

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。

東京電力ホールディングス株式会社
資料番号：KK7-055 改1
資料提出日：2020年7月30日

原子炉圧力容器スカート強度計算書における外荷重の内訳について

2020年7月

東京電力ホールディングス株式会社

1. はじめに

本資料は、柏崎刈羽原子力発電所第7号機における、原子炉压力容器スカートの外荷重に関する内訳を説明するものである。

2. 外荷重の内訳

各状態で考慮している荷重を下記に示す。

外荷重 A～G は、下記のようにそれぞれ各状態に加わる荷重として分けて設定している。これは、状態毎に支持する機器の質量の他に、状態毎の水の質量やスクラム反力等を適切に組合せ考慮しているため、RPV の状態によって荷重が変化することによる。

(1) 外荷重 A : B, C, D を除く運転時

V1 : 機器質量 + 保有水質量 (高温待機時)

V2 : 機器質量 + ベロー反力 + 配管反力

(2) 外荷重 B : 耐圧試験時*¹

V1 : 機器質量 + 保有水質量 (耐圧試験時)

V2 : 機器質量 + ベロー反力 + 配管反力

(3) 外荷重 C : スクラム時

V1 : 機器質量 + 保有水質量 (通常運転時) + スクラム反力

V2 : 機器質量 + ベロー反力 + 配管反力

(4) 外荷重 D : 燃料交換時

V1 : 機器質量 + 保有水質量 (燃料交換時)

V2 : 機器質量 + 保有水質量 + ベロー反力 + 配管反力

(5) 外荷重 E : 運転状態Ⅲ

V1 : 機器質量 + 保有水質量 (通常運転時) + スクラム反力

V2 : 機器質量 + ベロー反力 + 配管反力

(6) 外荷重 F : 運転状態Ⅳ

V1 : 機器質量 + 保有水質量 (通常運転時) + スクラム反力

V2 : 機器質量 + ベロー反力 + 配管反力

H, M : 配管破断時のジェット反力

(7) 外荷重 G : 試験状態*²

V1 : 機器質量 + 保有水質量 (耐圧試験時)

V2 : 機器質量 + ベロー反力 + 配管反力

注記*¹ : 供用期間中の上蓋取付後の漏えい耐圧試験

*² : 供用期間前の工場耐圧又は現地据付時耐圧等の最高使用圧力を超える耐圧試験

3. 各荷重の状態毎の値の違いに関する説明

各荷重の状態毎の違いは、下記に示すとおりである。

なお、一部の荷重では、状態毎に本来考慮すべき荷重に差異が生じるが、設計上定めた値として安全側な荷重としていることにより、状態毎での荷重に差異がない場合もある。

(1) 機器質量

機器質量は、状態毎に違いは生じない。

ただし、燃料交換時にはRPVの上蓋、蒸気乾燥器及びシュラウドヘッドを取外した状態であることから、燃料交換時以外と燃料交換時ではスカートが支持する機器質量として積算する値が異なるため、下記の2種類となる。

- ・燃料交換時
- ・上記以外

(2) 保有水の質量

保有水の質量は、炉内水位等により変化するため、下記のとおり状態毎に異なる。

- ・外荷重A：B, C, Dを除く運転時において考慮する保有水質量
C03～C09, C12～C18で最大の保有水質量を考慮する。
- ・外荷重C：スクラム時において考慮する保有水質量
スクラムが定格運転から移行する事象であることから、保有水質量は定格運転時の最大の保有水質量を考慮する。
- ・外荷重E及びF：運転状態Ⅲ及びⅣにおいて考慮する保有水量
荷重が最大となるスクラム時を考慮しており、外荷重Cと同様の保有水質量を考慮する。
- ・外荷重B及びG：耐圧試験時及び試験状態において考慮する保有水量
耐圧試験時及び試験状態の満水時の質量を考慮する。
- ・外荷重D：燃料交換時において考慮する保有水量
燃料交換時のウェル満水状態を考慮する。

(3) ベロー反力

ベイスンシールスカートは、RPV 運転時の熱膨張を吸収する為に取付けられているベローズより反力を受け、この反力は温度によってベローズの変形量が変わるため、状態毎に値が異なる。

ただし、評価に使用している荷重は、通常の温度条件で算出される反力の2倍以上の値を設計用反力として考慮しているため、温度条件がより高くなる限り、保守的な荷重値となるよう設定している。

なお、評価に使用しているベローズの反力は、低温となる燃料交換時又は耐圧試験時と、高温となるそれ以外の事象とで値が異なるため、下記の2種類となる。

- ・耐圧試験時又は燃料交換時
- ・上記以外

(4) 配管反力

配管反力（配管熱変形力のみ）は、各事象の値を包絡するように考慮した設計上定めた値としており、状態毎に異なる荷重ではない。

上記の配管反力は、本来、配管の耐震解析及びRPVの熱膨張による配管解析の結果から得られるものであるが、配管解析の結果を待っている設計工程を満たすことが難しいことから、設計上定めた値を使用している。

(5) スクラム反力

スクラム反力は状態毎に反力が変動する荷重ではなく、一定である。

(6) ジェット反力

ジェット反力は、配管破断が想定される運転状態Ⅳにおいてせん断力(H)及びモーメント(M)として主蒸気配管又は給水配管破断によるジェット力を考慮した解析より求めた値を適用しており、それ以外の運転状態では考慮していない。

4. 荷重の算出例

荷重の算出例として、ジェット反力を除くすべての荷重が考慮されている外荷重 C 及び燃料交換時の荷重が考慮されている外荷重 D について、算出手順を下記に示す。

(1) 外荷重 C の算出手順

・ V1 = 機器質量 + 保有水質量 (通常運転時) + スクラム反力

= [ton]

・ V2 = 機器質量 + ベロー反力 + 配管反力

= [ton]

ここで、今後の設計変更を考慮し、上記値に裕度 20% を考慮することで設定する。

・ V1 = [ton]

・ V2 = [ton]

今回の工認に記載される値は、上記を SI 単位へ換算した値である。

○評価用荷重

・ V1 = [kN]

・ V2 = [kN]

(2) 外荷重 D の算出手順

・ V1 = 機器質量 + 保有水質量 (燃料交換時)

= [ton]

・ V2 = 機器質量 + 保有水質量 + ベロー反力 + 配管反力

= [ton]

ここで、今後の設計変更を考慮し、上記値に裕度 20% を考慮することで設定する。

・ V1 = [ton]

・ V2 = [ton]

今回の工認に記載される値は、上記を SI 単位へ換算した値である。

○評価用荷重

・ V1 = [kN]

・ V2 = [kN]

以上