

減容処理設備における空調全停時の影響について

2020年8月6日

TEPCO

東京電力ホールディングス株式会社

1. 空調全停時における敷地境界への影響について

- 換気空調設備が停止した場合、負圧維持が出来なくなるが、建屋がバウンダリーとなり、建屋外への放射性物質の散逸を防止する。
- しかし、シャッターの隙間から漏えいする可能性があることから、①大気圧の変動による建屋外への放射性物質の散逸、②風による建屋外への放射性物質の散逸の2ケースについて試算を行い、敷地境界への影響を確認した。
- 試算の結果、どちらの場合においても0.0001mSvを下回る結果となった。
- 更に、上記は発じん防止剤の噴霧を考慮しておらず、これを考慮すると0.0001mSvを十分に下回るため、敷地境界への影響については線量評価上無視することができる値である。

2. 気圧変動による建屋外への放射性物質の散逸

■ 気圧変動による建屋外への放射性物質の散逸

➤ 条件

- 小名浜における1時間あたり気圧変化の平均値※0.448178hPaをもとに、1気圧（1013hPa）から-0.45hPa/hの変動が1.8時間継続した場合を想定。
※至近1年間の平均値，気象庁HPの気象データより算出
- 空調全停時の粉じんに含まれる放射性物質量は，建屋損傷時の影響評価で使用した放射性物質量（RO濃縮水の核種組成）を使用。

➤ 計算

気圧は1013hPaから1012.19hPaに変動。

理想気体の状態方程式（ $PV=nRT$ ）より， $PV=一定$ とすると，

圧力が約0.999（ $=1012.19/1013$ ）倍となることから，

体積は約1.001倍となる。

従って，建屋全体の約0.1%の空気が建屋外へ漏えいすることから，放射性物質も約0.1%と建屋外へ散逸すると敷地境界への影響は

| | 建屋損傷時の評価 | 気圧変動による影響評価 |
|--------------|--------------------------|---------------------------|
| 内部被ばく | 5.8×10^{-4} mSv | 5.8×10^{-7} mSv |
| 外部被ばく（β線） | 9.4×10^{-9} mSv | 9.4×10^{-12} mSv |
| クラウドシャイン（γ線） | 1.8×10^{-9} mSv | 1.8×10^{-12} mSv |
| グランドシャイン（年間） | 3.2×10^{-5} mSv | 3.2×10^{-8} mSv |
| 合計 | 6.1×10^{-4} mSv | 6.1×10^{-7} mSv |

➤ 結果

空調全停時の気圧変動に伴う放射性物質の散逸が敷地境界へ及ぼす影響は約 6.1×10^{-7} mSvであり，周辺監視区域外における線量限度1mSvに比べ十分低い。

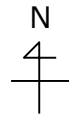
3 - 1. 風による建屋外への放射性物質の散逸

■ 風による建屋外への放射性物質の散逸

➤ 条件

- 浪江における風速の平均値※2.00m/sより、風速を2m/sに設定。
※2017年～2019年の3年間の平均値、気象庁HPの気象データより算出
- 空調全停時の粉じんに含まれる放射性物質量は、建屋損傷時の影響評価で使用した放射性物質質量（RO濃縮水の核種組成）を使用。
- 二重シャッターのうち、下図の緑色の気密シャッターが開いており、橙色のシャッターの隙間を風が流れることを想定し、隙間面積を算出。

| | 隙間面積 |
|----|----------------------|
| 西面 | 0.824 m ² |
| 南面 | 0.36 m ² |



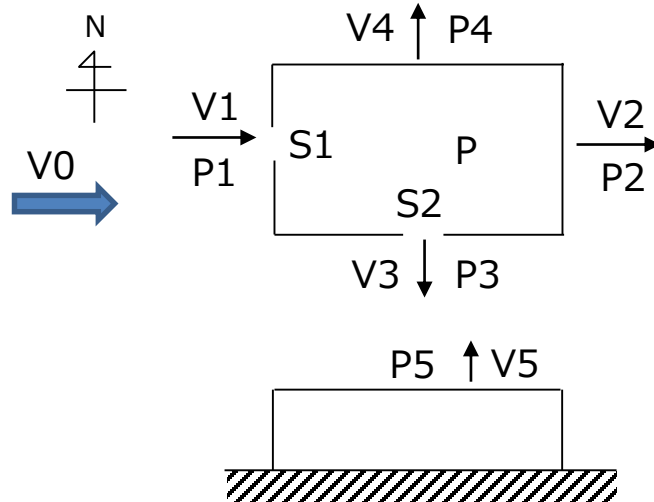
- 開いていると想定する気密シャッター
- 風が隙間を流れると想定するシャッター

- 粉じんの平均粒径を6.2μm※※とした場合、粉じんの降下速度は約1mm/sであること、金属減容処理室及びコンクリート減容処理室の天井の最大高さは12.6mの半分程度と想定すると、粉じんが床面に到達する時間（放射性物質が散逸するおそれのある時間）を約1.8時間と設定。
※※『平成14年度発電用原子炉廃止措置工事環境影響評価技術調査（環境影響評価試験）に関する報告書』に記載されているハンドブレイカによる破碎作業の粉じんの平均粒径より
- 風により建屋外へ漏えいする空気量は、1～4号機原子炉建屋からの追加的放出量の評価と同手法で算出。

3 - 2. 風による建屋外への放射性物質の散逸

➤ 計算

- 開口面積の大きい西から風速2m/sの風が吹いている状態にて計算



| | |
|---------------------|------------------------------------|
| V0 : 外気風速 [m/s] | S1 : 西面開口面積 [m ²] |
| V1 : 建屋流出入風速 [m/s] | S2 : 南面開口面積 [m ²] |
| V2 : 建屋流出入風速 [m/s] | ρ : 空気密度 [kg/m ³] |
| V3 : 建屋流出入風速 [m/s] | C1 : 風圧係数 (西) |
| V4 : 建屋流出入風速 [m/s] | C2 : 風圧係数 (東) |
| V5 : 建屋流出入風速 [m/s] | C3 : 風圧係数 (南) |
| P1 : 上流側圧力 (西) [Pa] | C4 : 風圧係数 (北) |
| P2 : 下流側圧力 (東) [Pa] | ζ : 形状抵抗係数 |
| P3 : 上流側圧力 (南) [Pa] | |
| P4 : 下流側圧力 (北) [Pa] | |
| P5 : 上面部側圧力 [Pa] | |
| P : 建屋内圧力 [Pa] | |

風速をV0とすると、上流側、下流側の圧力は

- ①上流側 (西) : $P1 = C1 \times \rho \times V0^2 / (2g)$
- ②下流側 (東) : $P2 = C2 \times \rho \times V0^2 / (2g)$
- ③下流側 (南) : $P3 = C3 \times \rho \times V0^2 / (2g)$
- ④下流側 (北) : $P4 = C4 \times \rho \times V0^2 / (2g)$
- ⑤上面部 : $P5 = C1 \times \rho \times V0^2 / (2g)$

内圧をP、隙間部の抵抗係数を ζ とすると

- ⑥ $P1 - P = \zeta \times \rho \times V1^2 / (2g)$
- ⑦ $P - P2 = \zeta \times \rho \times V2^2 / (2g)$
- ⑧ $P - P3 = \zeta \times \rho \times V3^2 / (2g)$
- ⑨ $P - P4 = \zeta \times \rho \times V4^2 / (2g)$
- ⑩ $P - P5 = \zeta \times \rho \times V5^2 / (2g)$

空気流出入量のマスバランス式は

$$(V1 \times S1) \times 3600 = (V2 \times 0 + V3 \times S2 + V4 \times 0 + V5 \times 0) \times 3600$$

左辺と右辺の差を「Y」とすると

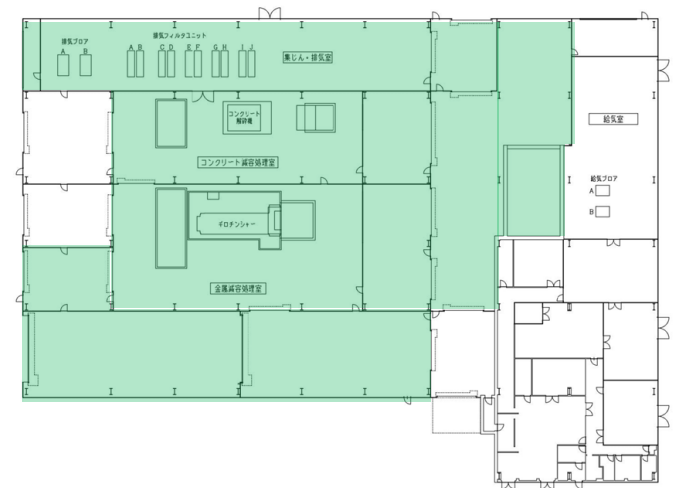
$$Y = (V1 \times S1) \times 3600 - (V2 \times 0 + V3 \times S2 + V4 \times 0 + V5 \times 0) \times 3600$$

V1~V5は⑥~⑩によりPの関数なので、「Y」がゼロになるようPの値を調整

計算の結果、 $V1 = 0.6202\text{m/s}$ 、 $V3 = 1.4196\text{m/s}$ となり、南面から漏えいする空気量は1時間あたり1,840m³/hとなり、1.8時間では3,312m³となる。

3-3. 風による建屋外への放射性物質の散逸

- 右図に示す緑色の範囲の容積は約35,970m³であることから、漏えい量は全体の約9.2%の空気が建屋外へ漏えいする。
- 放射性物質も同様に約9.2%が建屋外へ散逸したとすると、敷地境界への影響は



| | 建屋損傷時の評価 | 風による影響評価 |
|---------------|--------------------------|---------------------------|
| 内部被ばく | 5.8×10^{-4} mSv | 5.3×10^{-5} mSv |
| 外部被ばく (β線) | 9.4×10^{-9} mSv | 8.6×10^{-10} mSv |
| クラウドシャイン (γ線) | 1.8×10^{-9} mSv | 1.7×10^{-10} mSv |
| グランドシャイン (年間) | 3.2×10^{-5} mSv | 2.9×10^{-6} mSv |
| 合計 | 6.1×10^{-4} mSv | 5.6×10^{-5} mSv |

➤ 結果

空調全停時の風による放射性物質の散逸が敷地境界へ及ぼす影響は約 5.6×10^{-5} mSvであり、周辺監視区域外における線量限度1mSvに比べ十分低い。