

# 大飯 3 号機

## 加圧器安全弁取替工事に係る 設計及び工事計画届出書について

### 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。

2023年8月8日

## 目 次

1. 工事の概要
2. 設計及び工事計画届出書における適用条文
3. 設計及び工事計画届出書の添付書類の整理
4. 「工事の方法」について
5. 「安全設備及び重大事故等対処設備が使用される条件の下における健全性に関する説明書」の補足説明について
6. 「原子炉冷却系統施設の構造図」の補足説明について
7. 加圧器安全弁の設計について
8. 加圧器安全弁の応力腐食割れ対策について
9. 技術基準規則 27 条の適合性について

## 1. 工事の概要

### 工事目的

加圧器安全弁 (3V-RC-055) について、定期的な分解手入れにより弁座シート部の手入れ代が減少したことから、予防保全の観点より当該安全弁一式の取替えを実施する。

#### (経緯)

加圧器安全弁は定期的な点検として、外観点検、分解点検、機能・性能検査、漏えい検査を実施している。点検頻度としては、保安規定の要求に基づき吹出し圧力が設定値通りであることを毎定検実施しており、また、検査前に分解点検を実施している。分解点検は、各部の目視検査、浸透探傷検査、寸法計測、手入れ（ウエスによる除染含む。）を実施している。

手入れに際して、弁体及び弁座シート面のすり合わせを実施しており、このすり合わせの過程で、弁体及び弁座のシート面高さが減少していく。

加圧器安全弁 (3V-RC-055) の弁座シート面高さは、前回分解点検終了時点で 0.21mm (初期高さ 0.45mm) であり、次回定検時の分解点検でメーカー基準値である 0.20mm を下回るおそれがあることから、当該弁の取替えが必要であると判断したものである。なお、弁体シート面高さについてはメーカー基準値を十分上回っている。

#### (参考)

当社における加圧器安全弁一式の取替え実績は以下の通りであるが、いずれも輸入弁から国産化のための取替えであり、分解点検による弁座シート面の手入れ代減少に伴う取替えは今回が初めてである。

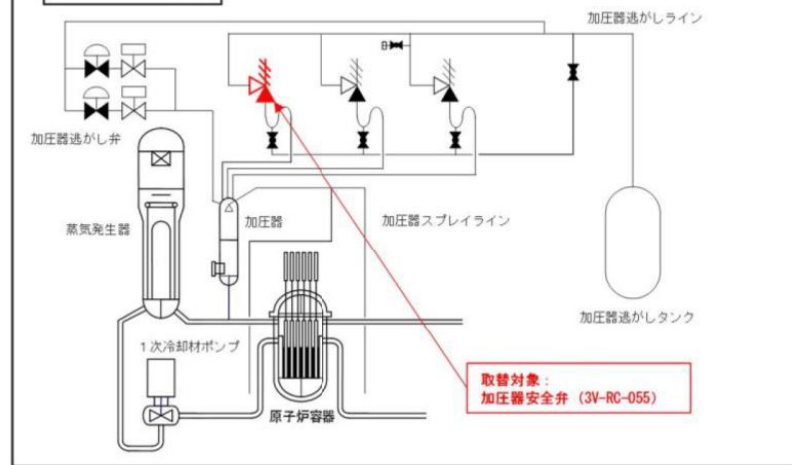
＜当社における加圧器安全弁取替実績＞

- ・美浜3号機：第23回定検（平成20年）
- ・高浜2号機：第7回定検（昭和59年）

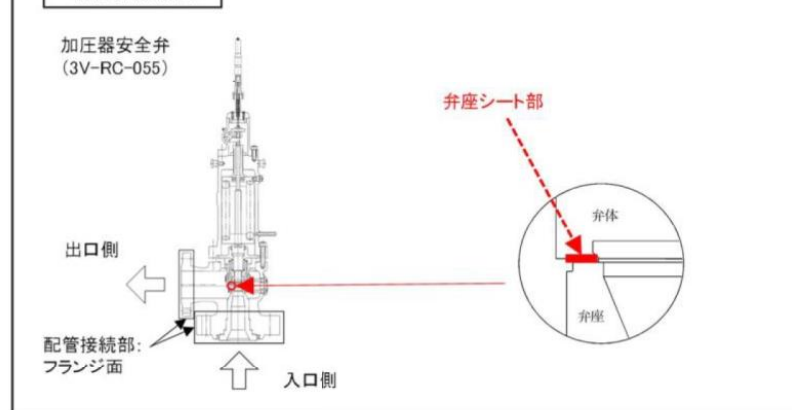
### 工事概要

- ・加圧器安全弁 (3V-RC-055) を、同種・同材のものに一式取り替える（フランジ接続）。

#### 取替範囲概略図



#### 取替弁概略図



## 工事計画認可申請の要否

今回の工事は、「原子炉冷却系統施設」の工事計画書の本文記載内容の変更を伴わない工事であり、実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則別表第一「3. 原子炉冷却系統施設」下欄「加圧水型発電用原子炉施設に係るものの修理であって、一次冷却材の循環設備に係るものの取替え」に該当し、設計及び工事計画届出対象となる。

また、原子力発電工作物の保安に関する命令別表第一「ロ. 原子炉冷却系統設備」下欄「加圧水型原子力発電設備に係るものの修理であって、一次冷却材の循環設備に係るものの取替え」に該当し、工事計画届出対象となる。

## 工程案

2023年						2024年			
7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月
◇ 7/11 届出	◇ 使用前事業者検査				◇ 使用前事業者検査			◇ 使用前事業者検査	◇ 使用前事業者検査
工事計画届出						現地工事			

## 原子炉設置変更許可申請の有無

原子炉設置許可申請書本文の変更を生じないため、設置変更許可申請を要しない。

## (参考) 保安規定

(加圧器安全弁)

第44条 モード1、2、3および4（1次冷却材温度が130℃を超える）において、加圧器安全弁は、表44-1で定める事項を運転上の制限とする。

2. 加圧器安全弁が前項で定める運転上の制限を満足していることを確認するため、次号を実施する。

(1) 機械保守課長は、定期事業者検査時に、加圧器安全弁の吹出し圧力が表44-2で定める設定値であることを確認し、その結果を発電室長に通知する。

3. 当直課長は、加圧器安全弁が第1項で定める運転上の制限を満足していないと判断した場合、表44-3の措置を講じる。

表44-1

項目	運転上の制限
加圧器安全弁 <sup>※1</sup>	全てが動作可能であること

※1：加圧器安全弁は、重大事故等対処設備を兼ねる。

表44-2

項目	設定値
加圧器安全弁吹出し圧力	17.16 MPa[gage] 以下

表44-3

条件	要求される措置	完了時間
A. 加圧器安全弁1台以上が動作不能である場合	A.1 当直課長は、モード3にする。 および A.2 当直課長は、モード4にし、1次冷却材温度を130℃以下にする。	12時間  36時間

## 2. 設計及び工事計画届出書における適用条文

今回、大飯発電所第3号機の加圧器安全弁の取替えに係る設計及び工事計画届出書の手続きにあたり、「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。

### 【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

×：適用を受けない条文

第 1 表 適用条文の整理結果 (1/10)

技術基準規則	適用要否 判断	理由
設計基準対象施設		
第 4 条 設計基準対象施設の地盤	△	本設備は、設計基準対象施設であることから、適用条文となるが、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、本工事は設置地盤を変更するもしくは影響を与える工事ではなく、設計基準対象施設の地盤に係る設計は変更の工事の内容（以下「本届出内容」という。）に関係しないため、審査対象条文とならない。
第 5 条 地震による損傷の防止	○	本設備は、設計基準対象施設であることから、適用条文となる。また、変更を行う設備が耐震重要度 S クラスに分類され、それに応じた地震力に耐えうる設計であることの確認が必要であるため、審査対象条文となる。耐震重要度 S クラスの地震力に耐えうる設計であることを、耐震性に関する説明書（資料 5）で確認し、本条文に適合していると判断した。
第 6 条 津波による損傷の防止	△	本設備は、設計基準対象施設であることから、適用条文となるが、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本届出内容に関係しないため、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	△	本設備は、設計基準対象施設であることから、適用条文となるが、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本届出内容に関係しないため、審査対象条文とならない。
第 8 条 立入りの防止	△	工場等に係る要求であることから、適用条文となるが、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おり、本工事は、立ち入りの防止が図られた区域内に設置されている設備の取替工事であり、既設計に影響を与えるものではないため、審査対象条文とならない。

第 1 表 適用条文の整理結果 (2/10)

技術基準規則	適用要否判断	理由
第 9 条 発電用原子炉施設への人の不法な侵入等の防止	△	工場等に係る要求であることから、適用条文となるが、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おり、本工事は、人の不法な侵入・不正アクセス等の防止が図られた区域内に設置されている設備の取替工事であり、既設計に影響を与えるものではないため、審査対象条文とならない。
第 10 条 急傾斜地の崩壊の防止	△	大飯発電所において、急傾斜地崩壊危険区域に指定された区域に指定されていないことが確認できているため、審査対象条文とならない。
第 11 条 火災による損傷の防止	△	本設備は、設計基準対象施設であることから、適用条文となるが、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、本工事は不燃材料であるステンレス鋼を使用することから、既工事計画の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本届出内容に関係しないため、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	△	本設備は、設計基準対象施設であることから、適用条文となるが、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、本設備の設置エリアは溢水防護区画ではなく、本工事においても設置場所の変更がないことから、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本届出内容に関係しないため、審査対象条文とならない。
第 13 条 安全避難通路等	△	本設備は、発電用原子炉施設であることから、適用条文となるが、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本届出内容に関係しないため、審査対象条文とならない。
第 14 条 安全設備	○	本設備は、安全設備であることから適用条文となる。また、変更を行う設備が通常運転時、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、審査対象条文となる。必要な機能を発揮することを、安全設備が使用される条件の下における健全性に関する説明書（資料 4）で確認し、本条文に適合していると判断した。

第 1 表 適用条文の整理結果 (3/10)

技術基準規則	適用要否 判断	理由
第 15 条 設計基準対象施設の機能	○	本設備は設計基準対象施設であることから、適用条文となる。また、変更を行う設備が設計基準対象施設の機能として、悪影響防止及び保守点検を含めた試験・検査性について、適合性の確認が必要であるため、審査対象条文となる。悪影響防止及び保守点検を含めた試験・検査性が確保されている設計であることを、安全設備が使用される条件の下における健全性に関する説明書（資料 4）で確認し、本条文に適合していると判断した。
第 16 条 全交流動力電源喪失対策設備	×	本設備は、全交流動力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	×	本設備は、安全弁でありクラス機器に該当しないため、審査対象条文とならない。
第 18 条 使用中の亀裂等による破壊の防止	×	本設備は、安全弁でありクラス機器に該当しないため、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	○	本設備は、一次冷却系統に係る弁であることから、適用条文となる。また、変更を行う設備が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、審査対象条文となる。流体振動又は温度変動により損傷を受けない設計であることを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（資料 6）で確認し、本条文に適合していると判断した。
第 20 条 安全弁等	○	本設備は、安全弁であることから、適用条文となる。また、変更を行う設備が吹出圧力と設置個数の適切な組み合わせにより必要な吹出量以上の容量を有していることを確認する必要があるため、審査対象条文となる。吹出圧力と設置個数の設定根拠を設備別記載事項の設定根拠に関する説明書（資料 2）及び必要な吹出量以上の容量を有していることを安全弁の吹出量計算書（資料 7）で確認し、本条文に適合していると判断した。



第 1 表 適用条文の整理結果 (4/10)

技術基準規則	適用要否判断	理由
第 21 条 耐圧試験等	×	本設備は、安全弁でありクラス機器に該当しないため、審査対象条文とならない。
第 22 条 監視試験片	×	本設備に監視試験片が含まれないため、審査対象条文とならない。
第 23 条 炉心等	×	本設備に炉心等が含まれないため、審査対象条文とならない。
第 24 条 熱遮蔽材	×	本設備に熱遮蔽材が含まれないため、審査対象条文とならない。
第 25 条 一次冷却材	×	本設備は一次冷却材に関するものではないため、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	×	本設備に燃料体等が含まれないため、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	○	本設備は原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する機器であるため、適用条文となる。また、変更を行う設備が一次冷却系統に係る発電用原子炉施設の損壊その他の異常に伴う衝撃等に耐えるように設計していることを確認する必要があるため、審査対象条文となる。原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する機器に加わる負荷に耐える設計になっていることを基本設計方針で確認し、本条文に適合していると判断した。
第 28 条 原子炉冷却材圧力バウンダリの隔離装置等	×	本設備に原子炉冷却材圧力バウンダリの隔離装置等が含まれないため、審査対象条文とならない。
第 29 条 一次冷却材処理装置	×	本設備に一次冷却材処理装置が含まれないため、審査対象条文とならない。
第 30 条 逆止め弁	×	本設備に逆止め弁が含まれないため、審査対象条文とならない。
第 31 条 蒸気タービン	×	本設備に蒸気タービンが含まれないため、審査対象条文とならない。
第 32 条 非常用炉心冷却設備	×	本設備に非常用炉心冷却設備が含まれないため、審査対象条文とならない。

第 1 表 適用条文の整理結果 (5/10)

技術基準規則	適用要否 判断	理由
第 33 条 循環設備等	○	本設備は、第 1 号の一次冷却系及び第 2 号の加圧器圧力制御系に該当する設備のため適用条文となる <sup>※1</sup> 。また、変更を行う設備が本条文にて要求される機能を発揮することができる設計であることを確認する必要があるため、審査対象条文となる。負荷の変動その他の発電用原子炉の運転に伴う原子炉圧力容器内の圧力の変動を自動的に調整することができることを、基本設計方針で確認し、本条文に適合していると判断した。
第 34 条 計測装置	×	本設備に計測装置が含まれないため、審査対象条文とならない。
第 35 条 安全保護装置	×	本設備に安全保護装置が含まれないため、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	×	本設備に反応度制御系統及び原子炉停止系統を構成する機器が含まれないため、審査対象条文とならない。
第 37 条 制御材駆動装置	×	本設備に制御材駆動装置が含まれないため、審査対象条文とならない。
第 38 条 原子炉制御室等	×	本設備は、原子炉制御室等に関するものでないため、審査対象条文とならない。
第 39 条 廃棄物処理設備等	×	本設備に廃棄物処理設備等が含まれないため、審査対象条文とならない。
第 40 条 廃棄物貯蔵設備等	×	本設備に廃棄物貯蔵設備等が含まれないため、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	×	本設備に放射性物質による汚染の防止に関連する機器が含まれないため、審査対象条文とならない。
第 42 条 生体遮蔽等	×	本設備に生体遮蔽等が含まれないため、審査対象条文とならない。
第 43 条 換気設備	×	本設備に換気設備が含まれないため、審査対象条文とならない。
第 44 条 原子炉格納施設	×	本設備に原子炉格納施設が含まれないため、審査対象条文とならない。
第 45 条 保安電源設備	×	本設備に保安電源設備が含まれないため、審査対象条文とならない。

第 1 表 適用条文の整理結果 (6/10)

技術基準規則	適用要否判断	理由
第 46 条 緊急時対策所	×	本設備に緊急時対策所に関する機器が含まれないため、審査対象条文とならない。
第 47 条 警報装置等	×	本設備に警報装置等が含まれないため、審査対象条文とならない。
第 48 条 準用	×	本届出は火力設備等に関連する手続きではないため、審査対象条文とならない。

※1： 本届出の対象設備である加圧器安全弁は 1 次冷却材の循環設備であり、発電用原子炉で加熱された一次冷却材を、蒸気発生器を介して二次冷却材と熱交換を行い、再び発電用原子炉に還流させるための閉回路を構成する機器として、第 33 条第 1 号の「1 次冷却系」に該当するものと整理している。

また、通常運転時の一次冷却材圧力を設定値に保ち、正常な負荷過渡変化に伴う一次冷却材の熱膨張及び収縮による圧力を許容範囲内に制限する設備として、加圧器、加圧器スプレイ弁、加圧器逃がし弁及び加圧器ヒータと併せて第 33 条第 2 号の「加圧器圧力制御系」に該当するものと整理している。

上記は基本設計方針に基づく整理であり、既工事計画から変更はない。

(加圧器圧力制御系として機能するための加圧器安全弁の設計及び調整方法について)

・ベローズによる背圧影響の考慮

安全弁に背圧がある場合、安全弁の弁体を押し下げる力がはたらくため、背圧が大きい場合は、1 次側圧力が安全弁の設定圧力に達したとしても作動しないおそれがある。これに対し、弁体上部にベローズを設けることで、ベローズ下部円筒部に背圧による揚弁力がはたらき、弁体を押し下げる力と相殺させることにより、背圧による影響を受けない設計としている。

・吹始め圧力 (吹出し圧力と同義)

加圧器安全弁の吹始め圧力値に対する要求は規定されていないが、吹始め圧力が設定圧力である吹出し圧力に限りなく近くなるよう設計しており、吹出し圧力とほぼ同値である。吹始め圧力は、ばね調整ボルトの設定位置が前回点検時と比べて有意な差がないこと、及び機能・性能検査において吹出し圧力が許容範囲内であることを点検時に確認している。なお、上部調整環又は下部調整環による吹始め圧力の調整は実施していない。

・吹下り圧力 (吹出し圧力値と吹止まり圧力値の差)

加圧器安全弁の吹下り圧力は JIS B 8210(1994)に基づき、吹出し圧力の 7%以下となるよう設計しており、吹出し圧力 17.16MPa に対して 1.20MPa と設定している。また、吹下り圧力が小さい場合、開閉作動を繰り返し、シート面荒れ及び内部部品破損のおそれがあることから、吹下り圧力が下限値を下回らないことを点検時に確認する必要がある。具体的には、ばねたわみ量の設定値が前回点検時と比べて有意な差がないことを点検時に確認している。

第 1 表 適用条文の整理結果 (7/10)

技術基準規則	適用要否 判断	理由
重大事故等対処施設		
第 49 条 重大事故等対処施設の地盤	△	本設備は、重大事故等対処施設であることから、適用条文となるが、重大事故等対処施設の地盤については、既工事計画において適合性が確認されており、本工事は設置地盤を変更するもしくは影響を与える工事ではなく、重大事故等対処施設の地盤に係る設計は本届出内容に関係しないため、審査対象条文とならない。
第 50 条 地震による損傷の防止	○	本設備は、重大事故等対処施設であることから、適用条文となる。また、変更を行う設備が常設耐震重要重大事故防止設備に該当し、基準地震力に対して機能が損なわれるおそれのないことの確認が必要であるため、審査対象条文となる。常設耐震重要重大事故防止設備の基準地震力に対して機能が損なわれるおそれのない設計であることを、耐震性に関する説明書（資料 5）で確認し、本条文に適合していると判断した。
第 51 条 津波による損傷の防止	△	本設備は、重大事故等対処施設であることから、適用条文となるが、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本届出内容に関係しないため、審査対象条文とならない。
第 52 条 火災による損傷の防止	△	本設備は、重大事故等施設であることから、適用条文となるが、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、本工事は不燃材料であるステンレス鋼を使用することから、既工事計画の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、本届出内容に関係しないため、審査対象条文とならない。
第 53 条 特定重大事故等対処施設		
第 54 条 重大事故等対処設備	○	本設備は、重大事故等対処設備であることから、適用条文となる。また、変更を行う設備が重大事故等が発生した場合において、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、審査対象条文となる。必要な機能を発揮することを、重大事故等対処設備が使用される条件の下における健全性に関する説明書（資料 4）で確認し、本条文に適合していると判断した。

: 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。

第 1 表 適用条文の整理結果 (8/10)

技術基準規則	適用要否判断	理由
第 55 条 材料及び構造	×	本設備は、安全弁でありクラス機器に該当しないため、審査対象条文とならない。
第 56 条 使用中の亀裂等による破壊の防止	×	本設備は、安全弁であり重大事故等クラス機器に該当しないため、審査対象条文とならない。
第 57 条 安全弁等	○	本設備は、緊急停止時失敗時に発電用原子炉を未臨界にするための設備としての安全弁であることから、適用条文となる。また、変更を行う設備が、吹出圧力と設置個数の適切な組み合わせにより必要な吹出量以上の容量を有していることを確認する必要があるため、審査対象条文となる。吹出圧力と設置個数の設定根拠を設備別記載事項の設定根拠に関する説明書（資料 2）及び必要な吹出量以上の容量を有していることを安全弁の吹出量計算書（資料 7）で確認し、本条文に適合していると判断した。
第 58 条 耐圧試験等	×	本設備は、安全弁であり重大事故等クラス機器に該当しないため、審査対象条文とならない。
第 59 条 緊急停止失敗時に発電用原子炉を未臨界にするための設備	○	本設備は、緊急停止失敗時に発電用原子炉を未臨界にするための設備であることから、適用条文となる。また、変更を行う設備が重大事故等が発生した場合において、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、審査対象条文となる。緊急停止失敗時に発電用原子炉を未臨界にするための設備に係る機能を有していることを、基本設計方針で確認し、本条文に適合していると判断した。
第 60 条 原子炉冷却材圧力バウンダリ高圧時に発電用原子炉を冷却するための設備	×	本設備に原子炉冷却材圧力バウンダリ高圧時に発電用原子炉を冷却するための設備が含まれないため、審査対象条文とならない。
第 61 条 原子炉冷却材圧力バウンダリを減圧するための設備	×	本設備に原子炉冷却材圧力バウンダリを減圧するための設備が含まれないため、審査対象条文とならない。

第 1 表 適用条文の整理結果 (9/10)

技術基準規則	適用要否 判断	理由
第 62 条 原子炉冷却材圧力バウン ダリ低圧時に発電用原子 炉を冷却するための設備	×	本設備に原子炉冷却材圧力バウンダリ低圧時に発電用原子炉を冷却するための設備が含まれないため、審査対象条文とならない。
第 63 条 最終ヒートシンクへ熱を 輸送するための設備	×	本設備に最終ヒートシンクへ熱を輸送するための設備が含まれないため、審査対象条文とならない。
第 64 条 原子炉格納容器内の冷却 等のための設備	×	本設備に原子炉格納容器内の冷却等のための設備が含まれないため、審査対象条文とならない。
第 65 条 原子炉格納容器の過圧破 損を防止するための設備	×	本設備に原子炉格納容器の過圧破損を防止するための設備が含まれないため、審査対象条文とならない。
第 66 条 原子炉格納容器下部の溶 融炉心を冷却するための 設備	×	本設備に原子炉格納容器下部の熔融炉心を冷却するための設備が含まれないため、審査対象条文とならない。
第 67 条 水素爆発による原子炉格 納容器の破損を防止す るための設備	×	本設備に水素爆発による原子炉格納容器の破損を防止するための設備が含まれないため、審査対象条文とならない。
第 68 条 水素爆発による原子炉建 屋等の損傷を防止す るための設備	×	本設備に水素爆発による原子炉建屋等の損傷を防止するための設備が含まれないため、審査対象条文とならない。
第 69 条 使用済燃料貯蔵槽の冷却 等のための設備	×	本設備に使用済燃料貯蔵槽の冷却等のための設備が含まれないため、審査対象条文とならない。
第 70 条 工場等外への放射性物質 の拡散を抑制する ための設備	×	本設備に工場等外への放射性物質の拡散を抑制するための設備が含まれないため、審査対象条文とならない。
第 71 条 重大事故等の収束に必要 となる水の供給設備	×	本設備に重大事故等の収束に必要なとなる水の供給設備が含まれないため、審査対象条文とならない。

第 1 表 適用条文の整理結果 (10/10)

技術基準規則	適用要否 判断	理由
第 72 条 電源設備	×	本設備に電源設備が含まれないため、審査対象条文とならない。
第 73 条 計装設備	×	本設備に計装設備が含まれないため、審査対象条文とならない。
第 74 条 運転員が原子炉制御室にとどまるための設備	×	本設備に運転員が原子炉制御室にとどまるための設備が含まれないため、審査対象条文とならない。
第 75 条 監視測定設備	×	本設備に監視測定設備が含まれないため、審査対象条文とならない。
第 76 条 緊急時対策所	×	本設備は緊急時対策所に関するものではないため、審査対象条文とならない。
第 77 条 通信連絡を行うために必要な設備	×	本設備に通信連絡を行うために必要な設備が含まれないため、審査対象条文とならない。
第 78 条 準用	×	本届出は火力設備等に関連する手続きではないため、審査対象条文とならない。

### 3. 設計及び工事計画届出書の添付書類の整理

「実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則」に基づき、大飯発電所第3号機の加圧器安全弁の取替えに係る設計及び工事計画届出書に添付する書類については第2表に整理する。

なお、今回取替える加圧器安全弁は同一仕様への取替えであり、設計内容に変更はないことから、各添付書類の記載内容について、基本的には既工事計画の各添付書類を呼び込む記載としている。ただし、添付書類の記載内容が変更になる場合や呼び込む添付書類が無い場合\*に関しては、本届出の各添付書類において具体的な設計内容を記載している。

※以下に例を示す。

- 「安全設備及び重大事故等対処設備が使用される条件の下における健全性に関する説明書」については、建設工認時は添付書類としての要求がなく、設計基準事故対象施設としての設計内容について呼び込む添付書類がない。
- 「安全弁の吹出量計算書」については、建設工認時及び再稼働工認時は昭和55年告示第501号に基づき評価を実施しているが、本届出においては設計・建設規格及び【事例規格】過圧防護に関する規定に基づき評価をしているため、記載内容が変更になる。

第2表 本届出における添付書類の要否 (1/6)

実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則別表第二添付書類	添付要否 (○×)	理由
○各発電用原子炉施設に共通		
送電関係一覧図	×	本工事計画は送電関係設備の変更を伴わ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	×	本工事計画は発電所の概要を明示した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	×	本工事計画は主要設備の配置の変更を伴わないため添付しない。
単線結線図	×	本工事計画は単線結線図の変更を伴わ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	×	本工事計画は新技術の採用は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。



第 2 表 本届出における添付書類の要否(2/6)

実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則別表第二 添付書類	添付要否 (○×)	理由
○各発電用原子炉施設に共通 (続き)		
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、本工事計画に届出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に関する記載に影響を与えないため添付しない。
放射性物質により汚染するおそれがある管理区域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の変更を伴わ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の変更を伴わないため添付しない。
設備別記載事項の設定根拠に関する説明書	○	本工事計画は設備別記載事項のうち「吹出圧力」及び「個数」の設定根拠を説明するため添付する。
環境測定装置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の変更を伴わないため添付しない。
クラス 1 機器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	×	本工事計画はクラス 1 機器及び炉心支持構造物の変更を伴わないため添付しない。 <sup>※1</sup>
安全設備及び重大事故等対処設備が使用される条件の下における健全性に関する説明書	○	本工事計画は安全弁が使用される条件下で健全性が維持できること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するため、既工事計画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安全弁を取り替えることから、既工事計画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 本届出における添付書類の要否(3/6)

実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則別表第二添付書類	添付要否 (○×)	理由
○各発電用原子炉施設に共通 (続き)		
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、ポンプ等の回転機器の変更を伴わないため添付しない。
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	×	本工事計画において通信連絡設備の変更を伴わ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	×	本工事計画において安全避難通路の変更を伴わないため添付しない。
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	×	本工事計画において非常用照明の変更を伴わないため添付しない。
○原子炉冷却系統施設		
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うち安全弁に係るもの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。)	○	本工事計画は安全弁が耐震重要度 S クラスに該当し、当該分類の耐震性を説明するため添付する。
強度に関する説明書 (支持構造物を含めて記載すること。)	×	本工事計画は安全弁の取替えであり、「第 17 条 材料及び構造」の適用を受けないこと及びそのフランジにあっては JIS B 8210「蒸気用及びガス用ばね安全弁」の「5 構造」によることから添付しない。
構造図	○	本工事計画は原子炉冷却系統施設のうち安全弁に係るものであるため添付する。
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蒸気タービン並びにそれらの基礎を含まないため添付しない。

第 2 表 本届出における添付書類の要否(4/6)

実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則別表第二添付書類	添付要否 (○×)	理由
○原子炉冷却系統施設(続き)		
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	○	本工事計画は安全弁が流体振動 <sup>※2</sup> 又は温度変動による損傷を受けないこと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	×	本工事計画は蒸気タービンの冷却水を含まないため添付しない。
安全弁及び逃がし弁の吹出量計算書(バネ式のものに限る。)	○	本工事計画は安全弁が、必要な吹出量以上の容量を有していることを説明するため添付する。

※1：加圧器安全弁はクラス1機器ではないことから添付は不要であるが、技術基準規則第20条第1項第3号の要求に基づき、材料については技術基準規則第17条第1号の規定に準じた設計としていることから、技術基準規則第17条第1号及びその解釈を準用し、クラス1機器に接続される安全弁が応力腐食割れ発生の抑制を考慮した設計となっていることを、補足説明資料にて説明する。なお、新規制基準以前に当社にて申請した加圧器安全弁取替(国産化)に伴う工事計画認可申請においても、クラス1機器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は添付していない。

※2：本工事計画は加圧器安全弁の取替えであり配管の取替は実施しないこと、また、加圧器安全弁内に円柱状構造物は設けないことから、円柱状構造物の流体振動評価は不要である。

第 2 表 本届出における添付書類の要否(5/6)

実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則別表第二添付書類	添付要否 (○×)	理由
○計測制御系統施設		
計測制御系統施設に係る機器の配置を明示した図面及び系統図	○	本工事計画に伴う届出範囲について、取替設備(安全弁)の配置図及び系統図を添付する。
制御能力についての計算書	×	本工事計画は制御能力に影響を与えないため添付しない。
耐震性に関する説明書	○	本工事計画は安全弁が常設重大事故防止設備に該当し、当該分類の耐震性を説明するため添付する。
強度に関する説明書	×	本工事計画は安全弁の取替えであり、「第 55 条 材料及び構造」の適用を受けないこと及びそのフランジにあつては JIS B 8210「蒸気用及びガス用ばね安全弁」の「5 構造」によることから添付しない。
構造図	×	本工事計画は原子炉冷却系統施設として構造図を添付するため添付しない。
計測装置の構成に関する説明書並びに計測範囲及び警報動作範囲に関する説明書	×	本工事計画は計測装置の構成に影響を与えないため添付しない。
計測制御系統図及び検出器の取付箇所を明示した図面	×	本工事計画は計測制御系統図及び検出器の取付箇所に影響を与えないため添付しない。
原子炉非常停止信号の作動回路の説明図及び設定値の根拠に関する説明書	×	本工事計画は原子炉非常停止信号の作動回路の変更を伴わないため添付しない。
工学的安全施設等の起動(作動)信号の起動(作動)回路の説明図及び設定値の根拠に関する説明書	×	本工事計画は工学的安全施設等の起動(作動)信号の起動(作動)回路の変更を伴わないため添付しない。
デジタル制御方式を使用する安全保護系等の適用に関する説明書	×	本工事計画はデジタル制御方式を使用する安全保護系に影響を与えないため添付しない。
発電用原子炉の運転を管理するための制御装置に係る制御方法に関する説明書	×	本工事計画は発電用原子炉の運転を管理するための制御装置に影響を与えないため添付しない。
中央制御室の機能に関する説明書、中央制御室外の原子炉停止機能及び監視機能並びに緊急時制御室の機能に関する説明書	×	本工事計画は中央制御室の機能、中央制御室外の原子炉停止機能及び監視機能並びに緊急時制御室の機能に影響を与えないため添付しない。
安全弁及び逃がし弁の吹出量計算書(バネ式のものに限る。)	○	本工事計画は安全弁が、必要な吹出量以上の容量を有していることを説明するため添付する。

第 2 表 本届出における添付書類の要否(6/6)

実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則別表第二添付書類	添付の要否 (○×)	理由
「実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則」(第九条)		
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	○	本工事計画における設計及び工事に関する品質管理の方法を説明するため添付する。

#### 4. 「工事の方法」について

本工事計画における「工事の方法」の該当箇所について第3表に示す。

第3表 「工事の方法」の該当箇所について(1/3)

項目	対象要否 (○-)	該当箇所の補足説明
1. 工事の手順		
図1 (設置又は変更の工事における工事の手順と検査)	○	今回の加圧器安全弁取替えに係る検査は発電所及び工場で実施する。 今回の届出範囲に関して、技術上の基準※に適合していることを確認するため、「構造、強度又は漏えいに係る検査」と「機能又は性能に係る検査」を実施する。 ※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
図2 (主要な耐圧部の溶接に係る工事の手順と検査)	-	主要な耐圧部の溶接部がないため対象外。
図3 (燃料体に係る工事の手順と検査)	-	燃料体に係る工事が発生しないため対象外。
2. 使用前事業者検査の方法		
2.1 構造、強度又は漏えいに係る検査		
2.1.1 構造、強度又は漏えいに係る検査		
材料検査	○	今回取り替える加圧器安全弁を対象として、技術上の基準に適合しているか確認するため、当該検査を実施する。
寸法検査	○	
外観検査	○	
組立て及び据付け状態を確認する検査(据付検査)	○	
状態確認検査	○	
耐圧検査	-	技術上の基準に規定する耐圧部がないため対象外。
漏えい検査	-	
原子炉格納施設が直接設置される基盤の状態を確認する検査	-	原子炉格納施設が直接設置される対象がないため対象外。
建物・構築物の構造を確認する検査	-	建物・構築物の構造を確認する検査が発生しないため対象外。
2.1.2 主要な耐圧部の溶接部に係る検査	-	主要な耐圧部の溶接部がないため対象外。
2.1.3 燃料体に係る検査	-	燃料体に係る検査が発生しないため対象外。

第 3 表 「工事の方法」の該当箇所について(2/3)

項目	対象要否 (○-)	該当箇所の補足説明
2.2 機能又は性能に係る検査		
2.2.1 燃料体を挿入できる段階の検査	-	当該段階に係る検査が発生しないため対象外。
2.2.2 臨界反応操作を開始できる段階の検査	-	当該段階に係る検査が発生しないため対象外。
2.2.3 工事完了時の検査	○	今回の工事計画の工事の完了を確認するため、「工事完了時の検査」を実施する。
2.3 基本設計方針検査	-	基本設計方針の変更がないため対象外。
2.4 品質マネジメントシステムに係る検査	○	今回の工事計画に示すプロセスのとおり実施していることを確認するため、「品質マネジメントシステムに係る検査」を実施する。
3. 工事上の留意事項		
3.1 設置又は変更の工事に係る工事上の留意事項		
a. 設置又は変更の工事を行う発電用原子炉施設の機器等について、周辺資機材、他の発電用原子炉施設及び環境条件からの悪影響や劣化等を受けないよう、隔離、作業環境維持、異物侵入防止対策等の必要な措置を講じる。	○	工事における一般的な留意事項であるため、該当する。
b. 工事にあたっては、既設の安全上重要な機器等へ悪影響を与えないよう、現場状況、作業環境及び作業条件を把握し、作業に潜在する危険性又は有害性や工事用資機材から想定される影響を確認するとともに、隔離、火災防護、溢水防護、異物侵入防止対策、作業管理等の必要な措置を講じる。	○	
c. 設置又は変更の工事を行う発電用原子炉施設の機器等について、必要に応じて、供用後の施設管理のための重要なデータを採取する。	○	
d. プラントの状況に応じて、検査・試験、試運転等の各段階における工程を管理する。	○	
e. 設置又は変更の工事を行う発電用原子炉施設の機器等について、供用開始後に必要な機能性能を発揮できるよう製造から供用開始までの間、維持する。	○	

第 3 表 「工事の方法」の該当箇所について(3/3)

項目	対象要否 (○-)	該当箇所の補足説明
f. 放射性廃棄物の発生量低減に努めるとともに、その種類に応じて保管及び処理を行う。	○	管理区域内での工事における一般的な留意事項であるため、該当する。
g. 現場状況、作業環境及び作業条件を把握し、放射線業務従事者に対して防護具の着用や作業時間管理等適切な被ばく低減措置と、被ばく線量管理を行う。また、公衆の放射線防護のため、気体及び液体廃棄物の放出管理については、周辺監視区域外の空気中・水中の放射性物質濃度が「線量限度等を定める告示」に定める値を超えないようにするとともに、放出管理目標値を超えないように努める。	○	
h. 修理の方法は、基本的に「図 1 工事の手順と使用前事業者検査のフロー(燃料体を除く)」の手順により行うこととし、機器等の全部又は一部について、撤去、切断、切削又は取外しを行い、据付、溶接又は取付け、若しくは同等の方法により、同等仕様又は性能・強度が改善されたものに取替を行う等、機器等の機能維持又は回復を行う。また、機器等の一部撤去、一部撤去の既設端部について閉止板の取付け、蒸気発生器、熱交換器又は冷却器の伝熱管への閉止栓取付け若しくは同等の方法により適切な処置を実施する。	○	今回の工事計画は、修理を行うため、該当する。
i. 特別な工法を採用する場合の施工方法は、技術基準に適合するよう、安全性及び信頼性について必要に応じ検証等により十分確認された方法により実施する。	-	今回の工事計画は、特別な工法を採用しないため、該当しない。
3.2 燃料体の加工に係る工事上の留意事項	-	燃料体に係る工事が発生しないため対象外。



5. 「安全設備及び重大事故等対処設備が使用される条件の下における健全性に関する説明書」の補足説明について

(1) 説明事項の基本方針について

「安全設備及び重大事故等対処設備が使用される条件の下における健全性に関する説明書」において、考慮する項目を表 5.1 に示す。

表 5.1 設計上の考慮項目

項目	既工事計画の記載内容		本届出における整理		
	設計方針	設計の考慮項目		考慮要否*	記載内容
2.1 多重性、多 様性及び位置的 分散	多重性又は多様性 及び独立性を備え ることにより安全 機能が損なわれな い (DB)	単一故障	環境条件	×	長期間での単一故障を想定 する静的機器に該当しない ため考慮不要
			自然現象	×	
			外部人為事象	×	
			溢水	×	
			火災	×	
	多重性又は多様性 及び独立性を備え ることにより安全 機能が損なわれな い (SA)	環境条件		○	「2.3 環境条件等」にて既 工事計画呼び込み
		自然現象	地震	○	設計方針記載+添付5「耐 震性に関する説明書」
			地震以外	○	既工事計画呼び込み
		外部人為事象		○	
		溢水		○	
火災		○			
サポート系		○			
2.2 悪影響防 止	他の設備からの 悪影響 (DB)	地震	○	「2.3 環境条件等」にて設 計方針記載+添付5「耐震 性に関する説明書」	
		火災	○	「2.3 環境条件等」にて設 計方針記載	
		溢水	○		
		風 (台風) 及び竜巻	○		
		内部発生飛散物	○	設計方針記載	
		共用	○		
	他の設備への 悪影響 (SA)	地震	○	設計方針記載+添付5「耐 震性に関する説明書」	
		火災	○	既工事計画呼び込み	
		溢水	○		
		風 (台風) 及び竜巻	○		
他の設備への系統的な影響 及び同一設備の機能的な影響		○			

項目	既工事計画の記載内容		本届出における整理			
	設計方針	設計の考慮項目	考慮要否*	記載内容		
2.2 悪影響防止	他の設備への悪影響 (SA)	内部発生飛散物	×	既工事計画呼び込み		
		共用	○			
2.3 環境条件等	想定される環境条件においてその機能を発揮できる (DB)	圧力	○	設計方針記載+添付7「安全弁の吹出量計算書」		
		温度	○	設計方針記載		
		湿度	○			
		放射線	放射線：機器		○	
		荷重		○	設計方針記載+添付5「耐震性に関する説明書」	
		屋外の天候		×	屋内設置のため考慮不要	
		海水を通水する系統		×	海水を通水しないため考慮不要	
		電磁波		×	電磁波の影響を受けないため考慮不要	
		周辺機器	地震	○	設計方針記載+添付5「耐震性に関する説明書」	
			地震以外	○	設計方針記載	
		設置場所における放射線	放射線：人線	×	設置場所での操作及び復旧作業不要のため考慮不要	
		冷却材の性状 (冷却材中の破損物等の異物含む。)		○	設計方針記載+添付6「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」	
		想定される環境条件においてその機能を発揮できる (SA)	環境圧力		○	設計方針記載+添付7「安全弁の吹出量計算書」
			温度 (環境・使用)		○	既工事計画呼び込み
湿度			○			
放射線	放射線：機器		○			
荷重	自然現象 (地震)		○	設計方針記載+添付5「耐震性に関する説明書」		
	自然現象 (地震以外)		×	既工事計画呼び込み		
屋外の天候			×			
海水を通水する系統		×				

項目	既工事計画の記載内容		本届出における整理		
	設計方針	設計の考慮項目		考慮要否*	記載内容
2.3 環境条件等	想定される環境条件においてその機能を発揮できる (SA)	電磁波		×	既工事計画呼び込み
		周辺機器	地震	○	設計方針記載+添付5「耐震性に関する説明書」
			地震以外	○	
		設置場所における放射線	放射線：人	×	既工事計画呼び込み
		冷却材の性状（冷却材中の破損物等の異物含む。）		×	
2.4 操作性及び試験・検査性	操作性	誤操作防止及び容易に操作できる (DB)		—	技術基準規則第38条要求であり、適用条文ではない。
		確実に操作できる (SA)		×	既工事計画呼び込み
	試験・検査性	運転中運転中又は停止中に必要な箇所保守点検が可能な構造、配置、空間、アクセス性 (DB)		○	設計方針記載
		運転中運転中又は停止中に必要な箇所保守点検が可能な構造、配置、空間、アクセス性 (SA)		○	既工事計画呼び込み

※ ○：設計考慮が必要な項目

×：設計考慮が不要な項目

(2) 加圧器安全弁の多重性又は多様性及び独立性に関する設計上の考慮

○加圧器安全弁の技術基準規則第14条第1項上の取扱い

加圧器安全弁は技術基準規則第14条第1項の適用を受けることが、技術基準規則の解釈でも明確にされている。(添付1)

加圧器安全弁は静的機器\*であることから、加圧器安全弁に対して考慮するのは「事故後長期間の単一故障」である。

ただし、加圧器安全弁にその機能(開機能)を期待するのは、事象発生直後の1次冷却系統が過圧になる事故後短期間であり、事故後長期間において加圧器安全弁は期待されていないことから、事故後長期間での単一故障の仮定は不要である。したがって、加圧器安全弁は第14条第1項の適用を受けるが、同条項に基づく「多重性又は多様性及び独立性」は設計上考慮する必要はない。

※「動的機器」とは、外部入力によって能動的に所定の機能を果たす機器をいうものであり、加圧器安全弁には該当しない。なお、本考え方については、これまでに許可された大飯発電所 発電用原子炉設置変更許可申請と同様の考え方である。

### (3) 加圧器安全弁の悪影響防止のうち内部発生飛散物に関する設計上の考慮

#### a. 加圧器安全弁の技術基準規則第 15 条第 4 項への適合性について

技術基準規則第 15 条第 4 項では、設計基準対象施設は蒸気タービン等の機器又は配管の損壊に伴う飛散物により損傷を受け安全性を損なうことがないようにしなければならないと規定されている。

加圧器安全弁が飛散物により損傷を受けないことは、既工事計画の「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」(以下「飛散物説明書」)において、空冷式非常用発電装置等の新たに申請する高速回転機器及び基準要求の変更に伴い申請する高エネルギー配管(RCPB 拡大範囲)が飛散物とならず、発電用原子炉施設(加圧器安全弁含む)の安全性が損なわれないことをもって確認している。

本届出は加圧器安全弁単体の同一仕様品への取替えであり、加圧器安全弁以外の飛散物になりうる高速回転機器や高エネルギー配管等には変更がないことから、加圧器安全弁がそれらの損壊に伴い安全機能を損なうことはない。

#### b. 加圧器安全弁が飛散物として他機器へ悪影響を与えないことの説明

一方で、高エネルギーの流体を内包する加圧器安全弁自身も飛散物とならないことについても、同技術基準規則に基づき必要であることから、以下に説明する。

既工事計画の飛散物説明書に示す通り、高エネルギー配管については日本電気協会「原子力発電所配管破損防護設計技術指針」(JEAG4613-1998)に基づき配管破損を想定し、その結果配管破損反力やジェット等の動的影響が生じる可能性があるとして評価されれば、発電用原子炉施設の機能が損なわれないよう配置等の設計上の考慮を行うこととしている。

当該指針では、ターミナル・エンドや強度上の裕度が小さい箇所に破損想定を行うこととしているが、加圧器安全弁はターミナル・エンドではなく、また配管一般部よりも肉厚で発生応力は小さくなることから、破損を想定する必要はない。

従って、加圧器安全弁については、他の機器から飛散物による悪影響を受けることはなく、また他の機器に対して自らが飛散物として悪影響を与えることもない。

#### c. 飛散物説明書の添付要否

上記の通り、技術基準規則第 15 条第 4 項は設計基準対象施設が飛散物による悪影響を受けないことを規定しており、届出対象に対して飛散物となりうる機器に変更がある場合は、同条項に基づき届出対象が悪影響を受けないことについて飛散物説明書で説明する必要がある。

しかし、本届出では届出対象の加圧器安全弁以外に変更は行わず、加圧器安全弁に対して飛散物となりうるものがないことについて既工事計画から変更はないため、本届出に飛散物説明書は添付していない。

### (4) 加圧器安全弁の環境条件等に関する設計上の考慮

加圧器安全弁は 3 台あり、それぞれ環境条件に対して以下のとおり設計上の考慮をしている。

## 【設計上の考慮事項】

### (設計基準対象施設)

- 耐震性：耐震重要度 S クラスの地震力に十分耐えられる設計とする。
- 環境温度：事故時に想定される環境温度（144℃）で機能を損なわない設計とする。
- 環境湿度：事故時に想定される環境湿度（100%）で機能を損なわない設計とする。
- 環境圧力：使用時に想定される環境圧力（0.39MPa）が加わっても機能を損なわない設計とする。
- 放射線※：想定事故時に到達する最大放射線量（1.5MGy/年以下）で機能を損なわない設計とする。
- 背圧：加圧器逃しタンクからの背圧の影響を受けないようベローズを使用して背圧を平衡させる設計とする。
- 最高使用温度：加圧器の最高使用温度（360℃）で機能を損なわない設計とする。
- 最高使用圧力：加圧器の最高使用圧力（17.16MPa）で機能を損なわない設計とする。

### (重大事故等対処設備)

- 耐震性：基準地震動  $S_s$  による地震力に対して、重大事故等に対処するために必要な機能が損なわれるおそれがない設計とする。
- 環境温度：事故時に想定される環境温度（144℃）で機能を損なわない設計とする。
- 環境湿度：事故時に想定される環境湿度（100%）で機能を損なわない設計とする。
- 環境圧力：使用時に想定される環境圧力（0.43MPa）が加わっても機能を損なわない設計とする。
- 放射線※：想定事故時に到達する最大放射線量（0.5MGy/7日以下）で機能を損なわない設計とする。
- 背圧：加圧器逃しタンクからの背圧の影響を受けないようベローズを使用して背圧を平衡させる設計とする。
- 最高使用温度：加圧器の最高使用温度（363℃）で機能を損なわない設計とする。
- 最高使用圧力：加圧器の最高使用圧力（19.3MPa）で機能を損なわない設計とする。

## ※加圧器安全弁の耐放射線性の考慮

### ▶ 放射線による影響を考慮する機器の考え方

放射線影響を考慮する機器については、既工事計画の「安全設備及び重大事故等対処設備が使用される条件の下における健全性に関する説明書」にて、以下のとおり整理している。

(添付 2)

- 耐圧部にあっては、耐放射線性が低いと考えられるパッキン・ガスケットも含めた耐圧部を構成する部品の性能が有意に低下する放射線量に到達しないこと
- 耐圧部以外の部分にあっては、電気絶縁や電気信号の伝送・表示等の機能が阻害される放射線量に到達しないこと

上記のとおり、既工事計画の「健全性に関する説明書」では「耐放射線性が低いと考えら

れるパッキン・ガスケット」「電気絶縁性等が関係する電気・計装品」について説明しており、金属材料又はコンクリートのみで構成している機器のような、放射線により機能を損なう構造でないことが明らかな機器の扱いは記載しておらず、それは補足説明資料で説明している。

ここで、「耐放射線性が低いと考えられるパッキン・ガスケット」とは、PTFE等の樹脂製品（有機材料）のものをいう。

▶ 加圧器安全弁の耐放射線について

加圧器安全弁については、下記のとおり耐環境性が高いことが明らかな材料を使用しており、本工事においては同一仕様品への取替えであることから、耐放射線性を有している。

○弁本体の材料は金属材料（SUS）であること。

○耐圧部のガスケットには膨張黒鉛フィラー＋金属フープ（無機材料）の渦巻きガスケットを使用していること。

（5）加圧器安全弁の試験・検査性に関する設計上の考慮

加圧器安全弁は保全プログラムに基づき外観点検、分解点検、機能・性能検査、漏えい検査を実施する。これらの点検と合わせて定期事業者検査として「加圧器安全弁分解検査」「加圧器安全弁漏洩検査」「加圧器安全弁機能検査」を実施している。また、保全プログラムに基づく点検や定期事業者検査は、取付箇所である[ ]ではなく、検査装置等の設置される廃棄物処理建屋内の点検エリアで実施する。

上記を踏まえ、以下の設計としている。

○取付箇所では、当該弁の取外し・取付けができる配置、空間を備えた設計としており、また配管との接続部は取外し可能なようフランジ構造としている。

○取付箇所から点検エリアへは、原子炉格納容器から補助建屋を通過して廃棄物処理建屋まで運搬する必要があり、クレーンや台車を用いて運搬できるようアクセス性を備えた設計としている。

○点検エリアでは、各部（弁体・弁棒・弁座）の浸透探傷試験や機能・性能検査等の点検・検査ができる空間及び検査装置を備えた設計としており、また、それらの点検・検査ができる構造としている。

※1次側から圧力をかけて、機能検査は、ポップングした際の圧力が設定値どおりであることを確認している。また、漏えい検査は2次側へ漏えいした単位時間当たりの漏えい量が、許容値以内であることを確認している。

[ ]: 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。

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	実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則の解釈
<p>(安全設備)</p> <p>第十四条 <b>第二条第二項第九号ハ及びホに掲げる安全設備</b>は、当該安全設備を構成する機械又は器具の単一故障（設置許可基準規則第十二条第二項に規定する単一故障をいう。以下同じ。）が発生した場合であつて、外部電源が利用できない場合においても機能できるように、構成する機械又は器具の機能、構造及び動作原理を考慮して、多重性又は多様性を確保し、及び独立性を確保するよう、施設しなければならない。</p> <p>2 安全設備は、設計基準事故時及び設計基準事故に至るまでの間に想定される全ての環境条件において、その機能を発揮することができるよう、施設しなければならない。</p>	<p>第14条（安全設備）</p> <p>1 第1項に規定する「単一故障」は、短期間では動的機器の単一故障を、長期間では動的機器の単一故障又は静的機器の想定される単一故障のいずれかをいう。ここで、短期間と長期間の境界は24時間を基本とし、例えば、PWRの非常用炉心冷却系及び格納容器熱除去系の注入モードから再循環モードへの切り替え等のように、運転モードの切り替えを行う場合は、その時点を短期間と長期間の境界とする。</p> <p>2 第2項の規定は、安全設備のほか、「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針（平成2年8月30日原子力安全委員会）」において規定される安全機能を有する構築物、系統及び機器についても適用するものとする。</p> <p>3 第2項に規定する「想定される全ての環境条件」とは、通常運転時、運転時の異常な過渡変化時及び設計基準事故時において、所定の機能を期待されている構築物、系統及び機器が、その間にさらされると考えられる全ての環境条件のことで、格納容器内の安全設備であれば通常運転からLOCA（冷却材喪失事故）時までの状態において考えられる圧力、温度、放射線、湿度をいう。また、「環境条件」には、冷却材の性状（冷却材中の破損物等の異物を含む）が含まれる。なお、配管内円柱状構造物が流体振動により破損物として冷却材に流入することの評価に当たっては、日本機械学会「配管内円柱状構造物の流れ振動評価指針（JSME S012）」を適用すること。</p>

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	実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則の解釈
<p>第十一号に規定する重大事故等対処施設をいう。</p> <p>八 「特定重大事故等対処施設」とは、設置許可基準規則第二条第二項第十二号に規定する特定重大事故等対処施設をいう。</p> <p>九 「安全設備」とは、設計基準事故時及び設計基準事故に至るまでの間に想定される環境条件において、その損壊又は故障その他の異常により公衆に放射線障害を及ぼすおそれを直接又は間接に生じさせる設備であつて次に掲げるものをいう。</p> <p>イ 一次冷却系統に係る設備及びその附属設備</p> <p>ロ 反応度制御系統（設置許可基準規則第二条第二項第二十七号に規定する反応度制御系統をいう。以下同じ。）に係る設備及びそれらの附属設備</p> <p>ハ 安全保護装置（運転時の異常な過渡変化が発生する場合、地震の発生により発電用原子炉の運転に支障が生ずる場合及び一次冷却材喪失その他の設計基準事故時に原子炉停止システムを自動的に作動させ、かつ、発電用原子炉内の燃料体の破損又は発電用原子炉の炉心（以下単に「炉心」という。）の損傷による多量の放射性物質の放出のおそれがある場合に、工学的安全施設を自動的に作動させる装置をいう。以下同じ。）、非常用炉心冷却設備（原子炉圧力容器内において発生した熱を通常運転時において除去する発電用原子炉施設が設計基準事故時及び設計基準事故に至るまでの間にその機能を失った場合に原子炉圧力容器内において発生した熱を除去する設備をいう。以</p>	<p>施設をいう。（「安全設計分野及び放射線管理分野における日本電気協会規格に関する技術評価書（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）」）</p> <p>3 第2項第9号に規定する「安全設備」のイ、ハ、ニ及びホとは次の設備をいう。</p> <p>イ 容器、配管、ポンプ等であつて原子炉冷却材圧力バウンダリに属する設備</p> <p>ハ 安全保護装置、非常用炉心冷却設備及び次の施設</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・工学的安全施設（非常用炉心冷却設備、原子炉格納容器及びその隔離弁を除く）</li> <li>・原子炉隔離時冷却系（BWR）</li> <li>・残留熱除去系（原子炉停止時冷却モード）（BWR）</li> <li>・余熱除去系（PWR）</li> <li>・逃がし安全弁（安全弁としての開機能）（BWR）</li> <li>・<b>加圧器安全弁（開機能）（PWR）</b></li> <li>・原子炉制御室非常用換気空調系</li> <li>・格納容器エリアモニタ（設計基準事故時）（PWR）</li> <li>・格納容器雰囲気放射線モニタ（設計基準事故時）（BWR）</li> </ul>

る湿度に到達しないこととする。

湿度に対する確認の方法としては、環境湿度と機器仕様の比較の他、環境湿度を再現した試験環境下において機器が機能することを確認した実証試験等によるものとする。

### c. 放射線による影響

放射線については、設備の設置場所の適切な区分(原子炉格納容器内、建屋内、屋外)ごとに想定事故時に到達する最大線量とし、区分ごとの放射線量に対して、遮蔽等の効果を考慮して、機能を損なわない材料、構造、原理等を用いる設計とする。

安全施設に対しては、「許可申請書十号」ロ.において評価した設計基準事故の中で、原子炉格納容器内の線量が最も高くなる「原子炉冷却材喪失」を選定し、L O C A時の最大放射線量を包絡する線量として、原子炉格納容器内及びアニュラス部内の原子炉格納容器貫通部(大口径)付近は 1.5MGy/年以下、アニュラス部内の原子炉格納容器貫通部(小口径)付近は 0.3MGy/年以下を設定し、安全補機室内の安全施設に対しては 200Gy/h以下を設定する。ただし、原子炉格納容器内の安全施設において、個別に設計基準事故時の放射線量を確認したものは、確認した値を環境放射線量として設定する。

それ以外の建屋内の安全施設に対しては、放射線源の影響を受けないことから、通常運転時レベル以下の 1mGy/h以下を設定する。

屋外の安全施設に対しては、2mGy/h以下を設定する。

主蒸気・主給水管室内の安全施設に対しては、当該区画の放射線量率の上昇のおそれがある「蒸気発生器伝熱管破損」での、主蒸気管の線量率を基にした 20mGy/h以下を設定する。

重大事故等対処設備に対しては、原子炉格納容器内及びアニュラス部内の原子炉格納容器貫通部(大口径)付近は、「許可申請書十号」ハ.において評価した重大事故等の中で、原子炉格納容器内の線量が最も高くなる事象として、「格納容器過圧破損(大破断L O C A時に高圧注入機能、低圧注入機能及び格納容器スプレイ注入機能が喪失する事故)」での最大放射線量を包絡する線量として、0.5MGy/7日間以下、アニュラス部内の原子炉格納容器貫通部(小口径)付近は、0.1MGy/7日間以下を設定する。ただし、原子炉格納容器貫通部と当該重大事故等対処設備との位置関係を考慮し、個別に重大事故等時の放射線量を確認したものは、確認した値を環境放射線量として設定する。

安全補機室内の重大事故等対処設備に対しては、当該区画に放射性物質が漏えいする事象として「格納容器バイパス(インターフェイスシステムL O C A)」での安全補機室内での最大放射線量を包絡する線量として 2000mGy/h以



下を設定する。

使用済燃料ピット周辺の重大事故等対処設備に対しては、「使用済燃料ピットにおける重大事故に至るおそれがある事故」について、使用済燃料ピット水の遮蔽を期待して 0.15mGy/h以下を設定し、「使用済燃料ピットにおける重大事故」について、使用済燃料ピット水の遮蔽が期待できないことから、離れた位置から対処可能な設計とする。設備と線源との配置、距離及び遮蔽によって異なる設計条件となる使用済燃料ピットの監視装置の設計については、資料 18「使用済燃料貯蔵槽の温度、水位及び漏えいを監視する装置の構成に関する説明書並びに計測範囲及び警報動作範囲に関する説明書」に示す。

主蒸気・主給水管室内の重大事故等対処設備に対しては、当該区画の放射線量率の上昇のおそれがある「格納容器バイパス（蒸気発生器伝熱管破損時に破損側蒸気発生器の隔離に失敗する事故）」での、主蒸気管の線量率を基にした 20mGy/h以下を設定する。

安全補機室内、主蒸気・主給水管室内及び使用済燃料ピット周辺以外の原子炉周辺建屋内の重大事故等対処設備は、放射線源の影響を受けないことから、通常運転時レベル以下の 1mGy/h以下を設定する。

ただし、原子炉格納容器貫通部と設備の間で散乱や透過による影響が考えられるエリア又は通常時から 1mGy/hを超える線量が想定されるエリアは、保守的に1,000mGy/hを設定する。また、個別に重大事故等時の放射線量を確認したものは、確認した値を環境放射線量として設定する。

屋外の重大事故等対処設備に対しては、原子炉格納容器からの直接線及びスカイシャイン線、原子炉格納容器から漏えいした放射性物質によるクラウドシャイン線及びグラウンドシャイン線を考慮し、「格納容器過圧破損（大破断LOCA時に高圧注入機能、低圧注入機能及び格納容器スプレイ注入機能が喪失する事故）」での最大放射線量を包絡する線量として 6mGy/h以下を設定する。

第 2-1-1 表～第 2-1-6 表にこれらの放射線量評価に用いた評価条件等を示す。

放射線による影響に対して機器が機能を損なわないように、耐圧部にあつては、耐放射線性が低いと考えられるパッキン・ガスケットも含めた耐圧部を構成する部品の性能が有意に低下する放射線量に到達しないこと、耐圧部以外の部分にあつては、電気絶縁や電気信号の伝送・表示等の機能が阻害される放射線量に到達しないこととする。

確認の方法としては、環境放射線を再現した試験環境下において機器が機能することを確認した実証試験等により得られた機器等の機能が維持される積算線量を、機器の放射線に対する耐性値とし、環境放射条件と比較することとする。耐性値に有意な照射速度依存性がある場合には、実証試験の際の照射速

## 6. 「原子炉冷却系統施設の構造図」の補足説明について

加圧器安全弁については、本届出において同一仕様品への取替えとしているものの、建設時の工事計画認可申請書及び本届出書の構造図に差異が見られることから、加圧器安全弁は建設当時から構造に変更がないことを説明する。

加圧器安全弁の構造図の差異は以下の通りであり、その部位を構造図比較表に示す。これらの部位は、建設時の工事計画認可申請書の構造図では明示していないが、建設当時から現在まで加圧器安全弁の部品に増減はなく、既設の加圧器安全弁の構造は本届出における構造図と同一である。

### <建設時の工事計画認可申請書及び本届出の構造図の差異>

- ① 吊ボルト
- ② 止めねじ
- ③ 六角穴付きボルト
- ④ 切欠き

表：加圧器安全弁（3V-RC-055）の構造図比較表

建設当時の工事計画認可申請書 構造図	本届出書 構造図

☐: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。

## 7. 加圧器安全弁の設計について

加圧器安全弁は、技術基準規則第 20 条及びその解釈の要求を受け、設計・建設規格（2005/2007）及び【事例規格】過圧防護に関する規定（以下、「過圧防護規定」という。）に基づく設計を満足することとしている。これを踏まえ、加圧器安全弁に対する各適用規格の設計要求及び設計結果を、適用規格毎に下表 7.1 から 7.3 に示す。

表 7.1：設計・建設規格（2005/2007）に対する設計要求及び設計結果（1/3）

第 10 章 安全弁 SRV-2010 一般要求	設計要求	設計結果
(1)	クラス 1 容器又はクラス 1 配管に取り付ける安全弁等については VVB-2000（超硬合金、ステライトその他の弁体の機能を維持することができる耐摩耗性および靱性を有する材料を使用する弁体については VVB-2300 の規定を除く）の規定に準じること。	加圧器安全弁はクラス 1 配管に接続されるため VVB-2000 の規定に基づき耐圧部分に該当する弁箱に使用する材料は VVB-2110 の付録材料図表 Part1 より「SCS14A」を選定している（JIS G 5121(2003)ステンレス鋼鋳鋼品）。同様に弁座については、「SUS630」を選定している（JIS G 4303(1998)ステンレス鋼棒）。なお、弁体については耐摩耗性および靱性を有したインコネル相当品（ASTM B637 N07718）を選定している。
(2)	クラス 2 容器又はクラス 2 配管に取り付ける安全弁等については、VVC-2000（超硬合金、ステライトその他の弁体の機能を維持することができる耐摩耗性および靱性を有する材料を使用する弁体については VVC-2300 の規定を除く）の規定に準じること。	加圧器安全弁はクラス 1 配管に接続されるため適用外である。
(3)	クラス 3 容器又はクラス 3 配管に取り付けられる安全弁等については、日本工業規格 JIS B 8210(1994)「蒸気用及びガス用ばね安全弁」の「8. 材料」によること。	加圧器安全弁はクラス 1 配管に接続されるため適用外である。

表 7.1 : 設計・建設規格 (2005/2007) に対する設計要求及び設計結果 (2/3)

SRV-3010 構造の要求	設計要求	設計結果
(1)	日本工業規格 JIS B 8210(1994)「蒸気用及びガス用ばね安全弁」の「5. 構造」、「6. 形状・寸法」(逃し弁および補助作動装置付きの安全弁については、揚弁装置に関する部分を除く)によること。ただし、安全弁等のフランジについては、PPB-3414、PPC-3414 または PPD-3414 の規定に適合する場合はこの限りではない。	<ul style="list-style-type: none"> <li>• JIS B 8210(1994)「蒸気用及びガス用ばね安全弁」の「5. 構造」、「6. 形状・寸法」の設計結果については、表 7.3 による。</li> <li>• フランジについては、加圧器安全弁はクラス 1 配管に接続されるため PPB-3414 の別表 2 の規定に基づき、入口側は 17.34MPa 鉄鋼製管フランジ、出口側は 4.14MPa 鉄鋼製管フランジの基準寸法を満足する設計としている。</li> </ul>
(2)	補助作動装置付きのものについては、当該補助作動装置が故障しても所要の吹出し容量が得られること。	加圧器安全弁には補助作動装置を設けていないため、適用外である。
(3)	ベローズの破損によって生じる背圧の影響により、その作動に著しい支障が生じるおそれのあるものについては補助背圧平衡ピストンを設けること。	加圧器安全弁は、弁棒に補助背圧平衡ピストンの機能を持たせている。
SRV-3111 安全弁等の 容量計算	設計要求	設計結果
(1)	蒸気用の安全弁については、日本工業規格 JIS B 8210(1994)「蒸気用及びガス用ばね安全弁」の「付属書 安全弁の公称吹出し量の算定方法」の「2 蒸気に対する公称吹出し量」によることとする。	加圧器安全弁は蒸気用の安全弁として設計しており、添付資料 7「安全弁の吹出し量計算書」のとおり確認している。
(2)	ガス用の安全弁については、日本工業規格 JIS B 8210(1994)「蒸気用及びガス用ばね安全弁」の「付属書 安全弁の公称吹出し量の算定方法」の「3 ガス用に対する公称吹出し量」によることとする。	加圧器安全弁は蒸気用の安全弁として設計しており、適用外である。

表 7.1 : 設計・建設規格 (2005/2007) に対する設計要求及び設計結果 (3/3)

SRV-3112 逃し弁の 容量計算	設計要求	設計結果
—	液体用の逃し弁については、次による こととする。 $W = 5.04An\sqrt{1.1\Delta PG}$	加圧器安全弁は蒸気用の安全弁として設計 しており、適用外である。
SRV-3113 破裂板の 容量計算	設計要求	設計結果
(1)	蒸気用の破裂板については、日本工 業規格 JIS B 8226(2000)「破裂板式 安全装置」の「附属書 1 (規定) 破 裂板式安全装置の吹出し量の算出方 法」の「2. 吹出し量」「a) 蒸気」に よることとする。	破裂板の設置がないため、適用外である。
(2)	ガス用の破裂板については、日本工 業規格 JIS B 8226(2000)「破裂板式 安全装置」の「附属書 1 (規定) 破 裂板式安全装置の吹出し量の算出方 法」の「2. 吹出し量」「b) ガス」に よることとする。	
(3)	液体用の破裂板については、日本工 業規格 JIS B 8226(2000)「破裂板式 安全装置」の「附属書 1 (規定) 破 裂板式安全装置の吹出し量の算出方 法」の「2. 吹出し量」「c) 液体」に よることとする。	
SRV-5010 安全弁等の 完成検査	設計要求	設計結果
—	安全弁等は完成後、設計仕様書に定 められた要求事項に従って、寸法確 認等を行うこと。	加圧器安全弁の完成後、寸法確認等として、 寸法検査、外観検査、耐圧・漏えい検査、 作動性能試験を実施する。

表 7.2 : 過圧防護規定に対する設計要求及び設計結果 (1/6)

OPP-2000 安全弁等の 構造および材料	設計要求	設計結果
(1)	安全弁等の構造は、円筒形コイルばねによる直動式のものであって、設計・建設規格 SRV-3010 に適合するものであること。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・円筒形コイルばねによる直動式のものを採用している。</li> <li>・SRV-3010 の設計結果については、表 7.1 による。</li> </ul>
(2)	安全弁等は、弁座面での耐漏えい性が確保できる構造であること。	ばね式安全弁は、弁体をばねの力で弁座に押し付けることで 1 次側（入口側）流体をシールしており、弁体と弁座が接触している面（弁座面）で耐漏えい性を確保する構造としている。
(3)	安全弁等の材料は、設計・建設規格 SRV-2000 の規定に適合するものであること。	SRV-2000 の設計結果については、表 7.1 による。

表 7.2 : 過圧防護規定に対する設計要求及び設計結果 (2/6)

OPP-3000 安全弁等の設置	設計要求	設計結果
(1) 原子炉压力容器(加圧器がある場合は、加圧器。以下この号において同じ)にあつては、次によること。	a 背圧の影響により、その作動に支障が生じることを防止するため、ベローズが設けられた安全弁(「ベローズ付き安全弁」という。)を適当な箇所に2個以上設けること。	添付資料2「設備別記載事項の設定根拠に関する説明書」のとおり確認している。
	b 安全弁の容量の合計は、当該原子炉压力容器の圧力をその最高使用圧力の1.1倍以下に保持するのに必要な容量以上であること。 ただし、安全弁以外の過圧防止効果を有するものにあつては、当該装置の過圧防止能力に相当する値を減じることができる。	
	c 安全弁の吹出し圧力は、1個は原子炉压力容器の最高使用圧力以下の圧力、他は原子炉压力容器の最高使用圧力の1.05倍以下の圧力であること。	
(2) 蒸気発生器の二次側にあつては、次によること。	a 安全弁を適当な箇所に2個以上設けること。	加圧器安全弁は蒸気発生器の二次側に取り付ける機器ではないため、適用外である。
	b 安全弁の容量の合計は、当該蒸気発生器の圧力をその最高使用圧力の1.1倍以下に保持するのに必要な容量以上であること。	
	c 安全弁の吹出し圧力は、1個は蒸気発生器の最高使用圧力以下の圧力、他は蒸気発生器の最高使用圧力の1.05倍以下の圧力であること。	
	d 安全弁の吹下り圧力は、吹出し圧力の0.07倍の圧力以下であること。	



表 7.2 : 過圧防護規定に対する設計要求及び設計結果 (3/6)

OPP-3000	設計要求	設計結果
<p>(3) 減圧弁を有する配管であって、低圧側の部分またはこれに接続する機器が高圧側の圧力に耐えるように設計されていないものにあつては、次によること。</p>	<p>a クラス 1 配管にあつては、ベローズ付き安全弁を減圧弁の低圧側にこれに接近して 2 個以上設けること。</p>	<p>加圧器安全弁は減圧弁を有する配管に接続する機器ではないため、適用外である。</p>
	<p>b a に掲げる配管以外の配管にあつては、安全弁等を減圧弁の低圧側にこれに接近して 1 個以上設けること。</p>	
	<p>c 安全弁等の容量の合計は、減圧弁が全開したとき配管の低圧側の部分およびこれに接続する機器の圧力をその最高使用圧力の 1.1 倍以下に保持するのに必要な容量以上であること。</p>	
	<p>d 安全弁等の吹出し圧力は、次によること。 (a)安全弁等が 1 個の場合は、配管の低圧側の最高使用圧力以下の圧力 (b)安全弁等が 2 個以上の場合は、1 個は配管の低圧側の最高使用圧力以下の圧力、他は配管の低圧側の最高使用圧力の 1.05 倍以下の圧力</p>	
	<p>e 安全弁の吹下り圧力は、吹出し圧力の 0.1 倍以下の圧力であること。</p>	
<p>(4)</p>	<p>原子炉施設に属する容器((1)、(2)および OPP-4020 に掲げるもの、補助ボイラーならびに原子炉格納容器を除く。)または配管(前号に掲げるものを除く。)であつて、内部に最高使用圧力の 1.1 倍を超える圧力を受けるおそれがあるものにあつては、(2)b ならびに前号 a、b、d および e の規定に準じて安全弁等を適当な箇所に設けること。</p>	<p>(1) に該当するため、適用外である。</p>

表 7.2 : 過圧防護規定に対する設計要求及び設計結果 (4/6)

OPP-4010 安全弁等の入口側 または出口側への 破壊板の設置	設計要求	設計結果
(1) 安全弁等の入 口側に設ける ときは、次に よること。	a 破壊板の吹出し圧力は、当該容器の 最高使用圧力以下の圧力であるこ と。	破壊板の設置はないため、適用外である。
	b 破壊板の破壊により安全弁等の機 能に支障をおよぼさないようにす ること。	
(2) 安全弁等の出 口側に設ける 場合は、次に よること。	a 破壊板は、大気圧との差圧 0.09MPa 以下の圧力で破壊するものである こと。	
	b 安全弁等の吹出し圧力は、OPP-3000 に規定する吹出し圧力より 0.09MPa 以上低いこと。	
	c 破壊板の支持機構は、流体が排出す るときの通過面積が安全弁等の出 口の面積以上となるものであるこ と。	
	d 破壊板の破壊により吹出し配管の 機能に支障をおよぼさないように すること。	

表 7.2 : 過圧防護規定に対する設計要求及び設計結果 (5/6)

OPP-4020 作動を不能にする おそれがある物資 を含む場合の破壊 板の設置	設計要求	設計結果
(1)	適当な箇所に 1 個以上設けること。	破壊板の設置はないため、適用外である。
(2)	破壊板の容量および吹出し圧力は、 それぞれ OPP-3000 の(2)b および (3)d の規定に適合するものである こと。	
(3)	容器と破壊板との連絡配管の最小 の流路面積が、破壊板の最大の吹出 し面積以上であること。	
OPP-5000 安全弁等または破 壊板の入口側また は出口側に止め弁 を設ける場合	設計要求	設計結果
—	OPP-3000 または OPP-4020 の場合 において、安全弁等または破壊板の入 口側または出口側に止め弁を設け るときは、原子炉を起動させるとき および運転中に、止め弁が全開して いることを確認できる装置を設け なければならない。	加圧器安全弁の入口側または出口側に止め 弁の設置はないため、適用外である。

表 7.2 : 過圧防護規定に対する設計要求及び設計結果 (6/6)

OPP-6000 真空破壊弁の設置	設計要求	設計結果
(1)	真空破壊弁の材料および構造は、設計・建設規格 VBV-2000 および VBV-3000 の規定に適合するものであること。	真空破壊弁の設置はないため、適用外である。
(2)	原子炉格納容器にあつては、真空破壊弁を適当な箇所に2個以上設けること。	
(3)	原子炉格納容器以外の容器または配管にあつては、真空破壊弁を適当な箇所に1個以上設けること。	
OPP-7000 安全弁等の容量	設計要求	設計結果
—	OPP-3000 の(1)から(4)までおよび OPP-4020 の規定に基づき設ける安全弁、逃し弁または破壊板の容量の計算式は、設計・建設規格 SRV-3110 に適合するものであること。	加圧器安全弁は蒸気用の安全弁として設計しており、SRV-3110 の設計結果については、添付資料7「安全弁の吹出量計算書」とおり確認している。

表 7.3 : JIS B 8210(1994)「蒸気用及びガス用ばね安全弁」に対する

設計要求及び設計結果 (1/4)

5. 構造	設計要求	設計結果
5.1 構造一般	(1) 設定圧力が 3MPa (30kgf/cm <sup>2</sup> ) を超える蒸気又は温度が 235℃を超える流体に使用する安全弁は、ばねが吹出し流体に直接さらされないようにしなければならない。	設定圧力が 3MPa (30kgf/cm <sup>2</sup> ) を超える蒸気又は温度が 235℃を超える流体に使用する安全弁に該当し、ばねがベローズにより隔離され、吹出し流体にさらされない構造としている。
	(2) 安全弁は、その一部が破損しても、十分な吹出し量が得られるものでなければならない。	吹出しに必要な流路については、部品が破損しても途中で吹出しの障害となるものがなく、弁箱及び弁座が所要吹出し量を確保できる経路が形成されている。
	(3) ばねの調整ねじは、自由に緩まない構造としなければならない。	ばねの調整ねじは止めナットにより固定されている。
	(4) ばねが破損しても、弁体などが外部へ抜け出ない構造としなければならない。	ばねが破損しても、弁体はバルブガイド及び弁体円筒部に内包されており、外部へ抜け出ない構造としている。
	(5) 安全弁は、みだりに圧力を調整できないように封印できる構造としなければならない。	調整ボルトを覆うキャップに封印を設置し、みだりに調整出来ない構造としている。
	(6) 毒性又は可燃性ガスに使用する安全弁は、開放形としてはならない。	毒性又は可燃性ガスに使用する安全弁に該当しないが、内部流体は放射性物質を内包しており、系外に流体を流出しない密閉型としている。

表 7.3 : JIS B 8210(1994)「蒸気用及びガス用ばね安全弁」に対する

設計要求及び設計結果 (2/4)

5. 構造	設計要求	設計結果
5.1 構造一般	(7) 吹出し管を取り付ける構造の蒸気用安全弁の出口側には、弁座の面よりも下部にドレン抜き管接続用ねじ穴を設けなければならない。なお、呼び径が 65 を超えるもののドレン抜き管接続用ねじ穴は、JIS B 0203 に規定するねじの呼び Rc3/8 以上としなければならない。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・弁箱出口側に下部にドレン抜き管接続用ねじ穴を設けており、プラグにてねじ穴を塞いでいる。</li> <li>・呼び径は 65 を超えるため、ドレン抜き管接続用ねじ穴の大きさを満足する JIS B 0202 に規定するねじの呼び G1/2 を適用している。</li> </ul>
	(8) 弁体と弁座との当たり面の弁軸に対する傾きは、45 度 (円すい座) 又は 90 度 (平面座) とすることが望ましい。	弁体と弁座との当たり面の弁軸に対する傾きは、90 度 (平面座) としている。
	(9) 蒸気用安全弁のうちボイラ用には、弁体を弁座から揚げられる装置を付けなければならない。なお、この装置は、設定圧力の 75%以上の圧力のとき手動によって弁体を揚げられるもので、手を放したとき弁体が閉止の位置に戻るものでなければならない。	加圧器安全弁はボイラ用ではないが、揚弁装置であるレバーを設けている。なお、運転中はレバーを取外す運用としており、手動による揚弁操作は行わない。
	(10) 安全弁の取付部は、排気による反動力に対して十分な強度がなければならない。	強度が構造上最も低い弁箱ネック部においても、反動力に対して十分な強度を有する設計としている。
	(11) ねじ込み形安全弁は、取付けの際、スパナをかける面がなければならない。	当該弁はフランジ取付けのため適用外である。

表 7.3 : JIS B 8210(1994)「蒸気用及びガス用ばね安全弁」に対する

設計要求及び設計結果 (3/4)

5. 構造	設計要求	設計結果
5.2 ばね	(1) 表面に有害な肌荒れ、きず、その他の欠陥があってはならない。	表面に有害な肌荒れ、きず、その他の欠陥がないことを非破壊検査及び外観検査により確認している。
	(2) コイル端部の形状は、クローズドエンドとし、3/4 巻以上、ばねの軸線に直角及び平滑に研削加工又はテーパ加工されていなければならない。	コイル端部はクローズドエンドとし、3/4 巻き以上、ばねの軸線に直角及び平滑に研削している。
	(3) 座巻の数は、各一卷以上とする。	座巻の数は、両端一卷き以上で設計している。
	(4) 試験荷重又は密着荷重を 3 回加え、これを取り除いて 10 分後の自由高さの減少率が、1.0%以下でなければならない。	密着荷重を 3 回加え、これを取り除いて 10 分後の自由高さの減少率が 1.0%以下となるよう設計している。
	(5) ばねの特性及び寸法の許容差は、表 6 及び図 3 による。	ばねの特性及び寸法の許容差は、表 6 及び図 3 通りとなるよう設計している。
	(6) 使用最大たわみ設計値は、設定時のたわみの 1.1 倍に定格リフトを加えた値とし、その値は、ばね密着時までの全たわみの 80%以下でなければならない。	設定時のたわみの 1.1 倍に定格リフトを加えた使用最大たわみ設計値は、ばね密着時までの全たわみの 80%以下となるよう設計している。
	(7) 使用最大たわみ時のねじり応力の設計値は、試験荷重時の許容ねじり応力の 80%以下とする。なお、試験荷重時の許容ねじり応力の値は、JIS B 2704 による。	使用最大たわみ時のねじり応力の設計値は、試験荷重時の許容ねじり応力 ( JIS B 2704 による) の 80%以下となるよう設計している。

表 7.3 : JIS B 8210(1994)「蒸気用及びガス用ばね安全弁」に対する

設計要求及び設計結果 (4/4)

6. 形状・寸法		設計要求	設計結果	
6.1 安全弁各部 の 寸法許容差	(1)	機械加工部の寸法で特に規定がない部分及び鋳放し品の寸法許容差は、表 7 による。	機械加工部及び鋳鋼品の寸法許容差は、表 7 を満足するよう設計している。	
	(2)	のど部の径及び弁座口の径は、基準寸法より小さくしてはならない。	のど部の径及び弁座口の径は、基準寸法より大きくなるよう設計している。	
	(3)	安全弁の面間寸法及び直角度の許容差は、表 8 及び図 4 による。	安全弁の面間寸法及び直角度の許容差は、表 8 及び図 4 を満足するよう設計している。	
6.2 安全弁の 接続部 の 形状 寸法	6.2.1 フランジ形	(1)	加圧器安全弁のフランジ形状・寸法は、設計・建設規格 (2005/2007) PPB-3414 の別表 2 の規定に基づき設計していることから、適用外である。	
		(2)		蒸気用ボイラ用全量式の場合 接続フランジの形状寸法は、原則として表 9 によるか、又は同等以上の強度をもつ形状・寸法とする。
		(3)		ボイラー用以外の蒸気用揚程式又はガス用の場合 JIS B 2210 による。ただし、吹出し時の反動力の面から、フランジの強度を増す必要がある場合は、フランジの厚さを増すか、又は大きい呼び径の寸法によってもよい。
	6.2.2 溶接形	冷却装置用の場合 冷却装置用の場合は、JIS B 8602 による。		
	6.2.3 ねじ込み形	受渡当事者間で承認された形状・寸法による。		
		接続ねじは、JIS B 0203 による。なお、おねじを使用する蒸気用全量式安全弁の接続ねじは、設定圧力 2.0MPa {20kgf/cm <sup>2</sup> } 以下に限り表 10 による。		



## 8. 加圧器安全弁の応力腐食割れ対策について

### (1) 概要

加圧器安全弁（以下「安全弁」という。）は技術基準規則第 20 条第 1 項第 3 号に基づき、材料については技術基準規則第 17 条第 1 号の規定に準じた設計としていることから、技術基準規則第 17 条第 1 号及びその解釈を準用し、クラス 1 機器に接続される安全弁が応力腐食割れ発生の抑制を考慮した設計となっていることを説明するものである。

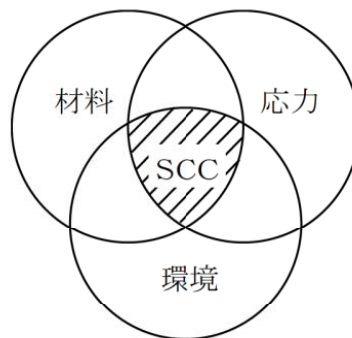
### (2) 基本方針

安全弁は、日本機械学会「発電用原子力設備規格 設計・建設規格 (JSME S NC1-2001) 及び (JSME S NC1-2005) 【事例規格】 発電用原子力設備における「応力腐食割れ発生の抑制に対する考慮」 (NC-CC-002)」に基づき、応力腐食割れ発生環境下に対する適切な耐食性を有する材料の使用、運転中の引張応力を軽減する設計及び製作時の引張残留応力を低減させる工法や発生した引張残留応力の低減対策の実施、並びに保安規定に基づく水質管理等の応力腐食割れ発生の抑制を考慮した設計とする。

### (3) 応力腐食割れ発生の抑制策について

#### a. 応力腐食割れ発生の前提条件について

応力腐食割れ (SCC) は、材料が特定の応力条件と環境条件にさらされたときに割れを生じる現象であり、下図に示すとおり、材料・応力・環境の 3 要因が重畳した場合に発生する。



一般的に応力腐食割れを抑制するためには、以下に示すように 3 要因のうちの 1 要因以上を取り除く必要がある。

- (a) 応力腐食割れ発生環境下において、応力腐食割れ発生の可能性が高い材料の選定を避ける。
- (b) 引張応力を軽減する設計と製作時の引張残留応力を低減させる工法や発生した引張残留応力の低減処理技術を採用する。
- (c) 応力腐食割れの発生に寄与する腐食環境を緩和する設計と水質管理技術を採用する。

#### b. 安全弁における応力腐食割れ発生の抑制策について

安全弁は、以下を考慮することにより応力腐食割れの発生を抑制している。

(a) 材料選定

安全弁の材料は、耐食性に優れたSCS14Aであり、応力腐食割れの感受性が低く、これまでもPWRの1次系高温環境下における応力腐食割れ対策材料として多く使用されている。

(b) 発生応力

安全弁は、運転中の引張応力が増大する設計及び製作時の引張残留応力が高くなる工法を避けて設計している。なお、安全弁と安全弁が接続される配管はフランジ接続であり、溶接施工は発生しない。

(c) 環境

定格出力運転時の1次冷却材中の溶存酸素及びその他の不純物濃度が十分低くなるよう保安規定に基づく水質管理を行っている。

また、塩化物及びフッ化物混入防止対策を行い、塩化物及びフッ化物に起因する応力腐食割れの発生を防止している。

## 9. 技術基準規則第 27 条の適合性について

加圧器安全弁が原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する機器として、機器に加わる負荷に耐える設計としていることを説明する。

### (1) 評価方針

評価にあっては 1 次側（入口側）及び 2 次側（出口側）ともに同じ評価手法で実施していることから、より条件の厳しい 1 次側（入口側）について説明する。加圧器安全弁の仕様は表 9.1 に示す。

表 9.1 加圧器安全弁の仕様

	設定圧力	呼び径	材質	設計温度
加圧器安全弁	17.16MPa	130A	SCS14A	360°C

### (2) 評価方法

#### a. 入口ネック部

下記の 3 項目を算出し、それらの合成応力が材料の許容応力範囲内であることを確認する。

(a) 入口内圧による応力（設計建設規格（2005/2007）PVC-3122(1)による）

(b) 累積背圧\*による応力（一般的な応力の計算式による）

(c) 反動力による曲げ応力（ASME B31.1 による）

※累積背圧：安全弁が吹出したときに出口側の流れによって発生する安全弁の出口側の圧力

#### b. 入口フランジ

吹出し時を想定し外力モーメントとして反動力を負荷した状態で、フランジ部に発生する応力が材料の許容値範囲内であることを確認する。計算に当たっては、設計・建設規格（2005/2007）PPB-3414 を準用する。

### (3) 評価結果

#### a. 入口ネック部

表 9.2 のとおり、入口ネック部に発生する応力について、許容値内であり強度的に問題ない。

表 9.2 入口ネック部の評価結果

	合成応力 (MPa)	許容応力 1.5Sm (MPa)	判定
加圧器安全弁	38.59	170.7	許容値内

#### b. 入口フランジ

表 9.3 のとおり、各フランジ主要部に発生する応力について、許容値内であり強度的に問題ない。

表 9.3 入口フランジの評価結果

	軸方向応力 (MPa)	半径方向応力 (MPa)	周方向応力 (MPa)	許容応力 1.5Sm (MPa)	判定
加圧器安全弁	67.37	39.70	37.96	170.7	許容値内

(4) まとめ

上記のとおり加圧器安全弁について、入口内圧、吹出し時に発生する反動力及び累積背圧を考慮して評価した結果、強度的に問題ないことを確認した。