

女川原子力発電所第2号機 工事計画審査資料	
資料番号	02-工-B-20-0006_改1
提出年月日	2021年2月12日

VI-3-1-2 クラス1機器の強度計算の基本方針

2021年2月

東北電力株式会社

目次

1. 概要	1
2. クラス 1 機器の強度計算の基本方針	2
2.1 クラス 1 機器の構造及び強度	3

1. 概要

クラス 1 機器の材料及び構造については、「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」（平成 25 年 6 月 28 日 原子力規制委員会規則第六号）（以下「技術基準規則」という。）第 17 条第 1 項第 1 号及び第 8 号に規定されており，適切な材料を使用し，十分な構造及び強度を有することが要求されている。

本資料は，原子炉冷却材圧力バウンダリ拡大範囲について，クラス 1 機器となる管及び弁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について説明するものである。

2. クラス 1 機器の強度計算の基本方針

クラス 1 機器の材料及び構造については、技術基準規則第 17 条（材料及び構造）に規定されており、「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の解釈」（平成 25 年 6 月 19 日 原規技発第 1306194 号）第 17 条 10 において「発電用原子力設備規格 設計・建設規格（2005 年版（2007 年追補版含む。）」＜第 1 編軽水炉規格＞ J S M E S N C 1 - 2005/2007」（日本機械学会）又は「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＞ J S M E S N C 1 - 2012」（日本機械学会）によることとされているが、技術基準規則の施行の際現に施設し、又は着手した設計基準対象施設については、施設時に適用された規格によることと規定されている。同解釈において規定される J S M E S N C 1 - 2005/2007（以下「設計・建設規格」という。）及び J S M E S N C 1 - 2012 は、いずれも技術基準規則を満たす仕様規定として相違がない。

原子炉冷却材圧力バウンダリの拡大範囲は施設時の適用規格が「発電用原子力設備に関する構造等の技術基準」（昭和 55 年 10 月 30 日 通商産業省告示第 5 0 1 号（以下「告示第 5 0 1 号」という。）又は設計・建設規格であることから、適用規格が告示第 5 0 1 号の場合は告示第 5 0 1 号と設計・建設規格の比較を行い、いずれか安全側の規格による評価を実施するが、既工認における評価結果がある場合はその評価結果の確認による評価を実施する。適用規格が設計・建設規格の場合は設計・建設規格による評価を実施するが、既工認における評価結果があることからその評価結果の確認による評価を実施する。

クラス 1 機器の材料については、告示第 5 0 1 号又は設計・建設規格に規定されている材料を使用する設計とする。

2.1 クラス 1 機器の構造及び強度

(1) 強度計算における適用規格の選定

クラス 1 機器のうち原子炉冷却材圧力バウンダリ拡大範囲については、施設時の適用規格が告示第 5 0 1 号又は設計・建設規格である。

施設時の適用規格が告示第 5 0 1 号のものについては設計・建設規格との比較を行い、いずれか安全側の規格による評価を実施するが、既工認における評価結果がある場合はその評価結果の確認による評価を実施する。適用規格が設計・建設規格のものについては設計・建設規格による評価を実施するが、既工認における評価結果があることからその評価結果の確認による評価を実施する。

安全側の適用規格の選定は、両規格において公式による評価手法と解析による評価手法が規定されていることから、以下「a. 公式による評価の比較」及び「b. 解析による評価の比較」に示す手法ごとに比較を行い実施する。

a. 公式による評価の比較

公式による評価において評価結果に影響を与えるものとしては、評価式、評価式に用いる許容値及び係数並びに材料の物性値がある。このうち係数については評価式を構成するものであることから評価式として扱う。材料の物性値については、物性値を割下げ率で除して許容値が設定されていることからその影響は許容値に含まれることになる。よって、評価式と許容値の 2 つの項目について比較する。

評価式及び許容値の比較は、評価対象部位ごとに実施する。評価式の比較は、評価式の形や評価式で用いる係数の比較を行い、評価結果が保守的になる方を安全側とする。許容値の比較は、許容値が小さい方を安全側とする。ただし、許容値の SI 単位化による誤差は、単位換算によるものであり工学的な意味合いはなく、評価結果に影響を与えないため、ここでは相違するものとは見なさない。

上述の 2 つの項目における比較において安全側の規格が容易に判断できる場合は、安全側の規格として選定した設計・建設規格又は告示第 5 0 1 号のいずれかにて評価を実施する。また、安全側の規格が異なる場合等で、安全側の規格が容易に判断できない場合は設計・建設規格及び告示第 5 0 1 号の両規格により評価を実施する。両規格に相違がない場合は、設計・建設規格に基づき評価を実施する。

b. 解析による評価の比較

解析による評価において安全側の規格が容易に判断できない場合は、告示第 5 0 1 号及び設計・建設規格の両規格により評価を実施する。

(2) 規格の相違

施設時の適用規格が告示第 5 0 1 号である場合の設計・建設規格及び告示第 5 0 1 号による評価について、評価式及び許容値の 2 つの項目について比較を実施し整理した。以下に、両規格に相違が認められた評価項目例を示す。

a. 評価式

(a) 弁*1

評価項目	設計・建設規格	告示第501号	適用する規格	備考
弁箱および弁ふたの肉厚	<p>[VVB-3210(1)]</p> <p>弁箱（ネック部内径と弁入口流路内径との比が1.5を超えるもののネック部を除く）または弁ふたの厚さは、次の計算式により計算した値以上であること。</p> $t = t_1 + \frac{(P - P_1)(t_2 - t_1)}{(P_2 - P_1)}$	<p>[第82条第1項第1号]</p> <p>弁箱（ネック部内径と弁入口流路内径との比が1.5を超えるもののネック部を除く。）又は弁ふたの厚さは、次の計算式により計算した値</p> $t = t_1 + \frac{(P - P_1)(t_2 - t_1)}{(P_2 - P_1)}$	<p>設計・建設規格 又は 告示第501号</p>	*2
配管反力による弁箱の二次応力	<p>[VVB-3330]</p> <p>次の3つの計算式により計算した二次応力は、260℃の温度における付録材料図表Part5表1に定める値S_mの1.5倍の値を超えないこと。</p> $P_d = \frac{A_1 \cdot S_y}{A_2}$ $P_b = \frac{C_b \cdot Z_1 \cdot S_y}{Z_2}$ $P_t = \frac{2 \cdot Z_1 \cdot S_y}{Z_p}$	<p>[第81条第1項第1号ロ]</p> <p>次の3つの計算式により計算した応力は、それぞれ260度の温度における別表第2に定める値の1.5倍の値を超えないこと。</p> $P_d = \frac{A_1 \cdot S_y}{A_2}$ $P_b = \frac{C_b \cdot Z_1 \cdot S_y}{Z_2}$ $P_t = \frac{2 \cdot Z_1 \cdot S_y}{Z_p}$	<p>設計・建設規格</p>	*3

注記 *1：評価式に記載の記号は、添付書類「VI-3-2-3 クラス1弁の強度計算方法」による。

*2：t（必要肉厚）は計算に用いる t_1 、 t_2 の値が規格間で相違があり、設計・建設規格と告示第501号でtの値が大きくなる規格の評価式を適用する。

*3： P_d 、 P_b 及び P_t （二次応力）は計算に用いる S_y 値が規格間で相違があり、設計・建設規格の S_y 値が大きく安全側が明確であるため、設計・建設規格の評価式を適用する。 S_y 値の代表例については、次頁「b. 許容値」にて記載する。

b. 許容値

許容値については、代表例により規格の相違を記載する。

(a) 弁*

機器名	接続管の材料	評価で使用する温度 (°C)	設計・建設規格 (MPa)	告示第 5 0 1 号 (MPa)	適用する規格
残留熱除去系 A系停止時 冷却吸込第二隔離弁 (E11-F016A)	SFVC2B	260	200	194	設計・建設規格

注記 * : 表中の設計・建設規格の値及び告示第 5 0 1 号の値は設計降伏点 S_y 値を示す。

(3) 選定規格

施設時の適用規格が告示第501号である場合の設計・建設規格及び告示第501号の比較において、確認された安全側の規格の適用により評価を実施する。クラス1機器の計算書に記載する強度評価結果については、安全側の規格による評価結果を記載する。

なお、告示第501号及び設計・建設規格の両規格による評価を実施したものにおいては、両規格による評価結果を計算書に記載する。