸受 固定子と回転子とのクリアランス 軸継手

4. 弁機能維持評価に用いる配管系の応答値について

技術基準規則解釈等の改正案を踏まえて、東海第二発電所の配管系に設置される弁の機能維持評価に適用する加速度値の算定方針について、規格基準に基づく設計手順を整理し、比較することにより示す。

(1) 規格基準に基づく設計手順の整理

J E A G 4601-1991 において、弁の動的機能維持評価に用いる弁駆動部の応答加速度の算定方針が示されている。

配管系の固有値が剛と判断される場合は最大加速度(ZPA)を用いること、また、柔の場合は設計用床応答スペクトルを入力とした配管系のスペクトルモード解析を行い算出された弁駆動部での応答加速度を用いることにより、弁の動的機能維持評価を実施することとされている。

(2) 今回工認における東海第二発電所の設計手順

今回工認における東海第二発電所の弁駆動での応答加速度値の設定は、上記の J E A G 4601-1991 の規定に加えて一定の余裕を見込み評価を実施する方針とする。

a. 剛の場合

配管系が剛な場合は、最大加速度に一定の余裕を考慮し 1.2 倍した値 (1.2ZPA) を用いて弁駆動部の応答加速度を算出し、機能維持評価を実施する。

b. 柔の場合

配管系の固有値が柔の場合は、J E A G 4601-1991 の手順と同様にスペクトルモード解析を行い弁駆動部の応答加速度を算出した値に加えて、剛領域の振動モードの影響を考慮する観点から 1.2 倍した最大加速度 (1.2ZPA) による弁駆動部の応答加速度を算定し、何れか大きい加速度を用いて機能維持評価を行う方針とする。

弁の機能維持評価における規格基準に基づく耐震設計手順及び東海第二

発電所の耐震設計手順の比較を第4表に示す。

第4表に示すとおり、東海第二発電所における弁の機能維持評価に用いる加速度値としては、規格基準に基づく設定方法に比べて一定の裕度を見込んだ値としている。

第4表 弁の機能維持評価の耐震設計手順の比較

配管系の固有値	J E A G 4601	東海第二発電所
剛の場合	最大加速度 (1.0ZPA) を適用する。	最大加速度の 1.2 倍した値 (1.2ZPA) を適用する。
柔の場合	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により算出した弁駆動部の応答又は最大加速度の 1.2 倍した値 (1.2ZPA) の何れか大きい方を適用する。

(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法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なして評価を行う。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。

なお、減衰定数については現在配管系の解析に使用されている0.5~2.5%の値を用いるものとする。

第6図 J E A G 4601-1991 抜粋

別表1 検討対象設備の抽出結果

施設区分/設備名称	動的機能維持 要求の有無	動的機能維持 の確認方法	At超え時の評価方法が JEAGに規定されている 設備 ○：規定されている ×：規定されていない －：対象外	検討対象設備 としての抽出結果 ○：検討対象とする 設備 －：検討対象でない 設備	JEAG4601 機種区分
原子炉本体					
核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設					
使用済燃料貯蔵槽冷却浄化設備					
代替燃料プール注水系					
常設低圧代替注水系ポンプ	有	JEAG4601による 確認	×	○	横形ポンプ 電動機
可搬型代替注水大型ポンプ	有	加振試験による 確認	－	－	－
代替燃料プール冷却系					
代替燃料プール冷却系ポンプ	有	JEAG4601による 確認	×	○	横形ポンプ 電動機
原子炉冷却系統施設					
原子炉冷却材再循環設備					
原子炉冷却材再循環系					
原子炉冷却材再循環ポンプ	無	－	－	－	－
原子炉冷却材の循環設備					
残留熱除去設備					
残留熱除去系					
残留熱除去系ポンプ	有	JEAG4601による 確認	×	○	立形ポンプ 電動機
格納容器圧力逃がし装置					
格納容器圧力逃がし装置移送ポンプ	有	JEAG4601による 確認	×	○	横形ポンプ 電動機
非常用炉心冷却設備その他原子炉注水設備					
高圧炉心スプレー系					
高圧炉心スプレー系ポンプ	有	JEAG4601による 確認	×	○	立形ポンプ 電動機
低圧炉心スプレー系					
低圧炉心スプレー系ポンプ	有	JEAG4601による 確認	×	○	立形ポンプ 電動機
原子炉隔離時冷却系					
原子炉隔離時冷却系ポンプ	有	JEAG4601による 確認	×	○	横形ポンプ ポンプ駆動用タービ ン
高圧代替注水系					
常設高圧代替注水系ポンプ	有	加振試験による 確認	－	－	－
低圧代替注水系					
常設低圧代替注水系ポンプ			－（前段で整理済）		
可搬型代替注水大型ポンプ			－（前段で整理済）		
代替循環冷却系					
代替循環冷却系ポンプ	有	JEAG4601による 確認	×	○	横形ポンプ 電動機
原子炉冷却材補給設備					
原子炉隔離時冷却系					
原子炉隔離時冷却系ポンプ			－（前段で整理済）		

施設区分/設備名称	動的機能維持 要求の有無	動的機能維持 の確認方法	At超え時の評価方法が JEAGに規定されている 設備 ○：規定されている ×：規定されていない －：対象外	検討対象設備 としての抽出結果 ○：検討対象とする 設備 －：検討対象でない 設備	JEAG4601 機種区分
原子炉補機冷却設備					
残留熱除去系海水系					
残留熱除去系海水系ポンプ	有	JEAG4601による 確認	×	○	立形ポンプ 電動機
代替残留熱除去系海水系					
可搬型代替注水大型ポンプ	－（前段で整理済）				
緊急用海水系					
緊急用海水ポンプ	有	JEAG4601による 確認	×	○	立形ポンプ 電動機
計測制御系統施設					
ほう酸水注入設備					
ほう酸水注入系					
ほう酸水注入ポンプ	有	JEAG4601による 確認	×	○	往復動式ポンプ 電動機
放射性廃棄物の廃棄施設					
放射線管理施設					
放射線管理用計測装置					
換気設備					
中央制御室換気系					
中央制御室換気系空調和機ファン	有	JEAG4601による 確認	×	○	ファン 電動機
中央制御室換気系フィルタ系ファン	有	JEAG4601による 確認	×	○	ファン 電動機
緊急時対策所換気系					
緊急時対策所非常用送風機	有	JEAG4601による 確認	×	○	ファン 電動機
原子炉格納施設					
圧力低減設備その他の安全設備					
原子炉格納容器安全設備					
格納容器スプレイ冷却系					
残留熱除去系ポンプ	－（前段で整理済）				
代替格納容器スプレイ冷却系					
常設低圧代替注水系ポンプ	－（前段で整理済）				
可搬型代替注水大型ポンプ	－（前段で整理済）				
代替循環冷却系ポンプ	－（前段で整理済）				
緊急用海水ポンプ	－（前段で整理済）				
格納容器下部注水系					
常設低圧代替注水系ポンプ	－（前段で整理済）				
可搬型代替注水大型ポンプ	－（前段で整理済）				
原子炉建屋放水設備					
可搬型代替注水大型ポンプ	－（前段で整理済）				

施設区分/設備名称	動的機能維持 要求の有無	動的機能維持 の確認方法	At超え時の評価方法が JEAGに規定されている 設備 ○：規定されている ×：規定されていない －：対象外	検討対象設備 としての抽出結果 ○：検討対象とする 設備 －：検討対象でない 設備	JEAG4601 機種区分
放射性物質濃度制御設備及び可燃性ガス濃度制御設備並びに格納容器再循環設備					
非常用ガス処理系					
非常用ガス処理系排風機	有	JEAG4601による確認	×	○	ファン 電動機
非常用ガス再循環系					
非常用ガス再循環系排風機	有	JEAG4601による確認	×	○	ファン 電動機
可燃性ガス濃度制御系					
可燃性ガス濃度制御系再結合装置ブロウ	有	JEAG4601による確認	×	○	ファン 電動機
その他発電用原子炉の附属設備					
非常用電源設備					
非常用発電装置					
非常用ディーゼル発電機					
非常用ディーゼル発電機	有	JEAG4601による確認	×	○	非常用ディーゼル発 電機 調速装置
非常用ディーゼル発電機燃料移送ポンプ	有	JEAG4601による確認	×	○	横形ポンプ 電動機
非常用ディーゼル発電機用海水ポンプ	有	JEAG4601による確認	×	○	横形ポンプ 電動機
高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機					
高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機	有	JEAG4601による確認	×	○	非常用ディーゼル発 電機 調速装置
高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機燃料移送ポンプ	有	JEAG4601による確認	×	○	横形ポンプ 電動機
高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機用海水ポンプ	有	JEAG4601による確認	×	○	横形ポンプ 電動機
常設代替高圧電源装置					
常設代替高圧電源装置	有	加振試験による確認	－	－	－
常設代替高圧電源装置燃料移送ポンプ	有	JEAG4601による確認	×	○	横形ポンプ 電動機
緊急時対策所用発電機					
緊急時対策所用発電機	有	加振試験による確認	－	－	－
緊急時対策所用発電機給油ポンプ	有	JEAG4601による確認	×	○	横形ポンプ 電動機
可搬型代替低圧電源車					
可搬型代替低圧電源車	有	加振試験による確認	－	－	－
タンクローリー	有	加振試験による確認	－	－	－
可搬型窒素供給装置用電源車					
可搬型窒素供給装置用電源車	有	加振試験による確認	－	－	－
タンクローリー	－（前段で整理済）				
補機駆動用燃料設備					
可搬型					
タンクローリー	－（前段で整理済）				

施設区分/設備名称	動的機能維持 要求の有無	動的機能維持 の確認方法	At超え時の評価方法が JEAGに規定されている 設備 ○：規定されている ×：規定されていない －：対象外	検討対象設備 としての抽出結果 ○：検討対象とする 設備 －：検討対象でない 設備	J E A G 4601 機種区分
弁					
一般弁					
グローブ弁	有	JEAG4601による 確認	○	－	－
ゲート弁	有	JEAG4601による 確認	○	－	－
バタフライ弁	有	JEAG4601による 確認	○	－	－
逆止弁	有	JEAG4601による 確認	○	－	－
特殊弁					
主蒸気隔離弁	有	JEAG4601による 確認	○	－	－
安全弁	有	JEAG4601による 確認	○	－	－
制御棒駆動系スクラム弁	有	JEAG4601による 確認	○	－	－