

17. 気象条件の代表性の検討について

敷地において観測した 1997 年 1 月から 1997 年 12 月までの 1 年間の気象資料を用いて居住性評価を行うに当たり、観測を行った 1 年間の気象状態が長期間の気象状態と比較して特に異常でないかどうかの検討を行った結果、特に異常でないことを確認した。以下に検定方法、検定結果を示す。

(1) 検定方法

a. 検定に用いた観測結果

1997 年 1 年間の排気筒風（標高 84m）及び地上風（標高 20m）の観測項目について、10 年間(2003 年～2012 年 12 月)の資料により検討を行った。

b. 観測項目

排気筒風及び地上風ともに以下の観測項目について検定を実施した。

(a) 風向出現頻度（16 方位）

(b) 風速階級（11 階級）

c. 統計期間

統計年：2003 年 1 月～2012 年 12 月

検定年：1997 年 1 月～1997 年 12 月

d. 検定方法

検定法は、不良標本の棄却検定に関する F 分布検定の手順に従った。

(2) 検定結果

排気筒風の棄却検定表を表 1 及び表 2 に、地上風の棄却検定表を表 3 及び表 4 に示す。有意水準 5 % で棄却された項目は以下のとおり。

【排気筒風】

以下の 3 項目について棄却された。

・ 風向 N（1 項目）

・ 風速階級 0.0～0.4m/s、0.5～1.4m/s（2 項目）

【地上風】

棄却された項目は無い。

排気筒風は過去の安全審査において代表性が損なわれないと判断された、棄却項目数が 1～3 項目の範囲に入っている。また、居住性評価に用いた地上風については、棄却された項目は無い。これは居住性評価に使用した観測結果の気象の状態が長期間の気象の状態と比較して特に異常でないことを示しており、この期間の気象資料を用いて居住性解析を行うことは妥当であることを示している。

添付資料：異常年検定結果

表 1 排気筒風の棄却検定表 (風向)

| 風向 | 排気筒風 標高84m、地上高10m (%) | | | | | | | | | | | | 判定 ○採択 ×棄却 | | |
|------|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------------------|----------|----|
| | 統計年 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 平均値 | 検定年 | | 棄却限界(5%) | 上限 |
| N | 1.43 | 1.45 | 1.69 | 1.66 | 1.49 | 1.51 | 1.64 | 1.68 | 1.55 | 1.62 | 1.57 | 1.23 | 1.81 | 1.34 | × |
| NINE | 1.56 | 1.13 | 1.29 | 1.18 | 0.87 | 0.88 | 1.12 | 1.09 | 0.87 | 1.10 | 1.11 | 1.23 | 1.61 | 0.60 | ○ |
| NE | 3.94 | 3.30 | 2.89 | 2.94 | 3.17 | 2.99 | 3.43 | 3.66 | 3.18 | 3.47 | 3.30 | 3.41 | 4.09 | 2.50 | ○ |
| ENE | 13.76 | 11.13 | 10.66 | 9.93 | 11.60 | 12.06 | 12.02 | 11.42 | 11.13 | 10.25 | 11.40 | 10.87 | 13.97 | 8.82 | ○ |
| E | 20.98 | 19.55 | 21.08 | 23.79 | 18.84 | 21.01 | 22.30 | 18.44 | 19.47 | 23.30 | 20.88 | 20.26 | 25.23 | 16.52 | ○ |
| ESE | 5.42 | 5.92 | 6.17 | 6.36 | 5.81 | 5.43 | 4.88 | 4.54 | 3.69 | 5.91 | 5.41 | 5.31 | 7.37 | 3.46 | ○ |
| SE | 2.31 | 2.90 | 2.51 | 2.72 | 2.42 | 2.89 | 2.75 | 2.65 | 2.40 | 2.57 | 2.61 | 2.77 | 3.10 | 2.12 | ○ |
| SSE | 0.87 | 1.10 | 0.97 | 0.88 | 0.52 | 0.74 | 0.78 | 0.67 | 0.49 | 0.62 | 0.76 | 1.03 | 1.23 | 0.30 | ○ |
| S | 0.65 | 0.79 | 0.87 | 0.88 | 0.82 | 0.66 | 0.79 | 0.85 | 0.85 | 0.89 | 0.80 | 0.70 | 1.01 | 0.60 | ○ |
| SSW | 0.66 | 0.57 | 0.62 | 0.51 | 0.65 | 0.52 | 0.65 | 0.78 | 0.54 | 0.63 | 0.61 | 0.67 | 0.81 | 0.42 | ○ |
| SW | 1.04 | 0.89 | 0.81 | 0.88 | 0.81 | 0.95 | 1.03 | 1.50 | 1.10 | 1.10 | 1.01 | 0.61 | 1.49 | 0.53 | ○ |
| WSSW | 3.49 | 3.56 | 3.73 | 3.06 | 4.63 | 4.29 | 4.82 | 5.12 | 4.14 | 3.42 | 4.03 | 3.91 | 5.64 | 2.42 | ○ |
| W | 12.26 | 13.30 | 12.54 | 13.32 | 16.26 | 14.53 | 16.05 | 19.21 | 19.82 | 16.69 | 15.40 | 14.10 | 21.75 | 9.05 | ○ |
| WNW | 19.70 | 22.22 | 18.94 | 19.22 | 20.38 | 18.46 | 15.14 | 16.42 | 16.42 | 17.00 | 18.39 | 22.17 | 23.49 | 13.28 | ○ |
| NW | 8.91 | 9.33 | 11.62 | 9.16 | 8.50 | 9.21 | 9.47 | 9.23 | 11.59 | 8.77 | 9.58 | 9.30 | 12.20 | 6.95 | ○ |
| NNW | 2.14 | 1.93 | 2.63 | 2.60 | 1.72 | 2.48 | 2.24 | 1.91 | 1.88 | 1.70 | 2.12 | 2.01 | 2.96 | 1.29 | ○ |

表 2 排気筒風の棄却検定表 (風速)

| 風速 階級 (m/s) | 排気筒風 標高84m、地上高10m (%) | | | | | | | | | | | | 判定 ○採択 ×棄却 | | |
|-------------------|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------------------|----------|----|
| | 統計年 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 平均値 | 検定年 | | 棄却限界(5%) | 上限 |
| 0.0~0.4 | 0.87 | 0.94 | 0.97 | 0.91 | 1.51 | 1.39 | 0.88 | 0.84 | 0.88 | 0.97 | 1.02 | 0.42 | 1.57 | 0.46 | × |
| 0.5~1.4 | 9.15 | 7.98 | 9.08 | 8.32 | 7.89 | 8.79 | 8.74 | 9.88 | 8.87 | 8.82 | 8.75 | 6.11 | 10.15 | 7.36 | × |
| 1.5~2.4 | 16.59 | 14.51 | 16.73 | 14.60 | 16.07 | 16.94 | 15.81 | 16.14 | 14.79 | 15.76 | 15.79 | 15.25 | 17.90 | 13.69 | ○ |
| 2.5~3.4 | 15.47 | 14.78 | 15.18 | 13.88 | 15.54 | 15.24 | 14.30 | 14.39 | 15.33 | 14.30 | 14.84 | 15.10 | 16.24 | 13.45 | ○ |
| 3.5~4.4 | 11.28 | 11.46 | 11.72 | 11.52 | 11.28 | 11.54 | 11.19 | 10.55 | 11.64 | 11.56 | 11.37 | 11.97 | 12.17 | 10.58 | ○ |
| 4.5~5.4 | 9.86 | 9.47 | 9.19 | 9.68 | 9.28 | 8.96 | 9.40 | 8.27 | 9.17 | 9.02 | 9.23 | 9.91 | 10.27 | 8.19 | ○ |
| 5.5~6.4 | 6.97 | 7.69 | 7.60 | 7.85 | 7.87 | 7.97 | 7.57 | 7.02 | 7.62 | 7.19 | 7.54 | 8.23 | 8.38 | 6.69 | ○ |
| 6.5~7.4 | 6.34 | 6.61 | 6.12 | 7.65 | 6.75 | 6.64 | 6.88 | 6.31 | 6.47 | 6.23 | 6.60 | 6.49 | 7.64 | 5.56 | ○ |
| 7.5~8.4 | 4.88 | 5.68 | 5.30 | 6.02 | 5.28 | 5.59 | 5.53 | 5.16 | 5.27 | 5.50 | 5.42 | 5.45 | 6.17 | 4.67 | ○ |
| 8.5~9.4 | 4.72 | 5.25 | 3.98 | 4.66 | 4.63 | 4.01 | 4.85 | 3.95 | 4.23 | 5.24 | 4.55 | 4.91 | 5.72 | 3.38 | ○ |
| 9.5~ | 13.87 | 15.63 | 14.13 | 14.89 | 13.90 | 12.93 | 14.85 | 17.49 | 15.72 | 15.39 | 14.88 | 16.14 | 17.91 | 11.85 | ○ |

添付資料 (1 / 2)

表3 地上風の棄却検定表 (風向)

| 風向 | 地上風 標準高20m、地上高10m (%) | | | | | | | | | | | | 判定 ○採択 ×棄却 | | |
|-----|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|------------------|-------|---|
| | 統計年 | | | | | | | | | | | 棄却限界(5%) | | | |
| | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 平均値 | | | 1977 | |
| N | 3.69 | 3.80 | 4.10 | 3.65 | 2.83 | 3.96 | 3.59 | 3.18 | 3.17 | 2.90 | 3.49 | 2.81 | 4.54 | 2.44 | ○ |
| NNE | 3.04 | 2.16 | 2.59 | 2.57 | 2.30 | 2.38 | 2.68 | 2.23 | 2.29 | 2.15 | 2.44 | 2.19 | 3.10 | 1.77 | ○ |
| NE | 3.69 | 3.25 | 3.67 | 2.43 | 2.95 | 2.75 | 3.90 | 4.79 | 3.50 | 3.91 | 3.48 | 4.71 | 5.09 | 1.88 | ○ |
| ENE | 5.62 | 6.44 | 7.06 | 6.36 | 7.34 | 6.84 | 6.04 | 6.78 | 6.77 | 6.66 | 6.59 | 5.95 | 7.77 | 5.41 | ○ |
| E | 8.58 | 7.80 | 7.60 | 7.70 | 7.86 | 7.84 | 9.57 | 9.27 | 9.65 | 15.28 | 9.12 | 11.46 | 14.60 | 3.64 | ○ |
| ESE | 17.11 | 14.91 | 14.91 | 18.56 | 14.06 | 16.40 | 16.08 | 10.18 | 11.35 | 9.29 | 14.28 | 11.04 | 21.59 | 6.98 | ○ |
| SE | 6.15 | 5.62 | 6.24 | 6.46 | 6.05 | 5.90 | 5.59 | 5.78 | 4.60 | 7.35 | 5.97 | 6.42 | 7.64 | 4.31 | ○ |
| SSE | 3.89 | 4.43 | 3.60 | 3.47 | 3.52 | 3.18 | 3.34 | 2.86 | 2.62 | 2.54 | 3.34 | 2.76 | 4.72 | 1.97 | ○ |
| S | 1.65 | 2.26 | 1.85 | 1.58 | 1.67 | 1.99 | 1.40 | 1.16 | 1.09 | 1.41 | 1.60 | 1.06 | 2.47 | 0.74 | ○ |
| SSW | 0.78 | 0.85 | 0.81 | 0.49 | 0.94 | 0.80 | 0.88 | 0.92 | 0.73 | 0.72 | 0.79 | 0.81 | 1.10 | 0.48 | ○ |
| SW | 1.22 | 0.79 | 1.39 | 1.12 | 1.26 | 1.26 | 1.54 | 2.42 | 1.60 | 1.75 | 1.44 | 1.84 | 2.48 | 0.39 | ○ |
| WSW | 3.04 | 2.57 | 2.67 | 2.31 | 2.62 | 2.80 | 3.49 | 4.69 | 3.56 | 2.82 | 3.06 | 4.00 | 4.71 | 1.41 | ○ |
| W | 5.21 | 6.82 | 7.11 | 6.30 | 6.63 | 5.94 | 7.63 | 11.30 | 10.82 | 7.91 | 7.57 | 9.92 | 12.32 | 2.82 | ○ |
| WNW | 11.94 | 13.21 | 12.41 | 14.31 | 13.54 | 11.56 | 13.05 | 16.42 | 15.98 | 15.40 | 13.78 | 15.49 | 17.80 | 9.77 | ○ |
| NW | 15.19 | 15.62 | 14.48 | 13.84 | 17.33 | 16.13 | 12.21 | 12.59 | 13.92 | 14.02 | 14.53 | 13.20 | 18.26 | 10.80 | ○ |
| NNW | 8.68 | 9.10 | 9.00 | 8.38 | 8.69 | 9.41 | 7.38 | 4.59 | 7.69 | 5.46 | 7.84 | 5.38 | 11.68 | 4.00 | ○ |

表4 地上風の棄却検定表 (風速)

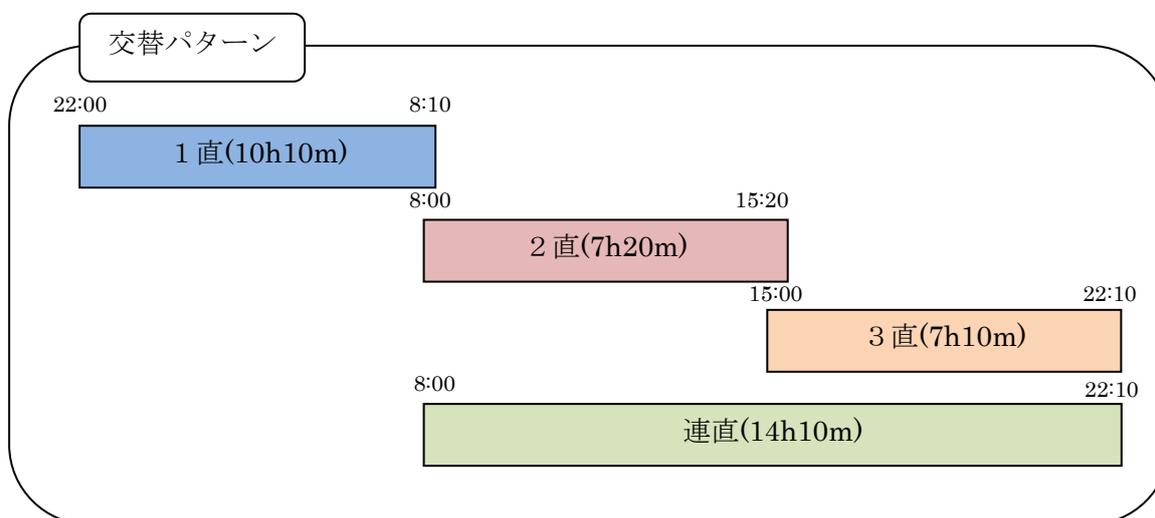
| 風速 階級 (m/s) | 地上風 標準高20m、地上高10m (%) | | | | | | | | | | | | 判定 ○採択 ×棄却 | | |
|-------------------|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|------------------|-------|---|
| | 統計年 | | | | | | | | | | | 棄却限界(5%) | | | |
| | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 平均値 | | | 1977 | |
| 0.0~0.4 | 0.51 | 0.35 | 0.50 | 0.47 | 0.40 | 0.86 | 1.64 | 0.85 | 0.64 | 0.43 | 0.67 | 0.95 | 1.57 | 0.00 | ○ |
| 0.5~1.4 | 9.35 | 7.75 | 7.43 | 6.30 | 7.84 | 12.02 | 11.02 | 10.36 | 7.99 | 6.08 | 8.61 | 11.76 | 13.35 | 3.87 | ○ |
| 1.5~2.4 | 17.64 | 16.21 | 17.10 | 14.66 | 17.38 | 17.02 | 14.65 | 16.55 | 16.38 | 15.84 | 16.34 | 15.14 | 18.82 | 13.86 | ○ |
| 2.5~3.4 | 13.91 | 13.60 | 14.51 | 13.69 | 14.52 | 13.32 | 13.45 | 13.94 | 13.38 | 13.92 | 13.83 | 14.44 | 14.84 | 12.81 | ○ |
| 3.5~4.4 | 12.21 | 12.04 | 12.33 | 12.41 | 11.29 | 11.65 | 11.41 | 9.88 | 11.04 | 11.83 | 11.61 | 11.92 | 13.42 | 9.80 | ○ |
| 4.5~5.4 | 10.17 | 9.97 | 10.09 | 11.13 | 9.07 | 9.79 | 9.87 | 8.27 | 9.79 | 12.34 | 10.05 | 9.68 | 12.64 | 7.45 | ○ |
| 5.5~6.4 | 7.49 | 7.52 | 7.45 | 9.21 | 8.07 | 7.72 | 8.12 | 7.32 | 8.05 | 9.34 | 8.03 | 7.13 | 9.73 | 6.33 | ○ |
| 6.5~7.4 | 5.77 | 5.68 | 5.66 | 6.94 | 6.51 | 5.91 | 6.45 | 5.93 | 6.45 | 5.11 | 6.04 | 5.75 | 7.32 | 4.76 | ○ |
| 7.5~8.4 | 4.99 | 5.04 | 4.40 | 5.20 | 4.97 | 4.26 | 5.03 | 5.01 | 4.26 | 4.31 | 4.75 | 4.55 | 5.66 | 3.83 | ○ |
| 8.5~9.4 | 3.65 | 4.22 | 3.63 | 4.06 | 4.08 | 4.10 | 4.29 | 4.26 | 4.06 | 3.43 | 3.98 | 4.26 | 4.69 | 3.27 | ○ |
| 9.5~ | 14.31 | 17.62 | 16.90 | 15.92 | 15.87 | 13.33 | 14.07 | 17.63 | 17.95 | 17.38 | 16.10 | 14.43 | 20.09 | 12.11 | ○ |

18. 当直の交替による滞在時間と入退域回数について

通常時の運転員の勤務形態として、5直2.5交替制を採用しており、事故発生等の緊急時においても同様の勤務形態を継続することとしている。

(1) 1日間での交替パターン

下図に1日間での交替パターンを示す。前日の22時に当直につき8時10分まで勤務をする「1直」、8時より15時20分まで勤務をする「2直」、15時より22時10分まで勤務をする「3直」と、「2直」と「3直」を続けて勤務する「連直」の4つの勤務がある。



(2) 勤務の組合せと勤務時間等について

当直勤務については8日間を1サイクルとして、これらの勤務を組み合わせており、3交替の代表例としてA班に着目したものを表1に示す。

この際、1サイクルにおいて勤務時間が最大となる班は49時間勤務となり、当直は5回勤務（入退域回数は10回）となる。

なお、重大事故および設計基準事故において評価対象期間となる7日間、30日間について、それぞれの班の滞在時間と入退域回数について表2に取りまとめている。

表 1. 具体的な組み合わせパターンの代表例

| 日 | 1直 | 2直 | 3直 |
|---|------------|------------|-----------|
| 1 | D班 | E班 | A班(7h10m) |
| 2 | D班 | A班(14h10m) | |
| 3 | E班 | A班(7h20m) | C班 |
| 4 | E班 | C班 | |
| 5 | A班(10h10m) | C班 | D班 |
| 6 | A班(10h10m) | D班 | |
| 7 | C班 | D班 | E班 |
| 8 | C班 | E班 | |

A班の滞在時間：7h10m+14h10m+7h20m+10h10m+10h10m=48h60m=49hr

A班の入退域回数：10回

表 2. 当直の中央制御室滞在時間と交替回数

| | | 範囲 | 最大 |
|------|-------|-------------------|----------|
| 7日間 | 滞在時間 | 34時間50分～49時間00分 | 49時間00分 |
| | 入退域回数 | 8回～10回 | 10回 |
| 30日間 | 滞在時間 | 174時間30分～196時間00分 | 196時間00分 |
| | 入退域回数 | 36回～40回 | 40回 |

(3) 事故発生時における当直の交替について

事故発生時において、当直員は中長期での運転操作等の対応に支障が出ることを無きよう、通常時の勤務形態と同様の勤務形態を継続する。

この際、発電所までのアクセスルートの確保が課題となるが、別紙に示すとおり、発電所までのアクセスルートについては、通常使用している沿岸部の2ルートに加え、社員が多く住居している宮丘地区からの山廻りルートが確保されていることから、要員の交替に支障となることはない。

(4) 事故事象の進展により当直員の交替がすぐにできない場合

重大事故発生時などについては、現場の運転員が操作等で現場を離れることができず、直ちに次の当直に引き継げない場合や、交替の当直員の到着が遅れる場合などが想定される。

現在評価している最大の滞在時間に、もし仮に最長の当直時間となる連直の14時間10分を加えた場合、重大事故については約29%、設計基準事故については約7%増えることとなるが、表3、表4に示すとおり100mSvを超えることはない。

49時間+14時間10分=63時間10分(約29%増)

196時間+14時間10分=210時間10分(約7%増)

表 3. 重大事故の被ばく評価 (実効線量mSv)

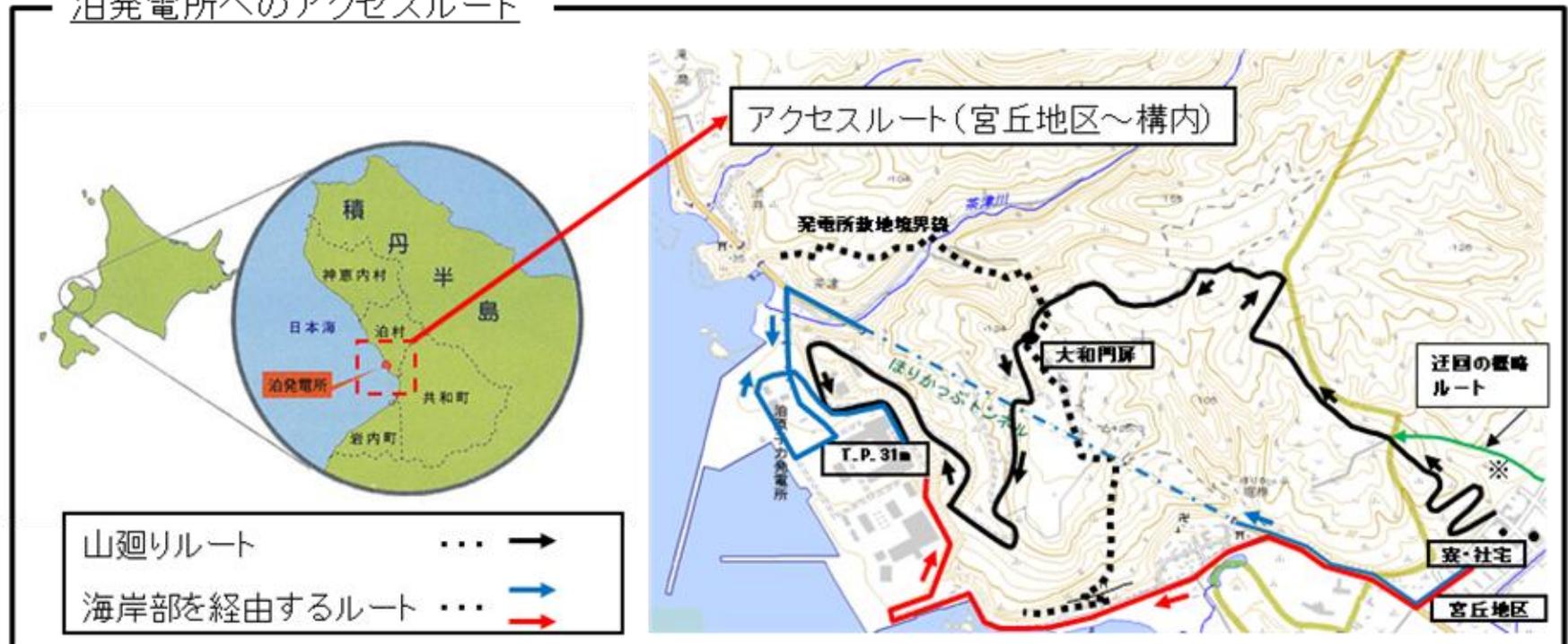
| | マスク有(事故後7時間まで使用) | | マスク無 | |
|----------|------------------|---------|--------|---------|
| | 49時間滞在 | 約63時間滞在 | 49時間滞在 | 約63時間滞在 |
| 中央制御室滞在時 | 約1.5 | 約2.0 | 約5.5 | 約7.1 |
| 入退域時 ※ | 約1.2 | | 約1.6 | |
| 合計 | 約2.8 | 約3.2 | 約7.1 | 約8.7 |

※ 入退域時はマスクを着用する。

表 4. 設計基準事故の被ばく評価 (実効線量mSv)

| | 原子炉冷却材喪失 | | 蒸気発生器伝熱管損傷 | |
|----------|----------|----------|------------|----------|
| | 196時間滞在 | 約210時間滞在 | 196時間滞在 | 約210時間滞在 |
| 中央制御室滞在時 | 約9.2 | 約9.8 | 約6.0 | 約6.4 |
| 入退域時 | 約8.3 | | 約0.0071 | |
| 合計 | 約1.8 | 約1.9 | 約6.0 | 約6.5 |

泊発電所へのアクセスルート



120

災害対策要員

| | 技術系社員 |
|--------|-------|
| 宮丘地区 | 325名 |
| 地元4ヶ町村 | 104名 |
| 合計 | 429名 |

(平成25年7月17日現在)

荒天時の参集所要時間(山廻りルート)

| | 距離 | 所要時間 | |
|------------------|--------|------|--------|
| | | 徒歩* | 車両(参考) |
| 宮丘地区 ⇒大和門扉 | 約3.5km | 63分 | 14分 |
| 大和門扉 ⇒T.P.31m | 約2.5km | 25分 | 5分 |
| 合計 | 約6.0km | 88分 | 19分 |

※条件...夜間、強風、天候:雪(吹雪模様)、気温:-6.8℃、登坂部(※)が使用不能となり、一部の道路を大きく迂回して通行の場合

別紙

19. 地表面への沈着評価について

中央制御室の被ばく評価においては、「実用発電用原子炉に係る重大事故の制御室及び緊急時対策所の居住性に係る被ばく評価に関する審査ガイド」に従い地表面への沈着を評価する際、地表面への乾性沈着及び降雨による湿性沈着を考慮して地表面沈着濃度を評価している。このとき、湿性沈着を考慮した地表面沈着量は乾性沈着の4倍と設定しているが、これは「発電用軽水型原子炉施設周辺の線量目標値に対する評価指針(昭和51年9月28日 原子力委員会決定、一部改訂 平成13年3月29日)」(以下、「評価指針」という)における解説において、葉菜上の放射性よう素の沈着率を考慮する際に、降水時における沈着率は乾燥時の2~3倍大きい値となると示されていることを踏まえ、降水時における沈着率を乾燥時の3倍と設定したことによる。以下に今回、湿性沈着を考慮した地表面沈着量を乾性沈着の4倍として設定した妥当性について示す。

(1) 乾性沈着率と湿性沈着率の算定方法について

a. 乾性沈着率

ある核種*i*の乾性沈着率(単位時間あたりの沈着量)は評価指針の式と同様に以下の式で表される。

$$D_{di} = V_{gd} \cdot \chi_i \dots\dots\dots(1)$$

D_{di} : 核種*i*の乾性沈着率 [Bq/(m²・s)]

V_{gd} : 沈着速度[m/s]

χ_i : 核種*i*の平均地表空气中濃度[Bq/m³]

$$= (\chi_i/Q) \times Q$$

(χ_i/Q) : 相対濃度 [s/m³] : 鉛直方向の軸上濃度分布

Q : 単位時間当たりの放出量 [Bq/s] : 総放出量を実効放出継続時間で割った値

b. 湿性沈着率

ある核種*i*の湿性沈着率は評価指針に降水時の沈着量評価の参考資料として挙げられている Chamberlain の研究報告*より以下の式で表される。

$$D_{ri} = \Lambda \cdot \int_0^{\infty} \chi_i(z) dz \dots\dots\dots(2)$$

D_{ri} : 核種*i*の湿性沈着率[Bq/(m²・s)]

Λ : 洗浄係数[s⁻¹]

$\chi_i(z)$: 鉛直方向の濃度分布[Bq/m³]

ここで、 $\chi_i(z)$ が正規分布をとると仮定すると、

$$D_{ri} = \Lambda \cdot \chi_{i0} \cdot \sqrt{2\pi} \cdot \Sigma z \dots\dots\dots(3)$$

Σz : 鉛直拡散幅[m]
 χ_{i0} : $\chi_i(z)$ ピーク値 [Bq/m³]

* Chamberlain, A.C. : Aspects of Travel and Deposition of Aerosol and Vapour Cloud, AERE HP/R1261 (1955)

(2) 地表沈着量の算定方法について

(1) で求めた沈着率を基に、地表沈着量を求める。ここでは放射性崩壊による減少効果については式に含んでいないが、別途考慮している。また、放出源からの放出が継続する時間と沈着を考慮する時間は同じとしている。

$$A_i = A_{di} + K \cdot A_{ri} \dots\dots\dots(4)$$

$$A_i = t \cdot (D_{di} + K \cdot D_{ri}) \dots\dots\dots(5)$$

$$= V_{gd} \cdot (\chi/Q) \cdot Q + K \cdot (\Lambda \cdot (\chi/Q) \cdot Q \cdot \sqrt{2\pi} \cdot \Sigma z)$$

A_i : 核種 i の地表沈着量[Bq/m²]
 A_{di} : 無降水期間中の核種 i の地表 (乾性) 沈着量[Bq/m²]
 A_{ri} : 降水期間中の核種 i の地表 (湿性) 沈着量[Bq/m²]
 K : 降水期間割合[-]

(3) 地表面濃度評価時の地表沈着率

(5)式から地表面濃度の評価を実施する。ここで、地表面沈着率は年間を通じて 1 時間ごとの気象条件に対して、(1)式及び(3)式から各時間での沈着率を算出する。

その結果、降雨を考慮した 1 年間の地表面沈着率の 97%積算値と、降雨を考慮しない場合の χ/Q 97%積算値を想定した乾性沈着率との比は(6)式より出入管理建屋入口及び中央制御室入口ともに 1.2 であった。

なお、中央制御室滞在時については、中央制御室入口の方が距離も近く、方位も包含されているため中央制御室入口で代表できる。

$$\frac{D_{di} + D_{ri}}{D_{di}} = \frac{1/t \times (V_{gd} \cdot (\chi/Q) \cdot Q + \Lambda \cdot (\chi/Q) \cdot Q \cdot \sqrt{2\pi} \cdot \Sigma z)}{1/t \times (V_{gd} \cdot (\chi/Q) \cdot Q)}$$

$$= 1 + \Lambda \cdot \sqrt{2\pi} \cdot \Sigma z / V_{gd} \dots\dots\dots(6)$$

以上より、湿性沈着を考慮した沈着率は、 χ/Q 97%積算値を使用した場合の乾性沈着率に比べ、指針の記載である4倍を下回る結果が得られたことから、今回の評価において湿性沈着を考慮した沈着量を乾性沈着の4倍とすることは保守的な評価であると考えられる。

なお、評価においては(5)式に示す乾性沈着の沈着量において4倍の沈着速度 (V_{gd}) を設定することで4倍の沈着量を評価した。

以 上

(添付)

湿性沈着の考慮について

中央制御室周辺における地表面への沈着量は、気象条件として相対濃度 (χ/Q) 及び降雨量を考慮して評価している。ここで、相対濃度としては、97%積算値を使用し、また、沈着速度は乾性の沈着速度の4倍の値としている。これは、審査ガイドに記載されているとおり、湿性沈着を考慮した沈着濃度とするためである。一方、相対濃度を97%積算値として、さらに年間の最も厳しい降雨量の沈着速度を設定することは、気象条件を基に降雨を適正に考慮した沈着量とはならない。具体的には、最大の降雨強度の時間においては、風向は見込み方位ではないため、沈着量は0となるにもかかわらず、相対濃度として97%積算値を用いて沈着量を設定することとなり、不適切である。なお、今回評価に用いた1997年度の気象データによると、1時間の最大雨量は全方位で22mm/hであり、 χ/Q 97%積算値が得られた時刻では降雨はなかった。

そこで、本評価では、沈着速度を乾性沈着の4倍とすることの妥当性確認として、前述のとおり χ/Q 97%積算値が得られた時刻では降雨はなかったが、保守的な想定として更に年間97%積算値の降雨量があったものと仮定し、屋外と建屋の境界である、出入管理建屋入口における降雨時の「単位放出率当たりの地表面沈着量」(以下、地表面沈着率とする)を評価した(表1参照)。その結果、降雨を考慮した場合の地表面沈着率は、降雨を考慮しない場合の χ/Q 97%積算値を想定した乾性地表面沈着率の約2.7倍であったことから、湿性沈着を考慮した沈着量を乾性沈着の4倍とすることは保守的な評価であると判断した。

表1 中央制御室における湿性沈着量評価

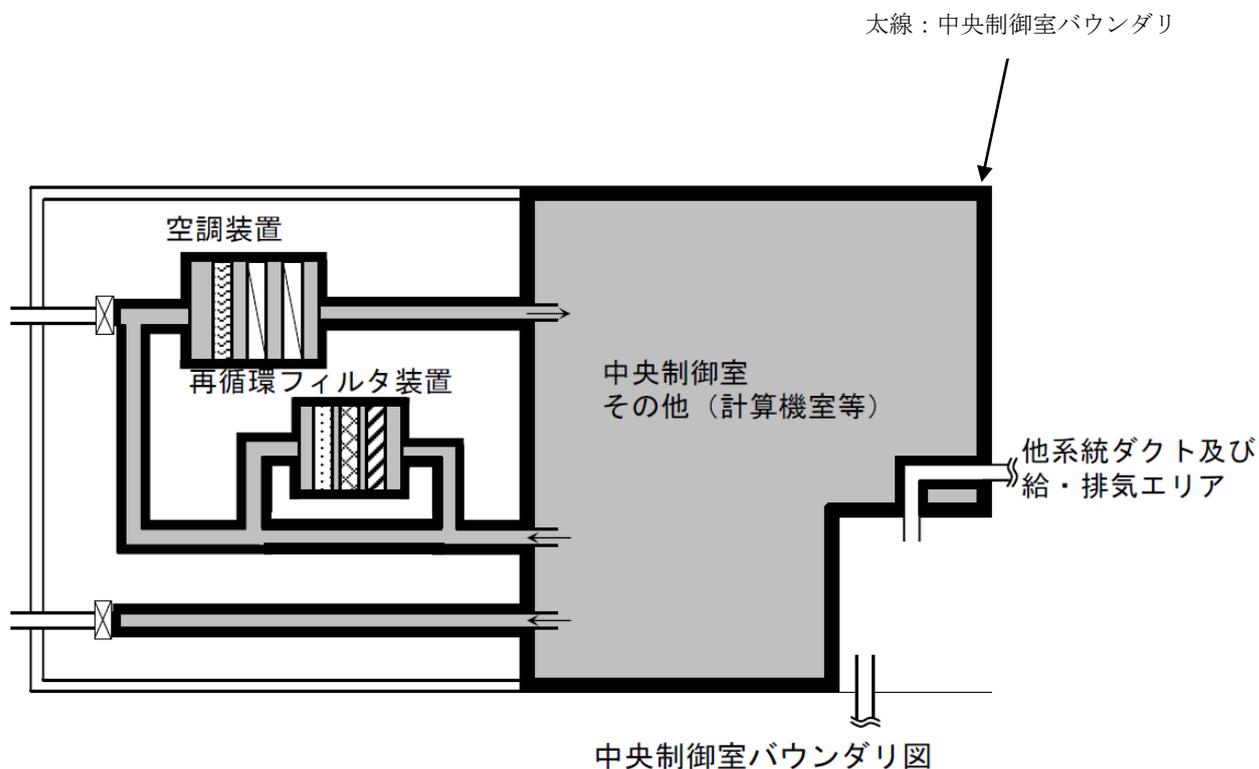
| | | |
|------------------------------|-------|------------------------|
| $\chi/Q(\text{s/m}^3)$ | | 約 3.8×10^{-4} |
| 97%積算値降雨量 (mm/h) | | 1.0 |
| 地表面沈着率 ($1/\text{m}^2$) | 乾性沈着① | 約 1.1×10^{-6} |
| | 湿性沈着② | 約 1.9×10^{-6} |
| 降雨時と非降雨時の比 (①+②) / ① | | 約 2.7 |

20. 中央制御室空気流入率試験結果について

(1) 試験概要

泊発電所3号機における中央制御室空気流入率の測定については、平成20年12月に八項使用前検査「中央制御室気密性確認検査」にて確認している。なお、総合エネルギー調査会原子力安全保安部会 原子炉安全小委員会安全評価ワーキンググループが作成した「中央制御室の空気流入率測定試験ガイドライン」に従い、冷却材喪失事故時等における中央制御室換気空調設備の事故時閉回路循環運転時において、中央制御室バウンダリ内へ外部から流入する空気の流入率を求めるものである。

方法としては事故時閉回路循環運転中に、微量のトレーサガス（6フッ化硫黄ガス）を系統から注入し、中央制御室内でのガス濃度が均一になるまで循環・攪拌を行い、その後数時間にわたりガス濃度（低下率）を測定することで外気の流入率を求める。

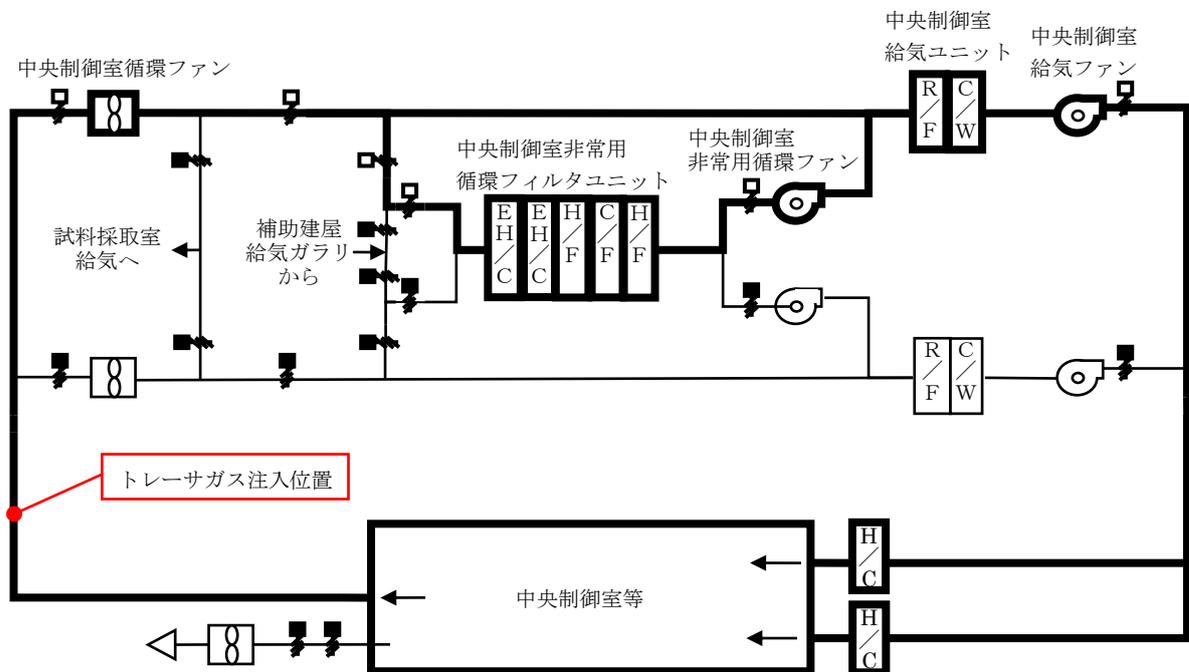


(2) 試験実施方法

試験は、3号機のA系統、B系統を計測する。

【試験の流れ】

- ①中央制御室換気空調設備を通常運転から事故時閉回路循環運転に切替える。
- ②目標濃度となるよう中央制御室バウンダリ内へトレーサガスを注入する。
- ③各サンプリング点にてサンプリングを実施する。
- ④トレーサガスの均一化を確認する。
- ⑤トレーサガス濃度を測定する。(60分毎に5回実施。)
- ⑥上記⑤項の測定結果から空気流入率を算出する。
- ⑦中央制御室換気空調設備を事故時閉回路循環運転から通常運転に切替える。

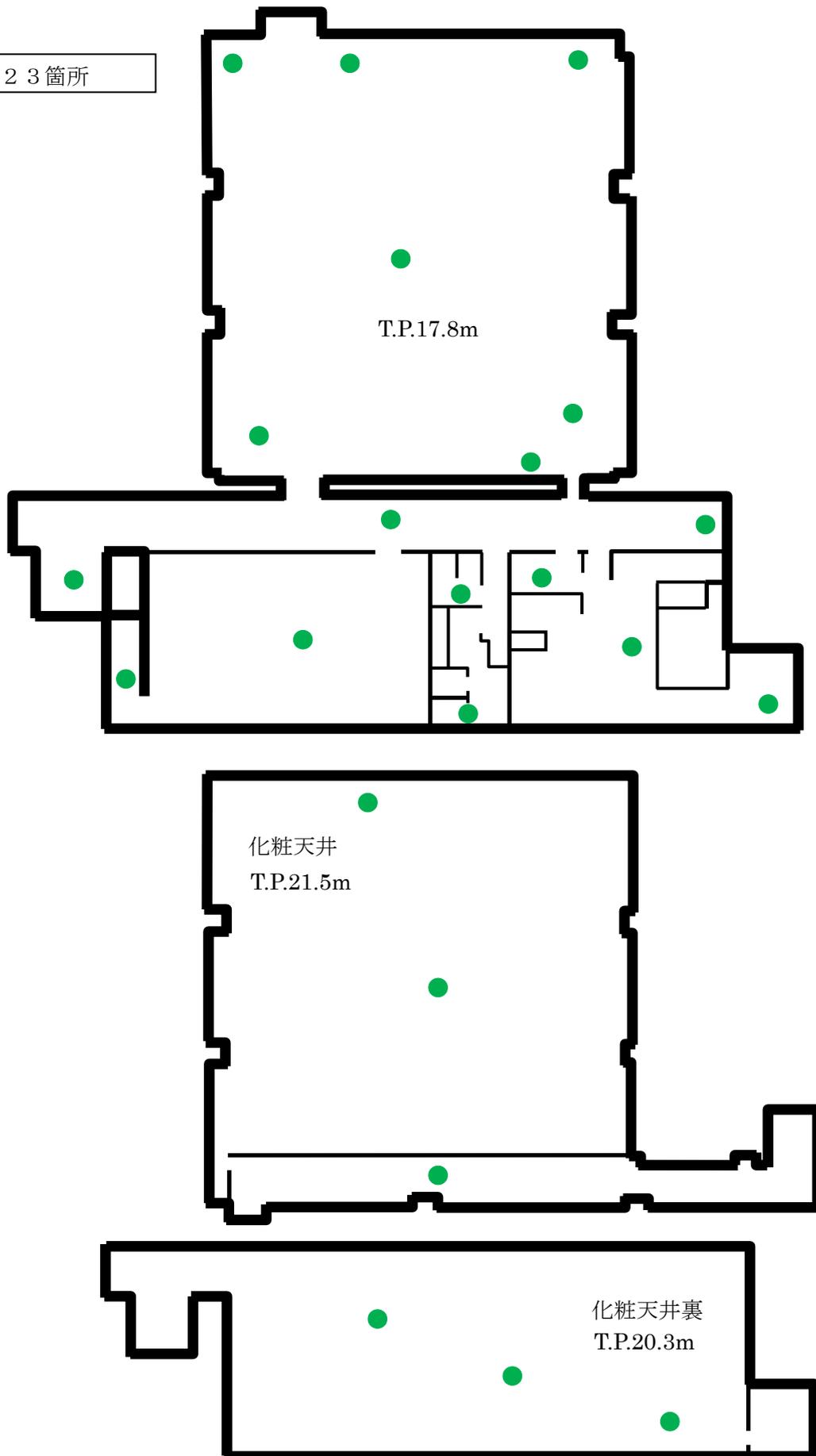


中央制御室空調系系統図 (事故時閉回路循環(A系))

(3) サンプルング点

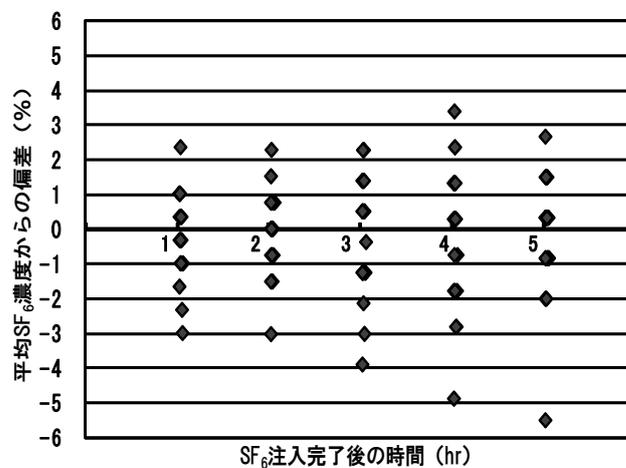
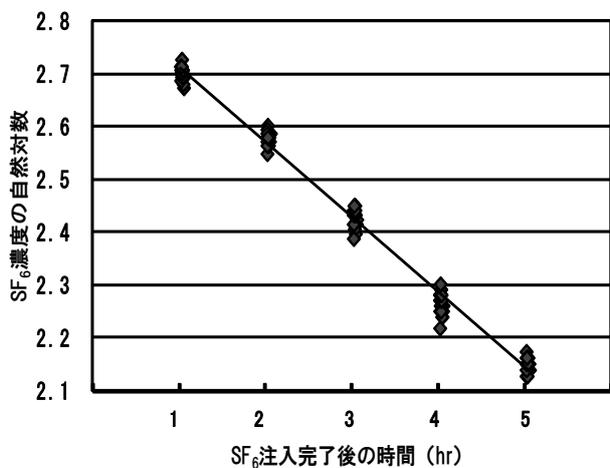
中央制御室バウンダリ内の範囲において、下図に記すサンプルング点にてサンプルングを実施した。

全23箇所



(4) 試験結果

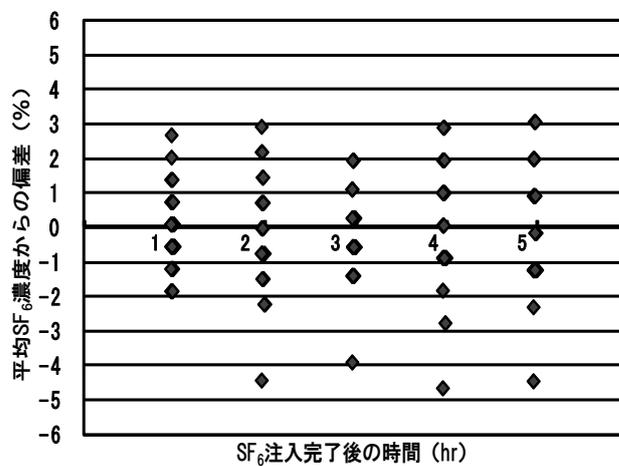
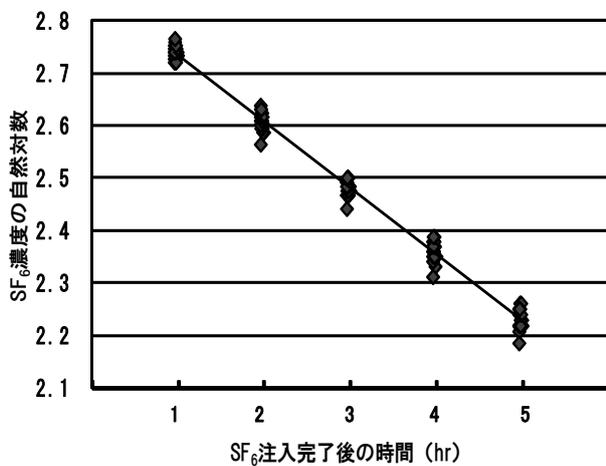
| 項目 | 内容 | | |
|---------------------|--|---|----|
| 試験日程 | 平成20年11月19日～平成20年11月21日 (試験時のプラント状態：建設中) | | |
| 試験の特徴 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 1プラント1中央制御室 ・ 1区画 | | |
| 空気流入率測定試験における均一化の程度 | 系 統 非常用循環系/空調系 | トレーサガス濃度測定値の場所によるバラツキ ：(測定値－平均値) / 平均値 (%) | |
| | 3 A / 3 A, 3 B | -5.5～3.4 | |
| | 3 B / 3 A, 3 B | -4.6～3.1 | |
| 試験の方法 | 中央制御室の空気流入率測定試験ガイドラインに定める空気流入率測定試験のうち 「代表点による試験手順」 / 「全サンプリング点による試験手順」にて実施 | | |
| 適用条件 | 内容 | 適用 | 備考 |
| | トレーサガス濃度測定値のバラツキが平均値の±10%以内か。 | ○ | |
| 試験結果 | 系 統 非常用循環系/空調系 | 空気流入率 (±以下は、97.5%片側信頼限界値) | |
| | 3 A / 3 A, 3 B | 0.14+0.002 回/h | |
| | 3 B / 3 A, 3 B | 0.13+0.002 回/h | |



○実施日：平成20年11月19日～20日

○サンプリング時間／点数：11月20日 1:00～5:00（1時間間隔×5回）／23点

3A-中央制御室非常用循環ファン運転（1回目）



○実施日：平成21年11月20日～21日

○サンプリング時間／点数：11月21日 1:00～5:00（1時間間隔×5回）／23点

3B-中央制御室非常用循環ファン運転（2回目）

21. 重大事故時の居住性評価におけるマスクの防護係数について

以下の検討を踏まえ、全面マスクの防護係数として50 を使用している。

- (1) 「電離放射線障害防止規則の一部を改正する省令の施行等について」について
 「電離放射線障害防止規則の一部を改正する省令の施行等について」（平成25年4月12日付け基発0412第1号 都道府県労働局長宛 厚生労働省労働基準局長通知）（以下、「厚生労働省労働基準局長通知」という。）では、電離放射線障害防止規則第38条（保護具）で規定する保護具に対する要求事項を定めている。

「電離放射線障害防止規則」（最終改正：平成25年7月8日）抜粋

第三十八条 事業者は、第二十八条の規定により明示した区域内の作業又は緊急作業その他の作業で、第三条第三項の厚生労働大臣が定める限度を超えて汚染された空気を吸入するおそれのあるものに労働者を従事させるときは、その汚染の程度に応じて防じんマスク、防毒マスク、ホースマスク、酸素呼吸器等の有効な呼吸用保護具を備え、これらをその作業に従事する労働者に使用させなければならない。

2 労働者は、前項の作業に従事する間、同項の保護具を使用しなければならない。

「厚生労働省労働基準局長通知」抜粋

キ 保護具（第38条関係）

① 第1項の「有効な呼吸用保護具」は、次に掲げる作業の区分及び事故由来廃棄物等の放射能濃度の区分に応じた捕集効率を持つ呼吸用保護具又はこれと同等以上のものをいうこと。

| | 放射能濃度 200万Bq/kg超 | 放射能濃度 50万Bq/kg超 200万Bq/kg以下 | 放射能濃度 50万Bq/kg以下 |
|---|---------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 高濃度粉じん作業（粉じん濃度10mg/m ³ 超の場所における作業） | 捕集効率99.9%以上（全面型） | 捕集効率95%以上 | 捕集効率80%以上 |
| 高濃度粉じん作業以外の作業（粉じん濃度10mg/m ³ 以下の場所における作業） | 捕集効率95%以上 | 捕集効率80%以上 | 捕集効率80%以上 |

② 防じんマスクの捕集効率については、200万ベクレル毎キログラムを超える事故由来廃棄物等を取り扱う作業であって、粉じん濃度が10ミリグラム毎立方メートルを超える場所における作業を行う場合、内部被ばく線量を1年につき1ミリシーベルト以下とするため、漏れを考慮しても、50以上の防護係数を期待できる捕集効率99.9%以上の全面型防じんマスクの着用を義務付けたものであること。

(2) マスクメーカーによる防護係数確認結果について

全面マスクを納入しているマスクメーカーにおいて、ダスト用及びよう素用全面マスクの防護係数を社内試験において確認している。

本試験は、ダスト用は塩化ナトリウム粒子、よう素用は放射性ヨウ化メチルを用い、防護係数を算出したものである。

その結果、ダスト用は $\geq 10,000$ 、よう素用は $\geq 1,200$ と十分な防護係数を有することを確認した。

(3) 中央制御室におけるマスク着用について

マスクの防護係数については、着用者の熟練度に依存して大きく変化するといわれている。泊発電所では定期的に教育・訓練し、また、定期検査作業時の着用経験があることから、マスク着用に習熟している者が多い。また、中央制御室においてマスクの着用が必要となった場合は、放射線管理の専門家がマスク着用の助勢、指導をすることから、確実なマスクの着用がなされるものと考えられる。

今後とも、さらに教育・訓練を進めていき、マスク着用の熟練度を高めていく。

(参考) JIS 規格について

「JIS T 8150 (2006) 呼吸用保護具の選択、使用及び保守管理方法」の付表2において、ろ過式動力なし全面形の呼吸用保護具の指定防護係数は4~50としており、解説には個人が正しく着用して防護係数を測定した場合には、付表2に示す防護係数より高い防護係数が得られる可能性が高いと記載している。

付表2 呼吸用保護具の面体等の種類ごとの指定防護係数

| 呼吸用保護具の種類 | | | 面体等の種類 | 指定防護係数 ⁽¹⁾ | |
|--------------------|-------------------------------|------------|-----------|-----------------------|-----|
| 給気式 | 送気マスク | ホースマスク | 肺力吸引形 | 片面形 | 10 |
| | | | 全面形 | 50 | |
| | | 送風機形 | 片面形 | 50 | |
| | | | 全面形 | 100 | |
| | | | フード形 | 25 | |
| | | | フェイスシールド形 | 25 | |
| | | エアラインマスク | 一定流量形 | 片面形 | 50 |
| | | | | 全面形 | 100 |
| | | | | フード形 | 25 |
| | | | | フェイスシールド形 | 25 |
| | デマンド形 | | 片面形 | 10 | |
| | | | 全面形 | 50 | |
| | プレッシャデマンド形 | | 片面形 | 50 | |
| | | | 全面形 | 1 000 | |
| | デマンド形 (緊急時給気切替警報装置付き) | 片面形 | 10 | | |
| | | 全面形 | 50 | | |
| | プレッシャデマンド形 (緊急時給気切替警報装置付き) | 片面形 | 50 | | |
| | | 全面形 | 1 000 | | |
| | 複合式 | デマンド形 | 片面形 | 10 | |
| | | | 全面形 | 50 | |
| | | プレッシャデマンド形 | 片面形 | 50 | |
| | | | 全面形 | 1 000 | |
| | 自給式呼吸器 | 開放式 | 圧縮空気形 | デマンド形 | 片面形 |
| 全面形 | | | | 50 | |
| プレッシャデマンド形 | | | 片面形 | 50 | |
| | | | 全面形 | 5 000 | |
| 循環式 | | 圧縮酸素形 | 陰圧形 | 片面形 | 10 |
| | | | 全面形 | 50 | |
| | | 陽圧形 | 片面形 | 50 | |
| | | | 全面形 | 5 000 | |
| | | 酸素発生形 | 片面形 | 10 | |
| | | | 全面形 | 50 | |
| ろ過式 ⁽²⁾ | 動力なし | | 片面形 | 3~10 | |
| | | | 全面形 | 4~50 | |
| | 動力付き | | 片面形 | 4~50 | |
| | | | 全面形 | 4~100 | |
| | | | フード形 | 4~25 | |
| | | フェイスシールド形 | 4~25 | | |

注⁽¹⁾ 呼吸用保護具が正常に機能している場合に、期待される最低の防護係数。

⁽²⁾ ろ過式の防護係数は、面体等の漏れ率 [L_m (%)] 及びフィルタの透過率 [L_f (%)] から、 $100 / (L_m + L_f)$ によって算出。

備考1. 給気・ろ過両用式は、その使用状態の機能によって防護係数を割り当てなければならない。

2. 半開放式(避難脱出用)及び半閉鎖循環式は、製造業者のカatalogなどを参考とする。

呼吸用保護具の選択、使用及び保守管理方法

解 説

5. 規定項目の内容 この規格の各規定項目について審議し、次の趣旨によって改正した。
- d) 国内では呼吸用保護具の着用者が呼吸用保護具を選択する段階で防護係数を実測する習慣がまだ一般化しているとはいえない状態にあり、国内の専門家団体などもまだ呼吸用保護具の種類別の指定防護係数の勧告値を公表していないことから、この規格の付表 2 に示した防護係数は、原案作成委員会が米国の呼吸保護に関する規格である ANSI Z88.2(1992)及び米国国立職業安全衛生研究所(NIOSH)が公表している指定防護係数、及び英国政府の健康安全部(HSE)が発行した呼吸保護のための指針(Respiratory Protective Equipment – A Practical Guide, 1998)に示された指定防護係数を参照し、我が国の呼吸用保護具の種類に適した数値を、安全性を考慮して決めたもので、今回の改正に際して実験的に求めた値ではない。参考までに指定防護係数に関する海外情報を解説表 1 に示した。ただし、米国政府の労働安全衛生部(OSHA)は呼吸保護法(29CFR1910:1992)の中で指定防護係数を示しているが、同法の改正版(1998)ではまだ指定防護係数を示していないことから、この規格の改正のための参照値としなかった。

欧米における指定防護係数の根拠は、実験室においてばく(曝)露チャンバ内に試験用コンタミナントを発生させ、その中に特定の種類の呼吸用保護具を装着した着用者が入って一定の動作及び発声を行ったときの面体内外の試験用コンタミナント濃度の測定から求めた実測値を、多数の着用者について集計し、その代表値として帰納した値であり、着用者間のばらつきに対して安全側に設定した値である。したがって、付表 2 の値も、多くの着用者が呼吸用保護具の面体等を装着し、実測した防護係数値より低い値である可能性がある。しかし、着用者が防護係数を実測できない状況にあるときに参照すべき値としては、安全側の数値を示す必要があると考えた。したがって、同じ種類の呼吸用保護具を個人が正しく着用して防護係数を測定した場合には、付表 2 に示す防護係数より高い防護係数が得られる可能性が高い。

22. 中央制御室外気隔離時の酸素及び二酸化炭素濃度について

(1) 概要

本資料は、泊発電所3号機の中央制御室換気空調設備における事故時再循環モード時において、外気取入ダンパを閉止した際の酸素及び炭酸ガス濃度について評価を行った結果をまとめたものである。

(2) 評価条件

評価に用いる前提条件は以下の通りとする。

- ・在室人数：32人（想定要員数）
- ・中央制御室バウンダリ内体積：3,500m³（中央制御室体積を保守的に設定）
- ・許容酸素濃度：18%以上（労働安全衛生規則）
- ・許容炭酸ガス濃度：0.5%以下（事務所衛生基準規則）
- ・酸素消費量：1.25ℓ/min/人（「空気調和・衛生工学便覧」の作業強度分類の「中くらい」の作業強度に対する酸素消費量の中央値）

(3) 酸素濃度の評価

「空気調和・衛生工学便覧 第13版 第5編 空気調和設備設計」（以下、「空気調和・衛生工学便覧」という。）に準じて、酸素濃度について評価する。

a. 評価条件

- ・中央制御室にはインリーク空気があることから、空気流入率測定試験に基づき保守的に最低値を使用し評価：0.13回/h
- ・初期酸素濃度：20.95%
- ・評価期間：30日間

b. 評価結果

- ・中央制御室の酸素量 $733,250\ell = 3,500,000\ell \times 20.95\%$
- ・インリークする酸素量 $95,322.5\ell/h = 3,500,000\ell \times 20.95\% \times 0.13\text{回}/h$
- ・30日後の酸素濃度 20.95%
$$= (733,250(\ell) + ((95,322.5(\ell/h) - 1.25(\ell/\text{min}/\text{人}) \times 32(\text{人}) \times 60(\text{min}/h)) \times 24(\text{h}/\text{日}) \times 30(\text{日})) / 3,500,000(\ell)$$
$$\approx 733,250(\ell) / 3,500,000(\ell)$$

滞在人員の酸素消費率に比較して、インリークしてくる酸素量が多いため、中央制御室換気空調設備における事故時再循環モード時において、外気取入ダンパを閉止した場合においても、中央制御室での作業環境に影響を与えない。

なお、通常の酸素濃度を確保するために必要な中央制御室の空気流入率は0.00327回/hとなり、泊発電所3号機の中央制御室空気流入率試験結果0.13回/hを大きく下回る。

- ・許容酸素濃度を確保するための空気流入率 0.00327回/h
=1.25(ℓ/min/人)×32(人)×60(min/h)/(3,500,000(ℓ)×20.95(%))

(4) 炭酸ガス濃度

「原子力発電所中央制御室運転員の事故時被ばくに関する規程 (JEAC4622-2009)」に準じて、炭酸ガス濃度について評価する。

a. 評価条件

- ・中央制御室外気炭酸ガス濃度：0.03%
- ・空気流入率：0.13回/h (中央制御室空気流入率試験結果のうち保守的に最低値を使用。)
- ・評価期間：30日間

b. 評価結果

- ・最低必要空気流入率

平衡状態の炭酸ガス濃度

$$C_{\infty} < 0.005$$

$$0.0003 + M / (NV) < 0.005$$

M：室内発生炭酸ガス量 (m³/h)

N：空気流入率 (回/h)

V：中央制御室バウンダリ内体積 (m³)

$$0.03\% + 0.046 (\text{m}^3/\text{h}/\text{人}) \times 32(\text{人}) / (N(\text{回}/\text{h}) \times 3,500(\text{m}^3)) < 0.005$$

$$N > 0.0895(\text{回}/\text{h})$$

上記評価条件から求めた最低必要空気流入率0.0895回/hに対し、空気流入率測定試験結果は、0.13回/hであることから、中央制御室換気空調設備における事故時再循環モード時において、外気取入ダンパを閉止した場合においても、中央制御室での作業環境に影響を与えない。

なお、次式より空気流入率試験結果から平衡炭酸ガス濃度は0.35%となる。

- ・平衡状態の炭酸ガス濃度

$$C_{\infty} = 0.0003 + M / (NV)$$

M：室内発生炭酸ガス量 (m³/h)

N：空気流入率 (回/h)

V：中央制御室バウンダリ内体積 (m³)

- ・ $C_{\infty} = 0.03\% + (0.046 (\text{m}^3/\text{h}/\text{人}) \times 32(\text{人})) / (0.13(\text{回}/\text{h}) \times 3,500(\text{m}^3))$

$$C_{\infty} = 0.35\%$$

23. 審査ガイドとの適合性について（重大事故時の中央制御室居住性評価）

| <p>実用発電用原子炉に係る重大事故時の制御室及び緊急時対策所の居住性に係る被ばく評価に関する審査ガイド</p> | <p>中央制御室の居住性に係る被ばく評価の適合状況</p> |
|---|--|
| <p>3. 制御室及び緊急時対策所の居住性に係る被ばく評価</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>第74条（原子炉制御室）</p> <p>1 第74条に規定する「運転員がとどまるために必要な設備」とは、以下に掲げる措置又はこれらと同等以上の効果を有する措置を行うための設備をいう。</p> <p>b) 炉心の著しい損傷が発生した場合の原子炉制御室の居住性について、次の要件を満たすものであること。</p> <p>① 設置許可基準規則解釈第37条の想定する格納容器破損モードのうち、原子炉制御室の運転員の被ばくの観点から結果が最も厳しくなる事故収束に成功した事故シーケンス（例えば、炉心の著しい損傷の後、格納容器圧力逃し装置等の格納容器破損防止対策が有効に機能した場合）を想定すること。</p> <p>② 運転員はマスクの着用を考慮してもよい。ただしその場合は、実施のための体制を整備すること。</p> <p>③ 交代要員体制を考慮してもよい。ただしその場合は、実施のための体制を整備すること。</p> <p>④ 判断基準は、運転員の実効線量が7日間で100mSvを超えないこと。</p> </div> | <p>1 → 審査ガイド通り</p> <p>① 評価事象については、有効性評価で想定する格納容器破損モードのうち、制御室の運転員の被ばくの観点から結果が最も厳しくなる事故収束に成功した事故シーケンスとして、格納容器破損防止対策に係る有効性評価における「雰囲気圧力・温度による静的負荷（格納容器過圧・過温破損）」のうち、「格納容器過圧破損」において想定している「大破断 LOCA 時に ECCS 注入機能及び格納容器スプレイ機能が喪失する事象」としている。</p> <p>② 運転員は事故後7時間の間マスクを着用している場合としていない場合で評価している。マスク着用については発電課長（当直）指示による。</p> <p>③ 運転員の勤務形態（5直2.5交替）を考慮して評価している。</p> <p>④ 運転員の実効線量が7日間で100mSvを超えないことを確認している。</p> |

| <p>実用発電用原子炉に係る重大事故時の制御室及び緊急時対策所の居住性に係る被ばく評価に関する審査ガイド</p> | <p>中央制御室の居住性に係る被ばく評価の適合状況</p> |
|---|--|
| <p>4. 居住性に係る被ばく評価の標準評価手法</p> <p>4. 1 居住性に係る被ばく評価の手法及び範囲</p> <p>① 居住性に係る被ばく評価にあたっては最適評価手法を適用し、「4.2 居住性に係る被ばく評価の共通解析条件」を適用する。ただし、保守的な仮定及び条件の適用を否定するものではない。</p> <p>② 実験等を基に検証され、適用範囲が適切なモデルを用いる。</p> <p>③ 不確かさが大きいモデルを使用する場合や検証されたモデルの適用範囲を超える場合には、感度解析結果等を基にその影響を適切に考慮する。</p> <p>(1) 被ばく経路</p> <p>原子炉制御室／緊急時制御室／緊急時対策所の居住性に係る被ばく評価では、次の被ばく経路による被ばく線量を評価する。図 1 に、原子炉制御室の居住性に係る被ばく経路を、図 2 に、緊急時制御室又は緊急時対策所の居住性に係る被ばく経路をそれぞれ示す。</p> <p>ただし、合理的な理由がある場合は、この経路によらないことができる。</p> <p>① 原子炉建屋内の放射性物質からのガンマ線による原子炉制御室／緊急時制御室／緊急時対策所内での被ばく</p> <p>原子炉建屋（二次格納施設（BWR 型原子炉施設）又は原子炉格納容器及びアニュラス部（PWR 型原子炉施設））内の放射性物質から放射されるガンマ線による原子炉制御室／緊急時制御室／緊急時対策所内での被ばく線量を、次の二つの経路を対象に計算する。</p> <p>一 原子炉建屋内の放射性物質からのスカイシャインガンマ線による外部被ばく</p> <p>二 原子炉建屋内の放射性物質からの直接ガンマ線による外部被ばく</p> <p>② 大気中へ放出された放射性物質による原子炉制御室／緊急時制御室／緊急時対策所内での被ばく</p> <p>大気中へ放出された放射性物質から放射されるガンマ線による外部被ばく線量を、次の二つの経路を対象に計算する。</p> <p>一 放射性雲中の放射性物質からのガンマ線による外部被ばく（クラウドシャイン）</p> <p>二 地表面に沈着した放射性物質からのガンマ線による外部被ばく（グランドシャイン）</p> | <p>4. 1 → 審査ガイド通り</p> <p>①最適評価手法を適用し、「4. 2 居住性に係る被ばく評価の共通解析条件」に基づいて評価している。</p> <p>②実験等に基づいて検証されたコードやこれまでの許認可で使用したモデルに基づいて評価している。</p> <p>4. 1 (1) → 審査ガイド通り 中央制御室の居住性に係る被ばく経路は図 1 のとおりとしている。</p> <p>4. 1 (1) ① → 審査ガイド通り</p> <p>原子炉格納容器内の放射性物質からのスカイシャインガンマ線による中央制御室内での外部被ばくの実効線量を評価している。</p> <p>原子炉格納容器内の放射性物質からの直接ガンマ線による中央制御室内での外部被ばくの実効線量を評価している。</p> <p>4. 1 (1) ② → 審査ガイド通り</p> <p>大気中へ放出された放射性物質からのガンマ線による中央制御室内での外部被ばくは、事故期間中の大気中への放射性物質の放出量を基に大気拡散効果と中央制御室の壁によるガンマ線の遮蔽効果を踏まえて運転員の外部被ばく（クラウドシャイン）の実効線量を評価している。</p> <p>地表面に沈着した放射性物質からのガンマ線による外部被ばく（グランドシャイン）の実効線量についても考慮して評価している。</p> |

| <p>実用発電用原子炉に係る重大事故時の制御室及び緊急時対策所の居住性に係る被ばく評価に関する審査ガイド</p> | <p>中央制御室の居住性に係る被ばく評価の適合状況</p> |
|--|---|
| <p>③ 外気から取り込まれた放射性物質による原子炉制御室／緊急時制御室／緊急時対策所内での被ばく</p> <p>原子炉制御室／緊急時制御室／緊急時対策所内に取り込まれた放射性物質による被ばく線量を、次の二つの被ばく経路を対象にして計算する。</p> <p>なお、原子炉制御室／緊急時制御室／緊急時対策所内に取り込まれた放射性物質は、室内に沈着せずに浮遊しているものと仮定して評価する。</p> <p>一 原子炉制御室／緊急時制御室／緊急時対策所内へ外気から取り込まれた放射性物質の吸入摂取による内部被ばく</p> <p>二 原子炉制御室／緊急時制御室／緊急時対策所内へ外気から取り込まれた放射性物質からのガンマ線による外部被ばく</p> <p>④ 原子炉建屋内の放射性物質からのガンマ線による入退域での被ばく</p> <p>原子炉建屋内の放射性物質から放射されるガンマ線による入退域での被ばく線量を、次の二つの経路を対象に計算する。</p> <p>一 原子炉建屋内の放射性物質からのスカイシャインガンマ線による外部被ばく</p> <p>二 原子炉建屋内の放射性物質からの直接ガンマ線による外部被ばく</p> <p>⑤ 大気中へ放出された放射性物質による入退域での被ばく</p> <p>大気中へ放出された放射性物質による被ばく線量を、次の三つの経路を対象に計算する。</p> <p>一 放射性雲中の放射性物質からのガンマ線による外部被ばく（クラウドシャイン）</p> <p>二 地表面に沈着した放射性物質からのガンマ線による外部被ばく（グラウンドシャイン）</p> <p>三 放射性物質の吸入摂取による内部被ばく</p> <p>(2) 評価の手順</p> <p>原子炉制御室／緊急時制御室／緊急時対策所の居住性に係る被ばく評価の手順を図3に示す。</p> <p>a. 原子炉制御室／緊急時制御室／緊急時対策所の居住性に係る被ばく評価に用いるソースタームを設定する。</p> <ul style="list-style-type: none"> 原子炉制御室の居住性に係る被ばく評価では、格納容器破損防止対策の有効性評価^(※2)で想定する格納容器破損モードのうち、原子炉制御室の運転員又は対策要員の被ばくの観点から結果が最も厳しくなる事故収束に成功した事故シーケンス（この場合、格納容器破損防止対策が有効に働くため、格納容器は健全である）のソースターム解析を | <p>4. 1 (1) ③ → 審査ガイド通り</p> <p>中央制御室内に取り込まれた放射性物質は、中央制御室内に沈着せずに浮遊しているものと仮定して評価している。</p> <p>事故期間中に大気中へ放出された放射性物質の一部は外気から中央制御室内に取り込まれる。中央制御室内に取り込まれた放射性物質のガンマ線による外部被ばく及び吸入摂取による内部被ばくの和として実効線量を評価している。</p> <p>4. 1 (1) ④ → 審査ガイド通り</p> <p>原子炉格納容器内の放射性物質からのスカイシャインガンマ線による中央制御室入退域時の外部被ばくの実効線量を評価している。</p> <p>原子炉格納容器内の放射性物質からの直接ガンマ線による中央制御室入退域時の外部被ばくの実効線量を評価している。</p> <p>4. 1 (1) ⑤ → 審査ガイド通り</p> <p>大気中へ放出された放射性物質からのガンマ線による中央制御室入退域時の外部被ばく（クラウドシャイン）の実効線量を評価している。</p> <p>地表面に沈着した放射性物質からのガンマ線による中央制御室入退域時の外部被ばく（グラウンドシャイン）の実効線量を評価している。</p> <p>放射性物質による吸入摂取による中央制御室入退域時の内部被ばくの実効線量を評価している。</p> <p>4. 1 (2) → 審査ガイド通り</p> <p>中央制御室居住性に係る被ばくは図3の手順に基づいて評価している。</p> <p>4. 1 (2) a. → 審査ガイド通り</p> <p>格納容器破損防止対策の有効性評価で想定する格納容器破損モードのうち、中央制御室の運転員の被ばくの観点から結果が最も厳しくなる事故収束に成功した事故シーケンスのソースターム解析を基に、大気中への放射性物質放出量及び原子炉施設内の放射性物質存在量分布を設定している。</p> |

| 実用発電用原子炉に係る重大事故時の制御室及び緊急時対策所の 居住性に係る被ばく評価に関する審査ガイド | 中央制御室の居住性に係る被ばく評価の適合状況 |
|---|--|
| <p>基に、大気中への放射性物質放出量及び原子炉施設内の放射性物質存在量分布を設定する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・緊急時制御室又は緊急時対策所の居住性に係る被ばく評価では、放射性物質の大気中への放出割合が東京電力株式会社福島第一原子力発電所事故と同等と仮定した事故に対して、放射性物質の大気中への放出割合及び炉心内蔵量から大気中への放射性物質放出量を計算する。 また、放射性物質の原子炉格納容器内への放出割合及び炉心内蔵量から原子炉施設内の放射性物質存在量分布を設定する。 <p>b. 原子炉施設敷地内の年間の実気象データを用いて、大気拡散を計算して相対濃度及び相対線量を計算する。</p> <p>c. 原子炉施設内の放射性物質存在量分布から原子炉建屋内の線源強度を計算する。</p> <p>d. 原子炉制御室／緊急時制御室／緊急時対策所内での運転員又は対策要員の被ばく線量を計算する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・上記 c の結果を用いて、原子炉建屋内の放射性物質からのガンマ線（スカイシャインガンマ線、直接ガンマ線）による被ばく線量を計算する。 ・上記 a 及び b の結果を用いて、大気中へ放出された放射性物質及び地表面に沈着した放射性物質のガンマ線による外部被ばく線量を計算する。 ・上記 a 及び b の結果を用いて、原子炉制御室／緊急時制御室／緊急時対策所内に外気から取り込まれた放射性物質による被ばく線量（ガンマ線による外部被ばく及び吸入摂取による内部被ばく）を計算する。 <p>e. 上記 d で計算した線量の合計値が、判断基準を満たしているかどうかを確認する。</p> <p>4. 2 居住性に係る被ばく評価の共通解析条件</p> <p>(1) 沈着・除去等</p> <p>a. 原子炉制御室／緊急時制御室／緊急時対策所の非常用換気空調設備フィルタ効率</p> <p>ヨウ素類及びエアロゾルのフィルタ効率は、使用条件での設計値を基に設定する。</p> <p>なお、フィルタ効率の設定に際し、ヨウ素類の性状を適切に考慮する。</p> <p>b. 空気流入率</p> <p>既設の場合では、空気流入率は、空気流入率測定試験結果を基に設定</p> | <p>4. 1 (2) b. → 審査ガイド通り</p> <p>被ばく評価に用いる相対濃度及び相対線量は、大気拡散の評価に従い実効放出継続時間を基に計算した値を年間について小さい方から順に並べた累積出現頻度 97%に当たる値を用いている。評価においては、1997年1月から1997年12月の1年間における気象データを使用している。</p> <p>4. 1 (2) c. → 審査ガイド通り</p> <p>原子炉施設内の放射性物質存在量分布を考慮し、スカイシャインガンマ線及び直接ガンマ線による外部被ばくの実効線量を評価するために、原子炉格納容器内の線源強度を計算している。</p> <p>4. 1 (2) d. → 審査ガイド通り</p> <p>前項 c の結果を用いて、原子炉格納容器内の放射性物質からのガンマ線による被ばくの実効線量を計算している。</p> <p>前項 a 及び b の結果を用いて、大気中へ放出された放射性物質及び地表面に沈着した放射性物質のガンマ線による外部被ばくの実効線量を計算している。</p> <p>前項 a 及び b の結果を用いて、中央制御室内に外気から取り込まれた放射性物質による被ばく線量（ガンマ線による外部被ばく及び吸入摂取による内部被ばく）の実効線量を計算している。</p> <p>4. 1 (2) e. → 審査ガイド通り</p> <p>前項 d で計算した線量の合計値が判断基準（運転員の実効線量が7日間で100mSvを超えないこと）を満足することを確認している。</p> <p>4. 2 (1) a. → 審査ガイド通り</p> <p>中央制御室非常用循環設備のフィルタ除去効率は、設計上期待できる値として、よう素フィルタ除去効率は95%、微粒子フィルタ除去効率は99%として評価している。</p> <p>4. 2 (1) b. → 審査ガイド通り</p> <p>中央制御室は既設であり、空気流入率は空気流入率測定試験結果を基に余裕を見込んだ値を設定している。</p> |

| 実用発電用原子炉に係る重大事故時の制御室及び緊急時対策所の 居住性に係る被ばく評価に関する審査ガイド | 中央制御室の居住性に係る被ばく評価の適合状況 |
|--|---|
| <p>する。</p> <p>新設の場合では、空気流入率は、設計値を基に設定する。(なお、原子炉制御室／緊急時制御室／緊急時対策所設置後、設定値の妥当性を空気流入率測定試験によって確認する。)</p> <p>(2) 大気拡散</p> <p>a. 放射性物質の大気拡散</p> <ul style="list-style-type: none"> ・放射性物質の空气中濃度は、放出源高さ及び気象条件に応じて、空間濃度分布が水平方向及び鉛直方向ともに正規分布になると仮定したガウスプルームモデルを適用して計算する。 なお、三次元拡散シミュレーションモデルを用いてもよい。 ・風向、風速、大気安定度及び降雨の観測項目を、現地において少なくとも1年間観測して得られた気象資料を大気拡散式に用いる。 ・ガウスプルームモデルを適用して計算する場合には、水平及び垂直方向の拡散パラメータは、風下距離及び大気安定度に応じて、気象指針^(参3)における相関式を用いて計算する。 ・原子炉制御室／緊急時制御室／緊急時対策所の居住性評価で特徴的な放出点から近距離の建屋の影響を受ける場合には、建屋による巻き込み現象を考慮した大気拡散による拡散パラメータを用いる。 ・原子炉建屋の建屋後流での巻き込みが生じる場合の条件については、放出点と巻き込みが生じる建屋及び評価点との位置関係について、次に示す条件すべてに該当した場合、放出点から放出された放射性物質は建屋の風下側で巻き込みの影響を受け拡散し、評価点に到達するものとする。 <ol style="list-style-type: none"> 一 放出点の高さが建屋の高さの2.5倍に満たない場合 二 放出点と評価点を結んだ直線と平行で放出点を風下とした風向nについて、放出点の位置が風向nと建屋の投影形状に応じて定まる一定の範囲(図4の領域An)の中にある場合 三 評価点が、巻き込みを生じる建屋の風下側にある場合 上記の三つの条件のうちの一つでも該当しない場合には、建屋の影響はないものとして大気拡散評価を行うものとする^(参4)。 ・原子炉制御室／緊急時制御室／緊急時対策所の居住性に係る被ばく評価では、建屋の風下後流側での広範囲に及ぶ乱流混合域が顕著であることから、放射性物質濃度を計算する当該着目方位としては、放出源と評価点とを結ぶラインが含まれる1方位のみを対象とするのでは | <p>4. 2 (2) a → 審査ガイド通り</p> <p>放射性物質の空气中濃度は、ガウスプルームモデルを適用して計算している。</p> <p>泊発電所内で観測して得られた1997年1月から1997年12月の1年間の気象資料を大気拡散式に用いている。また、建屋影響を受ける大気拡散評価を行うため保守的に地上風(地上約10m)の気象データを使用している。</p> <p>水平及び垂直方向の拡散パラメータは、風下距離及び大気安定度に応じて、気象指針における相関式を用いて計算している。</p> <p>放出点(地上)から近距離の建屋(原子炉格納容器)の影響を受けるため、建屋による巻き込みを考慮し、建屋の影響がある場合の拡散パラメータを用いている。</p> <p>一～三のすべての条件に該当するため、建屋による巻き込みを考慮して評価している。</p> <p>放出点は地上および排気筒であり、排気筒は建屋高さとはほぼ同じであるため、両者共に建屋の高さの2.5倍に満たない。</p> <p>放出点(地上および排気筒)の位置は、図4の領域Anの中にある。</p> <p>評価点(中央制御室)は、巻き込みを生じる建屋(原子炉格納容器)の風下側にある。</p> <p>建屋による巻き込みを考慮し、図5に示すように、建屋の後流側の拡がりの影響が評価点に及ぶ可能性のある複数の方位を対象としている。</p> |

| 実用発電用原子炉に係る重大事故時の制御室及び緊急時対策所の 居住性に係る被ばく評価に関する審査ガイド | 中央制御室の居住性に係る被ばく評価の適合状況 |
|--|--|
| <p>なく、図5に示すように、建屋の後流側の拡がりの影響が評価点に及ぶ可能性のある複数の方位を対象とする。</p> <ul style="list-style-type: none"> 放射性物質の大気拡散の詳細は、「原子力発電所中央制御室の居住性に係る被ばく評価手法について（内規）」^(※1)による。 <p>b. 建屋による巻き込みの評価条件</p> <ul style="list-style-type: none"> 巻き込みを生じる代表建屋 <ol style="list-style-type: none"> 原子炉建屋の近辺では、隣接する複数の建屋の風下側で広く巻き込みによる拡散が生じているものとする。 巻き込みを生じる建屋として、原子炉格納容器、原子炉建屋、原子炉補助建屋、タービン建屋、コントロール建屋及び燃料取り扱い建屋等、原則として放出源の近隣に存在するすべての建屋が対象となるが、巻き込みの影響が最も大きいと考えられる一つの建屋を代表建屋とすることは、保守的な結果を与える。 放射性物質濃度の評価点 <ol style="list-style-type: none"> 原子炉制御室／緊急時制御室／緊急時対策所が属する建屋の代表面の選定 <p>原子炉制御室／緊急時制御室／緊急時対策所内には、次の i)又は ii)によって、原子炉制御室／緊急時制御室／緊急時対策所が属する建屋の表面から放射性物質が侵入するとする。</p> <ol style="list-style-type: none"> 事故時に外気取入を行う場合は、主に給気口を介しての外気取入及び室内への直接流入 事故時に外気の入力を遮断する場合は、室内への直接流入 建屋による巻き込みの影響が生じる場合、原子炉制御室／緊急時制御室／緊急時対策所が属する建屋の近辺ではほぼ全般にわたり、代表建屋による巻き込みによる拡散の効果が及んでいると考えられる。 <p>このため、原子炉制御室／緊急時制御室／緊急時対策所換気空調設備の非常時の運転モードに応じて、次の i)又は ii)によって、原子炉制御室／緊急時制御室／緊急時対策所が属する建屋の表面の濃度を計算する。</p> <ol style="list-style-type: none"> 評価期間中も給気口から外気を取入れることを前提とする場合は、給気口が設置されている原子炉制御室／緊急時制御室／緊急時対策所が属する建屋の表面とする。 | <p>放射性物質の大気拡散については、「原子力発電所中央制御室の居住性に係る被ばく評価手法について（内規）」に基づいて評価している。</p> <p>4. 2 (2) b → 審査ガイド通り</p> <p>建屋巻き込みによる拡散を考慮している。</p> <p>放出源（地上および排気筒）から最も近く、巻き込みの影響が最も大きい建屋として原子炉格納容器を代表建屋としている。</p> <p>中央制御室は、事故時に外気の入力を遮断するため、室内へ直接流入すると評価している。</p> <p>評価期間中は外気を遮断することを前提としているため、中央制御室が属する建屋の屋上面を代表点として選定するが、具体的には、保守的に放出点（地上および排気筒）と同じ高さにおける濃度を評価している。</p> |

| <p>実用発電用原子炉に係る重大事故時の制御室及び緊急時対策所の居住性に係る被ばく評価に関する審査ガイド</p> | <p>中央制御室の居住性に係る被ばく評価の適合状況</p> |
|---|---|
| <p>ii) 評価期間中は外気を遮断することを前提とする場合は、原子炉制御室／緊急時制御室／緊急時対策所が属する建屋の各表面（屋上面又は側面）のうちの代表面（代表評価面）を選定する。</p> <p>3) 代表面における評価点</p> <p>i) 建屋の巻き込みの影響を受ける場合には、原子炉制御室／緊急時制御室／緊急時対策所の属する建屋表面での濃度は風下距離の依存性は小さくほぼ一様と考えられるので、評価点は厳密に定める必要はない。</p> <p>屋上面を代表とする場合、例えば原子炉制御室／緊急時制御室／緊急時対策所の中心点を評価点とするのは妥当である。</p> <p>ii) 代表評価面を、原子炉制御室／緊急時制御室／緊急時対策所が属する建屋の屋上面とすることは適切な選定である。</p> <p>また、原子炉制御室／緊急時制御室／緊急時対策所が屋上面から離れている場合は、原子炉制御室／緊急時制御室／緊急時対策所が属する建屋の側面を代表評価面として、それに対応する高さでの濃度を対で適用することも適切である。</p> <p>iii) 屋上面を代表面とする場合は、評価点として原子炉制御室／緊急時制御室／緊急時対策所の中心点を選定し、対応する風下距離から拡散パラメータを算出してもよい。</p> <p>また $\sigma_y=0$ 及び $\sigma_z=0$ として、σ_{y0}、σ_{z0} の値を適用してもよい。</p> <p>・着目方位</p> <p>1) 原子炉制御室／緊急時制御室／緊急時対策所の被ばく評価の計算では、代表建屋の風下後流側での広範囲に及ぶ乱流混合域が顕著であることから、放射性物質濃度を計算する当該着目方位としては、放出源と評価点とを結ぶラインが含まれる1方位のみを対象とするのではなく、図5に示すように、代表建屋の後流側の拡がりの影響が評価点に及ぶ可能性のある複数の方位を対象とする。</p> <p>評価対象とする方位は、放出された放射性物質が建屋の影響を受けて拡散すること及び建屋の影響を受けて拡散された放射性</p> | <p>屋上面を代表としており、評価点は中央制御室中心としている。</p> <p>中央制御室が属する建屋の屋上面を選定するが、具体的には、保守的に放出点と同じ高さにおける濃度を評価している。</p> <p>屋上面を代表としており、評価点は中央制御室中心とし、保守的に放出点と評価点とが同じ高さとして、その間の水平直線距離に基づき、拡散パラメータを算出している。</p> <p>建屋による巻き込みを考慮し、i)～iii)の条件に該当する方位を選定し、建屋の後流側の拡がりの影響が評価点に及ぶ可能性のある複数の方位を対象としている。</p> |

| <p>実用発電用原子炉に係る重大事故時の制御室及び緊急時対策所の居住性に係る被ばく評価に関する審査ガイド</p> | <p>中央制御室の居住性に係る被ばく評価の適合状況</p> |
|---|---|
| <p>物質が評価点に届くことの両方に該当する方位とする。</p> <p>具体的には、全 16 方位について以下の三つの条件に該当する方位を選定し、すべての条件に該当する方位を評価対象とする。</p> <p>i) 放出点が評価点の風上にあること</p> <p>ii) 放出点から放出された放射性物質が、建屋の風下側に巻き込まれるような範囲に、評価点が存在すること。この条件に該当する風向の方位m_1の選定には、図 6 のような方法を用いることができる。図 6 の対象となる二つの風向の方位の範囲m_{1A}、m_{1B}のうち、放出点が評価点の風上となるどちらか一方の範囲が評価の対象となる。放出点が建屋に接近し、0.5Lの拡散領域(図 6 のハッチング部分)の内部にある場合は、風向の方位m_1は放出点が評価点の風上となる180°が対象となる。</p> <p>iii) 建屋の風下側で巻き込まれた大気が評価点に到達すること。この条件に該当する風向の方位m_2の選定には、図 7 に示す方法を用いることができる。評価点が建屋に接近し、0.5Lの拡散領域(図 7 のハッチング部分)の内部にある場合は、風向の方位m_2は放出点が評価点の風上となる180°が対象となる。</p> <p>図 6 及び図 7 は、断面が円筒形状の建屋を例として示しているが、断面形状が矩形の建屋についても、同じ要領で評価対象の方位を決定することができる。</p> <p>建屋の影響がある場合の評価対象方位選定手順を、図 8 に示す。</p> <p>2) 具体的には、図 9 のとおり、原子炉制御室／緊急時制御室／緊急時対策所が属する建屋表面において定めた評価点から、原子炉施設の代表建屋の水平断面を見込む範囲にあるすべての方位を定める。</p> <p>幾何学的に建屋群を見込む範囲に対して、気象評価上の方位とずれによって、評価すべき方位の数が増加することが考えられるが、この場合、幾何学的な見込み範囲に相当する適切な見込み方位の設定を行ってもよい。</p> <p>・建屋投影面積</p> <p>1) 図 10 に示すとおり、風向に垂直な代表建屋の投影面積を求め、放射性物質の濃度を求めるために大気拡散式の入力とする。</p> | <p>放出点が評価点の風上にある方位を対象としている。</p> <p>放出点は建屋に接近しているため、放出点が評価点の風上となる180°を対象としている。</p> <p>図 7 に示す方法により、建屋の後流側の拡がりの影響が評価点に及ぶ可能性のある複数の方位を評価方位として選定している。</p> <p>「着目方位 1)」の方法により、評価対象の方位を選定している。</p> <p>原子炉格納容器の垂直な投影面積を大気拡散式の入力としている。</p> |

| <p>実用発電用原子炉に係る重大事故時の制御室及び緊急時対策所の居住性に係る被ばく評価に関する審査ガイド</p> | <p>中央制御室の居住性に係る被ばく評価の適合状況</p> |
|--|--|
| <p>2) 建屋の影響がある場合の多くは複数の風向を対象に計算する必要があるため、風向の方位ごとに垂直な投影面積を求める。ただし、対象となる複数の方位の投影面積の中で、最小面積を、すべての方位の計算の入力として共通に適用することは、合理的であり保守的である。</p> <p>3) 風下側の地表面から上側の投影面積を求め大気拡散式の入力とする。方位によって風下側の地表面の高さが異なる場合は、方位ごとに地表面高さから上側の面積を求める。また、方位によって、代表建屋とは別の建屋が重なっている場合でも、原則地表面から上側の代表建屋の投影面積を用いる。</p> <p>c. 相対濃度及び相対線量</p> <ul style="list-style-type: none"> ・相対濃度は、短時間放出又は長時間放出に応じて、毎時刻の気象項目と実効的な放出継続時間を基に評価点ごとに計算する。 ・相対線量は、放射性物質の空間濃度分布を算出し、これをガンマ線量計算モデルに適用して評価点ごとに計算する。 ・評価点の相対濃度又は相対線量は、毎時刻の相対濃度又は相対線量を年間について小さい方から累積した場合、その累積出現頻度が97%に当たる値とする。 ・相対濃度及び相対線量の詳細は、「原子力発電所中央制御室の居住性に係る被ばく評価手法について（内規）」^(※1)による。 <p>d. 地表面への沈着</p> <p>放射性物質の地表面への沈着評価では、地表面への乾性沈着及び降雨による湿性沈着を考慮して地表面沈着濃度を計算する。</p> <p>e. 原子炉制御室／緊急時制御室／緊急時対策所内の放射性物質濃度</p> <ul style="list-style-type: none"> ・原子炉制御室／緊急時制御室／緊急時対策所の建屋の表面空気中から、次の二つの経路で放射性物質が外気から取り込まれることを仮定する。 <ul style="list-style-type: none"> 一 原子炉制御室／緊急時制御室／緊急時対策所の非常用換気空調設備によって室内に取り入れること（外気取入） 二 原子炉制御室／緊急時制御室／緊急時対策所内に直接流入すること（空気流入） ・原子炉制御室／緊急時制御室／緊急時対策所内の雰囲気中で放射性物質は、一様混合すると仮定する。 <p>なお、原子炉制御室／緊急時制御室／緊急時対策所内に取り込まれ</p> | <p>原子炉格納容器の最小投影面積を用いている。</p> <p>原子炉格納容器の地表面からの投影面積を用いている。</p> <p>4. 2 (2) c → 審査ガイド通り</p> <p>相対濃度は、毎時刻の気象項目（風向、風速、大気安定度）及び実効放出継続時間（保守的に1時間とする）を基に、短時間放出の式を適用し、評価している。</p> <p>相対線量は、放射性物質の空間濃度分布を算出し、これをガンマ線量計算モデルに適用して計算している。</p> <p>年間の気象データに基づく相対濃度及び相対線量を小さい方から累積し、97%に当たる値を用いている。</p> <p>相対濃度及び相対線量の詳細は、「原子力発電所中央制御室の居住性に係る被ばく評価手法について（内規）」に基づいて評価している。</p> <p>4. 2 (2) d → 審査ガイド通り</p> <p>地表面への乾性沈着及び降雨への湿性沈着を考慮して地表面沈着濃度を計算している。</p> <p>4. 2 (2) e → 審査ガイド通り</p> <p>評価期間中は外気を遮断することを前提としているため、二の経路（直接流入）で放射性物質が外気から取り込まれることを仮定している。</p> <p>中央制御室内では放射性物質は一様混合するとし、室内での放射性物質は沈着せず浮遊しているものと仮定している。</p> |

| <p>実用発電用原子炉に係る重大事故時の制御室及び緊急時対策所の居住性に係る被ばく評価に関する審査ガイド</p> | <p>中央制御室の居住性に係る被ばく評価の適合状況</p> |
|---|--|
| <p>た放射性物質は、室内に沈着せずに浮遊しているものと仮定する。</p> <ul style="list-style-type: none"> 原子炉制御室／緊急時制御室／緊急時対策所内への外気取入による放射性物質の取り込みについては、非常用換気空調設備の設計及び運転条件に従って計算する。 原子炉制御室／緊急時制御室／緊急時対策所内に取り込まれる放射性物質の空気流入量は、空気流入率及び原子炉制御室／緊急時制御室／緊急時対策所バウンダリ体積（容積）を用いて計算する。 <p>(3) 線量評価</p> <p>a. 放射性雲中の放射性物質からのガンマ線による原子炉制御室／緊急時制御室／緊急時対策所内での外部被ばく（クラウドシャイン）</p> <ul style="list-style-type: none"> 放射性雲中の放射性物質からのガンマ線による外部被ばく線量は、空气中時間積分濃度及びクラウドシャインに対する外部被ばく線量換算係数の積で計算する。 原子炉制御室／緊急時制御室／緊急時対策所内にいる運転員又は対策要員に対しては、原子炉制御室／緊急時制御室／緊急時対策所の建屋によって放射線が遮へいされる低減効果を考慮する。 <p>b. 地表面に沈着した放射性物質からのガンマ線による原子炉制御室／緊急時制御室／緊急時対策所内での外部被ばく（グラウンドシャイン）</p> <ul style="list-style-type: none"> 地表面に沈着した放射性物質からのガンマ線による外部被ばく線量は、地表面沈着濃度及びグラウンドシャインに対する外部被ばく線量換算係数の積で計算する。 原子炉制御室／緊急時制御室／緊急時対策所内にいる運転員又は対策要員に対しては、原子炉制御室／緊急時制御室／緊急時対策所の建屋によって放射線が遮へいされる低減効果を考慮する。 <p>c. 原子炉制御室／緊急時制御室／緊急時対策所内へ外気から取り込まれた放射性物質の吸入摂取による原子炉制御室／緊急時制御室／緊急時対策所内での内部被ばく</p> <ul style="list-style-type: none"> 原子炉制御室／緊急時制御室／緊急時対策所内へ外気から取り込まれた放射性物質の吸入摂取による内部被ばく線量は、室内の空气中時間積分濃度、呼吸率及び吸入による内部被ばく線量換算係数の積で計算する。 なお、原子炉制御室／緊急時制御室／緊急時対策所内に取り込まれた放射性物質は、室内に沈着せずに浮遊しているものと仮定する。 原子炉制御室／緊急時制御室／緊急時対策所内でマスク着用を考慮す | <p>評価期間中は外気を遮断することを前提としているため、外気取入れは行わないとして評価している。</p> <p>空気流入量は空気流入率及び中央制御室バウンダリ体積を考慮した体積を用いて計算している。</p> <p>4. 2 (3) a. → 審査ガイド通り</p> <p>クラウドシャインによる外部被ばく線量については、空气中濃度及びクラウドシャインに対する外部被ばく線量換算係数の積で計算した線量率を積分して計算している。</p> <p>中央制御室内の運転員については建屋による遮蔽効果を考慮している。</p> <p>4. 2 (3) b. → 審査ガイド通り</p> <p>グラウンドシャインによる外部被ばく線量については、地表面沈着濃度及びグラウンドシャインに対する外部被ばく線量換算係数の積で計算した線量率を積分して計算している。</p> <p>中央制御室内の運転員については、建屋による遮蔽効果を考慮している。</p> <p>4. 2 (3) c. → 審査ガイド通り</p> <p>中央制御室における内部被ばく線量については、空气中濃度、呼吸率及び内部被ばく換算係数の積で計算した線量率を積分して計算している。</p> <p>中央制御室では室内での放射性物質は沈着せずに浮遊しているものと仮定している。</p> <p>運転員の事故後7時間のマスク着用を考慮している。また、マスクを着用しない場合についても評価している。</p> |

| <p>実用発電用原子炉に係る重大事故時の制御室及び緊急時対策所の居住性に係る被ばく評価に関する審査ガイド</p> | <p>中央制御室の居住性に係る被ばく評価の適合状況</p> |
|--|--|
| <p>る。その場合は、マスク着用を考慮しない場合の評価結果も提出を求める。</p> <p>d. 原子炉制御室／緊急時制御室／緊急時対策所内へ外気から取り込まれた放射性物質のガンマ線による外部被ばく</p> <ul style="list-style-type: none"> 原子炉制御室／緊急時制御室／緊急時対策所内へ外気から取り込まれた放射性物質からのガンマ線による外部被ばく線量は、室内の空気中時間積分濃度及びクラウドシャインに対する外部被ばく線量換算係数の積で計算する。 なお、原子炉制御室／緊急時制御室／緊急時対策所内に取り込まれた放射性物質は、c 項の内部被ばく同様、室内に沈着せずに浮遊しているものと仮定する。 <p>e. 放射性雲中の放射性物質からのガンマ線による入退域での外部被ばく（クラウドシャイン）</p> <ul style="list-style-type: none"> 放射性雲中の放射性物質からのガンマ線による外部被ばく線量は、空気中時間積分濃度及びクラウドシャインに対する外部被ばく線量換算係数の積で計算する。 <p>f. 地表面に沈着した放射性物質からのガンマ線による入退域での外部被ばく（グラウンドシャイン）</p> <ul style="list-style-type: none"> 地表面に沈着した放射性物質からのガンマ線による外部被ばく線量は、地表面沈着濃度及びグラウンドシャインに対する外部被ばく線量換算係数の積で計算する。 <p>g. 放射性物質の吸入摂取による入退域での内部被ばく</p> <ul style="list-style-type: none"> 放射性物質の吸入摂取による内部被ばく線量は、入退域での空気中時間積分濃度、呼吸率及び吸入による内部被ばく線量換算係数の積で計算する。 入退域での放射線防護による被ばく低減効果を考慮してもよい。 <p>h. 被ばく線量の重ね合わせ</p> <ul style="list-style-type: none"> 同じ敷地内に複数の原子炉施設が設置されている場合、全原子炉施設について同時に事故が起きたと想定して評価を行うが、各原子炉施設から被ばく経路別に個別に評価を実施して、その結果を合算することは保守的な結果を与える。原子炉施設敷地内の地形や、原子炉施設と評価対象位置の関係等を考慮した、より現実的な被ばく線量の重ね合わせ評価を実施する場合はその妥当性を説明した資料の提出を求める。 | <p>4. 2 (3) d. → 審査ガイド通り</p> <p>中央制御室内に取り込まれた放射性物質からのガンマ線による外部被ばく線量については、空気中濃度及びクラウドシャインに対する外部被ばく線量換算係数の積で計算した線量率を積分して計算している。</p> <p>中央制御室では室内に取り込まれた放射性物質は沈着せずに浮遊しているものと仮定している。</p> <p>4. 2 (3) e. → 審査ガイド通り</p> <p>入退域でのクラウドシャインによる外部被ばく線量については、空気中濃度及びクラウドシャインに対する外部被ばく線量換算係数の積で計算した線量率を積分して計算している。</p> <p>4. 2 (3) f. → 審査ガイド通り</p> <p>入退域でのグラウンドシャインによる外部被ばく線量については、地表面沈着濃度及びグラウンドシャインに対する外部被ばく線量換算係数の積で計算した線量率を積分して計算している。</p> <p>4. 2 (3) g. → 審査ガイド通り</p> <p>入退域での放射性物質の吸入摂取による内部被ばく線量については、中央制御室入退域での空気中濃度、呼吸率及び吸入による内部被ばく線量換算係数を積分して計算している。</p> <p>入退域でのマスク着用を考慮している。また、マスクを着用しない場合についても評価している。</p> <p>4. 2 (3) h. → 3号機単独発災を想定し、評価している。</p> |

| <p>実用発電用原子炉に係る重大事故時の制御室及び緊急時対策所の居住性に係る被ばく評価に関する審査ガイド</p> | <p>中央制御室の居住性に係る被ばく評価の適合状況</p> |
|---|---|
| <p>4. 3 原子炉制御室の居住性に係る被ばく評価の主要解析条件等</p> <p>(1) ソースターム</p> <p>a. 原子炉格納容器内への放出割合</p> <ul style="list-style-type: none"> ・原子炉格納容器内への放射性物質の放出割合は、4.1 (2) a で選定した事故シーケンスのソースターム解析結果を基に設定する。 ・希ガス類、ヨウ素類、Cs 類、Te 類、Ba 類、Ru 類、Ce 類及び La 類を考慮する。 ・なお、原子炉格納容器内への放出割合の設定に際し、ヨウ素類の性状を適切に考慮する。 <p>b. 原子炉格納容器内への放出率</p> <ul style="list-style-type: none"> ・原子炉格納容器内への放射性物質の放出率は、4.1 (2) a で選定した事故シーケンスのソースターム解析結果を基に設定する。 <p>(2) 非常用電源</p> <p>非常用電源の作動については、4.1 (2) a で選定した事故シーケンスの事故進展解析条件を基に設定する。</p> <p>ただし、代替交流電源からの給電を考慮する場合は、給電までに要する余裕時間を見込むこと。</p> <p>(3) 沈着・除去等</p> <p>a. 非常用ガス処理系 (BWR) 又はアニュラス空気浄化設備 (PWR)</p> <p>非常用ガス処理系 (BWR) 又はアニュラス空気浄化設備 (PWR) の作動については、4.1 (2) a で選定した事故シーケンスの事故進展解析条件を基に設定する。</p> <p>b. 非常用ガス処理系 (BWR) 又はアニュラス空気浄化設備 (PWR) フィルタ効率</p> <p>ヨウ素類及びエアロゾルのフィルタ効率は、使用条件での設計値を基に設定する。</p> <p>なお、フィルタ効率の設定に際し、ヨウ素類の性状を適切に考慮する。</p> <p>c. 原子炉格納容器スプレイ</p> <p>原子炉格納容器スプレイの作動については、4.1 (2) a で選定した事故シーケンスの事故進展解析条件を基に設定する。</p> <p>d. 原子炉格納容器内の自然沈着</p> <p>原子炉格納容器内の自然沈着率については、実験等から得られた適切なモデルを基に設定する。</p> | <p>4. 3 (1) → 審査ガイドの趣旨に基づいて設定</p> <p>評価事象が炉心損傷後の事象であることを踏まえ、原子炉格納容器内に放出された放射性物質は NUREG-1465 の被覆管破損放出～晩期圧力容器内放出までを考慮した原子炉格納容器内への放出割合を基に設定して評価している。</p> <p>核種グループについては NUREG-1465 で想定されたグループ類であり、希ガス類、よう素類、Cs 類、Te 類、Ba 類、Ru 類、Ce 類及び La 類を考慮している。</p> <p>放出割合の設定に際し、よう素の性状を考慮している。</p> <p>評価事象が炉心損傷後の事象であることを踏まえ、原子炉格納容器内への放出率は、核分裂生成物放出量が大きくなる低圧シーケンスを代表する NUREG-1465 の被覆管破損放出～晩期圧力容器内放出までを考慮した原子炉格納容器内への放出割合を基に放出率を設定して評価している。</p> <p>4. 3 (2) → 審査ガイド通り</p> <p>4. 3 (3) → 審査ガイド通り</p> <p>アニュラス空気浄化設備の作動時間については、選定した事故シーケンスに基づき全交流電源喪失および最終ヒートシンク喪失を想定した起動遅れを見込んだ値で評価としている。</p> <p>アニュラス空気浄化設備のフィルタ効率は、設計上期待できる値として、よう素フィルタ効率は 95%、微粒子フィルタ効率は 99%として評価している。</p> <p>原子炉格納容器スプレイの作動については、事故シーケンスの事故進展解析条件を基に設定している。</p> <p>原子炉格納容器内の自然沈着率については、実験等から得られた適切なモデルを基に設定している。</p> |

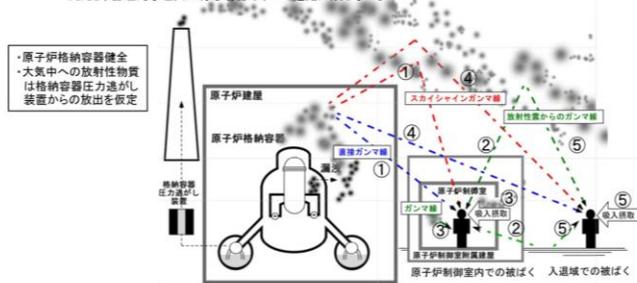
| <p>実用発電用原子炉に係る重大事故時の制御室及び緊急時対策所の居住性に係る被ばく評価に関する審査ガイド</p> | <p>中央制御室の居住性に係る被ばく評価の適合状況</p> |
|--|---|
| <p>e. 原子炉格納容器漏えい率 原子炉格納容器漏えい率は、4.1 (2) a で選定した事故シーケンスの事故進展解析結果を基に設定する。</p> <p>f. 原子炉制御室の非常用換気空調設備 原子炉制御室の非常用換気空調設備の作動については、非常用電源の作動状態を基に設定する。</p> <p>(4) 大気拡散</p> <p>a. 放出開始時刻及び放出継続時間 放射性物質の大気中への放出開始時刻及び放出継続時間は、4.1 (2) a で選定した事故シーケンスのソースターム解析結果を基に設定する。</p> <p>b. 放出源高さ 放出源高さは、4.1 (2) a で選定した事故シーケンスに応じた放出口からの放出を仮定する。4.1 (2) a で選定した事故シーケンスのソースターム解析結果を基に、放出エネルギーを考慮してもよい。</p> <p>(5) 線量評価</p> <p>a. 原子炉建屋内の放射性物質からのガンマ線による原子炉制御室内での外部被ばく ・4.1 (2) a で選定した事故シーケンスのソースターム解析結果を基に、想定事故時に原子炉格納容器から原子炉建屋内に放出された放射性物質を設定する。この原子炉建屋内の放射性物質をスカイシャインガンマ線及び直接ガンマ線の線源とする。 ・原子炉建屋内の放射性物質は、自由空間容積に均一に分布するものとして、事故後7日間の積算線源強度を計算する。 ・原子炉建屋内の放射性物質からのスカイシャインガンマ線及び直接ガンマ線による外部被ばく線量は、積算線源強度、施設の位置、遮へい構造及び地形条件から計算する。</p> <p>b. 原子炉建屋内の放射性物質からのガンマ線による入退域での外部被ばく ・スカイシャインガンマ線及び直接ガンマ線の線源は、上記 a と同様に設定する。 ・積算線源強度、原子炉建屋内の放射性物質からのスカイシャインガンマ線及び直接ガンマ線による外部被ばく線量は、上記 a と同様の条件で計算する。</p> | <p>原子炉格納容器漏えい率は、事故シーケンスの事故進展解析結果を基に設定している。</p> <p>中央制御室換気設備の作動時間については、全交流電源喪失を想定した起動遅れを考慮した評価としている。</p> <p>4. 3 (4) → 審査ガイド通り 放射性物質の大気中への放出開始時刻及び放出継続時間は、事故シーケンスのソースターム解析結果を基に設定している。実効放出継続時間は保守的に1時間としている。</p> <p>放出源高さは、アニユラス空気浄化設備が起動前は地上放出として地上高さを、アニユラス空気浄化設備が起動後は排気筒放出として排気筒高さを設定している。</p> <p>4. 3 (5) a → 審査ガイド通り 事故シーケンスのソースターム解析結果を基に、想定事故時に原子炉格納容器内に放出された放射性物質を設定し、スカイシャインガンマ線及び直接ガンマ線の線源としている。</p> <p>原子炉格納容器内の放射性物質は自由空間容積に均一に分布しているものとし、事故後7日間の積算線源強度を計算している。</p> <p>建屋内の放射性物質からのスカイシャインガンマ線及び直接ガンマ線による外部被ばく線量は、上記で評価した積算線源強度、施設の位置・地形条件（線源位置と評価点との距離等）、遮へい構造（外部遮へい構造、中央制御室遮へい構造）から計算している。直接線量を QAD コード、スカイシャイン線量を SCATTERING コードで計算している。</p> <p>4. 3 (5) b → 審査ガイド通り 事故シーケンスのソースターム解析結果を基に、想定事故時に原子炉格納容器内に放出された放射性物質を設定し、スカイシャインガンマ線及び直接ガンマ線の線源としている。</p> <p>原子炉格納容器内の放射性物質は自由空間容積に均一に分布しているものとし、事故後7日間の積算線源強度を計算している。具体的には、原子炉格納容器内の放射性物質はドーム部、円筒部に均一に分布しているものとしている。</p> |

実用発電用原子炉に係る重大事故時の制御室及び緊急時対策所の
居住性に係る被ばく評価に関する審査ガイド

中央制御室の居住性に係る被ばく評価の適合状況

| 原子炉制御室居住性評価に係る被ばく経路 | |
|---------------------|--|
| 原子炉制御室内での被ばく | ①原子炉建屋内の放射性物質からのガンマ線による被ばく(直接及びスカイシャインガンマ線による外部被ばく) |
| | ②大気中へ放出された放射性物質のガンマ線による被ばく(クラウドシャインによる外部被ばく、グランドシャインによる外部被ばく) |
| | ③外気から原子炉制御室内へ取り込まれた放射性物質による被ばく(吸入摂取による内部被ばく、室内に浮遊している放射性物質による外部被ばく(室内に取り込まれた放射性物質は沈着せずに浮遊しているものとして評価する)) |
| 入退域での被ばく | ④原子炉建屋内の放射性物質からのガンマ線による被ばく(直接及びスカイシャインガンマ線による外部被ばく) |
| | ⑤大気中へ放出された放射性物質による被ばく(クラウドシャインによる外部被ばく、グランドシャインによる外部被ばく、吸入摂取による内部被ばく) |

ただし、合理的な理由がある場合は、この経路に限らない。



BWR型原子炉施設の例

図1 原子炉制御室の居住性評価における被ばく経路

図1 → 審査ガイド通り

実用発電用原子炉に係る重大事故時の制御室及び緊急時対策所の居住性に係る被ばく評価に関する審査ガイド

中央制御室の居住性に係る被ばく評価の適合状況

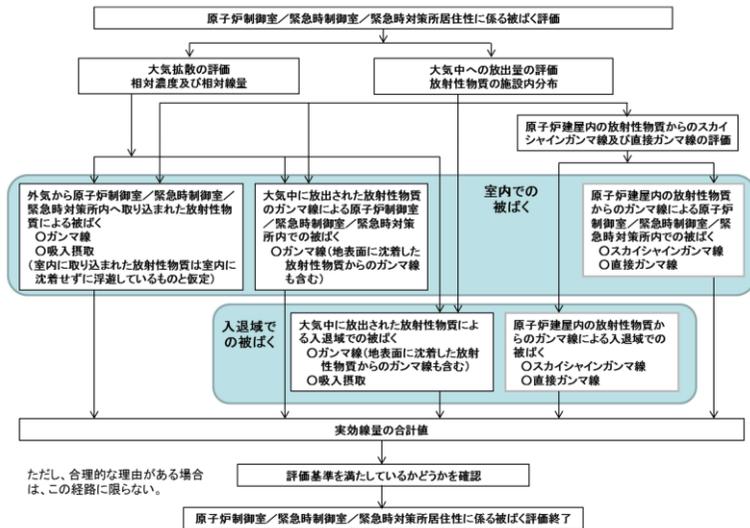
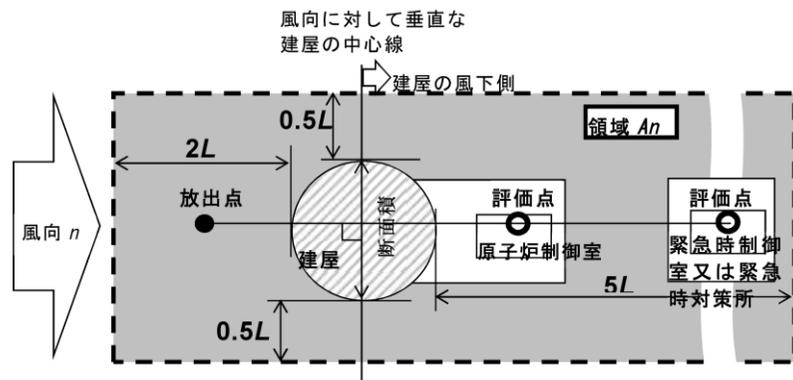


図3 原子炉制御室/緊急時制御室/緊急時対策所の居住性に係る被ばく評価手順

図3 → 審査ガイド通り

150



注:L 建屋又は建屋群の風向に垂直な面での高さ又は幅の小さい方

図4 建屋影響を考慮する条件(水平断面での位置関係)

図4 → 審査ガイド通り

実用発電用原子炉に係る重大事故時の制御室及び緊急時対策所の居住性に係る被ばく評価に関する審査ガイド

中央制御室の居住性に係る被ばく評価の適合状況

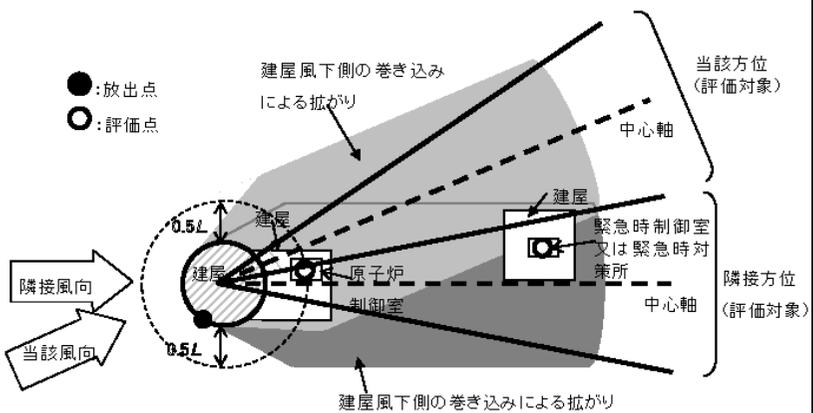
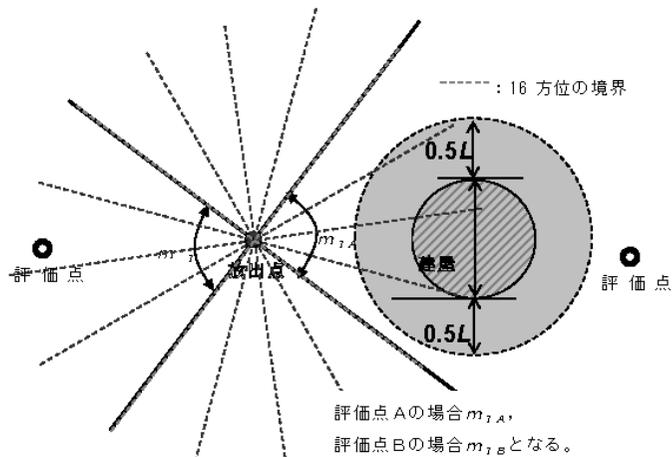


図5 建屋後流での巻き込み影響を受ける場合の考慮すべき方位

図5 → 審査ガイド通り



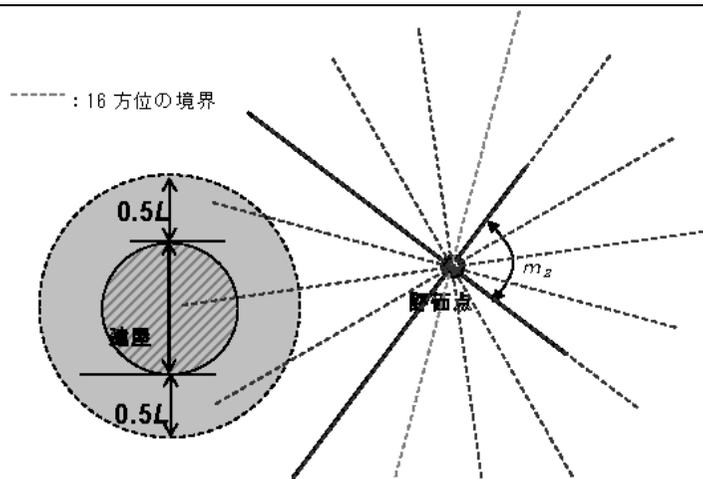
注:Lは、風向に垂直な建屋の投影面の高さ又は投影面の幅のうち小さい方

図6 建屋の風下側で放射性物質が巻き込まれる風向 m_1 の選定方法 (水平断面での位置関係)

図6 → 審査ガイド通り

実用発電用原子炉に係る重大事故時の制御室及び緊急時対策所の
居住性に係る被ばく評価に関する審査ガイド

中央制御室の居住性に係る被ばく評価の適合状況



注:Lは、風向に垂直な建屋の投影面の高さ又は投影面の幅のうちの小さい方

図7 建屋の風下側で巻き込まれた大気が評価点に到達する
風向の方位 m_2 の選定方法(水平断面での位置関係)

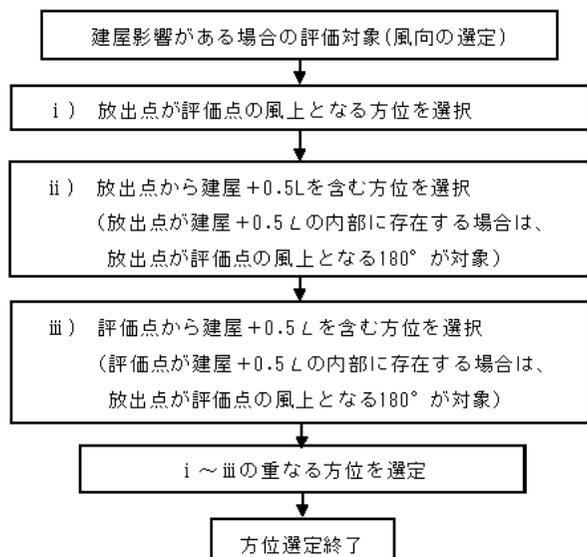


図8 建屋の影響がある場合の評価対象方位選定手順

図7 → 審査ガイド通り

図8 → 審査ガイド通り

実用発電用原子炉に係る重大事故時の制御室及び緊急時対策所の
居住性に係る被ばく評価に関する審査ガイド

中央制御室の居住性に係る被ばく評価の適合状況

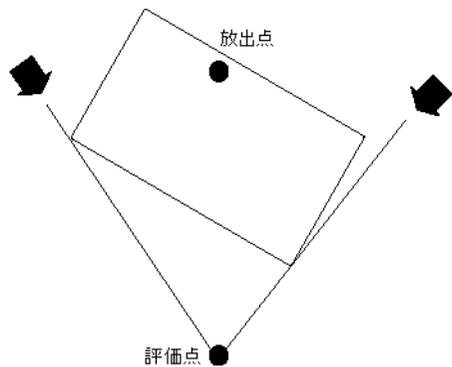


図9 評価対象方位の設定

図9 → 審査ガイド通り

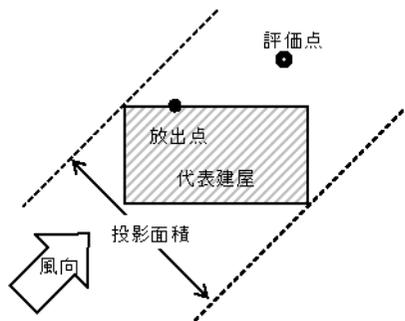


図10 風向に垂直な建屋投影面積の考え方

図10 → 審査ガイド通り

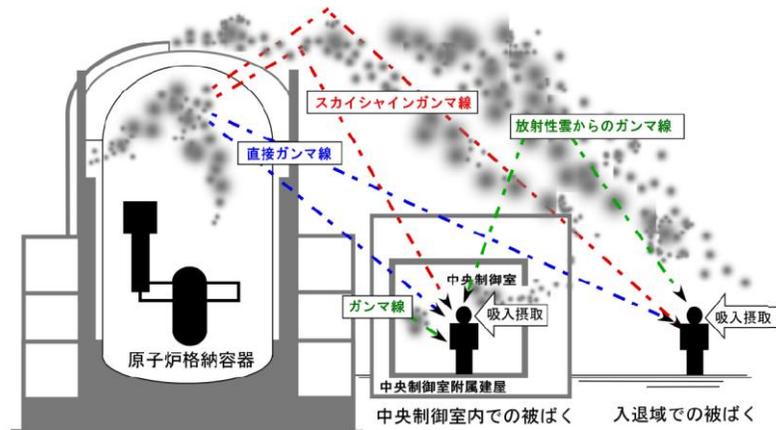
24. 内規との適合性について（設計基準事故時の中央制御室居住性評価）

| 原子力発電所中央制御室の居住性に係る被ばく評価手法について (内規) | 中央制御室（設計基準事故）居住性に係る被ばく評価との適合状況 |
|--|---|
| <p>3. 評価項目(評価の手順, 判断基準含む)</p> <p>3.1 想定事故</p> <p>(1) 想定事故の種類 原子炉施設の構造, 特性及び安全上の諸対策から, 放射性物質の放出の拡大の可能性のある事故の態様として, 原子炉格納容器内放出と原子炉格納容器外放出の 2 種類を考える【解説 3.1】。</p> <p>a) BWR 型原子炉施設の原子炉格納容器内放出は原子炉冷却材喪失, 原子炉格納容器外放出は主蒸気管破断とする。 b) PWR 型原子炉施設の原子炉格納容器内放出は原子炉冷却材喪失, 原子炉格納容器外放出は蒸気発生器伝熱管破損とする。 c) 原子炉格納容器内放出及び原子炉格納容器外放出は, 一方の事故で包含できる場合は, いずれかで代表してもよい。</p> <p>3.2 評価項目</p> <p>(1) 被ばく経路 中央制御室内及び入退域時において, 次の被ばく経路による被ばくを評価する(図 3.1)。</p> <p>a) 中央制御室内での被ばく評価</p> <p>1) 建屋内の放射性物質からのガンマ線による被ばく 建屋に存在する放射性物質から放射されるガンマ線による中央制御室内での被ばくを, 次の二つの経路を対象にして計算する。 - 建屋内の放射性物質からのスカイシャインガンマ線による外部被ばく - 建屋内の放射性物質からの直接ガンマ線による外部被ばく</p> <p>2) 大気中へ放出された放射性物質による被ばく 大気中へ放出された放射性物質から放射されるガンマ線による被ばくを計算する。</p> <p>3) 外気から取り込まれた放射性物質による中央制御室内での被ばく 中央制御室内へ取り込まれた放射性物質による被ばくを, 次の二つの被ばく経路を対象にして計算する。 - 中央制御室内へ外気から取り込まれた放射性物質の吸入摂取による内部被ばく - 中央制御室内へ外気から取り込まれた放射性物質からのガンマ線による外部被ばく</p> <p>b) 入退域時の被ばく評価</p> <p>4) 建屋内の放射性物質からのガンマ線による被ばく 建屋に存在する放射性物質から放射されるガンマ線による入退域時の被ばくを, 次の二つの経路を対象にして計算する。 - 建屋内の放射性物質からのスカイシャインガンマ線による外部被ばく - 建屋内の放射性物質からの直接ガンマ線による外部被ばく</p> <p>5) 大気中へ放出された放射性物質による被ばく 大気中へ放出された放射性物質による入退域時の被ばくを, 次の二つの被ばく経路を対象にして計算する。 - 大気中へ放出された放射性物質の吸入摂取による内部被ばく</p> | <p>3.1(1) → 内規通り</p> <p>b) 泊発電所 3 号機は PWR 型原子炉施設のため, 原子炉格納容器内放出は原子炉冷却材喪失, 原子炉格納容器外放出は蒸気発生器伝熱管破損として評価した。</p> <p>3.2(1)a) → 内規通り</p> <p>3.2(1)b) → 内規通り</p> |

| 原子力発電所中央制御室の居住性に係る被ばく評価手法について (内規) | 中央制御室（設計基準事故）居住性に係る被ばく評価との適合状況 |
|---|---|
| <p>- 大気中へ放出された放射性物質からのガンマ線による外部被ばく</p> <p>(2) 評価の手順 評価の手順を図 3.2 に示す。</p> <p>a) 大気中への放出量の計算及び放射性物質の施設内分布 想定事故に対して、大気中への放射性物質放出量を計算する。また、放射性物質の施設内の存在量分布を計算する。〔4.大気中への放出量の評価〕</p> <p>b) 原子炉施設周辺の気象データを用いて、大気拡散を計算して相対濃度及び相対線量を計算する。〔5.大気拡散の評価〕</p> <p>c) 放射性物質の施設内の存在量分布から建屋内の線源強度を計算する。〔6.建屋からのスカイシャインガンマ線及び直接ガンマ線の評価〕</p> <p>d) 中央制御室室内での運転員の被ばくを計算する。</p> <p>1) 前項 c)の結果を用いて、建屋内の放射性物質からのガンマ線(スカイシャインガンマ線、直接ガンマ線)による被ばくを計算する。〔7.1 建屋内の放射性物質からのガンマ線による中央制御室内での被ばく〕</p> <p>2) 前項 a)及びb)の結果を用いて、大気中へ放出された放射性物質による被ばくを計算する。〔7.2 大気中へ放出された放射性物質のガンマ線による中央制御室内での被ばく〕</p> <p>3) 前項 a)及び b)の結果を用いて、中央制御室内に外気から取り込まれた放射性物質による被ばく(ガンマ線及び吸入摂取)を計算する。〔7.3 室内に外気から取り込まれた放射性物質による中央制御室内での被ばく〕</p> <p>e) 入退域時の運転員の被ばくを計算する。</p> <p>1) 前項 c)の結果を用いて、建屋に存在する放射性物質から放射されるガンマ線(スカイシャインガンマ線、直接ガンマ線)による被ばくを計算する。〔7.4 建屋内の放射性物質からのガンマ線による入退域時の被ばく〕</p> <p>2) 前項 a)及び b)の結果を用いて、大気中へ放出された放射性物質による被ばく(ガンマ線及び吸入摂取)を計算する。〔7.5 大気中へ放出された放射性物質による入退域時の被ばく〕</p> <p>f) 文書化 評価条件及び評価結果を文書化する。</p> <p>g) 評価の手順の a)から c)までのうち、b)は他の評価と並列に進めてもよい。また d)及び e)は、並列に進めてもよい。</p> <p>3.3 判断基準</p> <p>「3.1 想定事故」に対して、「3.2 評価項目」の(1)a)中央制御室内での被ばく評価及び(1)b)入退域時の被ばく評価で計算した線量の合算値が、次の判断基準を満足すること。</p> <p>- 1人あたりの被ばく経路ごとの実効線量の合算値が、100mSv を超えない^(*)【解説 3.2】。</p> | <p>3.2(2) → 内規通り</p> <p>g) 評価手順の a)から c)までのうち、b)は他の評価と並列に進めている。また d)及び e)は、並列に進めている。</p> <p>3.3 → 内規通り</p> <p>「1人あたりの被ばく経路ごとの実効線量の合算値が、100mSv を超えない」ことを満足していることを確認している。</p> |

原子力発電所中央制御室の居住性に係る被ばく評価手法について
(内規)

中央制御室（設計基準事故）居住性に係る被ばく評価との適合状況



(b) PWR型原子炉施設

図3.1 中央制御室居住性に係る被ばく経路

図 3.1 → 内規通り

原子力発電所中央制御室の居住性に係る被ばく評価手法について
(内規)

中央制御室（設計基準事故）居住性に係る被ばく評価との適合状況

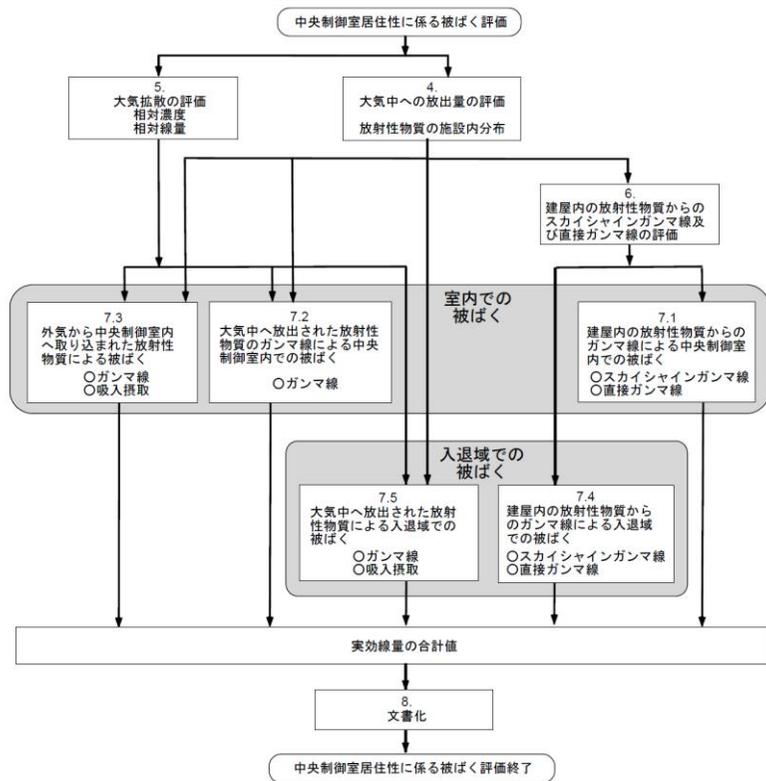


図 3.2 評価の手順

図 3.2 → 内規通り

| 原子力発電所中央制御室の居住性に係る被ばく評価手法について (内規) | 中央制御室（設計基準事故）居住性に係る被ばく評価との適合状況 |
|--|--|
| <p>4. 大気中への放出量の評価</p> <p>4.2 PWR型原子炉施設</p> <p>原子炉冷却材喪失及び蒸気発生器伝熱管破損を対象とする。原子炉冷却材喪失及び蒸気発生器伝熱管破損は、一方の事故で包含できる場合は、いずれかで代表してもよい。</p> <p>4.2.1 原子炉冷却材喪失</p> <p>(1) 原子炉は、定格出力に余裕を見た出力で十分長時間運転していたとする【解説 4.1】。</p> <p>(2) 大気中への放出量の計算</p> <p>a) 希ガスは図 4.5、よう素は図 4.6 に示す放出経路で大気中へ放出されるとする。</p> <p>b) 事象発生後、原子炉格納容器内に放出される放射性物質の量は、炉心内蓄積量に対して希ガス 100%、よう素 50%の割合とする。</p> <p>c) 原子炉格納容器内に放出されたよう素のうち、有機よう素は 10%とし、残りの 90%は無機よう素とする。</p> <p>d) 原子炉格納容器内に放出されたよう素のうち、無機よう素は、50%が原子炉格納容器内及び同容器内の機器等に沈着し、原子炉格納容器からの漏えいに寄与しないとする。有機よう素及び希ガスは、この効果を無視する。</p> <p>e) 原子炉格納容器スプレイ水による無機よう素の除去効率は、実験に基づいて評価された値に余裕を見込んだ値とする。例えば、設計によって評価された等価半減期が 50 秒以下の場合において等価半減期を 100 秒とすることは妥当と認められるということは、「発電用軽水型原子炉施設の安全評価に関する審査指針」(以下、「安全評価審査指針」という。)に示されており、その考え方を準用する^(※2)。有機よう素及び希ガスは、スプレイによるこの効果を無視する。</p> <p>f) 希ガス及びよう素は、原子炉格納容器からの漏えいを計算する【解説 4.3】。原子炉格納容器からの漏えいは、原子炉格納容器の設計漏えい率及び原子炉格納容器内の圧力に対応した漏えい率に余裕を見込んだ値とする。</p> <p>g) アンユラス空気再循環設備(フィルタを含む)は、起動信号を明らかにし、かつ、十分な時間的余裕を見込んで、その機能を期待することができる。フィルタのよう素除去効率は設計値に余裕を見込んだ値とする【解説 4.2】。</p> <p>h) ECCS が再循環モードで運転され、原子炉格納容器内の水が原子炉格納容器外に導かれる場合には、原子炉格納容器外において設計漏えい率に余裕を見込んだ漏えい率での再循環水の漏えいがあると仮定する。例えば、設計漏えい率を下回らない値に対し2倍の余裕を見込んだ設定を仮定する。 再循環水中には、事象発生直後、よう素の炉心内蓄積量の 50%が溶解するとし、ECCS の再循環系から補助建屋に漏えいしたよう素の気相への移行率は 5%、補助建屋内でのよう素の沈着率は 50%と仮定する。</p> <p>i) ECCS の再循環系が設置される補助建屋内換気系による素用フィルタが設備される場合には、その除去効率は設計値に余裕を持った値とする【解説 4.2】。</p> | <p>4.2 → 内規通り</p> <p>原子炉冷却材喪失及び蒸気発生器伝熱管破損を対象として評価した。</p> <p>4.2.1(1) → 内規通り</p> <p>4.2.1(2) → 内規通り</p> <p>g) アンユラス空気再循環設備（フィルタを含む）は、起動信号を明らかにし、かつ、十分な時間的余裕を見込んで、その機能を期待した。</p> |

原子力発電所中央制御室の居住性に係る被ばく評価手法について
(内規)

中央制御室（設計基準事故）居住性に係る被ばく評価との適合状況

j) すべての放射性物質は、排気筒から放出されるとする【解説 4.3 及び 4.4】。

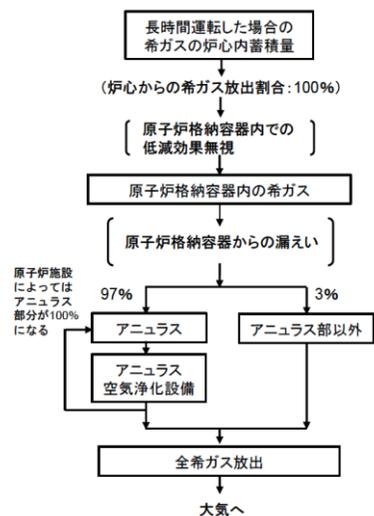


図 4.5 原子炉冷却材喪失の希ガスの放出経路 (PWR 型原子炉施設)

図 4.5 → 内規通り

原子力発電所中央制御室の居住性に係る被ばく評価手法について
(内規)

中央制御室 (設計基準事故) 居住性に係る被ばく評価との適合状況

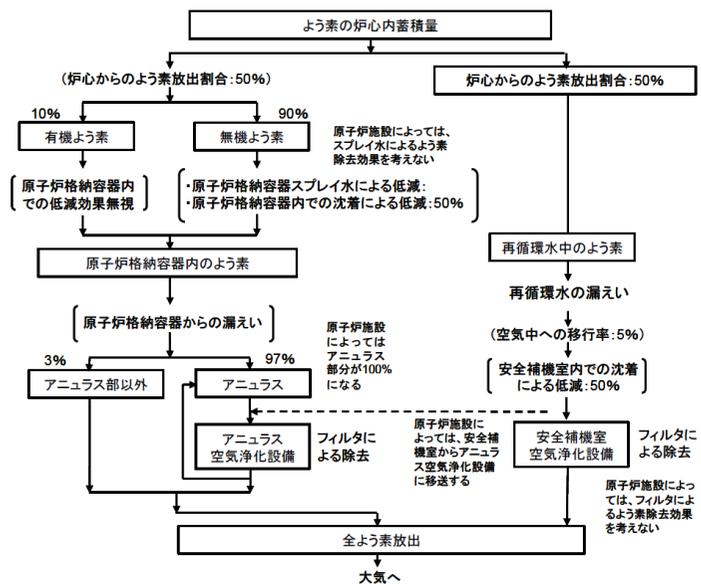


図 4.6 原子炉冷却材喪失のよう素の放出経路 (PWR 型原子炉施設)

図 4.6 → 内規通り

| 原子力発電所中央制御室の居住性に係る被ばく評価手法について (内規) | 中央制御室（設計基準事故）居住性に係る被ばく評価との適合状況 |
|--|---|
| <p>4.2.2 蒸気発生器伝熱管破損</p> <p>(1) 原子炉は、定格出力に余裕を見た出力で十分長時間運転していたとする【解説 4.1】。</p> <p>(2) 原子炉の出力運転中に、蒸気発生器の伝熱管 1 本が、瞬時に両端破断し、二次冷却系を介して一次冷却材が原子炉格納容器外に放出される事象とする。</p> <p>(3) 外部電源は、喪失する場合と喪失しない場合のいずれか厳しい場合を仮定する。また、ECCS が自動起動する場合には、その動作は、一次冷却材の流出量を大きくするように仮定する。</p> <p>(4) 大気中への放出量の計算</p> <p>a) 希ガス類は図 4.3、よう素類は図 4.4 に示す放出経路で大気中へ放出されるとする。</p> <p>b) 事象発生前の一次冷却材中の放射性物質の濃度は、設計上想定した燃料被覆管欠陥率を用いて計算された値とする。</p> <p>c) 設計上想定した欠陥を有する燃料棒のギャップから、希ガス及びよう素が、事故発生直後一次冷却系に追加放出される。</p> <p>d) この一次冷却材内放射性物質のうち、蒸気発生器を隔離するまでの間に一次冷却系から二次冷却系へ流出する放射エネルギーの割合は、その時流出する一次冷却材量の全保有水量に対する割合と同じとする。</p> <p>e) 二次冷却系に流出してきたよう素のうち、有機よう素は 1%とし、残りの 99%は無機よう素とする。有機よう素は、全量が大気中に放出される。無機よう素は、気液分配係数 100 で蒸気とともに大気中に放出される。二次冷却系に流出した希ガスは、全量が大気中に放出される。</p> <p>f) 破損した蒸気発生器の隔離までの放出率を、放出量を隔離時間で除した値で一定であると仮定することができる。また、二次側弁の開閉状況を考慮して放出率を時間依存値で設定してもよい。</p> <p>g) 破損した蒸気発生器の隔離後は、二次側弁からの蒸気の漏えいによって、無機よう素が大気中へ放出される。弁からの蒸気漏えい率は、設計値に余裕を見込んだ値で 30 日間続くものとする。</p> | <p>4.2.2(1) → 内規どおり</p> <p>4.2.2(2) → 内規どおり</p> <p>4.2.2(3) → 内規どおり 泊発電所 3 号機では、大気への核分裂生成物の放出量の観点から、外部電源が喪失する場合の方が喪失しない場合よりも厳しい評価となる。</p> <p>4.2.2(4) → 内規どおり</p> <p>f) 破損した蒸気発生器の隔離までの放出率を、放出量を隔離時間で除した値で一定であると仮定して評価した。また、二次系弁の開閉状態を考慮して放出率を時間依存値で設定した。</p> |

原子力発電所中央制御室の居住性に係る被ばく評価手法について
(内規)

中央制御室（設計基準事故）居住性に係る被ばく評価との適合状況

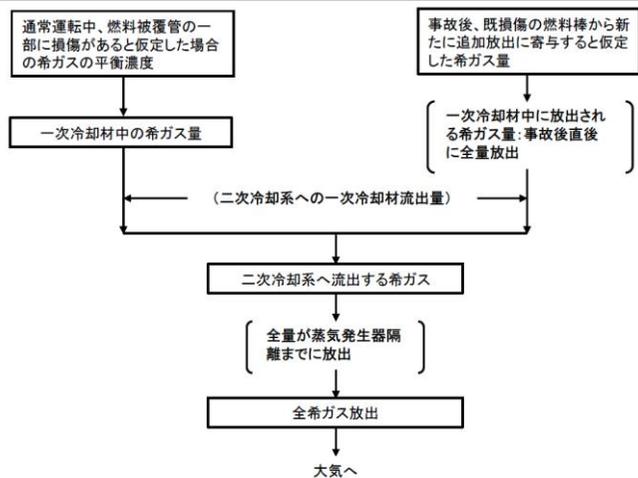


図 4.7 蒸気発生器伝熱管破損の希ガスの放出経路 (PWR 型原子炉施設)

図 4.7 → 内規通り

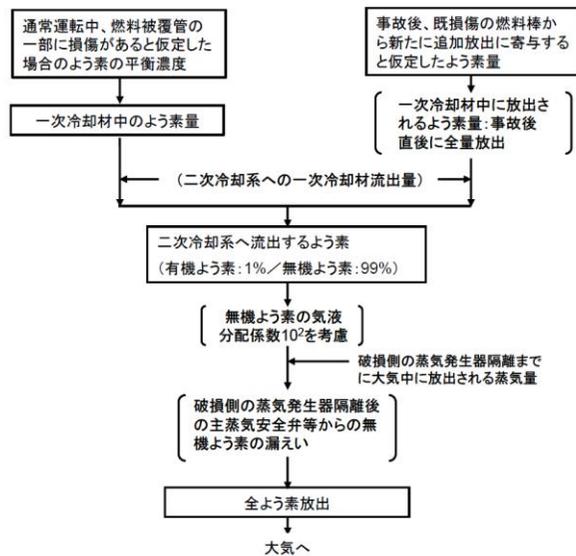


図 4.8 蒸気発生器伝熱管破損のよう素の放出経路 (PWR 型原子炉施設)

図 4.8 → 内規通り

| 原子力発電所中央制御室の居住性に係る被ばく評価手法について (内規) | 中央制御室 (設計基準事故) 居住性に係る被ばく評価との適合状況 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|----------------------------------|---------------------------|------------------------|-----|-------------|----------|-----|--------------|---------|-----------|--------------|---------|-----|----------|-----|-----|----------------|-----|------------|----------------------|-----|------------|----------------------|-----|---|
| <p>5. 大気拡散の評価</p> <p>5.1 放射性物質の大気拡散</p> <p>5.1.1 大気拡散の計算式</p> <p>大気拡散モデルについては、国内の既存の中央制御室と大きく異なる設計の場合には適用しない。</p> <p>(1) 建屋の影響を受けない場合の基本拡散式【解説 5.1】</p> <p>a) ガウスプルームモデルの適用</p> <p>1) ガウスプルームモデル</p> <p>放射性物質の空気中濃度は、放出源高さ、風向、風速、大気安定度に応じて、空間濃度分布が水平方向、鉛直方向ともに正規分布になると仮定した次のガウスプルームモデル^(※3)を適用して計算する。</p> $\chi(x, y, z) = \frac{Q}{2\pi\sigma_y\sigma_zU} \exp\left(-\lambda\frac{x}{U}\right) \exp\left(-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}\right) \times \left[\exp\left\{-\frac{(z-H)^2}{2\sigma_z^2}\right\} + \exp\left\{-\frac{(z+H)^2}{2\sigma_z^2}\right\} \right] \dots\dots\dots (5.1)$ <table border="0"> <tr> <td>$\chi(x, y, z)$</td> <td>: 評価点 (x, y, z) の放射性物質の濃度</td> <td>(Bq / m³)</td> </tr> <tr> <td>Q</td> <td>: 放射性物質の放出率</td> <td>(Bq / s)</td> </tr> <tr> <td>U</td> <td>: 放出源を代表する風速</td> <td>(m / s)</td> </tr> <tr> <td>λ</td> <td>: 放射性物質の崩壊定数</td> <td>(1 / s)</td> </tr> <tr> <td>z</td> <td>: 評価点の高さ</td> <td>(m)</td> </tr> <tr> <td>H</td> <td>: 放射性物質の放出源の高さ</td> <td>(m)</td> </tr> <tr> <td>σ_y</td> <td>: 濃度の y 方向の拡がりのパラメータ</td> <td>(m)</td> </tr> <tr> <td>σ_z</td> <td>: 濃度の z 方向の拡がりのパラメータ</td> <td>(m)</td> </tr> </table> <p>拡散式の座標は、放出源直下の地表を原点に、風下方向を x 軸、その直角方向を y 軸、鉛直方向を z 軸とする直角座標である。</p> <p>2) 保守性を確保するために、通常、放射性物質の核崩壊による減衰項は計算しない。すなわち、(5.1)式で、核崩壊による減衰項を次のとおりとする。</p> $\exp\left(-\lambda\frac{x}{U}\right) = 1 \dots\dots\dots (5.2)$ <p>b) σ_y 及び σ_z は、中央制御室が設置されている建屋が、放出源から比較的近距離にあることを考えて、5.1.3 項に示す方法で計算する。</p> | $\chi(x, y, z)$ | : 評価点 (x, y, z) の放射性物質の濃度 | (Bq / m ³) | Q | : 放射性物質の放出率 | (Bq / s) | U | : 放出源を代表する風速 | (m / s) | λ | : 放射性物質の崩壊定数 | (1 / s) | z | : 評価点の高さ | (m) | H | : 放射性物質の放出源の高さ | (m) | σ_y | : 濃度の y 方向の拡がりのパラメータ | (m) | σ_z | : 濃度の z 方向の拡がりのパラメータ | (m) | <p>5.1.1 → 内規通り</p> <p>泊発電所 3 号機の中央制御室は、既存の中央制御室と大きく異なる設計ではないため、大気拡散モデルを適用した。</p> <p>5.1.1(1)a) → 内規通り</p> <p>放射性物質の空気中濃度は、示されたガウスプルームモデルにて評価している。</p> <p>5.1.1(1)b) → 内規通り</p> |
| $\chi(x, y, z)$ | : 評価点 (x, y, z) の放射性物質の濃度 | (Bq / m ³) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Q | : 放射性物質の放出率 | (Bq / s) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| U | : 放出源を代表する風速 | (m / s) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| λ | : 放射性物質の崩壊定数 | (1 / s) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| z | : 評価点の高さ | (m) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| H | : 放射性物質の放出源の高さ | (m) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| σ_y | : 濃度の y 方向の拡がりのパラメータ | (m) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| σ_z | : 濃度の z 方向の拡がりのパラメータ | (m) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

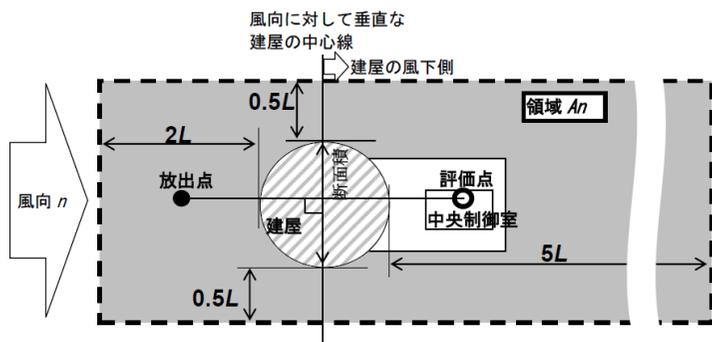
| 原子力発電所中央制御室の居住性に係る被ばく評価手法について (内規) | 中央制御室（設計基準事故）居住性に係る被ばく評価との適合状況 |
|--|---|
| <p>c) 気象データ 風向、風速、大気安定度等の観測項目を、現地において少なくとも1年間観測して得られた気象資料を拡散式に用いる。放出源の高さにおける気象データが得られている場合にはそれを活用してよい。</p> <p>(2) 建屋影響を受ける場合の基本拡散式【解説 5.2】 a) 中央制御室評価で特徴的な近距離の建屋の影響を受ける場合には、(5.1)式の通常の大気拡散による拡がりのパラメータであるσ_y及びσ_zに、建屋による巻き込み現象による初期拡散パラメータσ_{y0}、σ_{z0}を加算した総合的な拡散パラメータ\sum_y、\sum_zを適用する。</p> <p>1) 建屋影響を受ける場合は、次の(5.3)式を基本拡散式とする。</p> $\chi(x, y, z) = \frac{Q}{2\pi \sum_y \cdot \sum_z U} \exp\left(-\lambda \frac{x}{U}\right) \exp\left(-\frac{y^2}{2\sum_y^2}\right) \times \left[\exp\left\{-\frac{(z-H)^2}{2\sum_z^2}\right\} + \exp\left\{-\frac{(z+H)^2}{2\sum_z^2}\right\} \right] \dots\dots\dots (5.3)$ $\sum_y^2 = \sigma_{y0}^2 + \sigma_y^2 \quad , \quad \sum_z^2 = \sigma_{z0}^2 + \sigma_z^2$ $\sigma_{y0}^2 = \sigma_{z0}^2 = \frac{cA}{\pi}$ <p>$\chi(x, y, z)$: 評価点(x, y, z)の放射性物質の濃度 (Bq/m³) Q : 放射性物質の放出率 (Bq/s) U : 放出源を代表する風速 (m/s) λ : 放射性物質の崩壊定数 (1/s) z : 評価点の高さ (m) H : 放射性物質の放出源の高さ (m) ∑_y : 建屋の影響を加算した濃度のy方向の拡がりのパラメータ (m) ∑_z : 建屋の影響を加算した濃度のz方向の拡がりのパラメータ (m) σ_y : 濃度のy方向の拡がりのパラメータ (m) σ_z : 濃度のz方向の拡がりのパラメータ (m) σ_{y0} : 建屋による巻き込み現象によるy方向の初期拡散パラメータ (m) σ_{z0} : 建屋による巻き込み現象によるz方向の初期拡散パラメータ (m) A : 建屋などの風向方向の投影面積 (m²) c : 形状係数 (-)</p> | <p>5.1.1(1)c) → 内規通り 風向、風速、大気安定度等の観測項目を、現地において1年間観測して得られた気象資料を拡散式に用いて評価した。</p> <p>5.1.1(2)a) → 内規通り 中央制御室評価で特徴的な近距離の建屋の影響を受けるため、建屋による巻き込み現象による影響を含めてした。</p> |

| <p>原子力発電所中央制御室の居住性に係る被ばく評価手法について (内規)</p> | <p>中央制御室（設計基準事故）居住性に係る被ばく評価との適合状況</p> |
|--|---|
| <p>2) 保守性を確保するために、通常、放射性物質の核崩壊による減衰項は計算しない。すなわち、(5.3)式で、核崩壊による減衰項を次のとおりとする。これは、(5.2)式の場合と同じである。</p> $\exp\left(-\lambda \frac{x}{U}\right) = 1$ <p>b) 形状係数 c の値は、特に根拠が示されるもののほかは原則として 1/2 を用いる。これは、Gifford により示された範囲 ($1/2 < c < 2$) において保守的に最も大きな濃度を与えるためである。</p> <p>c) 中央制御室の評価においては、放出源又は巻き込みを生じる建屋から近距離にあるため、拡散パラメータの値は σ_{y0}、σ_{z0} が支配的となる。このため、(5.3)式の計算で、$\sigma_y = 0$ 及び $\sigma_z = 0$ として、σ_{y0}、σ_{z0} の値を適用してもよい。</p> <p>d) 気象データ 建屋影響は、放出源高さから地上高さに渡る気象条件の影響を受けるため、地上高さに相当する比較的低風速の気象データ(地上 10m 高さで測定)を採用するのは保守的かつ適切である。</p> <p>e) 建屋影響を受ける場合の条件については、「5.1.2 原子炉施設周辺の建屋影響による拡散」に従う。</p> <p>(3) 建屋影響を受ける場合の基本拡散式の適用について</p> <p>a) (5.3)式を適用する場合、「5.1.2 原子炉施設周辺の建屋影響による拡散」の(1),a)の放出源の条件に応じて、原子炉施設周辺の濃度を、次の b)又は c)の方法によって計算する。</p> <p>b) 放出源の高さで濃度を計算する場合</p> <p>1) 放出源と評価点で高度差がある場合には、評価点高さを放出源高さとして ($z=H$, $H > 0$)、(5.4)式で濃度を求める【解説 5.3】【解説 5.4】。</p> $\chi(x, y, z) = \frac{Q}{2\pi \sum_y \cdot \sum_z U} \exp\left(-\frac{y^2}{2\sum_y^2}\right) \cdot \left[1 + \exp\left\{-\frac{(2H)^2}{2\sum_z^2}\right\}\right] \dots\dots (5.4)$ <p>$\chi(x, y, z)$: 評価点 (x, y, z) の放射性物質の濃度 (Bq/m^3) Q : 放射性物質の放出率 (Bq/s) U : 放出源を代表する風速 (m/s) H : 放射性物質の放出源の高さ (m) \sum_y : 建屋の影響を加算した濃度の y 方向の拡がりのパラメータ (m) \sum_z : 建屋の影響を加算した濃度の z 方向の拡がりのパラメータ (m)</p> | <p>5.1.1(2)b) → 内規通り</p> <p>5.1.1(2)c) → 内規通り 中央制御室においては、放出源又は巻き込みを生じる建屋から近距離にあるため、拡散パラメータの値は σ_{y0}、σ_{z0} が支配的となるが、σ_y 及び σ_z は 0 とはしていない。</p> <p>5.1.1(2)d) → 内規通り 建屋影響は、放出源高さから地上高さに渡る気象条件の影響を受けるため、保守的に地上高さに相当する比較的低風速の気象データ(地上 10m 高さで測定)で評価した。</p> <p>5.1.1(2)e) → 内規通り</p> <p>5.1.1(3)a) → 内規通り (5.3)式を適用するため、「5.1.2 原子炉施設周辺の建屋影響による拡散」の(1)、a)の放出源の条件に応じて、原子炉施設周辺の濃度を次の b)又は c)の方法によって計算した。</p> <p>5.1.1(3)b) → 内規通り 放出源と評価点で高度差がある場合には、評価点高さを放出源高さとして ($z=H$, $H>0$)、(5.4)式で濃度を求めた。</p> |

| <p>原子力発電所中央制御室の居住性に係る被ばく評価手法について (内規)</p> | <p>中央制御室（設計基準事故）居住性に係る被ばく評価との適合状況</p> |
|--|---|
| <p>2) 放出源の高さが地表面よりも十分離れている場合には、地表面からの反射による濃度の寄与が小さくなるため、右辺の指数減衰項は1に比べて小さくなることを確認できれば、無視してよい【解説 5.5】。</p> <p>c) 地上面の高さで濃度を計算する場合 放出源及び評価点が地上面にある場合 ($z=0, H=0$)、地上面の濃度を適用して、(5.5)式で求める【解説 5.3】【解説 5.4】。</p> $\chi(x, y, 0) = \frac{Q}{\pi \sum_y \cdot \sum_z U} \exp\left(-\frac{y^2}{2\sum_y^2}\right) \dots\dots\dots (5.5)$ <p>$\chi(x, y, 0)$: 評価点 ($x, y, 0$) の放射性物質の濃度 (Bq/m³) Q : 放射性物質の放出率 (Bq/s) U : 放出源を代表する風速 (m/s) \sum_y : 建屋の影響を加算した濃度の y 方向の拡がりのパラメータ (m) \sum_z : 建屋の影響を加算した濃度の z 方向の拡がりのパラメータ (m)</p> <p>5.1.2 原子炉施設周辺の建屋影響による拡散 (1) 原子炉施設の建屋後流での巻き込みが生じる場合の条件 a) 中央制御室のように、事故時の放射性物質の放出点から比較的近距离の場所では、建屋の風下側における風の巻き込みによる影響が顕著となると考えられる。そのため、放出点と巻き込みを生じる建屋及び評価点との位置関係によっては、建屋の影響を考慮して大気拡散の計算をする必要がある。 中央制御室の被ばく評価においては、放出点と巻き込みを生じる建屋及び評価点との位置関係について、以下に示す条件すべてに該当した場合、放出点から放出された放射性物質は建屋の風下側で巻き込みの影響を受け拡散し、評価点に到達するものとする。放出点から評価点までの距離は、保守的な評価となるように水平距離を用いる。</p> <ol style="list-style-type: none"> 放出点の高さが建屋の高さの 2.5 倍に満たない場合 放出点と評価点を結んだ直線と平行で放出点を風上とした風向 n について、放出点の位置が風向 n と建屋の投影形状に応じて定まる一定の範囲(図 5.1 の領域 An)の中にある場合 評価点が、巻き込みを生じる建屋の風下側にある場合 <p>上記の三つの条件のうちの一つでも該当しない場合には、建屋の影響はないものとして大気拡散評価を行うものとする(*4)。 ただし、放出点と評価点が隣接するような場合の濃度予測には適用しない。 建屋の影響の有無の判断手順を、図 5.2 に示す。</p> | <p>2) 放出源の高さが地表面よりも十分離れている場合には、地表面からの反射による濃度の寄与が小さくなり、右辺の指数減衰項は 1 に比べて小さいため無視している。</p> <p>5.1.1(3)c) → 内規通り 放出源及び評価点が地上面にある場合 ($z=0, H=0$)、地上面の濃度を適用して(5.5)式で求めている。</p> <p>5.1.2(1)a) → 内規通り 中央制御室の被ばく評価においては、放出点と巻き込みを生じる建屋及び評価点との位置関係について、示された条件すべてに該当するため、放出点から放出された放射性物質は建屋の風下側で巻き込みの影響を受け拡散し、評価点に到達するものとして評価している。</p> |

原子力発電所中央制御室の居住性に係る被ばく評価手法について
(内規)

中央制御室（設計基準事故）居住性に係る被ばく評価との適合状況



注:L 建屋又は建屋群の風向に垂直な面での高さ又は幅の小さい方

図 5.1 建屋影響を考慮する条件(水平断面での位置関係)

b) 実験等によって、より具体的な最新知見が得られた場合、例えば風洞実験の結果から建屋の影響を受けていないことが明らかになった場合にはこの限りではない。

図 5.1 → 内規通り

5.1.2(1)b) → 内規通り
実験等により、より具体的な最新知見を持ち合わせていないため、5.1.2(1)a)にしたがって評価した。

原子力発電所中央制御室の居住性に係る被ばく評価手法について
(内規)

中央制御室（設計基準事故）居住性に係る被ばく評価との適合状況

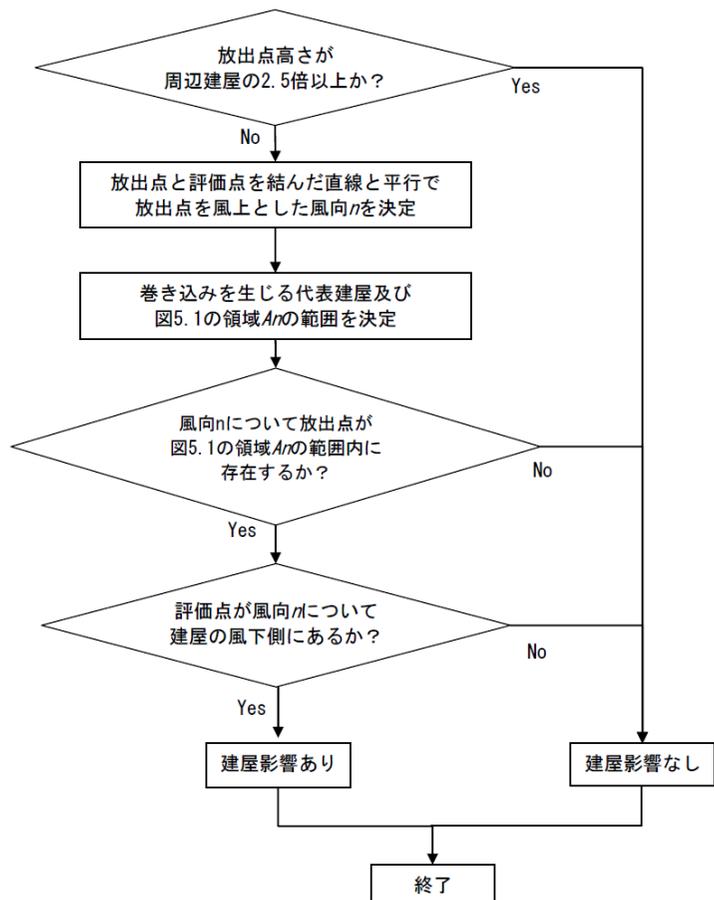


図 5.2 建屋影響の有無の判断手順

図 5.2 → 内規通り

原子力発電所中央制御室の居住性に係る被ばく評価手法について
(内規)

中央制御室（設計基準事故）居住性に係る被ばく評価との適合状況

(2) 建屋後流の巻き込みによる放射性物質の拡散の考え方

- a) 「5.1.2 原子炉施設周辺の建屋影響による拡散」(1a)項で、建屋後流での巻き込みが生じると判定された場合、ブルームは、通常の大気拡散によって放射性物質が拡がる前に、巻き込み現象によって放射性物質の拡散が行われたと考える。
このような場合には、風下着目方位を1方位のみとせず、複数方位を着目方位と見込み、かつ、保守的な評価となるよう、すべての評価対象方位について風下中心軸上の最大濃度を用いる。
- b) この場合の拡散パラメータは、建屋等の投影面積の関数であり、かつ、その中での濃度分布は正規分布と仮定する。
建屋影響を受けない通常の拡散の基本式(5.1)式と同様、建屋影響を取入れた基本拡散式(5.3)式も正規分布を仮定しているが、建屋の巻き込みによる初期拡散効果によって、ゆるやかな分布となる。(図 5.3)

- 5.1.2(2)a) → 内規通り
複数方位を着目方位と見込み、かつ、保守的な評価となるよう、すべての評価対象方位について風下中心軸上の最大濃度を用いて評価した。
- 5.1.2(2)b) → 内規通り

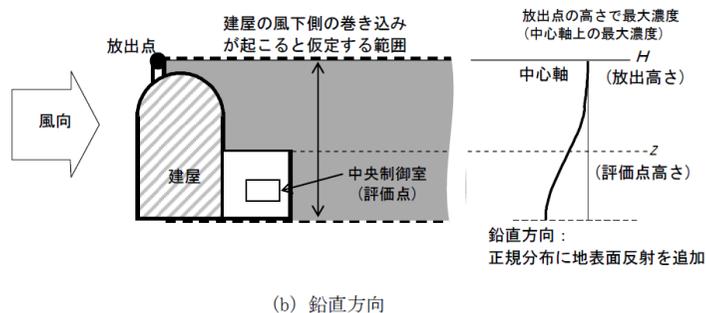
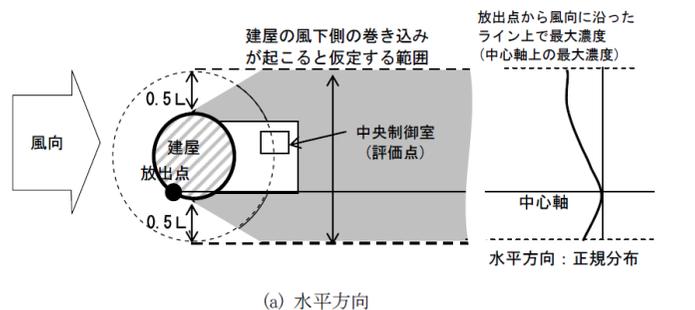


図 5.3 建屋による巻き込み現象を考えた建屋周辺の濃度分布の考え方

図 5.3 → 内規通り

原子力発電所中央制御室の居住性に係る被ばく評価手法について
(内規)

中央制御室（設計基準事故）居住性に係る被ばく評価との適合状況

(3) 建屋による巻き込みの評価条件

a) 巻き込みを生じる代表建屋

- 1) 原子炉施設の近辺では、隣接する複数の建屋の風下側で広く巻き込みによる拡散が生じているものとする。
- 2) 巻き込みを生じる建屋として、原子炉格納容器、原子炉建屋、原子炉補助建屋、タービン建屋、コントロール建屋、燃料取り扱い建屋等、原則として放出源の近隣に存在するすべての建屋が対象となるが、巻き込みの影響が最も大きいと考えられる一つの建屋を代表として相対濃度を算出することは、保守的な結果を与える【解説 5.6】。
- 3) 巻き込みを生じる代表的な建屋として、表 5.1 に示す建屋を選定することは適切である。

表 5.1 放射性物質の巻き込みの対象とする代表建屋の選定例

| 原子炉施設 | 想定事故 | 建屋の種類 |
|------------|------------|--|
| BWR 型原子炉施設 | 原子炉冷却材喪失 | 原子炉建屋(建屋影響がある場合) |
| | 主蒸気管破断 | 原子炉建屋又はタービン建屋(結果が厳しい方で代表) |
| PWR 型原子炉施設 | 原子炉冷却材喪失 | 原子炉格納容器(原子炉格納施設)、 原子炉格納容器(原子炉格納施設)及び 原子炉建屋 |
| | 蒸気発生器伝熱管破損 | 原子炉格納容器(原子炉格納施設)、 原子炉格納容器(原子炉格納施設)及び 原子炉建屋 |

b) 放射性物質濃度の評価点

- 1) 中央制御室が属する建屋の代表面の選定
中央制御室内には、中央制御室が属する建屋(以下、「当該建屋」)の表面から、事故時に外気取入を行う場合は主に給気口を介して、また事故時に外気の取入れを遮断する場合には流入によって、放射性物質が侵入するとする。
- 2) 建屋の影響が生じる場合、中央制御室を含む当該建屋の近辺ではほぼ全般にわたり、代表建屋による巻き込みによる拡散の効果が及んでいると考えられる。このため、中央制御室換気設備の非常時の運転モードに応じて、次の i) 又は ii) によって、当該建屋の表面の濃度を計算する。
 - i) 評価期間中も給気口から外気を取入れることを前提とする場合は、給気口が設置されている当該建屋の表面とする。
 - ii) 評価期間中は外気を遮断することを前提とする場合は、中央制御室が属する当該建屋の各表面(屋上面又は側面)のうちの代表面(代表評価面)を選定する。

5.1.2(3)a) → 内規通り

巻き込みを生じる建屋として、巻き込みの影響が最も大きいと考えられる 3 号機原子炉格納容器を代表建屋として相対濃度を算出している。

5.1.2(3)b)1) → 内規通り

事故時に外気の取入れを遮断するので、中央制御室内には流入によって放射性物質が侵入するものとして評価した。

5.1.2(3)b)2) → 内規通り

評価期間中は外気を遮断することを前提としているため、中央制御室が属する当該建屋の屋上面を代表面(代表評価面)として選定した。

原子力発電所中央制御室の居住性に係る被ばく評価手法について
(内規)

中央制御室（設計基準事故）居住性に係る被ばく評価との適合状況

- 3) 代表面における評価点
- i) 建屋の巻き込みの影響を受ける場合には、中央制御室の属する建屋表面での濃度は風下距離の依存性は小さくほぼ一様と考えられるので、評価点は厳密に定める必要はない。屋上面を代表とする場合、例えば中央制御室の中心点を評価点とするのは妥当である。
 - ii) 中央制御室が属する当該建屋とは、原子炉建屋、原子炉補助建屋又はコントロール建屋などが相当する。
 - iii) 代表評価面は、当該建屋の屋上面とすることは適切な選定である。また、中央制御室が屋上面から離れている場合は、当該建屋の側面を代表評価面として、それに対応する高さでの濃度を対で適用することも適切である。
 - iv) 屋上面を代表面とする場合、評価点として中央制御室の中心点を選定し、対応する風下距離から拡散パラメータを算出してもよい。また $\sigma_y = 0$ 及び $\sigma_z = 0$ として、 σ_{y0} 、 σ_{z0} の値を適用してもよい。

- 5.1.2(3)b)3) → 内規通り
屋上面を代表としているため、中央制御室の中心点を評価点とした。
- iv) 拡散パラメータの値は σ_{y0} 、 σ_{z0} が支配的となるが、 σ_y 及び σ_z は0とはしていない。

- c) 着目方位
- 1) 中央制御室の被ばく評価の計算では、代表建屋の風下後流側での広範囲に及ぶ乱流混合域が顕著であることから、放射性物質濃度を計算する当該着目方位としては、放出源と評価点を結ぶラインが含まれる1方位のみを対象とするのではなく、図5.4に示すように、代表建屋の後流側の拡がりの影響が評価点に及ぶ可能性のある複数の方位を対象とする【解説 5.7】。

- 5.1.2(3)c)1) → 内規通り

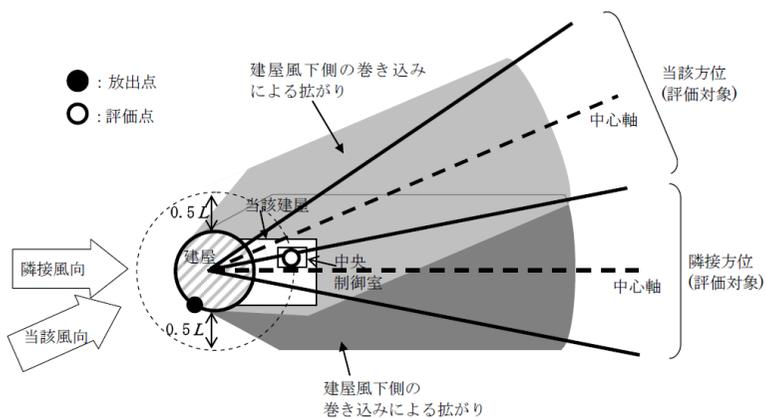


図 5.4 建屋後流での巻き込み影響を受ける場合の考慮すべき方位

図 5.4 → 内規通り

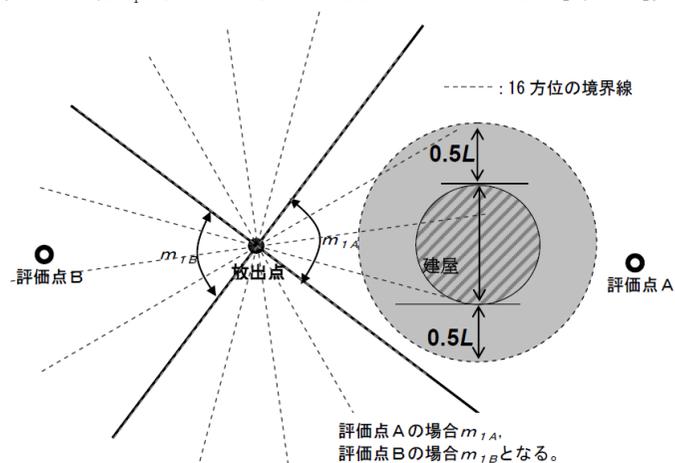
原子力発電所中央制御室の居住性に係る被ばく評価手法について
(内規)

中央制御室（設計基準事故）居住性に係る被ばく評価との適合状況

評価対象とする方位は、放出された放射性物質が建屋の影響を受けて拡散すること、及び建屋の影響を受けて拡散された放射性物質が評価点に届くことの両方に該当する方位とする。

具体的には、全 16 方位について以下の三つの条件に該当する方位を選定し、すべての条件に該当する方位を評価対象とする。

- i) 放出点が評価点の風上にあること
- ii) 放出点から放出された放射性物質が、建屋の風下側に巻き込まれるような範囲に、放出点が存在すること。この条件に該当する風向の方位 m_1 の選定には、図 5.5 のような方法を用いることができる。図 5.5 の対象となる二つの風向の方位の範囲 m_{1A} 、 m_{1B} のうち、放出点が評価点の風上となるどちらか一方の範囲が評価の対象となる。放出点が建屋に接近し、 $0.5L$ の拡散領域(図 5.5 のハッチング部分)の内部にある場合は、風向の方位 m_1 は放出点が評価点の風上となる 180° が対象となる【解説 5.8】。



注:Lは風向に垂直な建屋の投影面の高さ又は投影面の幅のうちの小さい方

図 5.5 建屋の風下側で放射性物質が巻き込まれる風向の方位 m_1 の選定方法
(水平断面での位置関係)

- iii) 建屋の風下側で巻き込まれた大気が評価点に到達すること。この条件に該当する風向の方位 m_2 の選定には、図 5.6 に示す方法を用いることができる。評価点が建屋に接近し、 $0.5L$ の拡散領域(図 5.6 のハッチング部分)の内部にある場合は、風向の方位 m_2 は放出点が評価点の風上となる 180° が対象となる【解説 5.8】。

5.1.2(3)c)1) i) → 内規通り

5.1.2(3)c)1) ii) → 内規通り

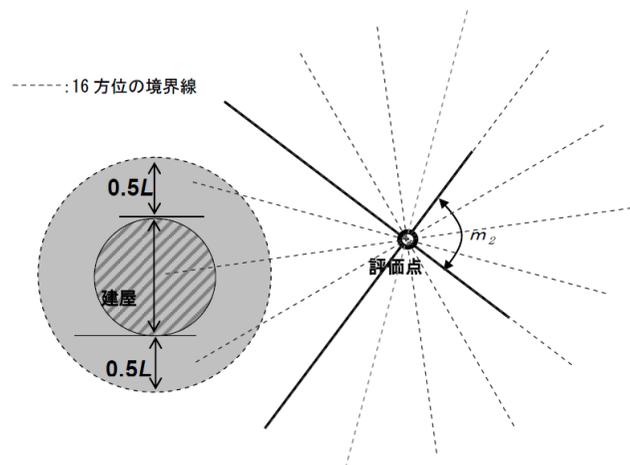
放出点が建屋に接近し、 $0.5L$ の拡散領域(図 5.5 のハッチング部分)の内部にあるため、風向の方位 m_1 は放出点が評価点の風上となる 180° を対象とした。

5.1.2(3)c)1) iii) → 内規通り

評価点が建屋に接近し、 $0.5L$ の拡散領域(図 5.6 のハッチング部分)の内部にあるため、風向の方位 m_2 は放出点が評価点の風上となる 180° を対象とした。

原子力発電所中央制御室の居住性に係る被ばく評価手法について
(内規)

中央制御室（設計基準事故）居住性に係る被ばく評価との適合状況



注: Lは風向に垂直な建屋の投影面の高さ又は投影面の幅のうちの小さい方

図 5.6 建屋の風下側で巻き込まれた大気が評価点に到達する風向の方位 m_2 の選定方法(水平断面での位置関係)

図 5.5 及び図 5.6 は、断面が円筒形状の建屋を例として示しているが、断面形状が矩形の建屋についても、同じ要領で評価対象の方位を決定することができる【解説 5.9】。建屋の影響がある場合の評価対象方位選定手順を、図 5.7 に示す。

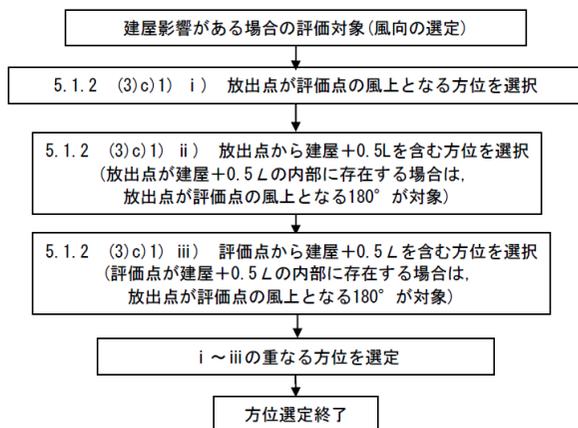


図 5.7 建屋の影響がある場合の評価対象方位選定手順

図 5.6 → 内規通り

建屋は断面が円筒形状である。

図 5.7 → 内規通り

原子力発電所中央制御室の居住性に係る被ばく評価手法について
(内規)

中央制御室（設計基準事故）居住性に係る被ばく評価との適合状況

- 2) 具体的には、図 5.8 のとおり、当該建屋表面において定めた評価点から、原子炉施設の代表建屋の水平断面を見込む範囲にあるすべての方位を定める。【解説 5.7】幾何学的に建屋群を見込む範囲に対して、気象評価上の方位とのずれによって、評価すべき方位の数が増加することが考えられるが、この場合、幾何学的な見込み範囲に相当する適切な見込み方位の設定を行ってもよい【解説 5.10】。

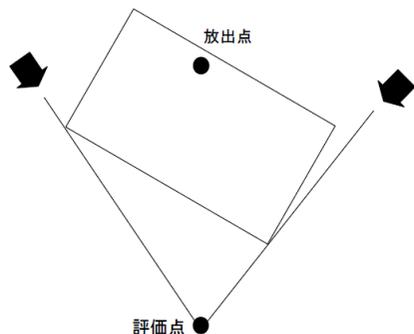


図 5.8 評価対象方位の設定

d) 建屋投影面積

- 1) 図 5.9 に示すとおり、風向に垂直な代表建屋の投影面積を求め、放射性物質の濃度を求めるために大気拡散式の入力とする【解説 5.11】。
- 2) 建屋の影響がある場合の多くは複数の風向を対象に計算する必要があるため、風向の方位ごとに垂直な投影面積を求める。ただし、対象となる複数の方位の投影面積の中で、最小面積を、すべての方位の計算の入力として共通に適用することは、合理的であり保守的である。
- 3) 風下側の地表面から上の投影面積を求め大気拡散式の入力とする。方位によって風下側の地表面の高さが異なる場合は、方位ごとに地表面高さから上の面積を求める。また、方位によって、代表建屋とは別の建屋が重なっている場合でも、原則地表面から上の代表建屋の投影面積を用いる【解説 5.12】。

- 5.1.2(3)c)2) → 内規通り
建屋は断面が円筒形状である。

- 5.1.2(3)d)1) → 内規通り

- 5.1.2(3)d)2) → 内規通り
風向の方位ごとに垂直な投影面積を求める必要があるが、地表面から上の原子炉格納容器の最小投影面積をすべての方位の計算の入力として共通に適用した。

- 5.1.2(3)d)3) → 内規通り
風下側の地表面から上の投影面積を求め大気拡散式の入力とするが、原則地表面から上の代表建屋の投影面積を用いるため、地表面から上の原子炉格納容器の最小投影面積をすべての方位の計算の入力として共通に適用した。

原子力発電所中央制御室の居住性に係る被ばく評価手法について
(内規)

中央制御室（設計基準事故）居住性に係る被ばく評価との適合状況

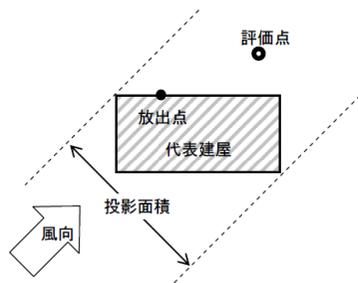


図 5.9 風向に垂直な建屋投影面積の考え方

図 5.9 → 内規通り

(4) 建屋の影響がない場合の計算に必要な具体的な条件

a) 放射性物質濃度の評価点の選定

建屋の影響がない場合の放射性物質の拡がりのパラメータは σ_y 及び σ_z のみとなり、放出点からの風下距離の影響が大きいことを考慮して、以下のとおりとする。

1) 非常時に外気の取入れを行う場合

外気取入口の設置されている点を評価点とする。

2) 非常時に外気の取入れを遮断する場合

当該建屋表面において以下を満たす点を評価点とする。

- ① 風下距離：放出点から中央制御室の最近接点までの距離
- ② 放出点との高度差が最小となる建屋面

b) 風向の方位

建屋の影響がない場合は、放出点から評価点を結ぶ風向を含む 1 方位のみについて計算を行う。

5.1.2(4) 建屋の影響を考慮して評価しているため、(4)項は該当せず。

5.1.3 濃度分布の拡がりのパラメータ σ_y, σ_z

(1) 風下方向の通常の大気拡散による拡がりのパラメータ σ_y 及び σ_z は、風下距離及び大気安定度に応じて、図 5.10 又はそれに対応する相関式によって求める。

5.1.3(1) → 内規通り

(2) 相関式から求める場合は、次のとおりとする^(※3)。

5.1.3(2) → 内規通り

$$\log \sigma_z = \log \sigma_1 + \{a_1 + a_2 \log x + a_3 (\log x)^2\} \log x \quad \dots \dots \dots (5.6)$$

$$\sigma_y = 0.67775 \theta_{0.1} x (5 - \log x) \quad \dots \dots \dots (5.7)$$

x : 風下距離 (km)
 σ_y : 濃度の水平方向の拡がりパラメータ (m)

原子力発電所中央制御室の居住性に係る被ばく評価手法について
(内規)

中央制御室（設計基準事故）居住性に係る被ばく評価との適合状況

σ_2 : 濃度の鉛直方向の拡がりパラメータ (m)
 $\theta_{0.1}$: 0.1kmにおける角度因子の値 (deg)

- a) 角度因子 θ は、 $\theta(0.1km)/\theta(100km) = 2$ とし、図 5.10 の風下距離を対数にとった片対数軸で直線内挿とした経験式のパラメータである。 $\theta(0.1km)$ の値を表 5.2 に示す。
- b) (5.6)式の σ_1, a_1, a_2, a_3 の値を、表 5.3 に示す。

5.1.3(2)a) → 内規通り

5.1.3(2)b) → 内規通り

表 5.2 $\theta_{0.1}$: 0.1kmにおける角度因子の値 (deg)

| 大気安定度 | A | B | C | D | E | F |
|----------------|----|----|----|----|----|----|
| $\theta_{0.1}$ | 50 | 40 | 30 | 20 | 15 | 10 |

表 5.3(1/2) 拡散のパラメータ σ_1, a_1, a_2, a_3 の値

(a) 風下距離が 0.2km 未満
 (a_2, a_3 は 0 とする)

| 大気安定度 | σ_1 | a_1 |
|-------|------------|-------|
| A | 165. | 1.07 |
| B | 83.7 | 0.894 |
| C | 58.0 | 0.891 |
| D | 33.0 | 0.854 |
| E | 24.4 | 0.854 |
| F | 15.5 | 0.822 |

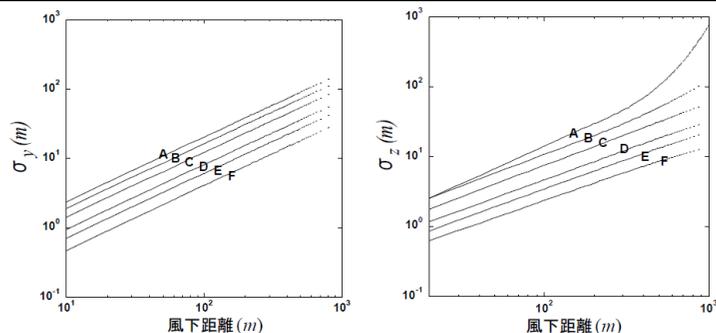
表 5.3(2/2) 拡散のパラメータ σ_1, a_1, a_2, a_3 の値

(b) 風下距離が 0.2km 以遠

| 大気安定度 | σ_1 | a_1 | a_2 | a_3 |
|-------|------------|--------|-----------|---------|
| A | 768.1 | 3.9077 | 3.898 | 1.7330 |
| B | 122.0 | 1.4132 | 0.49523 | 0.12772 |
| C | 58.1 | 0.8916 | -0.001649 | 0.0 |
| D | 37.1 | 0.7626 | -0.095108 | 0.0 |
| E | 22.2 | 0.7117 | -0.12697 | 0.0 |
| F | 13.8 | 0.6582 | -0.1227 | 0.0 |

原子力発電所中央制御室の居住性に係る被ばく評価手法について
(内規)

中央制御室（設計基準事故）居住性に係る被ばく評価との適合状況



(a) y 方向の拡がりのパラメータ(σ_y) (b) z 方向の拡がりのパラメータ(σ_z)

図 5.10 濃度の拡がりのパラメータ

図 5.10 は、Pasquill-Meade の、いわゆる鉛直 1/10 濃度幅 h の図及び水平 1/10 濃度幅を見込む角 θ の記述にほぼ忠実に従って作成したもので、中央制御室の計算に適用できる。

h 及び θ は、次のとおりである^(※3)。

$$h = 2.15\sigma_z \quad \dots\dots\dots (5.8)$$

$$\frac{1}{2}\theta = \frac{180}{\pi} \cdot \frac{2.15\sigma_y}{x} \quad \dots\dots\dots (5.9)$$

- h : 濃度が 1/10 になる高さ (m)
- θ : 角度因子 (deg)
- x : 風下距離 (m)

5.2 相対濃度 (χ/Q)

5.2.1 実効放出継続時間内の気象変動の扱いの考え方

事故後に放射性物質の放出が継続している時間を踏まえた相対濃度は、次のとおり計算する。

- (1) 相対濃度は、毎時刻の気象項目と実効的な放出継続時間(放射性物質の放出率の時間的変化から定めるもので、以下実効放出継続時間という)をもとに、評価点ごとに計算する。
- (2) 評価点の相対濃度は、毎時刻の相対濃度を年間について小さい方から累積した場合、その累積出現頻度が 97% に当たる相対濃度とする【解説 5.13】。

図 5.10 → 内規通り

5.2.1(1) → 内規通り

5.2.1(2) → 内規通り

| 原子力発電所中央制御室の居住性に係る被ばく評価手法について (内規) | 中央制御室 (設計基準事故) 居住性に係る被ばく評価との適合状況 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|----------------------------------|------------------|-------------|-----|------------|---------|--------------|----------------|-------------|--------------|-----------------------------|------------------|--|-----------------------|------------------|--------------|----------------|-------------|-----|----------|---------|-----|-------------------|---------|-------|--------------|-----------|------------|----------------------------------|---------|------------|----------------------------------|---------|---|
| <p>5.2.2 実効放出継続時間に応じた水平方向濃度の扱い</p> <p>(1) 相対濃度 χ/Q は, (5.10)式^(*)によって計算する【解説 5.13】。</p> $\chi/Q = \frac{1}{T} \sum_{i=1}^T (\chi/Q)_i \delta_i^d \quad \dots\dots\dots (5.10)$ <table border="0"> <tr> <td>χ/Q</td> <td>: 実効放出継続時間中の相対濃度</td> <td>(s/m^3)</td> </tr> <tr> <td>T</td> <td>: 実効放出継続時間</td> <td>(h)</td> </tr> <tr> <td>$(\chi/Q)_i$</td> <td>: 時刻 i の相対濃度</td> <td>(s/m^3)</td> </tr> <tr> <td>δ_i^d</td> <td>: 時刻 i で, 風向が評価対象 d の場合</td> <td>$\delta_i^d = 1$</td> </tr> <tr> <td></td> <td>時刻 i で, 風向が評価対象外の場合</td> <td>$\delta_i^d = 0$</td> </tr> </table> <p>a) この場合, $(\chi/Q)_i$ は, 時刻 i における気象条件に対する相対濃度であり, 5.1.2 項で示す考え方で計算するが, さらに, 水平方向の風向の変動を考慮して, 次項に示すとおり計算する。</p> <p>b) 風洞実験の結果等によって $(\chi/Q)_i$ の補正が必要なときは, 適切な補正を行う。</p> <p>(2) $(\chi/Q)_i$ の計算式</p> <p>a) 建屋の影響を受けない場合の計算式 建屋の巻き込みによる影響を受けない場合は, 相対濃度は, 次の 1) 及び 2) のとおり, 短時間放出又は長時間放出に応じて計算する。</p> <p>1) 短時間放出の場合 短時間放出の場合, $(\chi/Q)_i$ の計算は, 風向が一定と仮定して(5.11)式^(*)によって計算する。</p> $(\chi/Q)_i = \frac{1}{2\pi\sigma_y\sigma_z U_i} \cdot \left[\exp\left\{-\frac{(z-H)^2}{2\sigma_z^2}\right\} + \exp\left\{-\frac{(z+H)^2}{2\sigma_z^2}\right\} \right] \quad \dots\dots\dots (5.11)$ <table border="0"> <tr> <td>$(\chi/Q)_i$</td> <td>: 時刻 i の相対濃度</td> <td>(s/m^3)</td> </tr> <tr> <td>z</td> <td>: 評価点の高さ</td> <td>(m)</td> </tr> <tr> <td>H</td> <td>: 放出源の高さ(排気筒有効高さ)</td> <td>(m)</td> </tr> <tr> <td>U_i</td> <td>: 時刻 i の風速</td> <td>(m/s)</td> </tr> <tr> <td>σ_y</td> <td>: 時刻 i で, 濃度の水平方向の 拡がりパラメータ</td> <td>(m)</td> </tr> <tr> <td>σ_z</td> <td>: 時刻 i で, 濃度の鉛直方向の 拡がりパラメータ</td> <td>(m)</td> </tr> </table> | χ/Q | : 実効放出継続時間中の相対濃度 | (s/m^3) | T | : 実効放出継続時間 | (h) | $(\chi/Q)_i$ | : 時刻 i の相対濃度 | (s/m^3) | δ_i^d | : 時刻 i で, 風向が評価対象 d の場合 | $\delta_i^d = 1$ | | 時刻 i で, 風向が評価対象外の場合 | $\delta_i^d = 0$ | $(\chi/Q)_i$ | : 時刻 i の相対濃度 | (s/m^3) | z | : 評価点の高さ | (m) | H | : 放出源の高さ(排気筒有効高さ) | (m) | U_i | : 時刻 i の風速 | (m/s) | σ_y | : 時刻 i で, 濃度の水平方向の 拡がりパラメータ | (m) | σ_z | : 時刻 i で, 濃度の鉛直方向の 拡がりパラメータ | (m) | <p>5.2.2(1) → 内規通り</p> <p>b) 補正は不要である。</p> <p>5.2.2(2)a) 建屋の影響を受けるため a) 項は該当せず。</p> |
| χ/Q | : 実効放出継続時間中の相対濃度 | (s/m^3) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| T | : 実効放出継続時間 | (h) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| $(\chi/Q)_i$ | : 時刻 i の相対濃度 | (s/m^3) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| δ_i^d | : 時刻 i で, 風向が評価対象 d の場合 | $\delta_i^d = 1$ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 時刻 i で, 風向が評価対象外の場合 | $\delta_i^d = 0$ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| $(\chi/Q)_i$ | : 時刻 i の相対濃度 | (s/m^3) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| z | : 評価点の高さ | (m) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| H | : 放出源の高さ(排気筒有効高さ) | (m) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| U_i | : 時刻 i の風速 | (m/s) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| σ_y | : 時刻 i で, 濃度の水平方向の 拡がりパラメータ | (m) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| σ_z | : 時刻 i で, 濃度の鉛直方向の 拡がりパラメータ | (m) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

原子力発電所中央制御室の居住性に係る被ばく評価手法について
(内規)

中央制御室（設計基準事故）居住性に係る被ばく評価との適合状況

2) 長時間放出の場合

実効放出時間が8時間を超える場合には、 $(\chi/Q)_i$ の計算に当たっては、放出放射性物質の全量が一方位内のみに一様分布すると仮定して(5.12)式^(※3)によって計算する。

$$(\chi/Q)_i = \frac{2.032}{2\sigma_z U_i x} \cdot \left[\exp\left\{-\frac{(z-H)^2}{2\sigma_z^2}\right\} + \exp\left\{-\frac{(z+H)^2}{2\sigma_z^2}\right\} \right] \quad \dots\dots (5.12)$$

$(\chi/Q)_i$: 時刻*i*の相対濃度 (s/m³)
H : 放出源の高さ(排気筒有効高さ) (m)
x : 放出源から評価点までの距離 (m)
U_i : 時刻*i*の風速 (m/s)
 σ_z : 時刻*i*で、濃度の鉛直方向の
 拡がりパラメータ (m)

b) 建屋の影響を受ける場合の計算式

5.1.2 項の考え方にに基づき、中央制御室を含む建屋の後流側では、建屋の投影面積に応じた初期拡散による拡がりをもつ濃度分布として計算する。また、実効放出継続時間に応じて、次の1)又は2)によって、相対濃度を計算する。

5.2.2(2)b) → 内規通り

1) 短時間放出の場合

建屋影響を受ける場合の濃度分布は、風向に垂直な建屋の投影の幅と高さに対応する拡がりの中で、放出点からの軸上濃度を最大値とする正規分布として仮定する。短時間放出の計算の場合には保守的に水平濃度分布の中心軸上に中央制御室評価点に存在し風向が一定であるものとして、(5.13)式^(※3)によって計算する。

5.2.2(2)b)1) → 内規通り

$$(\chi/Q)_i = \frac{1}{2\pi \sum_{y_i} \cdot \sum_{z_i} \cdot U} \left[\exp\left\{-\frac{(z-H)^2}{2\sum_{z_i}^2}\right\} + \exp\left\{-\frac{(z+H)^2}{2\sum_{z_i}^2}\right\} \right] \quad \dots\dots (5.13)$$

$$\sum_{y_i} = \sqrt{\sigma_{y_i}^2 + \frac{cA}{\pi}} \quad , \quad \sum_{z_i} = \sqrt{\sigma_z^2 + \frac{cA}{\pi}}$$

$(\chi/Q)_i$: 時刻*i*の相対濃度 (s/m³)
H : 放出源の高さ (m)
z : 評価点の高さ (m)
U_i : 時刻*i*の風速 (m/s)
A : 建屋等の風向方向の投影面積 (m²)
c : 形状係数 (-)
 \sum_{y_i} : 時刻*i*で、建屋等の影響を入れた
 濃度の水平方向の拡がりパラメータ (m)
 \sum_{z_i} : 時刻*i*で、建屋等の影響を入れた

| 原子力発電所中央制御室の居住性に係る被ばく評価手法について (内規) | 中央制御室（設計基準事故）居住性に係る被ばく評価との適合状況 |
|--|---|
| <p>濃度の鉛直方向の拡がりパラメータ (m)</p> <p>σ_{yi} :時刻<i>i</i>で、濃度の水平方向の 拡がりパラメータ (m)</p> <p>σ_{zi} :時刻<i>i</i>で、濃度の鉛直方向の 拡がりパラメータ (m)</p> <p>2) 長時間放出の場合</p> <p>i) 長時間放出の場合には、建屋の影響のない場合と同様に、1方位内で平均した濃度として求めてもよい。</p> <p>ii) ただし、建屋の影響による拡がりの幅が風向の1方位の幅よりも拡がり隣接の方位にまで及ぶ場合には、建屋の影響がない場合の(5.12)式のような、放射性物質の拡がりの全量を計算し1方位の幅で平均すると、短時間放出の(5.13)式で得られる最大濃度より大きな値となり不合理な結果となることがある【解説5.14】。</p> <p>iii) ii)の場合、1方位内に分布する放射性物質の量を求め、1方位の幅で平均化処理することは適切な例である。</p> <p>iv) ii)の場合、平均化処理を行うかわりに、長時間でも短時間の計算式による最大濃度として計算を行うことは保守的であり、かつ計算も簡便となる。</p> <p>5.3 相対線量(D/Q)</p> <p>(1) 大気中に放出された放射性物質に起因する放射性雲からのガンマ線による全身に対しての線量を計算するために、空気カーマを用いた相対線量を計算する。</p> <p>(2) 空気カーマから全身に対しての線量への換算係数は、1Sv/Gyとする。</p> <p>(3) 評価点(x, y, 0)における空気カーマ率は、(5.14)式^(※5)によって計算する。</p> $D = K_I E \mu_a \int_0^\infty \int_0^\infty \int_0^\infty \frac{e^{-\mu r}}{4\pi r^2} B(\mu r) \gamma(x', y', z') dx' dy' dz' \dots\dots\dots (5.14)$ $B(\mu r) = 1 + \alpha(\mu r) + \beta(\mu r)^2 + \gamma(\mu r)^3$ <p>D :評価点(x, y, 0)における空気吸収線量率 (μGy/s)</p> <p>K_I :空気吸収線量率への換算係数 $\left(\frac{dis \cdot m^3 \cdot \mu Gy}{MeV \cdot Bq \cdot s} \right)$</p> <p>E :ガンマ線の実効エネルギー (MeV/dis)</p> <p>μ_a :空気に対するガンマ線の線エネルギー吸収係数 (1/m)</p> <p>μ :空気に対するガンマ線の線減衰係数 (1/m)</p> <p>r : (x', y', z')から(x, y, 0)までの距離 (m)</p> <p>B(μr) :空気に対するガンマ線の再生係数</p> | <p>5.2.2(2)b)2) → 内規通り</p> <p>平均化処理を行うかわりに、長時間でも短時間の計算式による最大濃度として計算を行うことは保守的であり、かつ計算も簡便となるため、長時間放出の場合も短時間放出と同様に評価した。</p> <p>5.3(1) → 内規通り</p> <p>5.3(2) → 内規通り</p> <p>5.3(3) → 内規通り</p> |

| 原子力発電所中央制御室の居住性に係る被ばく評価手法について (内規) | 中央制御室（設計基準事故）居住性に係る被ばく評価との適合状況 |
|--|--|
| <p>$\chi(x', y', z') : (x', y', z')$ の濃度 (Bq/m³)</p> <p>$\mu_a, \mu, \alpha, \beta, \gamma$ は、0.5MeVのガンマ線に対する値を用いる。</p> <p>(4) 建屋影響を受ける場合は、$\chi(x', y', z')$ の計算において、建屋影響の効果を取入れてもよい。 (「5.2.2(2)b)建屋の影響を受ける場合の計算式」参照)</p> <p>(5) 評価点を放出点と同じ高さ(風下軸上)に設定し、$\chi(x', y', z')$ を計算する場合の建屋の巻き込み効果を見込まずに計算することは、合理的かつ保守的である。 ただし、建屋影響を受ける場合は、この影響を見込んだ複数方位を、着目方位とする必要がある。(「5.1.2(3)c)着目方位」参照)</p> | <p>5.3(4) → 内規通り 相対線量の計算においても建屋影響を受けるが、評価においては建屋影響の効果を取入れていない。</p> <p>5.3(5) → 内規通り 合理的かつ保守的な評価を行うため、評価点を放出点と同じ高さ(風下軸上)に設定し、$\chi(x', y', z')$ を計算する場合の建屋の巻き込みを見込まなかった。</p> |

| 原子力発電所中央制御室の居住性に係る被ばく評価手法について (内規) | 中央制御室（設計基準事故）居住性に係る被ばく評価との適合状況 |
|--|--|
| <p>6. 建屋内の放射性物質からのスカイシャインガンマ線及び直接ガンマ線</p> <p>(1) 次の a), b)及び c)を, 6.1 から 6.3 までに示す方法によって計算する。</p> <p>a) スカイシャインガンマ線及び直接ガンマ線の線源となる建屋内放射エネルギー線の計算 b) スカイシャインガンマ線の計算 c) 直接ガンマ線の計算</p> <p>(2) PWR 型原子炉施設の蒸気発生器伝熱管破損のように, 建屋内に放射性物質が滞留することなく系統から直接環境へ放出されるような事象については, 建屋からのスカイシャインガンマ線及び直接ガンマ線の評価は不要である。</p> <p>(3) 地形及び施設の構造上の理由によって, スカイシャインガンマ線及び直接ガンマ線による線量が大気中に放出された放射性物質による線量に対し明らかに有意な寄与とならない場合には, 評価を省略することができる。</p> <p>6.1 スカイシャインガンマ線及び直接ガンマ線の線源の計算</p> <p>(3) 原子炉冷却材喪失(PWR 型原子炉施設)</p> <p>a) 事故の想定は, 4.2.1「原子炉冷却材喪失」とする。</p> <p>b) 事故時に炉心から原子炉格納容器内に放出された放射性物質は, すべて原子炉格納容器内に均一に分布するものと仮定し, 原子炉格納容器からの漏えいによる減少効果及び格納容器スプレイ水による除去効果は無視する。この原子炉格納容器内の放射性物質をスカイシャインガンマ線及び直接ガンマ線の線源とする。</p> <p>c) 原子炉格納容器内に放出される放射性物質の量の炉心内蓄積量に対する割合は, 希ガス 100%, ハロゲン 50%, その他 1%とする。</p> <p>d) 計算対象とする核種は希ガス, ハロゲン及び固形分とし, 核分裂収率が小さく半減期の極めて短いもの及びエネルギーの小さいものは, 計算の対象としない【解説 6.2】。</p> <p>e) 事故後 30 日間の積算線源強度は, 原子炉格納容器内浮遊放射性物質及びアニュラス部内浮遊放射性物質によるガンマ線エネルギーを, エネルギー範囲によって区分して計算する。</p> <p>f) PWR 型原子炉施設のプレストレストコンクリート型原子炉格納容器のように, アニュラス部が外部遮へい壁の外側に存在する場合は, アニュラス部内に漏えいした希ガス及びよう素によるガンマ線も含めて計算する。原子炉格納容器からアニュラス部内に漏えいしてきた放射性物質は, アニュラス部内に均一に分布するものと仮定する。</p> <p>6.2 スカイシャインガンマ線の計算</p> <p>(1) 原子炉施設の建屋内に放出された放射性物質に起因するスカイシャインガンマ線による全身に対する線量は, 施設の位置, 建屋の配置, 形状及び地形条件から計算する。</p> | <p>6. (1) → 内規通り</p> <p>6. (2) → 内規通り</p> <p>6. (3) → 内規通り スカイシャインガンマ線及び直接ガンマ線による線量を評価の対象としており、省略していない。</p> <p>6.1(3)a) → 内規通り</p> <p>6.1(3)b) → 内規通り</p> <p>6.1(3)c) → 内規通り</p> <p>6.1(3)d) → 内規通り</p> <p>6.1(3)e) → 内規通り</p> <p>6.1(3)e) 泊発電所 3 号機はプレストレストコンクリート型原子炉格納容器ではないため、f) 項は該当せず。</p> <p>6.2(1) → 内規通り</p> |

| 原子力発電所中央制御室の居住性に係る被ばく評価手法について (内規) | 中央制御室（設計基準事故）居住性に係る被ばく評価との適合状況 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|-----------------------|------|-----|--------|-----|-------|---------------|--------|--------------|----------------|---------------------|----------|----------------------------------|-------|---------|-------------------------|-----------------------|------------|---|-----|-------|----------------|-----|-----|-----------------|-----|-----|--------|-----------|-----|-------------|---------------------|--------------------------------------|--------------------------|-----------------------|----------|-------|----------|--|
| <p>(2) 空気カーマから全身に対しての線量への換算係数は、ガンマ線エネルギーに依存した実効線量への換算係数又は1Sv/Gyとする。</p> <p>(3) PWR型原子炉施設のプレストレストコンクリート型原子炉格納容器のように、外部遮へいのドーム部と円筒部の遮へい厚とがほぼ同等であり、どちらか小さい厚さで代表させて計算する場合は、6.2(4)項の方法によってスカイシャインガンマ線及び直接ガンマ線の双方を計算できる。さらに、アニュラスの構造壁の遮へい効果を計算しない場合も、6.2(4)項の方法によってスカイシャインガンマ線及び直接ガンマ線の双方を計算できる。</p> <p>(4) スカイシャインガンマ線の計算方法</p> <p>a) スカイシャインガンマ線の計算は一回散乱計算法を用いるものとし、必要に応じて輸送計算コードを適宜組み合わせ用いる。ただし、(6.1)式の内容と同等で技術的妥当性が認められる場合には、特に使用する計算方法を制限するものではない。</p> <p>b) 基本計算式を(6.1)式^(※6, ※7, ※8)とする。</p> $H_s = \int_0^T D_s dt$ $D_s = \sum_E \sum_{\Omega} \int_V \Phi(E, x) K(E') \frac{d\sigma}{d\Omega}(E, \theta) \frac{N}{r^2} B(E', b) \exp\left(-\sum_l \sum_m \mu_l' X_m\right) dV$ <p style="text-align: right;">…………… (6.1)</p> <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td>H_s</td> <td>: 実効線量</td> <td>(Sv)</td> </tr> <tr> <td>T</td> <td>: 計算期間</td> <td>(s)</td> </tr> <tr> <td>D_s</td> <td>: ガンマ線の空気カーマ率</td> <td>(Gy/s)</td> </tr> <tr> <td>$\Phi(E, x)$</td> <td>: 散乱点に於けるガンマ線束</td> <td>($\gamma/(m^2s)$)</td> </tr> <tr> <td>μ_l'</td> <td>: 散乱エネルギー E' に於ける物質 l の線減衰係数</td> <td>(1/m)</td> </tr> <tr> <td>$K(E')$</td> <td>: 散乱エネルギー E' の線量率換算係数</td> <td>(Gy/(γ/m^2))</td> </tr> <tr> <td>$B(E', b)$</td> <td>: 散乱エネルギー E' のガンマ線の散乱点から計算点までの b に対するビルドアップ係数</td> <td>(-)</td> </tr> <tr> <td>X_m</td> <td>: 領域 m の透過距離</td> <td>(m)</td> </tr> <tr> <td>r</td> <td>: 散乱点から計算点までの距離</td> <td>(m)</td> </tr> <tr> <td>V</td> <td>: 散乱体積</td> <td>(m^3)</td> </tr> <tr> <td>N</td> <td>: 空気中の電子数密度</td> <td>(electrons/m^3)</td> </tr> <tr> <td>$\frac{d\sigma}{d\Omega}(E, \theta)$</td> <td>: Klein-Nishina の微分散乱断面積</td> <td>($m^2 / steradian$)</td> </tr> <tr> <td>θ</td> <td>: 散乱角</td> <td>(radian)</td> </tr> </table> <p>c) 散乱点におけるガンマ線束は、次の i) 又は ii) のいずれかの方法によって計算する。 i) 遮へいの影響を、ビルドアップ係数を用いて求める場合^(※8)</p> | H_s | : 実効線量 | (Sv) | T | : 計算期間 | (s) | D_s | : ガンマ線の空気カーマ率 | (Gy/s) | $\Phi(E, x)$ | : 散乱点に於けるガンマ線束 | ($\gamma/(m^2s)$) | μ_l' | : 散乱エネルギー E' に於ける物質 l の線減衰係数 | (1/m) | $K(E')$ | : 散乱エネルギー E' の線量率換算係数 | (Gy/(γ/m^2)) | $B(E', b)$ | : 散乱エネルギー E' のガンマ線の散乱点から計算点までの b に対するビルドアップ係数 | (-) | X_m | : 領域 m の透過距離 | (m) | r | : 散乱点から計算点までの距離 | (m) | V | : 散乱体積 | (m^3) | N | : 空気中の電子数密度 | (electrons/ m^3) | $\frac{d\sigma}{d\Omega}(E, \theta)$ | : Klein-Nishina の微分散乱断面積 | ($m^2 / steradian$) | θ | : 散乱角 | (radian) | <p>6.2(2) → 内規通り</p> <p>6.2(3) → 泊発電所3号機はプレストレストコンクリート型原子炉格納容器ではないため、(3)項は該当せず。</p> <p>6.2(4)a) → 内規通り スカイシャインガンマ線の計算は、一回散乱計算法を用いて評価している。</p> <p>6.2(4)b) → 内規通り</p> <p>6.2(4)c) → 内規通り 散乱点におけるガンマ線束は、i)の方法によって計算した。</p> |
| H_s | : 実効線量 | (Sv) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| T | : 計算期間 | (s) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| D_s | : ガンマ線の空気カーマ率 | (Gy/s) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| $\Phi(E, x)$ | : 散乱点に於けるガンマ線束 | ($\gamma/(m^2s)$) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| μ_l' | : 散乱エネルギー E' に於ける物質 l の線減衰係数 | (1/m) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| $K(E')$ | : 散乱エネルギー E' の線量率換算係数 | (Gy/(γ/m^2)) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| $B(E', b)$ | : 散乱エネルギー E' のガンマ線の散乱点から計算点までの b に対するビルドアップ係数 | (-) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| X_m | : 領域 m の透過距離 | (m) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| r | : 散乱点から計算点までの距離 | (m) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| V | : 散乱体積 | (m^3) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| N | : 空気中の電子数密度 | (electrons/ m^3) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| $\frac{d\sigma}{d\Omega}(E, \theta)$ | : Klein-Nishina の微分散乱断面積 | ($m^2 / steradian$) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| θ | : 散乱角 | (radian) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| 原子力発電所中央制御室の居住性に係る被ばく評価手法について (内規) | 中央制御室 (設計基準事故) 居住性に係る被ばく評価との適合状況 |
|---|---|
| $\Phi(E, x) = \frac{S(E)}{4\pi\rho^2} B(E, b^0) \exp\left(-\sum_i \sum_j \mu_i X_j\right) \dots\dots\dots (6.2)$ $b^0 = \sum_k \sum_n \mu_k X_n$ <p> μ_i : 線源エネルギー E の物質 i の線減衰係数 (1/m) $S(E)$: 線源エネルギー E の線源強度 (γ/s) $B(E, b^0)$: 線源エネルギー E のガンマ線の線源点から散乱点までの空気以外の遮へい体の b^0 に対するビルドアップ係数 (-) X_j : 領域 j の透過距離 (m) ρ : 線源点から散乱点までの距離 (m) μ_k : 線源エネルギー E の空気以外の物質 k の線減衰係数 (1/m) X_n : 空気以外の物質の領域 n の透過距離 (m) </p> <p>ii) 遮へいの影響を、輸送計算で求める場合^(※6, ※7)</p> $\Phi(E, x) = \frac{S_p(E)}{4\pi\rho^2} \exp\left(-\sum_i \mu_i x_i\right) \dots\dots\dots (6.3)$ $S_p(E) = \Phi(\theta) A_c \cos\theta$ <p> μ_i : 線源エネルギー E に於ける領域 i の線減衰係数 (1/m) x_i : 領域 i の透過距離 (m) ρ : 線源点から散乱点までの距離 (m) $S_p(E)$: 線源エネルギー E の線源強度 (γ/s) θ : 鉛直上方向とガンマ線の進行方向がなす角 (radian) $\Phi(\theta)$: 輸送計算式によって求めた θ 方向の角度束 ($\gamma/m^2s \cdot weight$) $weight = \frac{\Delta\Omega}{4\pi}$ Ω : ガンマ線の放出立体角 (steradian) A_c : 天井面積 (m²) </p> | |
| <p>6.3 直接ガンマ線の計算</p> <p>(1) 原子炉施設の建屋内に放出された放射性物質に起因する直接ガンマ線による線量の計算のために、線源、施設の位置関係、建屋構造等から計算の体系モデルを構築する。</p> <p>(2) 空気カーマから全身に対する線量への換算係数は、ガンマ線エネルギーに依存した実効線量への換算係数又は 1Sv/Gy とする。</p> | <p>6.3(1) → 内規通り</p> <p>6.3(2) → 内規通り</p> |

原子力発電所中央制御室の居住性に係る被ばく評価手法について
(内規)

中央制御室（設計基準事故）居住性に係る被ばく評価との適合状況

(3) 直接ガンマ線の計算方法

a) 直接ガンマ線の計算は、点減衰核積分法を用いる。ただし、(6.4)式の内容と同等で、技術的妥当性が認められる場合には、使用する計算方法を制限するものではない。

b) 基本計算式は(6.4)式(※6、※7、※9)とする。

$$H_d = \sum_E K(E) \int_V \frac{S(E, x, y, z) e^{-b} B(E, b)}{4\pi R^2} dV \dots\dots\dots (6.4)$$

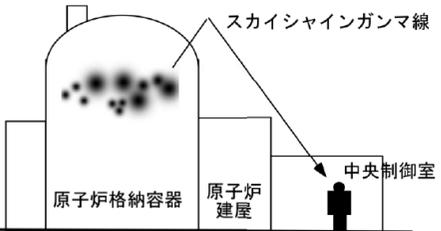
$$b = \sum_i \mu_i l_i$$

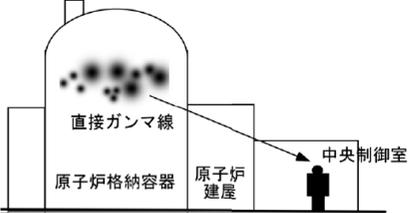
- H_d :実効線量 (Sv)
- $K(E)$:線源エネルギー E に対する線量換算係数 (Sv/(γ/m^2))
- $S(E, x, y, z)$:積算線源強度 (γ/m^3)
- $B(E, b)$:線源エネルギー E でガンマ線減衰距離 b に対するビルドアップ係数 (-)
- μ_i :線源エネルギー E に対する物質 i の線減衰係数 (1/m)
- l_i :物質 i の透過距離 (m)
- R :微小体積 dV から計算点までの距離 (m)
- V :線源体積 (m^3)

6.3(3)a) → 内規通り
直接ガンマ線の計算は、点減衰核積分法を用いた。

6.3(3)b) → 内規通り

| 原子力発電所中央制御室の居住性に係る被ばく評価手法について (内規) | 中央制御室（設計基準事故）居住性に係る被ばく評価との適合状況 |
|---|--|
| <p>7. 中央制御室居住性に係る被ばく評価</p> <p>(1) 中央制御室居住性に係る運転員の被ばくを、3.2(1)に示した被ばく経路について、7.1 から7.5までに示す方法によって計算する。</p> <p>(2) 次の a)及び b)のとおり、想定事故に対し、すべての被ばく経路の評価が必要となるものではない【解説 7.1】。</p> <p>a) PWR 型原子炉施設の蒸気発生器伝熱管破損のように、建屋内に放射性物質が滞留することなく系統から直接環境へ放出されるような事象については、建屋からのスカイシャインガンマ線及び直接ガンマ線の評価は不要である。</p> <p>b) BWR 型原子炉施設の主蒸気管破断時の半球状雲の放出及び PWR 型原子炉施設の蒸気発生器伝熱管破断時の二次系への漏えい停止までの放出など、事故発生直後の時間に集中して放出される放射性物質に対しては、入退域時の線量の評価は不要である。</p> <p>(3) 運転員の勤務状態については、平常時の直交替を基に設定する。ただし、直交替の設定を平常時のものから変更する場合、事故時マニュアル等に当該の運用を記載することが前提である。</p> <p>7.1 建屋内の放射性物質からのガンマ線による中央制御室内での被ばく</p> <p>(1) 次の a)及び b)の被ばく経路について、運転員の被ばくを、7.1.1 から 7.1.2 までに示す方法によって計算する(図 7.1)。</p> <p>a) 建屋内の放射性物質からのスカイシャインガンマ線による中央制御室内での被ばく</p> <p>b) 建屋内の放射性物質からの直接ガンマ線による中央制御室内での被ばく</p> <div data-bbox="369 874 795 1098" data-label="Diagram"> </div> <p>(b) PWR 型原子炉施設</p> <p>図 7.1 建屋内の放射性物質からのガンマ線による中央制御室内での被ばく経路</p> | <p>7. (1) → 内規通り</p> <p>7. (2) → 内規通り</p> <p>7. (3) → 内規通り 運転員の勤務状態については、平常時の直交替を基に設定するため、5直 2.5 交代体制として評価した。</p> <p>7.1(1) → 内規通り</p> <p>図 7.1 → 内規通り</p> |

| <p>原子力発電所中央制御室の居住性に係る被ばく評価手法について (内規)</p> | <p>中央制御室（設計基準事故）居住性に係る被ばく評価との適合状況</p> |
|--|---|
| <p>7.1.1 建屋内の放射性物質からのスカイシャインガンマ線による中央制御室内での被ばく (2) 原子炉冷却材喪失時の線量評価(PWR型原子炉施設)</p> <p>a) 原子炉冷却材喪失発生後30日間、原子炉格納容器内及びアニュラス内に存在する放射性物質を線源としたスカイシャインガンマ線による、中央制御室内における積算線量を計算する(図7.3)。</p> <p>b) スカイシャインガンマ線の線源強度は、「6.1スカイシャインガンマ線及び直接ガンマ線の線源の計算」で解析した結果を用いる。</p> <p>c) 線源から中央制御室に至るまでの遮へい効果を、構造物の配置、形状及び組成から計算する。建屋等の構造壁又は天井に対して、配置、形状及び組成を明らかにして、遮へい効果を見込んでよい。</p> <p>d) 線量の評価点は、中央制御室内の中心、操作盤位置等の代表点とする。室内の複数点の計算結果から線量が最大となる点を評価点としてもよい。</p> <p>e) 中央制御室内の滞在期間を、運転員の勤務状態に即して計算し、30日間の積算線量を滞在期間の割合で配分する。</p> <p>f) アニュラス部が原子炉格納容器外部遮へいの内側にある場合には、アニュラス部内の線源を原子炉格納容器内に存在するとして計算してもよい。</p> <p>g) スカイシャインガンマ線による運転員の外部被ばく線量は、次のとおり計算する。</p> <p style="text-align: center;">外部被ばく線量＝室内作業時スカイシャインガンマ線積算線量 ×直交替による滞在時間割合*1</p> <p style="text-align: center;">*1) 例:4直3交替勤務の場合 $0.25 = (8\text{h}/直 \times 3直 \times 30日 / 4) / (24\text{h} \times 30日)$</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>図7.3 原子炉冷却材喪失のスカイシャインガンマ線の計算 (PWR型原子炉施設)</p> | <p>7.1.1(2)a) → 内規通り</p> <p>7.1.1(2)b) → 内規通り</p> <p>7.1.1(2)c) → 内規通り 線源から中央制御室に至るまでの遮へい効果を、構造物の配置、形状及び組成から評価した。</p> <p>7.1.1(2)d) → 内規通り 線源の評価点は、中央制御室内の中心として評価した。</p> <p>7.1.1(2)e) → 内規通り</p> <p>7.1.1(2)f) → 内規通り アニュラス部が原子炉格納容器外部遮へいの内側にあるため、アニュラス部内の線源を原子炉格納容器内に存在するとして評価した。</p> <p>7.1.1(2)g) → 内規通り</p> <p>図7.3 → 内規通り</p> |

| 原子力発電所中央制御室の居住性に係る被ばく評価手法について (内規) | 中央制御室（設計基準事故）居住性に係る被ばく評価との適合状況 |
|---|---|
| <p>7.1.2 建屋内の放射性物質からの直接ガンマ線による中央制御室内での被ばく</p> <p>(2) 原子炉冷却材喪失時の線量評価 (PWR型原子炉施設)</p> <p>a) 原子炉冷却材喪失発生後30日間、原子炉格納容器内及びアニュラス内に存在する放射性物質を線源とした直接ガンマ線による、中央制御室内における積算線量を計算する(図7.6)。</p> <p>b) 直接ガンマ線の線源強度は、「6.1スカイシャインガンマ線及び直接ガンマ線の線源の計算」で解析した結果を用いる。</p> <p>c) 線源から中央制御室に至るまでの遮へい効果を、構造物の配置、形状及び組成から計算する。建屋等の構造壁又は天井に対して、配置、形状及び組成を明らかにして、遮へい効果を見込んでよい。</p> <p>d) 線量の評価点は、中央制御室内の中心、操作盤位置等の代表点とする。室内の複数点の計算結果から線量が最大となる点を評価点としてもよい。</p> <p>e) 中央制御室内の滞在期間を、運転員の勤務状態に即して計算し、30日間の積算線量を滞在期間の割合で配分する。</p> <p>f) アニュラス部が原子炉格納容器外部遮へいの内側にある場合には、アニュラス部内の線源を原子炉格納容器内に存在するとして計算してもよい。</p> <p>g) 直接ガンマ線による運転員の外部被ばく線量は、次のとおり計算する。</p> <p style="text-align: center;">外部被ばく線量＝室内作業時直接ガンマ線積算線量 ×直交替による滞在時間割合*1</p> <p style="text-align: center;">*1) 例: 4直3交替勤務の場合 $0.25 = (8\text{h}/直 \times 3直 \times 30日 / 4) / (24\text{h} \times 30日)$</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;">図7.6 原子炉冷却材喪失の直接ガンマ線の計算 (PWR型原子炉施設)</p> | <p>7.1.2(2)a) → 内規通り</p> <p>7.1.2(2)b) → 内規通り</p> <p>7.1.2(2)c) → 内規通り 線源から中央制御室に至るまでの遮へい効果を、構造物の配置、形状及び組成から評価した。</p> <p>7.1.2(2)d) → 内規通り 線源の評価点は、中央制御室内の中心として評価した。</p> <p>7.1.2(2)e) → 内規通り</p> <p>7.1.2(2)f) → 内規通り アニュラス部が原子炉格納容器外部遮へいの内側にあるため、アニュラス部内の線源を原子炉格納容器内に存在するとして評価した。</p> <p>7.1.2(2)g) → 内規通り</p> <p style="text-align: center;">図7.6 → 内規通り</p> |

| 原子力発電所中央制御室の居住性に係る被ばく評価手法について (内規) | 中央制御室（設計基準事故）居住性に係る被ばく評価との適合状況 |
|--|--|
| <p>7.2 大気中へ放出された放射性物質のガンマ線による中央制御室内での被ばく</p> <p>(1) 大気中へ放出された放射性物質から放射されるガンマ線による運転員の被ばくを、次の(2)から(5)によって計算する(図 7.8)。</p> <div data-bbox="338 363 779 592" data-label="Diagram"> </div> <p>(b) PWR 型原子炉施設</p> <p>図 7.8 大気中へ放出された放射性物質のガンマ線による中央制御室内での被ばく経路</p> <p>(2) 建屋から大気中へ放出された放射性物質からのガンマ線による中央制御室内作業時の運転員の被ばく線量を計算する。</p> <p>(3) 相対線量 D/Q の評価点は、中央制御室内の中心、操作盤位置等の代表点とする。室内の複数点の計算結果から線量が最大となる点を評価点としてもよい。</p> <p>(4) 中央制御室の天井・側壁によるガンマ線 ($E_\gamma \geq 1.5\text{MeV}$ 以上) の遮へい効果を計算する。</p> <p>(5) ガンマ線による運転員の外部被ばく線量は、次のとおり計算する。</p> <p>外部被ばく線量 = 大気中へ放出された希ガス等 (BWRプラントの主蒸気管破断では、ハロゲン等を含む) のガンマ線による実効線量 \times 直交替による滞在時間割合*1</p> <p>*1) 例: 4直3交替勤務の場合 $0.25 = (8\text{h}/直 \times 3直 \times 30日 / 4) / (24\text{h} \times 30日)$</p> | <p>7.2(1) → 内規通り</p> <p>7.2(2) → 内規通り</p> <p>7.2(3) → 内規通り 相対線量 D/Q の評価点は、中央制御室内の中心として評価した。</p> <p>7.2(4) → 内規通り</p> <p>7.2(5) → 内規通り</p> |

| 原子力発電所中央制御室の居住性に係る被ばく評価手法について (内規) | 中央制御室（設計基準事故）居住性に係る被ばく評価との適合状況 |
|---|---|
| <p>b) 蒸気発生器伝熱管破損時には、大気中へ放出された放射性物質のガンマ線による中央制御室内での被ばくの線源となる希ガスは、破損側蒸気発生器の1次系から2次系への漏えいが停止するまでの短時間に全量が放出されるため、事故発生時に勤務している直がすべての線量を受けるとして、直交替による滞在時間割合を「1.0」とする。</p> <p style="text-align: center;">外部被ばく線量＝放出希ガスのガンマ線による実効線量×1.0</p> <p>c) 大気中へ放出された放射性物質のガンマ線による中央制御室内滞在時の実効線量は、次の1)及び2)に示す方法によって計算する。</p> <p>1) 原子炉冷却材喪失時及び蒸気発生器伝熱管破損時</p> $H_{\gamma} = \int_0^T K(D/Q)Q_{\gamma}(t)B \exp(-\mu' X') dt \quad \dots\dots\dots (7.1)$ <p> H_{γ} : 希ガスのガンマ線の外部被ばくによる実効線量 (Sv) K : 空気カーマから実効線量への換算係数 (Sv / Gy, $K = 1$) D/Q : 相対線量 (Gy / Bq) $Q_{\gamma}(t)$: 時刻 t における核種の環境放出率 (Bq / s) (ガンマ線 0.5MeV換算) B : ビルドアップ係数 (-) μ' : コンクリートに対するガンマ線の線減衰係数 (1/m) X' : 中央制御室コンクリート厚さ (m) T : 計算対象期間(30日間) (s) (注)30日間連続滞在の場合の値である。 </p> <p>上式のうちコンクリートによる減衰効果 $B \exp(-\mu' X')$ は、テラー型ビルドアップ係数を用いて計算してもよい。</p> | <p>7.2(5)b) → 内規通り</p> <p>7.2(5)c) → 内規通り</p> |
| <p>7.3 室内に外気から取り込まれた放射性物質による中央制御室内での被ばく</p> <p>(1) 次のa)及びb)について、7.3.1から7.3.2までに示す方法によって計算する。</p> <p>a) 建屋表面の空気中の放射性物質濃度</p> <p>b) 室内に外気から取り込まれた放射性物質による中央制御室内の放射性物質濃度</p> <p>なお、中央制御室の空気流入率については、「原子力発電所の中央制御室の空気流入率測定試験手法」に従うこと。</p> <p>(2) 次のa)及びb)の被ばく経路による運転員の被ばくを、7.3.3から7.3.4までに示す方法によって計算する。(図7.9)</p> <p>a) 室内に外気から取り込まれた放射性物質の吸入摂取による中央制御室内での被ばく</p> <p>b) 室内に外気から取り込まれた放射性物質からのガンマ線による中央制御室内での被ばく</p> | <p>7.3(1) → 内規通り</p> <p>7.3(2) → 内規通り</p> |

原子力発電所中央制御室の居住性に係る被ばく評価手法について
(内規)

中央制御室（設計基準事故）居住性に係る被ばく評価との適合状況

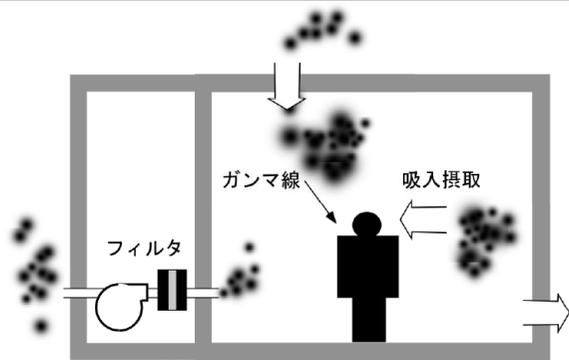


図7.9 外気から取り込まれた放射性物質による中央制御室内での被ばく経路

図 7.9 → 内規通り

7.3.1 中央制御室が属する建屋周辺の放射性物質の濃度

(1) 大気中に放出された放射性物質が大気中を拡散し、放出源付近の建屋の巻き込み影響を受ける場合にはその効果を計算したうえで(5.大気拡散の評価)、中央制御室を含む当該建屋の周辺の放射性物質の濃度を計算する。

7.3.1(1) → 内規通り

a) 建屋影響を考慮しない場合

建屋の影響を考慮しない場合は、5.1.1(1)の方法で計算した建屋周辺の濃度分布の結果を用いる(図 7.10)。

7.3.1(1)a) 建屋の影響を考慮するため a)項は該当せず。

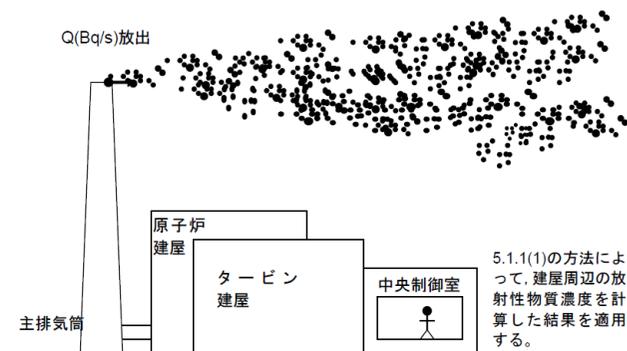


図7.10 中央制御室建屋付近への放射性物質の拡散

図 7.10 → 内規通り

原子力発電所中央制御室の居住性に係る被ばく評価手法について
(内規)

中央制御室（設計基準事故）居住性に係る被ばく評価との適合状況

b) 建屋影響を考慮する場合
建屋の影響を考慮する場合は、5.1.1(2)及び(3)の方法で計算した建屋周辺の濃度分布の結果を用いる(図7.11)。

2) PWRの場合

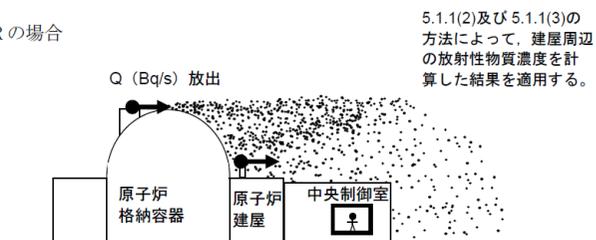


図7.11 中央制御室建屋付近への放射性物質の拡散

7.3.2 中央制御室内の放射性物質濃度

(1) 建屋の表面空気中から、次の a) 及び b) の経路で放射性物質が外気から取り込まれることを想定する。

- a) 中央制御室の非常用換気空調によって室内に取り入れること
- b) 中央制御室内に直接、流入すること

(2) 中央制御室内の雰囲気中で、放射性物質は一様混合すると仮定する。

(3) 中央制御室換気系フィルタの効率 η は、設計値又は管理値を用いる。

(4) 中央制御室への外気取入及び空気流入による放射性物質の取り込みに対して、時刻 t における核種 i の外気中濃度 C_i を用いる。

(5) 相対濃度 χ/Q の評価点は、外気取入れを行う場合は中央制御室の外気取入口とする。また、外気を遮断する場合は中央制御室の中心点とする。(7.4)式の中央制御室の区画の濃度とする。)

7.3.1(1)b) → 内規通り

7.3.2(1) → 内規通り

7.3.2(2) → 内規通り

7.3.2(3) → 内規通り

中央制御室換気系フィルタの効率は、設計値に余裕を見込んだ値を用いて評価した。

7.3.2(4) → 内規通り

7.3.2(5) → 内規通り

相対濃度 χ/Q の評価点は、外気を遮断するので、中央制御室の中心点とする。

| <p>原子力発電所中央制御室の居住性に係る被ばく評価手法について (内規)</p> | <p>中央制御室（設計基準事故）居住性に係る被ばく評価との適合状況</p> |
|--|---|
| <p>(6) 中央制御室の自動隔離を期待する場合には、その起動信号を明確にするとともに隔離に要する時間を見込む。また、隔離のために手動操作が必要な場合には、隔離に要する時間に加えて運転員が事故を検知してから操作を開始するまで10分以上の時間的余裕を見込んで計算する。</p> <p>(7) 中央制御室内の雰囲気中に浮遊する放射性物質量の時間変化は、次のとおり計算する。</p> <p>a) 中央制御室内への取り込み空気放射能濃度に基づき、空調システム的设计に従って中央制御室内の放射能濃度を求める【解説7.2】。</p> $\frac{dM_i^k(t)}{dt} = -\lambda^k M_i^k(t) - \sum_{j=1}^n \frac{G_{ji}}{V_i} M_j^k(t) + \sum_{j=1}^n (1 - E_{ij}^k) \frac{G_{ij}}{V_j} M_j^k(t) + \sum_{l=1}^N (1 - E_{il}^k) \alpha_l S_l^k(t) + \alpha_I S_I^k(t)$ $S_l^k(t) = (\chi/Q)_l Q^k(t)$ $S_I^k(t) = (\chi/Q)_I Q^k(t)$ <p style="text-align: right;">..... (7.4)</p> <p>$M_i^k(t)$: 時刻<i>t</i>における区画<i>i</i>の核種<i>k</i>の放射性物質の量 (Bq) V_i : 区画<i>i</i>の体積 (m³) E_{ij}^k : 区画<i>j</i>から<i>i</i>の経路にあるフィルタの除去効率 (-) G_{ij} : 区画<i>j</i>から<i>i</i>の体積流量 (m³/s) λ^k : 核種<i>k</i>の崩壊定数 (1/s) $S_l^k(t)$: 時刻<i>t</i>における外気取入口<i>l</i>での核種<i>k</i>の濃度 (Bq/m³) α_l : 外気取入口<i>l</i>からの外気取入量 (m³/s) $(\chi/Q)_l$: 評価点<i>l</i>の相対濃度 (s/m³) $Q^k(t)$: 放射性物質の放出率 (Bq/s)</p> <p>α_I : 空気流入量 (m³/s) 空気流入量 = 空気流入率 × 中央制御室バウンダリ内体積 (容積) $S_I^k(t)$: 空気流入を計算する核種<i>k</i>の濃度 (Bq/m³) $(\chi/Q)_I$: 空気流入に対する評価点<i>I</i>の相対濃度 (s/m³)</p> <p>b) 中央制御室に相当する区画の容積は、中央制御室バウンダリ内体積 (容積) とする。</p> <p>7.3.3 室内に外気から取り込まれた放射性物質の吸入摂取による中央制御室内での被ばく</p> <p>(1) 放射性物質の吸入摂取による運転員の被ばく線量を、次の(2)から(5)までの方法によって計算する(図7.12)。</p> <p>(2) 線量の計算にあたっては、運転員の勤務状態に即して、中央制御室内の滞在期間を計算し、</p> | <p>7.3.2(6) → 内規通り 中央制御室の自動隔離を期待しているため、その起動信号を明確にするとともに隔離に要する時間を見込んだ。</p> <p>7.3.2(7) → 内規通り</p> <p>7.3.3(1) → 内規通り</p> <p>7.3.3(2) → 内規通り</p> |

原子力発電所中央制御室の居住性に係る被ばく評価手法について
(内規)

中央制御室（設計基準事故）居住性に係る被ばく評価との適合状況

- 30日間の積算線量を滞在期間の割合で配分する。
 (3) 被ばく低減方策として、防護マスク着用による放射性よう素の吸入による内部被ばくの低減をはかる場合には、その効果及び運用条件を適切に示して評価に反映してもよい。
 (4) 吸入摂取による運転員の内部被ばく線量は、次のとおり計算する。

- 7.3.3(3) → 内規通り
被ばく低減方策として、防護マスク着用を考慮していない。
 7.3.3(4) → 内規通り

内部被ばく線量＝室内に外気から取り込まれた放射性物質の吸入摂取による実効線量
×直交替による滞在時間割合*1

*1) 例:4直3交替勤務の場合 0.25=(8h/直×3直×30日/4)/(24h×30日)

ここで、外気から取り込まれた放射性物質の吸入摂取による運転員の実効線量は、(7.5)式によって計算する。

$$H_I = \int_0^T RH_x C_I(t) dt \quad \dots \dots \dots (7.5)$$

- H_I :よう素の吸入摂取の内部被ばくによる実効線量 (Sv)
- R :呼吸率(成人活動時) (m^3/s)
- H_x :よう素(I-131)吸入摂取時の成人の実効線量への換算係数 (Sv/Bq)
- $C_I(t)$:時刻 t における中央制御室内の放射能濃度 (Bq/m^3) (I-131等価量)
- T :計算期間(30日間) (s)
(注)30日間連続滞在の場合の値である。

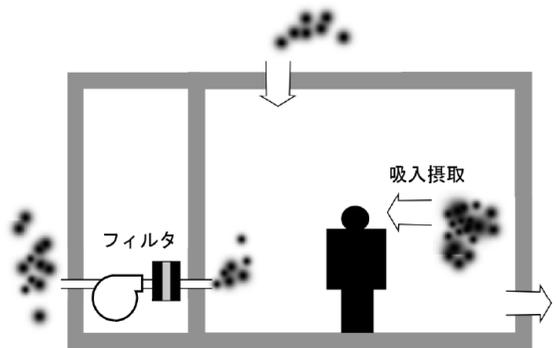


図7.12 放射性物質取り込みによる中央制御室内での吸入摂取による被ばく

図 7.12 → 内規通り

| <p>原子力発電所中央制御室の居住性に係る被ばく評価手法について (内規)</p> | <p>中央制御室（設計基準事故）居住性に係る被ばく評価との適合状況</p> |
|--|--|
| <p>(6) 蒸気発生器伝熱管破損時は、二次系への漏えい停止までの短時間に、よう素放出量のうちの大部分が放出される。そのため、二次系への漏えい停止までに受けるすべての線量は、事故発生時に勤務している直が受けるものとして、次のように計算する【解説7.3】。</p> <p>内部被ばく線量＝二次系への漏えい停止までに受ける、 室内に外気から取り込まれた放射性物質の吸入摂取による実効線量 ＋ 二次系への漏えい停止後に受ける、 室内に外気から取り込まれた放射性物質の吸入摂取による実効線量 ×直交替による滞在時間割合</p> <p>7.3.4 室内に外気から取り込まれた放射性物質からのガンマ線による中央制御室内での被ばく</p> <p>(1) 放射性物質からのガンマ線による運転員の被ばく線量を、次の(2)から(6)までの方法によって計算する(図7.13)。</p> <p>(2) 中央制御室は、容積が等価な半球状とする。そして、半球の中心に運転員がいるものとする。</p> <p>(3) 中央制御室の容積は、中央制御室バウンダリ内体積(容積)とする。 a) ただし、エンベロープの一部が、ガンマ線を遮へいできる躯体で区画され、運転員がその区画内のみに入立る場合には、当該区画の容積を用いてもよい。 b) ガンマ線による被ばくの計算では、中央制御室と異なる階層部分のエンベロープについて、階層間の天井等による遮へいがあるので、中央制御室の容積から除外してもよい。</p> <p>(4) 線量の計算にあたっては、運転員の勤務状態に即して、中央制御室内の滞在期間を計算し、30日間の積算線量を滞在期間の割合で配分する。</p> <p>(5) ガンマ線による運転員の外部被ばく線量は、次のとおり計算する。</p> <p>外部被ばく線量＝室内に外気から取り込まれた放射性物質のガンマ線による実効線量 ×直交替による滞在時間割合*1</p> <p>*1) 例:4直3交替勤務の場合 0.25=(8h/直×3直×30日/4)/(24h×30日)</p> <p>a) 外気から取り込まれた放射性物質のガンマ線による運転員の実効線量は、(7.7)式(※5)によって計算する。</p> $H_{\gamma} = \int_0^T 6.2 \times 10^{-14} E_{\gamma} (1 - e^{-\mu R}) C_{\gamma}(t) dt \quad \dots\dots\dots (7.7)$ <p>H_{γ} : 希ガスのガンマ線の外部被ばくによる実効線量 (Sv) E_{γ} : ガンマ線の実効エネルギー (0.5MeV) (MeV / dis) μ : 空気に対するガンマ線の線エネルギー吸収係数 (1/m) R : 中央制御室半球換算時等価半径 (m) $C_{\gamma}(t)$: 時刻tにおける中央制御室内の放射能濃度 (Bq/m³) (ガンマ線0.5MeV換算) T : 計算期間(30日) (s) (注)30日間連続滞滞在の場合の値である。</p> | <p>7.3.3(6) → 内規通り</p> <p>7.3.4(1) → 内規通り</p> <p>7.3.4(2) → 内規通り</p> <p>7.3.4(3) → 内規通り a) 中央制御室の容積は、中央制御室バウンダリ内体積(容積)とした。 b) 除外箇所はない。</p> <p>7.3.4(4) → 内規通り</p> <p>7.3.4(5) → 内規通り</p> |

原子力発電所中央制御室の居住性に係る被ばく評価手法について
(内規)

中央制御室（設計基準事故）居住性に係る被ばく評価との適合状況

b) また、(7.7)式以外に、(7.8)式^(*)によって計算することも妥当である。

$$H_\gamma = \int_0^T \frac{1}{2} \frac{K}{\mu} \left[\frac{A}{1+\alpha_1} \{1 - \exp(-(1+\alpha_1)\mu R)\} + \frac{1-A}{1+\alpha_2} \{1 - \exp(-(1+\alpha_2)\mu R)\} \right] \frac{E_\gamma}{0.5} C_\gamma(t) dt \quad (7.8)$$

- H_γ : 希ガスのガンマ線の外部被ばくによる実効線量 (Sv)
- K : 線量率換算係数 (Sv/(y/m²))
- A, α_1, α_2 : テーラー型ビルドアップ係数(空气中0.5MeVガンマ線) (-)
- μ : 空気に対するガンマ線の線減衰係数 (1/m)

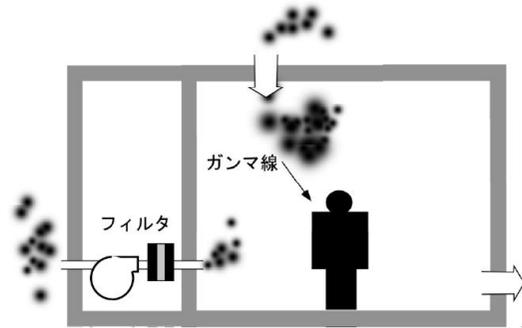


図7.13 放射性物質取り込みによる中央制御室内でのガンマ線による被ばく

図 7.13 → 内規通り

(7) 蒸気発生器伝熱管破損時は、二次系への漏えい停止までの短時間に、希ガスの放出量の全量が放出される。そのため、二次系への漏えい停止までに受けるすべての線量は事故発生時に勤務している直が受けるとして、以下のように計算する【解説7.3】。

7.3.4(7) → 内規通り

外部被ばく線量＝ 二次系への漏えい停止までに受ける、
室内に外気から取り込まれた放射性物質の外部ガンマ線による
実効線量
＋
二次系への漏えい停止後に受ける、
室内に外気から取り込まれた放射性物質の外部ガンマ線による
実効線量×直交替による滞在時間割合

| 原子力発電所中央制御室の居住性に係る被ばく評価手法について (内規) | 中央制御室（設計基準事故）居住性に係る被ばく評価との適合状況 |
|---|--|
| <p>7.4 建屋内の放射性物質からのガンマ線による入退域時の被ばく</p> <p>(1) 次の a)及び b)の被ばく経路からの運転員の被ばくを、7.4.1 から 7.4.2 までに示す方法によって計算する(図 7.14)。</p> <p>a) 建屋内の放射性物質からのスカイシャインガンマ線による入退域時の被ばく b) 建屋内の放射性物質からの直接ガンマ線による入退域時の被ばく</p> <p>(2) 蒸気発生器伝熱管破損(PWR 型原子炉施設)のように、建屋内に放射性物質が滞留することなく系統から直接環境へ放出されるような事象については、建屋からの直接ガンマ線及びスカイシャインガンマ線の評価は不要である。</p> <div data-bbox="353 528 779 743" style="text-align: center;"> <p>(b) PWR 型原子炉施設</p> </div> <p>図7.14 建屋内の放射性物質からのガンマ線による入退域時の被ばく経路</p> <p>7.4.1 建屋内の放射性物質からのスカイシャインガンマ線による入退域時の被ばく</p> <p>(2) 原子炉冷却材喪失時の線量評価(PWR 型原子炉施設)</p> <p>a) 原子炉冷却材喪失発生後30日間、原子炉格納容器内及びアニュラス内に存在する放射性物質を線源としたスカイシャインガンマ線による、入退域時の評価点における積算線量を計算する(図7.16)。</p> <p>b) スカイシャインガンマ線の線源強度は、「6.1スカイシャインガンマ線及び直接ガンマ線の線源の計算」で解析した結果を用いる。</p> <p>c) 線源から評価点に至るまでの遮へい効果を、構造物の配置、形状及び組成から計算する。</p> <p>d) 入退域での所要時間を、運転員の勤務状態に即して計算し、30日間の積算線量を所要時間の割合で配分する【解説7.4】。</p> <p>e) 計算に当たっては、次の1)又は2)のいずれかの仮定を用いる。 1) 管理建屋の入口を代表評価点とし、入退域ごとに評価点に15分間滞在するとする。 2) 入退域時の移動経路及び入退域に要する時間をプラントごとに計算し、移動経路に従った適切な評価点及び滞在時間を設定する。この場合、移動に伴って、複数の評価点を設定してもよい【解説7.5】。</p> <p>f) アニュラス部が原子炉格納容器外部遮へいの内側にある場合には、アニュラス部内の線</p> | <p>7.4. (1) → 内規通り</p> <p>7.4. (2) → 内規通り</p> <p>図 7.14 → 内規通り</p> <p>7.4.1(2)a) → 内規通り</p> <p>7.4.1(2)b) → 内規通り</p> <p>7.4.1(2)c) → 内規通り</p> <p>7.4.1(2)d) → 内規通り</p> <p>7.4.1(2)e) → 内規通り 計算に当たっては、2)の仮定を用いた。</p> <p>7.4.1(2)f) → 内規通り</p> |

原子力発電所中央制御室の居住性に係る被ばく評価手法について
(内規)

源を原子炉格納容器内に存在するとして計算してもよい。

g) スカイシャインガンマ線による運転員の外部被ばく線量は、次のとおり計算する。

外部被ばく線量 = 入退域時スカイシャインガンマ線積算線量
× 直交替による所要時間割合*1

*1) 例: 4直3交替勤務・片道15分の場合

$$0.015625 = (0.25\text{h}/直 \times 2 \times 3直 \times 30日 / 4) / (24\text{h} \times 30日)$$

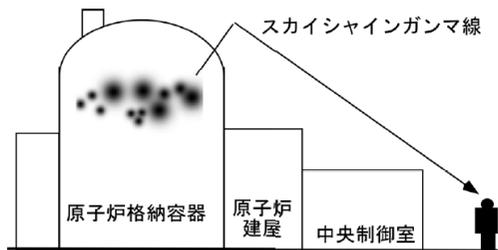


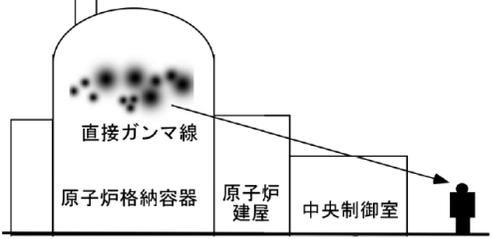
図7.16 原子炉冷却材喪失時の建屋内の放射性物質からのスカイシャインガンマ線による入退域時の被ばく(PWR型原子炉施設)

中央制御室 (設計基準事故) 居住性に係る被ばく評価との適合状況

アニュラス部が原子炉格納容器外部遮へいの内側にあるため、アニュラス部内の線源を原子炉格納容器内に存在するとして計算した。

7.4.1(2)g) → 内規通り

図 7.16 → 内規通り

| <p>原子力発電所中央制御室の居住性に係る被ばく評価手法について (内規)</p> | <p>中央制御室（設計基準事故）居住性に係る被ばく評価との適合状況</p> |
|---|--|
| <p>7.4.2 建屋内の放射性物質からの直接ガンマ線による入退域時の被ばく (2) 原子炉冷却材喪失時の線量評価(PWR型原子炉施設)</p> <p>a) 原子炉冷却材喪失発生後30日間、原子炉格納容器内及びアニュラス内に存在する放射性物質を線源とした直接ガンマ線による、入退域時の評価点における積算線量を計算する(図7.19)。</p> <p>b) 直接ガンマ線の線源強度は、「6.1スカイシャインガンマ線及び直接ガンマ線の線源の計算」で解析した結果を用いる。</p> <p>c) 線源から評価点に至るまでの遮へい効果を、構造物の配置、形状及び組成から計算する。</p> <p>d) 入退域での所要時間を、運転員の勤務状態に即して計算し、30日間の積算線量を所要時間の割合で配分する【解説7.4】。</p> <p>e) 計算に当たっては、次の1)又は2)のいずれかの仮定を用いる。 1) 管理建屋の入口を代表評価点とし、入退域ごとに評価点に15分間滞在するとする。 2) 入退域時の移動経路及び入退域に要する時間をプラントごとに計算し、移動経路に従った適切な評価点及び滞在時間を設定する。この場合、移動に伴って、複数の評価点を設定してもよい【解説7.5】。</p> <p>f) アニュラス部が原子炉格納容器外部遮へいの内側にある場合には、アニュラス部内の線源を原子炉格納容器内に存在するとして計算してもよい。</p> <p>g) 直接ガンマ線による運転員の外部被ばく線量は、次のとおり計算する。</p> <p>外部被ばく線量＝入退域時直接ガンマ線積算線量 ×直交替による所要時間割合*1</p> <p>*1) 例: 4直3交替勤務・片道15分の場合 $0.015625 = (0.25\text{h}/直 \times 2 \times 3直 \times 30日 / 4) / (24\text{h} \times 30日)$</p>  <p>図7.19 原子炉冷却材喪失時の建屋内の放射性物質からの直接ガンマ線による入退域時の被ばく(PWR型原子炉施設)</p> | <p>7.4.2(2)a) → 内規通り</p> <p>7.4.2(2)b) → 内規通り</p> <p>7.4.2(2)c) → 内規通り</p> <p>7.4.2(2)d) → 内規通り</p> <p>7.4.2(2)e) → 内規通り 計算に当たっては、2)の仮定を用いた。 2) 入退域時の評価点は、出入管理建屋入口と中央制御室入口として評価した。</p> <p>7.4.2(2)f) → 内規通り アニュラス部が原子炉格納容器外部遮へいの内側にあるため、アニュラス部内の線源を原子炉格納容器内に存在するとして計算した。</p> <p>7.4.2(2)g) → 内規通り</p> <p>図7.19 → 内規通り</p> |

| <p>原子力発電所中央制御室の居住性に係る被ばく評価手法について (内規)</p> | <p>中央制御室（設計基準事故）居住性に係る被ばく評価との適合状況</p> |
|--|---|
| <p>7.5 大気中へ放出された放射性物質による入退域時の被ばく</p> <p>(1) 次の a)及び b)の被ばく経路からの運転員の被ばくを、7.5.1から7.5.2までに示す方法で計算する。</p> <p>a) 大気中へ放出された放射性物質からのガンマ線による入退域時の被ばく b) 大気中へ放出された放射性物質の吸入摂取による入退域時の被ばく</p> <p>(2) 大気中に放出された放射性物質が大気中を拡散し、放出源付近の建屋の巻き込み影響を受ける場合にはその効果を計算したうえで(5.大気拡散の評価)、中央制御室を含む当該建屋の周辺の放射性物質の濃度を計算する。</p> <p>a) 建屋影響を考慮しない場合 建屋の影響を考慮しない場合は、5.1.1(1)の方法で計算した建屋周辺の濃度分布の結果を用いる(図7.21)。</p> <p>b) 建屋影響を考慮する場合 建屋の影響を考慮する場合は、5.1.1(2)及び(3)の方法で計算した建屋周辺の濃度分布の結果を用いる(図7.22)。</p> <div data-bbox="360 710 824 1023" data-label="Diagram"> <p>図 7.21 建屋影響がない場合</p> </div> <div data-bbox="340 1050 869 1332" data-label="Diagram"> <p>図 7.22 建屋影響がある場合</p> </div> | <p>7.5(1) → 内規通り</p> <p>7.5(2) → 内規通り 大気中に放出された放射性物質が大気中を拡散し、放出源付近の建屋の巻き込み影響を受けるため、その効果を計算したうえで(5.大気拡散の評価)、中央制御室を含む当該建屋の周辺の放射性物質の濃度を計算した。 a) 建屋影響を考慮するため a)項は該当せず。 b) 建屋影響を考慮するため、b)項にしたがう。</p> <p>図 7.21 建屋影響を考慮するため対象外</p> <p>図 7.22 → 内規通り</p> |

| 原子力発電所中央制御室の居住性に係る被ばく評価手法について (内規) | 中央制御室（設計基準事故）居住性に係る被ばく評価との適合状況 |
|--|--|
| <p>7.5.1 大気中へ放出された放射性物質からのガンマ線による入退域時の被ばく</p> <p>(1) 大気中へ放出された放射性物質から放射されるガンマ線による被ばくを計算する(図 7.23)。ただし、事故発生直後の短時間に集中して放出される放射性物質(主蒸気管破断時の半球状雲、蒸気発生器伝熱管破損時の2次系への漏えい停止までの放出など)による線量については、入退域時の線量としては評価しない【解説 7.1】。</p> <p>(2) 建屋から大気中へ放出された放射性物質からのガンマ線による運転員の交替のための入退域時の線量を計算する。</p> <p>(3) 入退域時の線量は入退域評価点での相対線量 D/Q を求め、これに放射性物質(この場合は、放射能)の放出率を乗じて求める。</p> <p>(4) 入退域での所要時間を、運転員の勤務状態に即して計算し、30日間の積算線量を所要時間の割合で配分する。</p> <p>(5) 入退域時の計算に当たっては、以下のいずれかの仮定を用いる。 a) 管理建屋の入口を代表評価点とし、入退域ごとに評価点に、15分間滞在するとする。 b) 入退域時の移動経路及び入退域に要する時間をプラントごとに計算し、移動経路に従った適切な評価点及び滞在時間を設定する。この場合、移動に伴って、複数の評価点を設定してもよい。【解説7.5】</p> <p>(6) ガンマ線による運転員の外部被ばく線量は、次のとおり計算する。</p> <p style="padding-left: 40px;">外部被ばく線量=放出希ガス等(BWRプラントの主蒸気管破断では、ハロゲン等を含む)のガンマ線による実効線量 ×直交替による入退所要時間割合*1</p> <p style="padding-left: 40px;">*1) 例:4直3交替勤務・片道15分の場合 $0.015625 = (0.25\text{h}/\text{直} \times 2 \times 3\text{直} \times 30\text{日} / 4) / (24\text{h} \times 30\text{日})$</p> <p>ここで、ガンマ線による運転員の実効線量は、(7.10)式によって計算する。</p> $H_{\gamma} = \int_0^T K(D/Q)Q_{\gamma}(t)dt \quad \dots\dots\dots (7.10)$ <p style="padding-left: 20px;">H_{γ} : 希ガスのガンマ線の外部被ばくによる実効線量 (Sv) K : 空気カーマから実効線量への換算係数 (Sv/Gy, $K=1$) D/Q : 相対線量 (Gy/Bq) $Q_{\gamma}(t)$: 時刻 t における核種の環境放出率 (Bq/s) (ガンマ線 0.5MeV 換算) T : 計算期間(30日) (s) (注)30日間連続滞在の場合の値である。</p> | <p>7.5.1(1) → 内規通り</p> <p>7.5.1(2) → 内規通り</p> <p>7.5.1(3) → 内規通り</p> <p>7.5.1(4) → 内規通り</p> <p>7.5.1(5) → 内規通り 入退域時の計算に当たっては、b)の仮定を用いた。</p> <p>b) 入退域時の評価点は、出入管理建屋入口と中央制御室入口として評価した。</p> <p>7.5.1(6) → 内規通り</p> |

| 原子力発電所中央制御室の居住性に係る被ばく評価手法について (内規) | 中央制御室（設計基準事故）居住性に係る被ばく評価との適合状況 |
|--|---|
| <div data-bbox="286 263 806 518" data-label="Diagram"> <p>(b) PWR型原子炉施設</p> </div> <div data-bbox="286 598 806 646" data-label="Caption"> <p>図7.23 原子炉冷却材喪失時の放射性雲のガンマ線による入退域時の被ばく</p> </div> <div data-bbox="168 686 952 1197" data-label="List-Group"> <p>7.5.2 大気中へ放出された放射性物質の吸入摂取による入退域時の被ばく</p> <p>(1) 大気中へ放出された放射性物質を吸入摂取することによる被ばくを計算する(図 7.24)。ただし、事故発生直後の短時間に集中して放出される放射性物質(主蒸気管破断時の半球状雲、蒸気発生器伝熱管破損時の2次系への漏えい停止までの放出など)による線量については、入退域時の線量としては評価しない【解説 7.1】。</p> <p>(2) 入退域時の線量は入退域評価点での相対濃度 χ/Q を求め、これに放射性物質の放出率を乗じて求める。線量換算係数、呼吸率を乗じて求める。</p> <p>(3) 入退域での所要時間を、運転員の勤務状態に即して計算し、30日間の積算線量を所要時間の割合で配分する。</p> <p>(4) 被ばく低減方策として、例えば、防護マスク着用による放射性元素の吸入による内部被ばくの低減をはかる場合には、その効果及び運用条件を適切に示して評価に反映してもよい。</p> <p>(5) 計算に当たっては、以下のいずれかの仮定を用いる。</p> <p>a) 管理建屋の入口を代表評価点とし、入退域ごとに評価点に15分間滞在するとする。</p> <p>b) 入退域時の移動経路及び入退域に要する時間をプラントごとに計算し、移動経路に従った適切な評価点及び滞在時間を設定する。この場合、移動に伴って、複数の評価点を設定してもよい【解説7.5】。</p> </div> | <div data-bbox="985 598 1198 622" data-label="Caption"> <p>図 7.23 → 内規通り</p> </div> <div data-bbox="985 710 1803 1157" data-label="List-Group"> <p>7.5.2(1) → 内規通り</p> <p>7.5.2(2) → 内規通り</p> <p>7.5.2(3) → 内規通り</p> <p>7.5.2(4) → 内規通り 被ばく低減方策として、防護マスク着用を考慮していない。</p> <p>7.5.2(5) → 内規通り 入退域時の計算に当たっては、b)の仮定を用いた。</p> <p>b) 入退域時の評価点は、出入管理建屋入口と中央制御室入口として評価した。</p> </div> |

原子力発電所中央制御室の居住性に係る被ばく評価手法について
(内規)

中央制御室（設計基準事故）居住性に係る被ばく評価との適合状況

(6) 吸入摂取による運転員の内部被ばく線量は、次のとおり計算する。

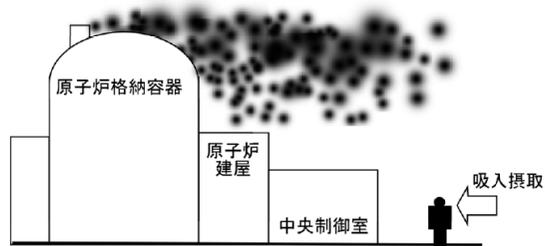
内部被ばく線量 = 放出放射性物質の吸入摂取による実効線量
× 直交替による所要時間割合*1

*1) 例: 4直3交替勤務・片道15分の場合
0.015625 = (0.25h/直 × 2 × 3直 × 30日 / 4) / (24h × 30日)

ここで、吸入摂取による運転員の実効線量は、(7.11)式によって計算する。

$$H_I = \int_0^T RH_{\infty}(\chi/Q)Q_I(t)dt \quad \dots\dots\dots (7.11)$$

- H_I : 放射性物質の吸入摂取の内部被ばくによる実効線量 (Sv)
- R : 呼吸率(成人活動時) (m^3/s)
- H_{∞} : 放射性物質 (I-131) 吸入摂取時の成人の実効線量への
換算係数 (Sv/Bq)
- χ/Q : 相対濃度 (s/m^3)
- $Q_I(t)$: 時刻 t における放射性物質環境放出率
(I-131等価量) (Bq/s)
- T : 計算期間(30日間) (s)
(注) 30日間連続滞在の場合の値である。



(b) PWR 型原子炉施設

図7.24 原子炉冷却材喪失時の放射性雲の吸入摂取による
入退域時の被ばく

7.5.2(6) → 内規通り

図 7.24 → 内規通り