

大飯発電所 第 3 号機
加圧器スプレイライン配管修繕工事に係る
設計及び工事計画認可申請について

補足説明資料

関西電力株式会社

枠組みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

目 次

1. 工事概要.....	補-1
2. 設計及び工事計画認可申請書の手続き.....	補-13
3. 設計及び工事計画認可申請書における適用条文及び 添付書類の整理について..	補-14
4. JSME 規格変更に伴う申請内容への影響確認について	補-24
5. 管台加工に伴う影響確認について.....	補-26
6. 1次冷却材管4B加圧器スプレイ管台の耐震評価について.....	補-44
7. 原子炉冷却材圧力バウンダリに属する配管に対する LBB 成立性評価について..	補-53
8. 品質マネジメントシステムにおける不適合管理に係る対応.....	補-76
9. 加圧器スプレイ配管溶接部の有意な指示に係る対応と 適用規格を踏まえた対応の整理について..	補-85
10. 工事計画認可申請における適用基準及び 適用規格の記載の考え方について..	補-87

参考 法令関係

- 参考1 実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則 別表第一（抜粋）
- 参考2 発電用原子炉施設の工事計画に係る手続きガイドの
制定について（抜粋）
- 参考3 実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則 別表第二（抜粋）
- 参考4 既工認（新規制一括工認）本文及び添付資料（抜粋）
- 参考5 日本機械学会「発電用原子力設備規格 設計・建設規格（2012年版）」
〈第1編 軽水炉規格〉（JSME S NC1-2012）に関する技術評価書の策定
について（平成26年8月6日 原規技発第1408062号）（抜粋）
- 参考6 日本機械学会「発電用原子力設備規格 材料規格（2012年版）」（JSME
S NJ1-2012）に関する技術評価書の策定について（平成26年8月6
日 原規技発第1408062号）（抜粋）
- 参考7 日本機械学会「発電用原子力設備規格 溶接規格（2012年版/2013年
追補）」（JSME S NB1-2012/2013）に関する技術評価書の策定について
（平成27年2月4日 原規技発第1502041号）（抜粋）
- 参考8 日本機械学会「発電用原子力設備規格 維持規格（2012年版/2013年
追補/2014年追補）」（JSME S NA1-2012/2013/2014）に関する技術評
価書の策定について（令和元年6月5日 原規技発第1906051号）（抜
粋）
- 参考9 既工認（新規制一括工認）耐震性に関する説明書（抜粋）
- 参考10 日本機械学会「発電用原子力設備規格 維持規格（2012年版/2013
年追補/2014年追補）」（JSME S NA1-2012/2013/2014）（抜粋）
- 参考11 日本機械学会「発電用原子力設備規格 材料規格（2012年版）」（JSME
S NJ1-2012）（抜粋）
- 参考12 日本電気協会「原子力発電所配管防護設計技術指針」（JEAG 4613-
1998）（抜粋）及び 日本機械学会「発電用原子力設備規格 配管破
損防護設計規格」（JSME S ND1-2002）（抜粋）
- 参考13 「大飯発電所3号機 加圧器スプレイライン配管溶接部での事象へ
の対応について（2月12日 公開会合）」（抜粋）

1. 工事概要

1. 1 工事理由

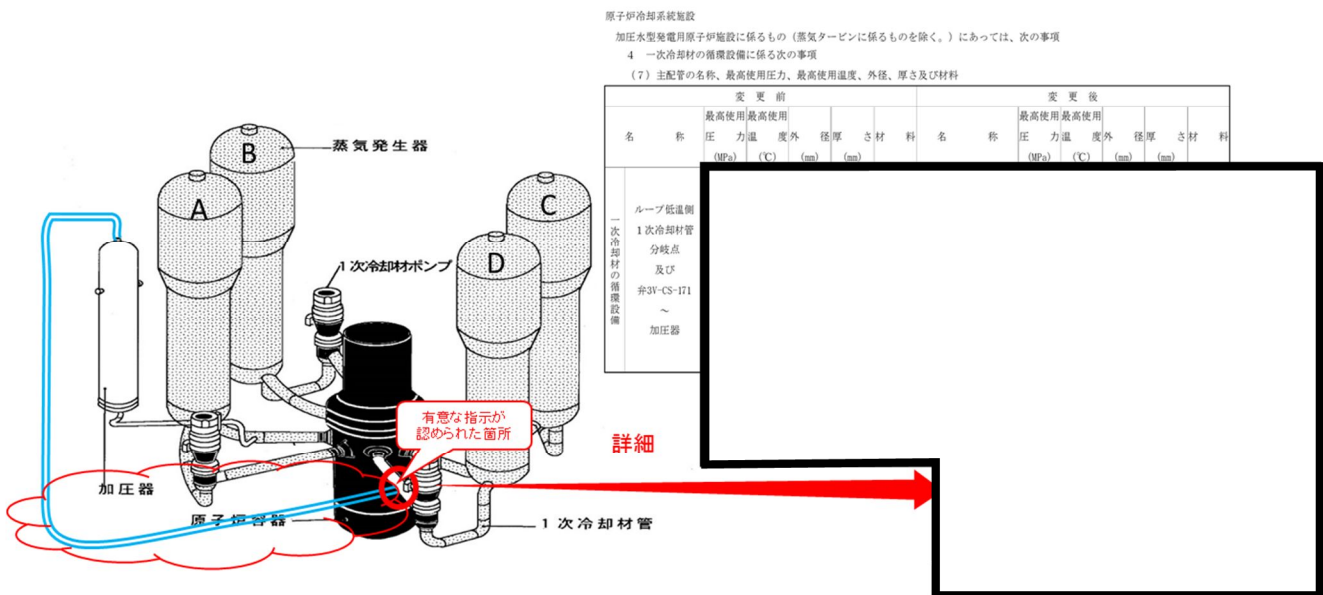
大飯発電所第3号機の第18回定期事業者検査として実施した超音波探傷検査において、加圧器スプレイラインの1次冷却材管台と加圧器スプレイ配管の溶接部付近に有意な指示が認められたことから、当該箇所の取替えを行う。

1. 2 工事内容

- 現地施工性を踏まえ、当該指示範囲を含んだ範囲（Dループ 加圧器スプレイライン配管※1）について、同材料、同仕様（外径、厚さ）の配管取替を実施する。
- 取替えにあたっては、現地施工性を踏まえた範囲として計画し、機械加工により形成された表層（シンニング部※2）については、加工硬化の低減を図る加工方法またはバフ研磨による表層の引張残留応力の改善を図る手法を用いる。
- 溶接方法については、過大な初層溶接入熱とならない全層 Tig 溶接を用いる。

※1：加圧器圧力が上昇した際に加圧器スプレイ弁を開き低温側配管から1次冷却材を加圧器気相部へスプレイされ蒸気を一部凝縮し、圧力上昇を抑制する。

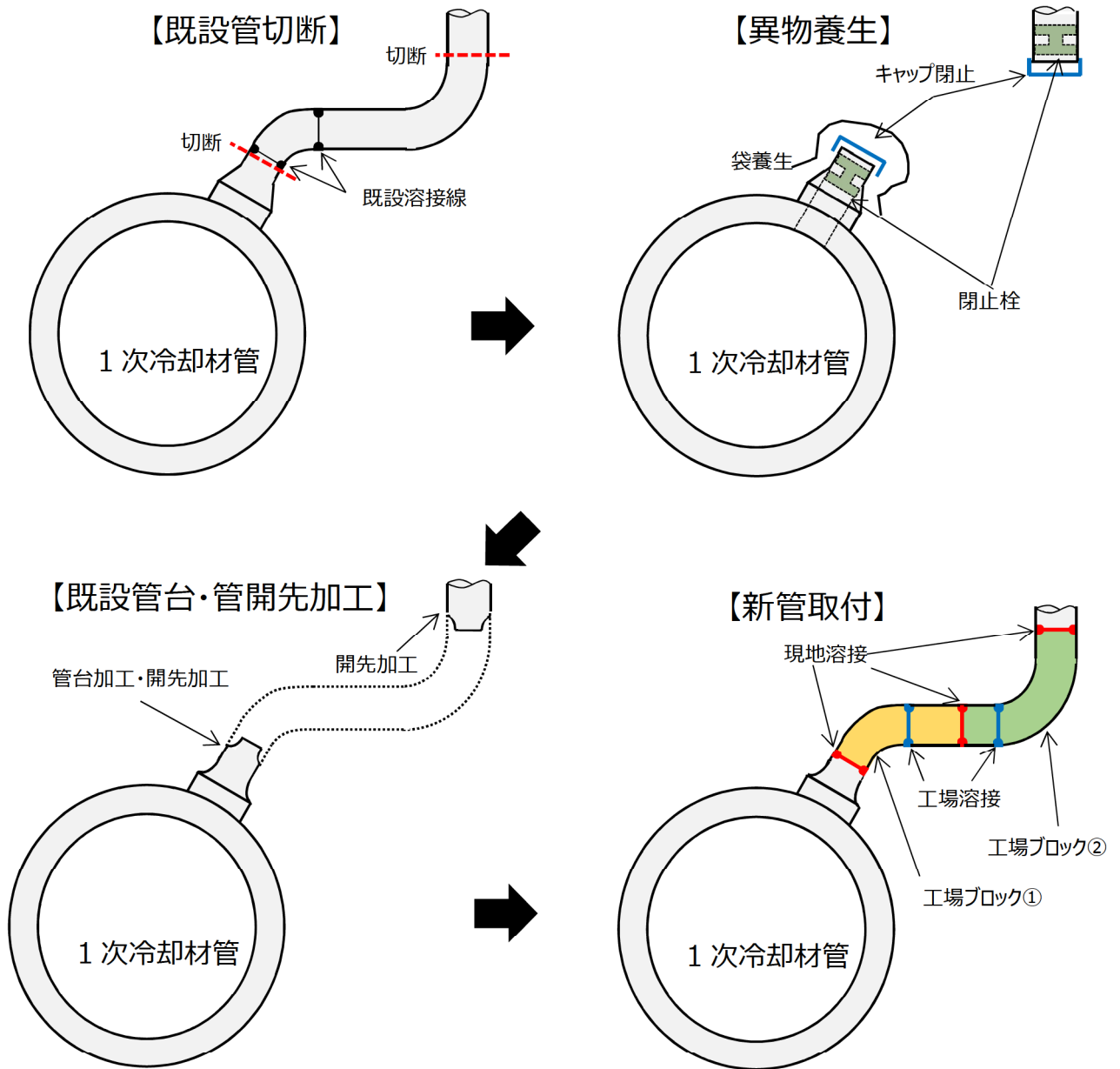
※2：配管同士を接続する際に、溶接部となる配管の内面を切削した部分



□: 枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

1. 3 現地取替工事の概要

現地取替工事は、既設管切断後、配管養生、管台加工、開先加工を実施し、新管を取付ける。配管の溶接にあたっては、Tig 溶接にて施工し、溶接部へ非破壊検査を実施する。

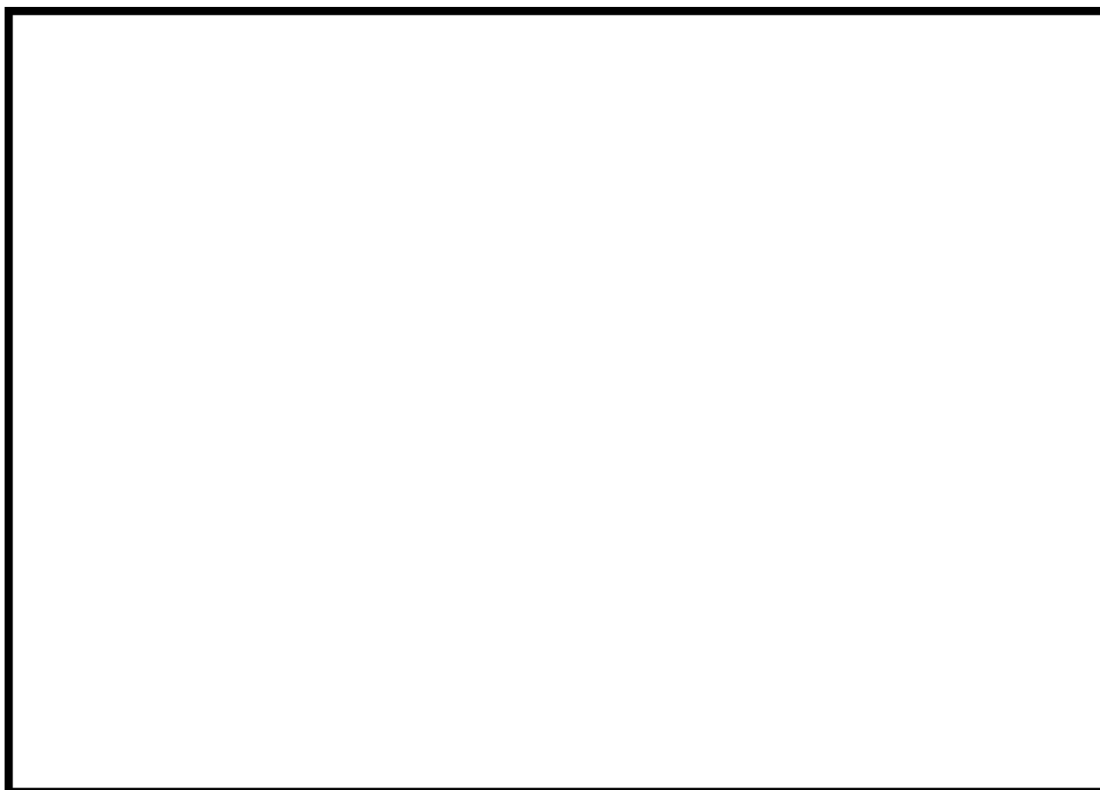


加圧器スプレイ配管 現地取替方法 (イメージ図)


配管取替えに伴って、ルート変更を行うものではないが、管台加工に伴い下図のとおり若干の寸法変更が生じる。なお、サポートの追加など他の変更はない。



加圧器スプレイ配管 アイソメ図（変更前）



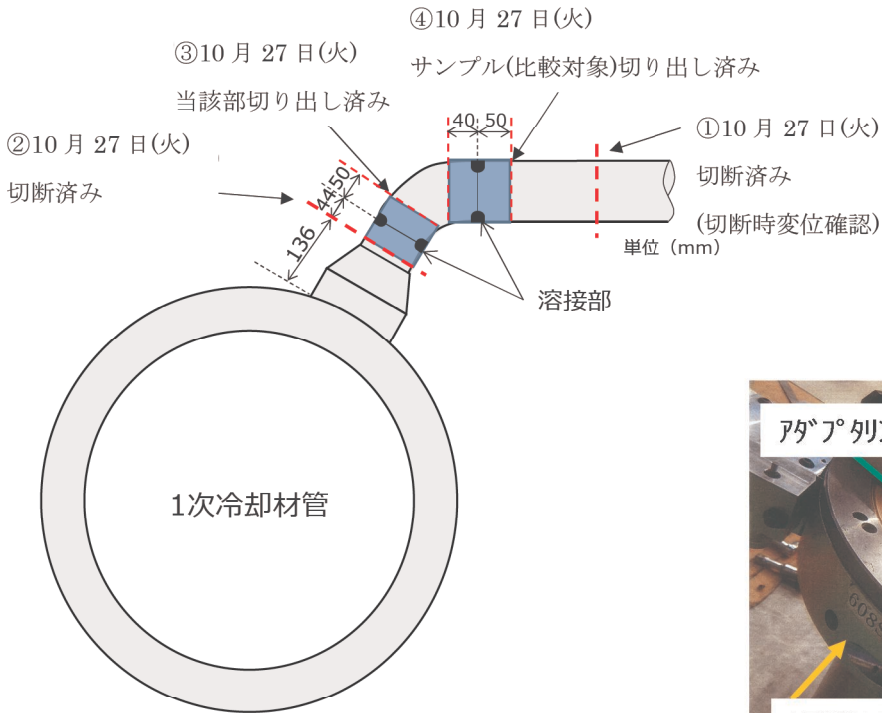
加圧器スプレイ配管 アイソメ図（変更後）

: 枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

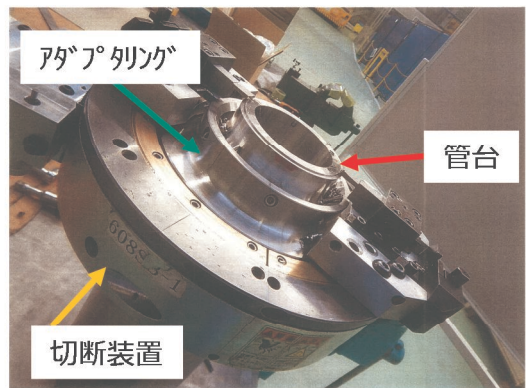
(1) 配管切断の概要

今後の破面調査等のため、有意な指示が認められた箇所および比較対象とするサンプルの切り出しを現地にて行う。

加圧器スプレイ配管 現地切断方法



【切断工具写真】



※加圧器スプレイ配管管台部 表面線量当量率
(10月20日測定)
約 4.200mSv/h
約 0.540mSv/h at 0.5m
約 0.240mSv/h at 1.0m

【管台部 切断工程】

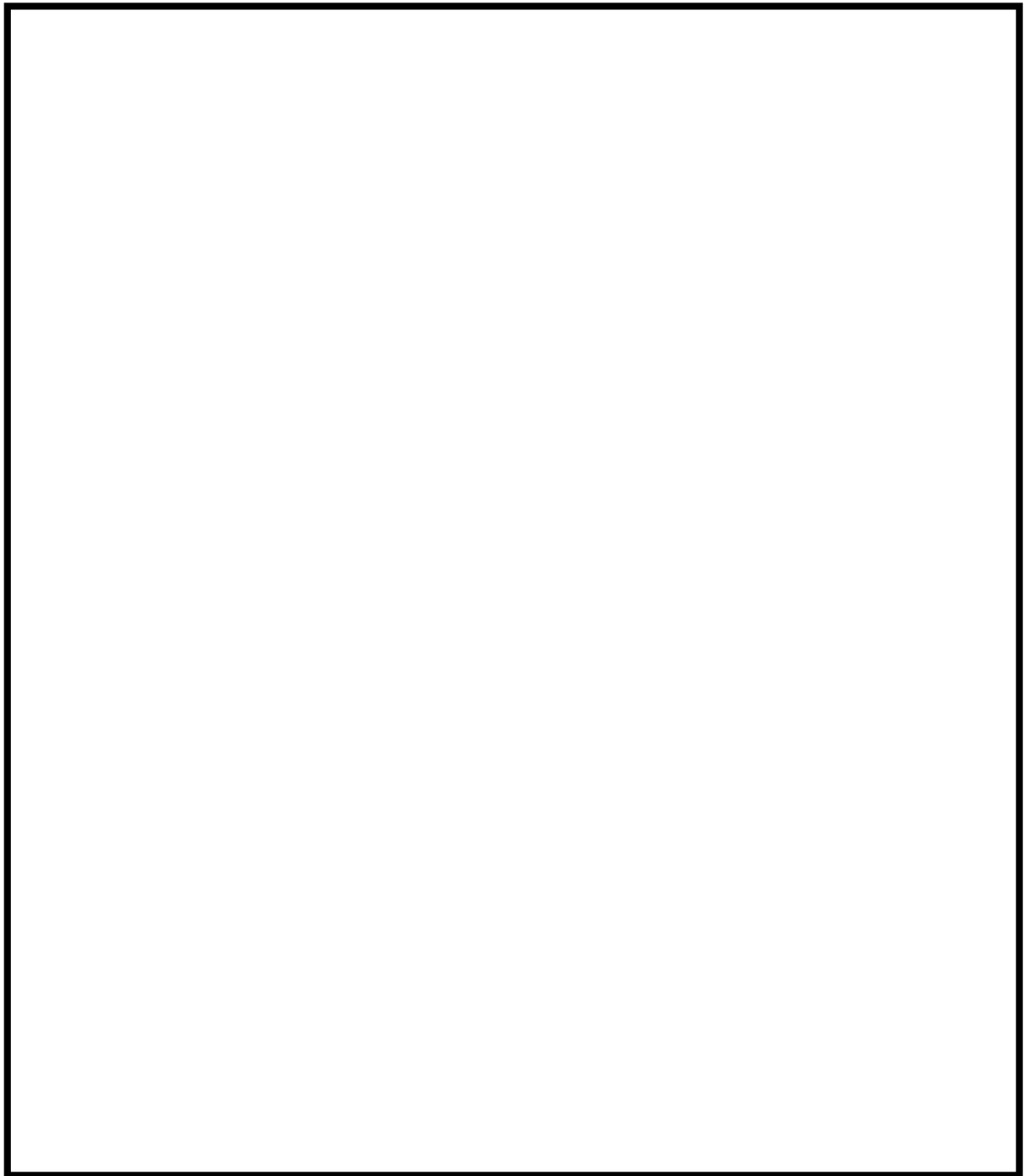
第1工程	第2工程	第3工程
切断仕上げ位置のマーキング	切断加工 (肉厚 2mm 残し) ・2つ割れアダプタリングを介して、切断装置を2分割で取付する。	ローラカッターによる押切加工 ・肉厚を約2mm程度残した状態でローラカッターに交換し、押切を実施する。

1次冷却材管や当該配管に影響がないよう従前より使用している機械的な方法 (バイト、ローラカッター) により切断する


(2) 管台加工の概要

配管取替えに伴い、下図のとおり管台を加工する。管台加工にあたっては、溶接部の超音波探傷検査の体積試験の範囲※を踏まえた寸法とすることから、取替後において、超音波探傷検査は実施可能である。

※溶接止端部から母材側へ 10mm までの範囲（維持規格に基づく）



加圧器スプレイ配管 管台加工図

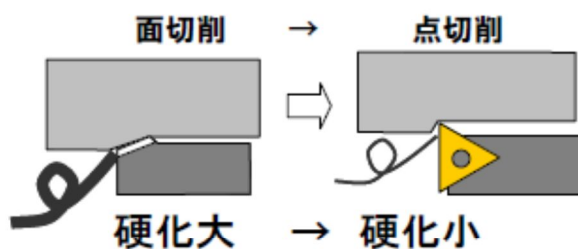
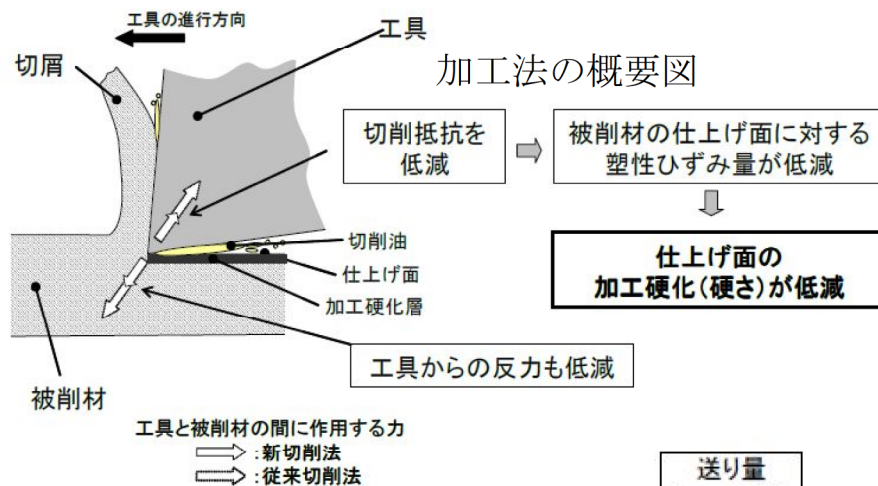
 :枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

(3) 加工硬化の低減を図る加工方法及び表層の引張残留応力の改善を図る手法の概要

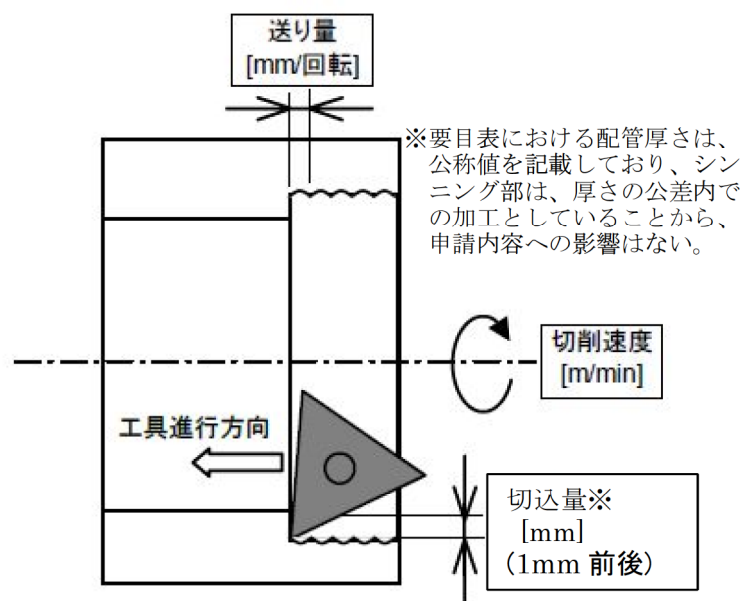
配管取替えにあたっては、表層の硬化による応力腐食割れの発生防止のために、今回の工事範囲において、配管内表面の機械加工として加工硬化の低減を図る加工方法を用いる。

<加工硬化の低減を図る加工方法の概要>

- ・ シンニング部硬度上昇の要因は、機械加工に伴う塑性ひずみの生成である。この塑性ひずみ量を低減することにより、硬さの上昇は抑えられる。
- ・ 塑性ひずみは、切削抵抗を抑えることにより低減できるため、加工に用いる工具や加工条件を最適化することにより、硬度上昇の抑制が可能である。
- ・ 硬化層が形成されにくい加工法（硬くなり難い加工法）では、バイトによる面切削ではなく鋭角な切削チップによる点切削を採用すると共に、主な加工条件（切削速度、送り量、切込量）を自動制御により調整（切込み量は治具を用いて設定）し、切削抵抗を抑えて硬化層の形成を抑制している。
- ・ 本加工法が開発された 2010 年以降の配管改造工事に採用されている加工法である。



切削工具の選定



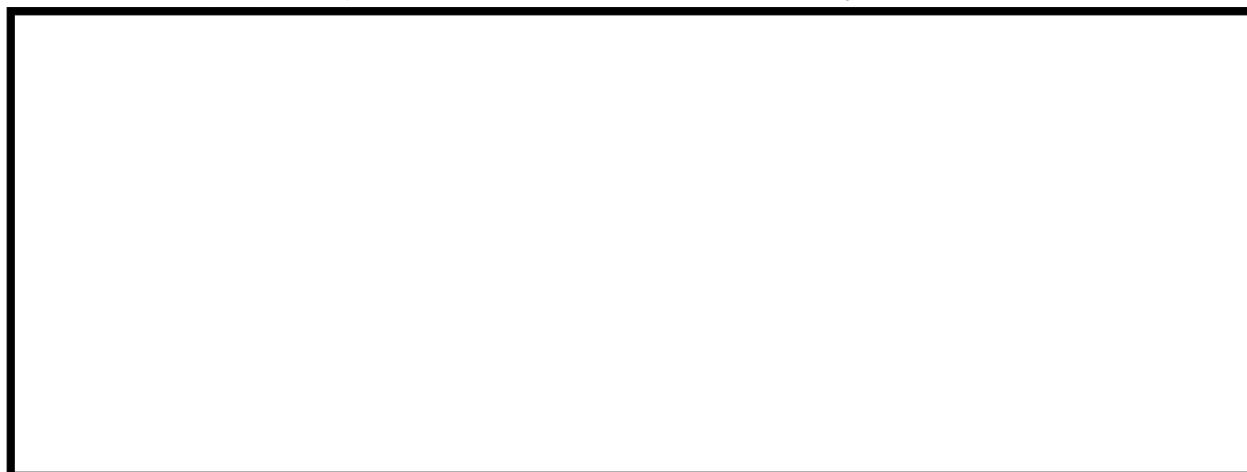
主な加工条件

: 枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

また、今回の工事範囲において、加工硬化の低減を図る加工方法を適用できない既設管台については、機械の取り合いの都合から加工硬化の低減を図る加工方法を行う装置が取付けられないため、引張残留応力の改善を図るバフ研磨を行う。

＜表層の引張残留応力の改善を図る手法の概要＞

- ・シンニング部の機械加工により発生する表層の引張残留応力の改善を図る手法を用いる。
- ・表層の引張残留応力を改善する手法では、以下に示す指定の加工工具・施工要領に従い、手持ち工具でのバフ研磨により表層の引張残留応力が圧縮側へ改善される。なお、本手法が開発された 2010 年以降の配管改造工事に採用されている手法である。



本工事の取替範囲における建設当時の取替実績、取替に伴う工法は、下記のとおりであり、加工硬化の低減を図る加工方法及び表層の引張残留応力の改善を図る手法は、下記に示すとおり本工事から適用する。

なお、有意な指示が認められた箇所は、取替実績はなく建設時に施工した溶接部である。

施工に係る工法の適用有無

	建設時	本工事
加工硬化の低減を図る加工方法	×	○ ①～⑤の 5 箇所 (①はエルボ側のみ)
表層の引張残留応力の改善を図る手法	×	○ ①の 1 箇所 (①の管台側のみ※)

○：適用あり

×：適用なし



※：既設管台におけるシンニング加工は、従来から採用している開先加工機により面切削による加工を実施（切削速度は減圧弁の調整によりモータを制御、送り量・切込量は治具を用いて設定）後、手持ち工具でのバフ研磨による応力改善を図る。なお、シンニング加工範囲には、既存のシンニング部（既設管台のシンニング部：約 6mm）を含めて、配管寸法公差の範囲内で再度シンニング加工を行う。

：枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

過去、クラス1配管において、加工硬化の低減を図る加工方法及び表層の引張残留応力の改善を図る手法を採用した実績は、下記に示すとおりである。

- 加工硬化の低減を図る加工方法採用実績

美浜2号機（#27定検、2011年）加圧器スプレイライン、加圧器逃がしライン

美浜3号機（#25定検、2011年）加圧器スプレイライン、SIS注入ライン（RCPB）

高浜2号機（#27定検、2011年）加圧器スプレイライン

高浜3号機（#20定検、2010年）加圧器スプレイライン

高浜4号機（#20定検、2011年）加圧器スプレイライン、SIS低温側注入ライン（RCPB）

大飯2号機（#23定検、2010年）余熱除去ポンプ入口ライン（RCPB）

- 表層の引張残留応力の改善を図る手法採用実績

高浜1号機（#27定検、2011年）：加圧器サージ配管

高浜2号機（#26定検、2010年）：加圧器サージ配管

高浜3号機（#19定検、2009年）：加圧器サージ配管、加圧器逃がし配管、
加圧器安全弁配管、加圧器スプレイ配管

高浜4号機（#19定検、2010年）：加圧器サージ配管、加圧器逃がし配管、
加圧器安全弁配管、加圧器スプレイ配管

大飯3号機（#15定検、2011年）：加圧器サージ配管、加圧器逃がし配管、
加圧器安全弁配管、加圧器スプレイ配管

大飯4号機（#14定検、2011年）：加圧器サージ配管、加圧器逃がし配管、
加圧器安全弁配管、加圧器スプレイ配管

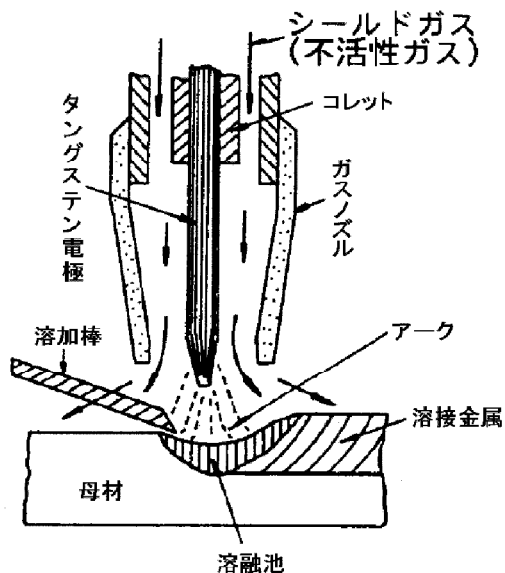
(4) 溶接方法：Tig (Tungsten Inert Gas) 溶接

不活性ガス中でタングステンの電極棒を使用してアークを発生させ、アーク中で別の溶接棒を溶融して溶接する方法。

Tig 溶接は溶接内の不純物が低くなり、溶金部の延性、耐食性が優れている。

当該工事では、不活性ガスにアルゴン、溶接棒に SUS316 系材料を使用して溶接する。

Tig 溶接



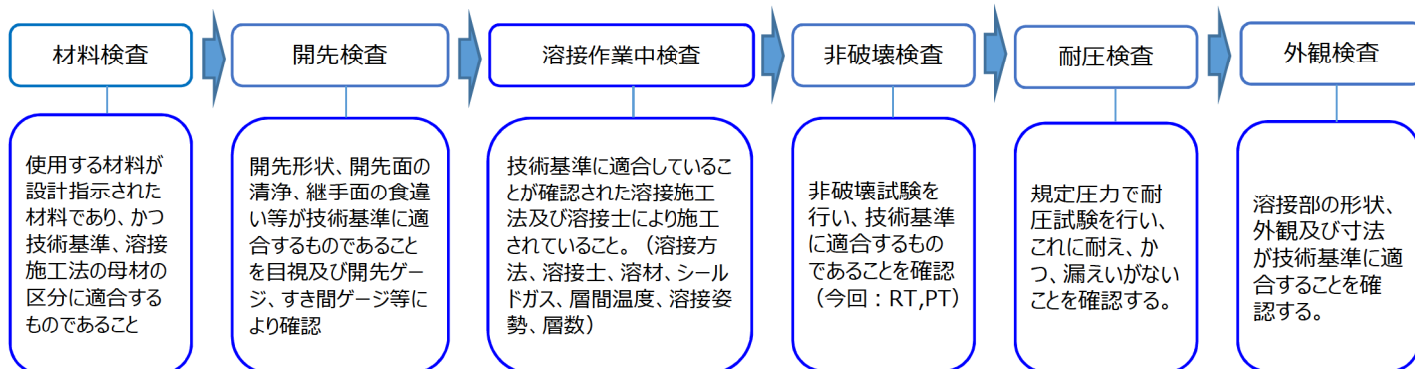
溶接部に対する主な健全性確認

内容	判定基準
PT(最終面)	割れによる浸透指示模様がないこと。
RT	JIS Z 3104の付属書4「透過写真によるきずの像の分類方法」の1類であること。
耐圧試験	最高使用圧力17.16MPaの1.25倍(21.45MPa)の圧力にて漏えいしないこと。
UT	有意な欠陥指示がないこと。

開先等の形状に配慮し不連続で特異な形状としないことや溶接施工時には著しい引張残留応力が発生しないように適切な溶接条件、溶接順序等を採用する。

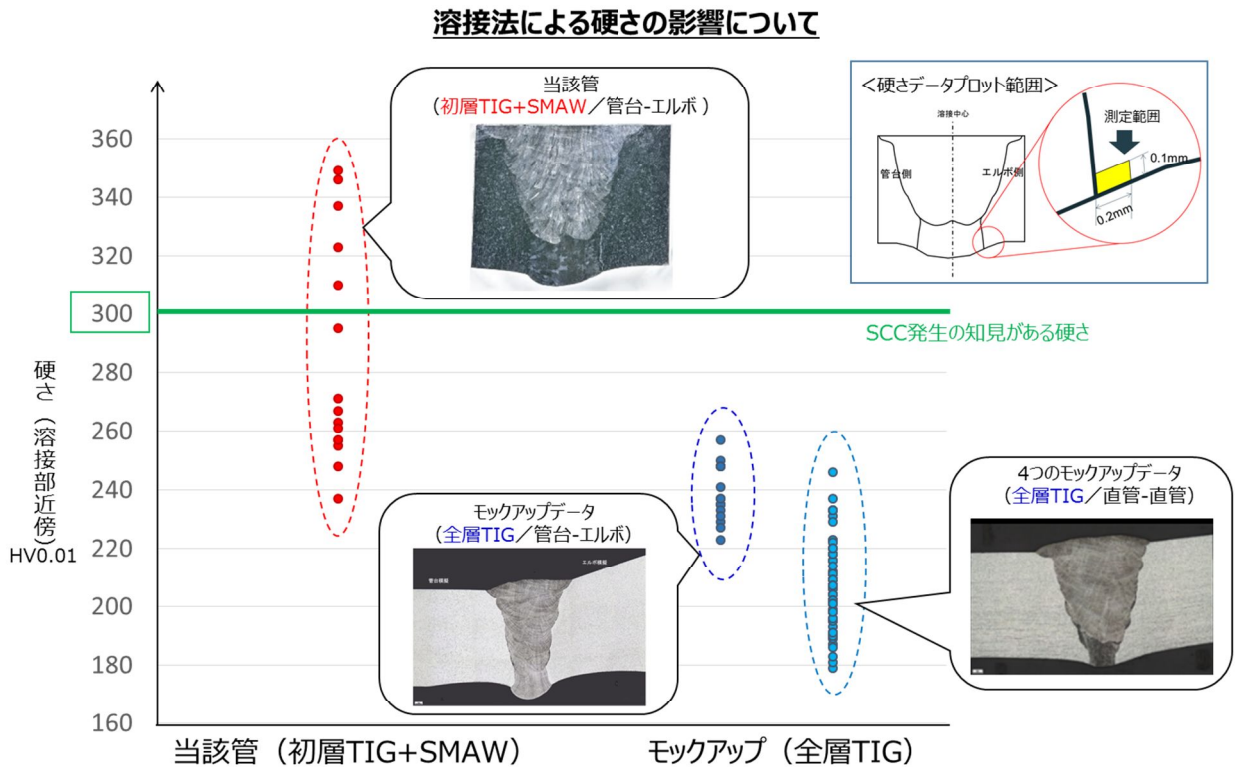
なお、溶接部に対しては、使用前事業者検査(溶接)において、従来と同様、以下のとおり各施工段階に応じた検査を行うよう適切に管理する。

溶接施工時の確認事項



また、有意な指示が確認された溶接部の破面調査結果等については「大飯発電所3号機 加圧器スプレライン配管溶接部での事象への対応について（1月29日・2月4日 公開会合）」において、下記事項を説明済みである。

- ・今回事象は、過大な溶接入熱（若手による丁寧かつ慎重な溶接や手入れ溶接の可能性を含む）に加え、形状による影響で、表層近傍において特異な硬化が生じ、この特異な硬化部と応力が影響したことにより発生した特異な事象であること。
- ・全層 TIG 溶接において、通常の溶接条件の範囲であれば、過大な初層溶接入熱の抑制が図られること。



以上のことから、今回の特異な事象の対策として、工事範囲において全層 TIG 溶接を用いる。なお、溶接に当たっては、通常の溶接条件の範囲で溶接施工を行うことに加え、以下のとおり対応する。

- ・事前に溶接技能トレーニングを行い、溶接施工技能を有する溶接士にて施工する。
- ・溶接作業前の TBM 等にて、溶接施工における注意点等を再度確認した後に溶接を行う。

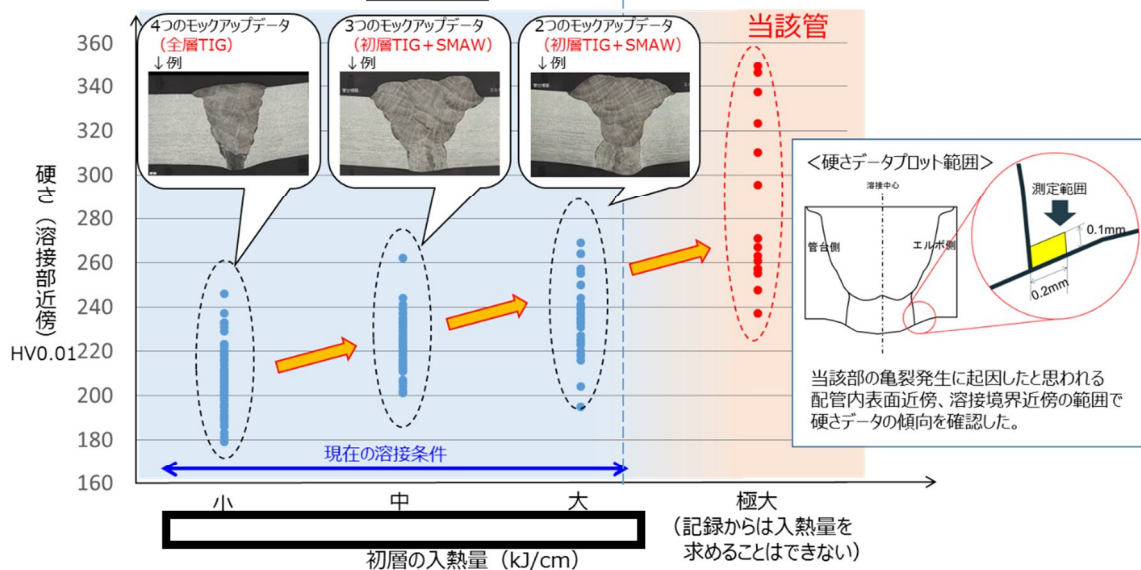
<具体的な取り組み内容>

a. トレーニング内容

- ・溶接士は、工場にてトレーニングを行う。また、入熱量を管理する目的を、溶接士に教育する。
- ・トレーニングは、現地の配管仕様と同じものとし、例えば、今回の工事においては、オーステナイト系ステンレス鋼の 4B×sch160 とする。また、開先形状についても、現地と同じ U 形標準開先とする。



- ・溶接姿勢は、施工中に溶接姿勢が変化することを踏まえ、全姿勢溶接（管を水平固定で溶接）とする。
 - ・溶接電流は通常の初層 Tig 溶接で適用される [] とし、この範囲で溶接中の電圧・溶接速度から、入熱量が [] 以下※であることをモックアップにより確認する。
 - ・また、溶接後、目視にて裏波に溶込み不良やアンダカットが生じていないことを確認する。
- ※入熱量は、熱影響範囲、溶接による塑性ひずみ量に影響を与え、過大であると耐 SCC 性への懸念があることから、モックアップで 300HV 以下と確認できた入熱量上限値（例：当該管サイズ（4B）であれば [] 程度）を設定する。



[] : 枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

b. 溶接前確認内容

- 作業要領書の打ち合わせ時に入熱量を管理する目的を周知するとともに、事前トレーニングを実施した溶接施工技能を有する溶接士が従事することを確認する。
- 溶接作業前の TBM 等にて、入熱量上限値を超えて溶接してはいけない溶接部であること、及び、溶接施工における注意点等を再度確認する。

2. 設計及び工事計画認可申請書の手続き

本工事の取替範囲は、原子炉冷却系統施設であり必要な手続きは以下のとおり。本工事の申請にあたっては、特重施設の申請実績を踏まえ、最新版の適用規格を採用する。

- 炉規制法に基づく工事計画の手続き：

炉規則 別表1中欄の「原子炉冷却系統施設の基本設計方針、適用基準又は適用規格の変更を伴うもの」※に該当することから、工事計画の認可申請を行う。(参考1、2)

※：本申請においては、日本機械学会「発電用原子力設備規格 溶接規格 (JSME S NB1-2012/2013)」、「発電用原子力設備規格 材料規格 (JSME S NJ1-2012)」及び「発電用原子力設備規格 維持規格 (JSME S NA1-2012/2013/2014)」の適用に伴う変更を行う。
- 電事法に基づく工事計画の手続き：

保安に関する命令 別表1下欄の「一次冷却材の循環設備に係るものの取替え」に該当することから、工事計画の届出を行う。

要目表

		変更前					変更後					
名称		最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料	名称	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料
一次冷却材の循環設備	ループ低温側 1次冷却材管 分岐点 及び 弁3V-CS-171 ~ 加圧器											

基本設計方針、適用基準及び適用規格

変更前	変更後
<ul style="list-style-type: none"> ・ JSME S NC1-2005/2007 (発電用原子力設備規格 設計・建設規格) ・ JSME S NB1-2007 発電用原子力設備規格 溶接規格 ・ 発電用原子力設備規格 設計・建設規格 (2012年版) (第I編 軽水炉規格) JSME S NC1-2012 (日本機械学会) ・ 機械工学便覧「材料力学」 	<ul style="list-style-type: none"> ・ JSME S NC1-2005/2007 (発電用原子力設備規格 設計・建設規格) ・ JSME S NB1-2007 発電用原子力設備規格 溶接規格 ・ JSME S NB1-2012/2013 発電用原子力設備規格 溶接規格 ・ 発電用原子力設備規格 設計・建設規格 (2012年版) (第I編 軽水炉規格) JSME S NC1-2012 (日本機械学会) ・ JSME S NJ1-2012 発電用原子力設備規格 材料規格 ・ JSME S NA1-2012/2013/2014 発電用原子力設備規格 維持規格 ・ 機械工学便覧「材料力学」

 : 枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

3. 設計及び工事計画認可申請における適用条文及び添付書類の整理について

(1) 適用条文等の整理について

大飯発電所第3号機加圧器スプレイライン配管修繕工事に係る設計及び工事計画認可申請にあたり、「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」（以下「技術基準」という。）の条文について第1表に整理すると共に、適合性の確認が必要となる条文を明確にする。

なお、本申請においては、平成29年8月25日付け原規規発第1708254号にて認可された設備リスト等（参考4）により技術基準の第三章重大事故等対処施設に係る条文の適用は受けないことから記載を省略する。

【凡例】

- ：適用条文であり、今回の申請で適合性を確認する必要がある条文
- △：適用条文であるが、既に適合性が確認されている条文、又は工事計画に係る内容に影響を受けないことが明確に確認できる条文
- ×：適用を受けない条文

第1表 適用条文の整理結果 (1/5)

技術基準規則	適用要否判断	理由
第二章 設計基準対象施設		
第4条 設計基準対象施設の地盤	△	設計基準対象施設の地盤については、平成29年8月25日付け原規規発第1708254号にて認可の工事計画（以下、「既工事計画」という）において適合性が確認されており、本工事において、本設備の設置地盤を変更する、また影響を与える工事ではなく、既工事計画の設計内容に変更はないため、審査対象条文とならない。
第5条 地震による損傷の防止	○	変更を行う設備が、耐震性に影響がないことを確認する必要があるため、変更の工事の内容（本申請書）に関連し、審査対象条文である。また、耐震性の評価におけるJSME材料規格2012年版の適用は、変更の工事の内容（本申請書）に関連する。
第6条 津波による損傷の防止	△	津波による損傷の防止については、既工事計画において適合性が確認されており、本工事において既工事計画から設計内容に変更はなく、津波による損傷の防止に係る設計は変更の工事の内容（本申請書）に関係しないため、審査対象条文とならない。
第7条 外部からの衝撃による損傷の防止	△	外部からの衝撃による損傷の防止については、既工事計画において適合性が確認されており、本工事において既工事計画から設計内容に変更はなく、外部からの衝撃による損傷の防止に係る設計は変更の工事の内容（本申請書）に関係しないため、審査対象条文とならない。
第8条 立ち入りの防止	△	立ち入りの防止については、工場、事業所（発電所）に対する要求であり、既工事計画において適合性が確認されていることから、本工事は、立ち入りの防止に関係しないため、既工事計画から設計内容に変更はなく、審査対象条文とならない。
第9条 発電用原子炉施設への人の不法な侵入等の防止	△	発電用原子炉施設への人の不法な侵入等の防止については、工場、事業所（発電所）に対する要求であり、既工事計画において適合性が確認されていることから、本工事は、発電用原子炉施設への人の不法な侵入等の防止に関係しないため、既工事計画から設計内容に変更はなく、審査対象条文とならない。

第1表 適用条文の整理結果 (2/5)

技術基準規則	適用要否判断	理由
第10条 急傾斜地の崩壊の防止	△	急傾斜地の崩壊の防止については、既工事計画において適合性が確認されており、本工事は、設置位置の変更はなく、急傾斜地崩壊危険区域でない地域に設備を施設する設計内容は変わらないことから、既工事計画から設計内容に変更はなく、急傾斜地の崩壊の防止に係る設計は変更の工事の内容（本申請書）に関係しないため、審査対象条文とならない。
第11条 火災による損傷の防止	△	火災による損傷の防止については、既工事計画において適合性が確認されており、既工事計画から設計内容に変更はなく、火災による損傷の防止に係る設計は変更の工事の内容（本申請書）に関係しないため、審査対象条文とならない。
第12条 発電用原子炉施設内における溢水等による損傷の防止	△	溢水による損傷の防止については、既工事計画において適合性が確認されており、既工事計画から設計内容に変更はなく、溢水による損傷の防止に係る設計は変更の工事の内容（本申請書）に関係しないため、審査対象条文とならない。
第13条 安全避難通路等	△	安全避難通路等については、既工事計画において適合性が確認されており、既工事計画から設計内容に変更はなく、安全避難通路等に係る設計は変更の工事の内容（本申請書）に関係しないため、審査対象条文とならない。
第14条 安全設備	○	変更を行う設備は、安全設備に該当する。通常運転時、運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故時において、必要な機能が発揮できることを確認する必要があるため、変更の工事の内容（本申請内容）に関連し、審査対象条文である。
第15条 設計基準対象施設の機能	○	変更を行う設備は、設計基準対象施設に該当する。設計基準対象施設としての機能を有することを確認する必要があるため、変更の工事の内容（本申請内容）に関連し、審査対象条文である。
第16条 全交流動力電源喪失対策設備	×	全交流動力電源喪失対策設備に対する要求であり、本設備は、全交流電源喪失対策設備に該当しないため、審査対象条文とならない。
第17条 材料及び構造	○	変更を行う設備が、材料及び構造を有することを確認する必要があるため、変更の工事の内容（本申請内容）に関連し、審査対象条文である。また、材料及び構造の評価におけるJSME材料規格2012年版、JSME溶接規格2012/2013年版、JSME維持規格2012/2013/2014年版の適用は、変更の工事の内容（本申請書）に関連する。

第1表 適用条文の整理結果 (3/5)

技術基準規則	適用要否判断	理由
第18条 使用中の亀裂等による破壊の防止	△	使用中の亀裂等による破壊の防止について、変更を行う設備はクラス機器であり適合条文であるが、維持段階での要求であるため、審査対象条文とならない。
第19条 流体振動等による損傷の防止	○	変更を行う設備は、一次冷却系統に係る管に該当する。流体振動等による損傷の防止については、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設計としていることを確認する必要があるため、変更の工事の内容（本申請内容）に関連し、審査対象条文である。
第20条 安全弁等	×	安全弁等に対する要求であり、本設備は、安全弁等に該当しないため、審査対象条文とならない。
第21条 耐圧試験等	△	耐圧試験等について、変更を行う設備はクラス機器であり適合条文であるが、使用前検査段階での要求であることから、審査対象条文とならない。
第22条 監視試験片	×	容器の中性子照射による劣化に対する要求であり、本設備は、容器の中性子照射による劣化に該当しないため、審査対象条文とならない。
第23条 炉心等	×	炉心等に対する要求であり、本設備は、炉心等に該当しないため、審査対象条文とならない。
第24条 熱遮蔽材	×	熱遮蔽材に対する要求であり、本設備は、熱遮蔽材に該当しないため、審査対象条文とならない。
第25条 一次冷却材	×	1次冷却材に対する要求であり、本設備は、1次冷却材に該当しないため、審査対象条文とならない。
第26条 燃料取扱設備及び燃料貯蔵設備	×	燃料取扱施設や貯蔵施設に対する要求であり、本設備は、燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設に該当しないため、審査対象条文とならない。
第27条 原子炉冷却材圧力バウンダリ	○	変更を行う設備は、原子炉冷却材圧力バウンダリに該当する。循環設備等としての機能を満足する設計としていることを確認する必要があるため、変更の工事の内容（本申請内容）に関連し、審査対象条文である。

第1表 適用条文の整理結果 (4/5)

技術基準規則	適用要否判断	理由
第28条 原子炉冷却材圧力バウンダリの隔離装置等	×	原子炉冷却材圧力バウンダリの隔離装置・検出装置に対する要求であり、本設備は、原子炉冷却材圧力バウンダリの隔離装置・検出装置に該当しないため、審査対象条文とならない。
第29条 一次冷却材処理装置	×	1次冷却材処理装置に対する要求であり、本設備は、1次冷却材処理装置に該当しないため、審査対象条文とならない。
第30条 逆止め弁	×	放射性物質を含まない流体を導く管への逆止め弁に対する要求であり、本設備は、逆止め弁に該当しないため、審査対象条文とならない。
第31条 蒸気タービン	×	蒸気タービンに対する要求であり、本設備は、蒸気タービンに該当しないため、審査対象条文とならない。
第32条 非常用炉心冷却設備	×	非常用炉心冷却設備に対する要求であり、本設備は、非常用炉心冷却設備に該当しないため、審査対象条文とならない。
第33条 循環設備等	△	変更を行う設備は、循環設備等に該当する。循環設備等については、既工事計画において適合性が確認されており、既工事計画から設計内容に変更はなく、変更の工事の内容（本申請内容）に関係しないため、審査対象条文とならない。
第34条 計測装置	×	計測装置に対する要求であり、本設備は、計測装置に該当しないため、審査対象条文とならない。
第35条 安全保護装置	×	安全保護装置に対する要求であり、本設備は、安全保護装置に該当しないため、審査対象条文とならない。
第36条 反応度制御系統及び原子炉停止系統	×	反応度制御系統及び原子炉停止系に対する要求であり、本設備は、反応度制御系統及び原子炉停止系統に該当しないため、審査対象条文とならない。
第37条 制御材駆動装置	×	制御材駆動装置に対する要求であり、本設備は、制御材駆動装置に該当しないため、審査対象条文とならない。
第38条 原子炉制御室等	×	原子炉制御室等に対する要求であり、本設備は、原子炉制御室等に該当しないため、審査対象条文とならない。

第1表 適用条文の整理結果 (5/5)

技術基準規則	適用要否判断	理由
第39条 廃棄物処理設備等	×	廃棄物処理設備等に対する要求であり、本設備は、廃棄物処理設備等に該当しないため、審査対象条文とならない。
第40条 廃棄物貯蔵設備等	×	廃棄物貯蔵設備等に対する要求であり、本設備は、廃棄物貯蔵設備等に該当しないため、審査対象条文とならない。
第41条 放射性物質による汚染の防止	×	放射性物質による汚染の防止に対する要求であり、本設備は、放射性物質による汚染の防止に該当しないため、審査対象条文とならない。
第42条 生体遮蔽等	×	生体遮蔽等に対する要求であり、本設備は、生体遮蔽等に該当しないため、審査対象条文とならない。
第43条 換気設備	×	換気設備に対する要求であり、本設備は、換気設備に該当しないため、審査対象条文とならない。
第44条 原子炉格納施設	×	原子炉格納施設に対する要求であり、本設備は、原子炉格納施設に該当しないため、審査対象条文とならない。
第45条 保安電源設備	×	保安電源設備に対する要求であり、本設備は、保安電源設備に該当しないため、審査対象条文とならない。
第46条 緊急時対策所	×	緊急時対策所に対する要求であり、本設備は、緊急時対策所に該当しないため、審査対象条文とならない。
第47条 警報装置等	×	警報装置等に対する要求であり、本設備は、警報装置等に該当しないため、審査対象条文とならない。
第48条 準用	×	補助ボイラー、電気設備等の準用が適用される設備に対する要求であり、本設備は、準用に係る設計に該当しないため、審査対象条文とならない。

(2) 添付する書類の整理について

大飯発電所第3号機加圧器スプレライン配管修繕工事に係る設計及び工事計画認可申請に添付する書類について、「実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則」に基づき、第2表に整理する。

第2表 本申請における添付資料の要否(1/4)

施設区分	添付書類名称 ※実用炉規則別表第二に要求のない添付資料	今回の添付の有無 ※ DB、SA を防護する設備			添付書類の添付の考え方
		3号機			
		DB	SA	防護する設備※	
施設共通	送電関係一覧図	×	×	×	本工事計画は送電関係設備を含まないため添付しない。
	急傾斜地崩壊危険区域内において行う制限工事に係る場合は、当該区域内の急傾斜地（急傾斜地の崩壊による災害の防止に関する法律第二条第一項に規定するものをいう。以下同じ。）の崩壊の防止措置に関する説明書	×	×	×	本工事計画は急傾斜地崩壊危険区域内での工事ではないため添付しない。
	工場又は事業所の概要を明示した地形図	×	×	×	本工事計画は地形図の変更を伴わないため添付しない。
	主要設備の配置の状況を明示した平面図及び断面図	×	×	×	当該図面は、「設置の工事」又は、「基数の増加」時に発電所全体の主要設備の配置図として添付するものであり、本工事計画は「変更の工事」であり、個別施設ごとの配置を明示した図面で確認できるため、添付しない。
	単線結線図（接地線（計器用変成器を除く。）については電線の種類、太さ及び接地の種類も併せて記載すること。）	×	×	×	本工事計画は非常用電源設備を含まないため添付しない。
	新技術の内容を十分に説明した書類	×	×	×	本工事計画は技術基準規則及びその解釈に基づかない設備を施設しないため添付しない。
	発電用原子炉施設の熱精算図	×	×	×	本工事計画は発電用原子炉施設の熱精算に影響を与えないため添付しない。
	熱出力計算書	×	×	×	本工事計画は原子炉の熱出力に影響を与えないため添付しない。
	発電用原子炉の設置の許可との整合性に関する説明書	○	×	×	設置変更許可の許可事項が、工事計画に申請事項として記載されていること及びそれらの技術基準への適合性を明確にするため添付する。
	排気中及び排水中の放射性物質の濃度に関する説明書	×	×	×	本工事計画は排気中及び排水中の放射性物質の濃度に影響を与えないため添付しない。
	人が常時勤務し、又は頻繁に出入する工場又は事業所内の場所における線量に関する説明書	×	×	×	本工事計画は周辺監視区域、保全区域及び管理区域の設定方法並びに管理区域への出入管理等の変更を伴わないため添付しない。
発電用原子炉施設の自然現象等による損傷の防止に関する説明書	×	×	×	本工事計画は既設建屋内でのDB施設の改造であること及び防護施設等を変更しないことから、既工認で評価した防護設計に影響を与えないことは明らかであるため、添付しない。	

第2表 本申請における添付資料の要否(2/4)

施設区分	添付書類名称 ※実用炉規則別表第二に要求のない添付資料	今回の添付の有無 ※ DB、SA を防護する設備			添付書類の添付の考え方
		3号機			
		DB	SA	防護する設備※	
原子炉冷却系統施設	放射性物質により汚染するおそれがある管理区域（第二条第二項第四号に規定する管理区域のうち、その場所における外部放射線に係る線量のみが同号の規定に基づき告示する線量を超えるおそれがある場所を除いた場所をいう。）並びにその地下に施設する排水路並びに当該排水路に施設する排水監視設備及び放射性物質を含む排水を安全に処理する設備の配置の概要を明示した図面	×	×	×	本工事計画は排水監視設備及び放射性物質を含む排水を安全に処理する設備を含まないため添付しない。
	取水口及び放水口に関する説明書	×	×	×	本工事計画は取水口及び放水口を含まないため添付しない。
	設備別記載事項のうち、容量又は注入速度、最高使用圧力、最高使用温度、個数、再結合効率、加熱面積、伝熱面積、揚程又は吐出圧力、原動機出力、外径、閉止時間、漏えい率、制限流量、落下速度、駆動速度及び挿入時間、効率、吹出圧力、慣性定数、回転速度半減時間、慣性モーメント、設定破裂圧力並びに設計温度の設定根拠に関する説明書	○	×	×	本工事計画は左記施設別記載事項の変更を伴う改造を含むため添付する。
	環境測定装置（放射線管理用計測装置に係るものを除く。）の構造図及び取付箇所を明示した図面	×	×	×	本工事計画は環境測定装置を含まないため添付しない。
	クラス1機器（技術基準規則第二条第二項第三十三号ロに規定するクラス1機器をいう。）及び炉心支持構造物の応力腐食割れ対策に関する説明書（クラス1機器にあつては、支持構造物を含めて記載すること。）	○	×	×	本工事計画はクラス1機器の応力腐食割れ対策に関する適合性を説明するため添付する。
	安全設備（技術基準規則第二条第二項第九号に規定する安全設備をいう。）及び重大事故等対処設備（設置許可基準規則第二条第二項第十四号に規定する重大事故等対処設備をいう。）が使用される条件の下における健全性に関する説明書	○	×	×	本工事計画は安全設備が使用される環境条件等の適合性を説明するため添付する。
	発電用原子炉施設の火災防護に関する説明書	×	×	×	本工事計画は不燃性材料を採用し改造するため、既工認で評価した防護設計に影響を与えないことは明らかであるため添付しない。
	発電用原子炉施設の溢水防護に関する説明書	×	×	×	本工事計画は溢水の影響を受けない静的機器である配管及び逆止弁を改造することから、既工認で評価した防護設計に影響を与えないことは明らかであるため添付しない。
	発電用原子炉施設の蒸気タービン、ポンプ等の損壊に伴う飛散物による損傷防護に関する説明書	×	×	×	本工事計画は蒸気タービン及びポンプの改造を含まないため添付しない。

第2表 本申請における添付資料の要否(3/4)

施設区分	添付書類名称 ※実用炉規則別表第二に要求のない添付資料	今回の添付の有無 ※ DB、SA を防護する設備			添付書類の添付の考え方
		3号機			
		DB	SA	防護する設備※	
原子炉冷却系統施設	通信連絡設備に関する説明書及び取付箇所を明示した図面	×	×	×	本工事計画は通信連絡設備の改造を含まないため添付しない。
	安全避難通路に関する説明書及び安全避難通路を明示した図面	×	×	×	本工事計画は既設建屋内での改造であること及び既設建屋の避難通路を変更しないことから、既工認で評価した防護設計に影響を与えないことは明らかであるため添付しない。
	非常用照明に関する説明書及び取付箇所を明示した図面	×	×	×	本工事計画は既設建屋内での改造であること及び既設建屋の非常用照明を変更しないことから、既工認で評価した防護設計に影響を与えないことは明らかであるため添付しない。
	原子炉冷却系統施設に係る機器の配置を明示した図面及び系統図	○	×	×	本工事計画は原子炉冷却系統施設の改造であるため添付する。
	蒸気タービンの給水処理系統図	×	×	×	本工事計画は原子炉冷却系統施設の蒸気タービンを含まないため添付しない。
	耐震性に関する説明書(支持構造物を含めて記載すること。)	○	×	×	本工事計画は原子炉冷却系統施設の改造であるため添付する。
	強度に関する説明書(支持構造物を含めて記載すること。)	○	×	×	本工事計画は原子炉冷却系統施設の改造であるため添付する。
	構造図	×	×	×	本工事計画は配管の取替であり、弁等の構造図を要する設備の取替は含まないため添付しない。
	原子炉格納容器内の原子炉冷却材又は一次冷却材の漏えいを監視する装置の構成に関する説明書、検出器の取付箇所を明示した図面並びに計測範囲及び警報動作範囲に関する説明書	×	×	×	本工事計画は原子炉格納容器内の原子炉冷却材又は一次冷却材の漏えいを監視する装置等を含まないため添付しない。
	蒸気発生器及び蒸気タービンの基礎に関する説明書及びその基礎の状況を明示した図面	×	×	×	本工事計画は蒸気発生器及び原子炉冷却系統施設の蒸気タービンの変更は伴わないため添付しない。
	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	○	×	×	本工事計画は流体振動又は温度変動による損傷の防止への適合性を説明するため添付する。
	非常用炉心冷却設備その他原子炉注水設備のポンプの有効吸込水頭に関する説明書	×	×	×	本工事計画は原子炉冷却系統施設の非常用炉心冷却設備その他原子炉注水設備のポンプを含まないため添付しない。
	蒸気タービンの制御方法に関する説明書	×	×	×	本工事計画は原子炉冷却系統施設の蒸気タービンを含まないため添付しない。
	蒸気タービンの振動管理に関する説明書	×	×	×	本工事計画は原子炉冷却系統施設の蒸気タービンを含まないため添付しない。
蒸気タービンの冷却水の種類及び冷却水として海水を使用しない場合は、可能取水量を記載した書類	×	×	×	本工事計画は原子炉冷却系統施設の蒸気タービンの冷却水を含まないため添付しない。	

第2表 本申請における添付資料の要否(4/4)

施設区分	添付書類名称 ※実用炉規則別表第二に要求のない添付資料	今回の添付の有無 ※ DB、SA を防護する設備			添付書類の添付の考え方
		3号機			
		DB	SA	防護する設備※	
原子炉冷却系統施設	安全弁及び逃がし弁の吹出量計算書(パネ式のものに限る。)	×	×	×	本工事計画は原子炉冷却系統施設の安全弁及び逃がし弁を含まないため添付しない。
	設計及び工事に係る品質マネジメントシステムに関する説明書	○	×	×	本工事計画は原子炉冷却系統施設の改造であるため添付する。

4. JSME 規格変更に伴う申請内容への影響確認について

4. 1 設計・建設規格、材料規格

- 本工事の取替範囲の耐震・強度評価について、既工認では、JSME 設計・建設規格 2005/2007 年版、本申請では JSME 設計・建設規格 2012 年版、JSME 材料規格 2012 年版での評価を実施した。
- 既工認と本申請の評価内容の差異は、下表のとおりであり、評価条件変更に伴う評価結果について、影響はないことを確認した。

工認資料名	既工認 (JSME 設計・建設規格 2005/2007 年版)	本申請 (JSME 設計・建設規格 2012 年版、 JSME 材料規格 2012 年版)	規格変更に伴う評価結果への影響																				
耐震性に関する説明書	<p><評価条件> SSB-3131 ・ボルト材の応力評価に呼び径を採用 [例]U ボルト： [] SSB-3131 (1) ・ボルト材の許容引張応力：$ft=F/2$ を採用 付録材料図表 Part6 表 1 ・縦弾性係数： [] 付録材料図表 Part6 表 2 ・熱膨張係数 [] 付録材料図表 Part5 表 1</p> <p>・設計応力強さ (Sm)：114(114.8)MPa <Ss 評価結果> 発生値/許容値</p> <p>・ボルト</p> <table border="0"> <tr><td>引張応力</td><td>27MPa/84MPa</td></tr> <tr><td>せん断応力</td><td>22MPa/65MPa</td></tr> <tr><td>組合せ応力</td><td>61MPa/118MPa</td></tr> </table> <p>・配管</p> <table border="0"> <tr><td>一次+二次応力</td><td>716MPa/344MPa (簡易弾塑性解析 404MPa/4881MPa)</td></tr> <tr><td>疲労累積係数</td><td>0.36944/1.0</td></tr> </table>	引張応力	27MPa/84MPa	せん断応力	22MPa/65MPa	組合せ応力	61MPa/118MPa	一次+二次応力	716MPa/344MPa (簡易弾塑性解析 404MPa/4881MPa)	疲労累積係数	0.36944/1.0	<p><評価条件> 設計・建設規格 SSB-3131 ・ボルト材の応力評価に軸部断面積の 75% を採用 [例]U ボルト： [] 設計・建設規格 SSB-3131 (1) ・ボルト材の許容引張応力：$ft=F/1.5$ を採用 材料規格 Part3 第 2 章 表 1 ・縦弾性係数： [] 材料規格 Part3 第 2 章 表 2 ・熱膨張係数： [] 材料規格 Part3 第 1 章 表 1</p> <p>・設計応力強さ (Sm)：114(114.5)MPa <Ss 評価結果> 発生値/許容値</p> <p>ボルト</p> <table border="0"> <tr><td>引張応力</td><td>35MPa/111MPa</td></tr> <tr><td>せん断応力</td><td>29MPa/64MPa</td></tr> <tr><td>組合せ応力</td><td>81MPa/156MPa</td></tr> </table> <p>・配管</p> <table border="0"> <tr><td>一次+二次応力</td><td>711MPa/343MPa (簡易弾塑性解析 401MPa/4881MPa)</td></tr> <tr><td>疲労累積係数</td><td>0.41058/1.0</td></tr> </table>	引張応力	35MPa/111MPa	せん断応力	29MPa/64MPa	組合せ応力	81MPa/156MPa	一次+二次応力	711MPa/343MPa (簡易弾塑性解析 401MPa/4881MPa)	疲労累積係数	0.41058/1.0	<p>呼び径から軸部断面積への変更： 実機に近い算出方法への見直しによる変更であり、評価結果として発生値、許容値の変更となり、保守的な結果となる。</p> <p>熱膨張係数の変更： ASME 規格の反映による変更であり、評価結果として発生値の変更となり、相対変位に影響を与え、解析の節点毎に異なった結果となる。</p> <p>設計応力強さの変更： ASME 規格の反映による変更であり、評価結果として許容値の変更となり、保守的な結果となる。</p>
引張応力	27MPa/84MPa																						
せん断応力	22MPa/65MPa																						
組合せ応力	61MPa/118MPa																						
一次+二次応力	716MPa/344MPa (簡易弾塑性解析 404MPa/4881MPa)																						
疲労累積係数	0.36944/1.0																						
引張応力	35MPa/111MPa																						
せん断応力	29MPa/64MPa																						
組合せ応力	81MPa/156MPa																						
一次+二次応力	711MPa/343MPa (簡易弾塑性解析 401MPa/4881MPa)																						
疲労累積係数	0.41058/1.0																						
強度に関する説明書	<p><評価条件> 付録材料図表 Part6 表 1 ・縦弾性係数 [] 付録材料図表 Part6 表 2 ・熱膨張係数 [] 付録材料図表 Part5 表 1 ・設計応力強さ (Sm)：114(114.8)MPa 付録材料図表 Part5 表 8 ・設計降伏点 (Sy)：127MPa</p> <p><評価結果> 発生値/許容値 一次+二次応力 297MPa/349MPa</p>	<p><評価条件> 材料規格 Part3 第 2 章 表 1 ・縦弾性係数 [] 材料規格 Part3 第 2 章 表 2 ・熱膨張係数 [] 材料規格 Part3 第 1 章 表 1 ・設計応力強さ (Sm)：114(114.5)MPa 材料規格 Part3 第 1 章 表 6 ・設計降伏点 (Sy)：127MPa</p> <p><評価結果> 発生値/許容値 一次+二次応力 293MPa/347MPa</p>	<p>熱膨張係数の変更、設計応力強さの変更： 上記と同様</p>																				

なお、JSME 設計・建設規格 2012 年版の技術評価書を参考 5、JSME 材料規格 2012 年版の技術評価書を参考 6 に示す。

[] : 枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

4. 2 溶接規格

資料3「クラス1機器の応力腐食割れ対策に関する説明書」の応力腐食割れ発生の抑制策のうち発生応力の項目において、溶接施工に関しては、JSME 溶接規格 2012/2013 年版に基づき十分な品質管理を行うこととしている。また、資料6「強度に関する説明書」の別添「原子炉冷却材圧力バウンダリに属する配管に対する LBB 成立性評価結果に関する説明書」の前提条件の説明において、構造健全性への適合性について説明しており、品質管理の項目において、製作に関しては、JSME 溶接規格 2012/2013 年版に基づき実施することとしている。

一方、適用年度版の変更においては、溶接後熱処理を実施する場合の非破壊試験実施時期の明確化や、耐圧代替非破壊試験の種類明確化、耐圧試験規定の設計・建設規格との整合等の変更がなされた。なお、JSME 溶接規格 2012/2013 年版の技術評価書を参考7に示す。

以上のことから、適用年度変更により本申請内容への影響はないものであると考えており、後段の製作や検査段階においては、JSME 溶接規格 2012/2013 年版に基づき行っていくものである。

4. 3 維持規格

資料6「強度に関する説明書」の別添「原子炉冷却材圧力バウンダリに属する配管に対する LBB 成立性評価結果に関する説明書」の前提条件の説明において、構造健全性への適合性について説明しており、品質管理の項目において、試験・検査に関しては、JSME 維持規格 2012/2013/2014 年版に基づき実施することとしている。

一方、適用年度版の変更に伴い、関連規格の引用年版、供用期間中検査実施可能時期、検査プログラムの規定追加等の変更がなされた。なお、JSME 維持規格 2012/2013/2014 年版の技術評価書を参考8に示す。

以上のことから、適用年度変更により本申請内容への影響はないものであると考えており、後段の検査段階においては、JSME 維持規格 2012/2013/2014 年版に基づき行っていくものである。

また、本申請における維持規格の位置付けについては、以下のとおりである。

<本申請における維持規格の位置付け>

資料6「強度に関する説明書」は技術基準17条への適合性について説明するものであり、強度評価において事故時荷重を考慮する想定事象の一つに「1次冷却材喪失事故」を挙げている。「1次冷却材喪失事故」における配管破断の最大口径は3Bであることの妥当性を別添「原子炉冷却材圧力バウンダリに属する配管に対する LBB 成立性評価結果に関する説明書」により示しており、3B以下の配管は破断、3Bを超える配管は漏えいするものと想定し、その際に発生する事故時荷重を考慮した強度評価を行っている。

これらの配管のLBB成立性評価については、JEAG4613(原子力発電所配管破損防護設計技術指針)に基づくものとし、LBB適用の前提条件において、構造健全性の観点から品質管理として供用前/供用期間中検査を実施することが要求されている。

供用前/供用期間中検査に関しては、維持規格に基づき実施することとしていることから、技術基準17条への適合性を説明する上で間接的に紐づいているものである。なお、当該配管の維持規格における試験カテゴリは「B-J B9.11 配管の同種金属溶接継手(呼び径100A以上:周継手)」である。

5. 管台加工に伴う影響確認について

5. 1 配管モデル解析における影響

①ループ解析への影響

ループ解析モデルにおいて、母管に対して分岐管管台の質量が十分に小さく、母管の振動応答への影響がないものと考え、1次冷却材管は母管のみをモデル化していることから、ループ解析の変更とはならない。

②加圧器スプレイ配管の影響

管台加工に伴い、配管ルートの変更は行わないが、管台に取りつく配管の寸法に若干の変更が生じており、配管モデルにおける質点質量が一部変更となっている。

今回申請において新規制一括工認から質点質量が変更となっている箇所を下表に示す。

質点質量の比較

--

節点番号 183 については、管台加工に伴い管台に取りつく配管長が長くなることから、今回申請における配管重量は 2kg 程度増加する。また、保温材重量は配管モデル化の際、単位長さあたりの質量を適正化したことから、若干の変更が生じている。

節点番号 618、619 については、配管重量に変更はなく、保温材重量の適正化による変更のみである。

質点質量の変動割合は最大で約 2%程度であり、解析においては支持点の midpoint に質量を付加することにより実機よりも保守側の評価を行っていることから、質点質量の変更に伴う解析における応力評価への影響は軽微である。

: 枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

また、今回申請の耐震評価においては、総合評価として最大発生応力点をまとめたものとなっているが、解析モデルの範囲（ブロック①）のうち配管取替範囲の各節点における発生応力については、それぞれ下表に示すとおりであり、いずれも許容値を満足している。

節点番号 1202 〔単位：MPa 〔最小降伏点と最小引張強さとの比及び疲労累積係数を除く〕〕

機器等の区分	項 目		最大値	許容値	
クラス 1 管	(注1) Sd 地 震 時	一次応力 (曲げ応力を含む)	116	257	
		一次応力 (ねじりによる応力)	58	62	
		一次応力 (曲げとねじりによる応力)	-	-	
		一次+二次応力(注2)	287	343	
	簡易 弾 塑 性 解 析	最小降伏点と最小引張強さとの比	-	-	
		供用状態A及びBにおける温度(°C)	-	-	
		繰返しピーク応力強さ	-	-	
		疲労累積係数(注3)	0.00032	1.0	
	Ss 地 震 時	一次応力 (曲げ応力を含む)	149	343	
		一次応力 (ねじりによる応力)	81	83	
		一次応力 (曲げとねじりによる応力)	-	-	
		一次+二次応力(注2)	500(注4)	343	
		簡易 弾 塑 性 解 析	最小降伏点と最小引張強さとの比	0.4	0.8
			供用状態A及びBにおける温度(°C)	328	430
繰返しピーク応力強さ			310	4881	
疲労累積係数(注3)		0.03686	1.0		

(注1) Sd地震には静的地震力による評価を含む。

(注2) 地震による一次+二次応力の変動値

(注3) 地震による疲労累積係数と供用状態A及びBによる疲労累積係数との和を示す。

(注4) 許容値を超えているため、簡易弾塑性解析を行う。

節点番号 177

〔単位：MPa (最小降伏点と最小引張強さとの比及び疲労累積係数を除く)〕

機器等の区分	項 目		最大値	許容値		
クラス 1 管	(注1) Sd	一次応力 (曲げ応力を含む)	148	257		
		一次応力 (ねじりによる応力)	86 ^(注4)	62		
		一次応力 (曲げとねじりによる応力)	110	206		
		一次+二次応力 ^(注2)	355 ^(注5)	343		
	地震時	簡易弾塑性解析	最小降伏点と最小引張強さとの比	0.4	0.8	
			供用状態A及びBにおける温度(°C)	328	430	
			繰返しピーク応力強さ	200	4881	
			疲労累積係数 ^(注3)	0.00070	1.0	
	Ss	地震	一次応力 (曲げ応力を含む)	193	343	
			一次応力 (ねじりによる応力)	120 ^(注4)	83	
			一次応力 (曲げとねじりによる応力)	155	274	
			一次+二次応力 ^(注2)	658 ^(注5)	343	
		地震時	簡易弾塑性解析	最小降伏点と最小引張強さとの比	0.4	0.8
				供用状態A及びBにおける温度(°C)	328	430
				繰返しピーク応力強さ	371	4881
				疲労累積係数 ^(注3)	0.14298	1.0

(注1) Sd地震には静的地震力による評価を含む。

(注2) 地震による一次+二次応力の変動値

(注3) 地震による疲労累積係数と供用状態A及びBによる疲労累積係数との和を示す。

(注4) 許容値を超えているため、一次応力(曲げとねじりによる応力)評価を行う。

(注5) 許容値を超えているため、簡易弾塑性解析を行う。

節点番号 179

〔単位：MPa (最小降伏点と最小引張強さとの比及び疲労累積係数を除く)〕

機器等の区分	項 目		最大値	許容値
クラス 1 管	(注1) Sd 地 震 時	一次応力 (曲げ応力を含む)	123	257
		一次応力 (ねじりによる応力)	50	62
		一次応力 (曲げとねじりによる応力)	-	-
		一次+二次応力 ^(注2)	311	343
	簡易弾塑性解析	最小降伏点と最小引張強さとの比	-	-
		供用状態A及びBにおける温度 (°C)	-	-
		繰返しピーク応力強さ	-	-
		疲労累積係数 ^(注3)	0.00032	1.0
	Ss 地 震 時	一次応力 (曲げ応力を含む)	155	343
		一次応力 (ねじりによる応力)	68	83
		一次応力 (曲げとねじりによる応力)	-	-
		一次+二次応力 ^(注2)	617 ^(注4)	343
	簡易弾塑性解析	最小降伏点と最小引張強さとの比	0.4	0.8
		供用状態A及びBにおける温度 (°C)	328	430
繰返しピーク応力強さ		348	4881	
疲労累積係数 ^(注3)		0.10112	1.0	

(注1) Sd地震には静的地震力による評価を含む。

(注2) 地震による一次+二次応力の変動値

(注3) 地震による疲労累積係数と供用状態A及びBによる疲労累積係数との和を示す。

(注4) 許容値を超えているため、簡易弾塑性解析を行う。

節点番号 180

〔 単位 : MPa (最小降伏点と最小引張強さとの比及び疲労累積係数を除く) 〕

機器等の区分	項 目		最大値	許容値	
クラス 1 管	Sd 地震時	一次応力 (曲げ応力を含む)	115	257	
		一次応力 (ねじりによる応力)	50	62	
		(注1) 一次応力 (曲げとねじりによる応力)	-	-	
		一次+二次応力(注2)	332	343	
		簡易弾塑性解析	最小降伏点と最小引張強さとの比	-	-
			供用状態A及びBにおける温度(°C)	-	-
			繰返しピーク応力強さ	-	-
		疲労累積係数(注3)	0.00034	1.0	
	Ss 地震時	一次応力 (曲げ応力を含む)	144	343	
		一次応力 (ねじりによる応力)	68	83	
		一次応力 (曲げとねじりによる応力)	-	-	
		一次+二次応力(注2)	711(注4)	343	
		簡易弾塑性解析	最小降伏点と最小引張強さとの比	0.4	0.8
			供用状態A及びBにおける温度(°C)	328	430
			繰返しピーク応力強さ	401	4881
		疲労累積係数(注3)	0.21119	1.0	

(注1) Sd地震には静的地震力による評価を含む。

(注2) 地震による一次+二次応力の変動値

(注3) 地震による疲労累積係数と供用状態A及びBによる疲労累積係数との和を示す。

(注4) 許容値を超えているため、簡易弾塑性解析を行う。

節点番号 182

〔 単位 : MPa (最小降伏点と最小引張強さとの比及び疲労累積係数を除く) 〕

機器等の区分	項 目		最大値	許容値
クラス 1 管	(注1) Sd 地 震 時	一次応力 (曲げ応力を含む)	118	257
		一次応力 (ねじりによる応力)	41	62
		一次応力 (曲げとねじりによる応力)	-	-
		一次+二次応力 ^(注2)	293	343
	簡易弾塑性解析	最小降伏点と最小引張強さとの比	-	-
		供用状態A及びBにおける温度 (°C)	-	-
		繰返しピーク応力強さ	-	-
		疲労累積係数 ^(注3)	0.00022	1.0
	Ss 地 震 時	一次応力 (曲げ応力を含む)	149	343
		一次応力 (ねじりによる応力)	59	83
		一次応力 (曲げとねじりによる応力)	-	-
		一次+二次応力 ^(注2)	583 ^(注4)	343
	簡易弾塑性解析	最小降伏点と最小引張強さとの比	0.4	0.8
		供用状態A及びBにおける温度 (°C)	328	430
繰返しピーク応力強さ		329	4881	
疲労累積係数 ^(注3)		0.07097	1.0	

(注1) Sd地震には静的地震力による評価を含む。

(注2) 地震による一次+二次応力の変動値

(注3) 地震による疲労累積係数と供用状態A及びBによる疲労累積係数との和を示す。

(注4) 許容値を超えているため、簡易弾塑性解析を行う。

節点番号 183

〔 単位 : MPa (最小降伏点と最小引張強さとの比及び疲労累積係数を除く) 〕

機器等の区分	項 目		最大値	許容値	
クラス1管	Sd 地震時	一次応力 (曲げ応力を含む)	86	257	
		一次応力 (ねじりによる応力)	28	62	
		一次応力 (曲げとねじりによる応力)	-	-	
		一次+二次応力 ^(注2)	198	343	
		簡易弾塑性解析	最小降伏点と最小引張強さとの比	-	-
			供用状態A及びBにおける温度 (°C)	-	-
			繰返しピーク応力強さ	-	-
		疲労累積係数 ^(注3)		0.00003	1.0
	Ss 地震時	一次応力 (曲げ応力を含む)	107	343	
		一次応力 (ねじりによる応力)	40	83	
		一次応力 (曲げとねじりによる応力)	-	-	
		一次+二次応力 ^(注2)	313	343	
		簡易弾塑性解析	最小降伏点と最小引張強さとの比	-	-
			供用状態A及びBにおける温度 (°C)	-	-
			繰返しピーク応力強さ	-	-
		疲労累積係数 ^(注3)		0.00015	1.0

(注1) Sd地震には静的地震力による評価を含む。

(注2) 地震による一次+二次応力の変動値

(注3) 地震による疲労累積係数と供用状態A及びBによる疲労累積係数との和を示す。

節点番号 185

〔単位：MPa (最小降伏点と最小引張強さとの比及び疲労累積係数を除く)〕

機器等の区分	項 目		最大値	許容値	
クラス1管	Sd 地震時	一次応力 (曲げ応力を含む)	91	257	
		一次応力 (ねじりによる応力)	13	62	
		一次応力 (曲げとねじりによる応力)	-	-	
		一次+二次応力 ^(注2)	286	343	
		簡易弾塑性解析	最小降伏点と最小引張強さとの比	-	-
			供用状態A及びBにおける温度(°C)	-	-
			繰返しピーク応力強さ	-	-
		疲労累積係数 ^(注3)		0.00017	1.0
	Ss 地震時	一次応力 (曲げ応力を含む)	112	343	
		一次応力 (ねじりによる応力)	19	83	
		一次応力 (曲げとねじりによる応力)	-	-	
		一次+二次応力 ^(注2)	504 ^(注4)	343	
		簡易弾塑性解析	最小降伏点と最小引張強さとの比	0.4	0.8
			供用状態A及びBにおける温度(°C)	328	430
繰返しピーク応力強さ			284	4881	
疲労累積係数 ^(注3)		0.02653	1.0		

(注1) Sd地震には静的地震力による評価を含む。

(注2) 地震による一次+二次応力の変動値

(注3) 地震による疲労累積係数と供用状態A及びBによる疲労累積係数との和を示す。

(注4) 許容値を超えているため、簡易弾塑性解析を行う。

節点番号 820

〔 単位 : MPa (最小降伏点と最小引張強さとの比及び疲労累積係数を除く) 〕

機器等の区分	項 目		最大値	許容値		
クラス 1 管	(注1) Sd	一次応力 (曲げ応力を含む)	110	257		
		一次応力 (ねじりによる応力)	13	62		
		一次応力 (曲げとねじりによる応力)	-	-		
		一次+二次応力 ^(注2)	162	343		
	地震時	簡易弾塑性解析	最小降伏点と最小引張強さとの比	-	-	
			供用状態A及びBにおける温度 (°C)	-	-	
			繰返しピーク応力強さ	-	-	
		疲労累積係数 ^(注3)	0.00000	1.0		
	Ss	地震	一次応力 (曲げ応力を含む)	131	343	
			一次応力 (ねじりによる応力)	19	83	
			一次応力 (曲げとねじりによる応力)	-	-	
			一次+二次応力 ^(注2)	287	343	
		地震時	簡易弾塑性解析	最小降伏点と最小引張強さとの比	-	-
				供用状態A及びBにおける温度 (°C)	-	-
				繰返しピーク応力強さ	-	-
			疲労累積係数 ^(注3)	0.00011	1.0	

(注1) Sd地震には静的地震力による評価を含む。

(注2) 地震による一次+二次応力の変動値

(注3) 地震による疲労累積係数と供用状態A及びBによる疲労累積係数との和を示す。

節点番号 186

〔単位：MPa (最小降伏点と最小引張強さとの比及び疲労累積係数を除く)〕

機器等の区分	項 目		最大値	許容値	
クラス1管	Sd 地震時	一次応力 (曲げ応力を含む)	74	257	
		一次応力 (ねじりによる応力)	13	62	
		一次応力 (曲げとねじりによる応力)	-	-	
		一次+二次応力 ^(注2)	176	343	
		簡易弾塑性解析	最小降伏点と最小引張強さとの比	-	-
			供用状態A及びBにおける温度 (°C)	-	-
			繰返しピーク応力強さ	-	-
		疲労累積係数 ^(注3)		0.00001	1.0
	Ss 地震時	一次応力 (曲げ応力を含む)	85	343	
		一次応力 (ねじりによる応力)	19	83	
		一次応力 (曲げとねじりによる応力)	-	-	
		一次+二次応力 ^(注2)	326	343	
		簡易弾塑性解析	最小降伏点と最小引張強さとの比	-	-
			供用状態A及びBにおける温度 (°C)	-	-
繰返しピーク応力強さ			-	-	
疲労累積係数 ^(注3)		0.00017	1.0		

(注1) Sd地震には静的地震力による評価を含む。

(注2) 地震による一次+二次応力の変動値

(注3) 地震による疲労累積係数と供用状態A及びBによる疲労累積係数との和を示す。

節点番号 618

〔 単位 : MPa (最小降伏点と最小引張強さとの比及び疲労累積係数を除く) 〕

機器等の区分	項 目		最大値	許容値	
クラス 1 管	Sd 地震時	一次応力 (曲げ応力を含む)	85	257	
		一次応力 (ねじりによる応力)	13	62	
		一次応力 (曲げとねじりによる応力)	-	-	
		一次+二次応力 ^(注2)	167	343	
		簡易弾塑性解析	最小降伏点と最小引張強さとの比	-	-
			供用状態A及びBにおける温度 (°C)	-	-
			繰返しピーク応力強さ	-	-
		疲労累積係数 ^(注3)	0.00000	1.0	
	Ss 地震時	一次応力 (曲げ応力を含む)	103	343	
		一次応力 (ねじりによる応力)	18	83	
		一次応力 (曲げとねじりによる応力)	-	-	
		一次+二次応力 ^(注2)	283	343	
		簡易弾塑性解析	最小降伏点と最小引張強さとの比	-	-
			供用状態A及びBにおける温度 (°C)	-	-
			繰返しピーク応力強さ	-	-
		疲労累積係数 ^(注3)	0.00011	1.0	

(注1) Sd地震には静的地震力による評価を含む。

(注2) 地震による一次+二次応力の変動値

(注3) 地震による疲労累積係数と供用状態A及びBによる疲労累積係数との和を示す。

節点番号 188

〔単位：MPa (最小降伏点と最小引張強さとの比及び疲労累積係数を除く)〕

機器等の区分	項 目		最大値	許容値	
クラス1管	Sd 地震時	一次応力 (曲げ応力を含む)	107	257	
		一次応力 (ねじりによる応力)	3	62	
		一次応力 (曲げとねじりによる応力)	-	-	
		一次+二次応力 ^(注2)	216	343	
		簡易弾塑性解析	最小降伏点と最小引張強さとの比	-	-
			供用状態A及びBにおける温度(°C)	-	-
			繰返しピーク応力強さ	-	-
		疲労累積係数 ^(注3)		0.00005	1.0
	Ss 地震時	一次応力 (曲げ応力を含む)	133	343	
		一次応力 (ねじりによる応力)	4	83	
		一次応力 (曲げとねじりによる応力)	-	-	
		一次+二次応力 ^(注2)	379 ^(注4)	343	
		簡易弾塑性解析	最小降伏点と最小引張強さとの比	0.4	0.8
			供用状態A及びBにおける温度(°C)	328	430
繰返しピーク応力強さ			214	4881	
疲労累積係数 ^(注3)		0.00116	1.0		

(注1) Sd地震には静的地震力による評価を含む。

(注2) 地震による一次+二次応力の変動値

(注3) 地震による疲労累積係数と供用状態A及びBによる疲労累積係数との和を示す。

(注4) 許容値を超えているため、簡易弾塑性解析を行う。

節点番号 821

〔 単位 : MPa (最小降伏点と最小引張強さとの比及び疲労累積係数を除く) 〕

機器等の区分	項 目		最大値	許容値	
クラス1管	Sd 地震時	一次応力 (曲げ応力を含む)	113	257	
		一次応力 (ねじりによる応力)	3	62	
		一次応力 (曲げとねじりによる応力)	-	-	
		一次+二次応力 ^(注2)	163	343	
		簡易弾塑性解析	最小降伏点と最小引張強さとの比	-	-
			供用状態A及びBにおける温度 (°C)	-	-
			繰返しピーク応力強さ	-	-
		疲労累積係数 ^(注3)		0.00000	1.0
	Ss 地震時	一次応力 (曲げ応力を含む)	142	343	
		一次応力 (ねじりによる応力)	4	83	
		一次応力 (曲げとねじりによる応力)	-	-	
		一次+二次応力 ^(注2)	296	343	
		簡易弾塑性解析	最小降伏点と最小引張強さとの比	-	-
			供用状態A及びBにおける温度 (°C)	-	-
			繰返しピーク応力強さ	-	-
		疲労累積係数 ^(注3)		0.00013	1.0

(注1) Sd地震には静的地震力による評価を含む。

(注2) 地震による一次+二次応力の変動値

(注3) 地震による疲労累積係数と供用状態A及びBによる疲労累積係数との和を示す。

節点番号 619

〔 単位 : MPa (最小降伏点と最小引張強さとの比及び疲労累積係数を除く) 〕

機器等の区分	項 目		最大値	許容値	
クラス1管	(注1) Sd	一次応力 (曲げ応力を含む)	118	257	
		一次応力 (ねじりによる応力)	3	62	
		一次応力 (曲げとねじりによる応力)	-	-	
		一次+二次応力 ^(注2)	166	343	
	地震時	簡易弾塑性解析	最小降伏点と最小引張強さとの比	-	-
			供用状態A及びBにおける温度 (°C)	-	-
			繰返しピーク応力強さ	-	-
			疲労累積係数 ^(注3)	0.00000	1.0
	Ss	一次応力 (曲げ応力を含む)	155	343	
		一次応力 (ねじりによる応力)	4	83	
		一次応力 (曲げとねじりによる応力)	-	-	
		一次+二次応力 ^(注2)	269	343	
	地震時	簡易弾塑性解析	最小降伏点と最小引張強さとの比	-	-
			供用状態A及びBにおける温度 (°C)	-	-
		繰返しピーク応力強さ	-	-	
		疲労累積係数 ^(注3)	0.00009	1.0	

(注1) Sd地震には静的地震力による評価を含む。

(注2) 地震による一次+二次応力の変動値

(注3) 地震による疲労累積係数と供用状態A及びBによる疲労累積係数との和を示す。

節点番号 530

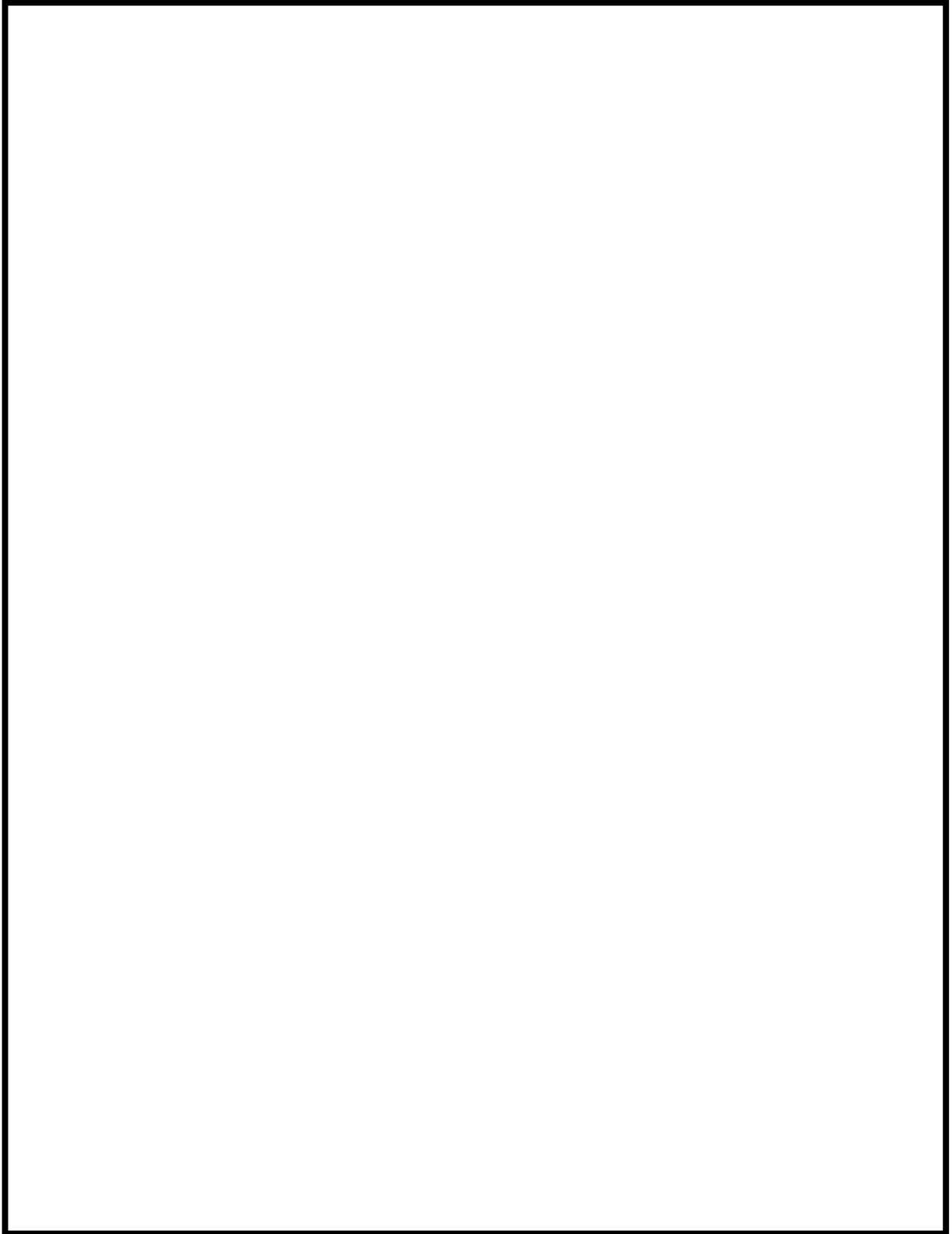
〔 単位 : MPa (最小降伏点と最小引張強さとの比及び疲労累積係数を除く) 〕


機器等の区分	項 目		最大値	許容値	
クラス 1 管	(注1) Sd	一次応力 (曲げ応力を含む)	90	257	
		一次応力 (ねじりによる応力)	3	62	
		一次応力 (曲げとねじりによる応力)	-	-	
		一次+二次応力 ^(注2)	106	343	
	地震時	簡易弾塑性解析	最小降伏点と最小引張強さとの比	-	-
			供用状態A及びBにおける温度 (°C)	-	-
			繰返しピーク応力強さ	-	-
			疲労累積係数 ^(注3)	0.00000	1.0
	Ss	一次応力 (曲げ応力を含む)	114	343	
		一次応力 (ねじりによる応力)	4	83	
		一次応力 (曲げとねじりによる応力)	-	-	
		一次+二次応力 ^(注2)	171	343	
	地震時	簡易弾塑性解析	最小降伏点と最小引張強さとの比	-	-
			供用状態A及びBにおける温度 (°C)	-	-
			繰返しピーク応力強さ	-	-
			疲労累積係数 ^(注3)	0.00002	1.0

(注1) Sd地震には静的地震力による評価を含む。

(注2) 地震による一次+二次応力の変動値

(注3) 地震による疲労累積係数と供用状態A及びBによる疲労累積係数との和を示す。



 :枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

5. 2 管台の補強評価への影響

管台の加工に伴う配管の穴と補強に関しては、設計・建設規格 PPB-3420 に基づき実施した結果、問題がないことを確認している。なお、今回の加工範囲は「補強に有効な範囲の外側」であるため、管台の補強評価に使用する各寸法は建設時から変更なく、評価に影響はない。

JSME-S NC1-2012 PPB-3420に基づいた計算

設備区分 原子炉冷却系統設備

一次冷却設備

クラス1配管

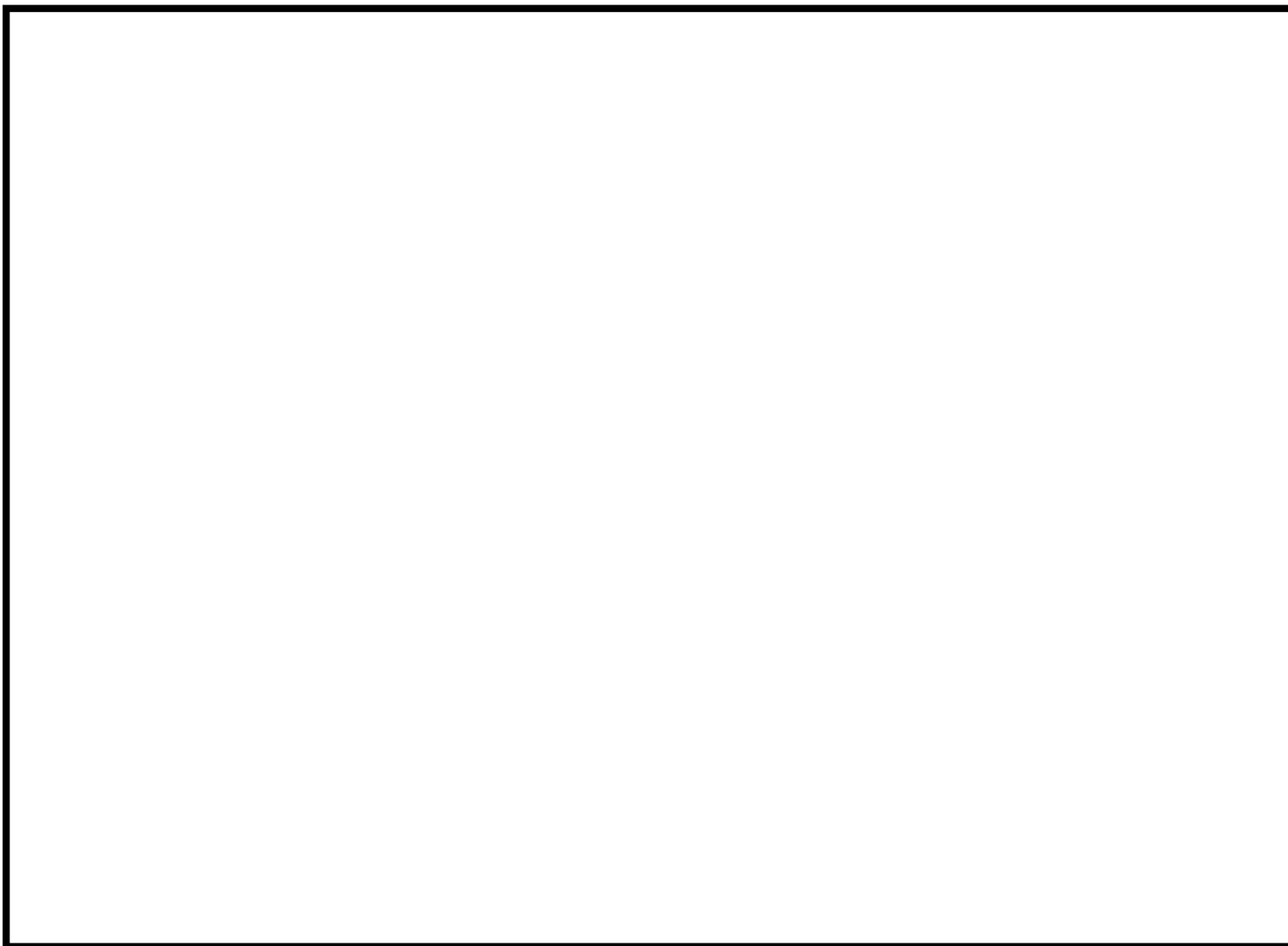
最高使用圧力 17.16 MPa

最高使用温度 343 °C

主 管

材 料	設計応力強さ S_m (N/mm^2)	外 径 D_o (mm)	厚 さ t_s (mm)	計算上必要な厚さ t_{r3} (mm)	補強を要しない 穴の最大径 (mm)	補強計算を行う管台
SCS14A	114	836	68.75	59.4	32.4	4B

管 台



: 枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

項 目		管台名称
		4B加圧器スプレイ管台
補 強 計 算	補強に有効な 範囲 (mm)	穴の中心線に平行な直線間 の距離 l_a 主管の面に沿う線と主管の 面との距離 l_b
	補強に有効な 面積 (mm ²)	A_1
		A_2
		A_3
		$A_t = \sum_{i=1}^3 A_i$
	補強に必要な面積： A_r (mm ²)	
評 価		A_t は、 A_r より大きいので補強は十分である。

: 枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。