

福島第二原子力発電所4号炉 高経年化技術評価
(2相ステンレス鋼の熱時効)

補足説明資料

目 次

1. はじめに.....	4-1
2. 評価部位の選定.....	4-1
3. 技術評価.....	4-3
4. 総合評価.....	4-5
5. 高経年化への対応.....	4-5

別紙 1～5

別紙1 ステンレス鋳鋼製機器における熱時効劣化評価対象部品の抽出プロセスについて.....	4-6
別紙2 ステンレス鋳鋼製機器の熱時効劣化評価対象部品の使用温度，フェライト量及び作用応力について.....	4-15
別紙3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象とした部品の現状保全の具体的内容及び製造時の検査内容について.....	4-20
別紙4 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象とした部品の現状保全の具体的内容及び製造時の検査内容について.....	4-22
別紙5 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象とした部品について冷温停止状態が維持される場合にステンレス鋳鋼の熱時効に起因する経年劣化事象の発生及び進展が想定されないとする具体的内容について.....	4-30

1. はじめに

本資料は、2相ステンレス鋼の熱時効の高経年化技術評価の補足として、評価結果と共に、評価内容の補足資料を取り纏めたものである。

原子炉冷却材バウンダリの弁、ポンプのケーシングなどに使用されているステンレス鋳鋼（2相ステンレス鋼）は、オーステナイト相中に一部フェライト相を含む2相組織であるため、運転中の系統機器の高温のもとで時間とともにフェライト相内でより安定な組織形態へ移行しようとする相分離が起こること（熱時効）により、材料の靱性が低下する可能性がある。

熱時効による靱性低下への影響は、フェライト量が多く、使用温度が高いほど大きくなる。また、使用条件としては、応力（荷重）が大きいほど健全性評価への影響は大きくなる。

2. 評価部位の選定

熱時効の評価対象部位については、各設備の最高使用温度が 250 °C以上の機器を抽出し、それらの機器よりステンレス鋳鋼の部品を抽出し「評価対象部位」とした。

評価対象部位からの定量評価の対象部位の抽出については、「日本原子力学会標準原子力発電所の高経年化対策実施基準：2008」を元に、以下の条件に該当する剖位を定量評価の対象部位として抽出した。

- ・ 使用材料が2相ステンレス鋼（ステンレス鋳鋼）
- ・ 使用環境温度が 250 °C以上
- ・ 亀裂の原因となる劣化事象の発生が想定される部位（当該部位の疲労評価を実施し健全性を確認している部位、または点検により当該部位の健全性を確認している部位は除く）

抽出された対象部位の一覧表を以下に示す。評価の結果、定量評価の対象となる部位は抽出されなかった。

表 1 2F4 熱時効の劣化評価に関する評価対象部位の抽出結果一覧

評価書分類	対象機器	対象部位	評価*1	最高使用温度°C	使用環境温度°C	亀裂が想定される経年劣化事象	疲労割れ以外	累積疲労係数	備考
ターボポンプ	原子炉冷却材浄化系再循環ポンプ	羽根車	△	302	[Redacted]	無し	-	-	
		ケーシング	△	302		無し	-	-	
		リアカバー	×	302		-	-	-	40 °C程度のパージ水と接液しているため 250 °C未滿
仕切弁	原子炉再循環系原子炉再循環ポンプ出口弁	弁箱	△	302	疲労割れ	無し	1 以下		
		弁ふた	△	302	無し	-	-		
		弁体	△	302	無し	-	-		
		弁箱, 弁ふた, 弁体	△	302	疲労割れ	無し	-	累積疲労係数については、代表機器と同様の形状及び環境条件であることから、疲労割れ発生の可能性は十分に小さい。	
		弁箱, 弁ふた, 弁体	△	302	無し	-	-		
玉型弁	残留熱除去系注入元弁(停止時冷却ライン)(代表以外)	弁箱, 弁ふた, 弁体	△	302	無し	-	-		
		弁箱	△	302	疲労割れ	無し	1 以下		
		弁ふた	△	302	無し	-	-		
炉内構造物	燃料支持金具 制御棒案内管	中央燃料支持金具	△	302	無し	-	-		
		ベース	△	302	無し	-	-		
機械設備	制御棒 制御棒駆動機構	落下速度リミッタ	△	302	無し	-	-		
		・コレットピストン ・コレットリテイナ チューブ	×	302	-	-	-	66 °C以下の冷却水流路に設置されているため 250 °C未滿	

*1：熱時効スクリーニングフローによるスクリーニング結果を下記の通りの通り記載
○：定量評価, △：定量評価対象外, ×：評価対象外

[Redacted] 内は商業機密に属しますので公開できません

3. 技術評価

(1) 健全性評価

熱時効に関する評価対象として抽出された部位について、冷温停止状態が維持される場合にステンレス鋳鋼の熱時効に起因する経年劣化事象の発生及び亀裂進展が想定されない理由の一例を以下に示す。

- ・ステンレス鋳鋼においては、フェライト相が応力腐食割れの感受性を持たないため、応力腐食割れの発生が抑制される。また、溶接等による鋭敏化が起こりにくく、応力腐食割れ発生の可能性は小さい。（引用元：BWR炉内構造物点検評価ガイドライン 社団法人 火力原子力発電技術協会）
- ・低サイクル疲労割れについては、プラントの起動・停止時等に受ける温度・圧力変化により大きな応力を受ける可能性があるが、代表機器について定量評価を実施し、許容値を満たすことを確認している。
- ・対象機器の一部については定期的な目視点検または浸透探傷検査を実施し、亀裂が無いことを確認している。

次に潜在的な亀裂を考慮し、各機器についてH3Tモデルにより算出した J_{Ic} 値の結果を以下に示す。

表2 評価対象機器における J_{Ic} 評価結果

評価対象機器・部位	フェライト量 [%]	評価温度 [°C]	J_{Ic} [kJ/m ²]	
			下限値	中央値
原子炉冷却材浄化系 再循環ポンプ：ケーシング				
原子炉冷却材浄化系 再循環ポンプ：羽根車				
原子炉再循環系 ポンプ出口弁：弁箱				
原子炉再循環系 ポンプ出口弁：弁ふた				
原子炉再循環系 ポンプ出口弁：弁体				
原子炉冷却材浄化系原子炉再循環系統ライン 原子炉冷却材浄化系入口弁：弁箱				
原子炉冷却材浄化系原子炉再循環系統ライン 原子炉冷却材浄化系入口弁：弁ふた				
燃料支持金具：中央燃料支持金具				
制御棒案内管：ベース				
制御棒：落下速度リミッタ				

・評価時間：17.45 EFPY（現時点までの運転時間）

内は商業機密に属しますので公開できません

表2に示す通り、 J_{1c} （下限値）は最小でも [] [kJ/m²] となる。一方、過去に熱時効の健全性評価を実施した当社福島第一原子力発電所1号炉の原子炉再循環系ポンプケーシングの評価結果（評価温度 [] °C、運転時間 [] EFPY、フェライト量 [] %）において、 J_{app} は [] [kJ/m²] 程度と J_{1c} （下限値 [] [kJ/m²])）と比較し十分に余裕のある値であり、今回の評価対象機器についても、延性亀裂が発生し不安定破壊に至る可能性は小さいと考える。

(2) 現状保全

対象機器における熱時効に関する保全状況を以下に示す。

表3 対象機器における熱時効に関する保全状況一覧表

評価書分類	対象機器	対象部位	製造時の検査内容	現状保全の内容	検査頻度
ターボポンプ	原子炉冷却材浄化系再循環ポンプ	羽根車、ケーシング	・材料検査 ・放射線透過試験（ケーシング） ・浸透探傷検査	・外観点検 ・浸透探傷検査（羽根車）	・安定停止維持状態：255 M（1 M = 1ヶ月） ・運転中：51 M
仕切弁	原子炉再循環系原子炉再循環ポンプ出口弁	弁箱、弁ふた、弁体	・材料検査 ・放射線透過試験 ・浸透探傷検査	・外観点検 ・浸透探傷検査（弁ふたはバックシート部）	・安定停止維持状態：長期保管設備（対象外） ・運転中：10 定検毎
	原子炉再循環系原子炉再循環ポンプ入口弁（代表以外）	弁箱、弁ふた、弁体	・材料検査 ・放射線透過試験 ・浸透探傷検査 ・寸法・外観検査 ・浸透探傷検査及び寸法検査	・外観点検 ・浸透探傷検査（弁ふたはバックシート部）	・安定停止維持状態：長期保管設備（対象外） ・運転中：10 定検毎
	残留熱除去系停止時冷却ライン入口弁（代表以外）	弁箱、弁ふた、弁体	・材料検査 ・放射線透過試験 ・浸透探傷検査 ・耐圧・漏えい試験（弁箱） ・浸透探傷検査及び寸法検査	・外観点検 ・浸透探傷検査（弁ふたはバックシート部）	・安定停止維持状態：なし（弁の状態を監視し、異常を検知した場合に実施） ・運転中：10 定検毎
	残留熱除去系注入元弁（停止時冷却ライン）（代表以外）	弁箱、弁ふた、弁体	・材料検査 ・放射線透過試験 ・浸透探傷検査 ・耐圧・漏えい試験（弁箱） ・浸透探傷検査及び寸法検査	・外観点検 ・浸透探傷検査（弁ふたはバックシート部）	・安定停止維持状態：長期保管設備（対象外） ・運転中：10 定検毎
	原子炉冷却材浄化系原子炉再循環系統ライン原子炉冷却材浄化系入口弁	弁箱、弁ふた	・材料検査 ・放射線透過試験 ・浸透探傷検査	・外観点検 ・浸透探傷検査（弁ふたはバックシート部）	・安定停止維持状態：なし（弁の状態を監視し、異常を検知した場合に実施） ・運転中：10 定検毎
炉内構造物	燃料支持金具	中央燃料支持金具	・材料検査 ・寸法・外観検査	・目視試験	・安定停止維持状態：なし ・運転中：10 年
	制御棒案内管	ベース	・材料検査 ・寸法・外観検査	・目視試験	・安定停止維持状態：なし ・運転中：10 年
機械設備	制御棒	落下速度リミッタ	・材料検査 ・放射線透過試験 ・浸透探傷検査	・外観点検（取出制御棒）：点検実績なし	・安定停止維持状態：長期保管設備（対象外） ・運転中：15 EFPY 以上の取出制御棒

[] 内は商業機密に属しますので公開できません

なお、供用期間中検査については、適用規格が日本電気協会規定 JEAC 4205（ランダムサンプリング方式）から日本機械学会 維持規格 JSME S NA1（定点サンプリング方式）となり現在は、定点サンプリング方式として実施している。定点サンプリングは機器選定時に過去の損傷発生部位を優先することとしていたが、損傷発生部位はなく定点の意図から至近の検査機器を定点サンプリング対象機器としている。

- a. 検査方法：JSME S NA1
- b. 検査範囲：B-M-2 弁本体の内表面
- c. 判定基準：VT-3
- d. 判定結果：合格

原子炉再循環系原子炉再循環ポンプ入口弁と出口弁は同型であり、出口弁を点検対象としている。また、供用期間中検査で弁の検査範囲は弁箱、弁ふたである。

【現状の定点サンプリングで点検対象の機器】

- ・原子炉再循環系原子炉再循環ポンプ入口弁（代表以外）B35-M0-F001B
- ・原子炉冷却材浄化系原子炉再循環系統ライン原子炉冷却材浄化系入口弁 G33-M0-F001
- ・残留熱除去系停止時冷却ライン入口弁（代表以外）E12-F023B
- ・残留熱除去系停止時冷却注入元弁（代表以外）E12-F030B

【過去にランダムサンプリングで点検を実施した機器】

- ・原子炉再循環系原子炉再循環ポンプ入口弁（代表以外）B35-M0-F001A
- ・原子炉再循環系原子炉再循環ポンプ出口弁 B35-M0-F002B
- ・残留熱除去系停止時冷却ライン入口弁（代表以外）E12-F023A
- ・残留熱除去系停止時冷却注入元弁（代表以外）E12-F030A

4. 総合評価

技術評価の結果から、熱時効の可能性は十分小さく、継続して現状保全を実施することが有効と判断する。また、当面の安定停止維持においては、高温環境となることはなく、今後も熱時効の発生・進展する可能性は小さいと判断する。

5. 高経年化への対応

熱時効については、高経年化対策の観点から現状の保全内容に追加すべき項目はなく、今後も現状保全を継続していく。

以 上

タイトル	ステンレス鋳鋼製機器における熱時効劣化評価対象部品の抽出プロセスについて
説明	<p>社内マニュアル「高経年化技術評価マニュアル」を準拠し評価書を作成している。</p> <p>熱時効の評価対象部位については、作成された評価書より、各設備の表 1-1 グループ化及び代表機器の選定表にある最高使用温度が 250 °C以上の機器を抽出し、それらの機器について、各設備の表 2. 1-1 主要部位の使用材料表よりステンレス鋳鋼の部品を抽出し「評価対象部位」とした。</p> <p>なお、非常用ディーゼル機関の過給器（ノズル）は、ステンレス鋳鋼製であり高温環境の部材であるが、「日本原子力学会標準原子力発電所の高経年化対策実施基準：2008」表 F. 4-実施時期を定めた劣化傾向評価が必要な経年劣化事象の抽出結果（2相ステンレス鋼の熱時効）において、対象機器は原子炉冷却材バウンダリ、炉心支持構造物を想定していること、点検（検査頻度：<input type="checkbox"/>ヶ月）が容易で一式取替が可能であり、かつ過去に不具合が無いこと、及び運転時間が 30 分／月程度と比較的短いことから、評価対象外とした。</p> <p>評価対象部位からの定量評価対象機器の抽出については、「日本原子力学会標準原子力発電所の高経年化対策実施基準：2008」C. 5（2相ステンレス鋼の熱時効）C. 5. 2（評価対象）を元に作成した添付-1 熱時効のスクリーニングフローより抽出し、抽出された対象部位に対し評価を行った。その評価結果を添付-2 に示す。</p> <p>本スクリーニングフローにおける亀裂の想定有無については「日本原子力学会標準原子力発電所の高経年化対策実施基準：2008」C. 5（2相ステンレス鋼の熱時効）C. 5. 2（評価対象）において「亀裂の原因となる経年劣化事象の発生が想定される。」と規定されていることから、経年劣化事象による亀裂（応力腐食割れ、低サイクル疲労割れ）が想定される否かについて検討を行っている。なお、亀裂の想定が不要とする主な理由は下記の通り。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ステンレス鋳鋼においては、フェライト相が応力腐食割れの感受性を持たないため、応力腐食割れの発生が抑制される。また、溶接等による鋭敏化が起こりにくく、応力腐食割れ発生の可能性は無い（引用元：BWR 炉内構造物点検評価ガイドライン 社団法人 火力原子力発電技術協会）。

内は商業機密に属しますので公開できません

<p>説明 (続き)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・低サイクル疲労割れについては、プラントの起動・停止時等に受ける温度・圧力変化により大きな応力を受ける機器について、建設時に工事計画認可にて定量評価を実施しており、PLM においても定量評価を実施し、許容値を満たすことを確認している。それ以外の機器・部位については、工事計画認可時の評価対象ではなく、疲労評価上、有意な温度差・圧力差が生じないことから、低サイクル疲労割れの発生の可能性は小さい。 ・負荷荷重・応力が小さいことから、亀裂の発生・進展の可能性が小さい。 ・熱時効の評価対象部位について、過去に応力腐食割れ及び低サイクル疲労割れに起因する不具合事例がない。 <p>対象機器の一部については定期的な目視点検または浸透探傷検査を実施し、亀裂が無いことを確認している。</p> <p>内在欠陥に対する確認として、プラントの起動・停止時等に伴い温度・圧力変化に伴い大きな応力を受ける原子炉再循環系原子炉再循環ポンプ出入口弁については、告示 501 号に従い使用前検査として放射線透過試験についても実施しており、JIS G 0581 により許容条件を満足していることを確認している。</p> <p>また、告示 501 号にて放射線透過試験の検査要求の無い機器の一部についても、使用前に放射線透過検査または浸透探傷検査を実施することで機器の健全性を確認している。各機器の検査実績等については、別紙 3, 4 を参照のこと。</p> <p>各機器について H3T モデルにより算出した J_{IC} 値を下表に示す。なお、複数号機 (A 号機, B 号機等) あるものについては、各機器・部位のうち J_{IC} が最低となるものを記載している。また、本評価において J_{IC} は底値ではなく時効時間を考慮した値を算出している。</p> <p>例として原子炉冷却材浄化系再循環ポンプケーシングにおける J_{IC} 中央値, 下限値の算出過程を以下に示す。</p> <p>○中央値 (ポンプ A 号機)</p> <div style="border: 2px solid red; width: 500px; height: 80px; margin: 10px 0;"></div> <p>A= <input style="border: 1px solid red; width: 80px; height: 15px;" type="text"/></p> <p>B= <input style="border: 1px solid red; width: 80px; height: 15px;" type="text"/></p> <p>tF= <input style="border: 1px solid red; width: 80px; height: 15px;" type="text"/></p> <p>(tF+C)= <input style="border: 1px solid red; width: 80px; height: 15px;" type="text"/></p>
--------------------	--

内は商業機密に属しますので公開できません

<p>説明 (続き)</p>	<p>ただし、F：フェライト量 (<input type="text"/> %) Mn：マンガン重量組成 (<input type="text"/> %) N：窒素重量組成 (<input type="text"/> %) Ni：ニッケル重量組成 (<input type="text"/> %) Q：活性化エネルギー (<input type="text"/> kJ/mol) F：初期活性化エネルギー (<input type="text"/> kJ/mol) R：ガス常数 (<input type="text"/> kJ/(mol・K)) t：時効時間 (17.45 EFPY = 152862 h) Tk：時効温度 (<input type="text"/> K) Ti：評価温度 (<input type="text"/> K)</p> <p>○下限値 (ポンプ A 号機) 下限値については、中央値算出における A, B, tF, (tF+C) にそれぞれ下記の通り H3T モデルにて与えられている標準偏差を考慮した結果となる。 A= <input type="text"/> B= <input type="text"/> tF= <input type="text"/> (tF+C)= <input type="text"/></p> <p>ただし、F：フェライト量 (<input type="text"/> %) Mn：マンガン重量組成 (<input type="text"/> %) N：窒素重量組成 (<input type="text"/> %) Ni：ニッケル重量組成 (<input type="text"/> %) Q：活性化エネルギー (<input type="text"/> kJ/mol) F：初期活性化エネルギー (<input type="text"/> kJ/mol) R：ガス常数 (<input type="text"/> kJ/(mol・K)) t：時効時間 (17.45 EFPY = 152862 h) Tk：時効温度 (<input type="text"/> K) Ti：評価温度 (<input type="text"/> K)</p> <p>○評価条件 ・評価時間：17.45 EFPY (現時点までの運転時間)</p>
--------------------	--

内は商業機密に属しますので公開できません

説明
(続き)

表1 評価対象機器における J_{IC} 評価結果

評価対象機器・部位	フェライト量 [%]	評価温度 [°C]	J _{IC} [kJ/m ²]	
			下限値	中央値
原子炉冷却材浄化系 再循環ポンプ：ケーシング				
原子炉冷却材浄化系 再循環ポンプ：羽根車				
原子炉再循環系 ポンプ出口弁：弁箱				
原子炉再循環系 ポンプ出口弁：弁ふた				
原子炉再循環系 ポンプ出口弁：弁体				
原子炉冷却材浄化系原子炉再循環系統ライン原子炉冷却材浄化系入口弁：弁箱				
原子炉冷却材浄化系原子炉再循環系統ライン原子炉冷却材浄化系入口弁：弁ふた				
燃料支持金具：中央燃料支持金具				
制御棒案内管：ベース				
制御棒：落下速度リミッタ				

上表に示す通り、J_{IC} (下限値) は最小でも [] [kJ/m²] となる。一方、過去に熱時効の健全性評価を実施した当社福島第一原子力発電所 1 号炉の原子炉再循環系ポンプケーシングにおける評価条件及び評価結果は下記の通りとなる。

○評価条件

- ・外径： [] mm
- ・板厚： [] mm (ポンプケーシングノズル部 (吸込側))

- ・発生応力 (不安定破壊評価) : [] MPa
→不安定破壊評価に用いる応力は供用状態 A/B における [] として設定。

- ・初期亀裂 : []
→ JSME 配管破損防護設計規格を参考に [] を想定。

[] 内は商業機密に属しますので公開できません

説明
(続き)

- ・進展後の亀裂（不安定破壊評価における亀裂）
 - ①深さ $a =$ [] mm, 表面亀裂長さ $2c =$ [] mm の内表面周方向半楕円亀裂
→初期亀裂に対し疲労による亀裂進展を想定する。なお、負荷上昇時間については長時間にわたる過渡事象として起動（昇温）を保守的に想定した。また、負荷繰返し回数については運転時間 [] EFPY までの各運転条件（耐圧試験、起動、スクラム等）の [] を用い、全ての負荷繰返し回数に供用状態 A/B における [] に S_1 地震による応力の [] を加えた応力が掛かるものとして評価した。
 - ②表面亀裂長さ $2c =$ [] mm の周方向貫通亀裂
→①における表面亀裂長さをそのまま深さ方向に貫通させた周方向貫通亀裂を想定。

・評価対象の化学組成：下表の通り

表2 原子炉再循環系ポンプケーシングの化学組成（重量%）

C	S	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	P	N	Nb
[]	[]	[]	[]	[]	[]	[]	[]	[]	[]

・ J_{app} 算出

“Ductile Fracture Handbook” EPRI NP-6301-D(1990)に基づき Zahoor の全面塑性解により算出。ただし、内表面周方向欠陥については、[] [] を、周方向貫通欠陥については [] を用いた。なお、同解法における定数 α 及び加工硬化指数 n は [] において下記の通り与えられる。



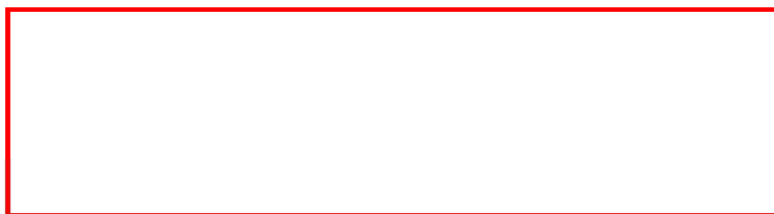
ここで σ_f は時効材の流動応力であり、下記の通り未時効材の流動応力 $\sigma_{f(0)}$ に時効効果を考慮することにより求まる。



F：フェライト量，Mo：モリブデン重量組成，C：炭素重量組成

[] 内は商業機密に属しますので公開できません

説明
(続き)



t : 時効時間[h], T : 時効温度[K]
Q : 活性化エネルギー[kJ/mol], R : ガス定数[kJ/(mol・K)]

さらに, [redacted]における σ_0 については時効効果を考慮した
[redacted]と等しいものとし, H1 については [redacted] の関数として
上記文献にて定められている値を用いる。

ただし, 評価対象のうち内表面周方向表面欠陥については [redacted] で
あり, 上記文献の適用範囲の [redacted] となっているが, [redacted] が
高いほど J_{app} も高いことは自明であることから, ここでは [redacted]
[redacted] と設定し, 評価を行っている。

上記に基づき算出した各亀裂における J_{app} を下表に示す。

表3 内表面周方向表面欠陥における J_{app} 算出について

亀裂深さ a [mm]	[redacted]
J_{app} [kJ/m ²]	[redacted]

表4 周方向貫通欠陥における J_{app} 算出について

亀裂半長 c [mm]	[redacted]
J_{app} [kJ/m ²]	[redacted]

・ J_{IC} (下限値) 算出

1F1 原子炉再循環系ポンプの J_{IC} (中央値) の算出方法は P. 4-7 の通り。

ただし, F : フェライト量 ([redacted] %)

Mn : マンガン重量組成 ([redacted] %)

N : 窒素重量組成 ([redacted] %)

Ni : ニッケル重量組成 ([redacted] %)

Q : 活性化エネルギー ([redacted] kJ/mol)

F : 初期活性化エネルギー ([redacted] kJ/mol)

R : ガス定数 ([redacted] kJ/(mol・K))

t : 時効時間 ([redacted] EFPY = [redacted] h)

Tk : 時効温度 ([redacted] K)

Ti : 評価温度 ([redacted] K)

[redacted] 内は商業機密に属しますので公開できません

説明
(続き)

J_{IC} (下限値) を求めるには、係数 (A, B, tF, (tF+C)) 毎に与えられた [] を用いて算出しているが、ここでは J_{IC} 自体の [] を設定することで、 J_{IC} (下限値) を算出した。

具体的には、各係数に [] を考慮するのではなく、各係数に [] を発生させ求めた [] を用いて、 J_{IC} を算出した。

ここで、同処理 (乱数の発生～ J_{IC} 算出) を [] 回行って得られた J_{IC} 分布から J_{IC} (中央値) に対する [] を設定し、[] を考慮することで J_{IC} (下限値) [] [kJ/m²] を求めた。

(a) 内表面周方向表面欠陥 (b) 周方向貫通欠陥
(評価温度 [] °C, 運転時間 [] EFPY, フェライト量 [] %)
図 亀裂長さと J_{app} , $J_{mat(lower)}$ についての比較

図より比較的大きな亀裂を想定した場合においても J_{app} は [] [kJ/m²] 程度と J_{IC} (下限値) と比較し十分に余裕のある値であり、今回の評価対象機器についても、延性亀裂が発生し不安定破壊に至る可能性は小さいと考える。

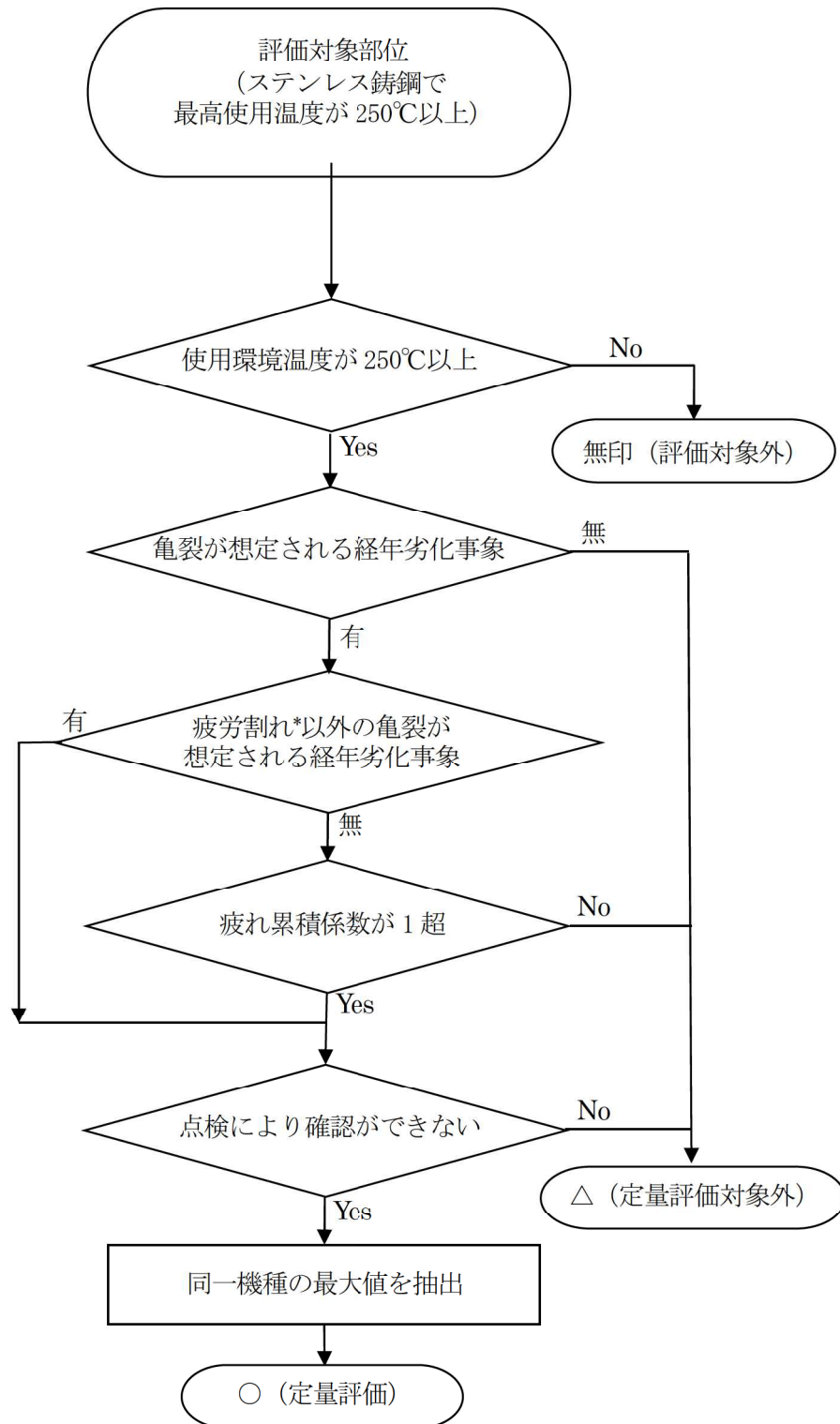
【添付資料】

- ・添付-1：熱時効スクリーニングフロー
- ・添付-2：2F4 熱時効の劣化評価に関する評価対象部位の抽出結果一覧

以上

[] 内は商業機密に属しますので公開できません

熱時効スクリーニングフロー



*: 低サイクル疲労割れ

表 2F4熱時効の劣化評価に関する評価対象部位の抽出結果一覧

評価書分類	対象機器	対象部位	評価 ^{*1}	最高使用温度℃	使用環境温度℃	亀裂が想定される経年劣化事象	疲労割れ以外	累積疲労係数	備考
ターボポンプ	原子炉冷却材浄化系再循環ポンプ	羽根車	△	302		無し	-	-	
		ケーシング	△	302		無し	-	-	
		リアカバー	×	302		-	-	-	40℃程度のハーゼ水と接液しているため250℃未満
仕切弁	原子炉再循環系原子炉再循環ポンプ出口弁 B35-M0-F002A/B	弁箱	△	302		疲労割れ	無し	1以下	
		弁ふた	△	302		無し	-	-	
		弁体	△	302		無し	-	-	
		弁箱, 弁ふた, 弁体	△	302		疲労割れ	無し	-	累積疲労係数については、代表機器と同様の形状及び環境条件であることから、疲労割れ発生の可能性は十分に小さい。
		弁箱	△	302		無し	-	-	
		弁箱, 弁ふた, 弁体	△	302		無し	-	-	
玉型弁	残留熱除去系停止時冷却ライン入口弁 (代表以外) E12-F023A/B 残留熱除去系注入元弁 (停止時冷却ライン) (代表以外) E12-F030A/B	弁箱, 弁ふた, 弁体	△	302		無し	-	-	
		弁箱	△	302	無し	-	-		
		弁箱, 弁ふた	△	302	疲労割れ	無し	1以下		
炉内構造物	燃料支持金具 制御棒案内管	中央燃料支持金具	△	302	無し	-	-		
		ベース	△	302	無し	-	-		
機械設備	制御棒 制御棒駆動機構	落下速度リミッタ	△	302	無し	-	-		
		コレットピストン コレットリテーナイナチューブ	×	302	無し	-	-	66℃以下の冷却水流路に設置されているため250℃未満	

*1: 熱時効スクリーニングフローによるスクリーニング結果を下記の通り記載

○: 定量評価, △: 定量評価対象外, ×: 評価対象外

 内は商業機密に属しますので公開できません

タイトル	ステンレス鋳鋼製機器の熱時効劣化評価対象部品の使用温度、フェライト量及び作用応力について
説明	<p>ステンレス鋳鋼製機器の熱時効劣化評価対象部品の使用温度、フェライト量及び作用応力について以下に示す。なお、各部位のフェライト量については ASTM A800 に基づき材料成績表より算出した。</p> <p>(1) 原子炉冷却材浄化系再循環ポンプの羽根車及びケーシング</p> <p>① 使用温度（最高使用温度）：<input type="text"/> °C（<input type="text"/> °C）再循環ポンプ吸込温度</p> <p>② フェライト量</p> <p>A 号機ケーシング：<input type="text"/> %</p> <p>A 号機羽根車：<input type="text"/> %</p> <p>B 号機ケーシング：<input type="text"/> %</p> <p>B 号機羽根車：<input type="text"/> %</p> <p>③ 発生応力：－</p> <p>(2) 原子炉再循環系原子炉再循環ポンプ出口弁（仕切弁）の弁箱，弁ふた，弁体</p> <p>① 使用温度（最高使用温度）：<input type="text"/> °C（<input type="text"/> °C）再循環ポンプ吸込温度</p> <p>② フェライト量</p> <p>A 号機 弁箱／弁ふた／弁体：<input type="text"/> % / <input type="text"/> % / <input type="text"/> %</p> <p>B 号機 弁箱／弁ふた／弁体：<input type="text"/> % / <input type="text"/> % / <input type="text"/> %</p> <p>③ 発生応力：<input type="text"/> MPa（内訳：一次応力＋二次応力（<input type="text"/>）＋地震 Ss による応力（<input type="text"/>） （添付-1：PLR ポンプ出口弁配管における計算必要厚さの最大値の組合せにより算出）</p> <p>④ 累積疲労係数：<input type="text"/> 添付-2</p> <p>(3) 原子炉再循環系原子炉再循環ポンプ入口弁（仕切弁，代表弁以外）の弁箱，弁ふた，弁体</p> <p>① 使用温度（最高使用温度）：<input type="text"/> °C（<input type="text"/> °C）再循環ポンプ吸込温度</p> <p>② フェライト量</p> <p>A 号機 弁箱／弁ふた／弁体：<input type="text"/> % / <input type="text"/> % / <input type="text"/> %</p> <p>B 号機 弁箱／弁ふた／弁体：<input type="text"/> % / <input type="text"/> % / <input type="text"/> %</p> <p>③ 発生応力：<input type="text"/> MPa（内訳：一次応力＋二次応力（<input type="text"/>）＋地震 Ss による応力（<input type="text"/>） （添付-1：PLR ポンプ入口弁配管における計算必要厚さの最大値の組合せにより算出）</p> <p>④ 累積疲労係数：代表機器と同様の形状及び環境条件であることから、疲労割れ発生の可能性は十分に小さい。</p>

内は商業機密に属しますので公開できません

<p>説明 (続 き)</p>	<p>(4) 原子炉冷却材浄化系原子炉再循環系統ライン原子炉冷却材浄化系入口弁 (玉型弁) の弁箱, 弁ふた</p> <p>① 使用温度 (最高使用温度) : <input type="text"/> °C (<input type="text"/> °C) 再循環ポンプ吸込温度</p> <p>② フェライト量 弁箱/弁ふた : <input type="text"/> % / <input type="text"/> %</p> <p>③ 発生応力 : <input type="text"/> MPa (内訳: 一次応力+二次応力 (<input type="text"/>) +地震 Ss による応力 (<input type="text"/>) (添付-1: CUW 当該弁の出入口配管における計算必要厚さの最大値の組合せにより算出)</p> <p>④ 累積疲労係数 : <input type="text"/> 添付-2</p> <p>(5) 残留熱除去系停止時冷却ライン入口弁 (仕切弁, 代表弁以外) の弁箱, 弁ふた, 弁体</p> <p>① 使用温度 (最高使用温度) : <input type="text"/> °C (<input type="text"/> °C) 再循環ポンプ吸込温度</p> <p>② フェライト量 A 号機 弁箱/弁ふた/弁体 : <input type="text"/> % / <input type="text"/> % / <input type="text"/> % B 号機 弁箱/弁ふた/弁体 : <input type="text"/> % / <input type="text"/> % / <input type="text"/> %</p> <p>③ 発生応力 : <input type="text"/> MPa (内訳: 一次応力+二次応力 (<input type="text"/>) +地震 Ss による応力 (<input type="text"/>) (添付-1: PLR 当該弁の出入口配管における計算必要厚さの最大値の組合せにより算出)</p> <p>(6) 残留熱除去系注入元弁 (停止時冷却ライン) (仕切弁, 代表弁以外) の弁箱, 弁 ふた, 弁体</p> <p>① 使用温度 (最高使用温度) <input type="text"/> °C (<input type="text"/> °C) 再循環ポンプ吸込温度</p> <p>② フェライト量 A 号機 弁箱/弁ふた/弁体 : <input type="text"/> % / <input type="text"/> % / <input type="text"/> % B 号機 弁箱/弁ふた/弁体 : <input type="text"/> % / <input type="text"/> % / <input type="text"/> %</p> <p>③ 発生応力 : <input type="text"/> MPa (内訳: 一次応力+二次応力 (<input type="text"/>) +地震 Ss による応力 (<input type="text"/>) (添付-1: PLR 当該弁の出入口配管における計算必要厚さの最大値の組合せにより算出)</p> <p>(7) 炉内構造物の中央燃料支持金具, 制御棒案内管 (ベース)</p> <p>① 使用温度 (最高使用温度) : <input type="text"/> °C (<input type="text"/> °C) 炉内構造物の設計温度</p> <p>② フェライト量 中央燃料支持金具 : <input type="text"/> % ~ <input type="text"/> % 制御棒案内管 (ベース) : <input type="text"/> % ~ <input type="text"/> %</p> <p>③ 発生応力 : -</p>
---------------------	--

内は商業機密に属しますので公開できません

<p>説明 (続き)</p>	<p>(8) 制御棒の落下速度リミッタ</p> <p>① 使用温度（最高使用温度）：<input type="text"/>℃（<input type="text"/>℃）炉内構造物の設計温度</p> <p>② フェライト量 制御棒の落下速度リミッタ：<input type="text"/>%～<input type="text"/>%</p> <p>③ 発生応力：－</p> <p>【添付資料】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・添付-1：応力評価結果一覧表 ・添付-2：累積疲労係数評価結果一覧表 <p style="text-align: right;">以上</p>
--------------------	--

内は商業機密に属しますので公開できません

応力評価結果一覧表

系統名称	機器分類	機器番号	評価点	共用状態	一次応力評価 (MPa)		一次+二次応力評価 (MPa)			疲労評価 疲れ累積係数	備考
					一次応力	許容応力	一次+二次応力	地震(Ss)による一次+二次応力	許容応力		
原子炉再循環系	弁	MO-F001A (入口弁)		(A, B)						-	吸込側
				Cs						-	
				Ds						-	
原子炉冷却材浄化系	弁	MO-F002A (出口弁)		(A, B)						-	吸込側
				Cs						-	
				Ds						-	
原子炉冷却材浄化系	弁	MO-F001		(A, B)						-	吸込側
				Cs						-	
				Ds						-	
残留熱除去系	弁	F023A		(A, B)						-	RHR側
				Cs						-	
				Ds						-	
残留熱除去系	弁	F030A		(A, B)						-	RHR側
				Cs						-	
				Ds						-	

*1: 評価書記載の最大評価点のみ表示

*2: 太字部補足説明資料記載箇所

内は商業機密に属しますので公開できません

累積疲労係数評価結果一覧

評価書大分類	評価書小分類	評価対象	評価手法	環境疲労評価手法に基づく疲れ累積係数	地震動による疲れ累積係数 (Ss地震動)	合計 (許容値1以下)
弁	仕切弁	原子炉再循環系原子炉再循環システム出口弁		0.068	0.000	0.068
弁	玉型弁	原子炉冷却材浄化系原子炉再循環システム入口弁		0.793	0.001	0.794

 内は商業機密に属しますので公開できません

タイトル	高経年化対策上着目すべき経年劣化事象とした部品の現状保全の具体的内容及び製造時の検査内容について
説明	<p>高経年化対策上着目すべき経年劣化事象とした部品</p> <p>1. 原子炉再循環系原子炉再循環ポンプ出口弁（弁箱，弁ふた，弁体）</p> <p>(1) 製造時の検査内容</p> <p>母材部（溶接部該当なし）</p> <p>a. 材料検査（弁箱，弁ふた，弁体） 判定基準：JIS 規格による 判定結果：合格</p> <p>b. 放射線透過試験（弁箱（開先部含む），弁ふた，弁体） 判定基準：JIS G 0581（弁箱，弁ふた，弁体） ：JIS Z 3106（弁箱開先部） 判定結果：合格</p> <p>c. 浸透探傷検査（弁箱，弁ふた，弁体） 判定基準：告示 501 号による 判定結果：合格</p> <p>(2) 現状保全の内容</p> <p>母材部（弁箱，弁ふた，弁体） 溶接部（弁ふたバックシート部）</p> <p>a. 外観点検（弁箱，弁ふた，弁体） 判定基準：（社内基準：定期事業者検査要領書，保守管理基本マニュアル） 判定結果：合格</p> <p>b. 浸透探傷検査（弁体，弁ふたバックシート部） 判定基準：JIS 規格，JSME 設計・建設規格，溶接規格，告示 501 号，電気 工作物の溶接の技術基準の解釈による。 判定結果：合格</p> <p>(3) 検査頻度</p> <p>安定停止維持状態：長期保管設備（対象外） 運転中：10 定検毎</p>

<p>説明 (続き)</p>	<p>(4) 過去の補修・取替実績 実績有：弁体（点検時の擦り合わせにより、弁体の落ち込みが確認されたため取替を行った） ：弁ふた（ボンネットバックシートに割れが確認されたためバックシートの取替を行った）</p> <p>(5) 供用期間中検査 供用期間中検査については、適用規格が日本電気協会規定 JEAC4205（ランダムサンプリング方式）から日本機械学会 維持規格 JSME S NA1（定点サンプリング方式）となり現在は、定点サンプリング方式として実施している。定点サンプリング機器選定時に過去の損傷発生部位を優先し選定することとしていたが、損傷発生部位はなく定点の意図から至近の検査機器を定点サンプリング対象機器としている。</p> <p>a. 検査方法：JSME S NA1 b. 検査範囲：B-M-2 弁本体の内表面 c. 判定基準：VT-3 d. 判定結果：合格</p> <p>原子炉再循環系原子炉再循環ポンプ入口弁と出口弁は同型であり、出口弁を点検対象としている。また、供用期間中検査で弁の検査範囲は弁箱、弁ふたである。</p> <p>【現状の定点サンプリングで点検対象の機器】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・原子炉再循環系原子炉再循環ポンプ入口弁（代表以外） B35-MO-F001B ・原子炉冷却材浄化系原子炉再循環系統ライン原子炉冷却材浄化系入口弁 G33-MO-F001 ・残留熱除去系停止時冷却ライン入口弁（代表以外） E12-F023B ・残留熱除去系停止時冷却注入元弁（代表以外） E12-F030B <p>【過去にランダムサンプリングで点検を実施した機器】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・原子炉再循環系原子炉再循環ポンプ入口弁（代表以外） B35-MO-F001A ・原子炉再循環系原子炉再循環ポンプ出口弁 B35-MO-F002B ・残留熱除去系停止時冷却ライン入口弁（代表以外） E12-F023A ・残留熱除去系停止時冷却注入元弁（代表以外） E12-F030A
--------------------	--

<p>説明 (続き)</p>	<p>2. 原子炉冷却材浄化系入口弁（弁箱，弁ふた）</p> <p>(1) 製造時の検査内容</p> <p>母材部（溶接部該当なし）</p> <p>a. 材料検査（弁箱，弁ふた） 判定基準：JIS 規格による 判定結果：合格</p> <p>b. 放射線透過試験（弁箱，弁ふた） 判定基準：JIS G 0581-1968（弁箱・弁ふた） : JIS Z 3104-1968（弁箱開先部） 判定結果：合格</p> <p>c. 浸透探傷検査（弁箱，弁ふた） 判定基準：メーカー社内規定による 判定結果：合格</p> <p>(2) 現状保全の内容</p> <p>母材部（弁箱，弁ふた） 溶接部（弁ふたバックシート部）</p> <p>a. 外観点検（弁箱，弁ふた） 判定基準：（社内基準：保守管理基本マニュアル） 判定結果：合格</p> <p>b. 浸透探傷検査（弁体，弁ふたバックシート部） 判定基準：JIS 規格，告示 501 号，電気工作物の溶接の技術基準の解釈による 判定結果：合格</p> <p>(3) 検査頻度</p> <p>安定停止維持状態：なし（弁の状態を監視し，異常を検知した場合に実施） 運転中：10 定検毎</p> <p>(4) 過去の補修・取替実績</p> <p>実績無</p> <p>(5) 供用期間中検査</p> <p>「1. 原子炉再循環系原子炉再循環ポンプ出口弁（弁箱，弁ふた，弁体）(5) 供用期間中検査」 参照</p> <p style="text-align: right;">以 上</p>
--------------------	--

タイトル	高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象とした部品の現状保全の具体的内容及び製造時の検査内容について
説明	<p>高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象とした部品</p> <p>1. 原子炉冷却材浄化系再循環ポンプ（インペラ，ケーシング）</p> <p>(1) 製造時の検査内容</p> <p>母材部（溶接部該当なし）</p> <p>a. 材料検査（インペラ，ケーシング） 判定基準：JIS 規格による 判定結果：合格</p> <p>b. 放射線透過試験（ケーシング） 判定基準：JIS G 0581 判定結果：合格</p> <p>c. 浸透探傷検査（インペラ，ケーシング） 判定基準：メーカー社内規定による 判定結果：合格</p> <p>(2) 現状保全の内容</p> <p>母材部（溶接部該当なし）</p> <p>a. 外観点検（インペラ，ケーシング） 判定基準：（社内基準：定期事業者検査要領書，保守管理基本マニュアル） 判定結果：合格</p> <p>b. 浸透探傷検査（インペラ） 判定基準：JSME 設計・建設規格による 判定結果：合格</p> <p>(3) 検査頻度</p> <p>安定停止維持状態：255 M（1 M = 1 ヶ月） 運転中：51 M</p> <p>(4) 過去の補修・取替実績</p> <p>実績無</p>

<p>説 明 (続 き)</p>	<p>(5) 供用期間中検査 着目すべき劣化事象ではない原子炉冷却材浄化系再循環ポンプは供用期間中検査の検査対象機器ではない。</p> <p>2. 原子炉再循環系原子炉再循環ポンプ入口弁 (弁箱, 弁ふた, 弁体)</p> <p>(1) 製造時の検査内容 母材部 (溶接部該当なし)</p> <p>a. 材料検査 (弁箱, 弁ふた, 弁体) 判定基準: JIS 規格による 判定結果: 合格</p> <p>b. 放射線透過試験 (弁箱 (開先部含む), 弁ふた, 弁体) 判定基準: JIS G 0581 (弁箱, 弁ふた, 弁体) : JIS Z 3106 (弁箱開先部) 判定結果: 合格</p> <p>c. 浸透探傷検査 (弁箱, 弁ふた, 弁体) 判定基準: 告示 501 号による 判定結果: 合格</p> <p>d. 寸法・外観検査 (弁箱, 弁ふた, 弁体) 判定基準: メーカー社内規定 判定結果: 合格</p> <p>e. 浸透探傷検査及び寸法検査 (弁箱突合わせ溶接開先部) 判定基準: メーカー社内規定による 判定結果: 合格</p> <p>(2) 現状保全の内容 母材部 (弁箱, 弁ふた, 弁体) 溶接部 (弁ふたバックシート部)</p> <p>a. 外観点検 (弁箱, 弁ふた, 弁体) 判定基準: (社内基準: 定期事業者検査要領書, 保守管理基本マニュアル) 判定結果: 合格</p> <p>b. 浸透探傷検査 (弁体, 弁ふたバックシート部) 判定基準: JIS 規格, JSME 設計・建設規格, 溶接規格, 告示 501 号, 電気工作物の溶接の技術基準の解釈による 判定結果: 合格</p> <p>(3) 検査頻度 安定停止維持状態: 長期保管設備 (対象外) 運転中: 10 定検毎</p>
----------------------	--

<p>説明 (続き)</p>	<p>(4) 過去の補修・取替実績 実績有：弁体（点検時の擦り合わせにより、弁体の落ち込みが確認されたため取替を行った） ：弁ふた（ボンネットバックシートに割れが確認されたためバックシートの取替を行った）</p> <p>(5) 供用期間中検査 供用期間中検査については、適用規格が日本電気協会規定 JEAC 4205（ランダムサンプリング方式）から日本機械学会 維持規格 JSME S NA1（定点サンプリング方式）となり現在は、定点サンプリング方式として実施している。定点サンプリング機器選定時に過去の損傷発生部位を優先し選定することとされていたが、損傷発生部位はなく定点の意図から至近の検査機器を定点サンプリング対象機器としている。</p> <p>a. 検査方法：JSME S NA1 b. 検査範囲：B-M-2 弁本体の内表面 c. 判定基準：VT-3 d. 判定結果：合格</p> <p>原子炉再循環系原子炉再循環ポンプ入口弁と出口弁は同型であり、出口弁を点検対象としている。また、供用期間中検査で弁の検査範囲は弁箱、弁ふたである。</p> <p>【現状の定点サンプリングで点検対象の機器】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・原子炉再循環系原子炉再循環ポンプ入口弁（代表以外） B35-M0-F001B ・原子炉冷却材浄化系原子炉再循環系統ライン原子炉冷却材浄化系入口弁 G33-M0-F001 ・残留熱除去系停止時冷却ライン入口弁（代表以外） E12-F023B ・残留熱除去系停止時冷却注入元弁（代表以外） E12-F030B <p>【過去にランダムサンプリングで点検を実施した機器】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・原子炉再循環系原子炉再循環ポンプ入口弁（代表以外） B35-M0-F001A ・原子炉再循環系原子炉再循環ポンプ出口弁 B35-M0-F002B ・残留熱除去系停止時冷却ライン入口弁（代表以外） E12-F023A ・残留熱除去系注入元弁（停止時冷却ライン）（代表以外） E12-F030A
--------------------	---

<p>説明 (続き)</p>	<p>3. 残留熱除去系停止時冷却ライン入口弁 (弁箱, 弁ふた, 弁体)</p> <p>(1) 製造時の検査内容</p> <p>母材部 (溶接部該当なし)</p> <p>a. 材料検査 (弁箱, 弁ふた, 弁体) 判定基準: JIS 規格による 判定結果: 合格</p> <p>b. 放射線透過試験 (弁箱 (開先部含む), 弁ふた, 弁体) 判定基準: JIS G 0581 (弁箱, 弁ふた, 弁体) : JIS Z 3104 (弁箱開先部) 判定結果: 合格</p> <p>c. 浸透探傷検査 (弁箱, 弁ふた, 弁体) 判定基準: 告示 501 号による 判定結果: 合格</p> <p>d. 耐圧・漏えい試験 (弁箱) 判定基準: メーカー社内規定による 判定結果: 合格</p> <p>e. 浸透探傷検査及び寸法検査 (弁箱溶接開先部) 判定基準: メーカー社内規定による 判定結果: 合格</p> <p>(2) 現状保全の内容</p> <p>母材部 (弁箱, 弁ふた, 弁体) 溶接部 (弁ふたバックシート部)</p> <p>a. 外観点検 (弁箱, 弁ふた, 弁体) 判定基準: (社内基準: 定期事業者検査要領書, 保守管理基本マニュアル) 判定結果: 合格</p> <p>b. 浸透探傷検査 (弁体, 弁ふたバックシート部) 判定基準: JIS 規格, JSME 設計・建設規格, 溶接規格 判定結果: 合格</p> <p>(3) 検査頻度</p> <p>安定停止維持状態: なし (弁の状態を監視し, 異常を検知した場合に実施) 運転中: 10 定検毎</p> <p>(4) 過去の補修・取替実績</p> <p>実績無</p>
--------------------	---

<p>説 明 (続 き)</p>	<p>(5) 供用期間中検査 「2. 原子炉再循環系原子炉再循環ポンプ入口弁 (弁箱, 弁ふた, 弁体)」(5) 供用期間中検査 参照</p> <p>4. 残留熱除去系注入元弁 (停止時冷却ライン) (弁箱, 弁ふた, 弁体)</p> <p>(1) 製造時の検査内容 母材部 (溶接部該当なし)</p> <p>a. 材料検査 (弁箱, 弁ふた, 弁体) 判定基準: JIS 規格による 判定結果: 合格</p> <p>b. 放射線透過試験 (弁箱 (開先部含む), 弁ふた, 弁体) 判定基準: JIS G 0581-1968 (弁箱, 弁ふた, 弁体) : JIS Z 3104-1968 (弁箱開先部) 判定結果: 合格</p> <p>c. 浸透探傷検査 (弁箱, 弁ふた, 弁体) 判定基準: 告示 501 号による 判定結果: 合格</p> <p>d. 耐圧・漏えい試験 (弁箱) 判定基準: メーカー社内規定による 判定結果: 合格</p> <p>e. 浸透探傷検査及び寸法検査 (弁箱溶接開先部) 判定基準: メーカー社内規定による 判定結果: 合格</p> <p>(2) 現状保全の内容 母材部 (弁箱, 弁ふた, 弁体) 溶接部 (弁ふたバックシート部)</p> <p>a. 外観点検 (弁箱, 弁ふた, 弁体) 判定基準: (社内基準: 定期事業者検査要領書, 保守管理基本マニュアル) 判定結果: 合格</p> <p>b. 浸透探傷検査 (弁体, 弁ふたバックシート部) 判定基準: JIS 規格, 告示 501 号, 電気工作物の溶接の技術基準の解釈による 判定結果: 合格</p> <p>(3) 検査頻度 安定停止維持状態: 長期保管設備 (対象外) 運転中: 10 定検毎</p>
----------------------	---

<p>説 明 (続 き)</p>	<p>(4) 過去の補修・取替実績 実績無</p> <p>(5) 供用期間中検査 「2. 原子炉再循環系原子炉再循環ポンプ入口弁（弁箱，弁ふた，弁体）」(5) 供用期間中検査 参照</p> <p>5. 燃料支持金具（中央燃料支持金具）</p> <p>(1) 製造時の検査内容</p> <p>a. 材料検査 判定基準：JIS 規格による 判定結果：合格</p> <p>b. 寸法・外観検査 判定基準：メーカー社内規定による 判定基準：合格</p> <p>(2) 現状保全の内容 目視試験 判定基準：JSME 維持規格による</p> <p>(3) 検査頻度 安定停止維持状態：実施予定なし (冷温停止状態で炉内における劣化や照射量が有意に進 展する状態でないため) 運転中：10 年</p> <p>6. 制御棒案内管（ベース）</p> <p>(1) 製造時の検査内容</p> <p>a. 材料検査 判定基準：JIS 規格による 判定結果：合格</p> <p>b. 寸法・外観検査 判定基準：メーカー社内規定による 判定基準：合格</p> <p>(2) 現状保全の内容 目視試験 判定基準：JSME 維持規格</p>
----------------------	---

<p>説明 (続き)</p>	<p>(3) 検査頻度 安定停止維持状態：実施予定なし (冷温停止状態で炉内における劣化や照射量が有意に進展する状態でないため) 運転中：10年</p> <p>7. 制御棒（落下速度リミッタ）</p> <p>(1) 製造時の検査内容</p> <p>a. 材料検査 判定基準：JIS規格による 判定結果：合格</p> <p>b. 放射線透過試験 判定基準：製造メーカー社内基準による 判定結果：合格</p> <p>c. 浸透探傷検査 判定基準：製造メーカー社内基準による 判定結果：合格</p> <p>(2) 現状保全の内容</p> <p>a. 外観点検（取出制御棒） 判定基準：機器の変形・部品の破損，脱落及び機器表面における異常がないこと。機器表面のひびについては，機器の健全性に影響を及ぼすものがないこと。 判定結果：点検実績なし</p> <p>(3) 検査精度 安定停止維持状態：長期保管設備（対象外） 運転中：15 EFPY以上の取出制御棒</p> <p style="text-align: right;">以上</p>
--------------------	--

タイトル	<p>高経年化対策上着目すべき経年劣化事象とした部品について冷温停止状態が維持される場合にステンレス鋳鋼の熱時効に起因する経年劣化事象の発生及び進展が想定されないとする具体的内容について</p>
説明	<p>ステンレス鋳鋼使用部位に対する熱時効評価及び亀裂の想定が不要とする主な理由については、別紙1にて評価を行っている。</p> <p>2F4熱時効に関する評価対象として抽出された部位について、冷温停止状態が維持される場合にステンレス鋳鋼の熱時効に起因する経年劣化事象の発生及び進展が想定されない具体的内容を下記に示す。</p> <p>(1) 原子炉冷却材浄化系再循環ポンプのケーシング、羽根車</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ ステンレス鋳鋼においては、フェライト相が応力腐食割れの感受性を持たないため応力腐食割れの発生が抑制される。また、溶接等による鋭敏化が起こりにくく、応力腐食割れ発生の可能性は小さい。(引用元：BWR炉内構造物点検評価ガイドライン 社団法人 火力原子力発電技術協会) ・ 原子炉冷却材浄化系循環ポンプについては、プラントの起動・停止時等に受ける温度・圧力変化により大きな応力を受ける機器ではなく、建設時における工事計画認可においても定量評価対象外となっていることから、低サイクル疲労割れの発生の可能性は小さいと考える。 ・ ケーシングについては目視点検、羽根車については目視点検ならびに浸透探傷検査を定期的実施し、亀裂がないことを確認している。 目視点検 判定基準：(社内基準：定期事業者検査要領書、保守管理基本マニュアル) 浸透探傷検査 判定基準：JSME 設計・建設規格による <p>(2) 原子炉再循環系原子炉再循環ポンプ出口弁及び原子炉冷却材浄化系原子炉再循環系統ライン原子炉冷却材浄化系入口弁の弁箱、弁ふた及び弁体(原子炉冷却材浄化系原子炉再循環系統ライン原子炉冷却材浄化系入口弁は除く)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ ステンレス鋳鋼においては、フェライト相が応力腐食割れの感受性を持たないため、応力腐食割れの発生が抑制される。また、溶接等による鋭敏化が起こりにくく、応力腐食割れ発生の可能性は小さい。(引用元：BWR炉内構造物点検評価ガイドライン 社団法人 火力原子力発電技術協会)

<p>説明 (続き)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 低サイクル疲労割れについては、プラントの起動・停止時等に受ける温度・圧力変化により大きな応力を受ける弁箱について、PLMにおいても定量評価を実施し、許容値を満たすことを確認している。 また、疲労評価上、弁箱が弁ふた及び弁体よりも厳しいと考えられることから、弁ふた及び弁体（原子炉冷却材浄化系原子炉再循環系統ライン原子炉冷却材浄化系入口弁は除く）についても低サイクル疲労割れの発生の可能性は小さいと考える。 ・ 弁箱は目視点検、弁体（原子炉冷却材浄化系原子炉再循環系統ライン原子炉冷却材浄化系入口弁は除く）、弁ふた（バックシート部）は目視点検と浸透探傷検査を定期的実施し、亀裂がないことを確認している。 目視点検 判定基準：（社内基準：定期事業者検査要領書、保守管理基本マニュアル） 浸透探傷検査 判定基準：JIS 規格、JSME 設計・建設規格、溶接規格、告示501号、電気工作物の溶接の技術基準の解釈による。 <p>(3) 原子炉再循環系原子炉再循環ポンプ入口弁、残留熱除去系停止時冷却ライン入口弁、残留熱除去系注入元弁（停止時冷却ライン）の弁箱、弁ふた及び弁体</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ ステンレス鋳鋼においては、フェライト相が応力腐食割れの感受性を持たないため、応力腐食割れの発生が抑制される。また、溶接等による鋭敏化が起こりにくく、応力腐食割れ発生の可能性は小さい。（引用元：BWR炉内構造物点検評価ガイドライン 社団法人 火力原子力発電技術協会） ・ 低サイクル疲労割れについては、プラントの起動・停止時等に受ける温度・圧力変化により大きな応力を受ける弁箱として、PLMでは原子炉再循環系原子炉再循環ポンプ出口弁及び原子炉冷却材浄化系原子炉再循環系統ライン原子炉冷却材浄化系入口弁を代表として定量評価を実施し、許容値を満たすことを確認している。また、疲労評価上、弁箱が弁体及び弁ふたよりも厳しいと考えられることから、弁体及び弁ふたについても低サイクル疲労割れの発生の可能性は小さいと考える。 ・ 弁箱は目視点検、弁体、弁ふた（バックシート部）は目視点検と浸透探傷検査を定期的実施し、亀裂がないことを確認している。 目視点検 判定基準（社内基準：定期事業者検査要領書、保守管理基本マニュアル） 浸透探傷検査 判定基準：JIS 規格、JSME 設計・建設規格、溶接規格、告示501号、電気工作物の溶接の技術基準の解釈による。
--------------------	---

<p>説 明 (続 き)</p>	<p>(4) 炉内構造物における制御棒案内管のベース及び制御棒駆動機構の中央燃料支持金具</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ ステンレス鋳鋼においては、フェライト相が応力腐食割れの感受性を持たないため、応力腐食割れの発生が抑制される。また、溶接等による鋭敏化が起こりにくく、応力腐食割れ発生の可能性は小さい。(引用元：BWR炉内構造物点検評価ガイドライン 社団法人 火力原子力発電技術協会) ・ 当該部位に発生する応力は自重が主であり、劣化による亀裂は想定されないことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象としている。 <p>(5) 制御棒の落下速度リミッタ</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ ステンレス鋳鋼においては、フェライト相が応力腐食割れの感受性を持たないため、応力腐食割れの発生が抑制される。(引用元：BWR炉内構造物点検評価ガイドライン 社団法人 火力原子力発電技術協会) ・ 当該部位に発生する応力は燃料集合体の自重が主であり、劣化による亀裂は想定されないことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象としている。 ・ 15 EFPY以上の取出制御棒について目視点検を実施することとしている。(現状は点検実績無し) <p style="text-align: right;">以 上</p>
----------------------	--