

本資料のうち、枠囲みの内容は、
営業秘密又は防護上の観点から
公開できません

東海第二発電所 工事計画審査資料	
資料番号	補足-190-1 改3
提出年月日	平成30年9月26日

工事計画に係る補足説明資料

原子炉冷却系統施設のうち

補足-190-1 【流体振動又は温度変動による損傷の防止に関する説明書
に係る補足説明資料】

補足説明資料目次

1. 概要	1
2. 原子炉冷却材圧力バウンダリと報告書評価範囲の比較	1
3. まとめ	1
4. 添付資料	1

1. 概要

本資料は、「V-1-4-2 流体振動又は温度変動による損傷の防止に関する説明書」（以下「説明書」という。）の「2. 評価範囲」に示す実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造、及び設備の基準に関する規則第 17 条に基づき拡大した原子炉冷却材圧力バウンダリの範囲と経済産業省原子力安全・保安院による指示文書の別紙 1「新省令第 6 条及び第 8 条の 2 第 2 項における流体振動による損傷の防止に関する当面の措置について」（平成 17・12・22 原院第 6 号）に基づき保安院に提出した「東海第二発電所における配管内円柱状構造物の流体振動による損傷の防止に関する報告書の提出について」（平成 18 年 6 月 9 日付け発室発第 122 号）及び指示文書の別紙 2「新省令第 6 条における高サイクル熱疲労による損傷の防止に関する当面の措置について」並びに「高サイクル熱疲労に係る評価及び検査に対する要求事項について」（平成 19・02・15 原院第 2 号）に基づき提出した「東海第二発電所における高サイクル熱疲労による損傷の防止に関する報告書の提出について」（平成 20 年 7 月 29 日付け発室発第 235 号）（以下「報告書」という。）にて評価した範囲との関係を詳細に示すものである。なお、技術基準規則第 19 条解釈に示された配管内円柱状構造物の流力振動及び配管の高サイクル熱疲労の評価が必要となる一次冷却材が循環する施設は参考資料に示すとおり、省令 62 号から変更はない。よって改めて検討する範囲は今回拡大した原子炉冷却材圧力バウンダリ範囲で十分である。

2. 原子炉冷却材圧力バウンダリと報告書評価範囲の比較

各報告書に添付されている概略系統図に今回拡大した原子炉冷却材圧力バウンダリの範囲を表したものを第 1-1 図、第 1-2 図に示す。また、原子炉冷却材圧力バウンダリ拡大の対象となる残留熱除去系について当該拡大範囲と報告書の評価範囲の対応を第 1-3 図、第 1-4 図に示す。

3. まとめ

第 1-3 図、第 1-4 図より、今回の原子炉冷却材圧力バウンダリ拡大範囲は全て報告書の評価範囲に含まれており、流体振動又は温度変動による損傷が懸念され新たに評価が必要となる部位は無い。また、保安院に提出した報告書を添付 1、添付 2 に示す。これにより、技術基準第 19 条に示されたとおり、配管内円柱状構造物の流力振動については「配管内円柱状構造物の流力振動評価指針」（JSME S012）、高サイクル熱疲労については「配管の高サイクル熱疲労に関する評価指針」（JSME S017）に規定された手法により評価しており、問題があると評価された部位については対策をとり、結果を定期事業者検査で確認している。

4. 添付資料

添付 1－流体振動による配管内円柱構造物の損傷防止に関する評価結果について

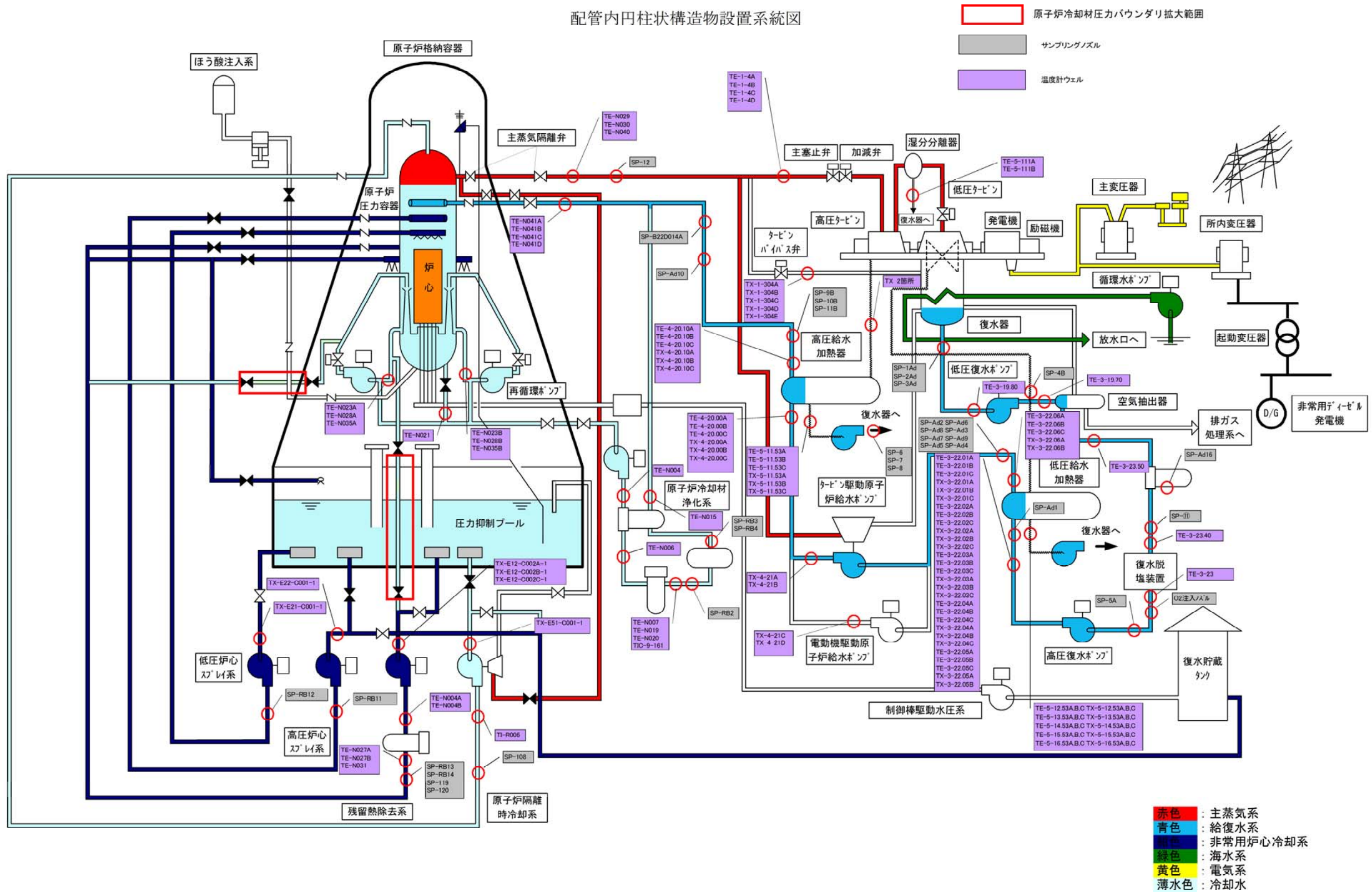
別添 1－配管内円柱状構造物の構造健全性評価の確認について

添付 2－高サイクル熱疲労による損傷の防止に関する評価結果について

【参考資料】

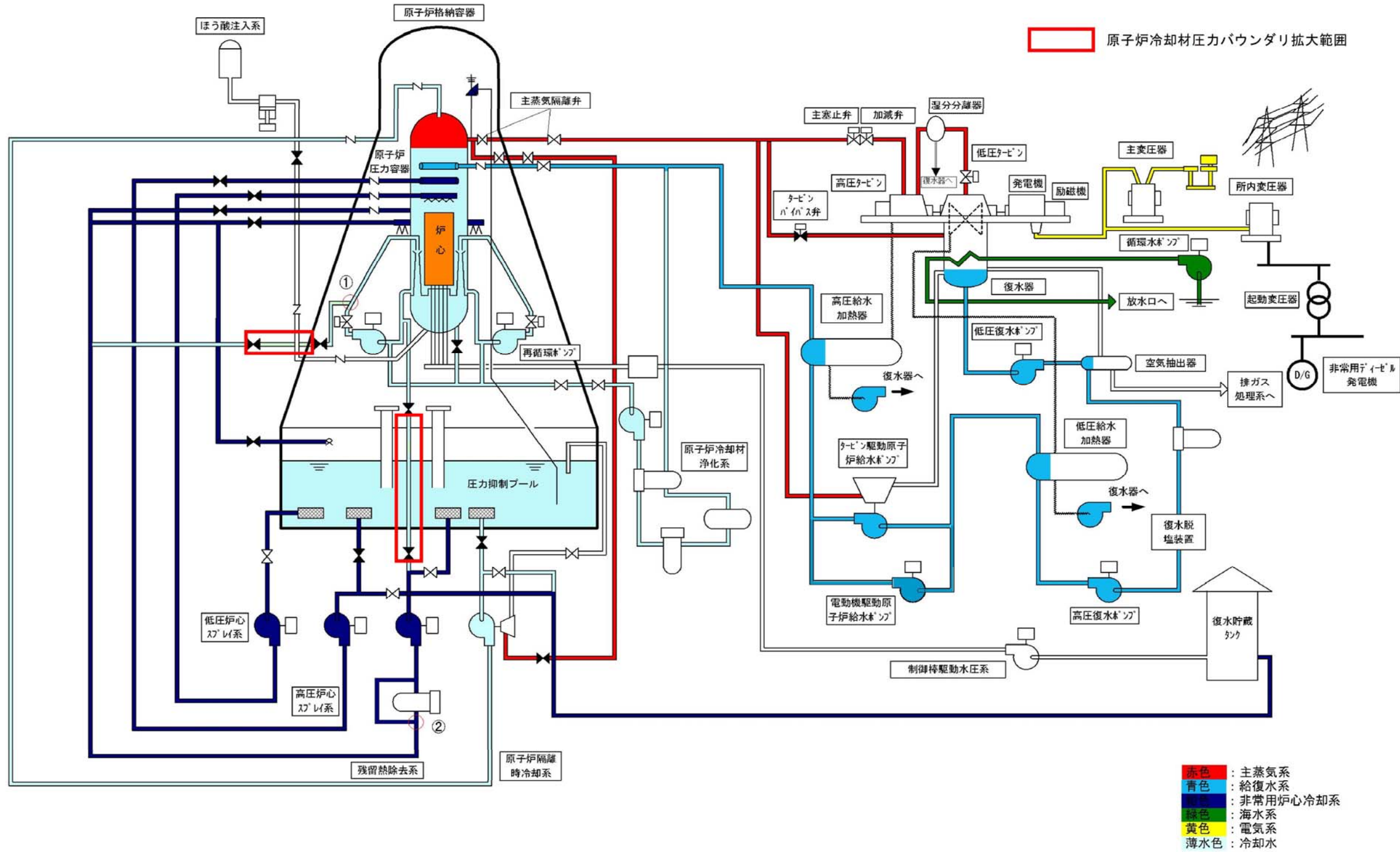
技術基準規則の新旧比較について

配管内円柱状構造物設置系統図



第 1-1 図 流体振動による配管内円柱状構造物の損傷防止に関する評価報告書系統概要図

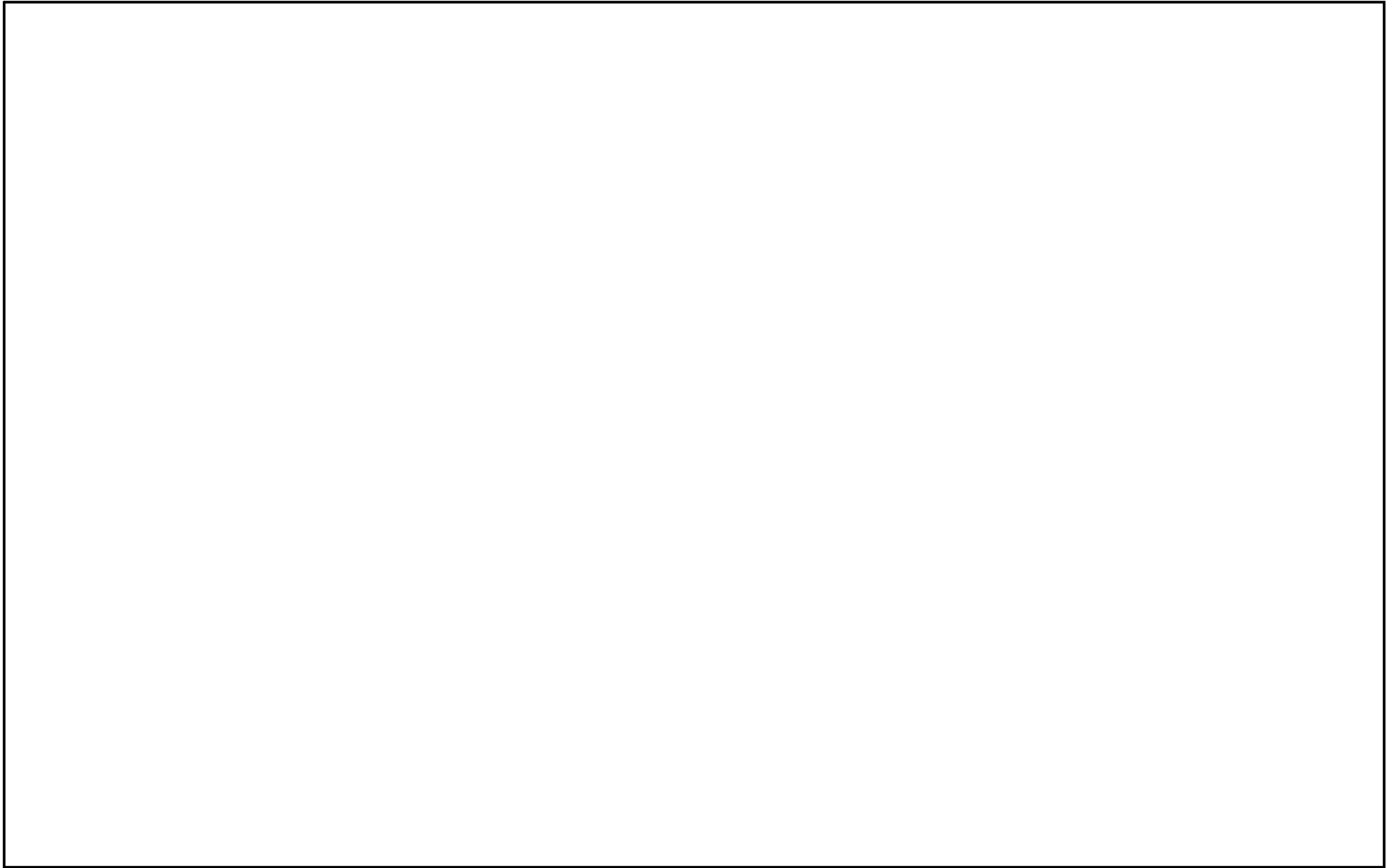
東海第二発電所 高低温水合流型による高サイクル熱疲労割れに係る評価対象部位



第 1-2 図 高サイクル熱疲労による損傷の防止に関する評価報告書系統概略図



第 1-3 図 原子炉冷却材圧力バウンダリ拡大範囲（残留熱除去系 A 系）



第 1-4 図 原子炉冷却材圧力バウンダリ拡大範囲（残留熱除去系 B 系）

流体振動による配管内円柱状構造物の
損傷防止に関する評価結果について

【平成 17 年 12 月 27 日付け「発電用原子力設備に関する技術基準を定める省令の改正に伴う電気事業法に基づく定期事業者検査の実施について」及び当該文書の別紙 1「新省令第 6 条及び第 8 条の 2 第 2 項における流体振動による損傷の防止に関する当面の措置について」（平成 17・12・22 原院第 6 号）の指示に基づき提出した「東海第二発電所 流体振動による配管内円柱状構造物の損傷防止に関する評価結果及び措置計画等の報告について（平成 18 年 6 月 9 日付け発室発第 122 号）」】

東海第二発電所

流体振動による配管内円柱状構造物の損傷防止 に関する評価結果及び措置計画等の報告について

平成 18 年 6 月

日本原子力発電株式会社

1. 目的

平成 17 年 12 月 27 日付け「発電用原子力設備に関する技術基準を定める省令の改正に伴う電気事業法に基づく定期事業者検査の実施について」及び当該文書の別紙 1「新省令第 6 条及び第 8 条の 2 第 2 項における流体振動による損傷の防止に関する当面の措置について」（平成 17・12・22 原院第 6 号）の指示に基づき、東海第二発電所の配管内円柱状構造物の流体振動による損傷の防止に関する評価結果と措置計画について報告書を提出したところであるが（発室発第 698 号 平成 18 年 3 月 31 日付け）、添付資料のとおり内容を一部見直したのでその結果を報告する。

なお、見直しに際し、誤記が認められたため、誤記について修正するとともに誤記に対する対策について、別添資料にてまとめた。

2. 配管内円柱状構造物の損傷評価

配管内円柱状構造物について、発電用原子力設備に関する技術基準を定める省令（以下、「省令 62 号」という。）の解釈第 6 条第 1 項及び第 3 項並びに第 8 条の 2 第 3 項に基づき評価を実施した。

（1）対象系統

対象系統として、省令 62 号より以下の系統を選定している。

- ・一次冷却材の循環系統（主蒸気，給復水系を含む）
- ・原子炉冷却材浄化系
- ・残留熱除去系（原子炉停止時冷却モード）
- ・非常用炉心冷却設備（原子炉隔離時冷却系を含む）

（2）対象設備

片持ち梁状の構造物（温度計ウェル，サンプリングノズル）を対象とする。

なお、容器等流れを有しない管以外の部位に設置される円柱状構造物は対象設備より除く。

（3）評価手法

日本機械学会「配管内円柱状構造物の流体振動評価指針」（JSME S012）（以下，JSME という。）に基づき評価を実施する。（添付資料－1）

なお、評価にあたっては、下記の作業ステップによりスクリーニングを行い、評価作業の効率化を図ることとしている。

ステップ①

系統平均流速の条件にて JSME 評価式に基づいた換算流速 V_r を算出し、 $V_r < 1$ ，すなわち共振が回避できることを確認する。併せて、定常抗力及び流れの乱れを考

慮した振動応力を算出し、許容応力以下であることを確認する。

ステップ②

実機の運転モード（ランアウト運転、バイパス運転等）を考慮して、系統平均流速を2倍した流速にて評価を実施する。

ステップ③

ステップ②にて損傷の可能性があるとして評価されたものについて、実機の運転モードを考慮した詳細評価を実施する。評価にあたっては、系統試運転等で実施した系統流速をオーバーした試験実績、系統のバイパス運転による局所的な流速の増加を考慮する。

ステップ④

ステップ③で損傷の可能性がないと評価されたもののうち、エルボ近傍に位置するものについて、ステップ③で考慮した流速に対して、以下に示す流速係数を乗じて評価を実施する。

流速係数	備 考
1. 5 ($x/D \leq 3$)	x : 偏流発生源から円柱状構造物までの距離 D : 配管内径
1. 25 ($3 < x/D \leq 5$)	

3. JSME 評価結果

2. 配管内円柱状構造物の損傷評価にて損傷の可能性が否定できない箇所について抽出を行った。その結果を添付資料-2に示す。

(1) 耐圧機能を有するものについて

万が一、プラント運転中に折損した場合に、温度の変化や内包水の漏えいにより検知が可能である耐圧機能を有するもの（温度計ウェル）について評価した結果を添付資料-3に示す。

(2) 耐圧機能を有しないものについて

万が一、プラント運転中に折損した場合に、検知が不可能である耐圧機能を有しないもの（サンプリングノズル）について評価した結果を添付資料-4に示す。

4. プラント機器への影響評価

JSME による評価により折損の可能性を否定できないものについて折損部の移動先を評価した結果、安全上重要な機器である非常用炉心冷却系のポンプ及び弁や原子炉格納容器隔離弁等の機器に対して影響のないことを確認した。(添付資料-5)

なお、主な系統について評価した概略結果を以下に示す。

(1) 主蒸気系

折損の可能性を否定できない主蒸気系の円柱状構造物(温度計ウェル: 12箇所)は、各々が設置されている場所から流れに沿って主タービン、復水系等に移動する可能性がある。しかし、移動中に干渉する安全性に関係のないスクリーン等で移動を阻害され、滞留すると評価されることから、安全上の問題となるものではない。

(2) 原子炉再循環系

折損の可能性を否定できない原子炉再循環系の円柱状構造物(温度計ウェル: 6箇所)は、各々が設置されている場所から流れに沿って移動するが、その移動過程において通過する機器(再循環流量制御弁、ジェットポンプ等)に対して、影響を及ぼすことなく通過し、安全上の問題とならないストレーナに留まると評価される。

(3) 原子炉隔離時冷却系

折損の可能性を否定できない原子炉隔離時冷却系の円柱状構造物(温度計ウェル: 1箇所)は、設置されている場所から流れに沿って移動し、原子炉隔離時冷却系、原子炉、原子炉冷却材浄化系、原子炉再循環系、残留熱除去系、主蒸気系で滞留、通過する可能性があるが、何れも影響を及ぼすことなく、安全上の問題とならないものと評価される。

5. 今後の計画

今回の評価の結果、損傷の可能性が否定できないものの今後の計画を以下に記す。

No.	温度計ウェル名称	実施時期		備考
		第 22 回定検	第 23 回定検	
1	PLR 入口温度 TE-N023A,B 2箇所	検査	短尺化	
2	PLR 入口温度 TE-N028A,B 2箇所	検査	撤去	
3	PLR 入口温度 TE-N035A,B 2箇所	検査	短尺化	
4	原子炉出口主蒸気温度 TE-N029,N030,N040 3箇所	撤去	/	
5	主蒸気止め弁入口温度 TE-1-4A~D 4箇所	検査	短尺化	
6	タービンバイパス弁出口温度 TX-1-304A~E 5箇所	検査	撤去	
7	RCIC ポンプ出口温度 TI-R005 1箇所	短尺化	/	
合 計		4 箇所*	15 箇所*	

*箇所数は、撤去または短尺化をいう。

6. 耐圧機能を有するもののうち抽気系試験用温度計ウェル 2 箇所の扱いについて

プラントの試験運転に用いられた高圧タービンからの抽気ラインに設置されている温度計ウェル 2 箇所は、図面確認では形状の特定が出来ていないが、次回定検時に極力撤去する。

なお、当該温度計ウェルの折損を想定すると、各々が設置されている場所から流れに沿って復水器等の復水系に移動する可能性があるが、形状を最も小さく考えた場合でも移動中に復水脱塩器のスクリーンで移動を阻害されることが考えられることから、安全上の問題となるものではない。

7. 添付資料

- 添付資料-1 配管内円柱状構造物の流力振動評価フロー (JSME)
- 添付資料-2 JSME 評価結果 対策必要箇所一覧表
- 添付資料-3 耐圧機能を有するものの JSME 評価結果
- 添付資料-4 耐圧機能を有しないものの JSME 評価結果
- 添付資料-5 折損時プラント機器への影響評価

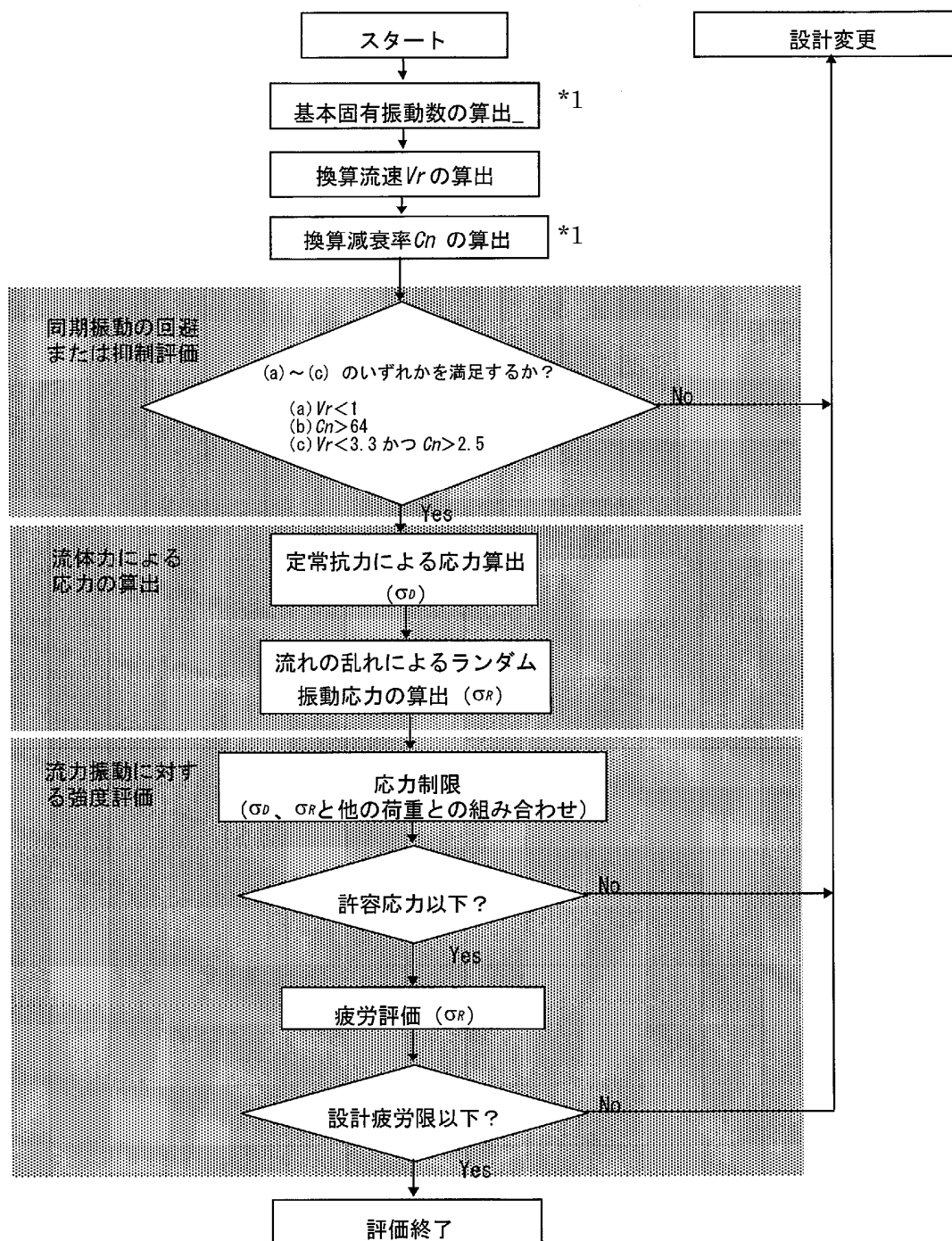
8. 参考資料

- 参考資料 配管内円柱状構造物設置系統図

9. 別添資料

- 別添資料 東海第二発電所 配管内円柱状構造物の流体振動による損傷防止に関する評価結果の報告書における誤記等について

以上



配管内円柱状構造物の流力振動評価フロー (JSME)

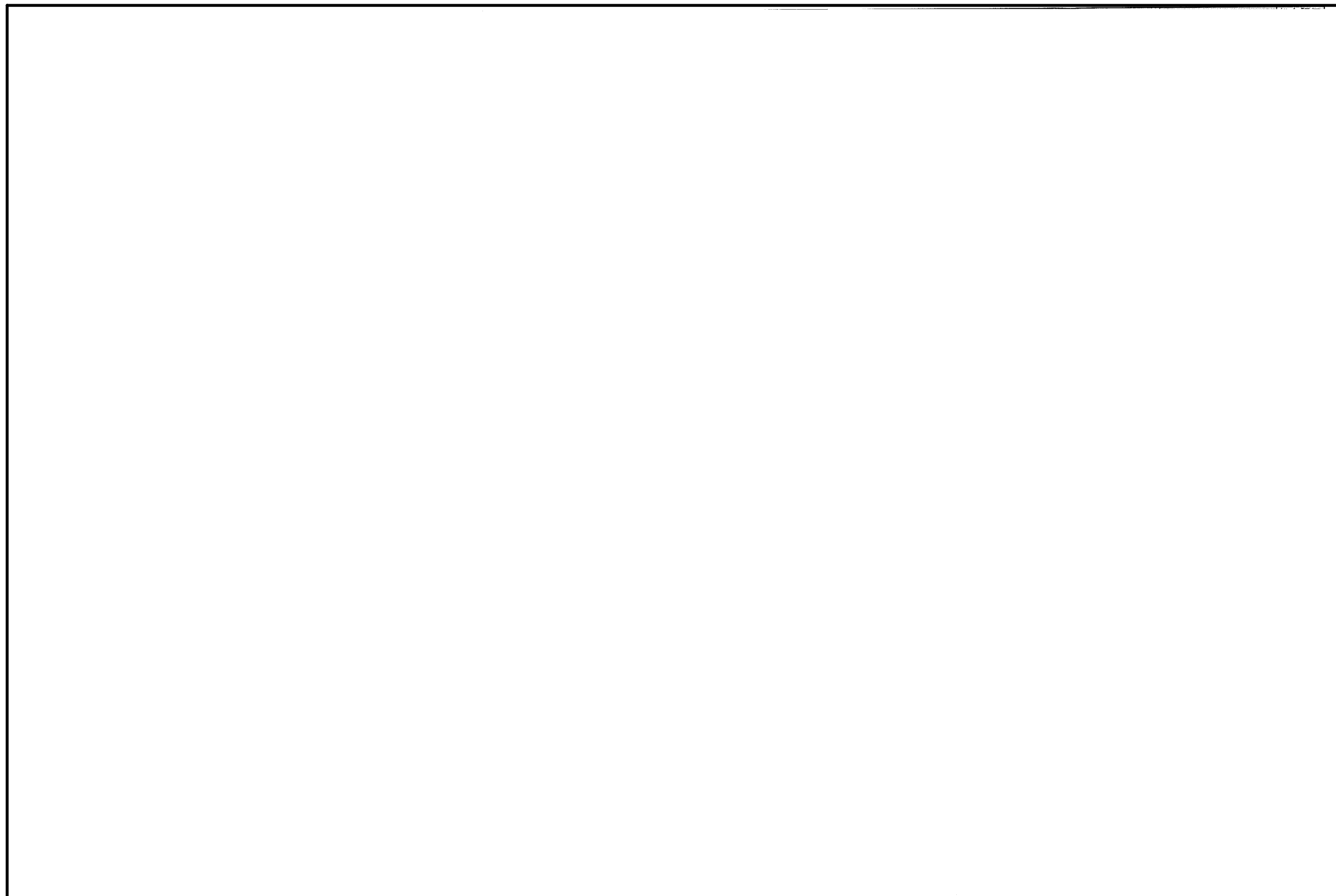
*1: 固有振動数および換算減衰率の算出にあたっては、耐圧機能を有しないもの (サンプリングノズル) の内包水を考慮する。

JSME 評価結果 対策必要箇所一覧表

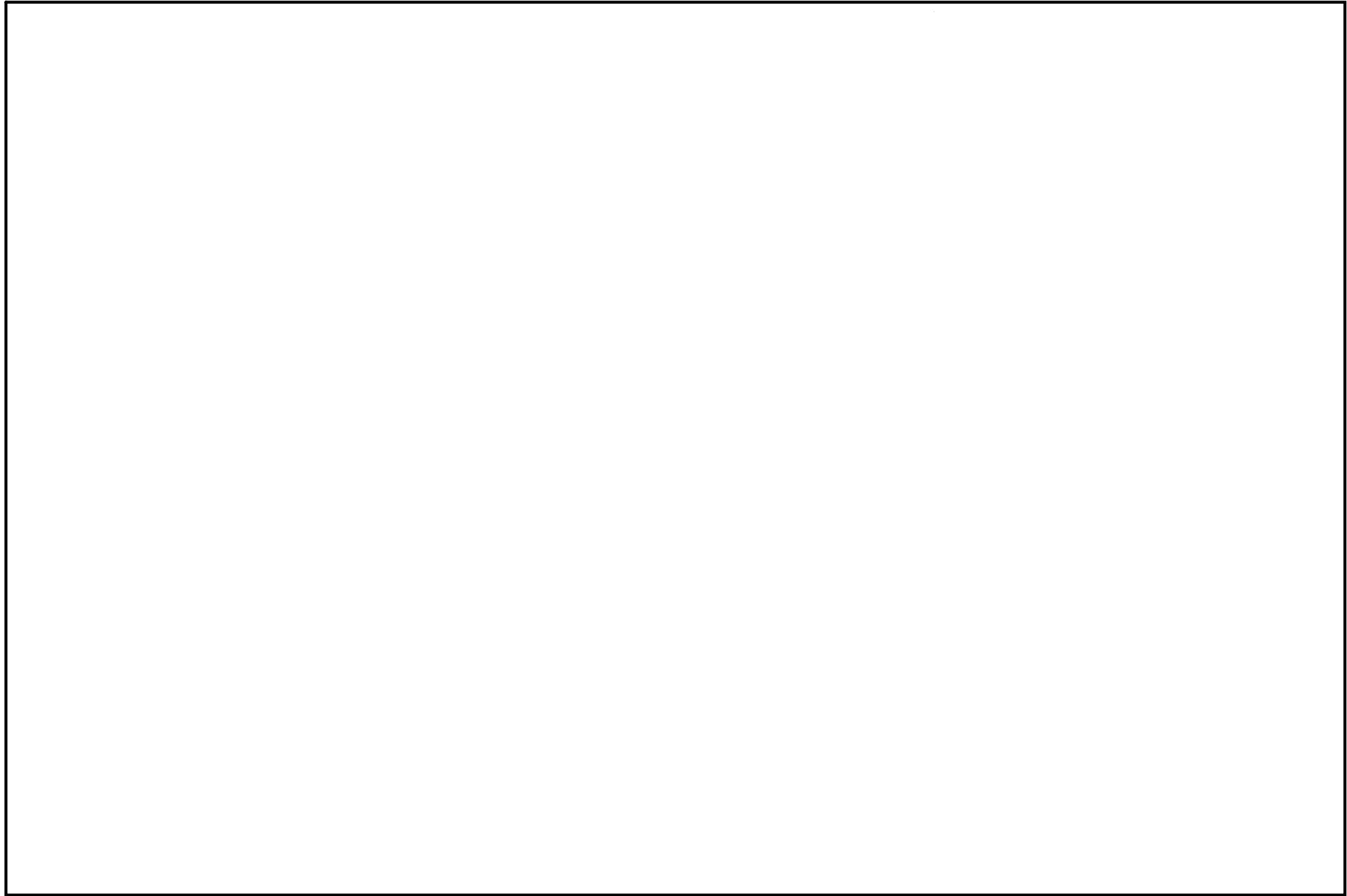
評価の結果、損傷の可能性が否定できない箇所として、以下の耐圧機能を有するもの（温度計ウェル）が抽出された。

No.	系統	Tag No.	計測点名称
1	PLR	TE-N023A	PLR ポンプ A 入口温度
2	PLR	TE-N023B	PLR ポンプ B 入口温度
3	PLR	TE-N028A	PLR ポンプ A 入口温度
4	PLR	TE-N028B	PLR ポンプ B 入口温度
5	PLR	TE-N035A	PLR ポンプ A 入口温度
6	PLR	TE-N035B	PLR ポンプ B 入口温度
7	MS	TE-N029	原子炉出口温度
8	MS	TE-N030	原子炉出口温度
9	MS	TE-N040	原子炉出口温度
10	MS	TE-1-4A	主蒸気止め弁 A 入口温度
11	MS	TE-1-4B	主蒸気止め弁 B 入口温度
12	MS	TE-1-4C	主蒸気止め弁 C 入口温度
13	MS	TE-1-4D	主蒸気止め弁 D 入口温度
14	MS	TX-1-304A	タービンバイパス弁出口温度
15	MS	TX-1-304B	タービンバイパス弁出口温度
16	MS	TX-1-304C	タービンバイパス弁出口温度
17	MS	TX-1-304D	タービンバイパス弁出口温度
18	MS	TX-1-304E	タービンバイパス弁出口温度
19	RCIC	TI-R005	RCIC ポンプ出口温度

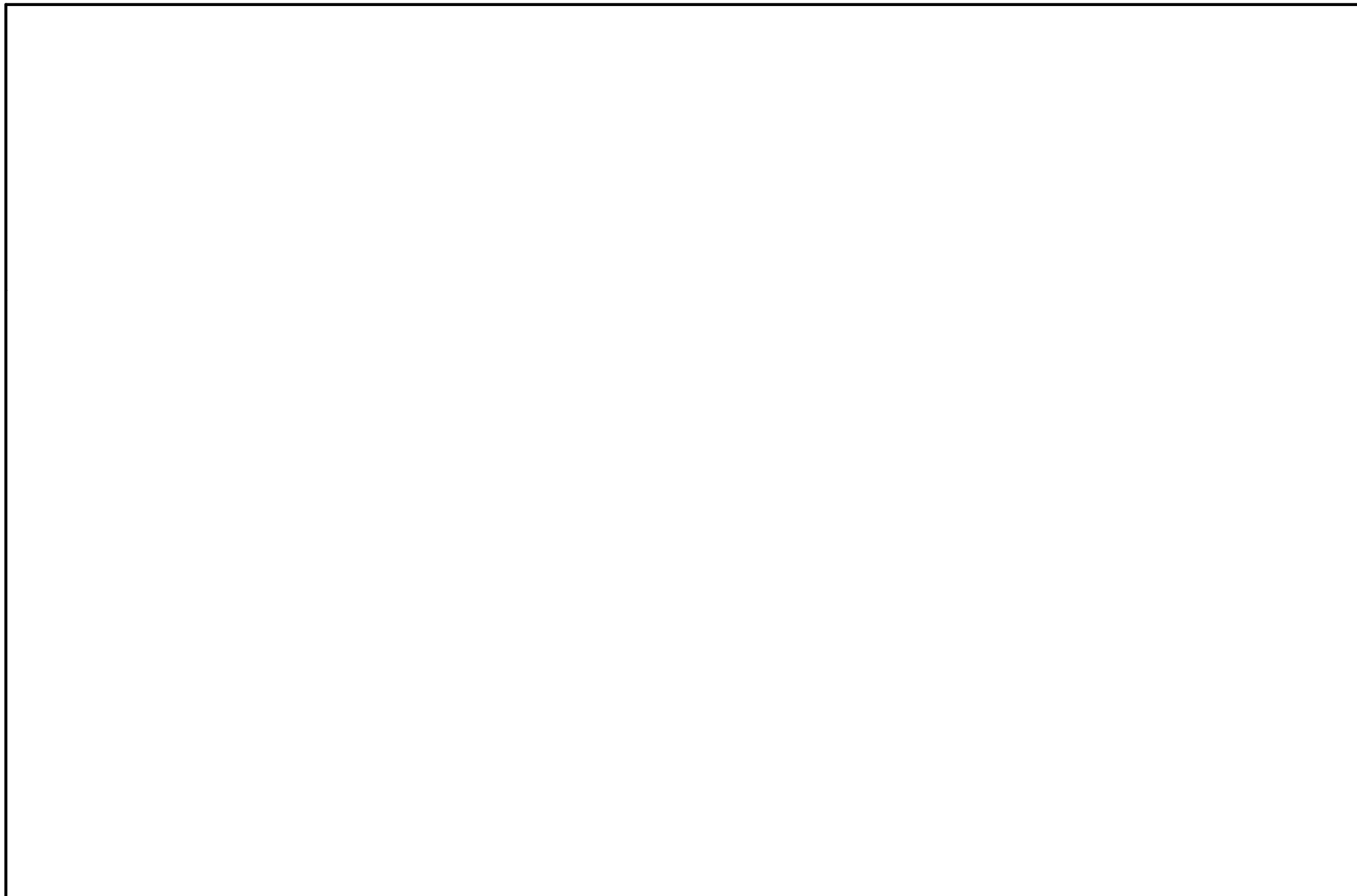
耐圧機能を有するもののJSME評価結果（平均流速）



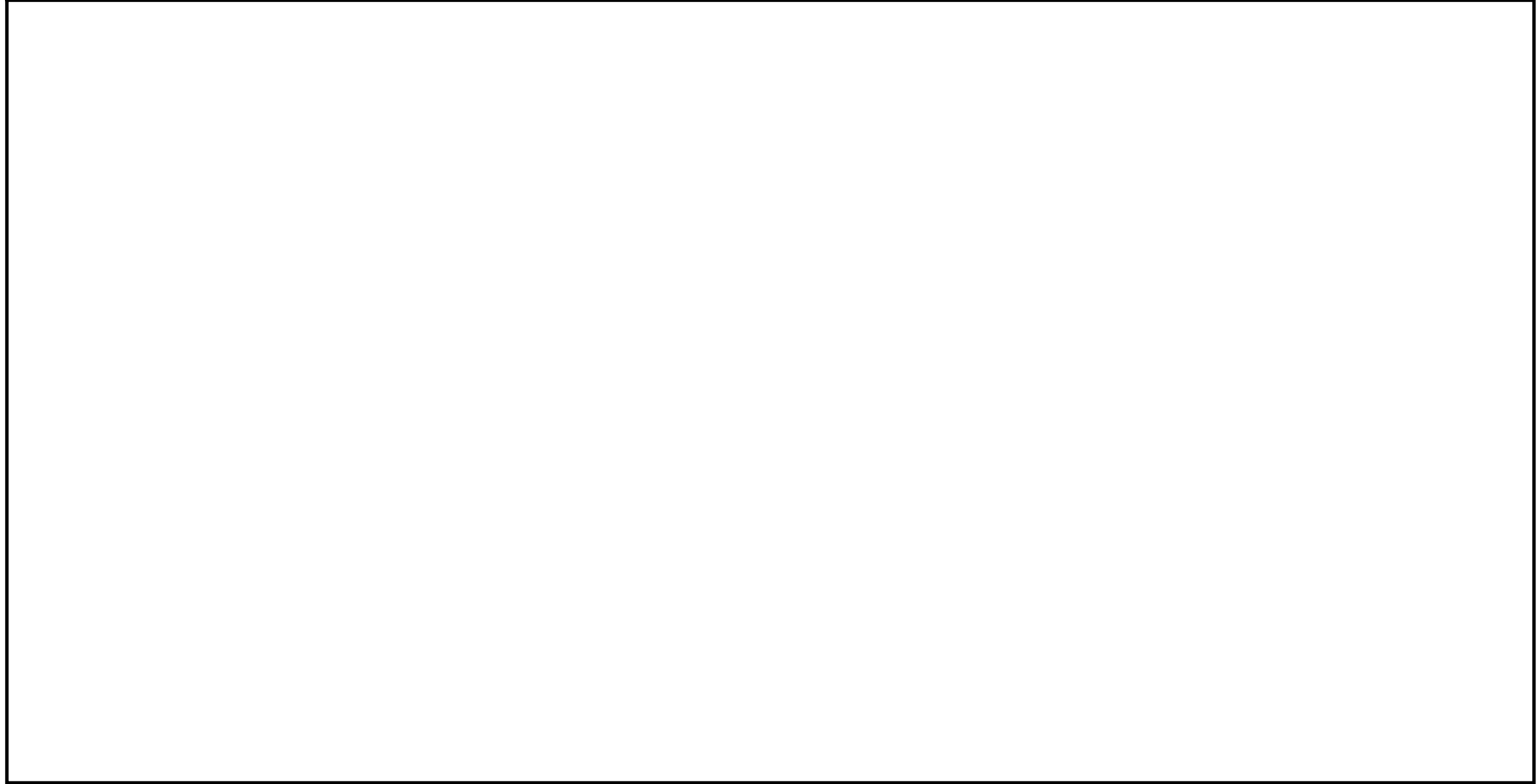
耐圧機能を有するもののJSME評価結果（平均流速）



耐圧機能を有するもののJSME評価結果 (2倍流速)



耐圧機能を有するもののJSME評価結果（2倍流速）



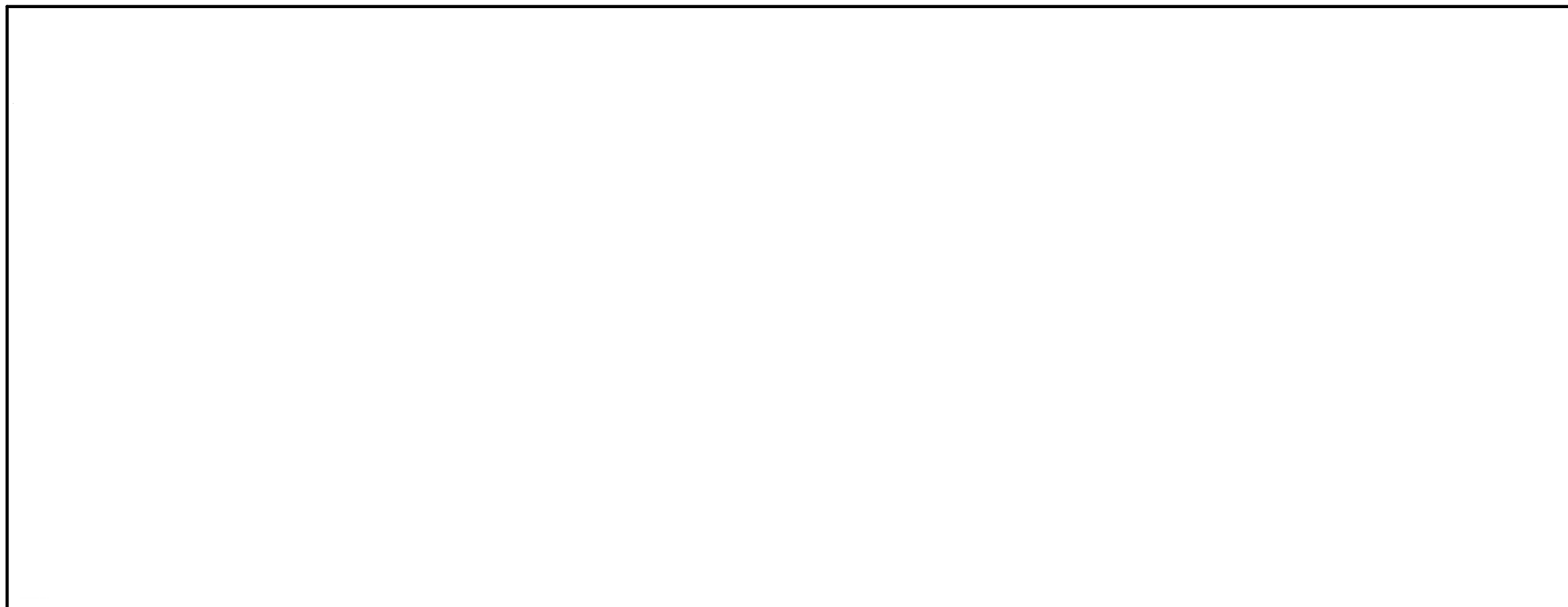
耐圧機能を有するもののJSME評価結果（最大流速）

--

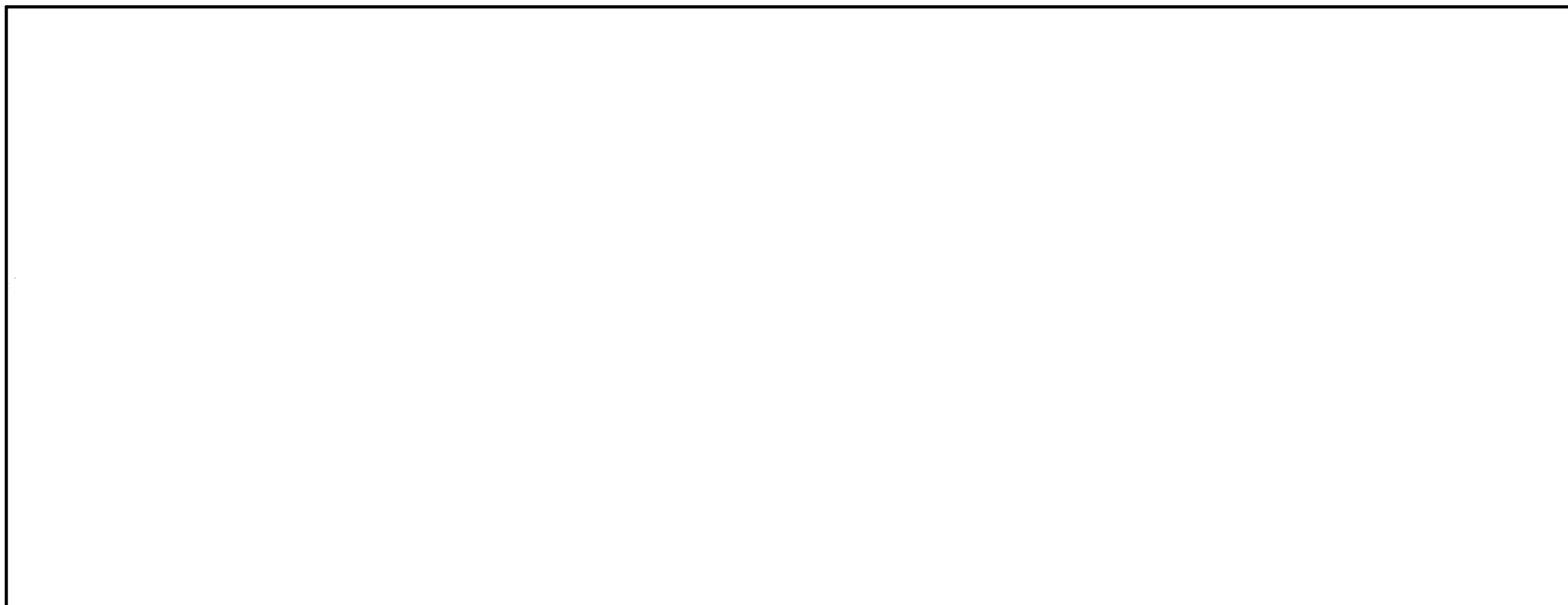
耐圧機能を有するもののJSME評価結果（偏流を考慮した最大流速）



耐圧機能を有しないもののJSME評価結果（平均流速）



耐圧機能を有しないもののJSMC評価結果(2倍流速)



耐圧機能を有しないもののJSME評価結果（最大流速）

--

耐圧機能を有しないもののJSME評価結果（偏流を考慮した最大流速）

--

折損時プラント機器への影響評価

系統	Tag No.	計測点名称	根元外径 (mm)	長さ(折曲時) (mm)	折損時刻達箇所	影響評価
PLR	TE-N023A/B	PLRポンプA入口温度	29.0	94.9	原子炉再循環系	評価対象温度計ウエルはポンプ内部の隙間に滞留することなく、冷却材とともにそのまま吐出側に流出するので問題ない。
	TE-N028A/B	PLRポンプB入口温度	29.0	94.9	原子炉再循環ポンプ	
	TE-N035A/B		29.0	69.5	原子炉再循環系 再循環流量制御弁	
					残留熱除去系 格納容器隔離弁(停止時冷却モードライン逆止弁)	再循環流量制御弁は、ボール弁であり最小流量確保のため全閉する構造ではない。従って評価対象温度計ウエルは冷却材とともに開口部を通過するので、弁内部でのかみこみはないと考えられるので問題ない。
					原子炉再循環系 ジェットポンプ	運転中は閉であり流れがないことから、残留熱除去系側への流出は生じない。また、弁内径は12B(内径約267.7mm)であり、評価対象温度計ウエルが入り込んでも停止時冷却モード運転時の弁開動作に影響を与えない。
					原子炉再循環系 ジェットポンプ	ジェットポンプノズルはφ約33.0mmであることから、評価対象温度計ウエルは通過することが考えられる。また、引っかけり、閉塞したと仮定しても、全ジェットポンプ流量に占める割合は1%であり、運転上の影響はない。
					原子炉再循環系 ジェットポンプ	流速が最も速くなるノズル部(流速約62.6 m/s)における、薄肉のノズル先端部への衝突については、ノズル部は流れを絞っているだけであり評価対象温度計ウエルが部材に垂直に衝突することは流線的に考えられないことから問題はない。
					原子炉内 原子炉底部	評価対象温度計ウエルは、原子炉底部の流速(約1 m/s)を考慮すると浮き上がることはない。また、ジェットポンプデューザー出口(約4.8m/s)で原子炉底部の構造部材に衝突することを想定すると、その際の衝突エネルギーは、TE-N023A/B及びTE-N028A/Bで約5 J、TE-N035A/Bで約4Jであり、原子炉底部で最も板厚が薄い、ほう酸水注入・差圧検出配管(約3.3mm)の破損限界エネルギーが約790 Jに比べ小さいことから著しい変形、損傷は生じないものと考えられる。

系統	Tag No.	計測点名称	根元外径 (mm)	長さ(折損時) (mm)	折損時到達箇所	影響評価
PLR	TE-N023A/B	PLRポンプA入口温度 PLRポンプB入口温度	29.0	94.9	ボトムドレン配管及び原子炉冷却材浄化系 F103弁	弁口径約57.3mmの玉型弁であることから評価対象温度計ウエルは弁内部に留まることが考えられるが、この弁は点検作業用の手動弁であり、通常運転中は開通状態で閉操作をすることはないため内部に存在しても問題は無い。また、弁口径約57.3mmに対し想定される閉塞率は26%程度であるが、原子炉冷却材浄化系の主要ラインは原子炉再循環系ポンプ入口側(評価対象温度計ウエルより上流側)から取り込んでいるため機能上問題とならない。
	29.0		94.9			
	29.0		69.5			
					ボトムドレン配管及び原子炉冷却材浄化系 格納容器隔離弁(F001,F004)	上記F103弁を通過し、格納容器隔離弁シート部へのかみこみを想定する場合、隔離弁は格納容器の内側及び外側の直列2箇所にて設けられていることから、どちらかが閉となり隔離機能は維持されるものと考えられる。
					ボトムドレン配管及び原子炉冷却材浄化系 原子炉冷却材浄化ポンプ入口ストレーナ	格納容器隔離弁を通過しポンプ側への移動を想定すると、ポンプ入口にはストレーナ(目開き約7mm)が設けられていることから、評価対象温度計ウエルがポンプに流入することはなく、閉塞の問題もない。

系統	Tag No.	計測点名称	根元外径 (mm)	長さ(折畳時) (mm)	折畳時到達箇所	影響評価
MS	TE-1-4A~D	主蒸気止め弁A~D入口温度	38.1	152.4	主蒸気系 主蒸気止め弁スクリーン(主蒸気止め弁)	内部にはスクリーン(目開き約3mm)が設けられていることから、評価対象温度計ウエルが蒸気タービンへ流出することはない、かみこみの問題もない。
	TE-N029 TE-N030 TE-N040	原子炉出口温度	25.4	112.7	主蒸気系 主蒸気止め弁スクリーン(主蒸気止め弁)	内部にはスクリーン(目開き約3mm)が設けられていることから、評価対象温度計ウエルが蒸気タービンへ流出することはない、かみこみの問題もない。
					主蒸気系 主蒸気ヘッダドレンラインストレーナ	この系統にはストレーナ(5-1-S2目開き約0.4mm)が設けられていることから、評価対象温度計ウエルが留まることとなり復水器へ流出することはない。
					主蒸気系 蒸気式空気抽出器へのラインストレーナ	蒸気式空気抽出器入口側にはストレーナ(5-1-S5目開き約0.4mm)が設けられていることから、評価対象温度計ウエルが蒸気式空気抽出器に流出することはない。
					主蒸気系 蒸気式空気抽出器へのラインのドレンラインドレントラップ	蒸気式空気抽出器へのラインのドレンラインにはドレントラップがあり、ここに留まることが考えられるため復水器へは流出しない。
	TX-1-304 A~E	タービンバイパス弁出口温度	38.0	104.0	復水系 復水脱塩器散水板	復水脱塩器内部の散水板(穴径Φ25mm)に留まるため、安全設備に対する影響はない。

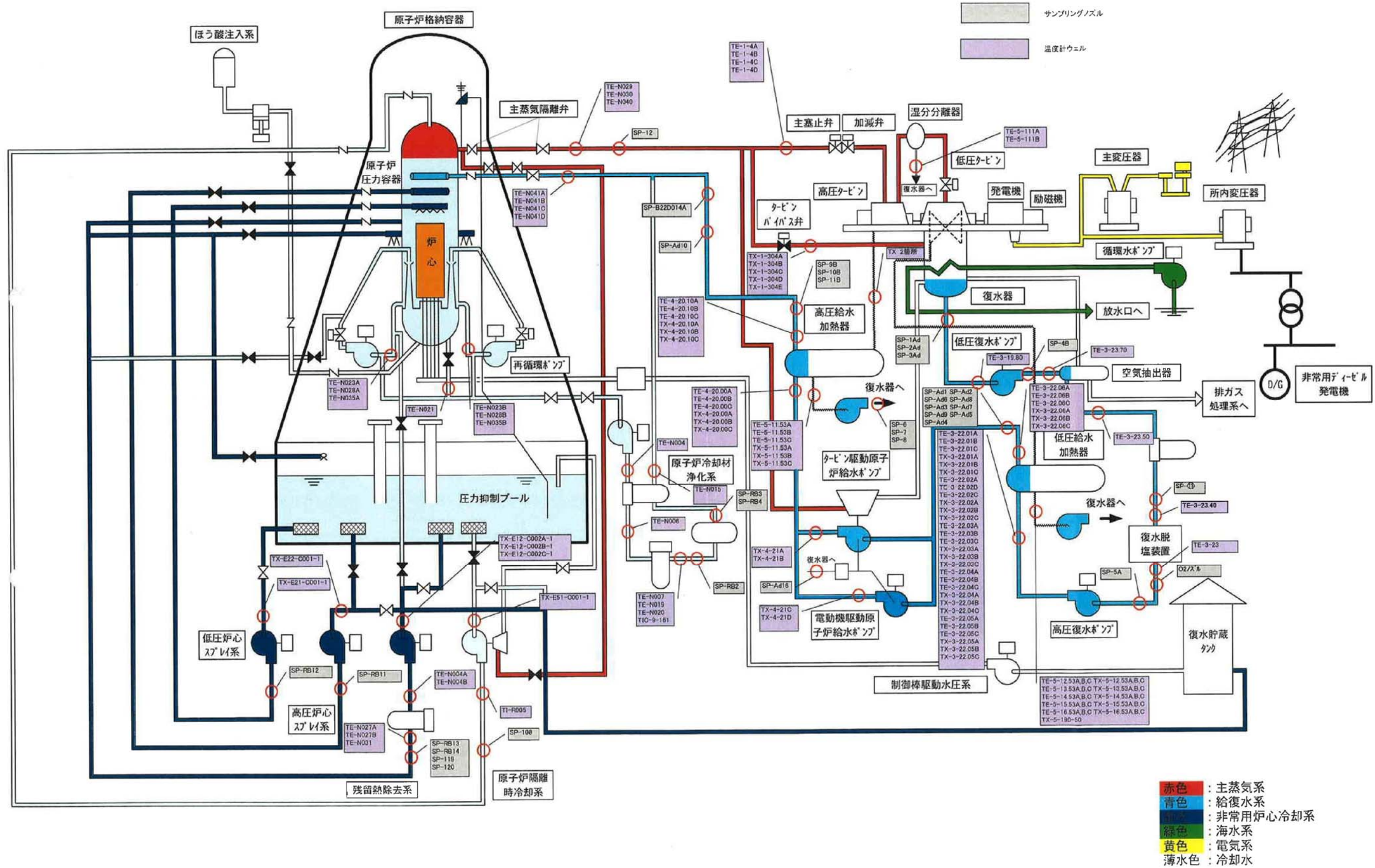
系統	Tag No.	計測点名称	根元外径 (mm)	長さ(折損時) (mm)	折損時到達箇所	影響評価
RCIC	TI-R005	RCICポンプ出口温度	12.7	135.7	復水貯蔵タンク	復水貯蔵タンクへ流出してもタンク底部に留まることが考えられるため安全設備への影響はない。
					原子炉内 ドライヤ及びアニュラス部	ドライヤ及びアニュラス部に留まったとしても安全設備への影響はない。
					原子炉内 原子炉底部	ジェットポンプディフェューザ出口(約4.8m/s)で原子炉底部の構造部材に衝突することを想定すると、その際の衝突エネルギーは約2 Jであり、原子炉底部で最も板厚が薄い、ほう酸水注入・差圧検出配管(約3.3mm)の破損限界エネルギー約790 Jに比べ小さいことから著しい変形、損傷は生じないものと考えられる。
					原子炉内 燃料集合体	原子炉底部の流速(約1 m/s)を考慮すると浮き上がる可能性があるが、燃料集合体下部タイプレートの開口は約φ10mmであることから、入り込むことは無く、燃料に影響を及ぼすことはない。
					ボトムドレン配管及び原子炉冷却材浄化系 F103弁	弁口径約57.3mmの玉型弁であることから評価対象温度計ウエルは弁内部に留まることが考えられるが、この弁は点検作業用の手動弁であり、通常運転中は開運用で閉操作をすることはないため内部に存在しても問題は無い。また、弁口径約57.3mmに対し想定される閉塞率は5%程度であるため機能上問題とならない。
					ボトムドレン配管及び原子炉冷却材浄化系 格納容器隔離弁(F001,F004)	上記F103弁を通過し、格納容器隔離弁シート部へのかみこみを想定する場合は、隔離弁は格納容器の内側及び外側の直列2箇所に設けられていることから、どちらかが閉となり隔離機能は維持されるものと考えられる。
					ボトムドレン配管及び原子炉冷却材浄化系 原子炉冷却材浄化ポンプ入口ストレーナ	格納容器隔離弁を通過しポンプ側への移動を想定すると、ポンプ入口にはストレーナ(目開き約7mm)が設けられていることから、評価対象温度計ウエルがポンプに流入することはなく、閉塞の問題もない。

系統	Tag No.	計測点名称	根元外径 (mm)	長さ(折頂時) (mm)	折損時到達箇所	影響評価
RCIC	TI-R005	RCICポンプ出口温度	12.7	135.7	原子炉再循環系 原子炉再循環ポンプ	評価対象温度計ウエルはポンプ内部の隙間に滞留することなく、冷却材とともにそのまま吐出側に流出するので問題ない。
					原子炉再循環系 再循環流量制御弁	再循環流量制御弁は、ボール弁であり最小流量確保のため全閉する構造ではない。従って評価対象温度計ウエルは冷却材とともに開口部を通過するので、弁内部のかみこみはないと考えられるので問題ない。
					残留熱除去系 格納容器隔離弁(停止時冷却モードライン逆止弁)	運転中は閉であり流れがないことから、残留熱除去系側への流出は生じない。また、弁内径は12B(内径約267.7mm)であり、評価対象温度計ウエルが入り込んでも停止時冷却モード運転時の弁開動作に影響を与えない。
					原子炉再循環系 ジェットポンプ	ジェットポンプノズルはφ約33.0mmであることから、評価対象温度計ウエルは通過することが考えられる。また、引っかけり、閉塞したと仮定しても、全ジェットポンプ流量に占める割合は1%であり、運転上の影響はない。
					原子炉再循環系 ジェットポンプ	流速が最も速くなるノズル部(流速約62.6 m/s)における、薄肉のノズル先端部への衝突については、ノズル部は流れを絞っているだけであり評価対象温度計ウエルが部材に垂直に衝突することは流線的に考えられないことから問題はない。
					主蒸気系 主蒸気隔離弁 (F022A~D,F028A~D)	主蒸気隔離時に弁シート部へのかみこみを想定する場合、隔離弁は格納容器の内側及び外側の直列2箇所にて設けられていることから、どちらかが閉となり隔離機能は維持されるものと考えられる。
					主蒸気系 主蒸止弁スクリーン	内部にはスクリーン(目開き約3mm)が設けられていることから、評価対象温度計ウエルが蒸気タービンへ流出することはない、かみこみの問題もない。

系統	Tag No.	計測点名称	根元外径 (mm)	長さ(折損時) (mm)	折損時到達箇所	影響評価
RCIC	TI-R005	RCICポンプ出口温度	12.7	135.7	主蒸気系 主蒸気ヘッダドレンラインストレーナ	この系統にはストレーナ(5-1-S2目開き約0.4mm)が設けられていることから、評価対象温度計ウエルが留まることとなり復水器へ流出することはない。
					主蒸気系 蒸気式空気抽出器へのラインのストレーナ	蒸気式空気抽出器入口側にはストレーナ(5-1-S5目開き約0.4mm)が設けられていることから、評価対象温度計ウエルが蒸気式空気抽出器に流出することはない。
					主蒸気系 蒸気式空気抽出器へのラインのドレンラインドレントラップ	蒸気式空気抽出器へのラインのドレンラインにはドレントラップがあり、ここに留まることが考えられるため復水器へは流出しない。

配管内円柱状構造物設置系統図

参考資料



東海第二発電所

配管内円柱状構造物の流体振動による損傷防止に関する評価結果の報告書における誤記等について

1. 概要

東海第二発電所 配管内円柱状構造物の流体振動による損傷防止に関する評価結果（平成18年3月31日 経済産業省 原子力安全・保安院殿へ報告書提出済）の再評価報告書を取りまとめていたところ、添付資料-4「耐圧機能を有するものの JSME 評価結果」データ表に記載された主蒸気止め弁入口温度計の構造物長さに誤記があることが判明した。

このため、報告書の再レビューを行うとともに誤記に至った原因を調査し、その結果に基づき再発防止対策を行うこととした。

2. 再レビューの結果

(1) 全数照合確認の実施

報告書に記載された以下の数値（項目）に対して、当該数値の出典元データ（エビデンス）との全数照合等の確認を実施した。

この確認はメーカーが実施し、その後、当社が実施した。

調査項目	調査の内容
プロセスデータ	ヒートバランス等との照合確認
流体条件	設計仕様書等との照合確認
配管条件	配管施工図等との照合確認
ウェル・サンプリングノズル仕様	機器外形図等との照合確認

(2) 上記の確認結果は以下の通り（詳細は添付資料-1 参照）

- ① 構造物寸法等、入力データの転記ミス、誤入力を確認された。（37箇所）
- ② 基準値等の取扱いに係わる不統一
以下の基準値等の取扱いが部署毎に異なっていた。
a) 縦弾性係数、設計応力強さ、許容引張強さについての温度補正
b) プロセスデータ（運転流量）の算出方法（圧力損失積算等）
c) データの有効数字
- ③ 報告書添付資料-4「耐圧機能を有するものの JSME 評価結果」にデータ貼り付けミスによる誤入力を確認された。

(3) 訂正したデータによる円柱状構造物の再評価結果

訂正したデータにより円柱状構造物の再評価を実施した。その結果、先に報告した対策の内容が変わるものはない。（添付資料-2）

本資料には、日本原子力発電株式会社またはその他の企業の秘密情報を含んでおります。当社の許可なく本資料の複製物を作成すること、本資料の内容を本来の目的以外に使用すること、または第三者に開示、公開する等の行為を禁止します。 2006.6 日本原子力発電株式会社

3. 原因調査結果

今般、再発防止対策の検討・立案にあたり、委託メーカーにおける委託業務と当社における調達管理等の各品質保証活動状況を調達段階から報告書提出までの作業フローで整理し、誤記等の発生に係わる要因の分析を行い直接的な要因として以下を抽出した。

(添付資料-3)

(1) 当 社

- ① 誤入力、基準値等の不統一等を防止するための作業プロセスの管理要領(体制、手順等)の必要性の認識不足
委託メーカーとの委託仕様書の内容確認において誤入力、基準値等の不統一等を防止するための作業プロセスの管理要領(体制、手順等)(以下、作業プロセスの管理要領という。)の作成の指示が必要であると思わなかった。
- ② 原子力安全・保安院殿提出の報告書添付データシートは委託評価報告書との再照合を実施し、転記ミスを訂正したが訂正箇所の再照合が不十分であった。

(2) 委託メーカー

- ① 作業プロセスの管理要領の必要性の認識不足
当社との委託仕様書の内容確認において作業プロセスの管理要領の作成が必要であると思わなかった。
- ② 基準値等の取扱いに係わる不統一
 - a) 入力データの作成は委託纏め部署から複数の設計担当部署へ依頼したが作業内容の指示は入力フォーマットの配布のみで十分と判断したため、基準値等の取扱いに係わる統一は指示していなかった。
 - b) さらに、評価計算におけるデータチェック・編集時、基準値等が不統一になっていることに気がつかなかった。
- ③ 入力データの作成及び審査・承認の不備
 - a) 今回のデータの誤入力はメーカー担当者が短期間に膨大なデータを取扱う作業の中で発生した。この様な状況のもとで不鮮明な図面からデータを読み取る等、慎重なデータの取扱いが必要であったがその慎重さが不足していた。
 - b) さらに、審査のプロセスで審査者は入力データと出典元データ(エビデンス)との照合を抜き取りにより実施したため誤入力が見逃された。

4. 再発防止対策

原因調査の結果をうけて以下の再発防止対策をとる。

(1) 当 社

- ① 委託メーカーにおける作業プロセスの管理要領の確認等
委託メーカーとの委託仕様書の内容確認時、業務の重要度に応じて作業プロセスの管理要領を作成することを指示するとともに作業着手時にその内容を確認する。また、メーカーから委託報告を受ける際には、要領どおりにチェックが行われたことを確認する。当該事項は委託仕様書に明記する。

さらに、今回の不適合に鑑み、委託先メーカーにおける作業プロセスの管理システムが正しく機能していることが確認されるまで評価結果に影響を与える主要な入力データについては、記載データと出典元データ（エビデンス）との全数照合を実施する。

- ② 報告書に添付する評価結果等の記載データについてはメーカー委託報告書と全数照合確認の結果、転記ミス等により訂正した箇所は全て再照合を行う。

また、原子力安全・保安院殿指示文書に係わる報告書については、その取扱いを官庁検査等対応手引書に追加し、官庁提出書類作成チェックシートにてチェックを行う。

(2) 委託メーカー

設計 PQC*を活用し、下記の対策を含む作業プロセスの管理要領を作成し適用するよう委託メーカーに指示した。

- ① 複数部署にまたがる作業、実施時期が異なる作業を行う場合には使用する基準値等の取扱いを統一する。また、データチェック・編集時には、当該基準値等が統一されていることを確認する。
- ② 不鮮明な図面については拡大して作業を行う等、入力データ作成時の誤入力防止の対策を行う。
- ③ 評価計算の入力データ等、品質に影響を与える数値等については入力データと出典元データ（エビデンス）との照合は抜き取りから全数照合とする。

* 設計 Process Quality Control : 受注した工事毎の設計業務に係わる計画等を定めたマニュアル

以 上

配管内円柱状構造物の構造健全性の確認について

技術基準第 19 条解釈では、流れの乱れ、渦、気泡等に起因する高サイクル疲労による損傷の発生防止が要求されている。流体振動による損傷防止に関して、評価対象として抽出された配管内円柱状構造物について、「配管内円柱状構造物の流力振動評価指針（J S M E S O 1 2）」（以下、「J S M E 指針」という。）に基づき構造健全性を確認した結果を以下に示す。

1. 評価確認対象

添付 1 にて抽出した以下の系統について、健全性を確認した。

- ・ 一次冷却材の循環系統（主蒸気，給復水系を含む）
- ・ 原子炉冷却材浄化系
- ・ 残留熱除去系（原子炉停止時冷却モード）
- ・ 非常用炉心冷却設備（原子炉隔離時冷却系を含む）

2. 評価確認方法

J S M E 指針に基づき実施された構造健全性の確認を実施した。

確認にあたっては、以下の作業ステップにて行った。

作業ステップ

○ステップ 1

添付 1 の添付資料-1「配管内円柱状構造物の流力振動評価フロー（J S M E）」に沿って、J S M E 指針に基づく評価結果を確認する。

○ステップ 2

ステップ 1 にて損傷の可能性がある確認されたもの（19 箇所）について、その後の処置について確認する。

3. 確認結果

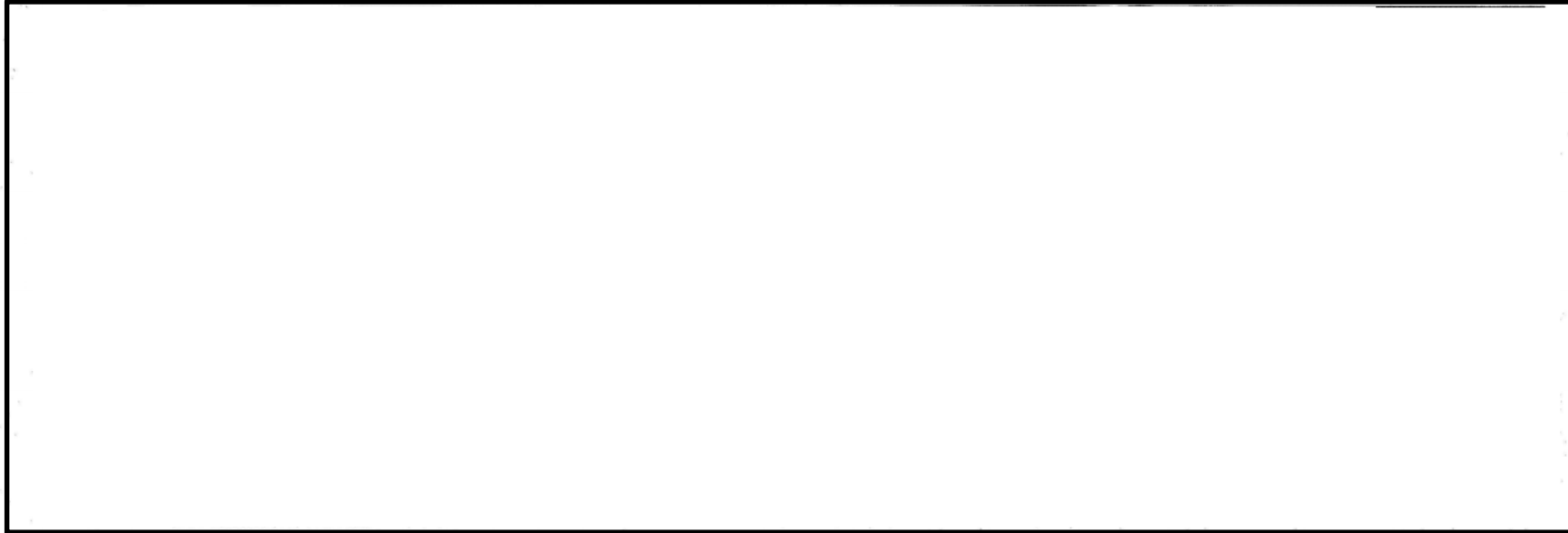
確認結果を表 1 に示す。なお、短尺化を行った箇所については J S M E 指針に基づく評価を行い強度上問題無い事を確認した。また、添付 1 にて形状の特定ができていなかった抽気系試験用温度計ウェル 2 箇所については、撤去済であることを確認した。

これらの結果から、いずれも問題はないことを確認した。よって、技術基準第 19 条に適合している。

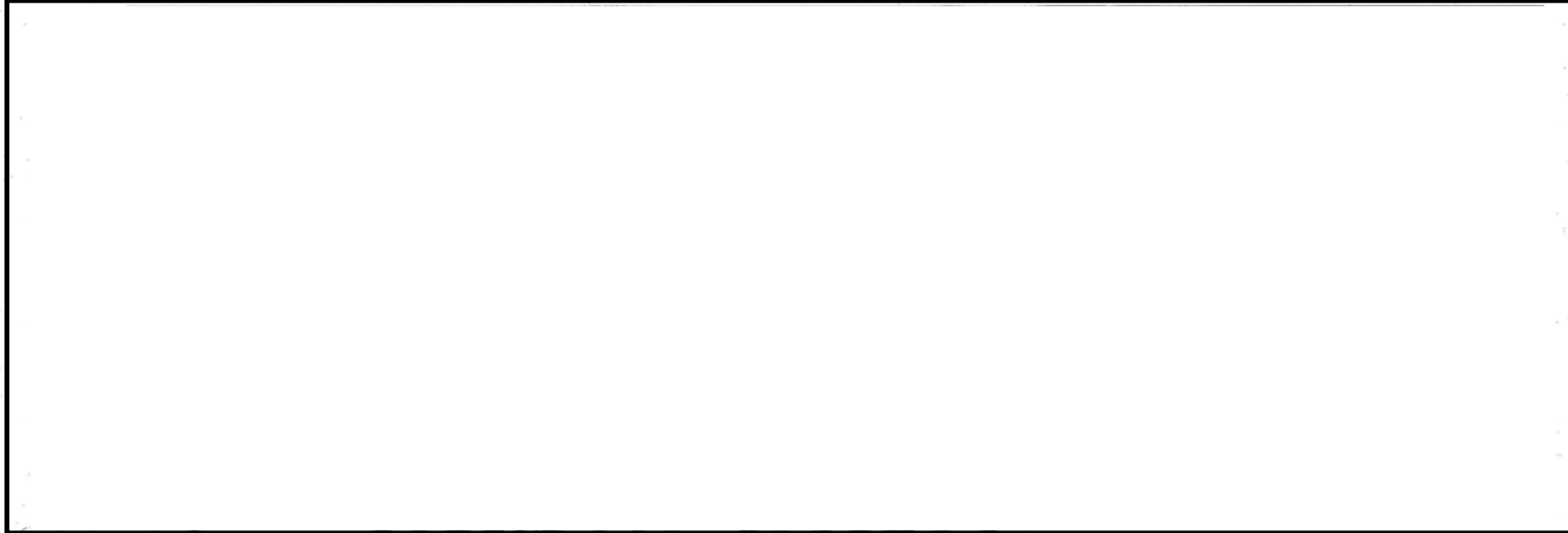
表 1 損傷の可能性のある箇所の処置リスト

No.	系統	Tag No.	計測点名称	処置内容
1	PLR	TE-N023A	PLR ポンプ A 入口温度	短尺化
2	PLR	TE-N023B	PLR ポンプ B 入口温度	短尺化
3	PLR	TE-N028A	PLR ポンプ A 入口温度	撤去
4	PLR	TE-N028B	PLR ポンプ B 入口温度	撤去
5	PLR	TE-N035A	PLR ポンプ A 入口温度	短尺化
6	PLR	TE-N035B	PLR ポンプ B 入口温度	短尺化
7	MS	TE-N029	原子炉出口温度	撤去
8	MS	TE-N030	原子炉出口温度	撤去
9	MS	TE-N040	原子炉出口温度	撤去
10	MS	TE-1-4A	主蒸気止め弁 A 入口温度	短尺化
11	MS	TE-1-4B	主蒸気止め弁 B 入口温度	短尺化
12	MS	TE-1-4C	主蒸気止め弁 C 入口温度	短尺化
13	MS	TE-1-4D	主蒸気止め弁 D 入口温度	短尺化
14	MS	TX-1-304A	タービンバイパス弁出口温度	撤去
15	MS	TX-1-304B	タービンバイパス弁出口温度	撤去
16	MS	TX-1-304C	タービンバイパス弁出口温度	撤去
17	MS	TX-1-304D	タービンバイパス弁出口温度	撤去
18	MS	TX-1-304E	タービンバイパス弁出口温度	撤去
19	RCIC	TI-R005	RCIC ポンプ出口温度	短尺化

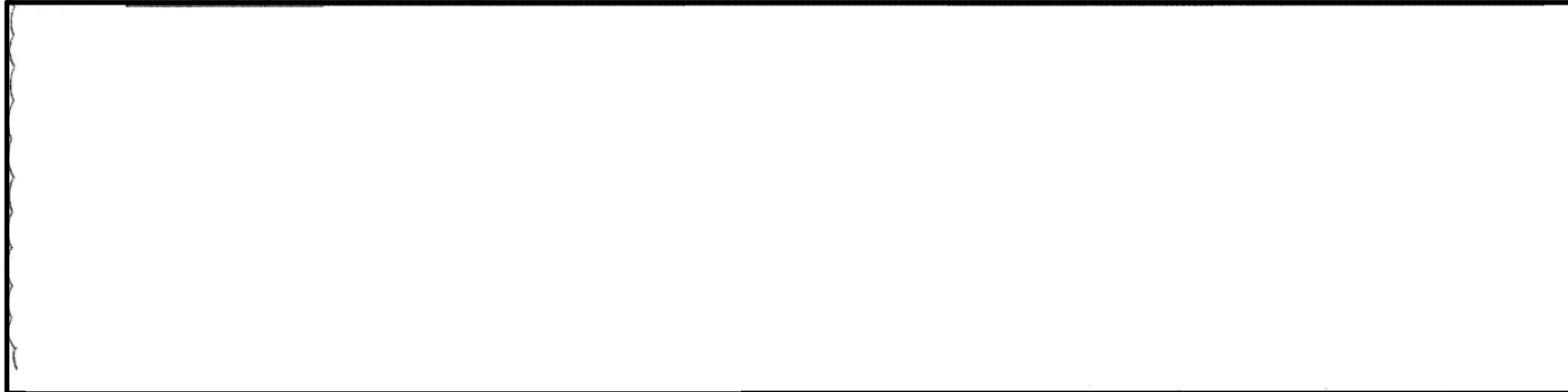
NT-2 ウェル短尺化後のISME強度評価<定格運転流量ベース>



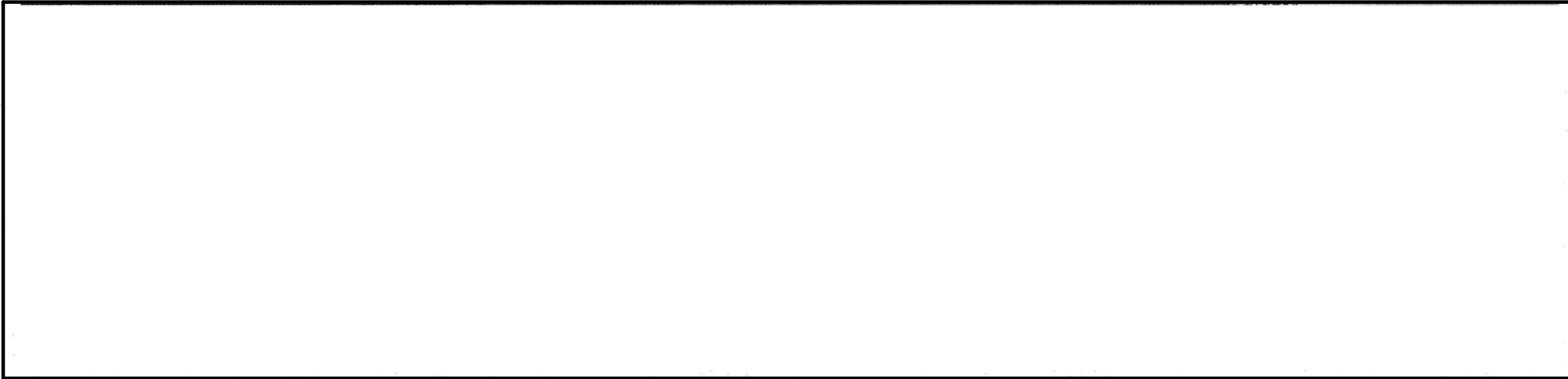
NT-2 ウェル短尺化後のISME強度評価<2倍流速>



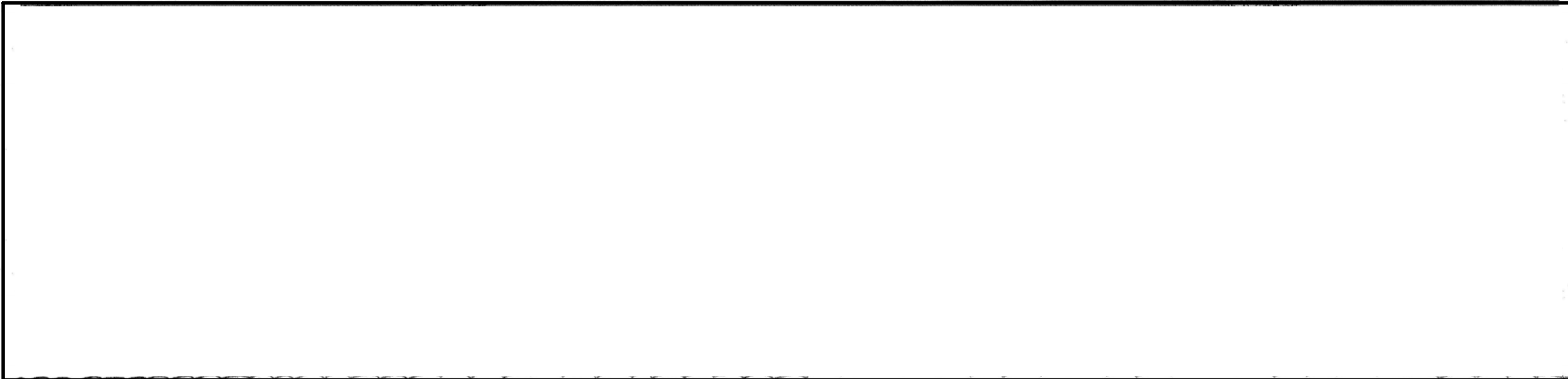
NT-2 ウェル短尺化後のISME強度評価
<偏流を考慮した最大流速(1.25倍流速)>



NT-2 ウェル短尺化後のJSME強度評価<定格運転流量ベース>



NT-2 ウェル短尺化後のJSME強度評価<2倍流速>



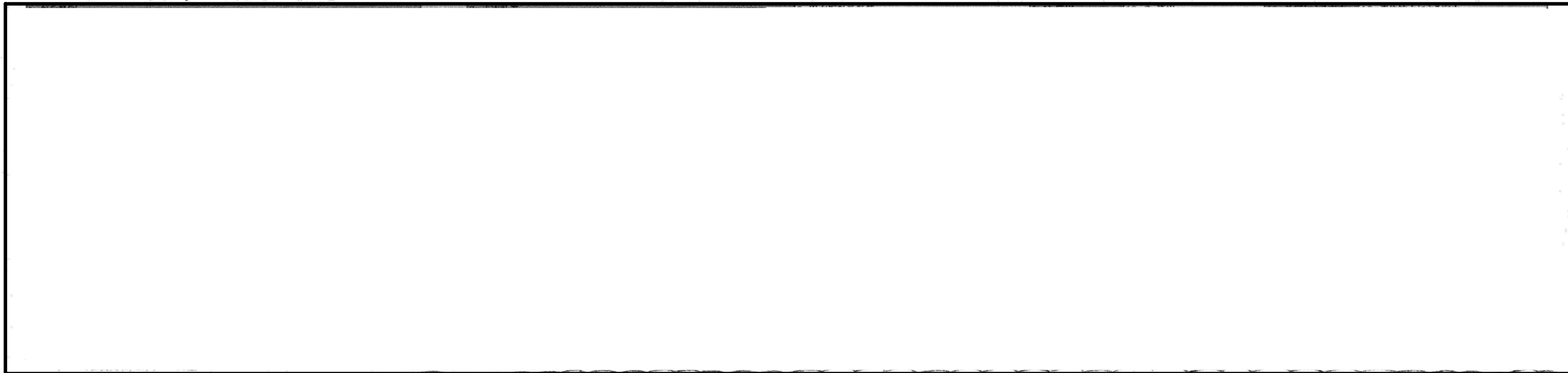
NT-2 ウェル短尺化後のJSME強度評価
<偏流を考慮した最大流速(1.25倍流速)>



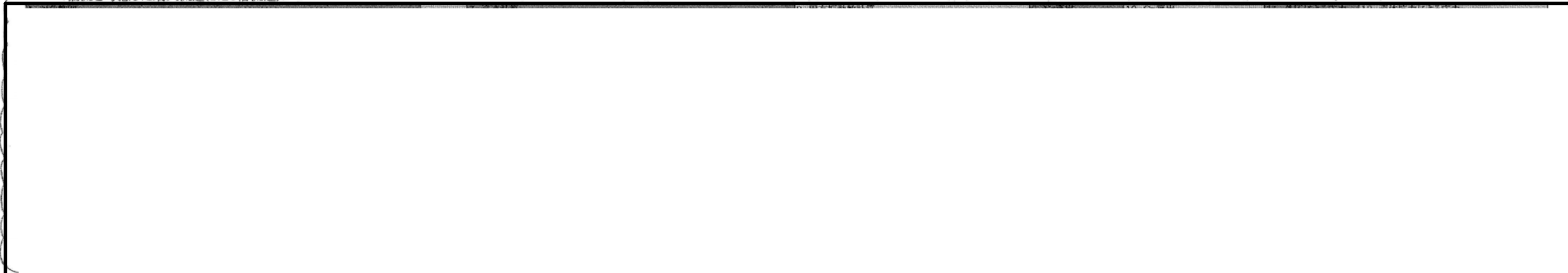
NT-2 ウェル短尺化後のJSME強度評価<定格運転流量ベース>



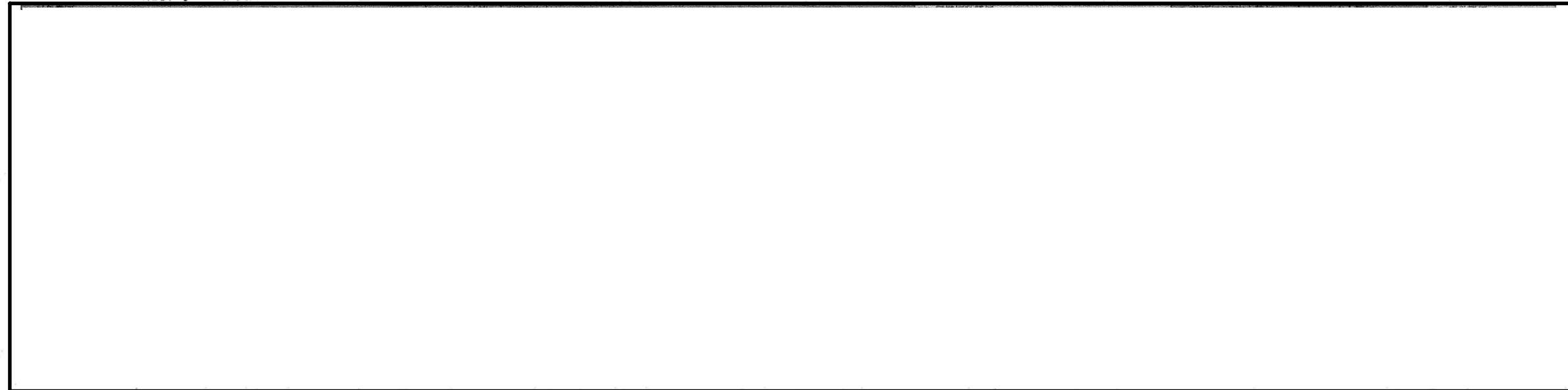
NT-2 ウェル短尺化後のJSME強度評価<2倍流速>



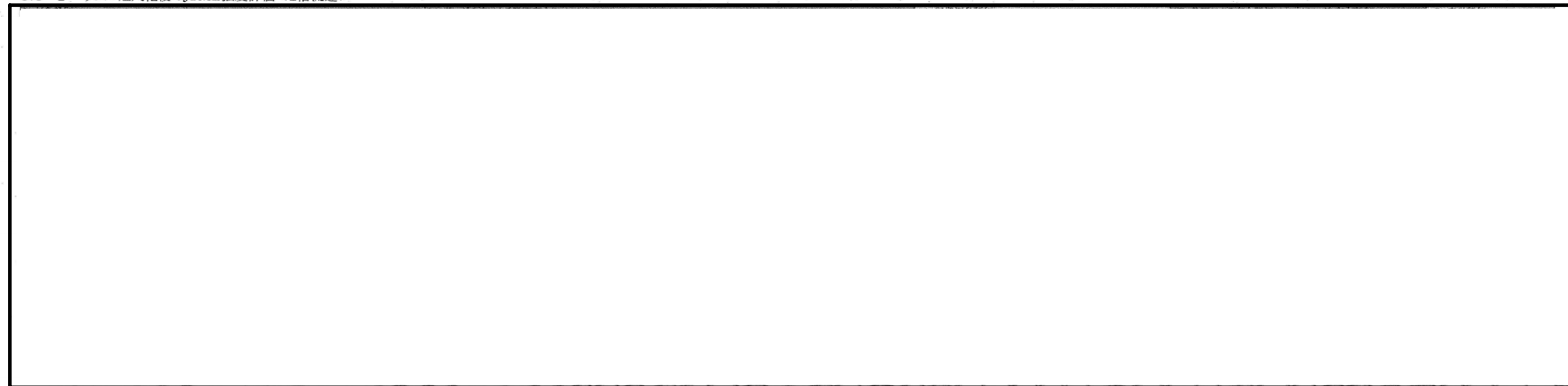
NT-2 ウェル短尺化後のJSME強度評価
<偏流を考慮した最大流速(1.25倍流速)>



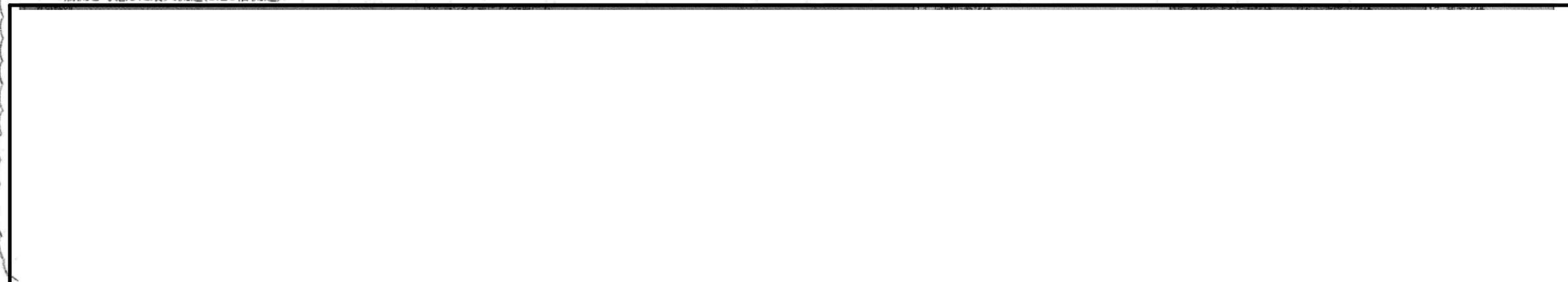
NT-2 ウェル短尺化後のJSME強度評価<定格運転流量ベース>



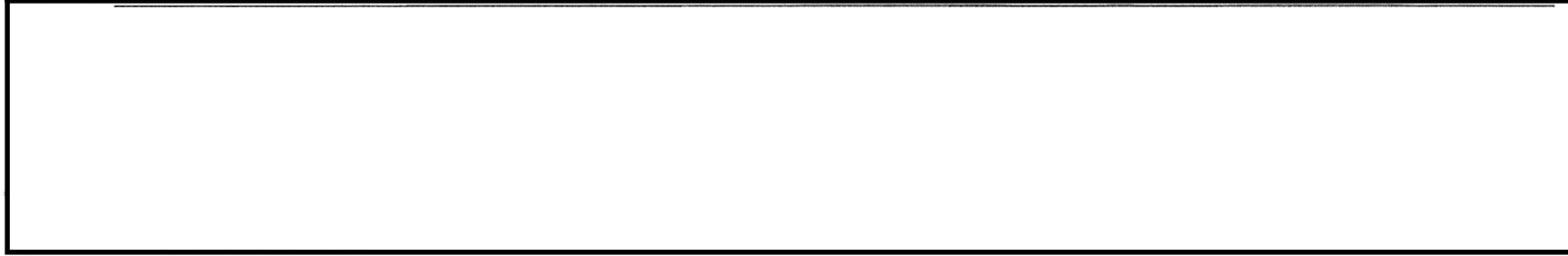
NT-2 ウェル短尺化後のJSME強度評価<2倍流速>



NT-2 ウェル短尺化後のJSME強度評価
<偏流を考慮した最大流速(1.25倍流速)>



NT-2 TI-R005ウェル短尺化後のISME強度評価<定格運転流量ベース>



NT-2 TI-R005ウェル短尺化後のISME強度評価<2倍流速>



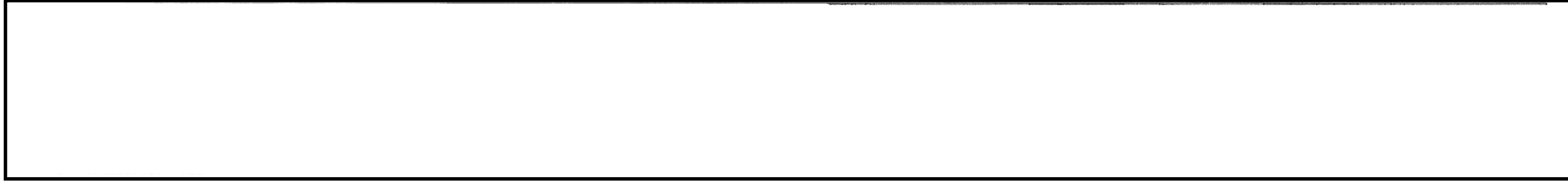
NT-2 TI-R005ウェル短尺化後のISME強度評価<定格運転>

--

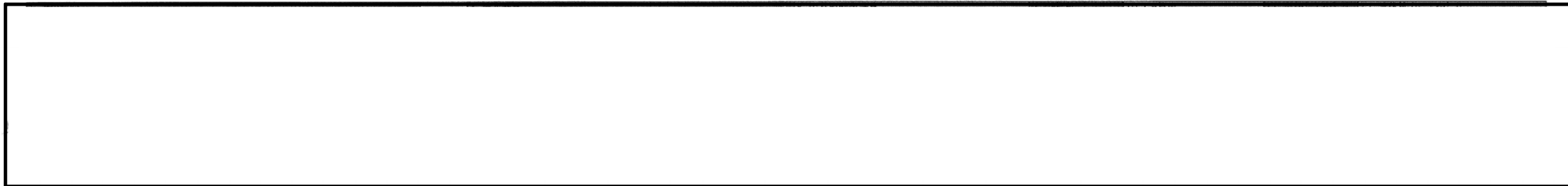
NT-2 TI-R005ウェル短尺化後のISME強度評価<2倍流速>

--

NT-2 TI-R005ウェル短尺化後のISME強度評価<定格運転



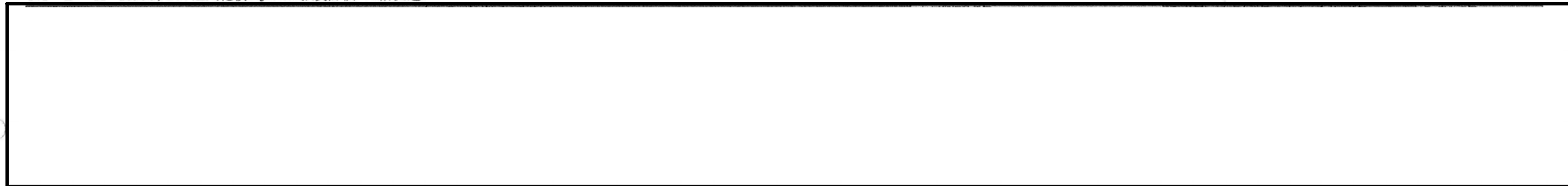
NT-2 TI-R005ウェル短尺化後のISME強度評価<2倍流速



NT-2 TI-R005ウェル短尺化後のJSME強度評価<定格運転



NT-2 TI-R005ウェル短尺化後のJSME強度評価<2倍流速



保 修 票 III

作成年月日	2007年 3月 26日
保存期間	永 久

発行番号 2006-東II-保-0190号

報 告	所 長	原子炉主任技術者 ボイラー・タービン主任技術者 電気主任技術者 品質保証グループマネージャー	<input checked="" type="checkbox"/> 保 修 室 <input type="checkbox"/> 安 全 管 理 グ ル ー プ <input type="checkbox"/> 技 術 セ ン タ ー			
	室長	SM				
通 知	発電室長	発電長	担当者氏名			
	保修室長	運営管理グループマネージャー 安全管理グループマネージャー 技術センター長				
件 名	東海第二発電所 温度計ウェル取替工事					
保 修 期 日	自	2006年 11月 20日	保 修 の 区 分	停定.	停件.	通定
	至	2007年 2月 11日		通件.	<input checked="" type="checkbox"/> 設備口	その他
保 修 内 容	<p>1. 実施目的 NISA指示文書により、日本機械学会「配管内円柱状構造物の流体振動評価指針」による評価の結果、損傷の可能性が否定できない配管内円柱状構造物について短尺化等の対策を実施した。</p> <p>実施内容 損傷の可能性が否定できない配管内円柱状構造物（温度計ウェル）のうち第22回定検分として以下の箇所について短尺化等の対策を行った。</p> <p>1) 準備復旧後片付け 一式</p> <p>2) 温度計ウェル取替え</p> <p>a) 原子炉出口温度 TE-N029, -N030, -N040 (撤去、閉止プラグ取付け) 3箇所</p> <p>b) タービンバイパス弁出口温度 TX-304A~E (撤去、閉止プラグ取付け) 5箇所</p> <p>c) R C I C ポンプ出口温度 TI-R005 (短尺化取替え) 1箇所</p> <p>実施結果 良</p> <p>9箇所の温度計ウェルについて既設ウェルの撤去及び閉止プラグまたは短尺化ウェルの取付けを行い非破壊検査及び漏えい検査により異常のないことを確認した。</p>					
特 記 事 項 及 び 考 察	<p><特記事項> タービンバイパス弁出口温度計ウェル撤去後の閉止プラグ取付けに係わる溶接については、溶接検査対象のため、溶接事業者検査及び溶接安全管理審査を実施した。</p>					
備 考				点検・補修 の見直し	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無	

保 修 室		決 定 日	06.12.22	日
(決裁者)	所長	監長	係	
	(所長代理/副所長/次長/SM)			

*決裁者に○印を付すこと

2006.12.22
 保修室

東海第二発電所

タービン抽気ライン温度計ウエルの点検結果について

(タービン抽気ライン温度計ウエルの点検工事にて実施)
 2006-軽-保-0180号

1. はじめに

タービン抽気ライン 6-4-ES-94,95 に設置されている温度計ウエルについては図面に Tag No. がなく、図面照合ができなかったため先に原子力安全・保安院に提出した配管内円柱状構造物の流体振動による損傷防止に関する評価結果の報告では、その扱いについて「形状が特定できないため次回定検にて極力撤去する。」とした。

今回の定検において当該温度計ウエルの確認を実施した。

2. 点検結果

目視検査の結果、配管からウエル取付け座 107mm の位置に閉止プラグが施工されていることを確認した。

3. ウエル撤去時期

当該温度計ウエルの座は 115mm であることからウエル撤去後、溶接部の追込み加工を行い閉止プラグを取り付けたと推定される。メーカー設計担当者が当該箇所の確認を行った結果、「温度計ウエルを撤去し、閉止プラグを取り付けたと考えることは妥当である。」との見解であった。ただし、メーカーに定検工事（第 1 回以降）の記録に当該ウエル撤去の施工記録がないことから建設時に実施されたものと推定される。

4. 報告

本件については、温度計ウエルの取替（タービンバイパス弁入口温度計他）及び点検（PLR ポンプ入口温度計他）の結果と合わせて MET I に報告を行う。

5. 添付資料

- (1) 目視点検記録
- (2) 取付け座図面
- (3) 系統図

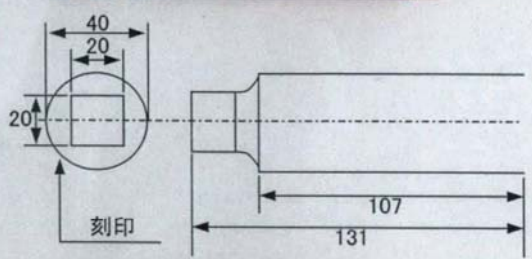
以 上

記録番号	P-1	目視検査記録					
		確認/立会	QC	工事責任者	担当	確認	担当
発電所名	日本原子力発電株式会社 東海第二発電所	実施日	平成18年12月7日				
工事件名	タービン抽気ライン温度計ウエル点検	系統名	抽気系				
機器名称	温度計ウエル	測定者					

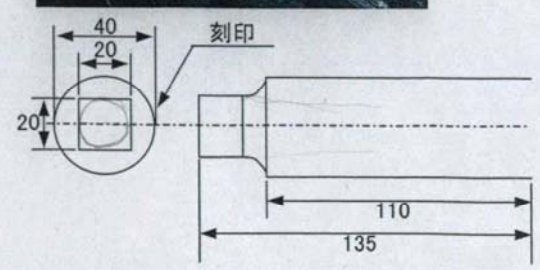


東側 (6-4-ES-94)

単位:mm



西側 (6-4-ES-95)



計測器名	管理番号
ノギス	23-L20-10

9/17

保 修 票 Ⅲ

作成年月日	2008年 8月 19日
保存期間	永 久

発行番号 2008-東Ⅱ-保-0122号

報 告	所 長	原子炉主任技術者 ボイラータービン主任技術者 電気主任技術者 品質保証グループマネージャ	■ 保 修 室 □ 安 全 管 理 グ ル ー プ □ 技 術 セ ン タ ー
	通 知	発電室長 発電長 運営管理グループマネージャ 安全管理グループマネージャ 技術センター長	室長 SM 担当者氏名
件 名	東海第二発電所 温度計ウエル取替工事		
保 修 期 日	自	2008年 3月 29日	保 修 の 区 分 停定. <input checked="" type="radio"/> 停件. 通定 通件. 設備口. その他
	至	2008年 7月 7日	
保 修 内 容	<p>1. 実施目的 温度計ウエル取替工事を実施することにより、設備の機能及び信頼性を維持し、発電所安全・安定運転を確保することを目的とする。</p> <p>2. 実施内容 (1) 温度計ウエルの取替 1) 取替及び短尺化 ①原子炉再循環ポンプ入口温度計：4箇所 (TE-N023A/B、TE-035A/B) ②主蒸気止弁入口温度計：4箇所 (TE-1-04A～D (新規座)) 2) 閉止プラグ取付 ①原子炉再循環ポンプ入口温度計：2箇所 (TE-N028A/B) ②主蒸気止弁温度計：4箇所 (TE-01-04-A～D (旧座)) (2) 溶検実施 3. 実施結果：良 (1) 温度計ウエルの取替 計画どおりに取替えることができた。 (2) 溶検実施 各検査について合格となった。</p> <p>特記事項及び考察 (点検・補修等の見直しが必要な場合は、それを明確にすること)等 N I S A 文書の指示に基づく配管内円柱状構造物の流体振動による損傷防止に関する評価の結果、損傷の可能性が否定できないものとして抽出された19箇所のうち今回の定検分として10箇所の取替を実施した (9箇所については前回定検時に対策済み)。</p>		
安全上重要な機器等	<input checked="" type="checkbox"/> 対象 <input type="checkbox"/> 対象外	(説明) 主蒸気系 温度計ウエル、原子炉再循環系 温度計ウエル	
備 考			点検・補修の見直し <input checked="" type="radio"/> 有 <input type="radio"/> 無

高サイクル熱疲労による損傷の防止に関する評価結果について

【平成 17 年 12 月 27 日付け「発電用原子力設備に関する技術基準を定める省令の改正に伴う電気事業法に基づく定期事業者検査の実施について」（平成 17・12・22 原院第 6 号）の別紙 2 並びに平成 19 年 2 月 16 日付け「高サイクル熱疲労に係る評価及び検査に対する要求事項について」（平成 19・02・15 原院第 2 号）の指示に基づき提出した「東海第二発電所 高サイクル熱疲労による損傷の防止に関する報告書（平成 20 年 7 月 29 日付け発室発第 235 号）」】

東海第二発電所

高サイクル熱疲労による損傷の防止に関する報告書

平成20年7月

日本原子力発電株式会社

1. 目的

平成 17 年 12 月 27 日付け「発電用原子力設備に関する技術基準を定める省令の改正に伴う電気事業法に基づく定期事業者検査の実施について」および「別紙 2 新省令第 6 条における高サイクル熱疲労による損傷の防止に関する当面の措置について」(平成 17・12・22 原院第 6 号)並びに平成 19 年 2 月 16 日付け「高サイクル熱疲労に係る評価及び検査に対する要求事項について」(平成 19・02・15 原院第 2 号)の指示に基づき、東海第二発電所において通常運転時に高サイクル熱疲労割れが発生する可能性が高い部位について評価を行った結果と損傷の防止に関する措置について報告する。

2. 高サイクル熱疲労割れに関する評価の実施

高サイクル熱疲労割れが発生する可能性が高い部位について、発電用原子力設備に関する技術基準を定める省令(以下、「省令 62 号」という。)第 6 条および解釈第 6 条第 2 項および第 3 項に基づき評価を行い、部位を以下のとおり特定した。

(1) 対象施設

対象施設は、省令 62 号第 6 条および解釈第 6 条第 3 項により、以下のとおりである。

- ・ 一次冷却材の循環系統(主蒸気, 給復水系を含む)
- ・ 原子炉冷却材浄化系
- ・ 残留熱除去系(原子炉停止時冷却モード)

(2) 評価対象とする高サイクル熱疲労現象

評価対象とする高サイクル熱疲労現象は、日本機械学会「配管の高サイクル熱疲労に関する評価指針」(JSME S017)(以下、「JSME 指針」という。)により、以下のとおりである。

- ・ 高低温水合流型
- ・ キャビティフロー型熱成層

(3) 高サイクル熱疲労割れの評価対象部位の抽出結果

高低温水合流型およびキャビティフロー型熱成層について、以下のとおり評価対象部位を抽出した。

- a. 高低温水合流型 (別紙1)
 - ① 原子炉冷却材再循環系配管と残留熱除去系配管との合流部
 - ② 残留熱除去系熱交換器出口配管とバイパス配管の合流部
- b. キャビティフロー型熱成層 (別紙2)

対象部位なし。

(4) 高サイクル熱疲労割れに関する評価結果

上記(3)で抽出した評価対象部位について、JSME 指針に基づき評価を行った。

a. 高低温水合流型 (別紙3)

評価の結果、①については、高サイクル熱疲労割れの可能性はないことを確認した。また、②については熱疲労割れが発生する可能性は否定できないことを確認した。

b. キャビティフロー型熱成層

対象部位なし。

3. 高サイクル熱疲労割れが発生する可能性のある部位の特定結果

上記2. で評価した結果、高サイクル熱疲労割れが発生する可能性がある部位は以下のとおりである。

(1) 高低温水合流型

残留熱除去系熱交換器出口配管とバイパス配管の合流部(A系)

(2) キャビティフロー型熱成層

対象部位なし。

4. 損傷の防止に関する措置(高サイクル熱疲労割れに関する検査)

高サイクル熱疲労割れが発生する可能性がある残留熱除去系熱交換器出口配管とバイパス配管の合流部(A系)については、非破壊検査の対象とし、「発電用原子力設備における破壊を引き起こすき裂その他の欠陥の解釈について」(平成 18 年 3 月 23 日付け平成 18・03・20 原院第 2 号)の別紙 1 の方法により超音波探傷検査(UT)を行った。なお、母材部における超音波探傷検査は 360° 全方位を網羅する探傷を行なった。

(1) 検査範囲

検査対象部位である残留熱除去系熱交換器出口配管とバイパス配管との合流部の熱応力が疲労限未満となる合流部下流側 6D*までを検査範囲とした。 (別紙4)

※: Dは配管内径を示す。

(2) 検査時期

平成 20 年 4 月 29 日～平成 20 年 6 月 5 日

(3) 検査結果

検査の結果、異常がないことを確認した。 (別紙5)

なお、当該検査は、独立行政法人原子力安全基盤機構による電気事業法第 54 条第 1 項の定期検査として受検した。

以上

高低温水合流型による高サイクル熱疲労に係る評価対象部位の抽出について

高低温水合流型による高サイクル熱疲労の評価対象部位を以下のとおり抽出した。

1. 対象施設

対象施設は、省令 62 号第 6 条および解釈第 6 条第 3 項により、以下のとおりである。

- ・ 一次冷却材の循環系統(主蒸気, 給復水系を含む)
- ・ 原子炉冷却材浄化系
- ・ 残留熱除去系(原子炉停止時冷却モード)

2. 評価対象部位の抽出

高低温水合流型は、高温水と低温水が混合する箇所において、温度変動による熱応力の変動が繰り返され熱疲労が発生する現象であり、評価対象部位については、以下のとおり抽出した。

なお、原子炉給水ノズル部のサーマルスリーブ構造及び原子炉冷却材浄化系配管と給水系配管との合流部のリコンビネーションティー構造は、熱疲労割れ対策として有効に機能していると認められることから、評価対象部位から除外する。

(1) 高温水が流れる配管の抽出

1. の対象施設について、通常運転時に高温水が流れる配管を抽出した結果、以下のとおりである。

- a. 一次冷却材の循環系統(主蒸気, 給復水系を含む)
 - 原子炉冷却材再循環系配管
 - 給復水系配管
- b. 原子炉冷却材浄化系
 - 原子炉冷却材浄化系配管
- c. 残留熱除去系(原子炉停止時冷却モード)
 - 残留熱除去系配管

(2) 高低温水が合流する配管の抽出

通常運転時に高低温水が合流する部位を有する配管として、(1)で抽出された配管から高温水を取り出して冷却する配管および(1)で抽出された配管に低温水を注入する配管を抽出した結果、以下のとおりである。

- a. 高温水を取り出して冷却する配管
 - (a) 原子炉冷却材浄化系
 - 原子炉冷却材浄化系配管
 - (b) 残留熱除去系(原子炉停止時冷却モード)

残留熱除去系配管

b. 低温水を注入する配管

(a) 一次冷却材の循環系統(主蒸気, 給復水系を含む)

給水系配管

(b) 残留熱除去系(原子炉停止時冷却モード)

残留熱除去系配管

(3) 高低温水が合流する部位の抽出

(2)で抽出された配管において, 高低温水の流体が合流する部位を抽出した結果, 以下のとおりである。

① 原子炉冷却材再循環系配管と残留熱除去系配管との合流部

② 残留熱除去系熱交換器出口配管とバイパス配管の合流部

3. 評価対象部位

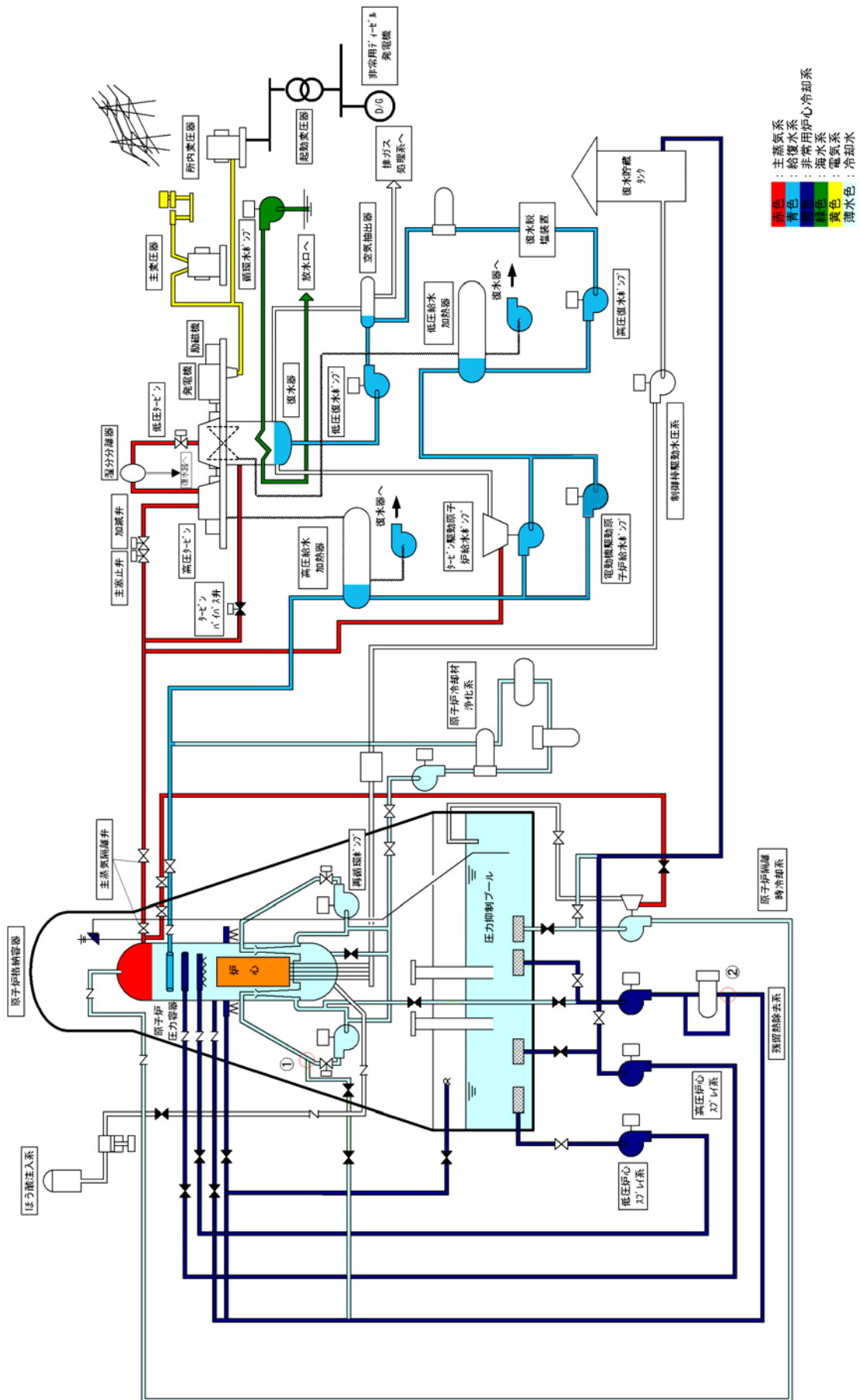
(添付資料-1)

上記2. より, 高低温水合流型による高サイクル熱疲労に係る評価対象部位として, 以下を抽出した。

① 原子炉冷却材再循環系配管と残留熱除去系配管との合流部 (2箇所)

② 残留熱除去系熱交換器出口配管とバイパス配管の合流部 (2箇所)

東海第二発電所 高低温水合流型による高サイクル熱疲労割れに係る評価対象部位



キャビティフロー型熱成層による高サイクル熱疲労に係る評価対象部位の抽出について

キャビティフロー型熱成層による高サイクル熱疲労の評価対象部位を以下のとおり抽出した。

1. 対象施設

対象施設は、省令 62 号第 6 条および解釈第 6 条第 3 項により、以下のとおりである。

- ・ 一次冷却材の循環系統(主蒸気, 給復水系を含む)
- ・ 原子炉冷却材浄化系
- ・ 残留熱除去系(原子炉停止時冷却モード)

2. 評価対象部位の抽出

キャビティフロー型熱成層は、高温流体に接続されている閉塞配管に高温水が流入すること(キャビティフロー)により閉塞配管に熱成層が発生し、熱成層境界面の変動で温度変動が繰り返され熱疲労が生じる現象であり、評価対象部位については、以下のとおり抽出した。

(1) 高温水が流れる配管の抽出

1. の対象施設について、通常運転時に高温水が流れる配管を抽出した結果、以下のとおりである。

- a. 一次冷却材の循環系統(主蒸気, 給復水系を含む)
 - 原子炉冷却材再循環系配管
 - 給復水系配管
- b. 原子炉冷却材浄化系
 - 原子炉冷却材浄化系配管
- c. 残留熱除去系(原子炉停止時冷却モード)
 - 残留熱除去系配管

(2) 高温流体に接続されている閉塞配管の抽出

(1)で抽出された配管に接続されている閉塞配管であって、高温流体が流れる主管との分岐形態^(注1)から対象を抽出した結果、以下のとおりである。

注1: JSME 指針においては、

- ・ 高温流体を内包する配管側から見て、下向きから水平に移行する部位を対象とする。滞留配管の水平管が、当該配管以上の高さであり、かつ、その位置で閉塞している場合には自然対流により熱成層は生じないため対象外としている。
- ・ 分岐管口径は、50A～300A を対象とする。
- ・ 主管と分岐管の口径比(分岐管内径/主管内径)は、0.5 以下までを対象とする。
- ・ 高温流体が適用範囲以下の低流速(5m/s)の場合は、熱成層現象は生じるが、渦侵入のドライビングフォースとなる慣性力が小さく、分岐部上部でセル状渦の形成区間が短くなり、渦侵入深さは極めて小さくなるため適用範囲外としている。

- a. 原子炉冷却材再循環系配管
 - 対象なし

- b. 給復水系配管
対象なし
- c. 原子炉冷却材浄化系配管
対象なし
- d. 残留熱除去系配管
対象なし

3. 評価対象部位

以上より、キャビティフロー型熱成層による高サイクル熱疲労に係る評価対象部位はないことを確認した。

高低温水合流型による高サイクル熱疲労に係る構造健全性評価結果について

高低温水合流型による高サイクル熱疲労の可能性が高い部位を特定するため、JSME 指針に基づき構造健全性評価を実施した。

1. 評価対象

以下の部位を対象に評価を実施する。

- ①原子炉冷却材再循環系配管と残留熱除去系配管との合流部（2箇所）
- ②残留熱除去系熱交換器出口配管とバイパス配管の合流部（2箇所）

2. 評価方法

（添付資料－1）

JSME 指針の評価手順により、高低温水合流部における温度ゆらぎに対する構造健全性評価を実施した。

3. 評価結果

（添付資料－2）

(1) 原子炉冷却材再循環系配管と残留熱除去系配管との合流部（A系）

構造健全性評価の結果、JSME 指針におけるステップ1評価（流体温度差評価）にて問題なく、高サイクル熱疲労割れが発生する可能性はない。

(2) 原子炉冷却材再循環系配管と残留熱除去系配管との合流部（B系）

当該合流部の評価は発電所停止操作時の条件であり、（A系）を使用する運用であることから（B系）の評価は不要である。

(3) 残留熱除去系熱交換器出口配管とバイパス配管の合流部（A系）

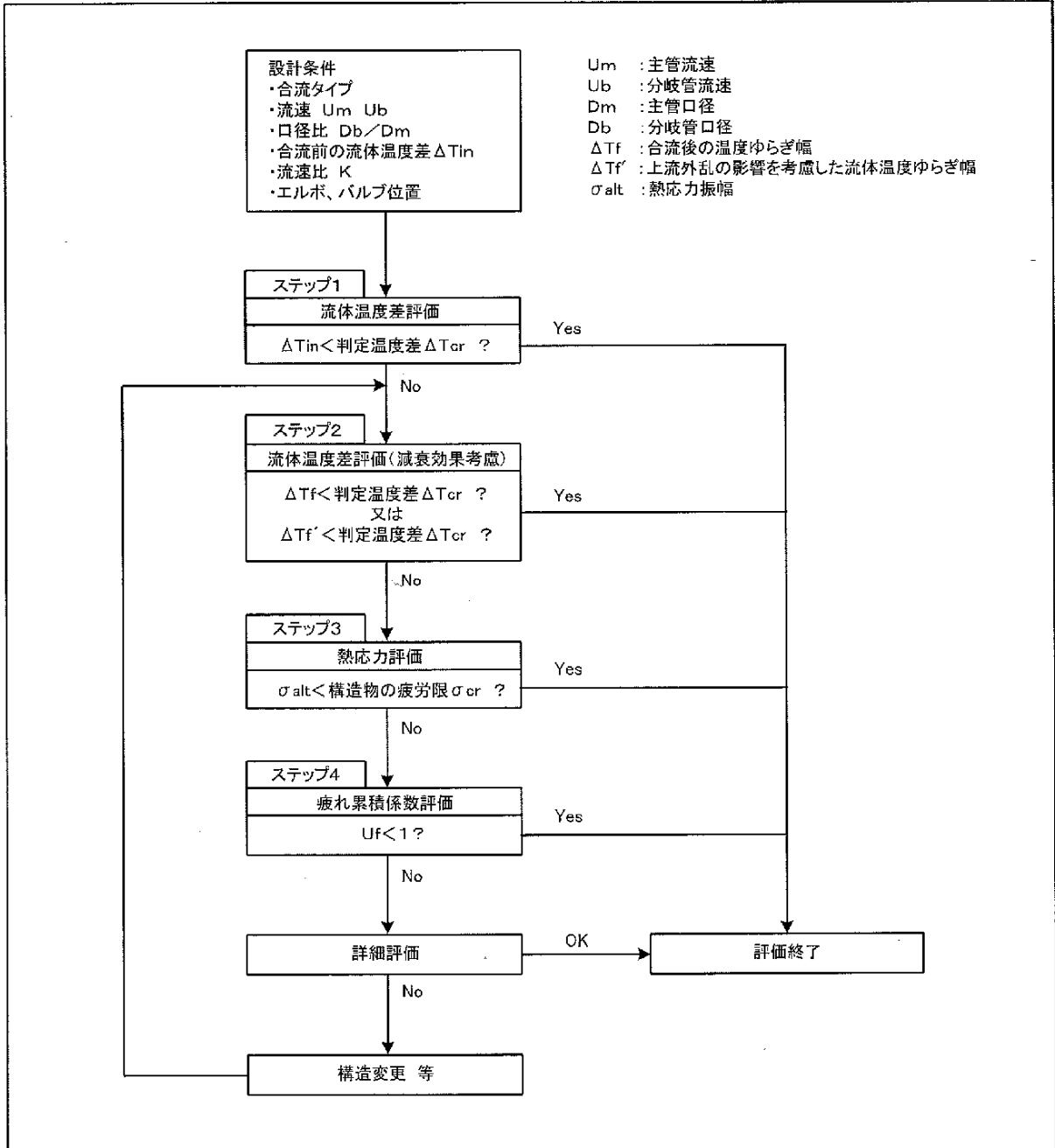
構造健全性評価の結果、JSME 指針におけるステップ4評価（疲労評価）にて疲れ累積係数が1以上となるため、高サイクル熱疲労割れが発生する可能性は否定できない。

(4) 残留熱除去系熱交換器出口配管とバイパス配管の合流部（B系）

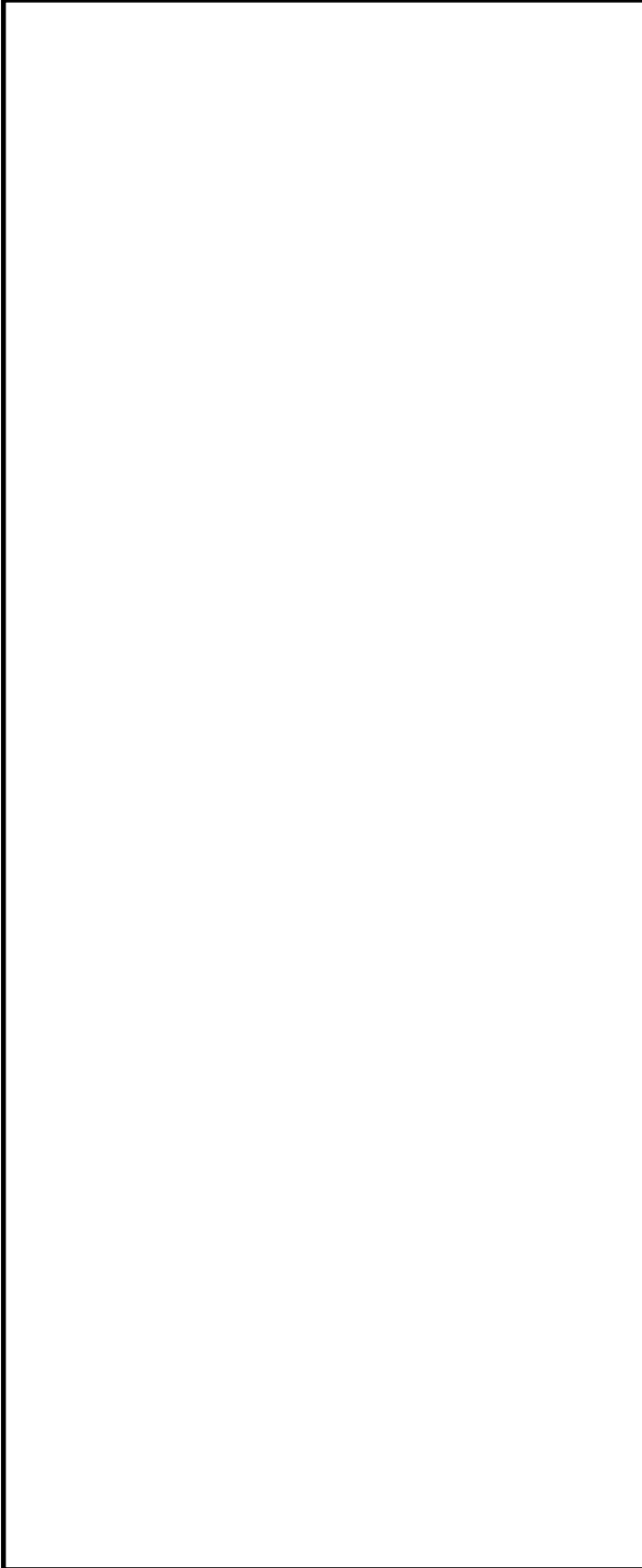
当該合流部の評価は発電所停止操作時の条件であり、（A系）を使用する運用であることから（B系）の評価は不要である。

以上

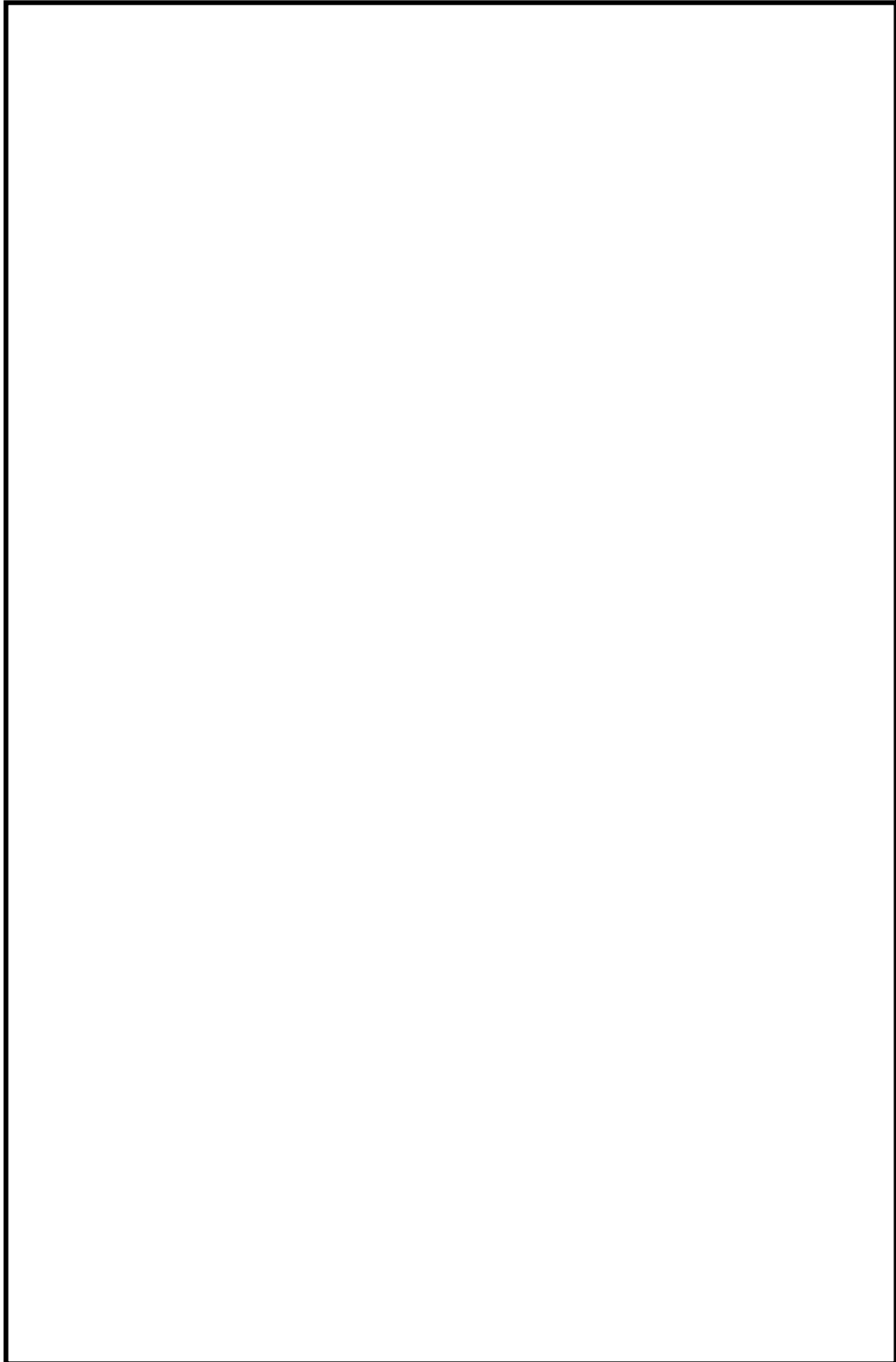
高低温水合流部における温度揺らぎに対する評価フロー
(JSME S017)



高低温水台流型による高サイクル熱疲労割れに係る構造健全性評価結果



高低温水合流型による高サイクル熱疲労に関する検査範囲




職務	報告
ボイラータービン 主任技師	検査担当室長
	
20-6-16	08.6.18

日本原子力発電株式会社
東海第二発電所
第23回定期事業者検査成績書

設備名：原子炉冷却系統設備
検査名：高サイクル熱疲労に係る検査
要領書番号：T2-特c-19-3

1. 発電所名 東海第二発電所
2. 検査名 高サイクル熱疲労に係る検査
3. 申請番号 定期検査申請書 : 発査第539号 (平成20年 2月14日)
定期安全管理審査申請書 : 発査第540号 (平成20年 2月14日)
4. 要領書番号 T2-特c-19-3
5. 検査結果

検査項目	検査年月日	検査結果	検査実施責任者	演要
非破壊検査	平成20年 6月5日	合格		記録簿記:
	平成 年 月 日			
	平成 年 月 日			
	平成 年 月 日			
	平成 年 月 日			
	平成 年 月 日			
	平成 年 月 日			
	平成 年 月 日			

非破壊検査記録

添付-1

検査年月日 平成20年 6月4日

事業者検査員
協方会社検査員

検査記録 (2/29)

機器名 (系統名)		検査対象		検査範囲	
残留熱除去系		残留熱除去系熱交換器出口配管とバイパス配管との合流部		A系配管溶接部 W20	
検査実施内容	超音波探傷試験	探傷器	探触子	試験片	感度
		湘菱電子㈱ U1-23 (NU01) 6100H23334	㈱検査技術研究所 S C10/23D 000(111)	B-3 (対比試験片)	垂直 : 43.0dB
			㈱検査技術研究所 SC10X10A45 (CA1187B)	8136 (標準試験片)	45° (直角) : 36.0dB
			㈱検査技術研究所 SC10X10A45 (CA1187B)		45° (平行) : 36.0dB
		リジェクション	接触媒質	パルス幅	
	OFF	ソニコート	-		
検査実施結果	検査項目	結果	備考		
	超音波探傷試験	良			
<p>評価</p> <p>垂直 : 記録すべきエコーなし</p> <p>45° (直角) : 記録すべきエコーあり (裏波部エコー、テーパエコー)</p> <p>45° (平行) : 記録すべきエコーなし</p> <p>検査範囲、エコー検出位置確認計器 : 金属製直尺 (KK-100)</p>					
*判定基準 : 本検査要領書による。					

非破壊検査記録

添付-1

検査年月日 平成20年 6月4日

事業者検査員
協方会社検査員

検査記録 (3/29)

機器名 (系統名)		検査対象		検査範囲	
残留熱除去系		残留熱除去系熱交換器出口配管とバイパス配管との合流部		A系配管溶接部 W21	
検査実施内容	超音波探傷試験	探傷器	探触子	試験片	感度
		湘菱電子㈱ U1-23 (NU01) 6100H23334	㈱検査技術研究所 S C10/23D 000(111)	B-3 (対比試験片)	垂直 : 43.0dB
			㈱検査技術研究所 SC10X10A45 (CA1187B)	8136 (標準試験片)	45° (直角) : 36.0dB
			㈱検査技術研究所 SC10X10A45 (CA1187B)		70° (直角) : 47.5dB
			㈱検査技術研究所 SC10X10A45 (CA1187B)		45° (平行) : 36.0dB
	リジェクション	接触媒質	パルス幅		
	OFF	ソニコート	-		
検査実施結果	検査項目	結果	備考		
	超音波探傷試験	良			
<p>評価</p> <p>垂直 : 記録すべきエコーなし</p> <p>45° (直角) : 記録すべきエコーあり (テーパエコー)</p> <p>70° (直角) : 記録すべきエコーなし</p> <p>45° (平行) : 記録すべきエコーなし</p> <p>検査範囲、エコー検出位置確認計器 : 金属製直尺 (KK-101)</p>					
*判定基準 : 本検査要領書による。					

非破壊検査記録

添付-1

検査年月日 平成20年6月4日

事業者検査員
~~協力会社検査員~~

検査記録 (4/29)

機器名(系統名)		検査対象		検査範囲		
残留熱除去系		残留熱除去系熱交換器出口配管とバイパス配管との合流部		A系配管溶接部 W22		
検査実施内容	超音波探傷試験	探傷器	探触子	試験片	感度	
		610GH23334	湘菱電子株 UI-23 (NU01)	脚検査技術研究所 SC10/END 0M1111)	B-3 (対比試験片)	垂直: 43.0dB
				脚検査技術研究所 SC10W 0M1135)	8136 (標準試験片)	垂直: 17.0dB
				脚検査技術研究所 SC10×10MS CA11870)		45° (直角): 36.0dB
				日本パナメトリクス株 AS355 (S. 0/A. 23) 744338		45° (直角): 37.5dB
				脚検査技術研究所 SC10×16ATD CA11936)		70° (直角): 47.5dB
				日本パナメトリクス株 AS355 (S. 0/A. 24) 159234		70° (直角): 61.5dB
				脚検査技術研究所 SC10×10MS CA11870)		45° (平行): 36.0dB
				日本パナメトリクス株 AS355 (S. 0/A. 25) 744338		45° (平行): 37.5dB
		リジエクシオン	接触媒質	パルス幅		
OFF	ソニコート	—				
検査項目		結果	備考			
超音波探傷試験		良				
<p>評価</p> <p>垂直: 記録すべきエコーなし</p> <p>45° (直角): 記録すべきエコーあり (テーパエコー)</p> <p>70° (直角): 記録すべきエコーなし</p> <p>45° (平行): 記録すべきエコーなし</p> <p>検査範囲、エコー検出位置確認計器: 金属製直尺 (KK-101)</p> <p>*判定基準: 本検査要領書による。</p>						

非破壊検査記録

添付-1

検査年月日 平成20年6月4日

事業者検査員
~~協力会社検査員~~

検査記録 (5/24)

機器名(系統名)		検査対象		検査範囲					
残留熱除去系		残留熱除去系熱交換器出口配管とバイパス配管との合流部		A系配管溶接部 W13, 14					
検査実施内容	超音波探傷試験	探傷器	探触子	試験片	感度				
		610GH23334	湘菱電子株 UI-23 (NU01)	脚検査技術研究所 SC10/END 0M1111)	B-3 (対比試験片)	垂直: 43.0dB			
				脚検査技術研究所 SC10×10MS CA11870)	8136 (標準試験片)	45° (直角): 36.0dB			
				脚検査技術研究所 SC10×16ATD CA11936)		70° (直角): 47.5dB			
				脚検査技術研究所 SC10×10MS CA11870)		45° (平行): 36.0dB			
				リジエクシオン	接触媒質	パルス幅			
				OFF	ソニコート	—			
				検査項目		結果	備考		
				超音波探傷試験		良			
		<p>評価</p> <p>垂直: 記録すべきエコーなし</p> <p>45° (直角): 記録すべきエコーなし</p> <p>70° (直角): 記録すべきエコーなし</p> <p>45° (平行): 記録すべきエコーなし</p> <p>検査範囲、エコー検出位置確認計器: 金属製直尺 (KK-100)</p> <p>*判定基準: 本検査要領書による。</p>							

添付 2-16

15

非破壊検査記録

添付-1

検査年月日 平成20年 6月4日

事業者検査員
協力会社検査員

検査記録 (6/29)

機器名(系統名)		検査対象		検査範囲	
残留熱除去系		残留熱除去系熱交換器出口配管とバイパス配管との合流部		A系配管溶接部 #16, 17	
検査実施内容	超音波探傷試験	探傷器	探触子	試験片	感度
		湘菱電子株 UI-23(NU01) 6100B23334	鋼検査技術研究所 SCI0/23B OD01111	B-3(対比試験片)	垂直: 43.0dB : 57.5dB
			鋼検査技術研究所 SCI0X10M45 CA1187D	B-19(対比試験片)	45°(直角): 36.0dB : 34.5dB
			鋼検査技術研究所 SCI0X10M45 CA1187D	8136(標準試験片)	: 42.5dB
			鋼検査技術研究所 SCI0X10M45 CA1187D	9920(標準試験片)	70°(直角): 47.5dB : 42.5dB
		鋼検査技術研究所 SCI0X10M45 CA1187D		45°(平行): 36.0dB : 30.5dB	
	リジエクシオン	接触媒質	パルス幅		
	OFF	ソニコート	-		
検査実施結果		検査項目	結果	備考	
		超音波探傷試験	良		
<p>評価</p> <p>垂直: 記録すべきエコーなし 45°(直角): 記録すべきエコーなし 70°(直角): 記録すべきエコーなし 45°(平行): 記録すべきエコーなし</p> <p>検査範囲、エコー検出位置確認計器: 金属製直尺 (KK-100)</p> <p>*判定基準: 本検査要領書による。</p>					

非破壊検査記録

添付-1

検査年月日 平成20年 6月4日

事業者検査員
協力会社検査員

検査記録 (7/29)

機器名(系統名)		検査対象		検査範囲	
残留熱除去系		残留熱除去系熱交換器出口配管とバイパス配管との合流部		A系配管溶接部 #56	
検査実施内容	超音波探傷試験	探傷器	探触子	試験片	感度
		湘菱電子株 UI-23(NU01) 6100B23334	鋼検査技術研究所 SCI0/23B OD01111	B-19(対比試験片)	垂直: 57.5dB
			鋼検査技術研究所 SCI0X10M45 CA1187D	8136(標準試験片)	45°(直角): 34.5dB
			鋼検査技術研究所 SCI0X10M45 CA1187D	9920(標準試験片)	70°(直角): 42.5dB
			鋼検査技術研究所 SCI0X10M45 CA1187D		45°(平行): 30.5dB
		リジエクシオン	接触媒質	パルス幅	
	OFF	ソニコート	-		
検査実施結果		検査項目	結果	備考	
		超音波探傷試験	良		
<p>評価</p> <p>垂直: 記録すべきエコーなし 45°(直角): 記録すべきエコーなし 70°(直角): 記録すべきエコーなし 45°(平行): 記録すべきエコーなし</p> <p>検査範囲、エコー検出位置確認計器: 金属製直尺 (KK-100)</p> <p>*判定基準: 本検査要領書による。</p>					

添付 2-17

16

検査要領書 目的使用・複製・修正等禁止 2008.7 日本電子探傷株式会社

非破壊検査記録

添付-1

検査年月日 平成20年6月4日

事業者検査員 〃 〃 〃
 協力会社検査員

検査記録 (8/29)

機器名 (系統名)		検査対象		検査範囲	
残留熱除去系		残留熱除去系熱交換器出口配管とバイパス配管との合流部		A系配管溶接部 TW1	
検査実施内容	超音波探傷試験	探傷器	探触子	試験片	感度
		湘菱電子㈱ UI-23 (NU01) 6100H23334	㈱検査技術研究所 SC10/230 OD(111)	B-3 (対比試験片)	垂直 : 43.0dB
			㈱検査技術研究所 SC10×10M45 CA1187D	8136 (標準試験片)	45° (平行) : 35.0dB
			㈱検査技術研究所 SC10×10M45 CA1187D		45° (直角) : 35.0dB
			㈱検査技術研究所 SC10×10M30 CA1035D		60° (直角) : 44.0dB
	リジェクション	接触媒質	パルス幅		
	OFF	ソニコート	-		
検査実施結果		検査項目	結果	備考	
		超音波探傷試験	良		
評価 垂直 : 記録すべきエコーなし 45° (平行) : 記録すべきエコーなし 45° (直角) : 記録すべきエコーなし 60° (直角) : 記録すべきエコーなし 検査範囲、エコー検出位置確認計器 : 金属製直尺 (KK-100)					
*判定基準 : 本検査要領書による。					

非破壊検査記録

添付-1

検査年月日 平成20年6月4日

事業者検査員 〃 〃 〃
 協力会社検査員

検査記録 (9/29)

機器名 (系統名)		検査対象		検査範囲	
残留熱除去系		残留熱除去系熱交換器出口配管とバイパス配管との合流部		A系配管溶接部 TW2	
検査実施内容	超音波探傷試験	探傷器	探触子	試験片	感度
		湘菱電子㈱ UI-23 (NU01) 6100H23334	㈱検査技術研究所 SC10/230 OD(111)	B-3 (対比試験片)	垂直 : 43.0dB
			㈱検査技術研究所 SC10×10M45 CA1187D	8136 (標準試験片)	45° (平行) : 35.0dB
			㈱検査技術研究所 SC10×10M45 CA1187D		45° (直角) : 35.0dB
			㈱検査技術研究所 SC10×10M30 CA1035D		45° (直角) : 35.0dB
	リジェクション	接触媒質	パルス幅		
	OFF	ソニコート	-		
検査実施結果		検査項目	結果	備考	
		超音波探傷試験	良		
評価 垂直 : 記録すべきエコーなし 45° (平行) : 記録すべきエコーなし 45° (直角) : 記録すべきエコーなし 検査範囲、エコー検出位置確認計器 : 金属製直尺 (KK-100)					
*判定基準 : 本検査要領書による。					

非破壊検査記録

添付-1

検査年月日 平成20年6月4日

事業者検査員
協力会社検査員

検査記録 (10/29)

機器名(系統名)		検査対象		検査範囲	
残留熱除去系		残留熱除去系熱交換器出口配管とバイパス配管との合流部		A系配管溶接部 TW3	
検査実施内容	超音波探傷試験	探傷器	探触子	試験片	感度
		湘菱電子(株) U1-23(NU01) 6100H23334	㈱検査技術研究所 SC10/2D 001111)	B-3(対比試験片)	垂直: 43.0dB
			㈱検査技術研究所 SC10×1045(CA11870)	8136(標準試験片)	45°(平行): 36.0dB
			㈱検査技術研究所 SC10×1045(CA11870)		45°(直角): 36.0dB
			㈱検査技術研究所 SC10×1045(CA11870)		60°(直角): 44.0dB
			リジェクション	接触媒質	パルス幅
	OFF	ソニコート	-		
検査実施結果		検査項目	結果	備考	
		超音波探傷試験	良		
<p>評価</p> <p>垂直: 記録すべきエコーなし 45°(平行): 記録すべきエコーなし 45°(直角): 記録すべきエコーなし 60°(直角): 記録すべきエコーなし</p> <p>検査範囲、エコー検出位置確認計器: 金属製直尺(KK-100)</p> <p>*判定基準: 本検査要領書による。</p>					

非破壊検査記録

添付-1

検査年月日 平成20年6月4日

事業者検査員
協力会社検査員

検査記録 (11/29)

機器名(系統名)		検査対象		検査範囲	
残留熱除去系		残留熱除去系熱交換器出口配管とバイパス配管との合流部		A系配管溶接部 TW4	
検査実施内容	超音波探傷試験	探傷器	探触子	試験片	感度
		湘菱電子(株) U1-23(NU01) 6100H23334	㈱検査技術研究所 SC10/2D 001111)	B-3(対比試験片)	垂直: 43.0dB
			㈱検査技術研究所 SC10×1045(CA11870)	8136(標準試験片)	45°(平行): 37.5dB
			㈱検査技術研究所 SC10×1045(CA11870)		45°(直角): 37.0dB
			㈱検査技術研究所 SC10×1045(CA11870)		60°(直角): 44.0dB
			リジェクション	接触媒質	パルス幅
	OFF	ソニコート	-		
検査実施結果		検査項目	結果	備考	
		超音波探傷試験	良		
<p>評価</p> <p>垂直: 記録すべきエコーなし 45°(平行): 記録すべきエコーなし 45°(直角): 記録すべきエコーなし 60°(直角): 記録すべきエコーなし</p> <p>検査範囲、エコー検出位置確認計器: 金属製直尺(KK-100)</p> <p>*判定基準: 本検査要領書による。</p>					

非破壊検査記録

検査年月日 平成20年6月4日

事業者検査員 橋本 隆一
協力会社検査員

検査記録 (12/24)

機器名(系統名)		検査対象		検査範囲	
残留熱除去系		残留熱除去系熱交換器出口配管とバイパス配管との合流部		母材	
検査実施内容	超音波探傷試験	探傷器	探触子	試験片	感度
		湘菱電子(株) U1-23 (NU01) 6101E2S11	探検査技術研究所 SC10×18A45 (CA13045)	B-3 (対比試験片)	45° (軸) : 36.5dB
			探検査技術研究所 SC10×18A45 (CA13045)	8136 (標準試験片)	45° (軸) : 41.0dB
			探検査技術研究所 SC10×18A45 (CA13045)		45° (周) : 37.0dB
			探検査技術研究所 SC10×18A45 (CA13045)		45° (周) : 40.5dB
			探検査技術研究所 SC10×18A45 (CA13045)	B-19 (対比試験片)	45° (軸) : 36.5dB
			探検査技術研究所 SC10×18A45 (CA13045)	8136 (標準試験片)	45° (周) : 32.0dB
		リジエクション	接触線翼	パルス幅	
		OFF	ソニコート	-	
		検査実施結果	検査項目	結果	備考
	超音波探傷試験	良			
<p>評価</p> <p>45° 軸 (軸方向から±30°以内): 記録すべきエコーなし</p> <p>45° 周 (軸方向から±30°以外): 記録すべきエコーなし</p> <p>検査範囲、エコー検出位置確認計器: 金属製造尺 (KK-101)</p> <p>*判定基準: 本検査要領書による。</p>					

非破壊検査記録

検査年月日 平成20年6月5日

事業者検査員
協力会社検査員

検査記録 (13/24)

機器名(系統名)		検査対象		検査範囲			
残留熱除去系		残留熱除去系熱交換器出口配管とバイパス配管との合流部		A系配管溶接部 W19			
検査実施内容	超音波探傷試験	探傷器	探触子	試験片	感度		
		湘菱電子(株) U1-23 (NU01) 6100H23334	探検査技術研究所 SC10/200 Q031112	B-3 (対比試験片)	垂直 : 43.0dB		
			探検査技術研究所 SC10×18A45 (CA13045)	8136 (標準試験片)	45° (直角) : 36.0dB		
			探検査技術研究所 SC10×18A45 (CA13045)		45° (直角) : 39.0dB		
			探検査技術研究所 SC10×18A45 (CA13045)		70° (直角) : 47.5dB		
			探検査技術研究所 SC10×18A45 (CA13045)		45° (平行) : 35.0dB		
			リジエクション	接触線翼	パルス幅		
		OFF	ソニコート	-			
		検査実施結果	検査項目	結果	備考		
			超音波探傷試験	良			
<p>評価</p> <p>起点: Xは配管の天を0° (流れ上流から見て時計回り)、 Yは溶接線中心を0mm (流れ下流側を-) とした。 斜角45° (直角): 記録すべきエコー (要記録エコー) X=180° +52mm, Y=12mm (探触子位置) 記録すべきエコー (裏波部エコー) X=300° +95mm, Y=12mm (探触子位置) について再現性確認を実施した。</p>							

非破壊検査記録

添付-1

検査年月日 平成20年 6月 5日

事業者検査員
協力会検査員

検査記録 (14/24)

機器名(系統名)		検査対象		検査範囲	
残留熱除去系		残留熱除去系熱交換器出口配管とバイパス配管との合流部		A系配管溶接部 Y20	
検査実施内容	超音波探傷試験	探傷器	探触子	試験片	感度
		湘菱電子㈱ UI-23 (NU01) 6100H23334	㈱検査技術研究所 SC10/25D 00D111D	B-3(対比試験片)	垂直: 43.0dB
			㈱検査技術研究所 SC10×10M5 (CA1187D)	8136(標準試験片)	45°(直角): 36.0dB
			㈱検査技術研究所 SC10×10M5 (CA1187D)		45°(平行): 36.0dB
		リジェクション	接触媒質	パルス幅	
OFF	ソニコート	-			
検査実施結果	検査項目	結果	備考		
	超音波探傷試験	良			
<p>評価</p> <p>起点: Xは配管の天を0°(流れ上流から見て時計廻り)、 Yは溶接線中心を0mm(流れ下流側を-)とした。 斜角45°(直角): 記録すべきエコー(裏波部エコー) X=0°+66mm, Y=10mm(探触子位置) X=330°+108mm, Y=10mm(探触子位置) について再現性確認を実施した。</p>					

非破壊検査記録

添付-1

検査年月日 平成20年 6月 5日

事業者検査員
協力会検査員

検査記録 (15/24)

機器名(系統名)		検査対象		検査範囲	
残留熱除去系		残留熱除去系熱交換器出口配管とバイパス配管との合流部		A系配管溶接部 Y21	
検査実施内容	超音波探傷試験	探傷器	探触子	試験片	感度
		湘菱電子㈱ UI-23 (NU01) 6100H23334	㈱検査技術研究所 SC10/25D 00D111D	B-3(対比試験片)	垂直: 43.0dB
			㈱検査技術研究所 SC10×10M5 (CA1187D)	8136(標準試験片)	45°(直角): 36.0dB
			㈱検査技術研究所 SC10×10M5 (CA1187D)		70°(直角): 47.5dB
			㈱検査技術研究所 SC10×10M5 (CA1187D)		45°(平行): 36.0dB
リジェクション	接触媒質	パルス幅			
OFF	ソニコート	-			
検査実施結果	検査項目	結果	備考		
	超音波探傷試験	良			
<p>評価</p> <p>起点: Xは配管の天を0°(流れ上流から見て時計廻り)、 Yは溶接線中心を0mm(流れ下流側を-)とした。 斜角45°(直角): 記録すべきエコー(テーバエコー) X=60°+12mm, Y=21mm(探触子位置) X=300°+118mm, Y=21mm(探触子位置) について再現性確認を実施した。</p>					

非破壊検査記録

添付-1

検査年月日 平成 20年 6月 5日

事業者検査員
協力会社検査員

検査記録 (16/29)

機器名(系統名)		検査対象		検査範囲	
残留熱除去系		残留熱除去系熱交換器出口配管とバイパス配管との合流部		A系配管溶接部 W22	
検査実施内容	超音波探傷試験	探傷器	探触子	試験片	感度
		湘菱電子㈱ UI-23 (NU01) 6100H2334	㈱検査技術研究所 SC10/2ND Q0H111)	B-3 (対比試験片)	垂直: 43.0dB
			㈱検査技術研究所 SC10/ (DN135)	8136 (標準試験片)	垂直: 17.0dB
			㈱検査技術研究所 SC10×10A45CA11870)		45° (直角): 36.0dB
			日本パナメトリクス㈱ AS355.0/0.25)P44308		45° (直角): 37.5dB
			㈱検査技術研究所 SC10×10A170CA10930)		70° (直角): 47.5dB
			日本パナメトリクス㈱ AS355.0/0.25)15334		70° (直角): 61.5dB
			㈱検査技術研究所 SC10×10A45CA11870)		45° (平行): 36.0dB
			日本パナメトリクス㈱ AS355.0/0.25)744308		45° (平行): 37.5dB
		リジェクション	接触媒質	パルス幅	
OFF	ソニコート	—			
検査実施結果	検査項目	結果	備考		
	超音波探傷試験	良			
<p>評価</p> <p>起点: Xは配管の熱交換器室側を0° (流れ上流から見て時計回り)、 Yは溶接線中心を0mm (流れ下流側を-)とした。 斜角45° (直角): 記録すべきエコー (アーバエコー) X=180° +111mm, Y=24mm (探触子位置) X=270° +59mm, Y=24mm (探触子位置) について再現性確認を実施した。</p>					

非破壊検査記録

添付-1

検査年月日 平成 20年 6月 5日

事業者検査員
協力会社検査員

検査記録 (17/29)

機器名(系統名)		検査対象		検査範囲		
残留熱除去系		残留熱除去系熱交換器出口配管とバイパス配管との合流部		A系配管溶接部 W13, 14		
検査実施内容	超音波探傷試験	探傷器	探触子	試験片	感度	
		湘菱電子㈱ UI-23 (NU01) 6100H2334	㈱検査技術研究所 SC10/2ND Q0H111)	B-3 (対比試験片)	垂直: 43.0dB	
			㈱検査技術研究所 SC10/ (DN135)	8136 (標準試験片)	45° (直角): 36.0dB	
			㈱検査技術研究所 SC10×10A45CA11870)		70° (直角): 47.5dB	
			日本パナメトリクス㈱ AS355.0/0.25)P44308		45° (平行): 36.0dB	
			㈱検査技術研究所 SC10×10A170CA10930)		45° (平行): 37.5dB	
			日本パナメトリクス㈱ AS355.0/0.25)15334			
			リジェクション	接触媒質	パルス幅	
			OFF	ソニコート	-	
		検査実施結果	検査項目	結果	備考	
	超音波探傷試験	良				
<p>評価</p> <p>起点: Xは配管の天を0° (流れ上流から見て時計回り)、 Yは溶接線中心を0mm (流れ下流側を-)とした。 斜角45° (直角): 330° ~30° の範囲で再現性確認を実施した。 記録すべきエコーは認められず。</p>						

非破壊検査記録

添付-1

検査年月日 平成20年6月5日

事業者検査員 上ノノ
協力会社検査員 協力会社検査員

検査記録 (18/24)

機器名(系統名)		検査対象		検査範囲	
残留熱除去系		残留熱除去系熱交換器出口配管とバイパス配管との合流部		A系配管溶接部 W16, 17	
検査実施内容	超音波探傷試験	探傷器	探触子	試験片	感度
		U1-23 (NU01) 6100H23334	株式会社技術研究所 SC10/25D QND111D	B-3 (対比試験片)	垂直: 43.0dB : 57.5dB
			株式会社技術研究所 SC10X10A45 (XA11870)	B-19 (対比試験片)	45° (直角): 36.0dB
			株式会社技術研究所 SC10X10A70 (XA18989)	8136 (標準試験片)	: 34.5dB
			株式会社技術研究所 SC10X10A45 (XA11870)	9920 (標準試験片)	70° (直角): 47.5dB : 42.5dB
		株式会社技術研究所 SC10X10A45 (XA11870)		45° (平行): 36.0dB : 30.5dB	
	リジェクション	接触媒質	パルス幅		
	OFF	ソニコート	-		
検査実施結果	検査項目	結果	備考		
	超音波探傷試験	良			
<p>評価</p> <p>起点: Xは配管の天を0° (流れ上流から見て時計回り)、 Yは溶接線中心を0mm (流れ下流側を-)とした。 斜角45° (直角): 330° ~ 30° の範囲で再現性確認を実施した。 記録すべきエコーは認められず。</p>					

非破壊検査記録

添付-1

検査年月日 平成20年6月5日

事業者検査員 上ノノ
協力会社検査員 協力会社検査員

検査記録 (19/24)

機器名(系統名)		検査対象		検査範囲	
残留熱除去系		残留熱除去系熱交換器出口配管とバイパス配管との合流部		A系配管溶接部 W56	
検査実施内容	超音波探傷試験	探傷器	探触子	試験片	感度
		U1-23 (NU01) 6100H23334	株式会社技術研究所 SC10/25D QND111D	B-19 (対比試験片)	垂直: 57.5dB
			株式会社技術研究所 SC10X10A45 (XA11870)	8136 (標準試験片)	45° (直角): 34.5dB
			株式会社技術研究所 SC10X10A70 (XA18989)	9920 (標準試験片)	70° (直角): 42.5dB
			株式会社技術研究所 SC10X10A45 (XA11870)		45° (平行): 30.5dB
		リジェクション	接触媒質	パルス幅	
	OFF	ソニコート	-		
検査実施結果	検査項目	結果	備考		
	超音波探傷試験	良			
<p>評価</p> <p>起点: Xは配管の天を0° (流れ上流から見て時計回り)、 Yは溶接線中心を0mm (流れ下流側を-)とした。 斜角45° (直角): 330° ~ 30° の範囲で再現性確認を実施した。 記録すべきエコーは認められず。</p>					

非破壊検査記録

検査年月日 平成 20年 6月 5日

事業者検査員 十 七 一
協力会社検査員

検査記録 (20/24)

機器名 (系統名)		検査対象		検査範囲	
残留熱除去系		残留熱除去系熱交換器出口配管とバイパス配管との合流部		A系配管溶接部 TW1	
検査実施内容	超音波探傷試験	探傷器	探触子	試験片	感度
		湘菱電子㈱ UI-23(NH01) 6100H23334	㈱検査技術研究所 SC10/23D Q01111	B-3(対比試験片)	垂直: 43.0dB
			㈱検査技術研究所 SC10×10A45 CA11874	8136(標準試験片)	45°(平行): 35.0dB
			㈱検査技術研究所 SC10×10A45 CA11874		45°(直角): 35.0dB
			㈱検査技術研究所 SC10×10A49 CA10935		60°(直角): 44.0dB
	リジェクション	接触媒質	パルス幅		
	OFF	ソニコート	-		
検査実施結果		検査項目	結果	備考	
		超音波探傷試験	良		
<p>評価</p> <p>起点: Xはバイパス配管側溶接線 (W19) 接線を 0mm、 Yは溶接線中心を 0mm (0° 方向を一、流れ上流から見て反時計廻り) とした。 斜角 45° (直角): W19 から熱交換器側へ 800mm の位置より W19 側へ 300mm の範囲で再現性確認を実施した。 記録すべきエコーは認められず。</p>					

非破壊検査記録

検査年月日 平成 20年 6月 5日

事業者検査員 七 一 一
協力会社検査員

検査記録 (21/24)

機器名 (系統名)		検査対象		検査範囲	
残留熱除去系		残留熱除去系熱交換器出口配管とバイパス配管との合流部		A系配管溶接部 TW2	
検査実施内容	超音波探傷試験	探傷器	探触子	試験片	感度
		湘菱電子㈱ UI-23(NH01) 6100H23334	㈱検査技術研究所 SC10/23D Q01111	B-3(対比試験片)	垂直: 43.0dB
			㈱検査技術研究所 SC10×10A45 CA11874	8136(標準試験片)	45°(平行): 35.0dB
			㈱検査技術研究所 SC10×10A45 CA11874		45°(直角): 35.0dB
			リジェクション	接触媒質	パルス幅
	OFF	ソニコート	-		
検査実施結果		検査項目	結果	備考	
		超音波探傷試験	良		
<p>評価</p> <p>起点: Xは上流側溶接線 (W13, W14) 接線を 0mm、 Yは溶接線中心を 0mm (0° 方向を一、流れ上流から見て反時計廻り) とした。 斜角 45° (直角): W13, W14 から下流側溶接線 (W20) の範囲で再現性確認を実施した。 記録すべきエコーは認められず。</p>					

非破壊検査記録

添付-1

検査年月日 平成20年 6月 5日

事業者検査員
協力会社検査員

検査記録 (23/24)

機器名 (系統名)		検査対象		検査範囲	
残留熱除去系		残留熱除去系熱交換器出口配管とバイパス配管との合流部		A系配管溶接部 TW3	
検査実施内容	超音波探傷試験	探傷器	探触子	試験片	感度
		相変電子部 UI-23 (NU01) 6100E23334	御検査技術研究所 SC10/200 G00111D	B-3 (対比試験片)	垂直: 43.0dB
			御検査技術研究所 SC10×10A45 (CA1187E)	8136 (標準試験片)	45° (平行): 36.0dB
			御検査技術研究所 SC10×10A45 (CA1187E)		45° (直角): 36.0dB
			御検査技術研究所 SC10×10A80 (CA1093E)		60° (直角): 44.0dB
		リジェクション	接触媒質	パルス幅	
OFF	ソニコート	-			
検査実施結果	検査項目	結果	備考		
	超音波探傷試験	良			
<p>評価</p> <p>起点: Xは下流側溶接線 (W21) 接線を 0mm。 Yは溶接線中心を 0mm (0° 方向をー、流れ上流から見て反時計廻り) とした。 斜角 45° (直角): W21 から上流側熱交換器外側壁面の範囲で再現性確認を実施した。 記録すべきエコーは認められず。</p>					

非破壊検査記録

添付-1

検査年月日 平成20年 6月 5日

事業者検査員
協力会社検査員

検査記録 (23/24)

機器名 (系統名)		検査対象		検査範囲	
残留熱除去系		残留熱除去系熱交換器出口配管とバイパス配管との合流部		A系配管溶接部 TW4	
検査実施内容	超音波探傷試験	探傷器	探触子	試験片	感度
		相変電子部 UI-23 (NU01) 6100E23334	御検査技術研究所 SC10/200 G00111D	B-3 (対比試験片)	垂直: 43.0dB
			御検査技術研究所 SC10×10A45 (CA1187E)	8136 (標準試験片)	45° (平行): 37.5dB
			御検査技術研究所 SC10×10A45 (CA1187E)		45° (直角): 37.0dB
			御検査技術研究所 SC10×10A45 (CA1187E)		60° (直角): 44.0dB
		リジェクション	接触媒質	パルス幅	
OFF	ソニコート	-			
検査実施結果	検査項目	結果	備考		
	超音波探傷試験	良			
<p>評価</p> <p>起点: Xはエルボ側溶接線 (W22) 接線を 0mm。 Yは溶接線中心を 0mm (0° 方向をー、流れ上流から見て反時計廻り) とした。 斜角 45° (直角): W22 から下流側へ 840mm の位置より上流側へ 300mm の範囲で再現性確認を実施した。 記録すべきエコーは認められず。</p>					

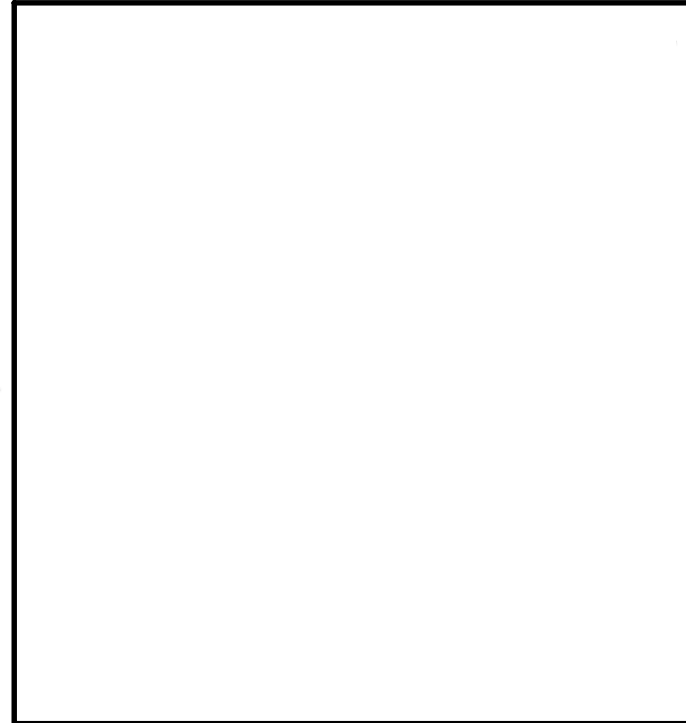
非破壊検査記録

検査年月日 平成 20年 6月 5日

事業者検査員
協力会社検査員

検査記録 (2727)

機器名(系統名)		検査対象		検査範囲		
残留熱除去系		残留熱除去系熱交換器出口配管とバイパス配管との合流部		母材		
検査実施内容	超音波探傷試験	探傷器	探触子	試験片	感度	
		湘菱電子㈱ U1-23 (NU01) 6101E23S11	SHIMADZU	SHIMADZU	B-3 (対比試験片)	45° (軸) : 36.5dB
				SHIMADZU	8136 (標準試験片)	45° (軸) : 41.0dB
			SHIMADZU	SHIMADZU		45° (周) : 37.0dB
				SHIMADZU		45° (周) : 40.5dB
			SHIMADZU	SHIMADZU	B-19 C (対比試験片)	45° (軸) : 36.5dB
				SHIMADZU	8136 (標準試験片)	45° (周) : 32.0dB
		リジェクション	接触媒質	パルス幅		
		OFF	ソニコート	-		
		検査実施結果	検査項目	結果	備考	
	超音波探傷試験	良				
<p>評価</p> <p>起点：Xは配管の天を0°（流れ上流から見て時計回り）、 Yは溶接線（周）中心を0mm（流れ下流側を-）とした。</p> <p>斜角 45°（軸、周）：0°～30°（W19から300mm） 330°～0°（TW13, 14からW20） の範囲で再現性確認を実施した。 記録すべきエコーは認められず。</p>						



点検範囲図

技術基準規則の新旧比較について

発電用原子力設備に関する技術基準を定める省令（平成 25 年 6 月 28 日）と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（平成 29 年 9 月 11 日）との比較について以下の表に示す。

表 技術基準規則の新旧比較表

発電用原子力設備に関する技術基準を定める省令（平成 25 年 6 月 28 日）	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（平成 29 年 9 月 11 日）	備考
(流体振動等による損傷の防止)	(流体振動等による損傷の防止)	
第六条	第十九条	
燃料体及び反射材並びにこれらを支持する構造物、熱遮へい材並びに一次冷却系統に係る施設に属する容器、管、ポンプ及び弁は、一次冷却材若しくは二次冷却材の循環、沸騰等により生ずる流体振動又は温度差のある流体の混合等により生ずる温度変動により損傷を受けないように施設しなければならない。	燃料体及び反射材並びに炉心支持構造物、熱遮蔽材並びに一次冷却系統に係る容器、管、ポンプ及び弁は、一次冷却材又は二次冷却材の循環、沸騰その他一次冷却材又は二次冷却材の挙動により生ずる流体振動又は温度差のある流体の混合その他の一次冷却材又は二次冷却材の挙動により生ずる温度変動により損傷を受けないように施設しなければならない。	追加要求なし
解釈	解釈	
1 「流体振動により損傷を受けないように施設しなければならない」とは流れの乱れ、渦、気泡等に起因する高サイクル疲労による損傷の発生防止を規定するものであり、以下の措置を講じること。 ・蒸気発生器伝熱管群の曲げ部については、日本機械学会「設計・建設規格」(JSME S NC1-2005)PVB-3600 に規定する手法を適用すること。 ・管に設置された円柱状構造物で耐圧機能を有するものについては、日本機械学会「配管内円柱状構造物の流力振動評価指針」(JSME S012)規定する手法を適用すること。なお、耐圧機能を有しないものについては第 8 条の 2 第 2 項によること。(日本機械学会「発電用原子力設備規格 設計建設規格(JSME S NC1)」(2005 年改訂版)並びに流力振動及び高サイ	1 「流体振動により損傷を受けないように施設しなければならない」とは流れの乱れ、渦、気泡等に起因する高サイクル疲労による損傷の発生防止を規定するものであり、以下の措置を講じること。 ・蒸気発生器伝熱管群の曲げ部については、日本機械学会「発電用原子力設備規格 設計・建設規格(2005 年版)(JSME S NC1-2005)」(以下「設計・建設規格 2005」という。)PVB-3600 又は「設計・建設規格 2012」PVB-3600 に規定する手法を適用すること。 ・管に設置された円柱状構造物で耐圧機能を有するものについては、日本機械学会「配管内円柱状構造物の流力振動評	追加要求なし

<p>クル熱疲労に関する評価指針の技術評価書)</p> <p>2 「温度差のある流体の混合等により生ずる温度変動により損傷を受けないように施設しなければならない」とは、日本機械学会「配管の高サイクル熱疲労に関する評価指針」(JSME S017)に規定する手法を適用し、損傷の発生防止措置を講じること。なお、供用開始後における運転管理等の運用上の対応を考慮して施設することができる。(日本機械学会「発電用原子力設備規格 設計・建設規格(JSME S NC1)」(2005年改訂版)並びに流力振動及び高サイクル熱疲労に関する評価指針の技術評価書)</p> <p>3 配管内円柱状構造物の流力振動及び配管の高サイクル熱疲労については、一次冷却材が循環する施設として、原子炉冷却材浄化系、残留熱除去系(原子炉停止時冷却モード)(BWR)及び科学体積制御系、余熱除去系(PWR)を含めて措置を講じること。</p>	<p>価指針」(JSME S012)規定する手法を適用すること。 (「日本機械学会「発電用原子力設備規格 設計建設規格(JSME S NC1)」(2005年改訂版)並びに流力振動及び高サイクル熱疲労に関する評価指針の技術評価書」(平成17年12月原子力安全・保安院、原子力安全基盤機構取りまとめ)及び「設計・建設規格2012技術評価書」)</p> <p>2 「温度差のある流体の混合等により生ずる温度変動により損傷を受けないように施設しなければならない」とは、日本機械学会「配管の高サイクル熱疲労に関する評価指針」(JSME S017)に規定する手法を適用し、損傷の発生防止措置を講じること。 (「日本機械学会「発電用原子力設備規格 設計・建設規格(JSME S NC1)」(2005年改訂版)並びに流力振動及び高サイクル熱疲労に関する評価指針の技術評価書」(平成17年12月原子力安全基盤機構取りまとめ))</p> <p>3 配管内円柱状構造物の流力振動及び配管の高サイクル熱疲労については、一次冷却材が循環する施設として、原子炉冷却材浄化系、残留熱除去系(原子炉停止時冷却モード)(BWR)及び科学体積制御系、余熱除去系(PWR)を含めて措置を講じること。</p>	
---	--	--