

本資料のうち、枠囲みの内容は、機密事項に属しますので公開できません。

柏崎刈羽原子力発電所第7号機 工事計画審査資料	
資料番号	KK7補足-028-10-56 改0
提出年月日	2020年7月30日

原子炉圧力容器基礎ボルトの耐震計算に用いる縦弾性係数の比

2020年7月

東京電力ホールディングス株式会社

1. 概要

本資料は、柏崎刈羽原子力発電所第7号機における、原子炉压力容器基礎ボルト（以下「基礎ボルト」という）の耐震計算に用いる“ $n$ ：基礎ボルトと原子炉本体基礎の縦弾性係数の比（ $n = E_s/E_c$ ）”について、縦弾性係数の比を1としている理由を説明するものである。

$E_c$ ：原子炉本体基礎の縦弾性係数

$E_s$ ：基礎ボルトの縦弾性係数

2. 各縦弾性係数のエビデンス及び縦弾性係数の比の根拠について

建設時の告示第501号より基礎ボルト及び原子炉本体基礎の縦弾性係数を表-1に示す。

原子炉压力容器本体が設置されている原子炉格納容器ペDESTALは、基礎ボルトと同じ鋼製であることから、基礎ボルト及び原子炉本体基礎の縦弾性係数に差がほとんどなく、表-1より、評価温度（171℃）における縦弾性係数の比が $n = 1.0581$ となる。

この比率より、基礎ボルトの評価結果に与える影響が限りなく小さいものと考えられ、縦弾性係数の比を $n = 1$ としている。

表-1 基礎ボルト及び原子炉本体基礎の縦弾性係数

		材質	種類	150	171	175	[°C]
$E_c$	ペDESTAL						
$E_s$	基礎ボルト	SNM439	合金鋼Cr ≤ 3%	20400	20316	199000	20300
				[kg/mm <sup>2</sup> ]	[kg/mm <sup>2</sup> ]	[MPa]	[kg/mm <sup>2</sup> ]
				└ 単位換算 ↑			

3. 縦弾性係数比の影響について

縦弾性係数の比が増加することで引張応力は増加し、圧縮応力は減少する事となる。

しかしながら、今回の耐震評価では評価結果が全面引張となることから、縦弾性係数の比による影響はなく、比を変えた場合でも、計算結果は変わらない。

これは、全面引張（ $\alpha = 0$ ）となる場合に別紙に示す通り、評価式から縦弾性係数の比が含まれなくなるためである。

以上

## 原子炉压力容器基礎ボルトに発生する引張応力における縦弾性係数の比の補足説明

原子炉压力容器基礎ボルト（以下「基礎ボルト」という）に生じる引張応力 $\sigma_t$ 及び原子炉本体基礎の圧縮応力 $\sigma_c$ は、既に認可された工事計画の添付書類IV-2-5-1-1「原子炉压力容器基礎ボルトの耐震性についての計算書」に示す計算式に基づき、断面積の等しい等価な円筒に置き換え（図1を参照）、外荷重と応力の釣合いから、中立軸の位置、基礎ボルトの引張応力、原子炉本体基礎の圧縮応力、軸力及び曲げモーメントにより算出する。

今回の補正申請工認では、基礎ボルトの全面で圧縮応力が発生しない、全面引張応力状態である。全面引張応力状態では、中立軸が存在せず、次式にて表される。

$$\sigma_t = - \left( \frac{N}{\pi \cdot \left\{ \left( r + \frac{t_1}{2} \right)^2 - \left( r - \frac{t_1}{2} \right)^2 \right\}} + \frac{32 \cdot (2 \cdot r + t_1) \cdot M}{\pi \cdot \{ (2 \cdot r + t_1)^4 - (2 \cdot r - t_1)^4 \}} \right)$$

$$\sigma_c = 0$$

ここで、N : 軸力 [N]

r : 基礎ボルトの等価円筒の中心半径 [mm]

t1 : 基礎ボルトの等価円筒板厚 [mm]

M : 曲げモーメント [N・mm]

上式より、基礎ボルトと原子炉本基礎の縦弾性係数の比（ $n = E_s/E_c$ ）が上式に表れていないため、基礎ボルトの引張応力発生時においても縦弾性係数の比による影響はない。

注記：E<sub>s</sub> : 基礎ボルトの縦弾性係数

E<sub>c</sub> : 原子炉本体基礎の縦弾性係数