

東海第二発電所 工事計画審査資料	
資料番号	工認-046 改1
提出年月日	平成30年1月29日

クラス1機器の強度計算の基本方針

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6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範囲拡大並びに残留熱除去設備及び非常用炉心冷却設備その他原子炉注水設備の改造に伴い、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＞ JSME S NC 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＞ JSME S NC 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 JSME S NC 1-2005/2007及び JSME S NC 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1機器の評価は、基本的に施設時の適用規格による評価とするが、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45年9月3日 通商産業省告示第501号又は昭和55年10月30日 通商産業省告示第501号）（以下「告示第501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して既に技術評価が行われていた JSME S NC 1-2005/2007（以下「設計・建設規格」という。）と告示第501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。また、施設時に強度に対する要求がない場合は、設計・建設規格に基づき評価を実施する。

クラス1機器の材料については、設計・建設規格又は告示第501号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機器については、施設時の適用規格は告示501号である。よって設計・建設規格と告示第501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。ただし、施設時の適用規格が昭和45年告示第501号のものであって、昭和45年告示に規定がないものについては、設計・建設規格に基づき評価を実施する。また、今回新たに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、これらの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を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。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501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501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、設計・建設規格及び告示第501号の両規格により評価を実施する。ただし、クラス1管のうち施設時の適用規格が昭和45年告示第501号のものについては、第1種管の解析による応力評価の規定がないことから、設計・建設規格に基づき評価を実施する。

(2) 規格の相違

施設時の適用規格が告示第501号である場合の設計・建設規格及び告示第501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、安全側の規格を整理した。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) 管*1

評価項目	設計建設・規格	昭和45年告示第501号	安全側の規格	備考
厚さ計算	[PPB-3411] $t = \frac{P D_o}{2 S_m + 0.8 P}$	[第50条第1項] $t = \frac{P D_o}{2 S_\eta + 0.8 P}$	昭和45年告示 第501号	*2
穴補強の 要否	[PPB-3422] 穴は、PPB-3424に従って補強しなければならない。ただし、次の(1)から(3)のいずれかの場合は、この限りではない。 (1)穴の周辺部に対してPVB-3100に準じて応力解析及び疲労解析を行い、これに適合している場合 (2)穴の直径は、次の計算式により計算した値を超えないこと。 $d = 0.2 \sqrt{R \cdot T_s}$ (3)平板に穴をあける場合	[第52条第1項（第31条第5項準用）] 穴を補強すること。ただし、次に掲げる穴の容器の胴に設ける場合は、この限りではない。 イ 61mm以下で、胴の内径の1/4以下の穴 ロ イに掲げるものを除き、穴の径が200mm以下で、かつ次の図により求めたdの値以下の穴 $d = 8.05^3 \sqrt{D_o \cdot T_s (1-K)}$	設計・建設規格 もしくは 昭和45年告示第 501号	*3

注記*1：評価式に記載の記号は、添付書類「付録10 管の基本板厚計算書作成の基本方針」の記号の定義による。これに記載されていない記号については以下のとおり。

評価項目	記号	単位	定義
穴補強の要否	K	—	昭和45年告示第501号第31条第5項の円筒型の場合に規定された式により求めた値に1割の裕度をとって得た値

- * 2 : クラス1機器の設計応力強さ S_m は、 $\min(1/3S_u, 2/3S_y)$ に対し、許容引張応力 S は $\min(1/4S_u, 5/8S_y)$ であることから $S_m > S$ であり、かつ継手効率 η は1以下であるため、厚さ計算について安全側の規格は告示501号となる。
- * 3 : 今回の申請対象である原子炉冷却材圧力バウンダリ範囲拡大に伴いクラス1管となる範囲の補強計算対象管台においては、主管の内径が451.14mm、管台の内径が19.40mmのものがある。設計・建設規格における穴補強の要否では、(2)の計算式により求めた d の値が16.51mmとなり、管台の内径が d より大きいことから穴の補強計算は必要である。これに対して、告示第501号の評価では、イ項に該当することから、穴の補強計算は不要である。以上のことより、安全側の規格である設計・建設規格による評価を実施する。

b. 許容値

(a) 管*

機器名	材料	最高使用温度 (℃)	設計・建設規格 (MPa)	昭和45年 告示第501号 (MPa)	安全側の規格
残留熱除去設備 配管	SUS304TP	302	118	99	昭和45年告示第501号

注記*：表中の設計建設規格の値は設計応力強さS_m値，告示第501号は許容引張応力S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，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。