

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-20-0008_改3
提出年月日	2021年9月14日

VI-3-1-3 クラス2機器の強度計算の基本方針

2021年9月

東北電力株式会社

目次

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

1. 概要

クラス 2 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 2 号及び第 9 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していることが要求されている。

本資料は、クラス 2 機器のうち「残留熱除去設備」及び「原子炉格納容器調気設備」の改造に伴い、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 2 機器の強度計算の基本方針

クラス 2 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 I 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 I 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。

よって、クラス 2 機器のうち「残留熱除去設備」及び「原子炉格納容器調気設備」の改造を実施する機器の評価は、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。))の場合は、今回の設計時において技術基準規則を満たす仕様規定とされている設計・建設規格と告示第 5 0 1 号の比較を行い、いずれか安全側の規格による評価を実施する。施設時の適用規格が設計・建設規格の場合は、設計・建設規格による評価を実施する。

なお、クラス 2 機器を同位クラスである重大事故等クラス 2 機器として兼用し、重大事故等時の使用条件に設計基準の使用条件が包絡され、重大事故等時における評価結果がある場合は、材料、構造及び強度の要求は同じであることから、設計基準の評価結果の記載は省略する。

クラス 2 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 2 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 2 機器のうち「残留熱除去設備」の改造を実施する機器については、施設時の適用規格が告示第 5 0 1 号であるため、設計・建設規格と告示第 5 0 1 号との比較を行い、いずれか安全側の規格による評価を実施する。また、「原子炉格納容器調気設備」の改造を実施する機器については設計・建設規格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>[VVC-3210(1)]</p> <p>弁箱（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> <p>ただし、最高使用圧力が最高使用温度における別表1-1に規定する許容圧力の欄に掲げる許容圧力以下の場合、別表3の呼び圧力1.03 MPaの欄のうち当該弁の弁入口流路内径に対応する値とする。</p> $t = t_1 + \frac{(P - P_1) \cdot (t_2 - t_1)}{(P_2 - P_1)}$	<p>[第85条第1項]</p> <p>弁箱（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> <p>ただし、最高使用圧力が最高使用温度における別表第13に規定する許容圧力の欄に掲げる許容圧力以下の場合、別表第15の呼び圧力10.5キログラム毎平方センチメートルの欄のうち当該弁の弁入口流路内径に対応する値</p> $t = t_1 + \frac{(P - P_1) \cdot (t_2 - t_1)}{(P_2 - P_1)}$	設計・建設規格	*2

注記 *1：評価式に記載の記号は、添付書類「VI-3-2-5 クラス2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の値が大きくなる設計・建設規格の評価式を適用する。なお、 t_1 、 t_2 の値については次項「b. 許容値」にて記載する。

b. 許容値

(a) 弁*1

評価項目	許容 圧力 P ₁ (MPa)	許容 圧力 P ₂ (MPa)	P ₁ , P ₂ に基づく 最小厚さ(mm) *2				適用する 規格
			設計・建設 規格		告示 第501号		
			t ₁	t ₂	t ₁	t ₂	
弁箱又は弁ふたの厚さ $t = t_1 + \frac{(P - P_1) \cdot (t_2 - t_1)}{(P_2 - P_1)}$ (残留熱除去系 F008)	2.00	5.17	10.6	16.3	10.3	16.1	設計・建設 規格

注記 *1：評価式に記載の記号は、添付書類「VI-3-2-5 クラス2弁の強度計算方法」による。

*2：設計・建設規格 別表3及び告示第501号 別表15による。

(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し、強度計算書に評価結果を記載する。なお、設計・建設規格及び告示第501号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。