

美浜発電所3号機

配管取替等の技術基準適合確認 実施計画書

関西電力株式会社

1. 経緯

経済産業省殿からの「美浜発電所3号機に対する技術基準適合命令について」(H16・09・22原第18号)を受け、当社として美浜発電所3号機主復水配管(第4低圧給水ヒータ出口弁から脱気器入口までの主復水管)について以下のとおり実施する。

2. 実施理由

美浜発電所3号機蒸気タービン附属設備のうち第4低圧給水ヒータ出口弁から脱気器入口までの主復水管に係る電気工作物については、電気事業法第40条の規定に基づき、その材料及び構造が電気事業法第39条に基づく技術基準に適合するよう修理等の命令を受けた。

また、同基準に適合していることを経済産業省殿が確認するまでの間、当該電気工作物の使用の一時停止命令を受けていることから、配管取替等を実施し材料及び構造の技術基準適合確認を実施する。

3. 技術基準適合命令を受けた範囲の配管の現状

当該配管は、昭和63年及び平成3年にステンレス鋼配管に取替えが行われている主復水管ヘッダー部と、そこから分岐して2つの脱気器に至るA系及びB系の炭素鋼配管より構成される。主復水管ヘッダー部分及びA系配管の一部については、それぞれ口径700A、口径550Aのステンレス鋼配管であり、それ以降脱気器手前レギュレーサまでは口径550Aの炭素鋼配管、レギュレーサ以降は口径400Aの炭素鋼配管で構成されている。なお、事故調査のためA系配管破口部及びB系配管の類似箇所については、それぞれオリフィス前後の5.8m、3.4mの範囲で取り外されている。

4. 計画内容

技術基準適合命令を受けた第4低圧給水ヒータ出口弁から脱気器入口までの主復水管の材料及び構造について以下のとおり計画し、技術基準適合確認を実施する。

(1) 主復水管ヘッダー部(ステンレス化済配管)

ステンレス鋼配管へ取替済範囲の配管については、技術基準が要求する必要最小厚さを満足していることを配管肉厚測定により確認する。

(2) 主復水管ヘッダー部以降脱気器入口(今回ステンレス化する配管)

主復水管ヘッダー出口から脱気器入口については、現状の炭素鋼から耐食性に優れたステンレス鋼の配管に取り替えるとともに、材料変更に伴い、運転中に受ける熱の影響を緩和する観点から、一部配管配置の見直しを実施する。配管取替工事に当たっては材料、構造の技術基準適合確認検査を実施し、取替配管についても配管肉厚測定を実施する。

なお、平成 17 年 3 月 25 日に当社が経済産業省殿へ提出した「美浜発電所 3 号機事故再発防止に係る行動計画」を踏まえ、安全最優先の観点からメーカー、協力会社と十分な協議を行い、安全な作業環境を整備する。また、配管取替工事及びその後の技術基準適合確認検査を行うにあたって、関係法令や技術基準を遵守して行うための十分なチェックを行う。

さらに、地元の皆様からの信頼回復に資するため工事の内容、進捗状況について地元の皆様に適宜お知らせしながら進めていくこととする。

5. 適用技術基準（添付-1 参照）

(1) 主復水管ヘッダー部（ステンレス化済配管）

「発電用原子力設備に関する技術基準」（昭和40年通商産業省令第62号、昭和59年改正、平成元年改正）から準用される「発電用火力設備に関する技術基準を定める省令」（昭和58年、平成2年）「発電用火力設備に関する技術基準の細目を定める告示」（昭和58年、平成2年）

(2) 主復水管ヘッダー部以降脱気器入口（今回ステンレス化する配管）

「発電用原子力設備に関する技術基準」（昭和40年通商産業省令第62号、最終改正平成15年9月22日経済産業省令第102号）から準用される「発電用火力設備に関する技術基準を定める省令」（平成9年通商産業省令第51号、最終改正平成16年11月29日経済産業省令第107号）

6. 技術基準適合確認検査

以下の項目について検査を実施する。

(1) 取替配管の工事計画及び検査

ステンレス鋼配管への取替工事については、添付-2 の脱気器入口復水配管取替工事に係る工事計画に従い工事を実施する。また、当該配管については電気事業法第 52 条の溶接事業者検査を行うとともに、溶接事業者検査の実施に係る組織、工程管理等について安全管理審査を受審するが、あわせて工事に係る以下の検査を定期事業者検査「配管取替等の技術基準適合確認検査」として実施する。

a. 材料検査

b. 構造検査

・寸法検査

・外観・据付検査

c. 強度・漏えい検査

(2) 配管肉厚測定

技術基準適合命令を受けた第4低圧給水ヒータ出口弁から脱気器入口までの主復水管の偏流発生部位について、超音波肉厚測定器による配管肉厚測定を実施する。なお、配管肉厚測定については、添付-3「ステンレス鋼配管取替工事後の配管肉厚測定図」及び添付-4「配管肉厚測定要領」に従い、定期事業者検査「美浜発電所3号機 2次系配管検査 (M3-21-272)」として実施する。

7. 工程

項目 \ 月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月～
配管製作	□						
取替工事							□
取替工事に係る検査							□ 耐圧▽
配管肉厚測定							□

以上

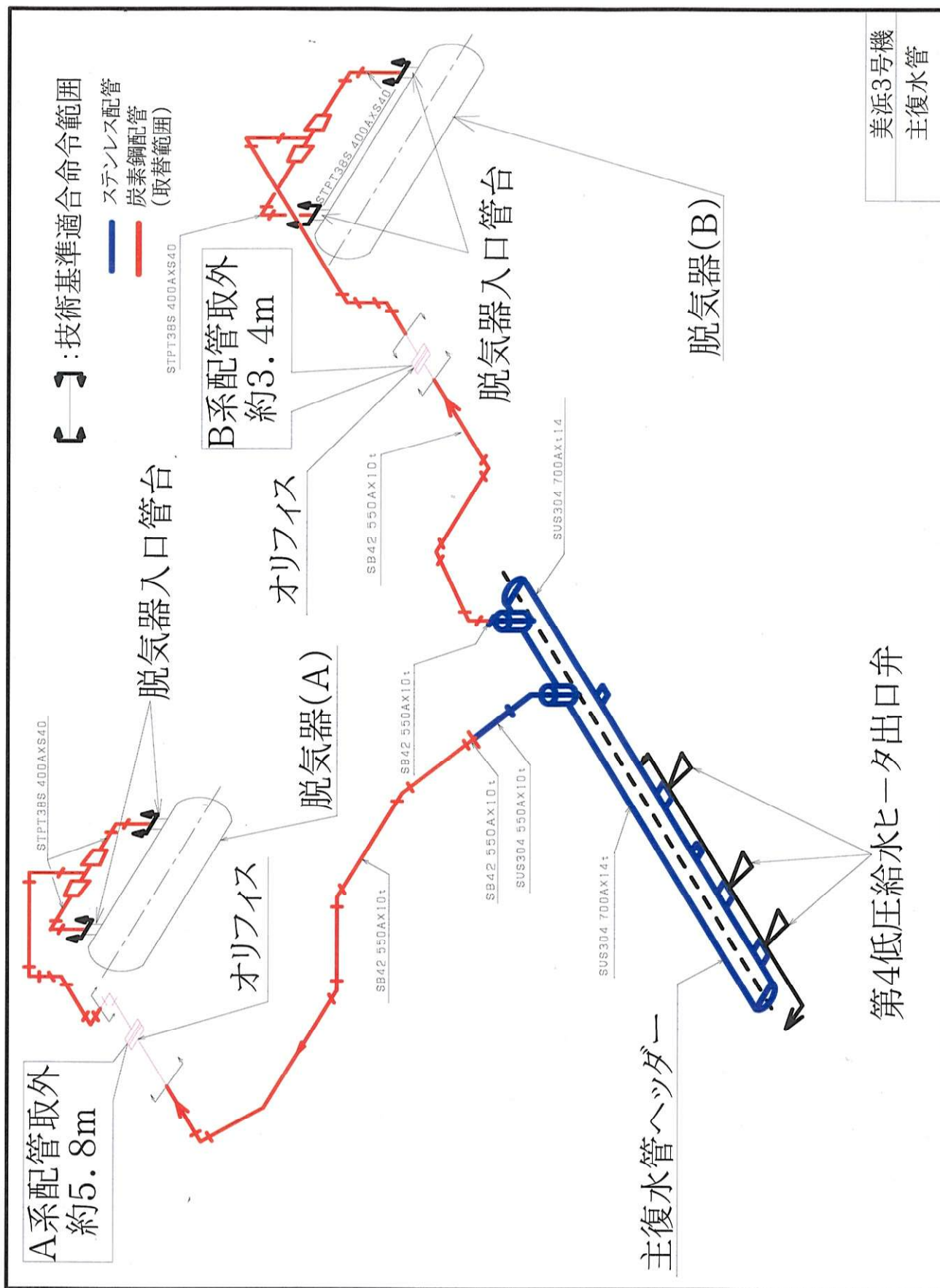
別添

主復水管配管配置図 (現状と修理後)

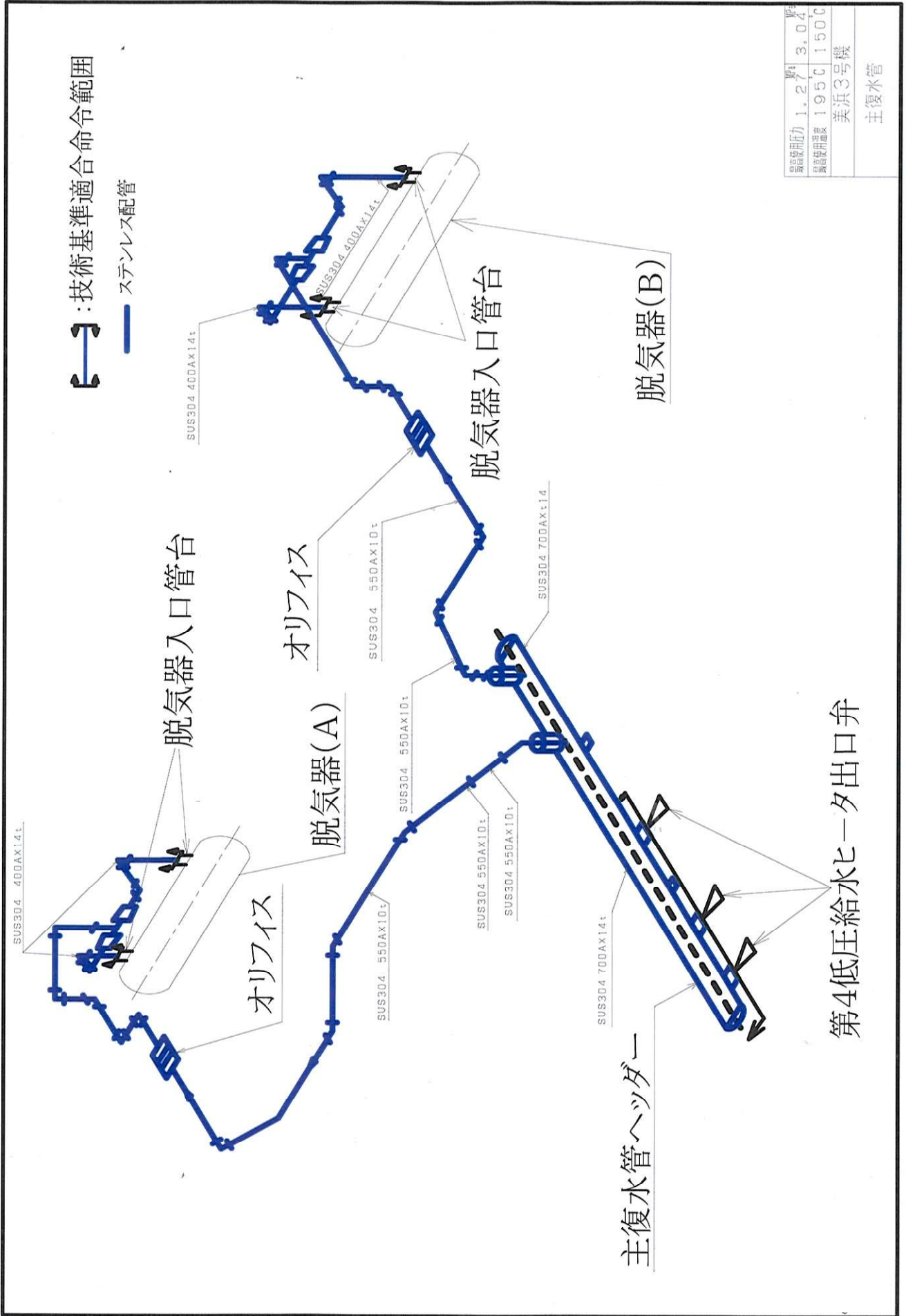
添付資料

- 添付-1 技術基準について
- 添付-2 脱気器入口復水配管取替に係る工事計画書
- 添付-3 ステンレス鋼配管取替工事後の配管肉厚測定図 (スケルトン図)
- 添付-4 配管肉厚測定要領
- 添付-5 美浜発電所3号機事故再発防止に係る行動計画を踏まえた配管等の技術基準適合確認における実施事項

主復水管配管配置図(現状)

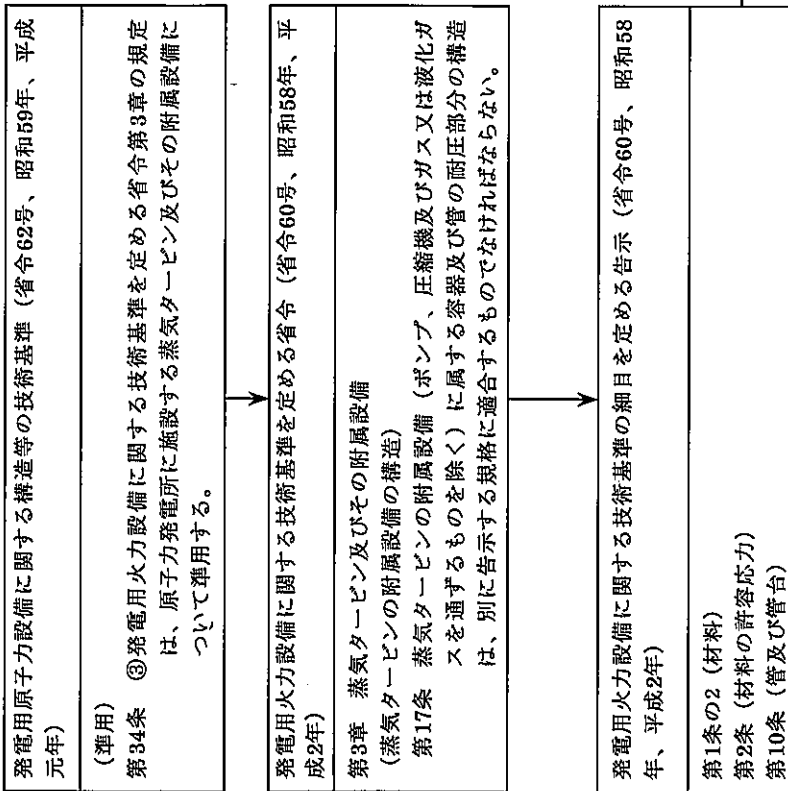


主復水管配管配置図(修理後)



添付－1 技術基準について

技術基準について (ステンレス化済配管)



(材料) 第1条の2
 発電用火力設備に関する技術基準を定める省令 (昭和40年通商産業省令第60号、以下「省令」という。) 第4条第1項 (省令第23条第1項、第27条第1項、第35条第1項及び第40条第1項において準用する場合を含む) の規定による耐圧部分の材料の規格は、次の各号に掲げるもの (第1号から第6号まで、第8号から第14号まで、第16号、第18号から第25号まで及び第27号から第42号までに掲げるものについては、寸法の許容差に係る部分を除く) またはこれらに適合するものと同等以上の化学的組成及び機械的強度を有するものに係るものとする。
 10 日本工業規格JIS G 4304(1981)「熱間圧延ステンレス鋼板」

(材料の許容応力) 第2条
 省令第4条第2項 (省令第23条第1項、第27条第1項、第35条第1項及び第40条第1項において準用する場合を含む。) の規定による耐圧部分の材料 (日本工業規格JIS G5501(1976)「ねずみ銻鉄品」に適合するねずみ銻鉄品及び日本工業規格JIS G5708(1978)「白心可鍛銻鉄品」に適合する白心可鍛銻鉄品を除く。) の許容引張応力は、別表第1及び別表第2に定めるとおりとする。ただし、通常運転における温度及び圧力が最高使用温度及び最高使用圧力を超える時間がいずれの12月間においても、運転時間の1%以下の場合には別表第1及び別表第2に定める値の1.2倍、10%以下の場合には別表第1及び別表第2に定める値の1.15倍とすることができる。

(管及び管台) 第10条
 管 (管フランジを除く) の厚さは、次の各号に掲げる値のいずれかの大きいもの以上でなければならない。
 2 水管、過熱管、再熱管及び銻鉄管以外を使用する簡炭素鋼管であつて外径が127mmを超えるもの、蒸気管及び給水管であつて前号に規定するもの以外のもの並びにボイラーから吹出し弁 (2個以上ある場合は、ボイラーから最も遠いもの) までの吹出し管にあつては、次の計算式により計算した値
 イ 外径が600mm以下の管 $t = \frac{PD_0}{200S_{\eta} + 2kP} + \alpha$
 ロ 外径が600mmを超える管 $t = \frac{PD_i}{200S_{\eta} - 2(1-k)P} + \alpha$

3 第1号及び前号に規定する管であつて、炭素鋼管を使用するものにあつては、次の表の左欄に掲げる管の外径に応じ、それぞれ同表の右欄に掲げる値

別表第1 鉄鋼材料の各温度における許容引張応力(kg/mm²)

種類	記号	最小引張強さ (kg/mm ²)	温度 (°C)				
			-196~40	75	100	150	200
熱間圧延ステンレス鋼板 JIS G 4304(1981)	SUS304	53	13.1	11.9	11.1	9.6	8.7

技術基準について (今回ステンレス化する配管)

発電用原子力設備に関する構造等の技術基準 (省令62号、最終改正 平成15年)
 (準用)
 第34条
 3 発電用火力設備に関する技術基準を定める省令第3章の規定は、原子力発電所に施設する蒸気タービン及びその附属設備について準用する。

発電用火力設備に関する技術基準を定める省令 (省令51号、最終改正 平成16年)
 第3章 蒸気タービン及びその附属設備
 (蒸気タービンの附属設備の材料)
 第12条 蒸気タービンの附属設備 (ポンプ、圧縮機及び液化ガス設備を除く) に属する容器及び管の耐圧部分に使用する材料は、最高使用温度において材料に及ぼす化学的及び物理的影響に対し、安全な化学的組成及び機械的強度を有するものでなければならぬ。
 (蒸気タービン等の構造)
 第13条 5 蒸気タービン及びその附属設備 (液化ガス設備を除く。第16条において同じ) の耐圧部分の構造は、最高使用圧力又は最高使用温度において発生する最大の応力に対し安全なものでなければならぬ。この場合において、耐圧部分に生ずる応力は当該部分に使用する材料の許容応力を超えてはならない。

発電用火力設備の技術基準の解釈について (平成14年)
 (蒸気タービンの附属設備の材料)
 第18条 省令第12条に規定する『耐圧部分』とは、第2条第1項の規定を準用するものをいう。
 2 省令第12条に規定する『安全な化学的組成及び機械的強度を有するもの』とは、第2条第2項の規定を準用するものをいう。
 (蒸気タービン等の構造)
 第23条 省令第13条第5項に規定する『安全なもの』とは、次の各号に掲げるものをいう。
 一 蒸気タービン及びその附属設備に属する容器 (蒸気タービン車室、弁箱、復水器胴及び復水器水室を除く。) 及び管にあっては、第3条、第4条及び第6条から第13条まで (第12条第1項第一号及び第六号並びにボイラー等に係る部分を除く。) を準用した規定に適合するもの。
 二 蒸気タービン及びその附属設備にあっては、第5条を準用した規定に適合するもの。

発電用火力設備の技術基準の解釈について
 (ボイラー等の材料)
 第2条 省令第5条に規定する『耐圧部分』とは、内面に0MPaを超える圧力を受ける部分をいう。
 2 省令第5条に規定する『安全な化学的組成及び機械的強度を有するもの』とは、溶接性、引張強さ、延性、靱性及び硬度等に優れたものをいい、別表第1 (鉄鋼材料) 及び別表第2 (非鉄材料) に記載されている材料はこれらを満足するものと解釈される。

(材料の許容応力)
 第4条 省令第6条に規定する『許容応力』のうち許容引張応力は、次の各号に掲げるものをいう。
 一 別表第1 (鉄鋼材料) 及び別表第2 (非鉄材料) に掲げる材料の許容引張応力にあっては同表に規定する値。ただし、通常運転時における温度及び圧力が最高使用温度及び最高使用圧力を超える時間がいずれの12月間においても、運転時間の1%以下の場合には別表第1及び別表第2に記載の1.2倍、10%以下の場合には別表第1及び別表第2に記載の1.1.1.5倍とすることができる。

(管及び管台)
 第12条 円筒形の管 (管フランジ及びレジュューサの部分を除く) の厚さは、次の各号に掲げる値のいずれか大きいもの以上の値であること。
 三 給水管にあっては、日本工業規格 JIS B8201 (1995) 「陸用鋼製ボイラー構造」の「12.7 給水管の最小厚さ」に規定されている計算式により、付け代αを0として算出した値。ただし、最高使用圧力Pは、0.7MPa未満であっても0.7MPaとすることを要しない。
 日本工業規格 JIS B8201 (1995) 「陸用鋼製ボイラー構造」
 12.7 給水管の最小厚さ
 給水管の最小厚さは、次の式による。

$$t = \frac{Pd}{2\sigma_w + 2kP} + \alpha$$

別表第1 鉄鋼材料の各温度における許容引張応力(N/mm²)

種類	記号	最小引張強さ (N/mm ²)	温度 (°C)			
			-196~40	75	100	150
熱間圧延ステンレス鋼板及び鋼管	SUS304	520	129	120	114	103
JIS G 4304(1999)						96

添付－２ 脱気器入口復水配管取替に係る工事計画書

脱気器入口復水配管取替に係る工事計画書

本文及び添付書類

目 次

	頁
I. 工事計画書	2-3
II. 工事工程表	2-5
III. 工事計画の提出を必要とする理由を記載した書類	2-6
IV. 添付書類	2-7

I. 工事計画書

一. 発電所

1. 発電所の名称及び位置

名称	美浜発電所
位置	福井県三方郡美浜町丹生

2. 発電所の出力及び周波数

出力	1,666,000 kW
第1号発電設備	340,000 kW
第2号発電設備	500,000 kW
第3号発電設備	826,000 kW (今回対象分)
周波数	60 Hz

(三) 原子力設備

今回の変更の工事のみ記載する。

9. 蒸気タービン

9. 2 蒸気タービンに附属する管等に係る次の事項

主配管の最高使用圧力、最高使用温度、外径、厚さ及び材料

名称	変更前					変更後					
	最高使用圧 (kg/cm ² G)	最高使用温度 (°C)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料	名称	最高使用圧 (MPa)	最高使用温度 (°C)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料
主復水ヘッダー ～ 脱気器 (今回の取替範囲)	(注1)	(注1)	(注1)	(注1)	(注1)	同左	(注3)		同左	同左	SUS304
	13	195	558.8 / 406.4	10.0 / 12.7	SB42		1.27	同左	同左	10.0 / 14.0	SUS304
			(注2)	(注2)	(注2)						
主復水管			406.4	12.7	STPT38				同左	14.0	SUS304

(注1) 第3号機既工事計画認可申請書分割第5次分に記載の値

(注2) 製作図面に記載の値

(注3) S I 単位に換算したもの

II. 工事工程表

今回の工事の工程は次のとおりである。

年 月 項 目	H17年						
	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月~
配管製作	□						
現場工事							□
配管取替等の技術基準適合確認検査							□ 耐圧△

Ⅲ. 工事計画の提出を必要とする理由を記載した書類

提出を必要とする理由

本計画は、電気事業法第 40 条の規定に基づき、美浜 3 号機蒸気タービン附属設備のうち第 4 低圧給水ヒータ出口弁から脱気器入口までの主復水管に係る電気工作物について、その材料及び構造が電気事業法第 39 条に基づく技術基準に適合するよう修理等を行い、同基準に適合していることを経済産業省が確認するまでの間、当該電気工作物の使用を一時停止することの命令を受けた。

適合命令への対応として、当該電気工作物の一部については配管取替を実施し、材料及び構造の確認を実施することとしている。

なお、今回の配管取替では、材料について炭素鋼から耐食性に優れたステンレス鋼を採用することとしている。

また、材料変更に伴ない、運転中に受ける熱の影響を緩和する観点から、一部の配管配置見直しを実施する他、取替範囲が屋外となる部分については、塩害防止の観点から配管表面の塗装及び保温を施工する等、設計や施工面において設備の信頼性向上を図ることとしている。

IV. 添付書類

1. 添付資料

資料 1 管の強度計算書

資料 1-1 強度計算の基本方針

資料 1-2 強度計算方法

資料 1-3 強度計算結果

2. 添付図面

第 1 図 蒸気タービンの系統図 (主復水管)

第 2 図 蒸気タービンに附属する主配管の配置の概要を明示した図面 (主復水管)

1. 添 付 資 料

目 次

	頁
資料 1 管の強度計算書	2-10
資料 1-1 強度計算の基本方針	2-11
1. 概要	2-12
2. 適用基準	2-12
2.1 適用条項	2-12
資料 1-2 強度計算方法	2-13
1. 概要	2-14
2. 強度計算方法	2-15
2.1 第 3 章 蒸気タービン及び附属設備	2-15
2.2 記号の説明	2-18
資料 1-3 強度計算結果	2-19
1. 管の強度計算結果	2-20
1.1 管の設計仕様	2-20
1.2 管の厚さ計算結果	2-21

資料 1 管の強度計算書

資料 1-1 強度計算の基本方針

1. 概要

蒸気タービンのうち脱気器入口復水配管の取替えに伴い、管が十分な強度を有することを確認するための強度計算の基本方針を以下に述べる。

2. 適用基準

強度計算は「発電用原子力設備に関する構造等の技術基準」（昭和 40 年通商産業省令第 62 号、最終改正平成 15 年 9 月 22 日経済産業省令 102 号）の第 34 条に基づき、発電用火力設備に関する技術基準を定める省令（平成 9 年通商産業省令第 51 号、最終改正平成 16 年 11 年 29 日経済産業省令第 107 号）を準用する。

2.1 適用条項

発電用火力設備に関する技術基準を定める省令のうち、第 3 章 蒸気タービン及びその附属設備の条文を適用する。

資料 1-2 強度計算方法

1. 概要

本資料は、資料 1-1「強度計算の基本方針」に従い、管の強度計算の方法についてまとめたものである。

2. 強度計算方法

2.1 第3章 蒸気タービン及び附属設備

2.1.1 蒸気タービンの附属設備の材料（省令第51号 第12条）

「発電用火力設備の技術基準の解釈について」（以下「解釈」という。）第18条の規定により、解釈第2条（ボイラー等の材料）の第1項及び第2項を準用する。

今回の工事計画範囲では、取替えに使用する管の材料は別表第1に規定されている次の材料を使用する。

名称及び規格番号	種類の記号
熱間圧延ステンレス鋼板及び鋼帯 JIS G 4304 (1999)	SUS304

2.1.2 蒸気タービン等の構造（省令第51号 第13条）

- (1) 第1項は非常調速装置作動時の回転速度に対する機械的強度を規定するものであり該当しない。
- (2) 第2項は軸受又は軸の振動に対する機械的強度を規定するものであり、該当しない。
- (3) 第3項は軸受が運転中の荷重を安定に支持できることを規定するものであり該当しない。
- (4) 第4項は蒸気タービンの危険速度を規定するものであり、該当しない。
- (5) 第5項 耐圧部分の構造

解釈第23条の規定により解釈第3条、第4条及び第6条から第13条までの規定を準用する。

また、水圧試験は解釈第5条の規定を準用する。

a. 第3条（ボイラー等の構造）

レジャーサ（550A×400A）は JIS B 2313(1997)「配管用鋼板製突合せ溶接式管継手」に規定されている形状とする。

b. 第4条（材料の許容応力）

主復水管の最小厚さの計算式に用いる許容引張応力は別表第1（鉄鋼材料）に規定された値としている。

c. 第5条（水圧試験）

規定された水圧で耐圧部分の試験を実施し、漏えい等がないことを確認する。

d. 第6条（容器の胴）

今回の工事計画範囲では容器を含まないため、該当しない。

e. 第7条（長方形管寄せ）

今回の工事計画範囲では長方形管寄せを含まないため、該当しない。

f. 第 8 条 (容器の鏡板)

・ 今回の工事計画範囲では容器の鏡板を含まないため、該当しない。

g. 第 9 条 (容器の平板)

今回の工事計画範囲では容器の平板を含まないため、該当しない。

h. 第 10 条 (容器のフランジ付皿形ふた板)

今回の工事計画範囲では容器のフランジ付皿形ふた板を含まないため、該当しない。

i. 第 11 条 (容器の管板)

今回の工事計画範囲では容器の管板を含まないため、該当しない。

j. 第 12 条 (管及び管台)

(a) 第 1 項第 1 号

今回の工事計画範囲の配管は主復水管であり、第 1 項第 1 号に該当する配管 (水管、過熱管、再熱管、節炭器管、下降管、上昇管及び管寄せ連絡管) を含まないため、該当しない。

(b) 第 1 項第 2 号

今回の工事計画範囲の配管は主復水管であり、第 1 項第 2 号に該当する配管 (水管、過熱管、再熱管、節炭器管、下降管、上昇管及び管寄せ連絡管) を含まないため、該当しない。

(c) 第 1 項第 3 号

JIS B 8201(1995)「陸用鋼製ボイラー構造」の「12.7 給水管の最小厚さ」に規定されている計算式により、管の厚さを算出する。

区 分	発電用火力設備の 技術基準の解釈 条-項-号	計 算 式
内面に圧力を受ける管	12-1-3	$t = \frac{Pd}{2\sigma_a\eta + 2kP} + \alpha$

(d) 第 1 項第 4 号

今回の工事計画範囲では吹出し弁を含まないため、該当しない。

(e) 第 1 項第 5 号

今回の工事計画範囲の配管は主復水管であり、第 1 項第 5 号に該当する配管 (水管、過熱管、再熱管、節炭器管、下降管及び管寄せ連絡管) を含まないため、該当しない。

(f) 第 1 項第 6 号

今回の工事計画範囲の配管は主復水管であり、第 1 項第 6 号に該当する配管（鑄鉄管を使用する節炭器管）を含まないため、該当しない。

(g) 第 1 項第 7 号

今回の工事計画範囲の配管は主復水管であり、第 1 項第 7 号に該当する配管（第 1 項第 1 号から第 4 号及び第 5 号に規定する管以外）を含まないため、該当しない。

(h) 第 2 項（レジャーサ）

解釈第 6 条第 2 項の規定中円すい形に係る部分を準用する。

JIS B 8201(1995)「陸用鋼製ボイラー構造」の「5.11 円すい胴の最小厚さ」に規定されている計算式により、レジャーサの厚さを算出する。

イ. 円すい部

$$t = \frac{PD_I}{2\cos\theta (\sigma_a\eta - 0.6P)} + \alpha$$

ロ. 大径端部

$$t = \frac{PD_I W}{4\cos\theta (\sigma_a\eta - 0.1P)} + \alpha$$

ハ. 小径端部

上記イ.「円すい部」で算定した円すい部の板の最小厚さとする。

(i) 第 3 項（管の接合）

管同士は管の中心線に直角な断面で溶接する。

(j) 第 4 項（管台）

管台は解釈第 12 条第 1 項の規定を準用した厚さとする。

(k) 第 5 項（穴の補強）

解釈第 6 条第 5 項の規定を準用する。本工事計画範囲の最大穴径 27mm は JIB B 8201(1995)「陸用鋼製ボイラー構造」の「11. 穴の補強」の規定により管内径の 1/4 以下でありかつ 61mm 以下であるため補強を必要としない。

k. 第 13 条（フランジ）

JIB B 2238(1996)「鋼製管フランジ通則」（材料に係る部分を除く）に規定されているフランジを使用する。

2.1.3 調速装置（省令第 51 号 第 14 条）

本条は蒸気タービンの調速装置の設置に関する規定であり、該当しない。

2.1.4 警報及び非常停止装置（省令第51号 第15条）

本条は蒸気タービンの振動検知の警報装置及び異常発生時の非常停止装置の設置に関する規定であり、該当しない。

2.1.5 過圧防止装置（省令第51号 第16条）

本システムの脱気器には圧力を逃がすための過圧防止装置を設置してある。

2.1.6 計測装置（省令第51号 第17条）

本条は蒸気タービンの設備損傷を防止する計測装置の設置に関する規定であり、該当しない。

2.2 記号の説明

管の厚さ計算に用いる記号については次のとおりである。

記号	単位	定 義
t	mm	管の計算上必要な厚さ
d	mm	管の外径
σ_a	N/mm ²	材料の許容引張応力
η	—	溶接管の場合の長手継手効率
k	—	温度係数
α	mm	付加厚さ
P	MPa	最高使用圧力
D _I	mm	管の内径
θ		円すい部の頂角の 1/2
W	—	円すい部の丸みの形状による係数で、次の式による $W = \frac{1}{4} \left(3 + \sqrt{\frac{D_I}{2 \cos \theta r_o}} \right)$
r _o	mm	丸みの内半径

資料 1-3 強度計算結果

1. 管の強度計算結果

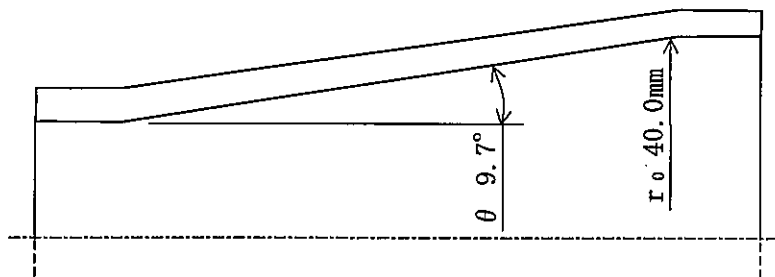
資料 1-2 強度計算方法 2.1.2(5)j.(c)「第 1 項第 3 号」の規定に基づく管の厚さ計算結果、及び 2.1.2(5)j.(h)「第 2 項 (レジャーサ)」の規定に基づくレジャーサの厚さ計算結果を以下に示す。

1.1 管の設計仕様

蒸気タービンの附属設備 (主復水管)

最高使用 圧 力 (MPa)	最高使用 温 度 (°C)	外 径 (mm)	厚 さ (mm)	材 料	番号
1.27	195	558.8	10.0	SUS304	1
		558.8 /	10.0 /	SUS304	2
		406.4	14.0		
		406.4	14.0	SUS304	3

レジャーサ



1.2 管の厚さ計算結果

設備区分 蒸気タービンの附属設備 (主復水管)

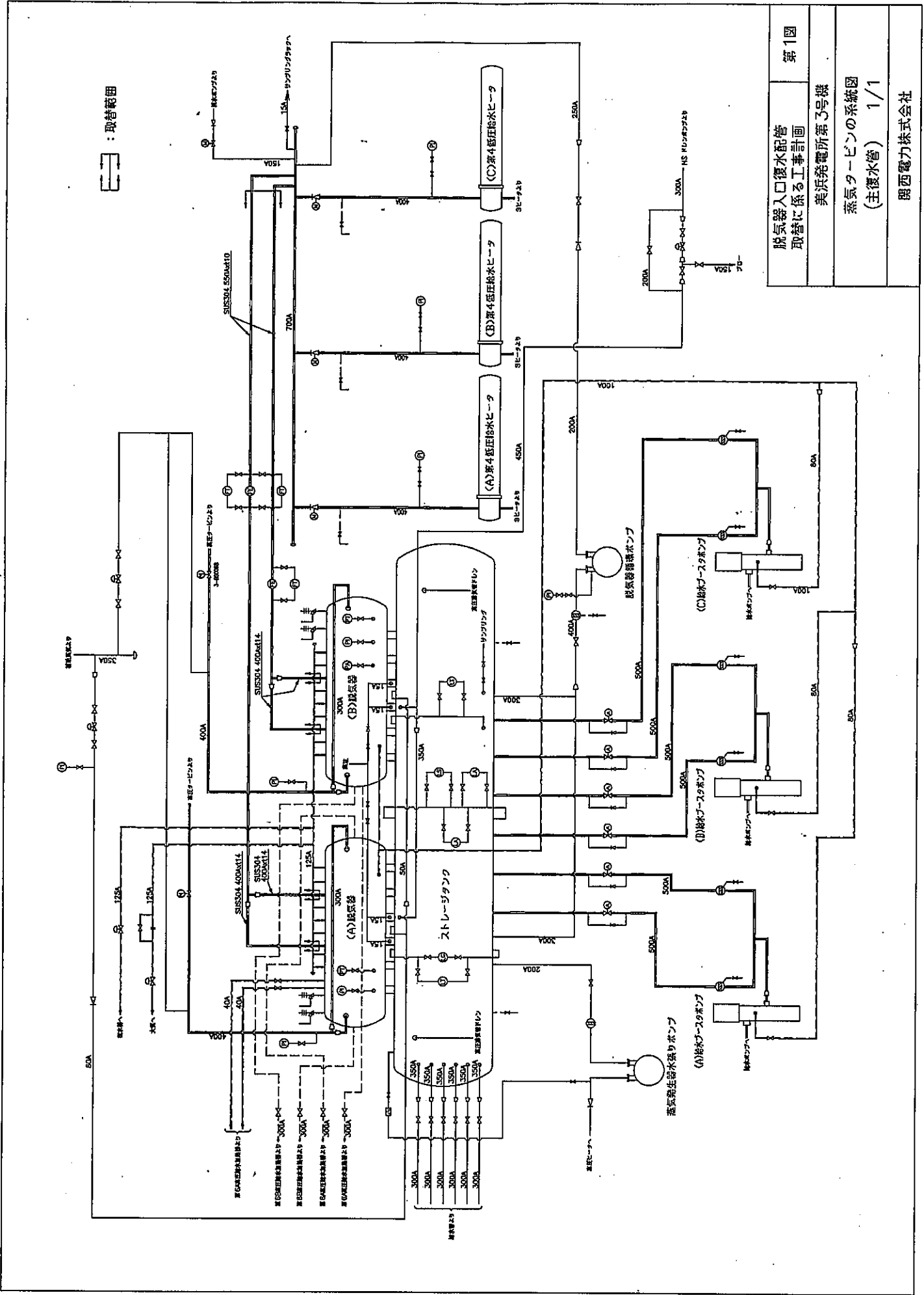
番号	最高使用圧力 P (MPa)	最高使用温度 (°C)	材 料	許容引張応力 σ_a (N/mm ²)	外 径 D ₀ (mm)	計算上必要な厚さ t (mm)	管の厚さ (最小厚さ) (mm)
1	1.27	195	SUS304	96	558.8	3.7	10.0 (9.0)
2	1.27	195	SUS304	96	558.8	2.6	10.0 (9.0)
					406.4	2.6	14.0 (13.0)
3	1.27	195	SUS304	96	406.4	2.7	14.0 (13.0)

評価：上記管の最小厚さは、計算上必要な厚さ以上であるので強度は十分である

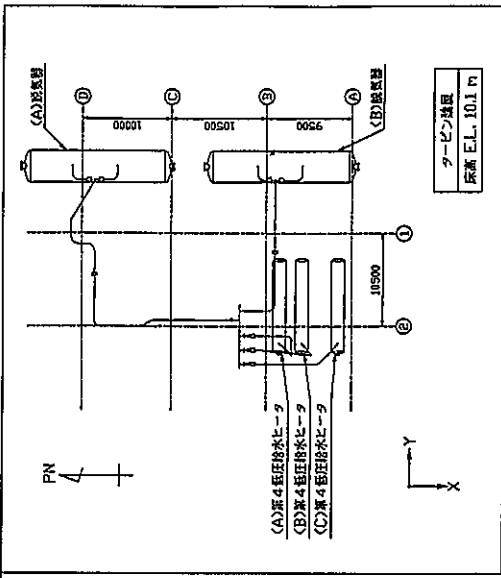
2. 添付図面

目 次

	頁
第 1 図 蒸気タービンの系統図 (主復水管)	2-24
第 2 図 蒸気タービンに附属する主配管の配置の概要を明示した図面 (主復水管) ...	2-25



第1図
 脱気器入口復水配管
 取替に係る工事計画
 美浜発電所第3号機
 蒸気タービンの系統図
 (主復水管) 1/1
 関西電力株式会社



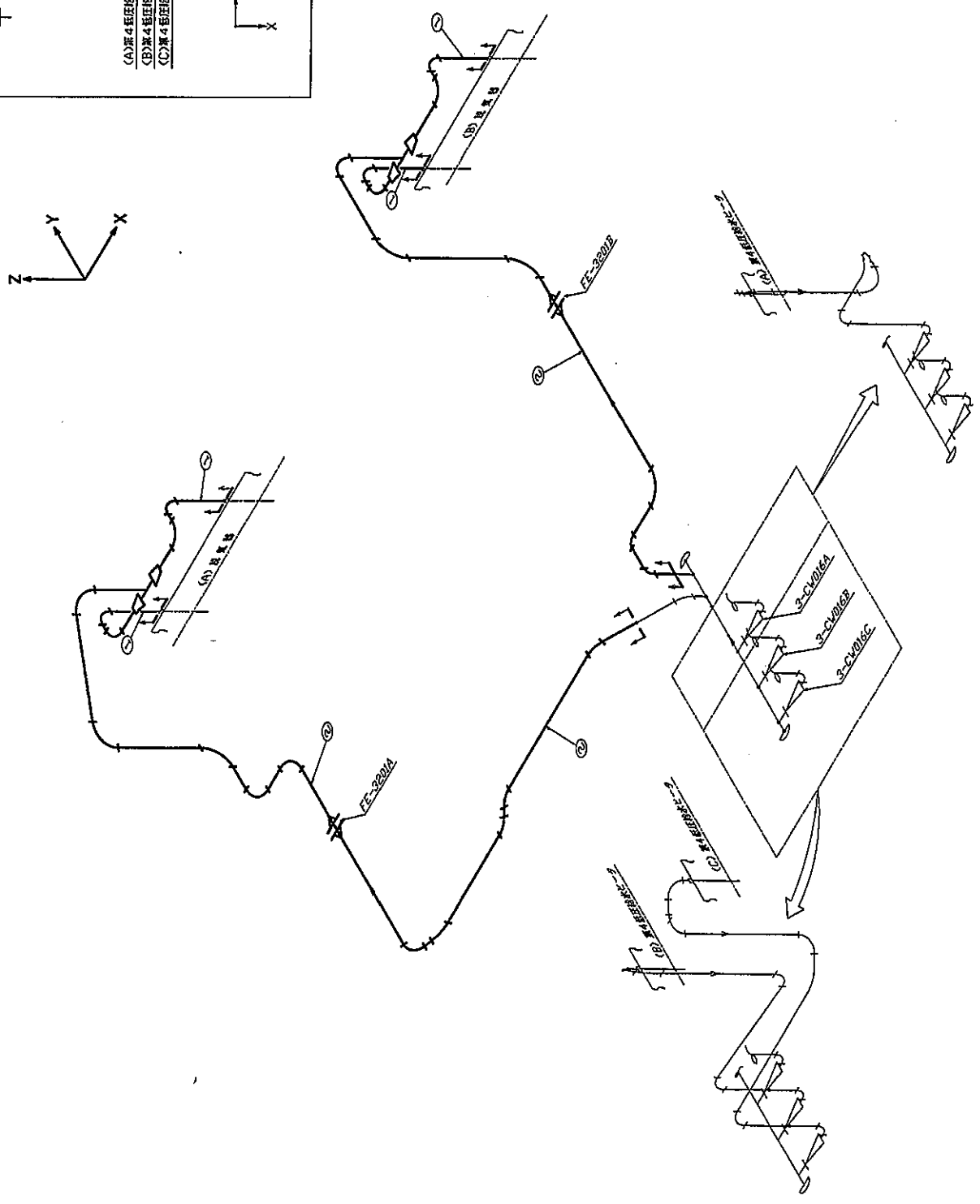
管の設計仕様		材料	
番号	外径(mm)	厚さ(mm)	
①	406.4	14.0	SUS304
②	558.8	10.0	SUS304

取替範囲

脱気器入口復水配管
取替に係る工事計画 第2図

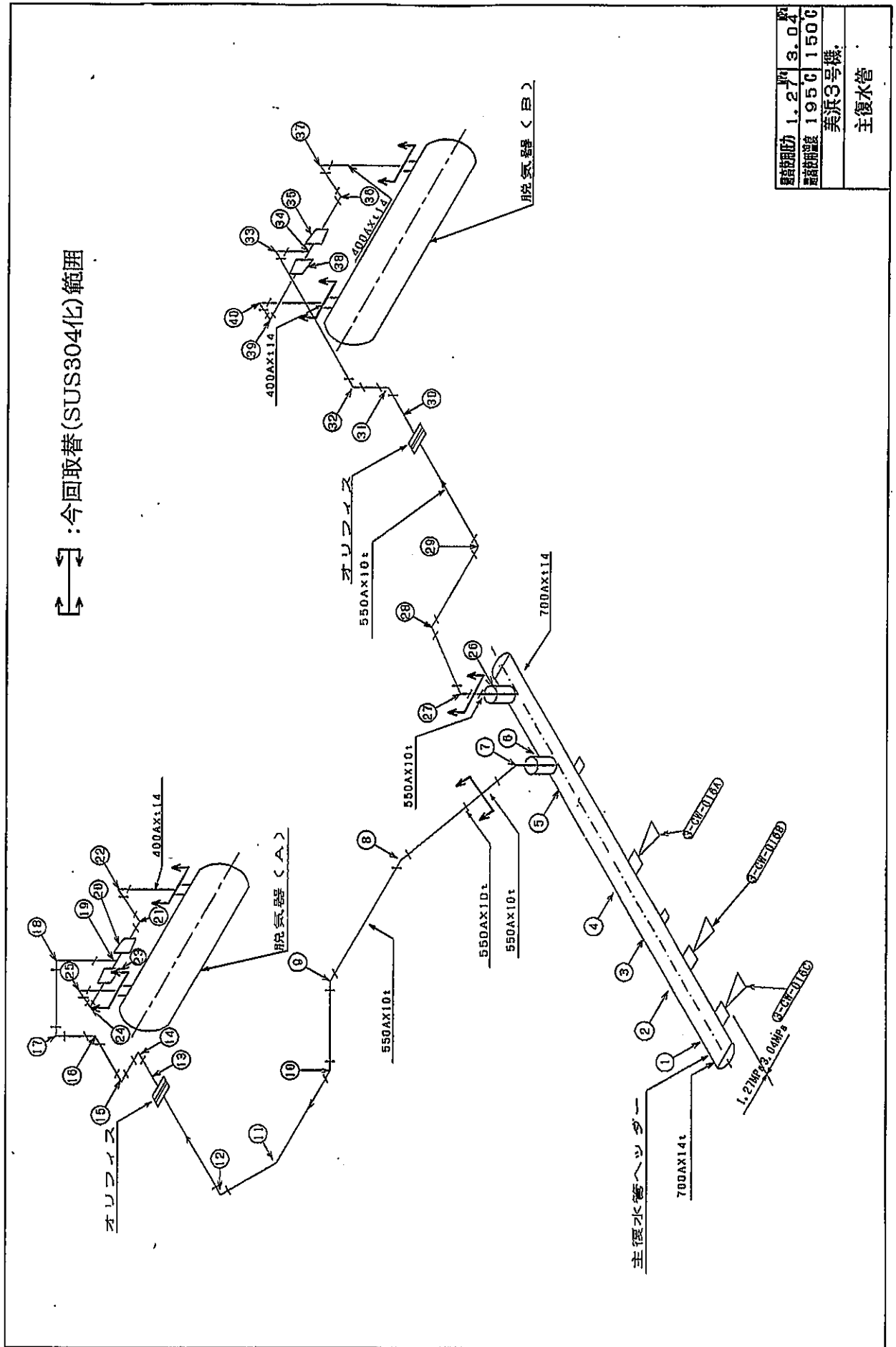
美浜発電所第3号機
蒸気タービンに付属する主配管の
配置の概要を明示した図面
(主復水管) 1/1

関西電力株式会社



添付－3 ステンレス鋼配管取替工事後の配管肉厚測定図
(スケルトン図)

ステンレス鋼配管取替工事後の配管肉厚測定図 (スケルトン図)



ステンレス鋼配管取替工事後の配管肉厚測定部位リスト

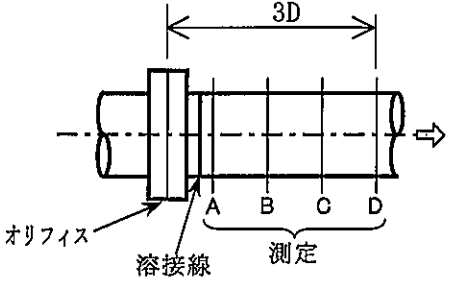
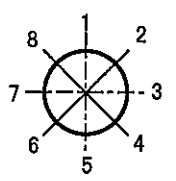
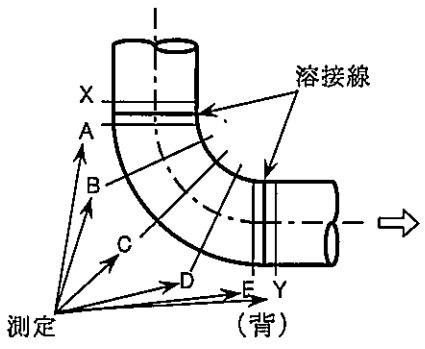
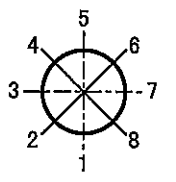
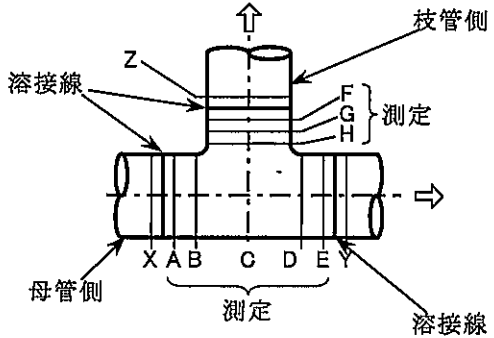
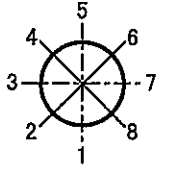
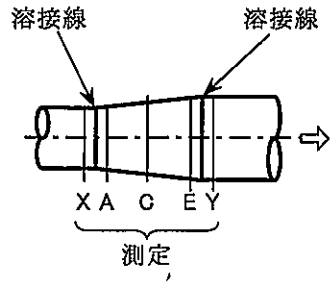
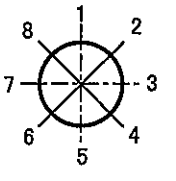
スケルトン No.	点検部位		公称肉厚 (mm)	必要最小厚さ (mm)	仕 様			備 考
					材料	口径	圧力(MPa) /温度(°C)	
1	ティーズ	母管	14.0	5.2	SUS304	700A	1.27/195	
		枝管	14.0	3.1	SUS304	400A	1.27/195	
2	ティーズ	母管	14.0	5.2	SUS304	700A	1.27/195	
		枝管	14.0	3.1	SUS304	400A	1.27/195	
3	ティーズ	母管	14.0	5.2	SUS304	700A	1.27/195	
		枝管	7.1	1.3	SUS304	150A	1.27/195	
4	ティーズ	母管	14.0	5.2	SUS304	700A	1.27/195	
		枝管	14.0	3.1	SUS304	400A	1.27/195	
5	ティーズ	母管	14.0	5.2	SUS304	700A	1.27/195	
		枝管	7.1	2.0	SUS304	250A	1.27/195	
6	ティーズ	母管	14.0	5.2	SUS304	700A	1.27/195	
		枝管	10.0	4.2	SUS304	550A	1.27/195	
7	エルボ		10.0	4.2	SUS304	550A	1.27/195	
8	エルボ		10.0	3.7	SUS304	550A	1.27/195	
9	エルボ		10.0	3.7	SUS304	550A	1.27/195	
10	エルボ		10.0	3.7	SUS304	550A	1.27/195	
11	曲管		10.0	3.7	SUS304	550A	1.27/195	
12	エルボ		10.0	3.7	SUS304	550A	1.27/195	
13	直管		10.0	3.7	SUS304	550A	1.27/195	
14	エルボ		10.0	3.7	SUS304	550A	1.27/195	
15	エルボ		10.0	3.7	SUS304	550A	1.27/195	
16	エルボ		10.0	3.7	SUS304	550A	1.27/195	
17	エルボ		10.0	3.7	SUS304	550A	1.27/195	
18	エルボ		10.0	3.7	SUS304	550A	1.27/195	
19	ティーズ		10.0	3.7	SUS304	550A	1.27/195	
20	レジャーサ	レジャーサ	10.0	2.6	SUS304	550A	1.27/195	
		小径側	14.0	2.6	SUS304	400A	1.27/195	
21	エルボ		14.0	2.7	SUS304	400A	1.27/195	
22	エルボ		14.0	2.7	SUS304	400A	1.27/195	
23	レジャーサ	レジャーサ	10.0	2.6	SUS304	550A	1.27/195	
		小径側	14.0	2.6	SUS304	400A	1.27/195	
24	エルボ		14.0	2.7	SUS304	400A	1.27/195	
25	エルボ		14.0	2.7	SUS304	400A	1.27/195	

ステンレス鋼配管取替工事後の配管肉厚測定部位リスト

スケルトン No.	点検部位		公称肉厚 (mm)	必要最小厚さ (mm)	仕 様			備 考
					材料	口径	圧力(MPa) /温度(°C)	
26	ティーズ	母管	14.0	5.2	SUS304	700A	1.27/195	
		枝管	10.0	4.2	SUS304	550A	1.27/195	
27	エルボ		10.0	3.7	SUS304	550A	1.27/195	
28	エルボ		10.0	3.7	SUS304	550A	1.27/195	
29	エルボ		10.0	3.7	SUS304	550A	1.27/195	
30	直管		10.0	3.7	SUS304	550A	1.27/195	
31	エルボ		10.0	3.7	SUS304	550A	1.27/195	
32	エルボ		10.0	3.7	SUS304	550A	1.27/195	
33	エルボ		10.0	3.7	SUS304	550A	1.27/195	
34	ティーズ		10.0	3.7	SUS304	550A	1.27/195	
35	レジャーサ	レジャーサ	10.0	2.6	SUS304	550A	1.27/195	
		小径側	14.0	2.6	SUS304	400A	1.27/195	
36	エルボ		14.0	2.7	SUS304	400A	1.27/195	
37	エルボ		14.0	2.7	SUS304	400A	1.27/195	
38	レジャーサ	レジャーサ	10.0	2.6	SUS304	550A	1.27/195	
		小径側	14.0	2.6	SUS304	400A	1.27/195	
39	エルボ		14.0	2.7	SUS304	400A	1.27/195	
40	エルボ		14.0	2.7	SUS304	400A	1.27/195	

添付－４ 配管肉厚測定要領

配管肉厚測定要領

 <p style="text-align: center;">直管 (オリフィス下流、逆止弁下流)</p>	<p style="text-align: center;">上流側より見る</p>  <ul style="list-style-type: none"> • A は溶接線近傍 (25mm 以内) • オリフィス~D それぞれの間隙は管直径の寸法 • 測定部位 軸方向で 3D (D: 直径) の範囲の円周方向に 8 点
 <p style="text-align: center;">エルボ (又は曲管)</p>	<p style="text-align: center;">上流側より見る</p>  <ul style="list-style-type: none"> • A、E、X、Y は溶接線近傍 (25mm 以内) • B~D それぞれの間隙は溶接線間を角度等分 • 測定部位 曲げ角度等に応じ 4~6 箇所の円周方向に 8 点
 <p style="text-align: center;">T管 (チーズ)</p>	<p style="text-align: center;">上流側より見る</p>  <ul style="list-style-type: none"> • A、E、F、Z、X、Y は溶接線近傍 (25mm 以内) • B、D、H は曲り部近傍、G は F~H の中間 • 測定部位 母管側で 5 箇所、枝管側で 2~4 箇所の円周方向に 8 点
 <p style="text-align: center;">レギュレーサ</p>	<p style="text-align: center;">上流側より見る</p>  <ul style="list-style-type: none"> • A、E、X、Y は溶接線近傍 (25mm 以内) • C は溶接線間の中間 • 測定部位 軸方向で 3~4 箇所の円周方向に 8 点

添付－5

美浜発電所3号機事故再発防止に係る行動計画を踏まえた配管等の技術基準適合確認における実施事項

美浜発電所3号機事故再発防止に係る行動計画を踏まえた配管等の技術基準適合確認における実施事項

当社は美浜発電所3号機にて発生した2次系配管破損事故を踏まえ、社長の宣言「安全を守る。それは私の使命、我が社の使命」に基づき、安全文化を再構築し、信頼を回復するとの強い決意のもと、「美浜発電所3号機事故再発防止に係る行動計画」（平成17年3月25日発表。以下「行動計画」という。）を策定し、再発防止対策に鋭意取り組んでいるところである。

美浜発電所3号機では、事故の当該プラントであることを勘案し、「原子力設備2次系配管肉厚管理指針（PWR）」に基づく点検対象箇所ならびに知見拡充等により追加した点検箇所の肉厚測定と配管取替を既に完了している。また、事故の熱水、蒸気の影響を受けた機器の補修についても主復水配管の復旧後に実施する脱気器等の修理作業を除き完了しており、今後、当該配管復旧工程に合わせて、機器の修理、通水、試運転を順次行い健全性確認を実施する予定である。

1. 安全を何よりも優先します。

（安全最優先の意識の浸透）

○行動計画の精神を踏まえ、5月16日に品質方針が改正されたことを受けて、全所員へ速やかに周知を行うとともに発電所の品質目標の見直しを5月27日に実施した。

○行動計画策定を受け、行動計画の配布等により周知を図るとともに、その作成に係わったものから所次長、課室長に対しての説明、対話を行い、また、課室長から課室員に対する説明を行うことにより、その精神等について浸透を図っている。

さらに、「安全の確保が最優先」とする安全文化を一人ひとりの意識や行動に根付かせることを目的に、全所員にいかん安全を意識して行動するかを宣言させ、その行動宣言を念頭において業務を遂行させる取り組みを行う計画である。また、原子力事業本部運営にかかる膝詰め対話においては安全最優先で業務を行うための要望事項等について対話を実施している。

（労働安全の確保）

○美浜発電所における安全衛生管理活動は、総括安全衛生管理者（所長）の指揮の下に安全管理体制を確立し、当社社員と協力会社社員が一体となった安全衛生活動を推進している。

（参考）

○労働安全衛生マネジメントシステムを平成16年12月に導入し、美浜発電所所則に基づき、作業に起因する危険又は有害要因に対する対策及び設備に係る危険要因、有害要因に

対する確認と対策を美浜発電所2号機及び1号機の定期検査において実施（試運用）しており、これらについては、安全衛生委員会及び安全衛生協議会の場を通じ、作業員の意見を収集、改善し反映する取り組みを行っている。

- 事故後、直ちに運転中プラントへの立入り制限を行うとともに、安全確保のため電気設備類等（作業用電源、火災報知器、誘導灯、照明、ペーキング、自動扉、エレベータ等）の調査を行い、必要により補修を行った。また、補助蒸気配管の曲管部等については、ステンレス保護板取付等の安全防護策を行い、作業着手前に協力会社作業員に対して避難経路等の説明を行っている。
- 脱気器入口主復水管取替工事についても、上記の観点から作業に起因する危険要因、有害要因を特定するとともに作業行為に関する安全管理を徹底する。なお、当該の作業場所近傍の環境は周辺に高エネルギー配管等の設備に起因する危険要因はない。
- 発電所員を対象とした救急対応教育を計画するとともに救急法救急員等の養成準備を進めており、準備が整い次第、養成を進める。（平成17年7月以降実施中）。

2. 安全のために積極的に資源を投入します。

配管取替工程の策定に当たっては安全最優先の観点からメーカーと十分な協議を行い、現場における作業性や手順の検討を行い、現場での輻輳を避け、安全かつスムーズな作業環境を整備する。今後、工事を実施するに当たり不測の事態が発生した場合の変更においても、メーカーと十分な協議を行っていくこととする。

（安全のための資金投入）

- 設備信頼性向上を目的として、当該破損部を含む主復水配管ヘッダ一部から脱気器入口部までの炭素鋼配管を全て耐食性に優れたステンレス鋼配管へ取替える。
- 労働安全の確保の観点から、協力会社と事前に打ち合わせを実施し、現場施工面での品質を確保するため、足場の設置や屋外揚重設備の設置などの十分な作業環境を整備する。

（安全のための人材確保）

- 2次系配管の検査および取替工事にあたっては専任グループを配置し、肉厚管理の計画、実施、評価、取替工事の管理を行っている。また、力量、資格のあるメーカー作業員を確保する。なお、当社社内基準（2次系配管肉厚管理指針）の内容についての教育は実施済みである。
- マネジメント能力の向上などをねらいとする「第一線職場課長研修」を5月以降実施しているところである。

3. 安全のために保守管理を継続的に改善し、メーカー、協力会社との協業体制を構築します。

- 配管取替工事の目的や重要性、法的位置付け、役割分担などの要求事項について、メーカーへの調達文書において明確にしている。
- 協力会社との円滑なコミュニケーションを図るよう所次長クラスが元請会社毎に懇談を行い、意見・要望を吸い上げている。また、元請会社の所長や下請会社を含めた作業責任者・棒心との意見交換会を定期検査後に計画的に行うとともに、協力会社から出された意見・要望に対して、適切に対応している。
- 協力会社作業員から聴取した改善要望等についても、所内で情報を共有化するとともに、日々の発電所運営の中で設備や運用の改善を図る活動を行っている。また、国内外のトラブル情報等各種情報についても検討・分析し、所内への展開を図るなど、継続的な改善活動を行っている。
- 取替配管の現場工事及び検査に際して、当社の主体的な管理の観点から検査計画、据付後の肉厚測定的全数立会い、評価を実施する。
- 評価に当たっては2次系配管肉厚管理システム（NIPS）を使用するが、NIPSのスケルトン図と管理表の照合機能を活用して点検部位に抜けがないことを確認する。
- 配管取替に伴う配管ルートの変更、材質の変更については、当社社内標準（保修業務所則）に基づきスケルトン図及び管理表の変更管理を実施する。

4. 地元の皆さまからの信頼の回復に努めます。

- 従来から立地町への情報提供として、行政や議会に対する報告会や地元住民に対する各戸訪問、また、地元諸団体への説明会など地元の皆さまとの対話を行っており、今後も引き続き確実に実施していくが、当社幹部の積極的な参加により、地元の皆さまのご意見を直接伺い、皆さまの声を反映した発電所運営および経営に生かしていくことで地元の皆さまからの信頼回復に努める。

5. 安全への取組みを客観的に評価し、広くお知らせします。

- 原子力保全改革委員会で審議した再発防止対策に係る実施計画及び原子力保全改革検証委員における再発防止対策の評価結果について、当社ホームページなどを活用して広くお知らせしている。

以上

美浜発電所における労働安全衛生活動

美浜発電所における安全衛生管理活動は、労働安全衛生マネジメントシステムを平成16年12月に導入し、取り組んでおり、本工事における安全衛生管理については、以下の管理体制等に基づき実施するものとする。

(1) 管理体制

総括安全衛生管理者である所長の指揮の下、機械、電気の両保修部門から発電所課長を各1名（計2名）安全管理者として選任し、技術管理に責任を有する技術系副所長以下、各主管課（室）長を通じたラインによる管理を中心に、安全管理と設備管理を一体として実施できる体制とする。

また、労使による安全衛生委員会を発電所員の意見を反映させる場として中核に位置づけ、総括安全衛生管理者がリーダーシップをとり、安全衛生活動状況等を審議し、安全衛生活動の推進に努める。

(2) 安全衛生教育

各年度毎に策定する「安全衛生教育計画」に基づき、計画的に社内の安全衛生教育を実施するとともに、社外への講習会等に参加する。

また、美浜発電所労働安全衛生管理所達に基づき、安全衛生教育を行う。具体的には、労働安全衛生法に基づく安全衛生教育等、労働安全衛生マネジメントシステムに関する指針に基づき、都度、安全衛生リーダー研修等の自主教育を行う他、QCサークル単位の安全衛生会合において、ヒューマンファクタートレーニングやハットヒヤリ事例集の活用、災害事例の検討等、災害防止に向けた意識啓発のための取り組みを実施する。

(3) 定検作業の安全管理

定検作業の安全管理については、当社社員と協力会社社員が一体となった積極的かつ効果的な安全管理活動を推進する。具体的には、各作業単位ごとに作業安全管理を徹底することとし、TBMの場でヒューマンエラー防止、基本ルール遵守等の注意喚起、KY活動による作業員相互の意見交換を通じて、作業員全員参加の安全管理活動を推進する。

なお、これらの基本的活動を支援するものとして、新規入構者を対象とした入構時安全衛生教育、作業責任者クラスを対象とした定検説明会による安全意識の高揚と注意喚起、

さらには定検作業中における当社と協力会社が一体となった管理監督者による安全パトロールでの不安全要因の指導、改善に努めるとともに、5S運動（整理、整頓、清掃、清潔、躰）の実践徹底を行う。さらに、作業に関する危険又は有害要因の特定及び実施事項の特定の手順「美浜発電所危険又は有害要因の特定及び実施事項の特定手順を定める所則」に基づいて、実施する対象範囲（試運用）を定め、作業に起因する危険又は有害要因に対する対策を徹底するとともに、設備に係る危険要因及び有害要因に対する確認と対策についても実施することとする。また、これら活動については、安全衛生委員会及び安全衛生協議会の場を通じ、労働者の意見を収集し、改善、反映する。なお、定検前準備作業として行っていた作業は、プラント停止後に実施する。

(4) 定期事業者検査中に特に留意する事項

過去の定期検査や最近の労働災害の動向を踏まえ、安全確保に万全を期するため、次の事項について徹底を図る。

- a. 高所作業時における安全意識の喚起と安全対策の徹底
- b. 厳正な作業管理の再徹底
 - (a) 作業責任者に対して次の事項を再徹底する。
 7. 作業責任者の心得
 - イ. 安全作業指示書の書き方
 - ウ. TBMの勘どころ
 - (b) 作業員に対して作業責任者の指示事項、作業計画書記載事項等の遵守を再徹底する。
- c. 火気使用の作業がある場合には、定例ミーティング時に火災防止等について注意事項の周知徹底を図る。
- d. 構内で危険物を取り扱う場合は、関係法令を遵守のうえ、構内で決められたルールを守り、取扱いには細心の注意を払う。
- e. 他サイト等で発生した災害事例を各協力会社に周知するとともに、必要に応じ水平展開を図り、同種・類似災害の撲滅に努める。

以 上