

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-補-E-19-0600-40-35_改0
提出年月日	2021年3月11日

補足-600-40-35 ボルトの評価断面について

1. はじめに

機器のボルト部の耐震及び強度評価において、基礎ボルト等の支持構造物としてのボルトとフランジ部のボルトは、適用する規格・基準等により評価断面が異なる。本資料は、評価部位ごとにボルトの応力評価における断面積の考え方をまとめたものである。

なお、本資料が関連する工認図書は以下のとおり。

- ・「VI-2 耐震性に関する説明書」
- ・「VI-3 強度に関する説明書」

2. 評価部位ごとの評価方法

2.1 基礎ボルト等の支持構造物としてのボルト

2.1.1 評価断面

原子力発電所耐震設計技術指針（J E A G 4 6 0 1-1987）の記載は以下のとおり。

6.6.4 支持構造物 (2)アンカー部 b.アンカー部の応力計算

(b)基礎ボルトの応力計算 (ii)算定の方針

② 基礎ボルトにせん断応力及び引張応力のほか、これらの組合せ応力が作用する場合は組合せて評価するものとする。応力の算定方法及び許容応力は、鋼構造設計規準、「J E A G 4 6 0 1・補-1984」によるものとする。

J E A G 4 6 0 1・補-1984 では許容応力は告示第 88 条に規定される値と記載があり、対応する設計・建設規格（J S M E S N C 1-2005/2007）の SSB-3130 の記載は以下のとおり。

SSB-3130 ボルト材の許容応力

SSB-3131 供用状態 A および B での許容応力

供用状態 A および供用状態 B において呼び径断面に生じる応力は、次の値を超えないこと。

SSB-3132 供用状態 C での許容応力

供用状態 C において呼び径断面に生じる応力は、SSB-3131(1)および(2)に定める許容応力 f_t , f_s の 1.5 倍の値を超えないこと。また、SSB-3131(3)に定める f_{ts} の式において、 f_{to} を 1.5 倍として求めた値を超えないこと。

SSB-3133 供用状態 D での許容応力

供用状態 D において呼び径断面に生じる応力は、SSB-3131(1)および(2)に定める許容応力 f_t , f_s の 1.5 倍の値を超えないこと。また、SSB-3131(3)に定める f_{ts} の式において、 f_{to} を 1.5 倍として求めた値を超えないこと。この場合において、SSB-3121.1(1)a.本文中 S_y および $S_y(RT)$ は、 $1.2S_y$ および $1.2S_y(RT)$ と読み替えるものとする。

以上より、基礎ボルト等の支持構造物においてはボルトの呼び径断面を評価断面としている。

2.1.2 許容応力

設計・建設規格 (J S M E S N C 1 -2005/2007) の解説 SSB-3131 に以下の記載がある。

SSB-3131 は、ボルト実効引張応力としては、ネジ部の谷径断面積を考慮して算定する方法もあるが、ボルト径が同一でもネジの仕様ごとに算定断面が異なり煩雑となる。したがって、応力算定はボルト呼び径に対して行うこととし、谷径断面積／呼び径断面積の比で許容応力を低減することとした。

SSB-3131(1)は、谷径断面積に対する許容応力としては、一般の引張応力を用いるため $f_t=0.67F$ となるが、これに対し呼び径断面評価の際の低減率 (上記の比) はメートルネジで最小 0.75 程度であり、これを考慮して $f_t=0.5F$ とした。

よって、評価断面が谷径断面と呼び径断面で異なることは、応力の制限を実質的に変更するものではない。

2.2 フランジ部のボルト

2.2.1 フランジの評価

設計・建設規格 (J S M E S N C 1 -2005/2007) の PPB-3414 の記載は以下のとおり。

PPB-3414 フランジ

- (2) 管と管をフランジ継手により接続する場合は、次の a. から c. に適合するものでなければならない。
- b. ボルト等の最高使用圧力におけるボルト荷重およびガスケット締付時のボルト荷重により生ずる平均引張応力は、それぞれ最高使用温度における付録材料図表 Part5 表 7 に定める値を超えないこと。
 - c. 上記 a. , b. の応力は日本工業規格 J I S B 8 2 6 5 (2003)「圧力容器の構造—一般事項」により算出すること。

以上より、フランジ部のボルトは J I S B 8 2 6 5 附属書 3 を適用して評価している。

2.2.2 評価断面

J I S B 8 2 6 5 (2003)「圧力容器の構造—一般事項」附属書 3 におけるボルト断面積の記載は以下のとおり。

A_b : 実際に使用するボルトの総有効断面積で、次の算式による。

$$A_b = n \frac{\pi}{4} d_b^2 \quad (\text{mm}^2)$$

d_b : ボルトのねじ部の谷の径と軸部の径の最小部の小さい方の径 (mm)

n_p : ボルトの本数

以上より、フランジ部のボルトにおいてはボルトのねじ部の谷の径と軸部の径の最小部の小さい方の径を評価断面としている。

2.2.3 許容応力

設計・建設規格の規定に基づきボルト材料の許容応力を評価する。2.2.1 項に記載の通り、PPB-3414 ではボルト材料は、付録材料図表 Part5 表 7 に定めるボルト材の許容引張応力 S に基づき評価している。

3. まとめ

基礎ボルト等の支持構造物としてのボルトでは呼び径断面を評価断面としており、フランジ部のボルトではねじ部の谷の径と軸部の径の最小部の小さい方の径を評価断面としている。適用する規格・基準等により評価断面が異なるが、呼び径断面を評価断面とする場合、谷径断面積／呼び径断面積の比で許容応力を低減しているため、両者の評価は同等である。