

1号機 原子炉格納容器内窒素封入設備 実施計画変更に伴うコメント回答について

平成27年12月22日
東京電力株式会社

目次

1. 最大封入量について
2. 自然現象等への対策について
3. 申請範囲の明示について

1. 最大封入量について

【コメント】

J P計装ラックからの窒素封入ラインを使用する際の最大封入量について説明すること

【回答】

- ◆ 平成26年7月28日～8月5日に実施した窒素封入試験のSTEP①（健全性確認）内で、J P計装ラック内の14本の封入ライン毎の最大封入量を確認した。（補足資料（1）参照）
- ◆ 確認された最大封入量から、J P計装ラックのラインのみで窒素封入を行う場合は、以下のとおりとする。
 - 管理目標値（原子炉圧力容器に $11\text{Nm}^3/\text{h}$ ）に余裕を持った封入量を確保する観点から14本の封入ラインのうち、任意の2本以上を組み合わせさせて封入する。
 - 必要封入量は、STEP①で確認された14本の封入ライン毎の最大封入量を参考に、任意の組み合わせにて確保する。（現在の原子炉圧力容器への封入量は $30\text{Nm}^3/\text{h}$ である。）

2. 自然現象等への対策について（1 / 2）

【コメント】

既認可範囲を含む，原子炉格納容器窒素封入設備の火災及び自然現象に対する設計上の考慮について説明すること。

【回答】

火災及び自然現象への対策は，以下のとおりである。

1. 津波

仮設防潮堤を超える津波により窒素封入設備に破壊や損傷が生じた場合，高台エリア（O.P.35,000）に設置及び準備してある窒素ガス分離装置，流量調整ユニット，予備品（ホース，取り付け治具）により速やかに窒素の供給が再開できる。

2. 火災

窒素封入設備には，潤滑油やD / G用燃料の危険物が存在するため，設備周辺からは可能な限り可燃物を排除するとともに，危険物を内包する機器の近傍には初期消火の対応ができるよう消火器を設置している。また，ゴムホースには難燃性の保護カバーを取り付けている。

なお，現在，窒素封入設備は1日に1回の巡視点検，ならびに6時間に1回の各データ採取を実施し，システムの健全性を確認しているため，火災発生について検知可能である。

2. 自然現象等への対策について（2 / 2）

【回答】

3. 強風（台風・竜巻）

屋外に設置している窒素ガス分離装置について、強風（風速40m/s※）による転倒評価を実施しており、設備が転倒しないことを確認している。（補足資料（2）参照）

また、屋外配管が強風により破壊や損傷が生じた場合は予備のホースや取り付け治具により速やかに窒素の供給が再開できるようにしている。

その他配管については、各号機原子炉建屋内及びタービン建屋内に設置しているため、強風による設備損傷の恐れは無いと考えている。

4. 豪雨

屋外の窒素ガス分離装置は設計上、側溝が整備されているエリアに設置するとともに、屋外設置の機器は全て屋外仕様品を用いており、豪雨による機器への影響は受けない設計としている。

なお、屋内設備は、各号機原子炉建屋内及びタービン建屋内に設置しているため、豪雨による設備損傷の恐れは無いと考えている。

※ 浪江の日最大瞬間風速実績(31.8m/s)に余裕を持った値

3. 申請範囲の明示について（1 / 2）

【コメント】

今回の申請範囲を実施計画に反映すること。

【回答】

- 今回（運総発官26第692号）の申請範囲は、福島第一原子力発電所の以下の部分である。

申請範囲	備考
2.2 原子炉格納容器内窒素封入設備 2.2.1 基本設計 2.2.1.6 自然災害対策等	<ul style="list-style-type: none">火災に関する記載の拡充強風（台風・竜巻），豪雨に対する記載の追加
2.2.1.8 機器の故障への対応 2.2.1.8.1 機器の単一故障 (3) 窒素封入ラインの損傷	<ul style="list-style-type: none">他記載との統一 (窒素供給ライン→窒素封入ライン)
2.2.3 添付資料	<ul style="list-style-type: none">添付資料及び別紙の追記
添付資料－1 原子炉格納容器内窒素封入設備 系統概略図	<ul style="list-style-type: none">申請範囲の追記
添付資料－2 構造強度及び耐震性について 3. 既設設備の耐震性 表－3 窒素封入ライン（既設配管）の耐震性	<ul style="list-style-type: none">ジェットポンプ計装ラッククラスを追記

3. 申請範囲の明示について（2 / 2）

【コメント】

今回の申請範囲を実施計画に反映すること。

【回答】

申請範囲	備考
添付資料－3 窒素封入ラインの構成 1. 1号機 (1)原子炉圧力容器窒素封入ライン	<ul style="list-style-type: none">原子炉圧力容器への封入位置の追加
添付資料－7 ジェットポンプ計装ラックを用いた窒素封入設備について	<ul style="list-style-type: none">添付資料－7を新規追加基本仕様、構造強度及び耐震性について記載
添付資料－8 原子炉格納容器窒素封入設備の構造強度に関する確認事項	<ul style="list-style-type: none">添付資料－8を新規追加確認事項、確認項目、確認内容、判定基準について記載
別紙1 申請範囲	<ul style="list-style-type: none">申請範囲の記載

補足資料（１） 各封入点からの最大封入流量について

JP計装ラック内の全14ラインにおいて、各ラインの最大封入流量は以下のとおり。

計装ラック番号	ノズル位置	注入点	最大封入流量 (Nm ³ /h)
2251A	OP.16,800付近	炉心支持板下部	15
	OP.18,400付近	JP-2	13.5
	OP.18,400付近	JP-3	14
	OP.18,400付近	JP-4	13.5
	OP.18,400付近	JP-5	14
	OP.18,400付近	JP-7	17
	OP.18,400付近	JP-8	17.5
	OP.18,400付近	JP-9	16
	OP.18,400付近	JP-10	15
2251B	OP.16,800付近	炉心支持板上部	16.8
	OP.16,800付近	炉心支持板下部	16
	OP.18,400付近	JP-6	12
	OP.18,400付近	JP-6	16.5
	OP.25,700付近	計装配管ノズル (RPV中部)	14
	-	JP-1	-
	-	JP-1	-
	-	CS (A)	-
	-	CS (B)	-
-	計装配管ノズル (RPV上部)	-	

補足資料（２） 強風による転倒評価（窒素ガス分離装置（A））

【転倒評価結果】

窒素ガス分離装置（A）

（機器設置コンテナ（窒素ガス分離装置（A）本体・空気圧縮機内蔵）＋空気貯槽＋トラック）

タイヤ支持ピッチを W_c 、車両全体の重心位置のセンターからのオフセット量を x とし、自重による安定モーメント M_g と、風による転倒モーメント M_w を以下の式で求める。

$$M_g = F_g \times (W_c / 2 - x) \quad [\text{N} \cdot \text{m}]$$

$$M_w = F_w \times h \quad [\text{N} / \text{m}]$$

F_g はPSA車両自重、 F_w は風による水平方向の力であり、簡易的に以下の式で求められる。

$$F_g = m \times g \quad [\text{N}]$$

$$F_w = 1 / 2 \rho v^2 \times A \quad [\text{N}]$$

m : PSA車両総質量[kg]

g : 重力加速度=9.80665[m/s²]

ρ : 空気密度=1.2754[kg/m³] (0℃、0.1MPa)

v : 設定風速=40m/s

W_c : タイヤ支持ピッチ [m]

(フロントタイヤピッチとリアの外側タイヤのピッチの狭い方)

h : 地表面から受風面中心までの高さ [m]

m : PSA車両総重量 [kg]

g : 重力加速度 [m/s²]

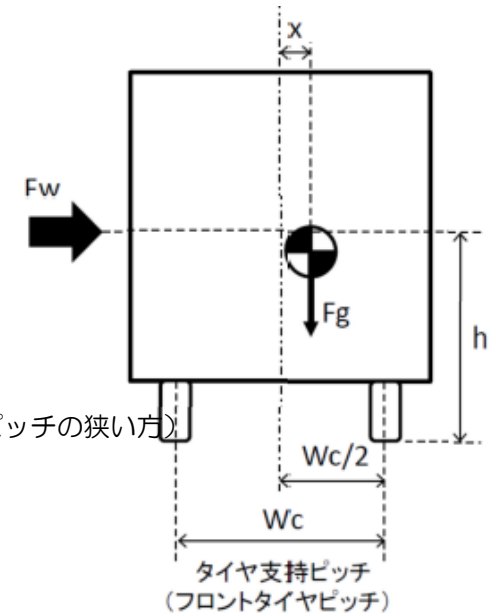
ρ : 空気密度 [kg/m³]

v : 設定風速 40 [m/s]

W_c : タイヤ支持ピッチ [m]

(フロントタイヤピッチとリアの外側タイヤのピッチの狭い方)

h : 地表面からの受風面中心



M_g 及び M_w は以下の通りとなる。

$$M_g = 16.621 \times 9.80665 \times (2.055/2 - 0.089) = 1.530 \times 10^5 [\text{N} \cdot \text{m}]$$

$$M_w = 1/2 \times 1.2754 \times 40^2 \times 38.64 \times 2.72 = 1.072 \times 10^5 [\text{N} \cdot \text{m}]$$

評価結果： $M_g > M_w$ となり、風速40 m/sでは窒素ガス分離装置（A）は転倒しない。

補足資料（２） 強風による転倒評価（窒素ガス分離装置（Ｂ））

【転倒評価結果】

窒素ガス分離装置（Ｂ）

（機器設置コンテナ（窒素ガス分離装置（Ｂ）本体・空気貯槽内蔵）＋空気圧縮機＋トラック）

タイヤ支持ピッチを W_c 、車両全体の重心位置のセンターからのオフセット量を x とし、自重による安定モーメント M_g と、風による転倒モーメント M_w を以下の式で求める。

$$M_g = F_g \times (W_c/2 - x) \text{ [N} \cdot \text{m]}$$

$$M_w = F_w \times h \text{ [N} \cdot \text{m]}$$

F_g はPSA車両自重、 F_w は風による水平方向の力であり、簡易的に以下の式で求められる。

$$F_g = m \times g \text{ [N]}$$

$$F_w = 1/2 \rho v^2 \times A \text{ [N]}$$

m : PSA車両総質量[kg]

g : 重力加速度=9.80665[m/s²]

ρ : 空気密度=1.2754[kg/m³] (0℃、0.1MPa)

v : 設定風速=40m/s

W_c : タイヤ支持ピッチ[m]

（フロントタイヤピッチとリアの外側タイヤのピッチの狭い方）

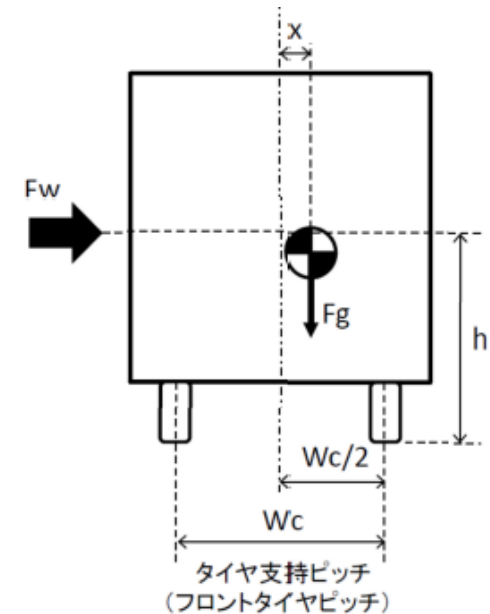
h : 地表面から受風面中心までの高さ[m]

M_g 及び M_w は以下の通りとなる。

$$M_g = 15,868 \times 9.80665 \times (2.080/2 - 0.051) = 1.539 \times 10^5 \text{ [N} \cdot \text{m]}$$

$$M_w = 1/2 \times 1.2754 \times 40^2 \times 36.46 \times 2.43 = 0.904 \times 10^5 \text{ [N} \cdot \text{m]}$$

評価結果： $M_g > M_w$ となり、風速40 m/sでは窒素ガス分離装置（Ｂ）は転倒しない。



補足資料（２） 強風による転倒評価（窒素ガス分離装置（C））

【転倒評価結果】

（１）窒素ガス分離装置（C）

ボルトに作用する引張力は、自重による安定モーメント M_g と、風による転倒モーメント M_w を以下の式で求める。

$$M_g = F_g \times c [\text{N} \cdot \text{m}]$$

$$M_w = F_w \times h [\text{N} \cdot \text{m}]$$

F_g は装置の自重、 F_w は風による水平方向の力であり、簡易的に以下の式で求められる。

$$F_g = m \times g [\text{N}]$$

$$F_w = 1/2 \rho v^2 \times A [\text{N}]$$

m : 質量[kg]

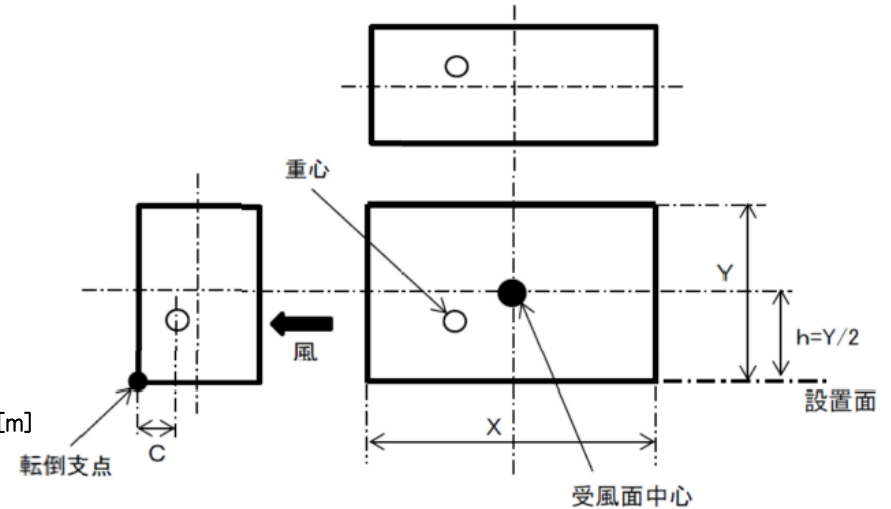
g : 重力加速度=9.80665[m/s²]

ρ : 空気密度=1.2754[kg/m³] (0°C、0.1MPa)

v : 設定風速=40m/s

c : 転倒支点と重心の距離[m]

h : 設置面から受風面中心までの高さ（装置高さ中間レベル）[m]



M_g 及び M_w は以下の通りとなる。

$$M_g = 2,570 \times 9.80665 \times 0.625 = 1.575 \times 10^4 [\text{N} \cdot \text{m}]$$

$$M_w = 1/2 \times 1.2754 \times 40^2 \times 4.61 \times 1.2125 = 5.703 \times 10^3 [\text{N} \cdot \text{m}]$$

$M_g > M_w$ であるため、取付ボルトに引張力は発生しない。

補足資料（２） 強風による転倒評価（窒素ガス分離装置（C））

【転倒評価結果】

（１）窒素ガス分離装置（C）

取付ボルトに対するせん断力はボルト全本数で受けるものとする。

せん断力

$$Q_b = F_w = 4.704 \times 10^3 \text{ [N]}$$

せん断応力

$$T_b = Q_b / (n \cdot A_b) = 4.704 \times 10^3 / (4 \times 201.1 \text{ mm}^2) = 5.85 \text{ N/mm}^2 \Rightarrow 6 \text{ N/mm}^2$$

n : 取付ボルトの本数（４本）

A_b : 取付ボルトの断面積（M16＝201.1mm²）

取付ボルトの材質はSS400であり、ボルトの許容値は、供用状態C_sにおける許容応力を適応し、評価を行った。

（単位：N/mm²）

部材	材料	応力	算出応力	許容応力
取付ボルト	SS400	引張り	—	180
		せん断	6	139

評価結果：風速40 m/sでは窒素ガス分離装置（C）は転倒しない。

補足資料（２） 強風による転倒評価（非常用窒素ガス分離装置）

【転倒評価結果】

（１）非常用窒素ガス分離装置

自重による安定モーメント M_g と、風による転倒モーメント M_w を以下の式で求める。

$$M_g = F_g \times c \text{ [N} \cdot \text{m]}$$

$$M_w = F_w \times h \text{ [N} \cdot \text{m]}$$

F_g は装置の自重、 F_w は風による水平方向の力であり、簡易的に以下の式で求められる。

$$F_g = m \times g \text{ [N]}$$

$$F_w = 1/2 \rho v^2 \times A \text{ [N]}$$

m : 質量[kg]

g : 重力加速度=9.80665[m/s²]

ρ : 空気密度=1.2754[kg/m³] (0°C、0.1MPa)

v : 設定風速=40m/s

c : 転倒支点と重心の距離[m]

h : 設置面から受風面中心までの高さ [m]

M_g 及び M_w は以下の通りとなる。

$$M_g = 7,900 \times 9.80665 \times 1.1 = 8.522 \times 10^4 \text{ [N} \cdot \text{m]}$$

$$M_w = 1/2 \times 1.2754 \times 40^2 \times 11.83 \times 1.207 = 1.457 \times 10^4 \text{ [N} \cdot \text{m]}$$

評価結果： $M_g > M_w$ となり、風速40 m/sでは非常用窒素ガス分離装置は転倒しない。

