

本資料のうち、枠組みの内容は、
営業秘密又は防護上の観点から
公開できません。

東海第二発電所 工事計画審査資料	
資料番号	補足-200-1 改3
提出年月日	平成30年5月9日

工事計画に係る補足説明資料

安全弁及び逃がし弁の吹出量計算書のうち

補足-200-1 【安全弁及び逃がし弁の必要な吹出量の設定根拠】

平成30年5月

日本原子力発電株式会社

目次

1. 原子炉冷却系統施設の安全弁等の必要な吹出量の設定根拠	1
2. 計測制御系統施設の安全弁等の必要な吹出量の設定根拠	6
3. 原子炉格納施設の安全弁等の必要な吹出量の設定根拠	7
4. 非常用電源設備の安全弁等の必要な吹出量の設定根拠	8

【別紙】

1. 主蒸気逃がし安全弁の各機能における吹出量（設計値）	9
2. 主蒸気逃がし安全弁の 吹出し量計算に用いる公称吹出し係数について	10

1. 原子炉冷却系統施設の安全弁等の必要な吹出量の設定根拠

名 称	必要な吹出量	設定根拠	備 考
B22-F013 A, B, C, D, E, F, G, H, J, K, L, M, N, P, R, S, U, V	[] kg/h (逃がし弁機能の総吹出量) [] kg/h (安全弁機能の総吹出量)	必要な吹出量は、定格出力運転時における主蒸気流量の蒸気を、各主蒸気管に設置する逃がし安全弁 18 個で逃がし得る容量とする。定格出力運転時における主蒸気流量は [] kg/h であることから、逃がし安全弁 18 個の必要な吹出量は、 余裕を見込んで 質量流量で [] kg/h (逃がし弁機能の総吹出量) 及び [] kg/h (安全弁機能の総吹出量) とする。	
E12-F005	[] kg/h	必要な吹出量は、原子炉圧力容器と残留熱除去系との隔離弁からの弁座漏えいが生じた場合に、その漏えい量を全量逃がし得る容量として、メーカー設計値である保守的に評価した [] ml/h を必要吹出量として設定し、質量流量 ^注 で [] kg/h とする。 なお、逃がし弁が作動した場合は 警報処置手順書に基づき、適切な対応を講ずる。	設計弁座漏えい量 E12-F008, F009 ([] B : [] ml/h) 注：液体の比重量は [] とする。

名 称	必要な吹出量	設定根拠	備 考
E12-F025A, B	□ kg/h	<p>必要な吹出量は、原子炉压力容器と残留熱除去系とを隔離する逆止弁及び電動弁の弁座漏えいが生じた場合に、その漏えい量を全量逃がし得る容量として、メーカー設計値である保守的に評価した □ ml/h を必要吹出量として設定し、質量流量^注で □ kg/h とする。</p> <p>なお、逃がし弁が作動した場合は警報処置手順書に基づき、適切な対応を講ずる。</p>	<p>設計弁座漏えい量 E12-F041A, F042A, F041B, F042B (□ B : □ ml/h) 注：液体の比重量は □ とする。</p>
E12-F025C	□ kg/h	<p>必要な吹出量は、原子炉压力容器と残留熱除去系とを隔離する逆止弁及び電動弁の弁座漏えいが生じた場合に、その漏えい量を全量逃がし得る容量として、メーカー設計値である保守的に評価した □ ml/h を必要吹出量として設定し、質量流量^注で □ kg/h とする。</p> <p>なお、逃がし弁が作動した場合は警報処置手順書に基づき、適切な対応を講ずる。</p>	<p>設計弁座漏えい量 E12-F041C, F042C (□ B : □ ml/h) 注：液体の比重量は □ とする。</p>

名 称	必要な吹出量	設定根拠	備 考
E12-FF028	□ kg/h	<p>必要な吹出量は、原子炉压力容器と残留熱除去系との隔離弁からの弁座漏えいが生じた場合に、その漏えい量を全量逃がし得る容量として、メーカー設計値である保守的に評価した□ mℓ/h を必要吹出量として設定し、質量流量^注で□ kg/h とする。</p> <p>なお、逃がし弁が作動した場合は警報処置手順書に基づき、適切な対応を講ずる。</p>	<p>設計弁座漏えい量 E12-F009 □ B : □ mℓ/h)</p> <p>注：液体の比重量は □ とする。</p>
E22-F014	□ kg/h	<p>必要な吹出量は、通常運転時、閉塞状態の弁間において、内包する流体の温度上昇による熱膨張を全量逃がし得る容量とする。想定熱膨張量は、系統内の保有水量を、余裕を見た値の□ m³とし、保守的に水温が1時間で10 °Cから40 °Cに変化した場合の熱膨張を計算した結果から□ kg/h と設定。</p> <p>これに対し余裕を見込んで、質量流量で□ kg/h とする。</p> <p>なお、逃がし弁が作動した場合は警報処置手順書に基づき、適切な対応を講ずる。</p>	

名 称	必要な吹出量	設定根拠	備 考
E22-F035	□ kg/h	<p>必要な吹出量は、通常運転時、原子炉圧力容器と高圧炉心スプレイ系とを隔離する逆止弁及び電動弁の弁座漏えいが一時的に生じ、閉塞状態の弁間において、原子炉圧力容器と同等の状態まで加圧されたのち、内包する流体の温度上昇による熱膨張を全量逃がし得る容量とする。想定熱膨張量は、系統内の保有水量を、余裕を見た値の□ m³とし、保守的に水温が1時間で10℃から40℃に変化した場合の熱膨張を計算した結果から□ kg/hと設定。</p> <p>これに対し余裕を見込んで、質量流量で□ kg/hとする。</p> <p>なお、逃がし弁が作動した場合は発電長の判断により、適切な対応を講ずる。</p>	
E21-F018	□ kg/h	<p>必要な吹出量は、原子炉圧力容器と低圧炉心スプレイ系とを隔離する逆止弁及び電動弁の弁座漏えいが生じた場合に、その漏えい量を全量逃がし得る容量として、メーカー設計値である保守的に評価した□ ml/hを必要吹出量として設定し、質量流量^注で□ kg/hとする。</p> <p>なお、逃がし弁が作動した場合は警報処置手順書に基づき、適切な対応を講ずる。</p>	<p>設計弁座漏えい量 E21-F005, F006 (□ B : □ ml/h) 注：液体の比重量は□とする。</p>

名 称	必要な 吹出量	設定根拠	備 考
E51-F017	<input type="text"/> kg/h	<p>必要な吹出量は、原子炉压力容器と原子炉隔離時冷却系とを隔離する逆止弁及び電動弁の弁座漏えいが生じた場合に、その漏えい量を全量逃がし得る容量として、メーカー設計値である保守的に評価した <input type="text"/> ml/h を必要吹出量として設定し、質量流量^注で <input type="text"/> kg/h とする。</p> <p>なお、逃がし弁が作動した場合は警報処置手順書に基づき、適切な対応を講ずる。</p>	<p>設計弁座漏えい量 E51-F013, F065, F066 (<input type="text"/> B : <input type="text"/> ml/h) 注：液体の比重量は <input type="text"/> とする。</p>

2. 計測制御系統施設の安全弁等の必要な吹出量の設定根拠

名 称	必要な吹出量	設定根拠	備 考
C41-F029A, B	□ kg/h	<p>必要な吹出量は、逃がし弁下流のほう酸水注入系で隔離が生じ、ほう酸水注入ポンプ 1 台の定格流量が流入した場合に、その流入流量を全量逃がし得る容量として、ほう酸水注入ポンプ 1 台の定格流量である □ m³/h を必要な吹出量として設定し、質量流量^注で □ kg/h とする。</p> <p>なお、逃がし弁が作動した場合は発電長の判断により、適切な対応を講ずる。</p>	<p>注：ほう酸注入ポンプテスト運転時、内部流体は純水を使用する為、流体の比重量は保守的に □ とする。</p>
3-16V18A, B	□ kg/h	<p>必要な吹出量は、主蒸気系逃がし安全弁への窒素供給時において、窒素ポンベの減圧弁が故障により全開となった場合に、供給ガス流量を全量逃がし得る容量として、減圧弁 2 次側の最大流量である約 □ t/h を必要な吹出量として設定し、質量流量で □ kg/h とする。</p> <p>なお、安全弁が作動した場合は発電長の判断により、適切な対応を講ずる。</p>	

3. 原子炉格納施設の安全弁等の必要な吹出量の設定根拠

名 称	必要な吹出量	設定根拠	備 考
2-43V-6A, B	<input type="text"/> kg/h	<p>必要な吹出量は、残留熱除去系と可燃性ガス濃度制御系との隔離弁からの弁座漏えいが生じた場合に、その漏えい量を全量逃がし得る容量として、メーカー設計値である保守的に評価した <input type="text"/> ml/h を必要吹出量として設定し、質量流量^注で <input type="text"/> kg/h とする。</p> <p>なお、逃がしが作動した場合は警報処置手順書に基づき、適切な対応を講ずる。</p>	<p>設計弁座漏えい量 E12-FF104A, MV-10A, E12-FF104B, MV-10B (<input type="text"/> B : <input type="text"/> ml/h) 注：液体の比重量は <input type="text"/> とする。</p>

4. 非常用電源設備の安全弁等の必要な吹出量の設定根拠

名 称	必要な吹出量	設定根拠	備 考
3-14Z1, 3-14Z101	□ kg/h	<p>必要な吹出量は 2C 非常用ディーゼル発電機の非常用ディーゼル発電機空気だめ A に空気充気時に、圧力制御機構の故障により 1 系統あたり 2 台の空気圧縮機が連続負荷運転となった場合又は、2D 非常用ディーゼル発電機の非常用ディーゼル発電機空気だめ A に空気充気時に、圧力制御機構の故障により 1 系統あたり 2 台の空気圧縮機が連続負荷運転となった場合に流入する量を全量逃がし得る容量として、2 台分の空気圧縮機の容量である □ m³/h を必要な吹出量として設定し、質量流量で □ kg/h とする。</p> <p>なお、安全弁が作動した場合は発電長の判断により、適切な対応を講ずる。</p>	
3-14Z201	□ kg/h	<p>必要な吹出量は高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機の高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機空気だめ A に空気充気時に、圧力制御機構の故障により 2 台の空気圧縮機が連続負荷運転となった場合に流入する量を全量逃がし得る容量として、2 台分の空気圧縮機の容量である □ m³/h を必要な吹出量として設定し、質量流量で □ kg/h とする。</p> <p>なお、安全弁が作動した場合は発電長の判断により、適切な対応を講ずる。</p>	

主蒸気逃がし安全弁の各機能における吹出量（設計値）

機 能	吹出圧力 (MPa)	個数 (個)	吹出量* {(t/h) /個}	総吹出量* (t/h)	
逃がし弁機能	7.37	2			
	7.44	4			
	7.51	4			
	7.58	4			
	7.65	4			
安全弁機能	7.79	2			
	8.10	4			
	8.17	4			
	8.24	4			
	8.31	4			

注記 *：設計値を示す。（原子炉設置変更許可申請書における有効性評価での安全解析に用いる値）

主蒸気逃がし安全弁の吹出し量計算に用いる公称吹出し係数について

東海第二発電所の主蒸気逃がし安全弁（以下、「SRV」という。）の吹出し量は以下の計算によって求められる。この際、公称吹出し係数 K_d を用いるが、試験により求められた値であることから、係数の妥当性について以下に補足する。

1. 計算式

吹出し量は、告示第501号第103条第1項第一号^{*1}の規定に基づき、以下の式で求められる。

$$Q_m = 5.246 \cdot C \cdot K_d \cdot A \cdot (p + 0.1) \cdot 0.9 \cdots (1)$$

Q_m : 公称吹出し量	C : 蒸気係数	K_d : 公称吹出し係数
A : 吹出し面積	p : 公称吹出し量決定圧力	

(1) 式 J I S B 8 2 1 0 -1986「蒸気用及びガス用ばね安全弁」の「附属書 安全弁の公称吹出し量の算定方法」の「2 蒸気に対する公称吹出し量」より出典

*1 : 設置当時の基準を適用

2. 公称吹出し係数 (K_d) について

K_d はJ I S B 8 2 1 0 -1986 において「J I S B 8 2 2 5の3.2.4 (1) の規定又はこれと同等と認められる方法によって定める。」と規定され、解説において「“同等と認められるもの” とはASME, 米国 National Board で認められる係数等をいう。」により定められる。

東海第二発電所のSRVは、設置当時よりJ I S B 8 2 2 5と同等と認められる米国 National Board で認められる係数を採用しており、今回の申請においても、同様に同じ係数を用いることとしている。

3. 公称吹出し係数 (K_d) の妥当性について

K_d を求めるためには、J I S B 8 2 2 5の3.2.4 (1) において規定される公称吹出し係数を求めるための試験方法に基づき、試験を行う必要があるが、弁製造メーカーは設置時国内にて認められた試験設備、認定する機関がなかったため、J I Sの規定を満足する試験^{*1}ができる米国 National Boardにて全量式安全弁の試験を行い、公称吹出し係数 ($K_d = 0.975$) の認定を受けた。

*1 : J I S B 8 2 2 5で規定する試験とASME P T C 2 5 . 3により規定された試験は同一の試験内容である。

4. SRVの吹出し量計算について前項3.の公称吹出し係数を使用できる条件を以下に示す。

・「全量式安全弁」であること

- a. 弁座口の径が、のど部の径の1.15倍以上ある。
- b. 弁座口の流体通路の面積が、のど部の面積の1.05倍以上ある。
- c. 入口流体通路面積が、のど部の面積の1.7倍以上ある。

以上から、全量式安全弁として適合している。

・同一設計系列であること

同一設計系列とは設計思想を同じくする流路形状を持つ安全弁のことを言い、以下の条件を満足するものである。

- a. 安全弁の流体取入口から弁座面に至るノズル部は、入口流体通路面積とのど部の面積の比が1.7倍以上ある先細ノズル形状（コニカルノズル）である。
- b. 弁座口の径が、のど部の径の1.15倍以上あり、かつ弁座口の流体通路の面積とのど部の面積の比が1.05倍以上あり、のど部において臨界圧を形成するのに十分な流路面積がある。

以上の2つの条件を満足していることから、JIS B 8225に規定される同一設計系列であることを満足していると考ええる。

5. 結論

東海第二発電所のSRVは、告示501号に定める安全弁等の容量の計算式より認められた米国National Boardにて測定された公称吹出し係数(K_d)を使用することができる。