

高浜発電所 安全審査資料
2-3-改2
2023年9月20日

高浜発電所 3号炉及び4号炉

設置許可基準規則への適合性について
(原子炉冷却材圧力バウンダリ)

2023年9月

関西電力株式会社

<目次>

1. 概要
2. 適合のための具体的設計について

1. 概要

高浜発電所3号炉及び4号炉においては、蒸気発生器取替えより、原子炉冷却材圧力バウンダリの材料を変更することから、「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則」（以下「設置許可基準規則」という。）等に従い、「原子炉冷却材圧力バウンダリ」に対する設計方針及び適合性についてまとめたものである。

第十七条 原子炉冷却材圧力バウンダリ

発電用原子炉施設には、次に掲げるところにより、原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する機器（安全施設に属するものに限る。以下この条において同じ。）を設けなければならない。

- 一 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生ずる衝撃、炉心の反応度の変化による荷重の増加その他の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ものとする。
- 三 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瞬間的破壊が生じないように、十分な破壊じん性を有するものとする。

適合のための設計方針

第1項第1号について

蒸気発生器の原子炉冷却材圧力バウンダリは、異常な冷却材の漏えい又は破損の発生する可能性が極めて小さくなるよう材料選定、耐震設計、過圧防止等の考慮を払った設計とする。

詳細設計においては、蒸気発生器は、想定される過渡状態条件下において、十分な強度を有することを解析により確認する。

第1項第3号について

通常運転時、運転時の異常な過渡変化時、保守時、試験時及び事故時において原子炉冷却材圧力バウンダリが脆性的挙動を示さず、かつ、急速な伝播型破断を生じないように、フェライト系鋼材で製作する機器に対しては、切欠じん性を考慮した材料選択、設計、製作及び運転に留意するものとする。

蒸気発生器水室及び管板は、脆性破壊防止の観点から最低使用温度を確認し、適切な温度で使用するものとする。

2. 適合のための具体的設計について

第1項第1号について

原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する蒸気発生器の水室・管板・伝熱管は、安全機能の重要度によりクラス1に分類されるため、蒸気発生器の水室・管板は強度・じん性に優れたフェライト系鋼材の低合金鋼板及び低合金鍛鋼、伝熱管には耐食性に優れた高ニッケル基合金TT690 (GNCF690CM) を用いる。

さらに、通常運転時の蒸気発生器の器内圧力、温度を包絡するように、最高使用圧力、最高使用温度を設定し、通常運転時、異常状態及び過渡状態を含め、種々の圧力、温度変動に対して蒸気発生器の運転寿命として十分と考えられる回数の変動を想定の上で、これらの圧力、熱、また地震等による荷重や自重に対して、蒸気発生器の破損や過度の変形を防止するため、一次応力や二次応力の評価、並びに疲労損傷防止のための疲れ評価を、形状の妥当性を確認する詳細設計段階で行い、技術基準に適合していることを確認する。

過圧防止のため1次冷却材系統には、適切な容量の逃がし弁、安全弁を設置している。

なお、蒸気発生器は耐震Sクラスとし、耐震設計において適用する地震動による地震力に対し、蒸気発生器の安全機能が保持されることを詳細設計段階で確認する。

第1項第3号について

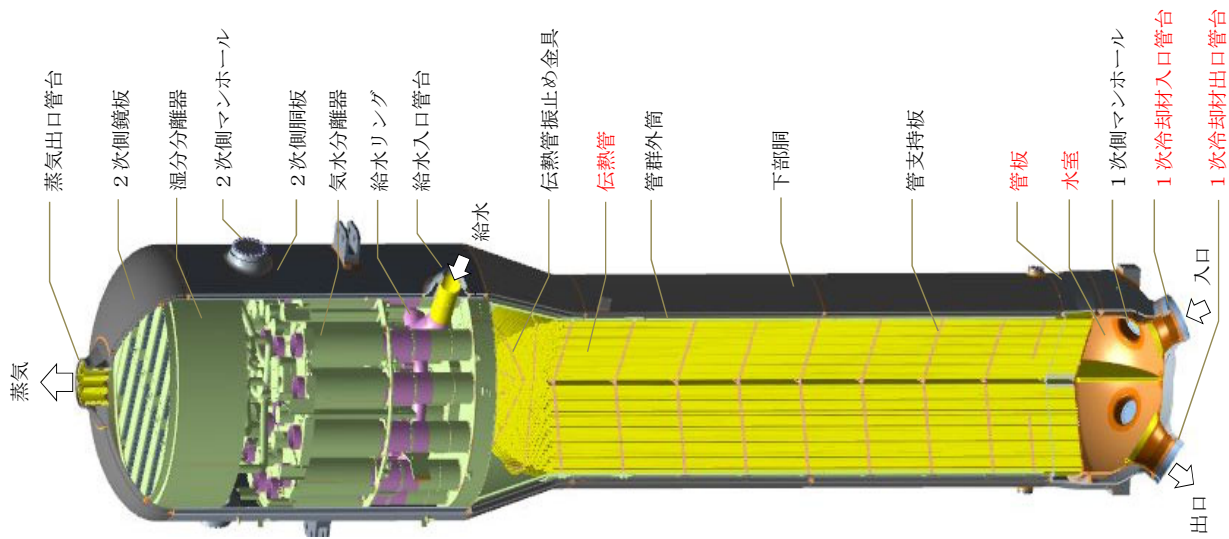
具体的には、蒸気発生器の原子炉冷却材圧力バウンダリの材料は規制当局により技術評価された民間規格（日本産業規格、発電用原子力設備規格等）に基づいて製造されたものを使用する。

さらに、蒸気発生器の原子炉冷却材圧力バウンダリのうちフェライト系鋼材で製作する部分は、非延性破壊防止の観点から、技術基準規則等に基づき破壊じん性を確認し、適切な温度で使用するものとする。

具体的には、蒸気発生器の使用材料に対しては破壊じん性試験を行い、脆性的挙動を示さないことを製作段階で確認する。

取替用蒸気発生器の原子炉冷却材圧力バウンダリの使用材料の特性を添付に示す。

取替用蒸気発生器 原子炉冷却材圧力バウンダリの使用材料の特性について



部位と材料	材料の特性
伝熱管 TT690 合金 (GNCF690CM)	(高ニッケル合金) 高温における強度が高い上に、各種腐食環境に対する耐食性に優れた材料である。特に、TT690 合金は1次冷却材環境での対応力腐食割れ性に優れている。 したがって、伝熱管のような薄肉で腐食環境にさらされる部位に用いるのに適している。
管板 低合金鋼鍛鋼品 (SFVQ1A)	(フェライト系鋼材) 高温における強度が高く、溶接性に優れている。さらに、じん性に優れた材料を選定することにより、管板のような耐圧容器の材料として用いるのに適している。なお、1次冷却材環境での腐食については、1次側溶接部に690系Ni基合金の肉盛りを施工することにより、防止している。
管板肉盛り ニッケル・クロム・鉄合金 (690系Ni基合金)	(高ニッケル合金) 各種腐食環境に対する耐食性に優れた材料である。したがって、フェライト系鋼材である管板の腐食防止のため、管板肉盛り用材料として用いるのに適している。また、伝熱管とのシール溶接性を考慮して、伝熱管と同種の材料(690系Ni基合金)としている。
水室(1次冷却材出入口管台含む) 低合金鋼鋼板 (SQV2A)	(フェライト系鋼材) 高温における強度が高く、溶接性に優れている。さらに、じん性に優れた材料を選定することにより、管板のような耐圧容器の材料として用いるのに適している。なお、1次冷却材環境での腐食については、1次側溶接部にステンレス鋼の肉盛りを施工することにより、防止している。
水室肉盛り ステンレス鋼	(オーステナイト系ステンレス鋼) 耐食性に優れた材料である。したがって、フェライト系鋼材である水室鏡の腐食防止のため、水室鏡の肉盛り用材料として用いるのに適している。
1次冷却材管台 異種継手部 ニッケル・クロム・鉄合金 (690系Ni基合金)	(高ニッケル合金) 高温における強度が高い上に、低合金鋼とステンレス鋼を繋ぐ異種継手溶接に適した材料である。また、各種腐食環境に対する耐食性に優れた材料で、特に、690系Ni基合金は1次冷却材環境での耐応力腐食割れ性に優れている。 したがって、低合金鋼である水室鏡とオーステナイト系ステンレス鋼であるセーフエントを繋ぐ溶接材料として用いるのに適している。

「本申請の適用条文であるが、既許可の設計方針にて申請対象設備の適合性を確認できるもの」に関する適合性について

1. 17 条 原子炉冷却材圧力バウンダリに係る既許可の設置許可申請書の記載

既許可の設置許可申請書（抜粋）	適合性の説明
<p>五、発電用原子炉及びその附属施設的位置、構造及び設備</p> <p>ロ、発電用原子炉施設の一般構造</p> <p>(3) その他の主要な構造</p> <p>(i) 本原子炉施設は、(1) 耐震構造、(2) 耐津波構造に加え、以下の基本的方針の基に安全設計を行う。</p> <p>a. 設計基準対象施設</p> <p>(1) 原子炉冷却材圧力バウンダリ</p> <p>原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する機器（安全施設に属するものに限る。）は、以下を考慮した設計とする。</p> <p>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生ずる衝撃、炉心の反応度の変化による荷重の増加その他の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とする。</p> <p><u>原子炉冷却材の流出を制限するために隔離装置を有する設計とする。</u></p>	<p>17 条 1 項 2 号は、原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する機器に適用されるものであり、本申請において取替えを行う蒸気発生器にも適用される。</p> <p>ただし、既許可の設計方針において、原子炉冷却材圧力バウンダリとならない部分からの異常な漏えいが生じた場合において、原子炉冷却材の喪失を停止させるため、配管系の通常運転時の状態及び使用目的を考慮し、適切な隔離弁を設けた設計としており、<u>本申請における蒸気発生器取替えは、既許可の適切な隔離範囲の中での取替えであることから既許可の設計方針にて申請対象設備の基準適合性が確認できる。</u></p>