

＜本論点の経緯＞ 万が一に排水配管側が加圧された場合に、配管及び格納容器隔離弁の損傷を防ぐため、念のため自主設備として安全弁を設ける設計としている。

＜コメント⑦＞ 安全弁の吹出し圧力, 吹出し量, 反力について説明すること。

＜ 回 答 ＞ 安全弁の吹出し圧力, 吹出し量, 反力及びそれに伴う影響について示す。

## 1. 安全弁の設置概要

万が一に排水配管側が加圧された場合に配管及び格納容器外側隔離弁の損傷を防止するため、デブリによる配管内部の流体が膨張し圧力上昇することを想定して念のため安全弁を設ける設計とする。設置する位置について図1に示す。

## 2. 安全弁の吹出し圧力について

安全弁は、重大事故時のドライウエル圧力の変化やペDESTAL水位の変化を考慮しても誤作動しないよう、格納容器の限界圧力(0.62MPa)に重大事故時に安全弁に係る水頭(約3m: 人通用開口部と安全弁の高さより)及び余裕を加え、安全弁に0.67MPaの圧力が加わった際に作動するものとする。

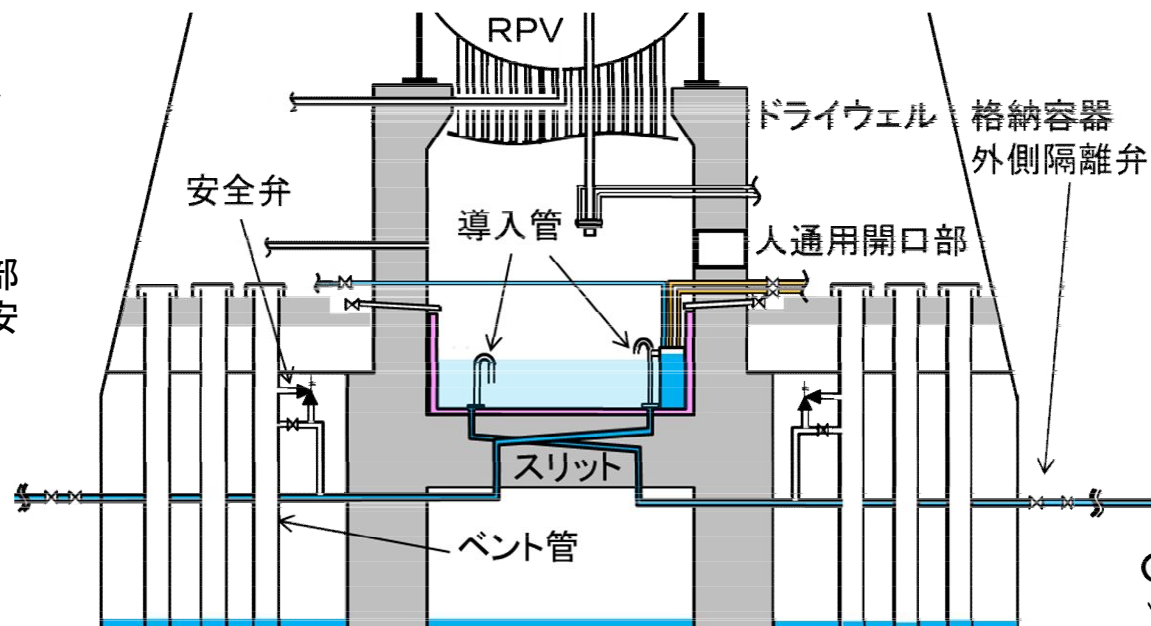


図1 安全弁設置位置

本資料のうち、 は営業秘密又は防護上の観点から公開できません。

### 3. 安全弁の吹出し量について

安全弁の吹出し量 :  m<sup>3</sup>/h

排水ラインに内包される液体(水)が満水状態(水量0.13m<sup>3</sup>)において、ペDESTALにデブリが落下した場合における配管内の温度上昇については、加温される範囲が一部であり、また格納容器の気中部分では放熱もあることから、全体としては比較的体積膨張が緩やかであると想定されることから、吹出し量は十分な余裕を考慮した設定としている。

### 4. 安全弁のベント管への影響について

#### ① 安全弁内流路における流速

$$V_1 = \sqrt{2gH} = 32.9 \text{ m/s}$$

$V_1$  : 安全弁内流路流速 [m/s] (図2参照)

$g$  : 重力加速度 9.80665 [m/s<sup>2</sup>]

$H$  : 圧力 0.54MPa  $\approx$  55.1 [m]

#### ② 安全弁排出ラインにおける流速

$$V_2 = V_1 \times (A_1 / A_2) = \text{} \text{ m/s}$$

$V_2$  : 安全弁排出ライン流速 [m/s] (図3参照)

$A_1$  : 安全弁内流路断面積  [m<sup>2</sup>] (図2参照)

$A_2$  : 安全弁排出ライン断面積  [m<sup>2</sup>] (図3参照)

#### ③ 安全弁のベント管への影響(荷重)

$$F = \rho A_2 V_2^2 = \text{} \text{ N}$$

$F$  : 安全弁のベント管への影響(荷重) [N]

$\rho$  : 液体密度 1000 [kg/m<sup>3</sup>]

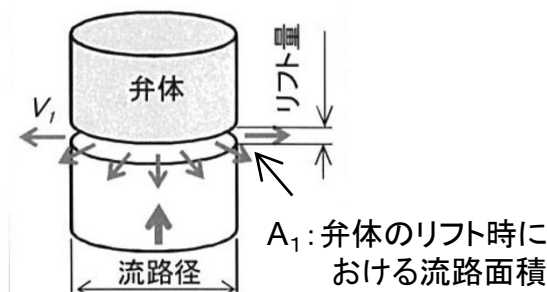


図2 安全弁内流路

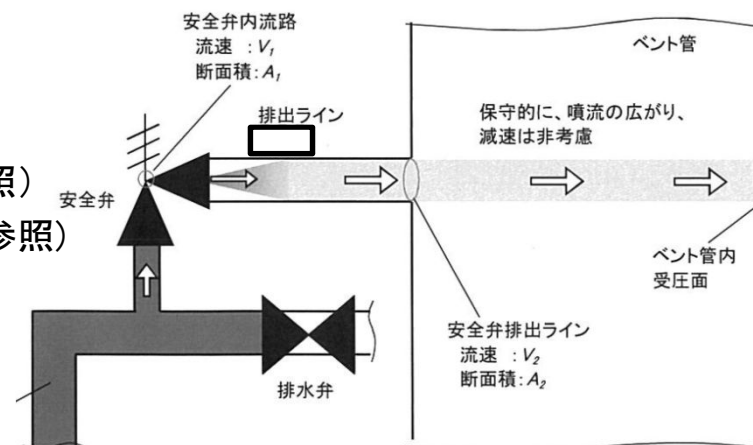


図3 安全弁流路概略図

④ 安全弁の吹出しによるベント管への影響(圧力)

安全弁の吹出しによって発生する噴流によりベント管内面が受ける圧力について、保守的に噴流の広がりや減速は考慮せずに、安全弁排出ラインと同じと仮定した。(図3参照)

・安全弁の吹き出しによりベント管内側が受ける圧力

$$P = F/A_2 = \boxed{\phantom{000}} \text{ kPa}$$

P : 噴流による水圧 [Pa]

噴流による圧力はベント管の最高使用圧力173kPaに対して1割以下であり、ベント管への影響は小さい。

なお、本評価では保守的に噴流の広がりや減速を考慮していないが、実際にはベント管内側に到達するまでに流体は減速するとともに、流れが広がり受圧面積が大きくなるため、ベント管の内面が受ける圧力は大幅に小さくなる。また、安全弁が吹出すのは短時間であり、時間的な影響も小さい。

5. 安全弁動作時の吹出し反動力の配管設計への影響について

安全弁動作時の吹出し反動力については、配管解析時の安全弁の自重を入力する質点に吹出し反動力値を入力することで、配管が健全性を確保できるよう設計する。

・飽和蒸気を内包する場合の安全弁動作時における吹出し反動力 F (水平方向)

$$F = Wa \cdot g \cdot \sqrt{\{kT_1 / (k+1)M\}} / 274 \div \boxed{\phantom{000}} \text{ [N]}$$

F : 水平方向の反動力 [N] (JIS B8210より)

Wa: 吹出し量  $\boxed{\phantom{000}}$  [kg/h]

k : 断熱指数  $\boxed{\phantom{000}}$

T<sub>1</sub> : 流体の温度 200°C = 473 [K]

M : 流体の分子量 18.02

## 安全弁の吹出し動作までのイメージ

### 通常時の格納容器床ドレンサンプの排水ライン

導入管からスリットを經由して原子炉建屋原子炉棟ドレンサンプ設備への流路として機能。【図4】

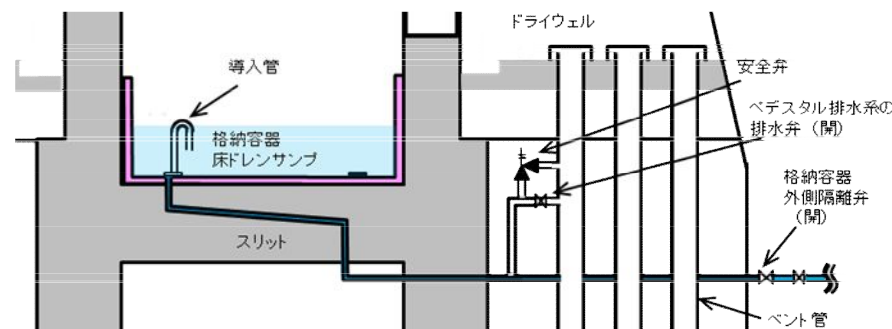


図4 通常時の排水ライン

### 格納容器隔離信号後の排水ライン

格納容器隔離信号発信により格納容器外側隔離弁閉止，その後格納容器床ドレンサンプに係る注水・排水作業が完了後にペDESTAL排水系の排水弁閉止。【図5】

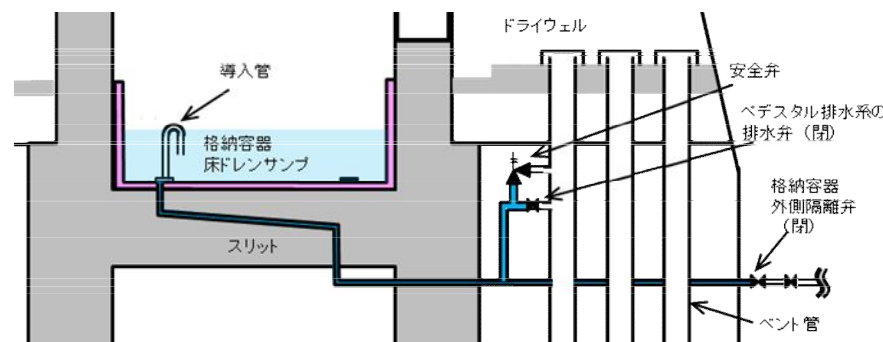


図5 格納容器隔離信号後の排水ライン

### デブリによる排水ラインの閉塞

万が一，デブリにより排水流路が閉塞した場合，デブリによる入熱で配管内部の圧力が上昇。【図6】  
配管の内包流体は，放熱しながら温度が徐々に上昇し，密度変化により圧力も上昇。

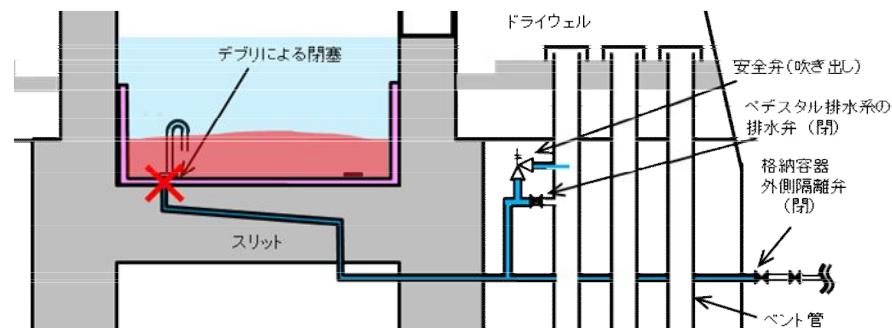


図6 デブリによる排水ラインの閉塞