

柏崎刈羽原子力発電所第6号機 設計及び工事計画審査資料	
資料番号	KK6 添-1-022 改0
提出年月日	2024年1月18日

VI-1-1-6 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

KK6 ① VI-1-1-1-6 R0

2024年1月
東京電力ホールディングス株式会社

VI-1-1-6 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

目 次

1. 概要	1
2. 申請範囲	1
3. 基本方針	1
4. 適用基準, 適用規格	1
5. 応力腐食割れ発生の抑制策について	2
5.1 応力腐食割れ発生の前提条件について	2
5.2 申請範囲における応力腐食割れ発生の抑制策について	2

1. 概要

本資料は、「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「技術基準規則」という。）第17条及びその「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」（以下「解釈」という。）に基づき、クラス1機器及びクラス1支持構造物並びに炉心支持構造物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. 申請範囲

今回の申請範囲は、設計基準対象施設に属する設備のうち原子炉冷却材圧力バウンダリの拡大範囲となる弁 E11-F010A, B, C（残留熱除去系停止時冷却内側隔離弁(A), (B), (C)）から弁 E11-F011A, B, C（残留熱除去系停止時冷却外側隔離弁(A), (B), (C)）まで、弁 G31-F018（原子炉冷却材浄化系ヘッドスプレイ逆止弁）から弁 G31-F017（原子炉冷却材浄化系ヘッドスプレイ隔離弁）まで及び弁 C41-F008（ほう酸水注入系内側隔離弁）から弁 C41-F007（ほう酸水注入系外側隔離弁）までの主配管及び弁（以下「RCPB 拡大範囲」という。）を対象とする。

なお、RCPB 拡大範囲以外のクラス1機器及びクラス1支持構造物並びに炉心支持構造物に関しては、技術基準規則の要求事項に変更がないため、今回の申請において変更は行わない。

3. 基本方針

RCPB 拡大範囲の設備は、日本機械学会「発電用原子力設備規格 設計・建設規格」（J S M E S N C 1 - 2001）及び（J S M E S N C 1 - 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」（N C - C C - 0 0 2）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。

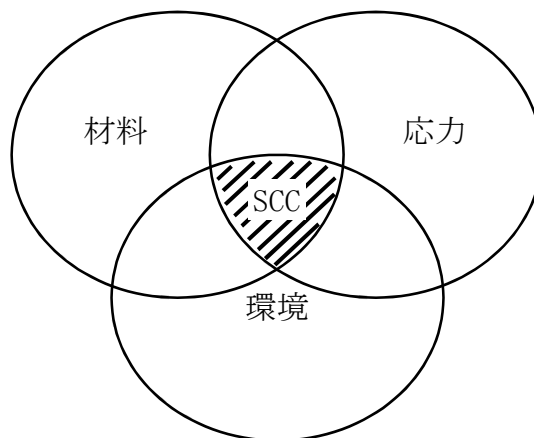
4. 適用基準、適用規格

- ・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（平成25年6月19日原規技発第1306194号）
- ・日本機械学会「発電用原子力設備規格 設計・建設規格」（J S M E S N C 1 - 2001）及び（J S M E S N C 1 - 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」（N C - C C - 0 0 2）
- ・実用発電用原子炉及びその附属施設における破壊を引き起こす亀裂その他の欠陥の解釈（原規技発第1408063号 平成26年8月6日原子力規制委員会決定）

5. 応力腐食割れ発生の抑制策について

5.1 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、材料が特定の環境条件と応力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。

5.2 申請範囲における応力腐食割れ発生の抑制策について

5.2.1 弁 E11-F010A, B, C（残留熱除去系停止時冷却内側隔離弁(A), (B), (C)から弁 E11-F011A, B, C（残留熱除去系停止時冷却外側隔離弁(A), (B), (C)）まで

RCPB 拡大範囲のうち、弁 E11-F010A, B, C（残留熱除去系停止時冷却内側隔離弁(A), (B), (C)）から弁 E11-F011A, B, C（残留熱除去系停止時冷却外側隔離弁(A), (B), (C)）までは、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。

(1) 配管及び弁

a. 材料選定

当該部の材料は、炭素鋼である SFVC2B, SCPH2 としている。炭素鋼においては、ステンレス鋼よりも応力腐食割れが生じにくいとされている。

b. 発生応力

当該部は、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極力避けて設計し、溶接施工に関しては、当時の法令に従い、技術的妥当性が確認された溶接施工法である。

また、第三者機関にて認可された発電用原子炉施設の溶接士により施工されており、昭和45年通商産業省令第81号「電気工作物の溶接に関する技術基準を定める省令」に基づき十分な品質管理を行っている。

更に、当該部は開先等の形状を不連続で特異な形状としないこと及び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ことにより、引張残留応力の低減を図っている。

c. 環境

定格出力運転時の原子炉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水質管理を行っている。

5.2.2 弁 G31-F018（原子炉冷却材浄化系ヘッドスプレー逆止弁）から弁 G31-F017（原子炉冷却材浄化系ヘッドスプレー隔離弁）まで

RCPB 拡大範囲のうち、弁 G31-F018（原子炉冷却材浄化系ヘッドスプレー逆止弁）から弁 G31-F017（原子炉冷却材浄化系ヘッドスプレー隔離弁）までは、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。

(1) 配管及び弁

a. 材料選定

当該部の材料は、炭素鋼である STS410, SFVC2B, SCPH2, S25C としている。炭素鋼においては、ステンレス鋼よりも応力腐食割れが生じにくいとされている。

b. 発生応力

当該部は、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極力避けて設計し、溶接施工に関しては、当時の法令に従い、技術的妥当性が確認された溶接施工法である。

また、第三者機関にて認可された発電用原子炉施設の溶接士により施工されており、昭和45年通商産業省令第81号「電気工作物の溶接に関する技術基準を定める省令」及び日本機械学会「発電用原子力設備規格 溶接規格」（J S M E S N B 1 - 2007）に基づき十分な品質管理を行っている。

更に、当該部は開先等の形状を不連続で特異な形状としないこと及び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ことにより、引張残留応力の低減を図っている。

c. 環境

定格出力運転時の原子炉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水質管理を行っている。

(2) 支持構造物

当該部の支持構造物については、原子炉冷却材高温環境に接液しないこと、塩化物及びフッ化物混入防止対策を行い、応力腐食割れの発生を防止している。

5.2.3 弁 C41-F008（ほう酸水注入系内側隔離弁）から弁 C41-F007（ほう酸水注入系外側隔離弁）まで

RCPB 拡大範囲のうち、弁 C41-F008（ほう酸水注入系内側隔離弁）から弁 C41-F007（ほう酸水注入系外側隔離弁）までは、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。

(1) 配管及び弁

a. 材料選定

当該部の材料は、炭素含有量が $C \leq 0.020\%$ の SUS316LTP 及び SUSF316L、並びに SCS16A であり、応力腐食割れの感受性が低く、これまでも BWR の原子炉冷却材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

当該部は、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極力避けて設計し、溶接施工に関しては、当時の法令に従い、技術的妥当性が確認された溶接施工法である。

また、第三者機関にて認可された発電用原子炉施設の溶接士により施工されており、昭和 45 年通商産業省令第 81 号「電気工作物の溶接に関する技術基準を定める省令」に基づき十分な品質管理を行っている。

更に、当該部は開先等の形状を不連続で特異な形状としないこと及び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ことにより、引張残留応力の低減を図っている。

c. 環境

定格出力運転時の原子炉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。更に、配管外面に対しては、代表箇所における定期的な目視点検及び付着塩分量測定を実施するとともに、異常が認められた場合、配管表面清掃及び浸透探傷検査を実施し、異常の無いことを確認している。