

美浜 3 号機、高浜 1, 2, 3, 4 号機及び大飯 3, 4 号機
設計及び工事計画に係る補足説明資料

大山生竹テフラ噴出規模見直しに係る対応

2021年10月
関西電力株式会社

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

補足説明資料目次

- 補足 1 大山火山の大山生竹テフラの噴出規模見直しへの対応に係る設計及び工事計画（変更）
認可申請書の概要
- 補足 2 構造強度の設計における除灰要員荷重の影響確認について
- 補足 3 降下火砕物等堆積時における鉛直荷重に対する建物・構築物の評価手法について
- 補足 4 緊急時対策所建屋（美浜発電所 3 号機、高浜発電所 1・2・3・4 号機）の腐食設計
について
- 補足 5 設置許可との整合性について
- 補足 6 各影響因子の整理について
- 補足 7 火山対応の運用等に対する設工認上の扱いについて
- 補足 8 構造強度の設計における保守性の担保について
- 補足 9 評価部位の網羅性について

1. 大山火山の大山生竹テフラの噴出規模見直しへの対応に係る設計及び工事計画（変更）認可申請書の概要

1. 1 概要

本資料は、大山火山の大山生竹テフラの噴出規模見直しへの対応として、「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」に基づく設計及び工事計画の手続きを行うにあたり、「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則（以下「技術基準」という。）」の各条文のうち今回の申請対象が適用を受ける条文とそれらのうち適合性の確認が必要となる条文、及び設計及び工事計画（変更）認可申請書（以下「設工認」という。）に添付する書類について整理するものである。

また、上記の整理を踏まえ、設工認の本文（基本設計方針）及び添付資料の記載概要並びに技術基準の各条文に対する適合性についても示す。

1. 2 設計及び工事の計画における適用条文の整理について

本章では、大山火山の大山生竹テフラの噴出規模見直しへの対応に係る設工認について、「技術基準」の各条文のうち申請対象が適用を受ける条文とそれらのうち適合性の確認が必要となる条文の整理を行う。

申請対象が適用を受ける条文と適合性の確認が必要となる条文の整理結果を第 1-2-1 表に示す。なお、第 1-2-1 表における凡例は以下のとおりである。

【凡例】

○：適用条文であり、今回の申請で適合性を確認する必要がある条文

△：適用条文であるが、既に適合性が確認されている条文、又は工事計画に係る内容に影響を受けないことが明確に確認できる条文

×：適用を受けない条文

第 1-2-1 表 適用条文の整理結果 (1/8)

| 技術基準規則 | 適用要否 判断 | 理由 |
|--------------------------------|------------|--|
| ○設計基準対象施設 | | |
| 第 4 条 設計基準対象施設の地盤 | × | 本申請対象は大山火山の大山生竹テフラの噴出規模見直しに伴う最大層厚変更に係る基本設計方針の変更であり、本条文の基本設計方針に影響がないため、審査対象条文とならない。 |
| 第 5 条 地震による損傷の防止 | × | 本申請対象は大山火山の大山生竹テフラの噴出規模見直しに伴う最大層厚変更に係る基本設計方針の変更であり、本条文の基本設計方針に影響がないため、審査対象条文とならない。 |
| 第 6 条 津波による損傷の防止 | × | 本申請対象は大山火山の大山生竹テフラの噴出規模見直しに伴う最大層厚変更に係る基本設計方針の変更であり、本条文の基本設計方針に影響がないため、審査対象条文とならない。 |
| 第 7 条 外部からの衝撃による損傷の防止 | ○ | 大山火山の大山生竹テフラの噴出規模見直しに伴う最大層厚変更により、本条文の基本設計方針に影響があり、本条文に適合していることの確認が必要であるため、審査対象条文となる。 |
| 第 8 条 立ち入りの防止 | × | 本申請対象は大山火山の大山生竹テフラの噴出規模見直しに伴う最大層厚変更に係る基本設計方針の変更であり、本条文の基本設計方針に影響がないため、審査対象条文とならない。 |
| 第 9 条 発電用原子炉施設への人の不法な侵入等の防止 | × | 本申請対象は大山火山の大山生竹テフラの噴出規模見直しに伴う最大層厚変更に係る基本設計方針の変更であり、本条文の基本設計方針に影響がないため、審査対象条文とならない。 |
| 第 10 条 急傾斜地の崩壊の防止 | × | 本申請対象は大山火山の大山生竹テフラの噴出規模見直しに伴う最大層厚変更に係る基本設計方針の変更であり、本条文の基本設計方針に影響がないため、審査対象条文とならない。 |
| 第 11 条 火災による損傷の防止 | × | 本申請対象は大山火山の大山生竹テフラの噴出規模見直しに伴う最大層厚変更に係る基本設計方針の変更であり、本条文の基本設計方針に影響がないため、審査対象条文とならない。 |

○：適用条文であり、今回の申請で適合性を確認する必要がある条文
 △：適用条文であるが、既に適合性が確認されている条文、又は工事計画に係る内容に影響を受けないことが明確に確認できる条文
 ×：適用を受けない条文

第 1-2-1 表 適用条文の整理結果 (2/8)

| 技術基準規則 | 適用要否判断 | 理由 |
|------------------------------------|--------|--|
| 第 12 条 発電用原子炉施設内における溢水等による損傷の防止 | × | 本申請対象は大山火山の大山生竹テフラの噴出規模見直しに伴う最大層厚変更に係る基本設計方針の変更であり、本条文の基本設計方針に影響がないため、審査対象条文とならない。 |
| 第 13 条 安全避難通路等 | × | 本申請対象は大山火山の大山生竹テフラの噴出規模見直しに伴う最大層厚変更に係る基本設計方針の変更であり、本条文の基本設計方針に影響がないため、審査対象条文とならない。 |
| 第 14 条 安全設備 | × | 本申請対象は大山火山の大山生竹テフラの噴出規模見直しに伴う最大層厚変更に係る基本設計方針の変更であり、本条文の基本設計方針に影響がないため、審査対象条文とならない。 |
| 第 15 条 設計基準対象施設の機能 | × | 本申請対象は大山火山の大山生竹テフラの噴出規模見直しに伴う最大層厚変更に係る基本設計方針の変更であり、本条文の基本設計方針に影響がないため、審査対象条文とならない。 |
| 第 16 条 全交流動力電源喪失対策設備 | × | 本申請対象は大山火山の大山生竹テフラの噴出規模見直しに伴う最大層厚変更に係る基本設計方針の変更であり、本条文の基本設計方針に影響がないため、審査対象条文とならない。 |
| 第 17 条 材料及び構造 | × | 本申請対象は大山火山の大山生竹テフラの噴出規模見直しに伴う最大層厚変更に係る基本設計方針の変更であり、本条文の基本設計方針に影響がないため、審査対象条文とならない。 |
| 第 18 条 使用中の亀裂等による破壊の防止 | × | 本申請対象は大山火山の大山生竹テフラの噴出規模見直しに伴う最大層厚変更に係る基本設計方針の変更であり、本条文の基本設計方針に影響がないため、審査対象条文とならない。 |
| 第 19 条 流体振動等による損傷の防止 | × | 本申請対象は大山火山の大山生竹テフラの噴出規模見直しに伴う最大層厚変更に係る基本設計方針の変更であり、本条文の基本設計方針に影響がないため、審査対象条文とならない。 |
| 第 20 条 安全弁等 | × | 本申請対象は大山火山の大山生竹テフラの噴出規模見直しに伴う最大層厚変更に係る基本設計方針の変更であり、本条文の基本設計方針に影響がないため、審査対象条文とならない。 |
| 第 21 条 耐圧試験等 | × | 本申請対象は大山火山の大山生竹テフラの噴出規模見直しに伴う最大層厚変更に係る基本設計方針の変更であり、本条文の基本設計方針に影響がないため、審査対象条文とならない。 |
| 第 22 条 監視試験片 | × | 本申請対象は大山火山の大山生竹テフラの噴出規模見直しに伴う最大層厚変更に係る基本設計方針の変更であり、本条文の基本設計方針に影響がないため、審査対象条文とならない。 |
| 第 23 条 炉心等 | × | 本申請対象は大山火山の大山生竹テフラの噴出規模見直しに伴う最大層厚変更に係る基本設計方針の変更であり、本条文の基本設計方針に影響がないため、審査対象条文とならない。 |

○：適用条文であり、今回の申請で適合性を確認する必要がある条文
 △：適用条文であるが、既に適合性が確認されている条文、又は工事計画に係る内容に影響を受けないことが明確に確認できる条文
 ×：適用を受けない条文

第 1-2-1 表 適用条文の整理結果 (3/8)

| 技術基準規則 | 適用要否判断 | 理由 |
|-------------------------------|--------|--|
| 第 24 条 熱遮蔽材 | × | 本申請対象は大山火山の大山生竹テフラの噴出規模見直しに伴う最大層厚変更に係る基本設計方針の変更であり、本条文の基本設計方針に影響がないため、審査対象条文とならない。 |
| 第 25 条 一次冷却材 | × | 本申請対象は大山火山の大山生竹テフラの噴出規模見直しに伴う最大層厚変更に係る基本設計方針の変更であり、本条文の基本設計方針に影響がないため、審査対象条文とならない。 |
| 第 26 条 燃料取扱設備及び燃料貯蔵設備 | × | 本申請対象は大山火山の大山生竹テフラの噴出規模見直しに伴う最大層厚変更に係る基本設計方針の変更であり、本条文の基本設計方針に影響がないため、審査対象条文とならない。 |
| 第 27 条 原子炉冷却材圧力バウンダリ | × | 本申請対象は大山火山の大山生竹テフラの噴出規模見直しに伴う最大層厚変更に係る基本設計方針の変更であり、本条文の基本設計方針に影響がないため、審査対象条文とならない。 |
| 第 28 条 原子炉冷却材圧力バウンダリの隔離装置等 | × | 本申請対象は大山火山の大山生竹テフラの噴出規模見直しに伴う最大層厚変更に係る基本設計方針の変更であり、本条文の基本設計方針に影響がないため、審査対象条文とならない。 |
| 第 29 条 一次冷却材処理装置 | × | 本申請対象は大山火山の大山生竹テフラの噴出規模見直しに伴う最大層厚変更に係る基本設計方針の変更であり、本条文の基本設計方針に影響がないため、審査対象条文とならない。 |
| 第 30 条 逆止め弁 | × | 本申請対象は大山火山の大山生竹テフラの噴出規模見直しに伴う最大層厚変更に係る基本設計方針の変更であり、本条文の基本設計方針に影響がないため、審査対象条文とならない。 |
| 第 31 条 蒸気タービン | × | 本申請対象は大山火山の大山生竹テフラの噴出規模見直しに伴う最大層厚変更に係る基本設計方針の変更であり、本条文の基本設計方針に影響がないため、審査対象条文とならない。 |
| 第 32 条 非常用炉心冷却設備 | × | 本申請対象は大山火山の大山生竹テフラの噴出規模見直しに伴う最大層厚変更に係る基本設計方針の変更であり、本条文の基本設計方針に影響がないため、審査対象条文とならない。 |
| 第 33 条 循環設備等 | × | 本申請対象は大山火山の大山生竹テフラの噴出規模見直しに伴う最大層厚変更に係る基本設計方針の変更であり、本条文の基本設計方針に影響がないため、審査対象条文とならない。 |
| 第 34 条 計測装置 | × | 本申請対象は大山火山の大山生竹テフラの噴出規模見直しに伴う最大層厚変更に係る基本設計方針の変更であり、本条文の基本設計方針に影響がないため、審査対象条文とならない。 |
| 第 35 条 安全保護装置 | × | 本申請対象は大山火山の大山生竹テフラの噴出規模見直しに伴う最大層厚変更に係る基本設計方針の変更であり、本条文の基本設計方針に影響がないため、審査対象条文とならない。 |
| 第 36 条 反応度制御系統及び原子炉停止系統 | × | 本申請対象は大山火山の大山生竹テフラの噴出規模見直しに伴う最大層厚変更に係る基本設計方針の変更であり、本条文の基本設計方針に影響がないため、審査対象条文とならない。 |

○：適用条文であり、今回の申請で適合性を確認する必要がある条文
 △：適用条文であるが、既に適合性が確認されている条文、又は工事計画に係る内容に影響を受けないことが明確に確認できる条文
 ×：適用を受けない条文

第1-2-1表 適用条文の整理結果 (4/8)

| 技術基準規則 | 適用要否判断 | 理由 |
|-----------------------|--------|--|
| 第37条 制御材駆動装置 | × | 本申請対象は大山火山の大山生竹テフラの噴出規模見直しに伴う最大層厚変更に係る基本設計方針の変更であり、本条文の基本設計方針に影響がないため、審査対象条文とならない。 |
| 第38条 原子炉制御室等 | × | 本申請対象は大山火山の大山生竹テフラの噴出規模見直しに伴う最大層厚変更に係る基本設計方針の変更であり、本条文の基本設計方針に影響がないため、審査対象条文とならない。 |
| 第39条 廃棄物処理設備等 | × | 本申請対象は大山火山の大山生竹テフラの噴出規模見直しに伴う最大層厚変更に係る基本設計方針の変更であり、本条文の基本設計方針に影響がないため、審査対象条文とならない。 |
| 第40条 廃棄物貯蔵設備等 | × | 本申請対象は大山火山の大山生竹テフラの噴出規模見直しに伴う最大層厚変更に係る基本設計方針の変更であり、本条文の基本設計方針に影響がないため、審査対象条文とならない。 |
| 第41条 放射性物質による汚染の防止 | × | 本申請対象は大山火山の大山生竹テフラの噴出規模見直しに伴う最大層厚変更に係る基本設計方針の変更であり、本条文の基本設計方針に影響がないため、審査対象条文とならない。 |
| 第42条 生体遮蔽等 | × | 本申請対象は大山火山の大山生竹テフラの噴出規模見直しに伴う最大層厚変更に係る基本設計方針の変更であり、本条文の基本設計方針に影響がないため、審査対象条文とならない。 |
| 第43条 換気設備 | × | 本申請対象は大山火山の大山生竹テフラの噴出規模見直しに伴う最大層厚変更に係る基本設計方針の変更であり、本条文の基本設計方針に影響がないため、審査対象条文とならない。 |
| 第44条 原子炉格納施設 | × | 本申請対象は大山火山の大山生竹テフラの噴出規模見直しに伴う最大層厚変更に係る基本設計方針の変更であり、本条文の基本設計方針に影響がないため、審査対象条文とならない。 |
| 第45条 保安電源設備 | × | 本申請対象は大山火山の大山生竹テフラの噴出規模見直しに伴う最大層厚変更に係る基本設計方針の変更であり、本条文の基本設計方針に影響がないため、審査対象条文とならない。 |
| 第46条 緊急時対策所 | × | 本申請対象は大山火山の大山生竹テフラの噴出規模見直しに伴う最大層厚変更に係る基本設計方針の変更であり、本条文の基本設計方針に影響がないため、審査対象条文とならない。 |
| 第47条 警報装置等 | × | 本申請対象は大山火山の大山生竹テフラの噴出規模見直しに伴う最大層厚変更に係る基本設計方針の変更であり、本条文の基本設計方針に影響がないため、審査対象条文とならない。 |
| 第48条 準用 | × | 本申請対象は大山火山の大山生竹テフラの噴出規模見直しに伴う最大層厚変更に係る基本設計方針の変更であり、本条文の基本設計方針に影響がないため、審査対象条文とならない。 |

○：適用条文であり、今回の申請で適合性を確認する必要がある条文
△：適用条文であるが、既に適合性が確認されている条文、又は工事計画に係る内容に影響を受けないことが明確に確認できる条文
×：適用を受けない条文

第 1-2-1 表 適用条文の整理結果 (5/8)

| 技術基準規則 | 適用要否 判断 | 理由 |
|------------------------|------------|--|
| ○重大事故等対処施設 | | |
| 第 49 条 重大事故等対処施設の地盤 | × | 本申請対象は大山火山の大山生竹テフラの噴出規模見直しに伴う最大層厚変更に係る基本設計方針の変更であり、本条文の基本設計方針に影響がないため、審査対象条文とならない。 |
| 第 50 条 地震による損傷の防止 | × | 本申請対象は大山火山の大山生竹テフラの噴出規模見直しに伴う最大層厚変更に係る基本設計方針の変更であり、本条文の基本設計方針に影響がないため、審査対象条文とならない。 |
| 第 51 条 津波による損傷の防止 | × | 本申請対象は大山火山の大山生竹テフラの噴出規模見直しに伴う最大層厚変更に係る基本設計方針の変更であり、本条文の基本設計方針に影響がないため、審査対象条文とならない。 |
| 第 52 条 火災による損傷の防止 | × | 本申請対象は大山火山の大山生竹テフラの噴出規模見直しに伴う最大層厚変更に係る基本設計方針の変更であり、本条文の基本設計方針に影響がないため、審査対象条文とならない。 |
| 第 53 条 特定重大事故等対処施設 | × | 本申請対象は大山火山の大山生竹テフラの噴出規模見直しに伴う最大層厚変更に係る基本設計方針の変更であり、本条文の基本設計方針に影響がないため、審査対象条文とならない。 |
| 第 54 条 重大事故等対処設備 | ○ | 大山火山の大山生竹テフラの噴出規模見直しに伴う最大層厚変更により、基本設計方針が見直され、本条文の使用条件（荷重）に影響があり、本条文に適合していることの確認が必要であるため、審査対象条文となる。 |
| 第 55 条 材料及び構造 | × | 本申請対象は大山火山の大山生竹テフラの噴出規模見直しに伴う最大層厚変更に係る基本設計方針の変更であり、本条文の基本設計方針に影響がないため、審査対象条文とならない。 |

○：適用条文であり、今回の申請で適合性を確認する必要がある条文
 △：適用条文であるが、既に適合性が確認されている条文、又は工事計画に係る内容に影響を受けないことが明確に確認できる条文
 ×：適用を受けない条文

第 1-2-1 表 適用条文の整理結果 (6/8)

| 技術基準規則 | 適用要否 判断 | 理由 |
|---|------------|--|
| 第 56 条 使用中の亀裂等による破壊 の防止 | × | 本申請対象は大山火山の大山生竹テフラの噴出規模見直しに伴う最大層厚変更に係る基本設計方針の変更であり、本条文の基本設計方針に影響がないため、審査対象条文とならない。 |
| 第 57 条 安全弁等 | × | 本申請対象は大山火山の大山生竹テフラの噴出規模見直しに伴う最大層厚変更に係る基本設計方針の変更であり、本条文の基本設計方針に影響がないため、審査対象条文とならない。 |
| 第 58 条 耐圧試験等 | × | 本申請対象は大山火山の大山生竹テフラの噴出規模見直しに伴う最大層厚変更に係る基本設計方針の変更であり、本条文の基本設計方針に影響がないため、審査対象条文とならない。 |
| 第 59 条 緊急停止失敗時に発電用原子炉を未臨界にするための設備 | × | 本申請対象は大山火山の大山生竹テフラの噴出規模見直しに伴う最大層厚変更に係る基本設計方針の変更であり、本条文の基本設計方針に影響がないため、審査対象条文とならない。 |
| 第 60 条 原子炉冷却材圧力バウンダリ高圧時に発電用原子炉を冷却するための設備 | × | 本申請対象は大山火山の大山生竹テフラの噴出規模見直しに伴う最大層厚変更に係る基本設計方針の変更であり、本条文の基本設計方針に影響がないため、審査対象条文とならない。 |
| 第 61 条 原子炉冷却材圧力バウンダリを減圧するための設備 | × | 本申請対象は大山火山の大山生竹テフラの噴出規模見直しに伴う最大層厚変更に係る基本設計方針の変更であり、本条文の基本設計方針に影響がないため、審査対象条文とならない。 |
| 第 62 条 原子炉冷却材圧力バウンダリ低圧時に発電用原子炉を冷却するための設備 | × | 本申請対象は大山火山の大山生竹テフラの噴出規模見直しに伴う最大層厚変更に係る基本設計方針の変更であり、本条文の基本設計方針に影響がないため、審査対象条文とならない。 |
| 第 63 条 最終ヒートシンクへ熱を輸送するための設備 | × | 本申請対象は大山火山の大山生竹テフラの噴出規模見直しに伴う最大層厚変更に係る基本設計方針の変更であり、本条文の基本設計方針に影響がないため、審査対象条文とならない。 |
| 第 64 条 原子炉格納容器内の冷却等のための設備 | × | 本申請対象は大山火山の大山生竹テフラの噴出規模見直しに伴う最大層厚変更に係る基本設計方針の変更であり、本条文の基本設計方針に影響がないため、審査対象条文とならない。 |
| 第 65 条 原子炉格納容器の過圧破損を防止するための設備 | × | 本申請対象は大山火山の大山生竹テフラの噴出規模見直しに伴う最大層厚変更に係る基本設計方針の変更であり、本条文の基本設計方針に影響がないため、審査対象条文とならない。 |

○：適用条文であり、今回の申請で適合性を確認する必要がある条文
△：適用条文であるが、既に適合性が確認されている条文、又は工事計画に係る内容に影響を受けないことが明確に確認できる条文
×：適用を受けない条文

第 1-2-1 表 適用条文の整理結果 (7/8)

| 技術基準規則 | 適用要否 判断 | 理由 |
|---------------------------------------|------------|--|
| 第 66 条 原子炉格納容器下部の溶融炉心を冷却するための設備 | × | 本申請対象は大山火山の大山生竹テフラの噴出規模見直しに伴う最大層厚変更に係る基本設計方針の変更であり、本条文の基本設計方針に影響がないため、審査対象条文とならない。 |
| 第 67 条 水素爆発による原子炉格納容器の破損を防止するための設備 | × | 本申請対象は大山火山の大山生竹テフラの噴出規模見直しに伴う最大層厚変更に係る基本設計方針の変更であり、本条文の基本設計方針に影響がないため、審査対象条文とならない。 |
| 第 68 条 水素爆発による原子炉建屋等の損傷を防止するための設備 | × | 本申請対象は大山火山の大山生竹テフラの噴出規模見直しに伴う最大層厚変更に係る基本設計方針の変更であり、本条文の基本設計方針に影響がないため、審査対象条文とならない。 |
| 第 69 条 使用済燃料貯蔵槽の冷却等のための設備 | × | 本申請対象は大山火山の大山生竹テフラの噴出規模見直しに伴う最大層厚変更に係る基本設計方針の変更であり、本条文の基本設計方針に影響がないため、審査対象条文とならない。 |
| 第 70 条 工場等外への放射性物質の拡散を抑制するための設備 | × | 本申請対象は大山火山の大山生竹テフラの噴出規模見直しに伴う最大層厚変更に係る基本設計方針の変更であり、本条文の基本設計方針に影響がないため、審査対象条文とならない。 |
| 第 71 条 重大事故等の収束に必要なとなる水の供給設備 | × | 本申請対象は大山火山の大山生竹テフラの噴出規模見直しに伴う最大層厚変更に係る基本設計方針の変更であり、本条文の基本設計方針に影響がないため、審査対象条文とならない。 |
| 第 72 条 電源設備 | × | 本申請対象は大山火山の大山生竹テフラの噴出規模見直しに伴う最大層厚変更に係る基本設計方針の変更であり、本条文の基本設計方針に影響がないため、審査対象条文とならない。 |
| 第 73 条 計装設備 | × | 本申請対象は大山火山の大山生竹テフラの噴出規模見直しに伴う最大層厚変更に係る基本設計方針の変更であり、本条文の基本設計方針に影響がないため、審査対象条文とならない。 |
| 第 74 条 原子炉制御室 | × | 本申請対象は大山火山の大山生竹テフラの噴出規模見直しに伴う最大層厚変更に係る基本設計方針の変更であり、本条文の基本設計方針に影響がないため、審査対象条文とならない。 |
| 第 75 条 監視測定設備 | × | 本申請対象は大山火山の大山生竹テフラの噴出規模見直しに伴う最大層厚変更に係る基本設計方針の変更であり、本条文の基本設計方針に影響がないため、審査対象条文とならない。 |
| 第 76 条 緊急時対策所 | × | 本申請対象は大山火山の大山生竹テフラの噴出規模見直しに伴う最大層厚変更に係る基本設計方針の変更であり、本条文の基本設計方針に影響がないため、審査対象条文とならない。 |

○：適用条文であり、今回の申請で適合性を確認する必要がある条文
 △：適用条文であるが、既に適合性が確認されている条文、又は工事計画に係る内容に影響を受けないことが明確に確認できる条文
 ×：適用を受けない条文

第 1-2-1 表 適用条文の整理結果 (8/8)

| 技術基準規則 | 適用要否 判断 | 理由 |
|---------------------------|------------|--|
| 第 77 条 通信連絡を行うために必要な設備 | × | 本申請対象は大山火山の大山生竹テフラの噴出規模見直しに伴う最大層厚変更に係る基本設計方針の変更であり、本条文の基本設計方針に影響がないため、審査対象条文とならない。 |
| 第 78 条 準用 | × | 本申請対象は大山火山の大山生竹テフラの噴出規模見直しに伴う最大層厚変更に係る基本設計方針の変更であり、本条文の基本設計方針に影響がないため、審査対象条文とならない。 |

○：適用条文であり、今回の申請で適合性を確認する必要がある条文
 △：適用条文であるが、既に適合性が確認されている条文、又は工事計画に係る内容に影響を受けないことが明確に確認できる条文
 ×：適用を受けない条文

1. 3 設計及び工事の計画における添付書類の整理について

本章では、大山火山の大山生竹テフラの噴出規模見直しへの対応に係る設工認に添付する書類について「実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則」に基づき整理する。整理結果を第1-3-1表に示す。

第1-3-1表 本申請に添付する書類の整理結果 (1/4)

| 実用発電用原子炉の設置、 運転等に関する規則 別表第二添付書類 | 添付の要否 (○・×) | 理由 |
|---|----------------|--|
| ○各発電用原子炉施設に共通 | | |
| 送電関係一覧図 | × | 本申請に伴い変更がなく、影響がないことから不要。 |
| 急傾斜地崩壊危険区域内において 行う制限工事に係る場合は、当該 区域内の急傾斜地の崩壊の防止措 置に関する説明書 | × | 本申請に伴い変更がなく、影響がないことから不要。 |
| 工場又は事業所の概要を明示した 地形図 | × | 本申請に伴い変更がなく、影響がないことから不要。 |
| 主要設備の配置の状況を明示した 平面図及び断面図 | × | 本申請に伴い変更がなく、影響がないことから不要。 |
| 単線結線図 | × | 本申請に伴い変更がなく、影響がないことから不要。 |
| 新技術の内容を十分に説明した書 類 | × | 本申請に伴い変更がなく、影響がないことから不要。 |
| 発電用原子炉施設の熱精算図 | × | 本申請に伴い変更がなく、影響がないことから不要。 |
| 熱出力計算書 | × | 本申請に伴い変更がなく、影響がないことから不要。 |
| 発電用原子炉の設置の許可との整 合性に関する説明書 | ○ | 設置変更許可の変更内容と本申請内容との整合性を 示す必要であるため添付する。 |
| 排気中及び排水中の放射性物質の 濃度に関する説明書 | × | 本申請に伴い変更がなく、影響がないことから不要。 |
| 人が常時勤務し、又は頻繁に出入 する工場又は事業所内の場所にお ける線量に関する説明書 | × | 本申請に伴い変更がなく、影響がないことから不要。 |
| 発電用原子炉施設の自然現象等 による損傷の防止に関する説明書 | ○ | 降下火砕物より防護すべき施設を内包する建屋及び 屋外に設置している防護対象施設の技術基準規則第 7条及び第54条への適合性を示す必要があるため添 付する。 |

第 1-3-1 表 本申請に添付する書類の整理結果 (2/4)

| 実用発電用原子炉の設置、 運転等に関する規則 別表第二 添付書類 | 添付の要否 (○・×) | 理由 |
|---|----------------|---|
| 放射性物質により汚染するおそれがある管理区域並びにその地下に施設する排水路並びに当該排水路に施設する排水監視設備及び放射性物質を含む排水を安全に処理する設備の配置の概要を明示した図面 | × | 本申請に伴い変更がなく、影響がないことから不要。 |
| 取水口及び放水口に関する説明書 | × | 本申請に伴い変更がなく、影響がないことから不要。 |
| 設備別記載事項の設定根拠に関する説明書 | × | 本申請に伴い変更がなく、影響がないことから不要。 |
| 環境測定装置（放射線管理用計測装置に係るものを除く。）の構造図及び取付箇所を明示した図面 | × | 本申請に伴い変更がなく、影響がないことから不要。 |
| クラス 1 機器及び炉心支持構造物の応力腐食割れ対策に関する説明書 | × | 本申請に伴い変更がなく、影響がないことから不要。 |
| 安全設備及び重大事故等対処設備が使用される条件の下における健全性に関する説明書 | ○ | 降下火砕物より防護すべき施設を内包する建屋が使用される条件の下における健全性について、技術基準規則第 54 条への適合性を示す必要があるため添付する。 |
| 発電用原子炉施設の火災防護に関する説明書 | × | 本申請に伴い変更がなく、影響がないことから不要。 |
| 発電用原子炉施設の溢水防護に関する説明書 | × | 本申請に伴い変更がなく、影響がないことから不要。 |
| 発電用原子炉施設の蒸気タービン、ポンプ等の損壊に伴う飛散物による損傷防護に関する説明書 | × | 本申請に伴い変更がなく、影響がないことから不要。 |
| 通信連絡設備に関する説明書及び取付箇所を明示した図面 | × | 本申請に伴い変更がなく、影響がないことから不要。 |
| 安全避難通路に関する説明書及び安全避難通路を明示した図面 | 説明書：× 図面：× | 本申請に伴い変更がなく、影響がないことから不要。 |
| 非常用照明に関する説明書及び取付箇所を明示した図面 | 説明書：× 図面：× | 本申請に伴い変更がなく、影響がないことから不要。 |

第 1-3-1 表 本申請に添付する書類の整理結果 (3/4)

| 実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則 別表第二添付書類 | 添付の要否 (○・×) | 理由 |
|---|----------------|--|
| ○原子炉冷却系統施設 | | |
| 原子炉冷却系統施設に係る機器の配置を明示した図面及び系統図 | 配置図：× 系統図：× | 本申請に伴い変更がなく、影響がないことから不要。 |
| 蒸気タービンの給水処理系統図 | × | 本申請に伴い変更がなく、影響がないことから不要。 |
| 耐震性に関する説明書（支持構造物を含めて記載すること。） | × | 本申請に伴い変更がなく、影響がないことから不要。 |
| 強度に関する説明書（支持構造物を含めて記載すること。） | ○ | 降下火砕物より防護すべき施設を内包する建屋及び屋外に設置している防護対象施設の技術基準規則第7条及び第54条への適合性を示す必要があるため添付する。 |
| 構造図 | × | 本申請に伴い変更がなく、影響がないことから不要。 |
| 原子炉格納容器内の原子炉冷却材又は一次冷却材の漏えいを監視する装置の構成に関する説明書、検出器の取付箇所を明示した図面並びに計測範囲及び警報動作範囲に関する説明書 | × | 本申請に伴い変更がなく、影響がないことから不要。 |
| 蒸気発生器及び蒸気タービンの基礎に関する説明書及びその基礎の状況を明示した図面 | × | 本申請に伴い変更がなく、影響がないことから不要。 |
| 流体振動又は温度変動による損傷の防止に関する説明書 | × | 本申請に伴い変更がなく、影響がないことから不要。 |
| 非常用炉心冷却設備その他原子炉注水設備のポンプの有効吸込水頭に関する説明書 | × | 本申請に伴い変更がなく、影響がないことから不要。 |

第 1-3-1 表 本申請に添付する書類の整理結果 (4/4)

| 実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則 別表第二添付書類 | 添付の可否 (○・×) | 理由 |
|---|----------------|--------------------------------|
| 蒸気タービンの制御方法に関する説明書 | × | 本申請に伴い変更がなく、影響がないことから不要。 |
| 蒸気タービンの振動管理に関する説明書 | × | 本申請に伴い変更がなく、影響がないことから不要。 |
| 蒸気タービンの冷却水の種類及び冷却水として海水を使用しない場合は、可能取水量を記載した書類 | × | 本申請に伴い変更がなく、影響がないことから不要。 |
| 安全弁の吹出量計算書（バネ式のものに限る。） | × | 本申請に伴い変更がなく、影響がないことから不要。 |
| ○「実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則」（第九条） | | |
| 設計及び工事に係る品質マネジメントシステムに関する説明書 | ○ | 本申請に伴う品質管理の方法等のプロセス確認のため、添付する。 |

1. 4 設計及び工事計画（変更）認可申請書の記載概要について

本章では、1. 2章及び1. 3章の整理を踏まえ、設工認の本文（基本設計方針）及び添付資料の記載概要を示す。本文の記載概要を第1-4-1表、添付資料の記載概要を第1-4-2表に示す。

第1-4-1表 設工認本文の記載概要

| 施設の種類 | 本文の記載概要（既工認からの変更箇所） | |
|---------------|---------------------|---|
| | 要目表 | 基本設計方針 |
| 原子炉冷却 系統施設 | 変更なし | ○「第1章 共通項目 2.3 外部からの損傷の防止 b. 火山」について、最大層厚にかかる記載を変更する。 |

第1-4-2表 設工認添付資料の記載概要

| 添付資料* | | 記載概要 |
|---------------|---|---|
| 資料1 | 発電用原子炉の設置の許可との整合性に関する説明書 | 本申請が設置変更許可申請書の基本方針に従った詳細設計であることについて、設置変更許可申請書本文の変更箇所と設工認本文との整合性により示す。 |
| 資料2 | 発電用原子炉施設の自然現象等による損傷の防止に関する説明書 | 降下火砕物の層厚変更を踏まえ、想定する降下火砕物に対し、積雪及び風を考慮した場合においても、施設の安全機能を損なうおそれがないこと説明する。 |
| 資料3 (資料6) | 安全設備及び重大事故等対処設備が使用される条件の下における健全性に関する説明書 | 降下火砕物の層厚変更を踏まえ、重大事故等対処設備が使用される条件の下における健全性について説明する。 |
| 資料4 (資料14) | 強度に関する説明書 | 降下火砕物の層厚変更を踏まえ、降下火砕物より防護すべき施設を内包する建屋及び屋外に設置している防護対象施設が構造健全性を有することを説明する。 |

*カッコ内の添付資料番号は、設計及び工事計画変更認可申請となる高浜1・2号機の添付資料番号である。

1. 5 設計及び工事計画（変更）認可申請にかかる技術基準則への適合性について

本章では、1. 2章から1. 4章までの整理を踏まえ、今回の設計及び工事計画（変更）認可申請において、適合性の確認が必要となる技術基準の各条文の適合性を示す。適合性及び適合性を説明する添付資料を第1-5-1表に示す。

第1-5-1表 技術基準への適合性確認結果

| 技術基準規則 | 適合性の確認 | 添付資料※ |
|--------------------------------|--|-----------------------------------|
| <p>第7条 外部からの衝撃による損傷の防止</p> | <p>設計基準対象施設は、想定される環境条件において、要求される機能を発揮する設計としていることから、本条の規定に適合していると判断した。</p> | <p>資料2, 4 (資料2, 14)</p> |
| <p>第54条 重大事故等対処設備</p> | <p>重大事故等対処設備は、想定される環境条件において、要求される機能を発揮する設計としていることから、本条の規定に適合していると判断した。</p> | <p>資料2, 3, 4 (資料2, 6, 14)</p> |

※カッコ内の添付資料番号は、設計及び工事計画変更認可申請となる高浜1・2号機の添付資料番号である。

構造強度の設計における除灰要員荷重の影響確認について

1. 概要

降下火砕物より防護すべき施設を内包する建屋及び屋外に設置している防護対象施設の構造強度の設計では、30 日を目処に速やかに降下火砕物の除去を行うこと、また降灰時には除雪も合わせて実施することを保安規定に定め、降下火砕物、積雪及び風による荷重を組み合わせて短期荷重として評価している。

一方で、設置変更許可での審査会合^{※1}では、以下の指摘があったため、考え得る最大除灰要員荷重を追加しても、降下火砕物より防護すべき建屋・施設が健全であることを説明する。

「除灰時にはこれらの荷重に加えて、除灰要員の荷重が施設に作用するため、建屋及び屋外タンクのうち、裕度が小さいものについては、設工認での詳細設計の際に除灰作業による荷重を積載荷重として考慮する必要がある。」

※1 第 930 回 原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査会合（2020 年 12 月 15 日）

2. 評価対象施設

評価対象施設は最弱部の評価結果の裕度が最も低い設備及び建屋を代表施設として選定する。代表施設及び最弱部の評価結果を表 1 に示す。

表 1. 代表施設の評価結果

(a) 設備

| 代表施設（部位） | 発生応力 (MPa) | 許容応力 (MPa) | 裕度 (-) |
|---------------------------|---------------|---------------|-----------|
| 高浜 1 号機 燃料取替用水タンク（屋根板） | 248 | 307 | 1.23 |

(b) 建屋

| 代表施設（部位） | 必要鉄筋量 (mm ² /m) | 配筋量 (mm ² /m) | 裕度 (-) |
|---------------------------|-------------------------------|-----------------------------|-----------|
| 高浜 1 号機 ディーゼル建屋（屋根スラブ） | 571 | 619 | 1.08 |

3. 評価方法

「強度に関する説明書」に記載の手順で評価を行う。施設に作用する荷重には降下火砕物、積雪及び風に加えて、除灰要員の荷重を考慮するものとし、除灰要員の荷重は $1,000\text{ N/m}^2$ とする。これは、約 100 kg の除灰要員が 1 m^2 毎に配置されているのと同様な荷重状態となる。除灰要員を含めた荷重条件を表2に示す。

表2. 除灰要員を含めた荷重条件

| 発電所名 | 荷重 (雪+火山灰+除灰要員) (N/m^2) | 【参考】荷重 (雪+火山灰) (N/m^2) |
|-------|---------------------------------------|--------------------------------------|
| 高浜発電所 | 8,050 | 7,050 |

4. 荷重条件の保守性及び実運用について

除灰要員を含めた荷重条件は、実運用と比較して保守的な評価となっている。高浜1号機のディーゼル建屋の場合、建屋上部の面積は約 500 m^2 であり、考慮する除灰要員荷重は、除灰要員500人分の荷重に相当する。設置許可の審査における建屋の除灰成立性の説明資料では、ディーゼル建屋の除灰は6人を前提として成立性確認を行っている（令和3年3月18日に提出した高浜1, 2号機のまとめ資料「高浜発電所1, 2号炉新見への適合状況説明資料（DNPに対する防護）」115ページ）。なお、高浜1号機の燃料取替用水タンク上部の面積は約 95 m^2 であり、考慮する除灰要員荷重は、除灰要員95人分の荷重に相当するが、建屋よりも面積は小さく、それを超える人数で除灰作業を行うことはない。

なお、実際に除灰を行う場合は、以下の流れで作業を行うことになる。

- ①階段等で屋根近傍までアクセスし、屋根に乗る前に屋根近傍から屋根面の除雪・除灰を行い、足場を確保する。
- ②その上で屋根全体の除雪、除灰を進めていく。

したがって、堆積した雪及び火山灰の上に除灰要員が乗ることはなく、これらが重畳することはないが、念のため代表施設を選定し、影響確認を行うものである。

5. 評価結果

代表施設に除灰要員の荷重を含めて強度評価を行った結果、裕度 1 を下回る施設はなかった。評価結果を表 3 に示す。したがって、雪及び火山灰が施設に堆積後、除灰要員が除灰を行ったとしても施設の健全性は保たれる。

表 3. 除灰要員の荷重を含めた評価結果

(a) 設備

| 代表施設 (部位) | 発生応力 (MPa) | 許容応力 (MPa) | 裕度 (-) |
|----------------------------|---------------|---------------|-----------|
| 高浜 1 号機 燃料取替用水タンク (屋根板) | 279 | 307 | 1.10 |

(b) 建屋

| 代表施設 (部位) | 必要鉄筋量 (mm ² /m) | 配筋量 (mm ² /m) | 裕度 (-) |
|----------------------------|-------------------------------|-----------------------------|-----------|
| 高浜 1 号機 ディーゼル建屋 (屋根スラブ) | 613 | 619 | 1.01* |

※: 強度計算書と同様に保守的な評価基準値 (短期許容引張応力度) から算出した値。

本来の許容限界である終局耐力から算出した場合は、1.11 となる。

降下火砕物等堆積時における鉛直荷重に対する建物・構築物の評価手法について

1. 概要

本資料は、大山生竹テフラの噴出規模の見直しに伴い実施する降下火砕物等堆積時における鉛直荷重に対する建物・構築物（建屋）の強度評価（以下、今回設工認での評価）において、**層厚変更**による荷重の増加に伴い、簡易な既認可の評価手法では保守的に設定される基準値を超える場合があることから、至近の審査実績（平成 30 年 10 月 18 日付け原規規発第 1810181 号にて認可された東海第二発電所工事計画の資料 V-3-別添 2-1-7「建屋の強度計算書」）を踏まえて既認可から評価手法の変更を行うため、評価手法間の比較及び今回設工認での評価手法の説明をするものである。

2. 既認可の評価手法と今回設工認での評価手法の比較

(1) 既認可の評価手法について

既認可の評価手法の概要図を図1に示す。既認可の評価では、建設時に設計条件とした②設計時長期荷重 P_A が①長期許容応力度に達する荷重を下回ること及び鋼材の長期許容応力度に対する短期許容応力度の比が1.5（④短期許容応力度に達する荷重が①の1.5倍）であることから、②設計時長期荷重 P_A に対する、⑥常時作用する荷重及び降下火砕物等堆積による鉛直荷重の和 P_B の比 P_C が、1.5を超えないこと（⑥が⑤ $1.5P_A$ を超えないこと）を確認することで、間接的に常時作用する荷重及び降下火砕物堆積等による鉛直荷重により部材に発生する応力が短期許容応力度を下回ることを確認した。

なお、既認可の評価手法は以下の2点において大きな保守性を有する評価手法である。

- 許容限界について、降下火砕物堆積時における建屋への要求機能より設定すれば③終局耐力に達する荷重であるところ、保守的に④短期許容応力度に達する荷重を許容限界と設定したこと。
- 評価部材の種類や諸元によらず荷重のみで評価できる簡易評価を実施するために、部材が④短期許容応力度に達する荷重を下回る⑤ $1.5P_A$ を評価上の基準値としたこと。

以上により、既認可の評価手法は大きな保守性を有するものである。

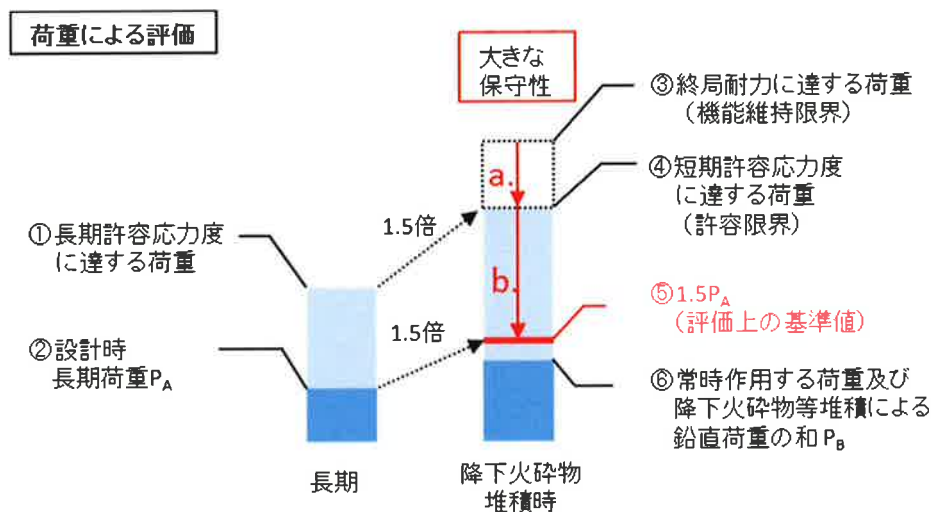


図1 既認可の評価手法の概要図

(2) 今回設工認での評価手法について

今回設工認での評価手法の概要図を図2に示す。今回設工認での評価では、降下火砕物による荷重が増加することから、大きな保守性を有する既認可の評価手法では、降下火砕物堆積時に建屋が機能を維持できることを確認できない場合がある。

そのため、今回設工認での評価手法においては、至近の審査実績を踏まえて、部材ごとに⑥' 常時作用する荷重及び降下火砕物等堆積による鉛直荷重の和 P_B により発生する応力が許容限界を超えないことを直接確認する。

ここで、許容限界は降下火砕物堆積時における建屋への要求機能より設定すれば③' 終局耐力であるところ、今回設工認での評価では、既認可の評価の考え方を踏襲し、④' 短期許容応力度を評価基準値とする。

なお、令和2年5月14日付け原規規発第2005141号にて認可された大飯発電所3号機の設計及び工事の計画において、評価対象施設に大飯3・4号機の緊急時対策所建屋を追加したことを踏まえ、今回設工認の評価対象施設として美浜3号機及び高浜発電所1・2・3・4号機の緊急時対策所建屋を新たに追加している。美浜3号機及び高浜発電所1・2・3・4号機の緊急時対策所建屋の評価手法についても、他の建屋と同等の構造であることから、上記の手法と同様とする。

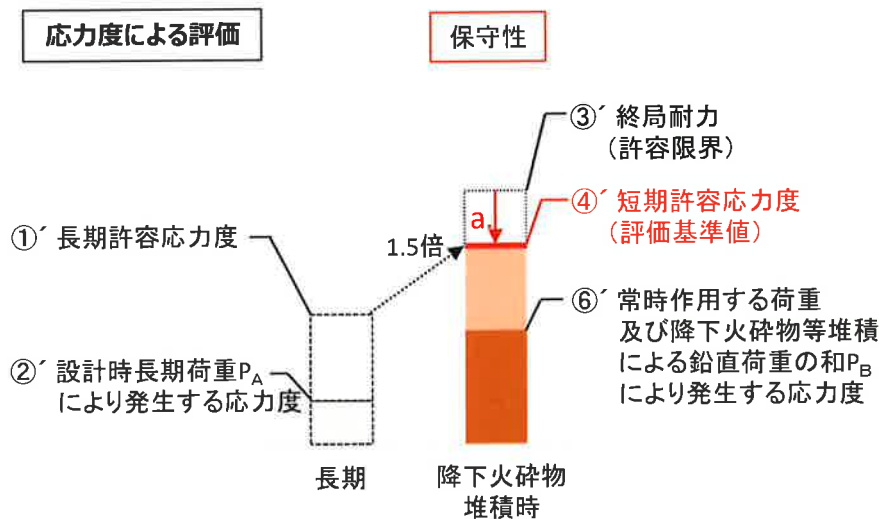


図2 今回設工認での評価手法の概要図

(3) 評価方法の比較

今回設工認での評価手法は既認可の評価手法と比較すると計算過程は異なるが、常時作用する荷重及び降下火砕物等（降下火砕物及び雪）堆積による鉛直荷重により部材に発生する応力等が短期許容応力度を超えないことを確認するという点では同じである。

3. 今回設工認での評価手法の使用実績

今回設工認での評価手法は、RC-N 規準等に基づく評価手法並びに既認可の耐震計算で使用実績のある FEM モデルを用いた評価手法を用いる。評価手法の既認可使用実績を表 2 に示す。

表 2 評価手法の既認可使用実績

| 屋根形状 | 評価手法 | 既認可実績の例* |
|-------|---------|---|
| 屋根スラブ | RC-N 規準 | 平成 27 年 8 月 4 日付け原規規発第 1508041 号にて認可された高浜発電所第 3 号機工事計画の資料 13-17-06-08 「中央制御室遮蔽の耐震計算書」のスラブ |
| ドーム部 | FEM モデル | 平成 27 年 8 月 4 日付け原規規発第 1508041 号にて認可された高浜発電所第 3 号機工事計画の資料 13-17-7-5 「外部しゃへい建屋の耐震計算書」のドーム部 |

*：別紙に既認可の評価手法を詳細に示す。

4. まとめ

今回設工認での評価手法は既認可の評価手法と比較すると計算過程は異なるが、常時作用する荷重及び降下火砕物等堆積による鉛直荷重により部材に発生する応力等が短期許容応力度を超えないことを確認するという点では同じである。また、今回設工認での評価手法は規準に基づく手法もしくは既認可の耐震計算で使用実績がある手法である。

以上

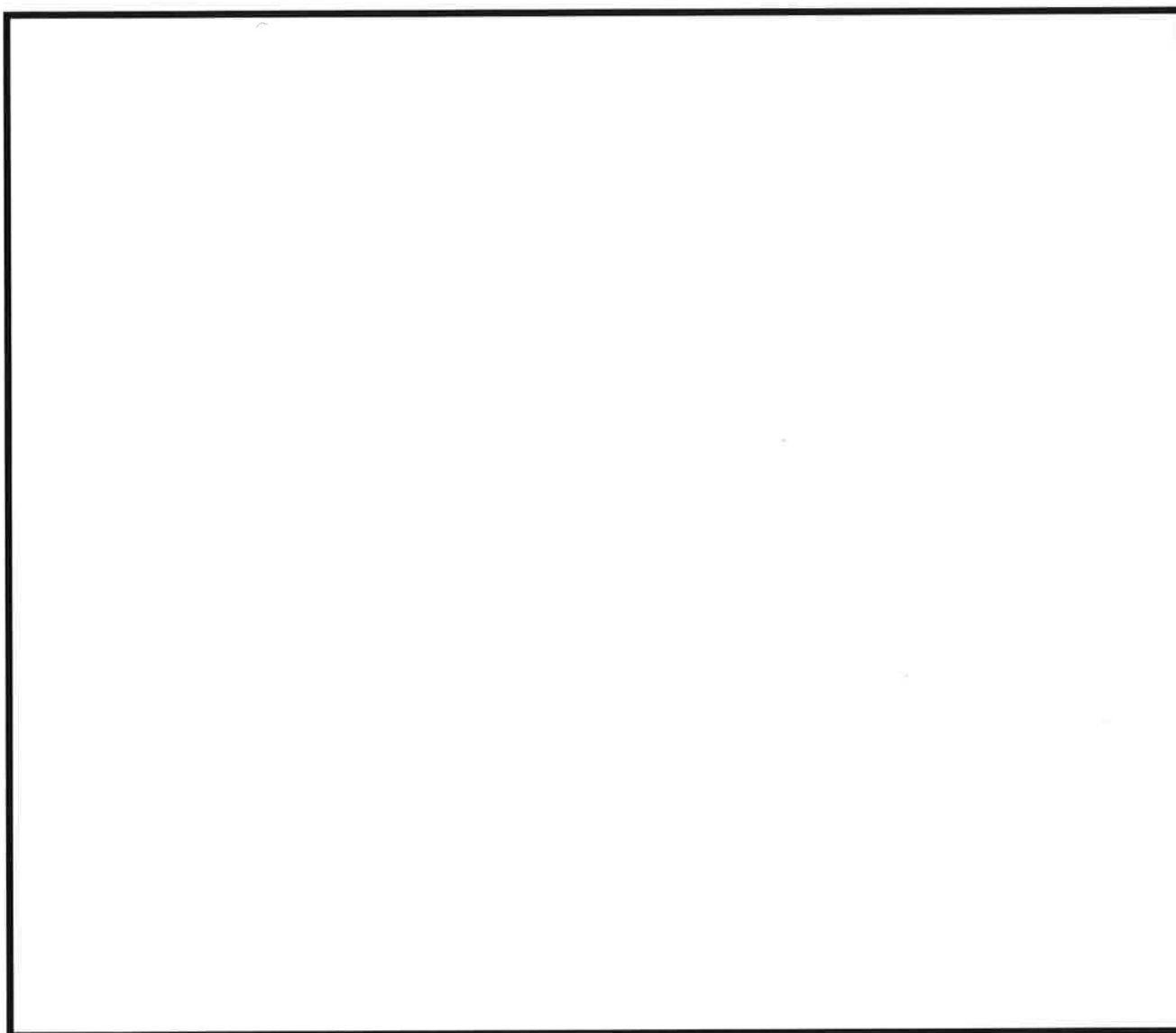
評価手法の既認可実績の例

1. 屋根スラブ

(1) 既認可実績

平成 27 年 8 月 4 日付け原規規発第 1508041 号にて認可された高浜発電所第 3 号機工事計画の資料 13-17-06-08「中央制御室遮蔽の耐震計算書」より抜粋して示す。

(2) 解析モデル※



※ここで示すモデル化範囲は屋根スラブではないが、降下火砕物に対する屋根スラブの評価と同様に、鉛直荷重に対する評価を実施したスラブである。

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

(3) 応力の解析方法

(1) 応力解析方法

a. 荷重ケース

作用荷重のうち地震荷重は、固定荷重及び積載荷重と同じ下向きに作用する場合に生じる応力が最大となるため、地震荷重は鉛直下向きの場合のみ考慮する。

b. 入力荷重の算出方法

長期荷重時の端部モーメント、中央モーメント及びせん断力を鉛直震度により係数倍することで入力荷重を算出する。なお、長期荷重時の端部モーメント、中央モーメント及びせん断力は「RC 規準」に準拠して算出する。長期荷重時の端部モーメント、中央モーメント及びせん断力を第 4-23 表、鉛直震度より算出した端部モーメント、中央モーメント及びせん断力を第 4-24 表に示す。

- ・ 短辺の端部モーメント (M_{x1})

$$M_{x1} = -\frac{1}{12} w_x \cdot l_x^2$$

- ・ 短辺の中央モーメント (M_{x2})

$$M_{x2} = \frac{1}{18} w_x \cdot l_x^2$$

- ・ 短辺のせん断力 (Q_{x1})

$$Q_{x1} = 0.52 \cdot w \cdot l_x$$

- ・ 長辺の端部モーメント (M_{y1})

$$M_{y1} = -\frac{1}{24} w \cdot l_x^2$$

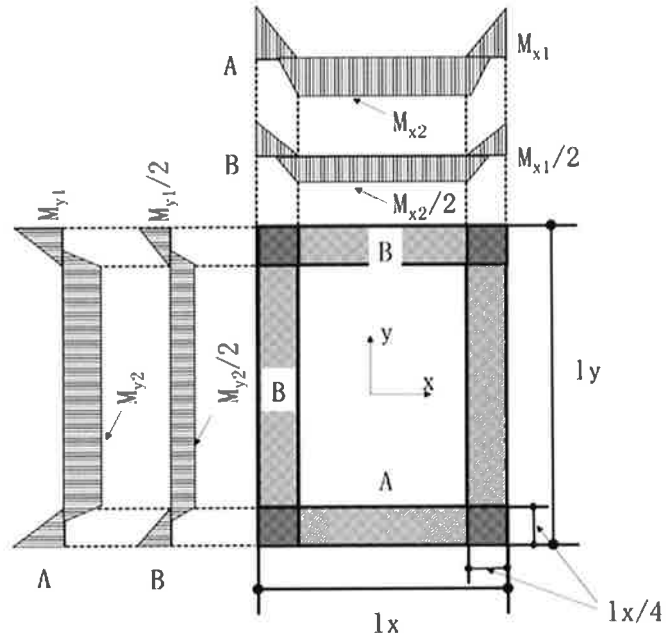
- ・ 長辺の中央モーメント (M_{y2})

$$M_{y2} = \frac{1}{36} w \cdot l_x^2$$

- ・ 短辺のせん断力 (Q_{y1})

$$Q_{y1} = 0.46 w l_x$$

(注) RC 規準に基づく応力の算出方法を別図 1 に示す。



別図1 RC規準に基づく応力の算出方法

(4) 断面の評価方法

(2) 断面の評価方法

床スラブの断面の評価に用いる応力は、地盤剛性の不確かさを考慮した地震応答解析による応答値を地震荷重とした応力解析により算出する。

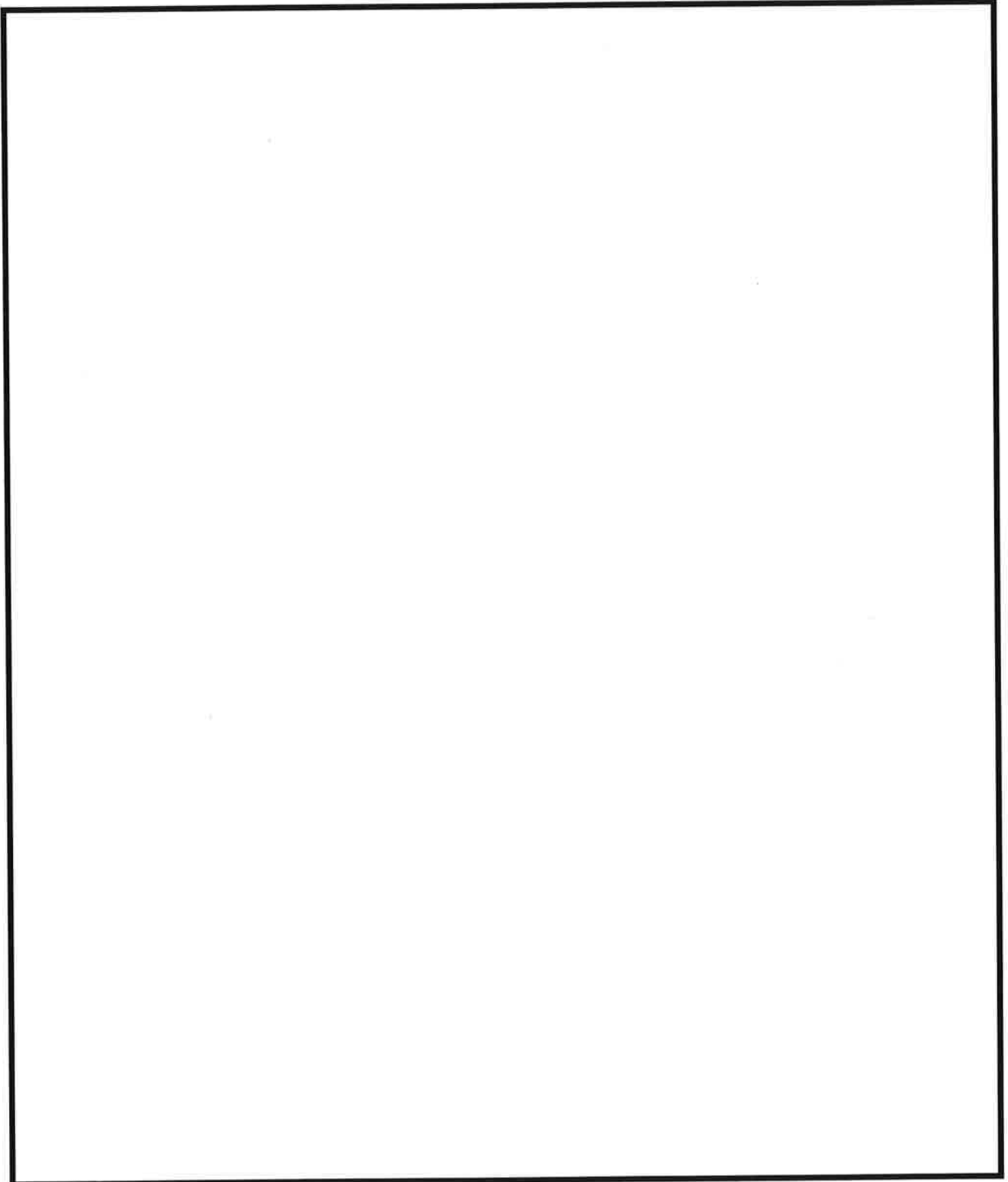
Ss地震時について、曲げモーメントに対しては、「RC-N規準」に基づいて算定した必要鉄筋量が配筋量を超えないことを確認する。面外せん断力については、「RC-N規準」に基づいて求めた許容せん断力を超えないことを確認する。

2. ドーム部

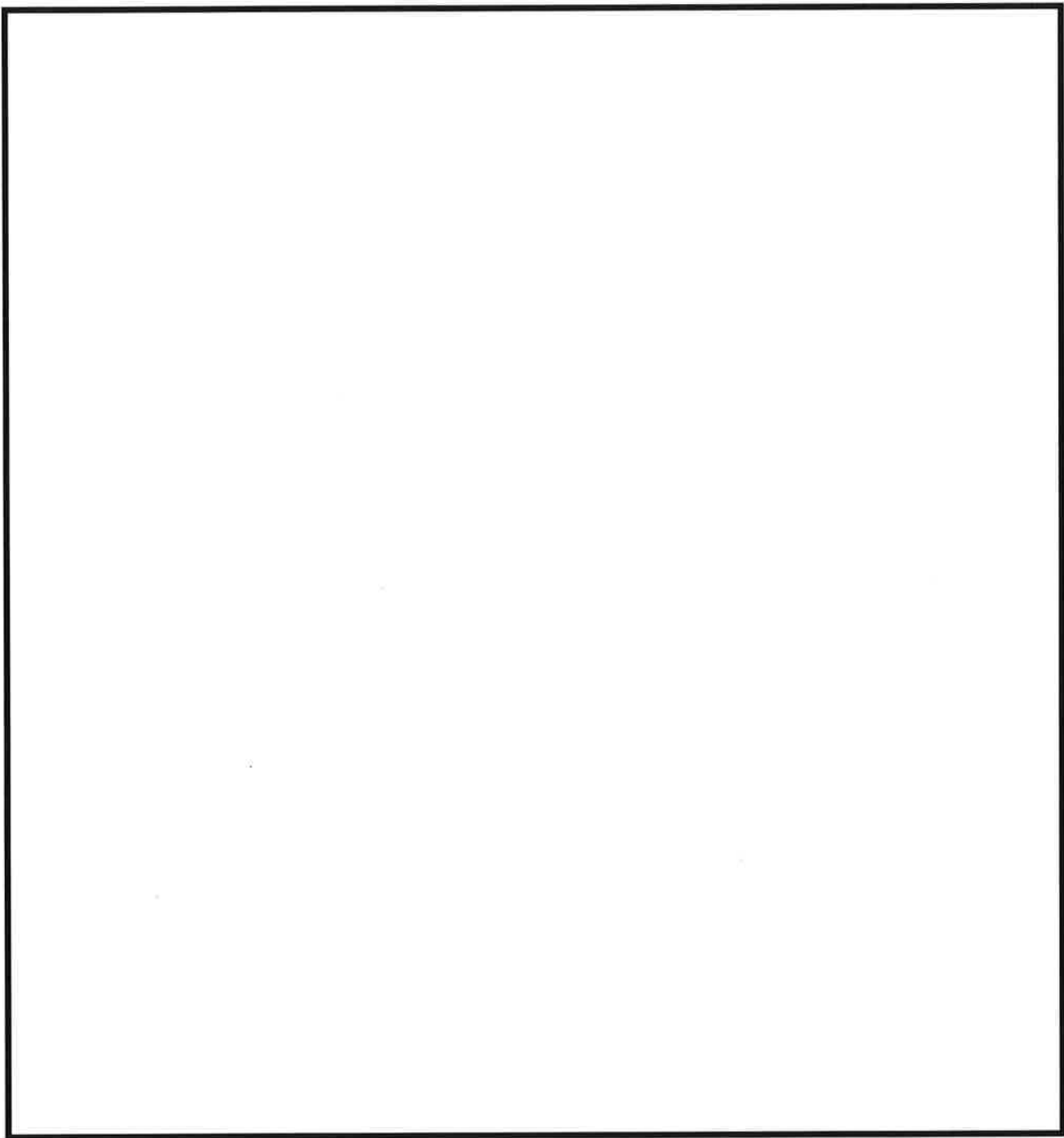
(1) 既認可実績

平成 27 年 8 月 4 日付け原規規発第 1508041 号にて認可された高浜発電所第 3 号機工事計画の資料 13-17-7-5「外部しゃへい建屋の耐震計算書」より抜粋して示す。

(2) 解析モデル



枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

(3) 応力の評価方法

(1) Sd 地震時に対する評価

Sd 地震時に対する評価は、ドーム部及びシリンダー部について 3 次元 FEM モデルを用いた弾性応力解析によることとし、地震力と地震力以外の荷重の組合せの結果、発生する応力が、「RC-N 規準」等を参考に設定した許容限界を超えないことを確認する。

(4) 断面の評価方法

(1) Sd 地震時及び Sd 地震時+温度

軸力、曲げモーメント及び面内せん断力については、必要鉄筋量が配筋量を超えないことを確認する。必要鉄筋量(A)は、「RC-N 規準」に基づき、各要素の縦方向と横方向の軸力と曲げモーメントに対して必要となる片側鉄筋量 (At) を柱の許容応力度設計式を用いて算定し、これと面内せん断力に対して必要となる全鉄筋量 (As) (面内せん断力はすべて鉄筋で負担) より、下式によって算定する。

$$A = (2At + As) / 2$$

面外せん断力については、「RC-N 規準」に基づいて求めた短期許容せん断力を超えないことを確認する。

緊急時対策所建屋（美浜発電所 3 号機、高浜発電所 1・2・3・4 号機）の腐食設計について

今回設工認においては、降下火砕物の層厚変更に伴う影響を受ける対象として、影響因子のうち「構造物への荷重」を選定し、建屋の強度評価を行っている。今回設工認において新たに強度評価を追加した緊急時対策所建屋（美浜発電所 3 号機、高浜発電所 1・2・3・4 号機）の腐食に対する設計については、その他の防護すべき施設を内包する建屋と同様に、次のとおりとする。

（緊急時対策所建屋の腐食に対する設計）

緊急時対策所建屋（美浜発電所 3 号機、高浜発電所 1・2・3・4 号機）は、想定する降下火砕物による腐食に対し、塗装等により降下火砕物と施設を接触させないこと又は運用等により、建屋が降下火砕物より防護すべき施設を内包し、建屋によって内包する防護すべき施設に降下火砕物を接触させない機能を維持するため、外装の塗装を実施することで短期的な腐食が発生しない設計としている。

また、降灰時の点検、並びに日常保守管理について保安規定に定めることで長期的な腐食が進展しない設計としている。

以上

設置許可との整合性について

1. 概要

本資料は、自然現象（火山）に対して本設工認の基本設計方針と既許可との整合性について説明するものである。

2. 既許可との整合性

既許可では層厚変更に伴い設置許可の変更箇所を網羅的に確認した結果^{※1}、層厚以外の記載は変更不要と整理している。したがって、設工認においても層厚変更に伴い変更が必要となる箇所は層厚のみとなる。

設置許可と設工認の基本設計方針の対比表を別紙 1 に示す。

なお、設置許可と設工認の記載が同等の箇所には、実線のアンダーラインで明示する。表記等が異なる場合には破線のアンダーラインを引くとともに、設置許可と設工認が整合していることを明示している。

別紙 1 の対比表に示す通り、許可を受けた内容が設工認の基本設計方針に反映され、設置許可と設工認の基本設計方針が整合していることを確認した。

※ 1 : 高浜発電所 3, 4 号炉 新知見への適合状況説明資料 (DNP に対する防護) P63~91

高浜発電所3, 4号機 設置許可との整合性

| 設置変更許可申請書 (本文) | 設置変更許可申請書 (添付書類八) 該当事項 | 工事の計画 該当事項 | 整合性 | 備考 |
|---|--|--|--|----|
| <p>(3) その他の主要な構造</p> <p>(i) 本原子炉施設は、(1) 耐震構造、(2) 耐津波構造に加え、以下の基本的方針のもとに安全設計を行う。</p> <p>a. 設計基準対象施設</p> <p>(a) 外部からの衝撃による損傷の防止</p> <p><u>①安全施設は、発電所敷地で想定される③洪水、風(台風)、竜巻、凍結、降水、積雪、落雷、地滑り、火山の影響、生物学的事象、森林火災、高潮の自然現象(地震及び津波を除く。)</u>又はその組合せに遭遇した場合において、<u>自然現象そのものがもたらす環境条件及びその結果として施設で生じ得る環境条件においても、②安全機能を損なうことのない設計とする。</u></p> <p style="text-align: center;"><中略></p> <p>また、<u>自然現象の組合せにおいては、③風(台風)、積雪、火山及び地滑りによる荷重の組合せを設計上考慮する。</u></p> | <p>1. 安全設計</p> <p>1.1 安全設計の方針</p> <p>1.1.1 安全設計の基本方針</p> <p>1.1.1.4 外部からの衝撃</p> <p><u>安全施設は、発電所敷地で想定される洪水、風(台風)、竜巻、凍結、降水、積雪、落雷、地滑り、火山の影響、生物学的事象、森林火災、高潮の自然現象(地震及び津波を除く。)</u>又はその組合せに遭遇した場合において、<u>自然現象そのものがもたらす環境条件及びその結果として施設で生じ得る環境条件においても、安全機能を損なうことのない設計とする。</u></p> <p style="text-align: center;"><中略></p> <p>また、<u>自然現象の組合せにおいては、風(台風)、積雪、火山及び地滑りによる荷重の組合せを設計上考慮する。</u></p> | <p>【原子炉冷却系統施設】</p> <p>(基本設計方針) 「共通項目」</p> <p>2. 自然現象</p> <p>2. 3 外部からの衝撃による損傷の防止</p> <p>2. 3. 1 設計基準対象施設及び重大事故等対処施設</p> <p><u>①設計基準対象施設は、外部からの衝撃のうち自然現象による損傷の防止において、発電所敷地で想定される風(台風)、竜巻、凍結、降水、積雪、落雷、地滑り、火山、生物学的事象、森林火災、高潮の自然現象(地震及び津波を除く。)</u>又は地震、津波を含む<u>組合せに遭遇した場合において、自然現象そのものがもたらす環境条件及びその結果として施設で生じ得る環境条件について②その安全性を損なうおそれがある場合は、防護措置、基礎地盤の改良その他、供用中における運転管理等の運用上の適切な措置を講じる。</u></p> <p>地震及び津波を含む<u>自然現象の組合せにおいて、③火山については積雪と風(台風)、地震(Ss)については積雪、基準津波については地震(Sd)と積雪の荷重を、施設の形状、配置に応じて考慮する。</u></p> <p><u>地震、津波と風(台風)の組合せについても、風荷重の影響が大きいと考えられるような構造や形状の施設については、組合せを考慮する。</u></p> <p>また、地滑りの影響を受ける固体廃棄物貯蔵庫においては、<u>④風(台風)、積雪及び地滑りによる荷重の組合せを施設の形状、配置に応じて考慮する。</u></p> <p>組み合わせる積雪深、風速の大きさはそれぞれ建築基準法を準用して垂直積雪量 100cm、基準風速 32m/s とし、地震及び津波と組み合わせる積雪深については、建築基準法に定められた平均的な積雪荷重を与えるための係数 0.35 を考慮する。</p> <p style="text-align: center;"><中略></p> <p>2. 3. 1. 1 外部からの衝撃より防護すべき施設</p> <p>設計基準対象施設が外部からの衝撃によりその安全性を損なうことがないよう、外部からの衝撃より防護すべき施設は、設計基準対象施設のうち、「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」で規</p> | <p>①工事の計画の「設計基準対象施設」は、設置変更許可申請書(本文)の「安全施設」を含んでおり整合している。</p> <p>②工事の計画では、安全性を損なうおそれがある場合、措置を講じることで安全機能を損なわない設計としている。</p> <p>③工事の計画では、地震及び津波を含めて自然現象の組合せを網羅的に検討し組み合わせを決定しており、設置変更許可申請書(本文)の内容を含んでおり整合している。</p> | |

| 設置変更許可申請書（本文） | 設置変更許可申請書（添付書類八）該当事項 | 工事の計画 該当事項 | 整合性 | 備考 |
|---|---|---|---|----|
| <p>上記に加え、①重要安全施設は、科学的技術的知見を踏まえ、当該①重要安全施設に大きな影響を及ぼすおそれがあると想定される自然現象により当該①重要安全施設に作用する②衝撃及び設計基準事故時に生じる応力を、それぞれの因果関係及び時間的变化を考慮して、適切に組み合わせる。</p> <p style="text-align: center;">＜中略＞</p> | <p>上記に加え、重要安全施設は、科学的技術的知見を踏まえ、当該重要安全施設に大きな影響を及ぼすおそれがあると想定される自然現象により当該重要安全施設に作用する衝撃及び設計基準事故時に生じる応力を、それぞれの因果関係及び時間的变化を考慮して、適切に組み合わせる。</p> <p style="text-align: center;">＜中略＞</p> | <p>定されているクラス1及びクラス2に該当する構築物、系統及び機器（以下「防護対象施設」という。）とする。</p> <p>また、防護対象施設の防護設計については、外部からの衝撃により防護対象施設に波及的影響を及ぼすおそれのある防護対象施設以外の施設についても考慮する。さらに、重大事故等対処設備についても、外部からの衝撃より防護すべき施設に含める。</p> <p>2. 3. 1. 2 設計基準事故時及び重大事故等時に生じる応力との組合せ</p> <p>科学的技術的知見を踏まえ、①防護対象施設及び屋内の重大事故等対処設備のうち、特に自然現象（地震及び津波を除く。）の影響を受けやすく、かつ、代替手段によってその機能の維持が困難であるか、又はその修復が著しく困難な構築物、系統及び機器に大きな影響を及ぼすおそれがあると想定される自然現象（地震及び津波を除く。）により作用する②衝撃は設計基準事故時及び重大事故等時に生じる応力と重なり合わない設計とする。</p> | <p>①クラス1及びクラス2に該当する構築物、系統及び機器を防護対象施設としており、重要安全施設を包含しているため整合している。</p> <p>②自然現象による衝撃と設計基準事故時に生じる応力が重ならないことを確認しており、整合している。</p> | |

| 設置変更許可申請書（本文） | 設置変更許可申請書（添付書類八）該当事項 | 工事の計画 該当事項 | 整合性 | 備考 |
|---|---|---|--|---------------------------------------|
| <p>(a-2) ①安全施設は、発電所の運用期間中において発電所の②安全機能に影響を及ぼし得る火山事象として設定した最大層厚27cm、粒径1mm以下、密度0.7g/cm³（乾燥状態）～1.5g/cm³（湿潤状態）の降下火砕物に対し、</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 20px;"> <p>(3) その他の主要な構造 b. 重大事故等対処施設 (c-3-1) 環境条件 荷重としては重大事故等が発生した場合における環境圧力を踏まえた圧力、温度、機械的荷重に加えて自然現象（地震、風（台風）、竜巻、積雪、火山の影響）による荷重を考慮する。</p> </div> | <p>1.9 火山防護に関する基本方針 1.9.1 設計方針 1.9.1.1 概要</p> <p><u>安全施設は、火山事象に対して、原子炉施設の安全性を確保するために必要な機能（以下「安全機能」という。）を損なうことのない設計とする。このため、「添付書類六 8.火山」で評価し抽出された発電所に影響を及ぼし得る火山事象である降下火砕物による直接的影響及び間接的影響について評価を行うとともに、降下火砕物により安全施設が安全機能を損なうことのない設計とする。</u></p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 20px;"> <p>1.1.7 重大事故等対処設備に関する基本方針 1.1.7.3 環境条件等 (1) 環境条件 荷重としては重大事故等が発生した場合における環境圧力を踏まえた圧力、温度、機械的荷重に加えて自然現象（地震、風（台風）、竜巻、積雪、火山の影響）による荷重を考慮する。</p> </div> | <p>【原子炉冷却系統施設】 （基本設計方針） 「共通項目」</p> <p>2. 自然現象 2. 3 外部からの衝撃による損傷の防止 2. 3. 1 設計基準対象施設及び重大事故等対処施設 2. 3. 1. 3 設計方針 (1) 自然現象 b. 火山</p> <p><u>①防護対象施設は、発電所の運用期間中において②安全性に影響を及ぼし得る火山事象として設置（変更）許可を受けた降下火砕物の特性を設定し、その降下火砕物が発生した場合においても、防護対象施設が安全機能を損なうおそれがない設計とする。</u></p> <p>重大事故等対処設備は、「5. 1. 1. 5環境条件等」を考慮した設計とする。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 20px;"> <p>5. 1. 1. 5 環境条件等 荷重としては重大事故等が発生した場合における環境圧力を踏まえた圧力、温度、機械的荷重に加えて自然現象（地震、風（台風）、竜巻、積雪、火山の影響）による荷重を考慮する。</p> </div> <p>なお、定期的に新知見の確認を行い、新知見が得られた場合に評価することを保安規定に定める。</p> | <p>①安全施設を含む設計基準対象施設のうちクラス1及び2に該当する構築物、系統及び機器を、安全性を損なわないために外部からの衝撃より防護する「防護対象施設」とし、対象施設を設置変更許可申請書（本文）より具体的に記載しており整合している。</p> <p>②工事の計画では、安全性を損なわないための措置を講じることで、安全機能を損なわない設計としている。</p> | <p>重大事故等対処設備も設計基準対象施設と同様の設計としている。</p> |

| 設置変更許可申請書 (本文) | 設置変更許可申請書 (添付書類八) 該当事項 | 工事の計画 該当事項 | 整合性 | 備考 |
|---|--|---|-----|---|
| <p>(3) その他の主要な構造</p> <p>c. 特定重大事故等対処施設</p> <p>(b-3-1) 環境条件</p> <p><u>荷重としては原子炉補助建屋等への故意による大型航空機の衝突その他のテロリズムによる重大事故等が発生した場合における環境圧力を踏まえた圧力、温度及び機械的荷重に加えて自然現象(地震、風(台風)、竜巻、積雪及び火山の影響)による荷重を考慮する。</u></p> | <p>1.1.8 特定重大事故等対処施設に関する基本方針</p> <p>1.1.8.3 環境条件等</p> <p>(1) 環境条件</p> <p><u>荷重としては原子炉補助建屋等への故意による大型航空機の衝突その他のテロリズムによる重大事故等が発生した場合における環境圧力を踏まえた圧力、温度及び機械的荷重に加えて自然現象(地震、風(台風)、竜巻、積雪及び火山の影響)による荷重を考慮する。</u></p> | <p>(a) 防護設計における降下火砕物の特性の設定</p> <p><u>設計に用いる降下火砕物は、設置(変更)許可を受けた最大層厚27cm、粒径1mm以下、密度0.7g/cm³(乾燥状態)~1.5g/cm³(湿潤状態)と設定する。</u></p> <p>(b) 降下火砕物に対する防護対策</p> <p>降下火砕物の影響を考慮する施設は、降下火砕物による「直接的影響」及び「間接的影響」に対して、以下の適切な防護措置を講じることで安全機能を損なうおそれがない設計とする。</p> <p style="text-align: center;"><中略></p> <p>2. 3. 2 特定重大事故等対処施設</p> <p><u>特定重大事故等対処施設は、外部からの衝撃による損傷の防止において、想定される自然現象(地震及び津波を除く。)及び人為事象に対して、「5. 1. 2. 2 多様性、位置的分散等」、「5. 1. 2. 3 悪影響防止等」及び「5. 1. 2. 5 環境条件等」の基本設計方針に基づき、必要な機能が損なわれることがないように、防護措置その他の適切な措置を講じる。</u></p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>5. 1. 2. 5 環境条件等</p> <p><u>荷重としては原子炉補助建屋等への故意による大型航空機の衝突その他のテロリズムによる重大事故等が発生した場合における環境圧力を踏まえた圧力、温度及び機械的荷重に加えて自然現象(地震、風(台風)、竜巻、積雪及び火山の影響)による荷重を考慮する。</u></p> </div> | | <p>特定重大事故等対処施設も設計基準対象施設と同様の設計としている。</p> |

| 設置変更許可申請書 (本文) | 設置変更許可申請書 (添付書類八) 該当事項 | 工事の計画 該当事項 | 整合性 | 備考 |
|---|--|---|--|----|
| <p>その直接的影響である①<u>構造物への②静的負荷に対して安全裕度を有する設計とすること、</u></p> | <p>1.9.1.6 設計対象施設の設計</p> <p>1.9.1.6.1 直接的影響に対する設計方針</p> <p>直接的影響については、設計対象施設の構造や設置状況等（形状、機能、外気吸入や海水通水の有無等）を考慮し、想定される各影響因子に対して、影響を受ける各設計対象施設が安全機能を損なうことのない設計とする。</p> <p>(1) 荷重</p> <p>a. <u>構造物への静的負荷</u></p> <p>設計対象施設のうち、構造物への静的負荷を考慮すべき施設は、以下に示すとおり、降下火砕物が堆積しやすい屋根構造を有する建屋及び屋外施設である。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・外部しゃへい建屋、外周建屋、燃料取扱建屋、原子炉補助建屋、中間建屋、ディーゼル発電機建屋、燃料取替用水タンク建屋 ・復水タンク、海水ポンプ <p>当該施設の許容荷重が、降下火砕物による荷重に対して安全裕度を有することにより、<u>構造健全性を失わず安全機能を損なうことのない設計とする。</u></p> <p style="text-align: center;">＜中略＞</p> <p>1.9.1.5.1 直接的影響因子</p> <p style="text-align: center;">＜中略＞</p> <p>c. その他の自然現象の影響を考慮した荷重の組合せ</p> <p>降下火砕物と火山以外の自然現象の組合せについては、荷重の影響において、降下火砕物、風（台風）及び積雪による組合せを考慮する。</p> | <p>【原子炉冷却系統施設】</p> <p>(基本設計方針) 「共通項目」</p> <p>2. 自然現象</p> <p>2. 3 外部からの衝撃による損傷の防止</p> <p>2. 3. 1 設計基準対象施設及び重大事故等対処施設</p> <p>2. 3. 1. 3 設計方針</p> <p>(1) 自然現象</p> <p>b. 火山</p> <p>イ. <u>直接的影響に対する設計方針</u></p> <p>(イ) <u>構造物への②荷重</u></p> <p>①<u>防護対象施設及び防護対象施設に影響を及ぼす可能性のあるクラス3 (発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類) に属する施設 (以下「クラス3に属する施設」という。)のうち、屋外に設置されている施設、並びに防護対象施設を内包し降下火砕物からその施設を防護する建屋</u>で、降下火砕物が堆積しやすい屋根構造を有する施設については、降下火砕物を除去することにより、短期的な荷重に対して安全機能を損なうおそれがないよう②<u>許容荷重が降下火砕物、風（台風）及び積雪による組合せを考慮した荷重に対して安全裕度を有する設計とする。</u></p> <p>なお、荷重により構造健全性を失わないよう、降灰時には当該施設に堆積する降下火砕物を除去することを保安規定に定める。</p> <p>屋内の重大事故等対処設備については、環境条件を考慮して降下火砕物による短期的な荷重により機能を損なわないように、降下火砕物による組合せを考慮した荷重に対し安全裕度を有する建屋内に設置する設計とする。</p> <p>屋外の重大事故等対処設備については、環境条件を考慮して降下火砕物による荷重により機能を損なわないように、降下火砕物を除去することにより、重大事故等対処設備の重大事故等に対処するために必要な機能が損なわれるおそれがない設計とする。</p> <p>なお、必要な機能が損なわれるおそれがないよう、降灰時には屋外の重大事故等対処設備に堆積する降下火砕物を除去することを保安規定に定める。</p> | <p>①工事の計画の①は、設置変更許可申請書(本文)の「構造物」を具体的に記載しており整合している。</p> <p>②工事の計画の②は、設置変更許可申請書(本文)の「静的負荷」に加え、風(台風)による荷重も考慮していることから整合している。</p> | |

| 設置変更許可申請書 (本文) | 設置変更許可申請書 (添付書類八) 該当事項 | 工事の計画 該当事項 | 整合性 | 備考 |
|--|--|--|---|----|
| <p><u>水循環系の閉塞に対して狭隘部等が閉塞しない設計とすること、</u></p> <p><u>換気系、電気系及び計装制御系に対する機械的影響(閉塞)に対して①降下火砕物が侵入しにくい設計とすること、</u></p> | <p>(2) 閉塞</p> <p>a. <u>水循環系の閉塞</u></p> <p style="text-align: center;"><中略></p> <p>降下火砕物は粘土質ではないことから水中で固まり閉塞することはないが、当該施設は、降下火砕物の粒径(最大1mm)に対し十分大きな流水部を設けることにより、<u>流路及びポンプ軸受部の狭隘部等が閉塞しない設計とする。</u></p> <p>b. <u>換気系、電気系及び計装制御系に対する機械的影響(閉塞)</u></p> <p style="text-align: center;"><中略></p> <p>各施設の構造上の対応として、海水ポンプ(海水ポンプモータ)は開口部を全閉構造とすること、ディーゼル発電機機関、ディーゼル発電機消音器及び換気空調設備は開口部を下向きの構造とすること、また主蒸気逃がし弁消音器、主蒸気安全弁排気管等のその他の施設については開口部や配管の形状等により、降下火砕物が流路に侵入した場合でも閉塞しない設計とする。</p> <p>また、設備対応として、外気を取り入れる<u>換気空調設備</u>及びディーゼル発電機消音器にそれぞれフィルタを設置することにより、<u>フィルタより大きな降下火砕物が内部に侵入しにくい設計とし、さらに降下火砕物がフィルタに付着した場合でも取替えが可能な構造とすること</u>で、降下火砕物により閉塞しない設計とする。</p> <p>主蒸気逃がし弁又は主蒸気安全弁は、開口部に降下火砕物が侵入した場合でも消音器や配管の形状により閉塞しにくい設計とし、また仮に弁出口配管内に降下火砕物が侵入し堆積した場合でも、弁の吹き出しにより流路を確保し閉塞しない設計とする。</p> <p>ディーゼル発電機機関は、フィルタを通過した小さな粒径の降下火砕物が侵入した場合でも、降下火砕物により閉塞しない設計とする。</p> <p>格納容器排気筒及び補助建屋排気筒は、排気により降下火砕物が侵入しにくい設計とし、降下火砕物が侵入した場合でも、排気筒の構造から排気流路が閉塞しない設計とする。また、降下火砕物が侵入した場合でも、排気筒内部の点検、並びに状況に応じて除去等の対応が可能な設計とする。</p> | <p>(ロ) 閉塞</p> <p>i. <u>水循環系の閉塞</u></p> <p>防護対象施設及び防護対象施設に影響を及ぼす可能性のあるクラス3に属する施設のうち、屋外に開口しており降下火砕物を含む海水の流路となる施設について、降下火砕物の粒径より大きな流水部を設けることにより、<u>水循環系の狭隘部が閉塞しない設計とする。</u></p> <p>なお、降下火砕物により水循環系が閉塞しないよう、降灰時には点検を行い、状況に応じてストレーナを洗浄することを保安規定に定める。</p> <p>ii. <u>換気系、電気系及び計装制御系に対する機械的影響(閉塞)</u></p> <p>防護対象施設、防護対象施設に影響を及ぼす可能性のあるクラス3に属する施設及びその他の施設のうち、屋外に開口しており降下火砕物を含む空気の流路となる<u>換気空調系(外気取入口)</u>については、<u>①開口部を下向きの構造とすること、またフィルタを設置することにより降下火砕物が侵入しにくい構造とし、降下火砕物により閉塞しない設計とする。</u></p> <p><u>換気空調系以外の降下火砕物を含む空気の流路となる施設についても、①降下火砕物が侵入しにくい構造、又は降下火砕物が侵入した場合でも、降下火砕物により流路が閉塞しない設計とする。</u></p> <p>なお、降下火砕物により閉塞しないよう、降灰時には点検を行い、状況に応じて換気空調系のフィルタの清掃や取替えの実施について保安規定に定める。</p> | <p>①工事の計画の①は設置変更許可申請書(本文)の①を具体的に記載しており整合している。</p> | |

| 設置変更許可申請書（本文） | 設置変更許可申請書（添付書類八）該当事項 | 工事の計画 該当事項 | 整合性 | 備考 |
|--|--|--|-----|----|
| <p><u>水循環系の内部における磨耗及び換気系、電気系及び計装制御系に対する機械的影響（磨耗）に対して磨耗しにくい設計とすること、</u></p> <p><u>構造物の化学的影響（腐食）、水循環系の化学的影響（腐食）及び換気系、電気系及び計装制御系に対する化学的影響（腐食）に対して短期での腐食が発生しない設計とすること、</u></p> | <p>(3) 磨耗</p> <p>a. <u>水循環系の内部における磨耗</u> <中略> <u>降下火砕物は砂よりも硬度が低くもろいことから磨耗による影響は小さい。また当該施設については、降灰時の特別点検、その後の日常保守管理により、状況に応じて補修が可能であり、磨耗により安全機能を損なうことのない設計とする。</u></p> <p>b. <u>換気系、電気系及び計装制御系に対する機械的影響（磨耗）</u> <中略> <u>降下火砕物は砂よりも硬度が低くもろいことから、磨耗の影響は小さい。</u> 構造上の対応として、開口部を下向きとすることにより侵入しにくい構造とし、仮に当該施設の内部に降下火砕物が侵入した場合でも耐磨耗性のある材料を使用することにより、<u>磨耗により安全機能を損なうことのない設計とする。</u> 設備対応として、外気を取り入れる換気空調設備及びディーゼル発電機消音器にそれぞれフィルタを設置することにより、フィルタより大きな降下火砕物が内部に侵入しにくい設計とし、また換気空調設備においては、前述のフィルタの設置、さらに外気取入ダンパの閉止、換気空調設備の停止又は閉回路循環運転により、建屋内への降下火砕物の侵入を防止することが可能な設計とする</p> <p>(4) 腐食</p> <p>a. <u>構造物の化学的影響（腐食）</u> <中略> <u>金属腐食研究の結果より、降下火砕物によって直ちに金属腐食を生じないが、外装の塗装等によって短期での腐食により安全機能を損なうことのない設計とする。なお、降灰後の長期的な腐食の影響については、日常保守管理等により、状況に応じて補修が可能な設計とする</u></p> | <p>(ハ) 磨耗</p> <p>i. <u>水循環系、換気系、電気系及び計装制御系に対する機械的影響（磨耗）</u> 防護対象施設及び防護対象施設に影響を及ぼす可能性のあるクラス3に属する施設のうち、屋外に開口しており降下火砕物を含む海水の流路となる施設、並びに屋外に開口又は屋内の空気を機器内に取り込む機構を有し、かつ摺動部を有する換気系、電気系及び計装制御系の施設については、降下火砕物に対し機能を損なうおそれがないよう、降下火砕物が侵入しにくい構造とすること又は磨耗しにくい材料を使用することにより、<u>磨耗しにくい設計とする。</u> なお、磨耗が進展しないよう、降灰時には水循環系、換気空調系のフィルタの点検を行ない、状況に応じて清掃、取替え、並びに閉回路循環運転等の実施について保安規定に定める。</p> <p>(ニ) 腐食</p> <p>i. <u>構造物の化学的影響（腐食）</u> 防護対象施設及び防護対象施設に影響を及ぼす可能性のあるクラス3に属する施設のうち、屋外に設置している施設並びに防護対象施設を内包し降下火砕物からその施設を防護する建屋については、耐食性のある塗装を実施することにより、<u>降下火砕物により短期的に腐食が発生しない設計とする。</u> なお、長期的な腐食の影響が生じないよう、降灰時には日常保守管理における点検並びに状況に応じた塗装の実施について保安規定に定める。 屋内の重大事故等対処設備については、降下火砕物による短期的な腐食により機能を損なわないように、耐食性のある塗装を実施した建屋内に設置する設計とする。 屋外の重大事故等対処設備については、降下火砕物を除去することにより、降下火砕物による腐食に対して重大事故等対処設備の重大事故等に対処するために必要な機能が損なわれるおそれがない設計とする。</p> | | |

| 設置変更許可申請書（本文） | 設置変更許可申請書（添付書類八）該当事項 | 工事の計画 該当事項 | 整合性 | 備考 |
|--|--|--|-----|----|
| <p><u>発電所周辺の大気汚染に対して中央制御室の換気空調系は降下火砕物が侵入しにくく、さらに外気を遮断できる設計とすること、</u></p> | <p>b. <u>水循環系の化学的影響（腐食）</u> <中略> <u>金属腐食研究の結果より、降下火砕物によって直ちに金属腐食を生じないが、耐食性のある材料の使用や塗装の実施等によって、腐食により安全機能を損なうことのない設計とする。</u>なお、降灰後の長期的な腐食の影響については、日常保守管理等により、状況に応じて補修が可能な設計とする。</p> <p>c. <u>換気系、電気系及び計装制御系に対する化学的影響（腐食）</u> <中略> <u>金属腐食研究の結果より、降下火砕物によって直ちに金属腐食を生じないが、塗装の実施等によって、腐食により安全機能を損なうことのない設計とする。</u>なお、降灰後の長期的な腐食の影響については、日常保守管理等により、状況に応じて補修が可能な設計とする。</p> <p>(5) 大気汚染 a. <u>発電所周辺の大気汚染</u> <u>降下火砕物により汚染された発電所周辺の大気が、中央制御室空調装置の外気取入口を通じて中央制御室に侵入しないよう、外気取入口のガラリを下向きの構造とし、さらに平型フィルタを設置することにより、降下火砕物が外気取入口に到達した場合であってもフィルタより大きな降下火砕物が内部に侵入しにくい設計とする。</u> これに加えて下流側にさらに細かな粒子を捕集可能な粗フィルタを設置していることから、降下火砕物の侵入に対して他の換気空調設備に比べて高い防護性能を有しているが、仮に室内に侵入した場合でも降下火砕物は微量であり、粒径は極めて細かな粒子である。 また、中央制御室空調装置については、外気取入ダンパの閉止及び閉回路循環運転を可能とすることにより、中央制御室内への降下火砕物の侵入を防止すること、さらに外気取入遮断時において室内の居住性を確保するため、酸素濃度及び二酸化炭素濃度の影響評価を実施することにより、安全機能を損なうことのない設</p> | <p>なお、長期的な腐食の影響が生じないよう、降灰時には屋外の重大事故等対処設備に堆積する降下火砕物を除去することを保安規定に定める。</p> <p>ii. <u>水循環系の化学的影響（腐食）</u> 防護対象施設及び防護対象施設に影響を及ぼす可能性のあるクラス3に属する施設のうち、屋外に開口しており降下火砕物を含む海水の流路となる施設については、耐食性のある材料の使用や塗装を実施することにより、<u>降下火砕物により短期的に腐食が発生しない設計とする。</u> なお、長期的な腐食の影響が生じないよう、降灰時には日常保守管理における点検並びに状況に応じた塗装の実施について保安規定に定める。</p> <p>iii. <u>換気系、電気系及び計装制御系に対する化学的影響（腐食）</u> 防護対象施設及び防護対象施設に影響を及ぼす可能性のあるクラス3に属する施設のうち、屋外に開口しており降下火砕物を含む空気の流れとなる施設については、耐食性のある塗装を実施することにより、<u>降下火砕物により短期的に腐食が発生しない設計とする。</u> なお、長期的な腐食の影響が生じないよう、降灰時には日常保守管理における点検並びに状況に応じた塗装の実施について保安規定に定める。</p> <p>(ホ) <u>発電所周辺の大気汚染</u> 防護対象施設、防護対象施設に影響を及ぼす可能性のあるクラス3に属する施設及びその他の施設のうち、<u>中央制御室換気空調系については、降下火砕物が侵入しにくい構造とし、さらにフィルタを設置することにより、降下火砕物が中央制御室に侵入しにくい設計とする。</u> なお、<u>外気を遮断し降下火砕物の侵入による中央制御室の大気汚染を防止するため、降灰時には閉回路循環運転の実施について保安規定に定める。</u></p> <p>【放射線管理施設】 (基本設計方針) 2. 換気装置、生体遮蔽装置 2. 2 換気設備 <中略> <u>中央制御室空調装置は、重大事故等時を含む事故時において、微粒子フィルタ及びよう素フィルタを内蔵した中央制御室非常用循環フィルタユニット並びに中央制御室非常用循環ファンからなる非常用ラインを設け、外気と</u></p> | | |

| 設置変更許可申請書 (本文) | 設置変更許可申請書 (添付書類八) 該当事項 | 工事の計画 該当事項 | 整合性 | 備考 |
|---|--|--|---|----|
| <p>計装盤の絶縁低下に対して空気を取り込む機構を有する計装盤の設置場所の換気空調系は降下火砕物が侵入しにくく、さらに①外気を遮断できる設計とすることにより、</p> | <p>計とする。</p> <p>(6) 絶縁低下</p> <p>a. 計装盤の絶縁低下</p> <p>計装盤のうち、空気を取り込む機構を有する安全保護系計装盤については、屋内に侵入した降下火砕物を取り込むことによる影響を考慮する。</p> <p>当該機器の設置場所は安全補機開閉器室空調装置にて空調管理されており、本換気空調設備の外気取入口には平型フィルタを設置し、これに加えて下流側にさらに細かな粒子を捕集可能な粗フィルタを設置していることから、降下火砕物の侵入に対して他の換気空調設備に比べて高い防護性能を有しているが、仮に室内に侵入した場合でも降下火砕物は微量であり、粒径は極めて細かな粒子である。</p> <p>また、本換気空調設備については、外気取入ダンパの閉止及び閉回路循環運転を可能とすることにより、安全補機開閉器室内への降下火砕物の侵入を防止することが可能である。</p> <p>これらフィルタの設置により侵入に対する高い防護性能を有すること、また外気取入ダンパの閉止及び閉回路循環運転による侵入防止が可能な設計とすることにより、降下火砕物の付着による絶縁低下による影響を防止し、安全保護系計装盤の安全機能を損なうことのない設計とする。</p> | <p>の連絡口を遮断し、中央制御室非常用循環フィルタユニットを通る閉回路循環方式を構成することにより、運転員を被ばくから防護する設計とする。</p> <p>【原子炉冷却系統施設】 (基本設計方針) 「共通項目」</p> <p>2. 自然現象</p> <p>2. 3 外部からの衝撃による損傷の防止</p> <p>2. 3. 1 設計基準対象施設及び重大事故等対処施設</p> <p>2. 3. 1. 3 設計方針</p> <p>(1) 自然現象</p> <p>b. 火山</p> <p>イ. 直接的影響に対する設計方針</p> <p>(ハ) 絶縁低下</p> <p>防護対象施設、防護対象施設に影響を及ぼす可能性のあるクラス3に属する施設及びその他の施設のうち、空気を取り込む機構を有する計装盤については、設置場所の換気空調系の屋外開口部を下向きの構造とすること、またフィルタを設置することにより、降下火砕物が侵入しにくい設計とする。</p> <p>なお、外気を遮断し降下火砕物による計装盤の絶縁低下を防止するため、降灰時には外気取入ダンパの閉止及び閉回路循環運転の実施について保安規定に定める。</p> | <p>①設置場所の空調系である安全補機開閉器室空調系は、外気の遮断が可能であることから、設置変更許可申請書(本文)と整合している。</p> | |

| 設置変更許可申請書（本文） | 設置変更許可申請書（添付書類八）該当事項 | 工事の計画 該当事項 | 整合性 | 備考 |
|-----------------------------|---|---|---|----|
| <p>①安全機能を損なうことのない設計とする。</p> | <p>1.9.1.2 火山事象に対する設計の基本方針</p> <p>(1) 降下火砕物による直接的な影響（荷重、閉塞、磨耗、腐食等）に対して、安全機能を損なうことのない設計とする。</p> <p>(2) 発電所内の構築物、系統及び機器における降下火砕物の除去等の対応が可能な設計とする。</p> | <p>【原子炉冷却系統施設】 （基本設計方針） 「共通項目」</p> <p>2. 自然現象</p> <p>2. 3 外部からの衝撃による損傷の防止</p> <p>2. 3. 1 設計基準対象施設及び重大事故等対処施設</p> <p>2. 3. 1. 3 設計方針</p> <p>(1) 自然現象</p> <p>b. 火山</p> <p>防護対象施設は、発電所の運用期間中において安全性に影響を及ぼし得る火山事象として設置（変更）許可を受けた降下火砕物の特性を設定し、その降下火砕物が発生した場合においても、防護対象施設が①安全機能を損なうおそれがない設計とする。</p> <p style="text-align: center;">＜中略＞</p> <p>(b) 降下火砕物に対する防護対策</p> <p>イ. 直接的影響に対する設計方針</p> <p>(イ) 構造物への荷重</p> <p>防護対象施設及び防護対象施設に影響を及ぼす可能性のあるクラス3（発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類）に属する施設（以下「クラス3に属する施設」という。）のうち、屋外に設置している施設、並びに防護対象施設を内包し降下火砕物からその施設を防護する建屋で、降下火砕物が堆積しやすい屋根構造を有する施設については、降下火砕物を除去することにより、短期的な荷重に対して安全機能を損なうおそれがないよう許容荷重が降下火砕物、風（台風）及び積雪による組合せを考慮した荷重に対して安全裕度を有する設計とする。</p> <p>なお、①荷重により構造健全性を失わないよう、降灰時には当該施設に堆積する降下火砕物を除去することを保安規定に定める。</p> <p style="text-align: center;">＜中略＞</p> <p>(ロ) 閉塞</p> <p>i. 水循環系の閉塞</p> <p>防護対象施設及び防護対象施設に影響を及ぼす可能性のあるクラス3に属する施設のうち、屋外に開口しており降下火砕物を含む海水の流路となる施設について、降下火砕物の粒径より大きな流水部を設けることにより、水循環系の狭隘部が閉塞しない設計とする。</p> <p>なお、①降下火砕物により水循環系が閉塞しないよう、降灰時には点検を行い、状況に応じてストレーナを洗浄することを保安規定に定める。</p> | <p>①工事の計画の「安全機能を損なうおそれがない設計」は、設置変更許可申請書（本文）の「安全機能を損なうことのない設計」と同義であり、整合している。</p> <p>①工事の計画では、構造健全性を失わないよう措置を講じることで、安全機能を損なわない設計としている。</p> <p>①工事の計画では、水循環系が閉塞しないよう措置を講じることで、安全機能を損なわない設計としている。</p> | |

| 設置変更許可申請書 (本文) | 設置変更許可申請書 (添付書類八) 該当事項 | 工事の計画 該当事項 | 整合性 | 備考 |
|----------------|------------------------|--|---|----|
| | | <p>ii. 換気系、電気系及び計装制御系に対する機械的影響 (閉塞)</p> <p>防護対象施設、防護対象施設に影響を及ぼす可能性のあるクラス3に属する施設及びその他の施設のうち、屋外に開口しており降下火砕物を含む空気の流路となる換気空調系 (外気取入口) については、開口部を下向き構造とすること、またフィルタを設置することにより降下火砕物が侵入しにくい構造とし、降下火砕物により閉塞しない設計とする。</p> <p>換気空調系以外の降下火砕物を含む空気の流路となる施設についても、降下火砕物が侵入しにくい構造、又は降下火砕物が侵入した場合でも、降下火砕物により流路が閉塞しない設計とする。</p> <p>なお、①降下火砕物により閉塞しないよう、降灰時には点検を行い、状況に応じて換気空調系のフィルタの清掃や取替えの実施について保安規定に定める。</p> <p>(ハ) 磨耗</p> <p>i. 水循環系、換気系、電気系及び計装制御系に対する機械的影響 (磨耗)</p> <p>防護対象施設及び防護対象施設に影響を及ぼす可能性のあるクラス3に属する施設のうち、屋外に開口しており降下火砕物を含む海水の流路となる施設、並びに屋外に開口又は屋内の空気を機器内に取り込む機構を有し、かつ摺動部を有する換気系、電気系及び計装制御系の施設については、降下火砕物に対し、機能を損なうおそれがないよう、降下火砕物が侵入しにくい構造とすること又は磨耗しにくい材料を使用することにより、磨耗しにくい設計とする。</p> <p>なお、①磨耗が進展しないよう、降灰時には水循環系、換気空調系のフィルタの点検を行ない、状況に応じて清掃、取替え、並びに閉回路循環運転等の実施について保安規定に定める。</p> <p>(ニ) 腐食</p> <p>i. 建造物の化学的影響 (腐食)</p> <p>防護対象施設及び防護対象施設に影響を及ぼす可能性のあるクラス3に属する施設のうち、屋外に設置している施設並びに防護対象施設を内包し降下火砕物からその施設を防護する建屋については、耐食性のある塗装を実施することにより、降下火砕物により短期的に腐食が発生しない設計とする。</p> <p>なお、①長期的な腐食の影響が生じないよう、降灰時には日常保守管理における点検並びに状況に応じた塗装の実施について保安規定に定める。</p> <p>屋内の重大事故等対処設備については、降下火砕物による短期的な腐食により機能を損なわないように、耐食性のある塗装を実施した建屋内に設</p> | <p>①工事の計画では、閉塞しないよう措置を講じることで、安全機能を損なわない設計としている。</p> <p>①工事の計画では、磨耗が進展しないよう措置を講じることで、安全機能を損なわない設計としている。</p> <p>①工事の計画では、長期的な腐食の影響が生じないよう措置を講じることで、安全機能を損なわない設計としている。</p> | |

| 設置変更許可申請書 (本文) | 設置変更許可申請書 (添付書類八) 該当事項 | 工事の計画 該当事項 | 整合性 | 備考 |
|----------------|------------------------|---|--|----|
| | | <p>置する設計とする。</p> <p>屋外の重大事故等対処設備については、降下火砕物を除去することにより、降下火砕物による腐食に対して重大事故等対処設備の重大事故等に対処するために必要な機能が損なわれるおそれがない設計とする。</p> <p>なお、①<u>長期的な腐食の影響が生じないよう、降灰時には屋外の重大事故等対処設備に堆積する降下火砕物を除去することを保安規定に定める。</u></p> <p>ii. 水循環系の化学的影響 (腐食)</p> <p>防護対象施設及び防護対象施設に影響を及ぼす可能性のあるクラス3に属する施設のうち、屋外に開口しており降下火砕物を含む海水の流路となる施設については、耐食性のある材料の使用や塗装を実施することにより、降下火砕物により短期的に腐食が発生しない設計とする。</p> <p>なお、①<u>長期的な腐食の影響が生じないよう、降灰時には日常保守管理における点検並びに状況に応じた塗装の実施について保安規定に定める。</u></p> <p>iii. 換気系、電気系及び計装制御系に対する化学的影響 (腐食)</p> <p>防護対象施設及び防護対象施設に影響を及ぼす可能性のあるクラス3に属する施設のうち、屋外に開口しており降下火砕物を含む空気の流れとなる施設については、耐食性のある塗装を実施することにより、降下火砕物により短期的に腐食が発生しない設計とする。</p> <p>なお、①<u>長期的な腐食の影響が生じないよう、降灰時には日常保守管理における点検並びに状況に応じた塗装の実施について保安規定に定める。</u></p> <p>(ホ) 発電所周辺の大気汚染</p> <p>防護対象施設、防護対象施設に影響を及ぼす可能性のあるクラス3に属する施設及びその他の施設のうち、中央制御室換気空調系については、降下火砕物が侵入しにくい構造とし、さらにフィルタを設置することにより、降下火砕物が中央制御室に侵入しにくい設計とする。</p> <p>なお、①<u>外気を遮断し降下火砕物の侵入による中央制御室の大気汚染を防止するため、降灰時には閉回路循環運転の実施について保安規定に定める。</u></p> <p>(ヘ) 絶縁低下</p> <p>防護対象施設、防護対象施設に影響を及ぼす可能性のあるクラス3に属する施設及びその他の施設のうち、空気を取り込む機構を有する計装盤については、設置場所の換気空調系の屋外開口部を下向きの構造とすること、またフィルタを設置することにより、降下火砕物が侵入しにくい設計とする。</p> | <p>①工事の計画では、長期的な腐食の影響が生じないよう措置を講じることで、安全機能を損なわない設計としている。</p> <p>①工事の計画では、長期的な腐食の影響が生じないよう措置を講じることで、安全機能を損なわない設計としている。</p> <p>①工事の計画では、長期的な腐食の影響が生じないよう措置を講じることで、安全機能を損なわない設計としている。</p> <p>①工事の計画では、中央制御室の大気汚染を防止するための措置を講じることで、安全機能を損なわない設計としている。</p> <p>①工事の計画では、計装盤の絶縁低下を防止するための措置を講じることで、安全機能を損なわない設計としている。</p> | |

| 設置変更許可申請書（本文） | 設置変更許可申請書（添付書類八）該当事項 | 工事の計画 該当事項 | 整合性 | 備考 |
|---|--|---|---|----|
| <p>また、降下火砕物の間接的影響である7日間の外部電源喪失、発電所外での交通の途絶によるアクセス制限事象に対し、①発電所の安全性を維持するために②必要となる電源の供給が継続でき、安全機能を損なうことのない設計とする。</p> | <p>(3) 降下火砕物による発電所外での間接的な影響（7日間の外部電源の喪失、交通の途絶によるアクセス制限事象）を考慮し、ディーゼル発電機の燃料油の貯蔵設備等により、原子炉及び使用済燃料ピットの安全性を損なうことのない設計とする。</p> <p>1.9.1.6.2 間接的影響に対する設計方針</p> <p>降下火砕物による間接的影響には、広範囲にわたる送電網の損傷による7日間の外部電源喪失、発電所外での交通の途絶によるアクセス制限事象に対し、原子炉の停止、並びに停止後の原子炉及び使用済燃料ピットの冷却に係る機能を担うために必要となる電源の供給が燃料油貯油そう及びディーゼル発電機により継続でき、安全機能を損なうことのない設計とする。</p> | <p>なお、①外気を遮断し降下火砕物による計装盤の絶縁低下を防止するため、降灰時には外気取入ダンパの閉止及び閉回路循環運転の実施について保安規定に定める。</p> <p>ロ. 間接的影響に対する設計方針</p> <p>降下火砕物による間接的影響である7日間の外部電源喪失、発電所外での交通の途絶によるアクセス制限事象に対し、①原子炉及び使用済燃料ピットの安全性を維持するために②必要となる電源の供給がディーゼル発電機燃料油貯油そうからの燃料供給により継続でき、非常用電源施設から受電できる設計とする。</p> <p>【非常用電源設備】 （基本設計方針）</p> <p>4. 燃料設備</p> <p>4. 1 ディーゼル発電機の燃料設備</p> <p>設計基準対象施設である②ディーゼル発電機については、7日間の外部電源喪失を仮定しても、②連続運転により必要とする電力を供給できるよう、7日間分の容量以上の燃料を敷地内の燃料油貯油そうに貯蔵する設計とする。</p> | <p>①工事の計画の①「原子炉及び使用済燃料ピットの安全性を維持」することで、設置変更許可申請書(本文)の①「発電所の安全性を維持」するため、整合している。</p> <p>②工事の計画の②は設置変更許可申請書(本文)の②を具体的に記載したものであり整合している。</p> | |

各影響因子の整理について

1. 概要

本資料は火山灰の各影響因子に対して設置許可審査での整理を示し、本設工認申請にて適合性確認対象とした経緯について説明する。

2. 層厚変更に影響がある影響因子

火山灰が施設に与える影響については、設置許可のまとめ資料に整理しており、層厚変更により評価結果が変わる影響因子は荷重及び閉塞である。既許可で行った個別評価の結果の概要を別紙 1 に示す。

3. 設工認で評価を実施する施設の選定

層厚変更により評価結果が変わる影響因子は荷重及び閉塞であるが、閉塞については、既許可で評価を行っており、設工認では評価結果を示していない。この整理は新規制基準対応の設置許可及び工認から変更していない。したがって、設工認の添付資料及び補足説明資料は、層厚変更に伴い、閉塞に係る記載に変更が生じないため申請対象とはしていない。

一方、荷重については、既認可の添付資料に構造強度評価の結果を示していることから、本設工認申請にて評価結果を示している。

設工認対象とした施設のフローを図 1 に示す。

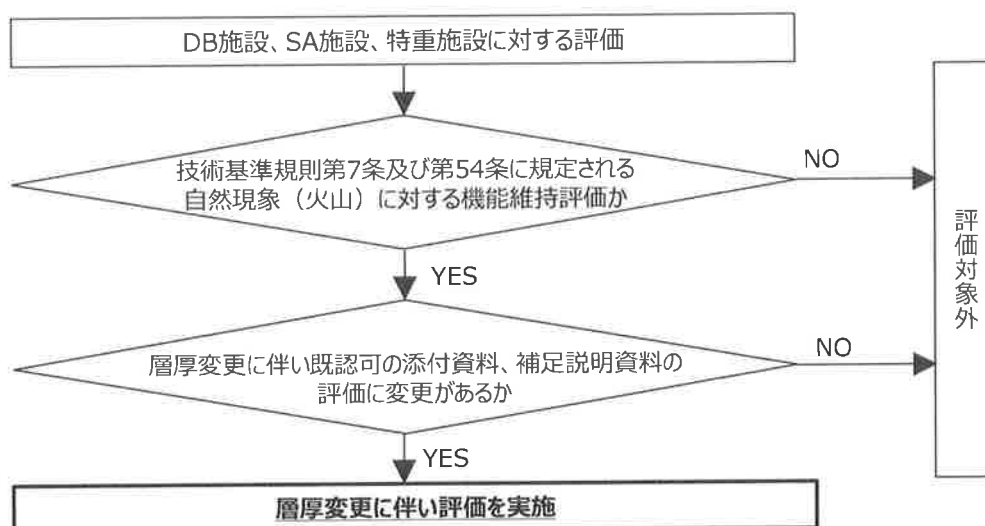


図 1 設工認で評価を実施する施設の選定

火山灰が影響を与える評価対象施設と影響因子の組合せに対する層厚見直しによる評価の整理

| 影響因子 | 構造物への静的荷重 (荷重等の影響を含む) | 構造物の化学的影響(腐食) | 水循環系の閉塞 | 水循環系の化学的影響(腐食) | 換気系、電気系及び計測制御系に対する機械的影響 (荷重等の影響を含む) | 換気系、電気系及び計測制御系に対する化学的影響 (荷重等の影響を含む) | 発電所周辺の大気汚染 | 絶縁低下 | |
|---|---|--|---|---|--|--|---|------|---|
| 外装しゅへい工、外周壁、 採掘一部、 中間壁、燃料取扱棟、 ディーゼル建屋、 燃料取扱用ホック建屋 | ●※ 堆積荷重が増加するため、設置許可段階で成立性を確認し、施工期で構造強度評価を実施する。 | ○ 外装塗装が施され火山灰による化学的腐食により直ちに機能に影響を及ぼすことはないが、層厚見直しにより条件が変更とならないため再評価は不要である。 | ③ | ③ | ③ | ③ | ③ | ③ | |
| 取水タンク | ●※ 堆積荷重が増加するため、設置許可段階で成立性を確認し、施工期で構造強度評価を実施する。 | ○ 外装塗装が施され火山灰による化学的腐食により直ちに機能に影響を及ぼすことはないが、層厚見直しにより条件が変更とならないため再評価は不要である。 | ③ | ③ | ③ | ③ | ③ | ③ | |
| 海水ポンプ | ●※ 堆積荷重が増加するため、設置許可段階で成立性を確認し、施工期で構造強度評価を実施する。 | ○ 外装塗装が施され火山灰による化学的腐食により直ちに機能に影響を及ぼすことはないが、層厚見直しにより条件が変更とならないため再評価は不要である。 | ○(ポンプ) ポンプ軸受には、異物混入し潤滑を妨げており、火山灰による軸受等に及ぼすことはないが、層厚見直しにより条件が変更とならないため再評価は不要である。 | ○(ポンプ) 防汚塗装等の対応を要しており、海水と空気が直接接することはないが、腐食により海水ポンプの機能に影響を及ぼすことはないが、層厚見直しにより条件が変更とならないため再評価は不要である。 | ○(モータ) 海水ポンプモータは全閉外扇型の冷却方式であり火山灰の侵入はないため、機械的影響はないと評価しており、層厚見直しにより条件が変更とならないため再評価は不要である。 | ○(モータ) 海水ポンプモータは全閉外扇型の冷却方式であり火山灰の侵入はないため、化学的影響はないと評価しており、層厚見直しにより条件が変更とならないため再評価は不要である。 | ③ | ③ | |
| 主蒸気逃がし弁(消音器) | ① | ③ | ③ | ③ | ● 大気開放部には消音器が設置され、配管形状および消音器の構造から火山灰が直接配管内に侵入しにくい構造であり、既に直接配管内に侵入し配管を閉塞させた場合でも、火山灰の荷重より主蒸気逃がし弁の構造力が大きいことから、機能に影響を及ぼすことはないが、層厚見直しにより堆積荷重が増加するため、設置許可段階で審査済みである。なお、新規制基準適合時においても設置許可の補足説明資料にて詳細結果を示す。 | ② | ③ | ③ | |
| 主蒸気安全弁(排気管) | ① | ③ | ③ | ③ | ● 主蒸気安全弁排気管は、配管形状より火山灰が直接配管内に侵入しにくい構造であり、既に直接配管内に侵入し配管を閉塞させた場合でも、火山灰の荷重より主蒸気安全弁の構造力が大きいことから、機能に影響を及ぼすことはないが、層厚見直しにより堆積荷重が増加するため、設置許可段階で審査済みである。なお、新規制基準適合時においても設置許可の補足説明資料にて詳細結果を示す、工務での準拠事項として示す。 ⇒別添1に取替可のまとめ資料で詳細した結果を示す。 | ② | ③ | ③ | |
| タービン動機給水ポンプ (蒸気大気放出口) | ① | ③ | ③ | ③ | ○ タービン動機給水ポンプの蒸気大気放出口は、火山灰が侵入しにくい構造であり、既に一部侵入しても構造から閉塞することなく、機能に影響を及ぼすことはないが、層厚見直しにより条件が変更とならないため再評価は不要である。 | ② | ③ | ③ | |
| 非常用ディーゼル発電機 (備用、消音器) | ① | ② | ③ | ③ | ○ 機内の吸入空気の流れは火山灰が侵入しにくい構造であり、また、層厚見直しにより条件が変更とならないため再評価は不要である。また、伊藤町3号の高濃度火山灰による対応の層厚見直しによる再評価は済んでおり、再評価は不要である。 | ② | ③ | ③ | |
| 換気空調設備 (給気系外気取入口) | ① | ② | ③ | ③ | ○ 換気空調設備の給気系外気取入口は火山灰が侵入しにくい構造であり、各外気取入口には平型フィルタを設置しているため、火山灰が外気取入口に到達した場合でも、一定以上の数の火山灰については、侵入を防止することが可能である。また、フィルタより小さな火山灰が室内に侵入する可能性は考えられるが、前後ろ循環運転および換気空調設備の停止により火山灰の侵入を阻止することができるためと評価しており、再評価は不要である。 | ② | ○ 中央制御室空調系については、外気取入口を閉鎖し、外気隔離運転することにより、中央制御室の居住性が維持されると評価しており、層厚見直しにより条件が変更とならないため、再評価は不要である。 | ③ | ③ |
| 燃料容器排気筒 補助排気筒 | ① | ② | ③ | ③ | ○ 燃料容器排気筒及び補助排気筒の排気速度は、火山灰の降下速度を上回っており、火山灰に閉塞することはない。また、既に火山灰が侵入した場合も、排気筒の構造から火山灰により閉塞を防止することはないと評価しており、再評価は不要である。 | ○ 外装塗装等による対応にて、直ちに腐食により燃料容器排気筒及び補助排気筒の機能に影響を及ぼすことはないが、層厚見直しにより条件が変更とならないため、再評価は不要である。 | ③ | ③ | |
| 取水設備 | ① | ② | ○ 火山灰の積付は十分小さく、除塵装置を閉塞することはないと評価しており、層厚見直しにより条件が変更とならないため、再評価は不要である。 | ○ 海水系の化学的影響については、海水中の火山灰濃度は非常に希薄であること、除塵装置は防汚塗層等の対応を実施しており、海水と金属が直接接することなく、直ちに腐食により機能に影響を及ぼすことはないが、層厚見直しにより条件が変更とならないため、再評価は不要である。 | ③ | ③ | ③ | ③ | |
| 海水ストレーナ | ① | ② | ○(水循環系機能の一部であり下流の設備を含む) 火山灰の積付は、ストレーナのメッシュサイズよりも小さく閉塞することはない。なお、ストレーナのメッシュを通過した火山灰は、下流の機器に付着する可能性があるため、層厚見直しにより条件が変更とならないため、再評価は不要である。 | ○(水循環系機能の一部であり下流の設備を含む) 外装塗装が施されていることから、直ちに腐食により機能を喪失することはないと評価しており、層厚見直しにより条件が変更とならないため、再評価は不要である。 | ③ | ③ | ③ | ③ | |
| 制御用空気圧持機 | ①(屋内) | ③ | ③ | ③ | ○ 制御用空気圧持機が設置された部屋は、中間制御室系にて空調管理されており、本室系の外気取入口には、平型フィルタが設置されているが、これに加えて下流に給気系用平型フィルタが設置されている。このため、他の変換系に比べて火山灰に対する高い防塵性能を有しており、侵入する火山灰は微細なものに限られ、また火山灰は湿度が高く水分を含み、静電帯電した火山灰により閉塞が発生することはない。また、制御室系への影響はないことから、制御用空気圧持機の機能に影響を及ぼすことはないが、層厚見直しにより条件が変更とならないため、再評価は不要である。 | ② | ③ | ③ | |
| 安全保護系計装機 | ①(屋内) | ③ | ③ | ③ | ○ 安全保護系計装機が設置された部屋は、安全制御室系にて空調管理されており、本室系の外気取入口には平型フィルタが設置されているが、これに加えて下流に給気系用平型フィルタが設置されている。このため、他の変換系に比べて火山灰に対する高い防塵性能を有しており、侵入する火山灰は微細なものに限られ、装置内に侵入する火山灰による影響は小さく、その付着等により閉塞等が発生する可能性はないことから、安全保護系計装機の機能に影響を及ぼすことはないが、層厚見直しにより条件が変更とならないため、再評価は不要である。 | ② | ③ | ③ | |

○：影響因子に対する個別評価を実施
●：最大層厚見直しに伴い評価結果に影響がある
○：最大層厚見直しに伴い評価結果に影響がない
※：既許可で施工期にて評価結果を示す予定した項目
①：影響因子として確認が不要(両系とする場合)
②：静的荷重の影響を受けにくい構造(堆積しにくい、堆積しても機能に有意な影響を受けにくい等)
③：腐食があっても、機内には有意な影響を受けにくい
④：影響因子と直接関連しない

主蒸気逃がし弁（消音器）に係る影響評価

火山灰による主蒸気逃がし弁（消音器）への影響について以下のとおり評価する。

(1) 評価項目及び内容

① 換気系に対する機械的影響（降雨等の影響を含む）

火山灰の主蒸気逃がし弁消音器への侵入により、機器の機能に影響がないことを評価する。具体的には、主蒸気逃がし弁は、火山灰が主蒸気逃がし弁出口配管に侵入しにくい構造であることと、及び主蒸気逃がし弁の噴出力が火山灰の重量よりも大きいことを確認する。

(2) 評価条件

① 火山灰条件

- a. 密度： 1.5g/cm^3 （湿潤状態）（火山灰の層厚 1cm 当たり 150N/m^2 ）
- b. 堆積量： 27cm

② 積雪条件

- a. 密度： 0.3g/cm^3 （積雪の単位荷重は 1cm 当たり 30N/m^2 ）^{※1}
- b. 堆積量： 100cm ^{※2}

※1： 福井県 建築基準法施行細則に基づく積雪の単位荷重を用いる。

※2： 火山事象と積雪事象は独立の関係にあることから、組み合わせる積雪量については同建築基準法の設計積雪「 100cm 」を用いる。

(3) 評価結果

① 換気系に対する機械的影響（降雨等の影響を含む）

消音器の構造は図 1 の通りパンチ穴が空いたディフューザーと吸音材が入った多孔板で構成されている。

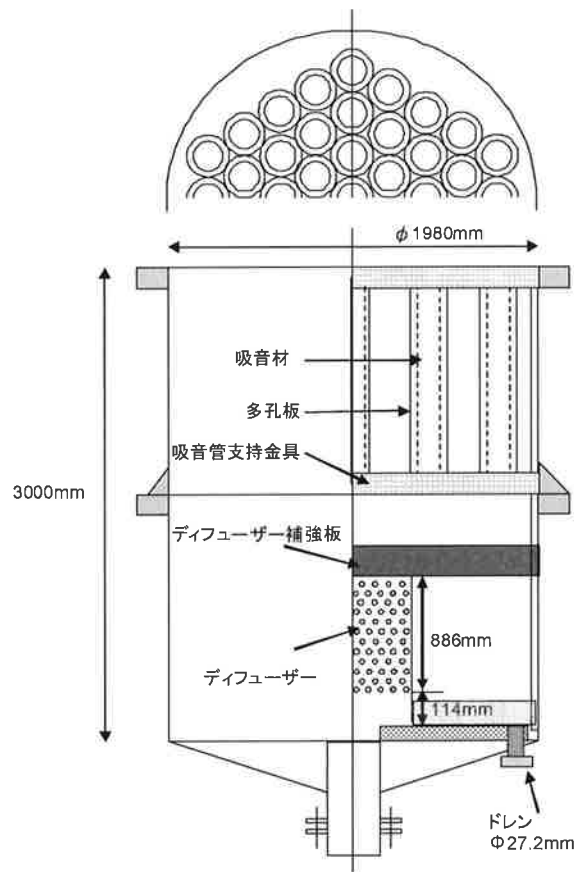


図1 主蒸気逃がし弁消音器の構造図

なお、仮に火山灰が主蒸気逃がし弁出口配管内に侵入し、配管を閉塞させた場合についても以下のとおり評価する。

主蒸気逃がし弁の噴出力の評価においては、想定堆積荷重である湿潤状態の火山灰（厚さ 27cm、密度 1.5g/cm³）と建築基準法における設計積雪（厚さ 100cm、密度 0.3g/cm³）の組み合わせ荷重が加わるとして確認する。

主蒸気逃がし弁の出口配管外径 φ16.52cm であることから、火山灰の堆積荷重は以下のとおりである。

$$\pi \times \left(\frac{16.52}{2}\right)^2 \times (27 \times 1.5 + 100 \times 0.3) \div 15,112 = 16(\text{kg})$$

主蒸気逃がし弁の噴出力は、クールダウン末期の 177℃の飽和圧力である 8.5kg/cm² と、弁出口側の流体通過断面積が約 180cm² より、以下のとおりである。

$$8.5 \times 180 = 1530(\text{kg})$$

以上より、火山灰が直接配管内に侵入し、仮に配管を閉塞させた場合でも、火山灰（湿潤状態）と積雪の組み合わせ荷重よりも主蒸気逃がし弁の噴出力が十分大きいことから、主蒸気逃がし弁の機能に影響を及ぼすことはない。

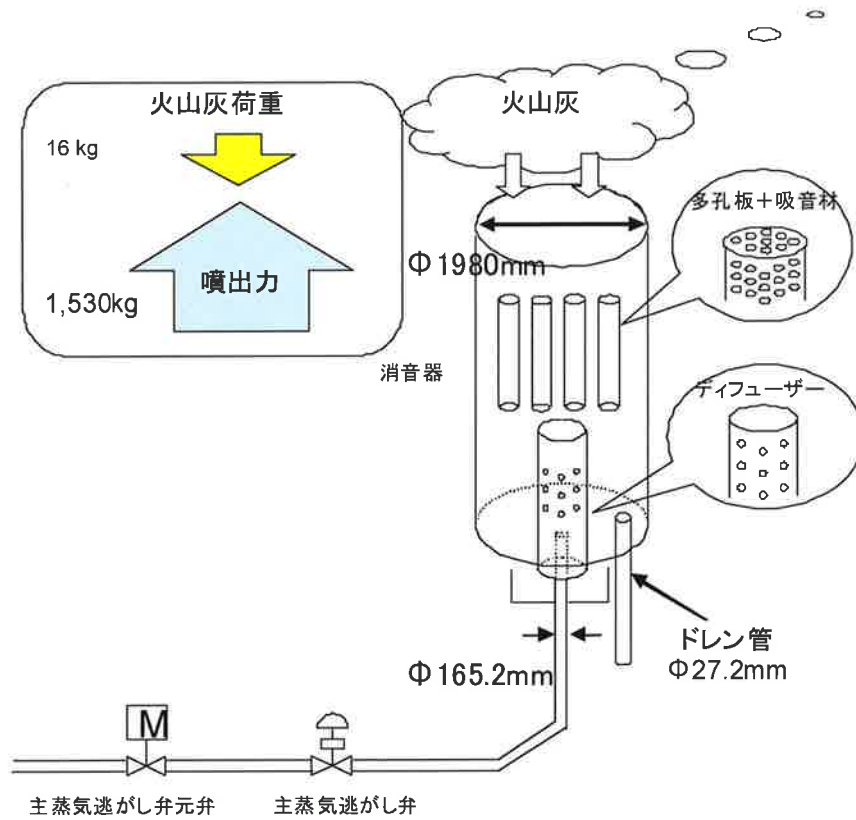


図2 主蒸気逃がし弁出口配管形状および消音器の構造

また、各主蒸気逃がし弁消音器の設置状況より、火山灰の周辺の構築物からの落下による侵入等は考えにくい。



図3 主蒸気逃がし弁消音器の設置状況 (左3号炉、右4号炉 (各3系統))

以上

主蒸気安全弁排気管に係る影響評価

火山灰による主蒸気安全弁排気管への影響について以下のとおり評価する。

(1) 評価項目及び内容

① 換気系に対する機械的影響（降雨等の影響を含む）

火山灰の主蒸気安全弁排気管への侵入により、機器の機能に影響がないことを評価する。具体的には、主蒸気安全弁は、火山灰が侵入しにくい構造であることと、及び主蒸気安全弁の噴出力が火山灰の重量よりも大きいことを確認する。

(2) 評価条件

① 火山灰条件

- a. 密度：1.5g/cm³（湿潤状態）（火山灰の層厚 1cm 当たり 150N/m²）
- b. 堆積量：27cm

② 積雪条件

- a. 密度：0.3g/cm³（積雪の単位荷重は 1cm 当たり 30N/m²）※¹
- b. 堆積量：100cm※²

※¹： 福井県 建築基準法施行細則に基づく積雪の単位荷重を用いる。

※²： 火山事象と積雪事象は独立の関係にあることから、組み合わせる積雪量については同建築基準法の設計積雪「100cm」を用いる。

(3) 評価結果

① 換気系に対する機械的影響（降雨等の影響を含む）

主蒸気安全弁の排気管は図 1 のように斜めに配管が接続される構造となっている。

仮に火山灰が主蒸気安全弁排気管内部に侵入したと仮定すると、大部分はドレン受皿に溜まり、一部主蒸気安全弁の弁出口管に侵入するが、火山灰により出口配管を閉塞させることはないと考えられるため、主蒸気安全弁の蒸気放出機能に影響を与えることはない。

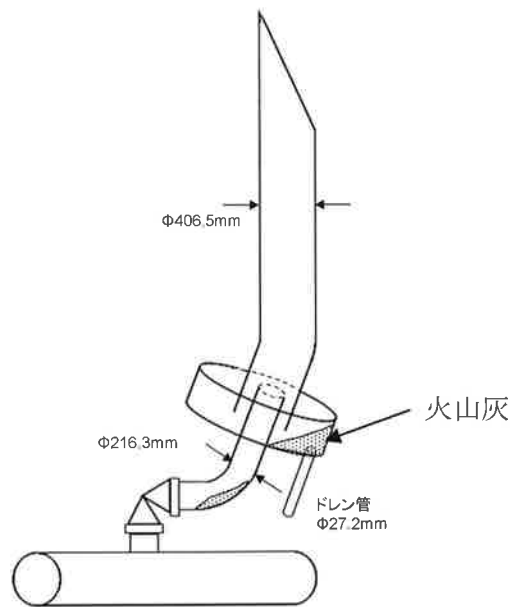


図1 主蒸気安全弁排気管の構造図

なお、仮に火山灰が主蒸気安全弁出口配管内に侵入し、配管を閉塞させた場合についても以下のとおり評価する。

主蒸気安全弁の噴出力の評価においては、想定堆積荷重である湿潤状態の火山灰（厚さ 27cm、密度 1.5g/cm³）と建築基準法における設計積雪（厚さ 100cm、密度 0.3g/cm³）の組み合わせ荷重により評価する。

主蒸気安全弁の出口配管外径 φ21.63cm であることから、火山灰の堆積荷重は以下のとおりである。

$$\pi \times \left(\frac{21.63}{2}\right)^2 \times (27 \times 1.5 + 100 \times 0.3) \doteq 25905 = 26(\text{kg})$$

主蒸気安全弁の噴出力は、弁の噴出圧力 76.3kg/cm² と、弁出口側の流体通過断面積が約 323cm² であることから、以下のとおりである。

$$76.3 \times 323 = 24644(\text{kg})$$

以上より、火山灰が直接配管内に侵入し、仮に配管を閉塞させた場合でも、火山灰（湿潤状態）と積雪の組み合わせ荷重よりも主蒸気安全弁の噴出力が十分大きいことから、主蒸気安全弁の機能に影響を及ぼすことはない。

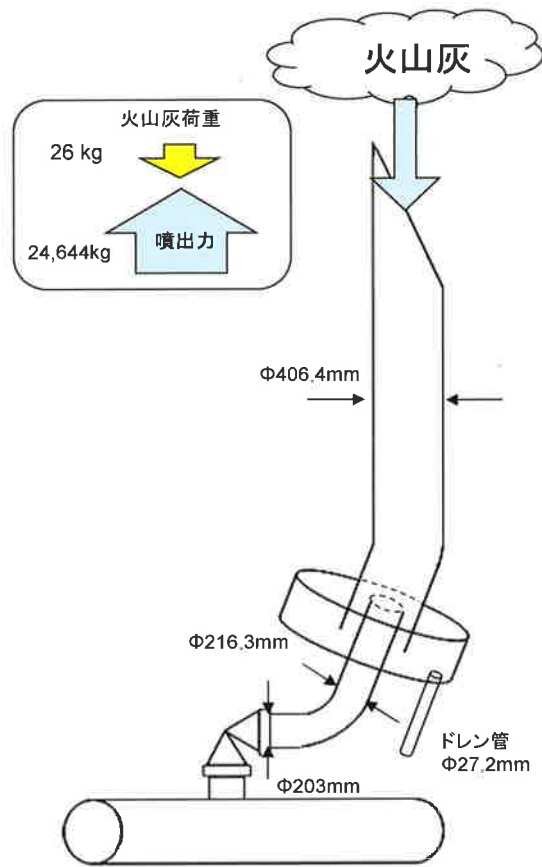


図2 主蒸気安全弁出口配管および排気管の構造



図3 主蒸気安全弁（排気管）の設置状況（3号炉）

以上

火山対応の運用等に対する設工認上の扱いについて

1. 概要

本資料は、想定される自然現象（火山）に対する手順上、必要な運用や施設について従来の既許認可からの整理を行うものである。

2. 既許認可からの整理と設工認上の扱い

2. 1. 屋外の S A 設備の除灰及びアクセスルートの確保

屋外の S A 設備の除灰及びアクセスルートの確保については、既認可から基本設計方針に「降灰時の除灰運用を保安規定に定める」旨を記載し、保安規定には、「降下火砕物および積雪の除去作業については、降灰および降雪の状況を踏まえ、設備に悪影響を及ぼさないよう実施する。」と記載している。また、社内マニュアルにおいても除灰運用を定めており、屋外の S A 設備については悪影響を及ぼさないよう除灰を実施し、アクセスルートの確保については、降灰の堆積状況に応じて適宜除灰を実施することとしている。

したがって、屋外の S A 設備の除灰及びアクセスルートの確保に関する設工認上の扱いとしては、除灰運用を保安規定に定めることを基本設計方針に記載することとしている。

基本設計方針の当該箇所を別紙 1 に、保安規定の当該箇所を別紙 2 に、社内マニュアルの当該箇所を別紙 3 に高浜 3, 4 号機を一例に示す。

2. 3. タンクローリーによる非常用ディーゼル発電機の燃料油輸送ルートの除灰
(大飯固有)

降下火砕物による間接的な影響として、7 日間の外部電源喪失を想定しており、7 日間の非常用ディーゼル発電機の連続運転が必要となるが、燃料油貯蔵タンクの容量では 7 日間の連続運転ができないため、タンクローリーを使って重油タンクから燃料油貯蔵タンクへ輸送することとしている。

新規制基準適合の設置許可では、アクセスルートの復旧に要する時間評価において、燃料の移送が必要となる時間（起動後 3 日）までに復旧できることの確認を行っているが、この評価結果は層厚変更の影響を受けるため、大山生竹テフラ噴出規模見直しに伴う設置変更許可申請のまとめ資料において再評価を行った。当該箇所を別紙 4 に示す。

また、設工認では、復旧のための除灰運用を保安規定に定めることを基本設計方針に記載している。基本設計方針の当該箇所を別紙 5 に示す。

大飯 3, 4 号機以外のプラントでは、燃料の移送を行わずとも 7 日間の非常用ディーゼル発電機の運転が可能であることから本件は大飯固有となっている。

なお、燃料移送に用いるタンクローリーは資機材と整理しており、新規制基準適合の設置許可では、まとめ資料にて構造強度評価の確認を行い、工認設計対象外としていた。

大山生竹テフラ噴出規模見直しに伴う設置許可においても、本評価は層厚変更の影響を受けることから、まとめ資料において再評価を行い、設工認設計対象外としている。

当該箇所を別紙6に示す。更に、タンクローリーを資機材とする扱いは保安規定の第18条の4において規定されている。当該箇所を別紙7に示す。

2. 4. 消火水バックアップタンクの扱い

消火水バックアップタンクは防護対象施設に分類されないことから設工認では火山に対する影響確認を行っていないが、炉規則83条の対応で使用する設備であることから、保安規定で評価を行っている。下記に設工認及び保安規定上の扱いについて詳細に説明する。

設工認での扱いとしては、消火水バックアップタンクは、クラス3設備であり、防護対象設備でないことから設工認申請対象外としている。防護対象施設の分類は設置許可のまとめ資料で示している。具体的には、クラス1及びクラス2に属する構築物、系統及び機器のうち火山灰の影響により、安全機能を損なうおそれがある施設、及びクラス1及びクラス2に属する構築物、系統及び機器を内包している建物を防護対象施設として抽出している。当該箇所の高浜3、4号機の例を別紙8に示す。

保安規定での扱いとしては、炉規則83条の対応において復水タンクの水源として使用することから、降下火砕物に対する影響確認を行っている。既認可の保安規定の補足説明資料の当該箇所を高浜3、4号機を例に別紙9にて示す。

| 変更前 | 変更後 |
|--|---|
| <p>原子炉格納容器内の安全施設は、設計基準事故等時に想定される圧力、温度等の格納容器スプレイ水による影響を考慮して、その機能を発揮できる設計とする。</p> <p>安全施設における主たる流路及びその流路に影響を与える範囲の健全性は、主たる流路とその主たる流路に影響を与える範囲を同一又は同等の規格で設計することにより、流路としての機能を維持する設計とする。</p> <p>(2) 海水を通水する系統への影響</p> <p>海水を通水する系統への影響に対しては、常時海水を通水する、海に設置する又は海で使用する安全施設及び重大事故等対処設備は耐</p> | <p>時間を確保するために、固縛装置の数を可能な限り少なくする設計とする。固縛装置の設計は、風荷重による浮き上がり及び横滑りの荷重並びに保管場所を踏まえて固縛の要否を決定し、固縛が必要な場合は、発生する風荷重に耐える設計とする。</p> <p>なお、固縛が必要とされた重大事故等対処設備のうち車両型の設備については、耐震設計に影響を与えないよう、固縛装置に余長を持たせた設計とする。</p> <p>積雪及び火山の影響については、必要により除雪及び除灰等の措置を講じる。この運用について、保安規定に定める。</p> <p>屋外の重大事故等対処設備は、重大事故等時において、万が一、使用中に機能を喪失した場合であっても、可搬型重大事故等対処設備によるバックアップが可能となるように位置的分散を考慮して可搬型重大事故等対処設備を複数保管する設計とする。</p> <p>原子炉格納容器内の安全施設及び重大事故等対処設備は、設計基準事故等及び重大事故等時に想定される圧力、温度等の格納容器スプレイ水による影響を考慮して、その機能を発揮できる設計とする。</p> <p>安全施設及び重大事故等対処設備における主たる流路及びその流路に影響を与える範囲の健全性は、主たる流路とその主たる流路に影響を与える範囲を同一又は同等の規格で設計することにより、流路としての機能を維持する設計とする。</p> <p>(2) 海水を通水する系統への影響</p> <p>海水を通水する系統への影響に対しては、常時海水を通水する、海に設置する又は海で使用する安全施設及び重大事故等対処設備は耐</p> |

【平成 27 年 8 月 4 日認可 原規規発第 1508041 号】

a. 降下火砕物の侵入防止

当直課長は、外気取入口に設置している平型フィルタの差圧確認、外気取入ダンプの閉止、換気空調設備の停止または閉回路循環運転による建屋内への降下火砕物の侵入防止を実施する。

b. 降下火砕物および積雪の除去作業

(a) 各課（室）長は、降灰が確認された場合は、施設の機能に影響が及ばないよう、換気空調設備のフィルタの清掃や取替え、水循環系のストレーナ洗浄作業、開閉所設備の碍子洗浄作業を実施する。

(b) 各課（室）長は、降下火砕物の堆積が確認された場合は、降下火砕物より防護すべき屋外の施設、ならびに降下火砕物より防護すべき施設を内包する建屋について、長期的な堆積により施設に悪影響を及ぼさないよう降下火砕物を除去する。

また、上記以外の重大事故等対処設備に対する降下火砕物および積雪の除去作業については、降灰および降雪の状況を踏まえ、設備に悪影響を及ぼさないよう実施する。

c. 地滑り防護対策の堰堤の健全性確保

土木建築課長は、地滑りが確認された場合は、施設の機能に影響が及ばないよう、堰堤の堆積制限位以下になるよう土砂撤去作業を実施する。

d. 地滑り発生後の撤去作業が困難と判断された場合の対応

土木建築課長は、地滑り発生後の土砂撤去作業において、7日以内に堆積制限位以下にできないと判断した場合は当直課長に連絡するとともに、土砂撤去作業を継続する。連絡を受けた当直課長は、地滑りが確認された後、7日以内に原子炉を停止（モード5まで）する。

e. ディーゼル発電機の機能を維持するための対策

火山影響等発生時において、ディーゼル発電機の機能を維持するため、ディーゼル発電機への改良型フィルタの取付およびフィルタの取替・清掃を実施する。

(a) ディーゼル発電機への改良型フィルタ取付他

各課（室）長は、フィルタの取替・清掃が容易な改良型フィルタを取り付ける。また、1号炉および2号炉については、海水ポンプ除塵フィルタを取り外す。

ア. 手順着手の判断基準

気象庁が発表する降灰予報（「速報」または「詳細」）により高浜町への「多量」の降灰が予想された場合、気象庁が発表する噴火に関する火山観測報において、地理的領域（発電所敷地から半径160km）内の活火山に20km以上の噴煙が観測されたが噴火後10分以内に降灰予報が発表されない場合または降下火砕物による発電所への重大な影響が予想された場合

(b) ディーゼル発電機改良型フィルタのフィルタ取替・清掃

各課（室）長は、ディーゼル発電機が起動した場合において、フィルタの閉塞を防止するため、フィルタの取替・清掃を実施する。

1. 2 アクセスルートの確保、復旧作業および支援に係る事項

(1) アクセスルートの確保

- ア 安全・防災室長は、発電所内の道路および通路が確保できるよう、以下の実効性のある運用管理を実施することを社内標準に定める。
- (7) 屋外および屋内において、想定される重大事故等の対処に必要な可搬型重大事故等対処設備の保管場所から設置場所および接続場所まで運搬するため、または他の設備の被害状況を把握するための経路（以下、「アクセスルート」という。）は、自然現象、外部人為事象、溢水および火災を想定しても、運搬、移動に支障をきたすことのないよう、迂回路も考慮して複数のアクセスルートを確保する。
- (4) 屋外および屋内アクセスルートは、自然現象に対して地震、津波、洪水、風（台風）、竜巻、凍結、降水、積雪、落雷、地すべり、火山の影響、生物学的事象、高潮および森林火災を考慮し、外部人為事象に対して、近隣の産業施設の火災および爆発（飛来物含む。）、航空機墜落による火災、火災の二次的影響（ばい煙および有毒ガス）、輸送車両の発火、漂流船舶の衝突、飛来物（航空機落下）、ダムの崩壊、電磁的障害ならびに重大事故等時の高線量下を考慮し確保する。
- a 発電所敷地で想定される自然現象のうち、洪水に対しては敷地付近に河川がないこと、高潮に対しては津波に包絡されることから影響を受けないため考慮しない。
- また、外部人為事象のうち、近隣の産業施設の火災および爆発（飛来物含む。）に対しては該当する施設がないこと、ダムの崩壊に対しては近傍にダムがないため考慮しない。
- b 電磁的障害に対しては道路および通路面が直接影響を受けることはないことから、屋外および屋内アクセスルートへの影響はないため考慮しない。
- c 生物学的事象に対しては容易に排除可能なことから影響を受けないため考慮しない。
- d 万一、これらの影響を受けないとしている現象について、対応が必要となった場合においても、洪水、高潮およびダムの崩壊に対しては、津波と同様に対応が可能であり、近隣の産業施設の火災および爆発（飛来物含む。）に対しては、森林火災と同様に対応が可能である。
- (7) 可搬型重大事故等対処設備の保管場所については、設計基準事故対処設備の配置も含めて常設重大事故等対処設備と位置的分散を図り保管し、屋外の可搬型重大事故等対処設備は複数箇所に分散して保管する。なお、同じ機能を有する重大事故等対処設備が他にない設備については、予備も含めて分散させる。
- (I) 障害物を除去可能なブルドーザおよび油圧ショベルを保管、使用し、それらを運転できる緊急安全対策要員を確保する。
- (オ) 被ばくを考慮した放射線防護具の配備およびアクセスルート近傍の化学物質を貯蔵しているタンクからの漏えいを考慮した薬品保護具の配備ならびに停電時および夜間時に確実に運搬、移動ができるように、可搬型照明を配備する。

イ 屋外アクセスルートの確保

安全・防災室長は、屋外のアクセスルートの確保にあたって、以下の運用管理を実施することを社内標準に定める。

- (7) 屋外の可搬型重大事故等対処設備の保管場所から使用場所まで運搬するアクセ

スルートの状況確認、海水等の取水ポイントの状況確認、ホース敷設ルートの状態確認を行い、あわせて燃料油貯油そう、空冷式非常用発電装置、その他の屋外設備の被害状況の把握を行う。

- (イ) 屋外アクセスルートに対する地震による影響、その他自然現象による影響を想定し、複数のアクセスルートの中から早期に復旧可能なアクセスルートを確保するため、障害物を除去可能なブルドーザ4台（1号および2号炉共用2台、3号および4号炉共用2台）（予備1台）および油圧ショベル2台（1号および2号炉共用1台、3号および4号炉共用1台）（予備1台）を保管、使用する。
- (ロ) 地震による屋外タンクからの溢水ならびに降水に対して、道路上の自然流下も考慮した上で、通行への影響を受けない箇所にアクセスルートを確保する。
- (ハ) 防潮堤の中に早期に復旧可能なアクセスルートを確保する。想定を上回る万一のガレキ発生に対してはブルドーザおよび油圧ショベルにより速やかに撤去することにより対処する。
- (ニ) 考慮すべき自然現象のうち凍結および森林火災、外部人為事象のうち航空機落下による火災、火災の二次的影響（ばい煙および有毒ガス）、飛来物（航空機落下）、輸送車両の発火および漂流船舶の衝突に対して、迂回路も考慮した複数のアクセスルートを確保する。
- (ホ) 周辺構造物、周辺機器の倒壊による障害物については、ブルドーザおよび油圧ショベルによる撤去あるいは転倒による閉塞がないルートを通行する。
- (ヘ) 基準地震動に対して耐震裕度の低い周辺斜面の崩壊に対しては、崩壊土砂が広範囲に到達することを想定した上で、ブルドーザおよび油圧ショベルによる崩壊箇所の復旧を行う。
- (ヘ) 耐震裕度の低い地盤にアクセスルートを設定する場合は、道路面のすべりによる崩壊土砂が広範囲に到達することを想定した上で、ブルドーザおよび油圧ショベルによる崩壊箇所の復旧を行い、通行性を確保する。
- (ケ) 不等沈下等による段差の発生が想定される箇所においては、段差緩和対策を講じる設計とするとともに、段差が発生した場合には、ブルドーザおよび油圧ショベルによる段差発生箇所の復旧を行う。さらに地下構造物の損壊が想定される箇所については、陥没対策を講じる。想定を上回る段差が発生した場合は、予備ルートの復旧および油圧ショベルによる段差解消対策により対処する。
- (コ) アクセスルート上の台風および竜巻による飛来物、降雪、降灰については、ブルドーザおよび油圧ショベルによる撤去を行う。想定を上回る降雪、降灰が発生した場合は、除雪、除灰の頻度を増加させることにより対処する。また、凍結、除雪を考慮し、車両については、オールシーズンタイヤを配備する。

ウ 屋内アクセスルートの確保

安全・防災室長は、屋内のアクセスルートの確保に当たって、以下の運用管理を実施することを社内標準に定める。

- (ア) 屋内の可搬型重大事故等対処設備の保管場所へ運転員（当直員）、緊急時対策本部要員および緊急安全対策要員が移動するアクセスルートの状況確認を行い、あわせて恒設代替低圧注水ポンプ、その他の屋内設備の被害状況の把握を行う。
- (イ) 地震、津波、その他自然現象による影響および外部人為事象に対して、外部か

別表 19 (4/5)

| 事象 (時系列) | 実施箇所・内容 | | |
|----------------|---|---|---|
| | 発電班 | 総務班 | 関係各班 |
| 火山灰の堆積が認められた場合 | — | <ul style="list-style-type: none"> ・本部の長は、関係各課 (室) へ対策の実施を指示する。 ・各課 (室) 長等は、建屋、屋外設備 (屋外 SA 設備、特重施設含む)、アクセスルート等の状況確認を行うとともに、長期的な堆積により施設に悪影響を及ぼさないよう資機材等を用いて 30 日を目処に速やかに降下火砕物を除去する。また、重大事故防止対策設備に対する降下火砕物除去作業については、降灰の状況を踏まえ、設備に悪影響を及ぼさないよう実施する。 ・各課 (室) 長等は、荷重の影響を低減するため降灰時に積雪があれば除雪も合わせて実施する。なお、アクセスルートについては、降灰の堆積状況に応じて適宜除灰を実施し、結果を対策本部へ報告する。 | — |
| 降灰後における中長期の対応 | <ul style="list-style-type: none"> ・発電室長 (※3) は、発電室業務所則に基づき、設備の日常巡視点検を行う。異常が確認されれば、各課 (室) 長等へ対応を依頼し、処置結果を対策本部へ報告する。 | — | <ul style="list-style-type: none"> ・各課 (室) 長等は火山灰による腐食等の中長期影響を防止するため、保修業務所則、土木建築業務所則に基づき、屋外設備ならびに建屋の維持管理を行う。 |
| 予報解除 | <ul style="list-style-type: none"> ・当直課長は、対策本部から降灰対策復旧の指示があれば事故時操作所則および特定重大事故等対処施設事故時操作所則に基づき復旧操作を指示する。 ・当直課長は、降灰対策復旧の結果を発電室長 (※3) へ報告する。 ・発電室長 (※3) は、復旧結果を対策本部へ報告する。 | <ul style="list-style-type: none"> ・安全・防災室課長 (SA/DB) (※1) は、設備他の被災状況を確認する。また、原子力事業本部の本部 (※2) へ被災状況を連絡する。 ・安全・防災室課長 (SA/DB) (※1) は、対策本部の閉鎖または警戒準備体制の解除を行うとともに、原子力事業本部総務 Gr (※2) へ連絡する。 ・安全・防災室課長 (SA/DB) (※1) は、本部の閉鎖または警戒準備体制の解除を行うとともにメールにて情報発信する。 | — |

9. アクセスルートの復旧への影響について

火山灰の降灰により外部電源喪失が考えられることから、火山影響評価として、降灰時におけるタンクローリーによる燃料輸送機能に影響が生じないことを確認するため、アクセスルートの復旧に要する概算時間について評価する。

ここでは保守的に降灰と積雪時におけるアクセスルートへの火山灰等の堆積状況を想定し、要員1名にてブルドーザーを操作するとし、ディーゼル発電機の燃料油輸送ルートの復旧時間が、燃料油の移送が必要となるディーゼル発電機の起動後3日（保安電源において評価）に対し、復旧時間が概算291分（5時間程度）であり、3日以内に十分な余裕を確保して実施できることを確認した。

1. ブルドーザ仕様（50 t）

- ・一回の押し出し可能量 23.3 t
- ・ブレードの全幅 4.300 m
- ・走行速度 前進：1速 60m/min
後進：1速 78m/min

2. 降灰及び降雪への対応について

(1) 降灰については、降灰予報の情報を受けた際に要員を確保する。降灰が確認された場合はアクセスルートの除灰を行うことにより対処が可能である。積雪については、通常時から、気象予報、積雪状況に応じて構内道路の除雪作業を行うこととしており、SA対策時においても車両等の積雪時の走行性能を勘案した上で、必要に応じて除雪作業を行うことにより対処が可能である。

(2) 降灰及び降雪除去速度の算出

1) 降灰条件

- ・厚さ：0.25m
- ・単位堆積重量：1.5t/m³（湿潤状態）

2) 降雪条件

- ・厚さ：1m（福井県建築基準法施行細則）
- ・単位堆積重量：0.3t/m³（福井県建築基準法施行細則）

(3) 除去方法

- ・アクセスルート上に降り積もった火山灰及び雪を、ブルドーザで道路脇へ押し出し除去する。
- ・一回の押し出し可能量を23.3tとし、23.3tの火山灰及び雪を集積し、道路脇へ押し出す作業を1サイクルとして繰り返す。

- ・一回の集積で進める距離X

$$= 23.3t \div ((\text{雪厚さ} 1m \times 0.3t/m^3 + \text{火山灰厚さ} 0.25m \times 1.5t/m^3) \times 4.300m) \\ = 8.02m \approx 8.0m$$

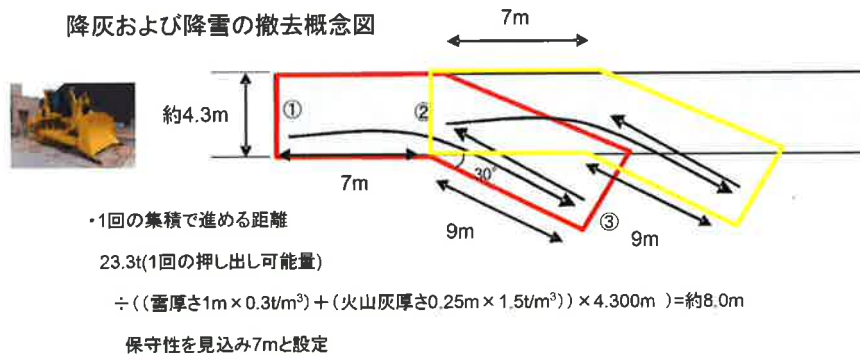
- ・1サイクル当りの作業時間は、1速の走行速度 (60 m/min) で作業を実施すると仮定する。

A : 押し出し (①→②→③) : $(7m + 9m) \div 60m/min = 0.267min \approx 0.27min$

B : ギア切り替え : 0.1min

C : 後進 (③→②) : $9m \div 78m/min = 0.115 \approx 0.12min$

1サイクル当りの作業時間 (A + B + C + B) = $0.27min + 0.1min + 0.12min + 0.1min$
= 0.59min



(4) 降灰及び降雪除去速度

1サイクル当りの除去延長 ÷ 1サイクル当りの除去時間

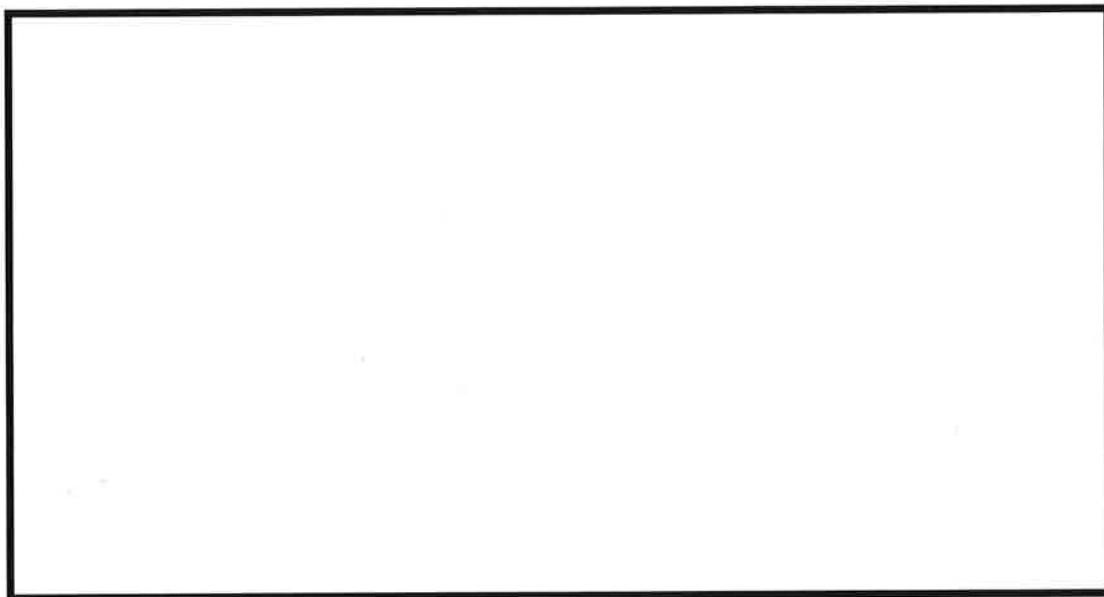
= $7m \div 0.59min = 0.711km/h \approx 0.7km/h$

3. 復旧時間について

下図のアクセスルートについて上記の速度を用いて復旧することを想定する。ブルドーザは配置場所よりスタートし、0.7km/hにて復旧を開始する。なお、一度復旧が終わったルートについては2km/hで移動可能とする。

想定時間については下表のとおりとなり、約5時間程度で復旧が可能である。

| ルート番号 | 総距離(m) | 0.7km/hにて復旧する距離(m) | 2km/hにて復旧する距離(m) | 時間(分) | 合計時間(分) |
|-------|--------|--------------------|------------------|-------|---------|
| ①→② | 665 | 665 | 0 | 57 | 57 |
| ②→③ | 379 | 297 | 82 | 28 | 85 |
| ③→④ | 695 | 553 | 142 | 51 | 136 |
| ④→⑤ | 684 | 404 | 280 | 44 | 180 |
| ⑤→⑥ | 449 | 366 | 83 | 34 | 214 |
| ⑥→① | 1051 | 812 | 239 | 77 | 291 |



枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

以 上

| 変更前 | 変更後 |
|---|-------------|
| <p>なお、長期的な腐食の影響が生じないよう、降灰時には日常保守管理における点検並びに状況に応じた塗装の実施について保安規定に定める。</p> <p>(ホ) 発電所周辺の大気汚染 防護対象施設、防護対象施設に影響を及ぼす可能性のあるクラス3に属する施設及びその他の施設のうち、中央制御室換気空調系については、フィルタを設置することにより、降下火砕物が中央制御室に侵入しにくい設計とする。</p> <p>なお、外気を遮断し降下火砕物の侵入による中央制御室の大気汚染を防止するため、降灰時には閉回路循環運転の実施について保安規定に定める。</p> <p>(ヘ) 絶縁低下 防護対象施設、防護対象施設に影響を及ぼす可能性のあるクラス3に属する施設及びその他の施設のうち、空気を取り込む機構を有する計装盤については、設置場所の換気空調系にフィルタを設置することにより、降下火砕物が侵入しにくい設計とする。</p> <p>なお、外気を遮断し降下火砕物による計装盤の絶縁低下を防止するため、降灰時には外気取入ダンパの閉止及び閉回路循環運転の実施について保安規定に定める。</p> <p>ロ. 間接的影響に対する設計方針 降下火砕物による間接的影響である7日間の外部電源喪失、発電</p> | <p>変更なし</p> |

| 変更前 | 変更後 |
|---|-------------------------|
| <p>所外での交通の途絶によるアクセス制限事象に対し、原子炉及び使用済燃料ピットの安全性を維持するために必要となる電源の供給が燃料油貯蔵タンク及び重油タンクからディーゼル発電機への燃料供給（タンクローリーによる重油タンクから燃料油貯蔵タンクへの燃料供給を含む。）により継続でき、非常用電源設備から受電できる設計とする。</p> <p>なお、タンクローリーによる重油タンクから燃料油貯蔵タンクへの燃料供給に用いるアクセスルートについて、降下火砕物の堆積状況に応じて除去することを保安規定に定める。</p> <p>c. 外部火災</p> <p>想定される外部火災において、火災源を発電所敷地内及び敷地外に設定し防護対象施設に係る温度や距離を算出し、それらによる影響評価を行い、最も厳しい火災が発生した場合においても安全機能を損なうことのない設計とする。</p> <p>防護対象施設は、防火帯（3・4号機共用、1号機に設置（以下同じ。））の設置、建屋による防護、離隔距離の確保による防護を行う設計とする。</p> <p>重大事故等対処設備は、「5. 1. 2 多様性、位置的分散等」のうち、建屋による防護、位置的分散を考慮した設計とする。</p> <p>外部火災の影響については、定期的に評価を実施する運用とする。</p> <p>(a) 防火帯幅の設定に対する設計方針</p> | <p>c. 外部火災 変更なし</p> |

8. タンクローリーへの荷重による影響について

火山灰によるタンクローリーへの荷重影響について以下に示す。

タンクローリーについては、屋根部に堆積した火山灰と積雪を除去することも可能であるが、上部に火山灰と積雪が堆積した状態で、タンク室の支持されている最も面積が大きい防護枠に囲まれた範囲に対する荷重の影響を確認する。

ここではタンク室を平板と仮定し、等分布荷重が作用する4辺支持平板とする。また、モデル化範囲は中間部に間仕切板があるため、鏡板と間仕切板を支点と考え、図の色塗り範囲とする。

(1) 荷重条件

- ・火山灰と積雪の想定堆積荷重： $6,750 \text{ (N/m}^2\text{)} = 6.75 \times 10^{-3} \text{ (N/mm}^2\text{)}$
- ・平板の自重： $7.85 \times 10^{-6} \text{ (kg/mm}^3\text{)} \times 3.2 \text{ (mm)} = 2.46 \times 10^{-4} \text{ (N/mm}^2\text{)}$
- ・評価荷重： $6.75 \times 10^{-3} \text{ (N/mm}^2\text{)} + 2.46 \times 10^{-4} \text{ (N/mm}^2\text{)} = 7.00 \times 10^{-3} \text{ (N/mm}^2\text{)}$

(※) JIS G 3101 「一般構造用圧延鋼材」に基づく

(2) 評価結果

等分布荷重の4辺支持条件の最大曲げ応力は以下の式となる。

$$\sigma_{\max} = \beta_1 \frac{pa^2}{h^2} \quad (\text{機械工学便覧より})$$

β_1 ：長方形板の最大応力の係数（機械工学便覧より=0.61）

p：等分布荷重（ $=7.00 \times 10^{-3} \text{ N/mm}^2$ ）

a：短辺の長さ（防護枠の幅=835mm）

h：板厚（=3.2mm）

評価部位における算出応力と許容応力を下表に示す。

表 代表部位に対する評価結果

| 評価部位 | 材料 | 応力の種類 | 算出応力 (MPa) | 許容応力 [※] (MPa) | 裕度 | 結果 |
|------|-------|-------|---------------|----------------------------|------|----|
| タンク室 | SS400 | 曲げ応力 | 291 | 360 | 1.23 | ○ |

(※) JEAG4601-1984 補に規定されるクラス2, 3 容器の許容応力状態Ⅲ_ASの一次膜応力+一次曲げ応力の許容応力に基づく

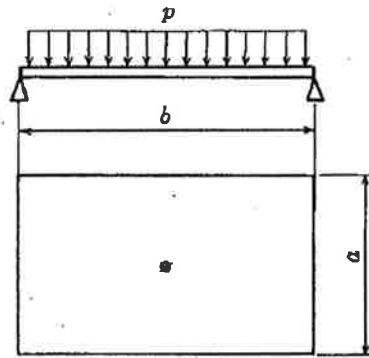


図 4辺支持平板の評価モデル

 : 評価範囲

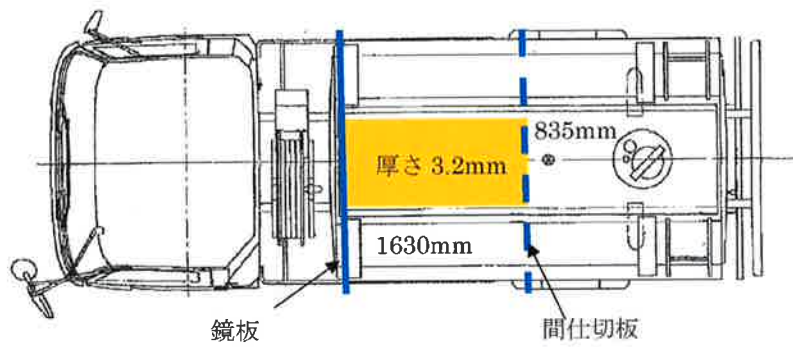


図 評価対象範囲

以上

(資機材等の整備)

第18条の4 各課(室)長は、次の各号の資機材等を整備する。

- (1) 所長室長および電気保修課長は、設計基準事故が発生した場合に用いる標識を設置した安全避難通路ならびに避難用および事故対策用照明を整備するとともに、作業用照明設置箇所以外で現場作業が必要になった場合等に使用する可搬型照明を配備する。
- (2) 所長室長、発電室長、電気保修課長および放射線管理課長は、設計基準事故が発生した場合に用いる警報装置および通信連絡設備を整備し、警報装置および通信連絡設備の操作に関する手順ならびに専用通信回線およびデータ伝送設備の異常時の対応に関する手順を定める。
- (3) 機械保修課長は、設計基準事故が発生した場合に用いるディーゼル発電機を7日間連続運転させるために、位置的分散を考慮して、タンクローリー4台以上を配備する。また、安全・防災室長および発電室長は、タンクローリーによる燃料の輸送に関する以下の手順を定める。
 - (a) タンクローリーの燃料輸送に関する手順
 - (b) タンクローリーの輸送ルート確保に関する手順
 - (c) 竜巻の襲来が予想される場合にタンクローリー4台を鯨谷トンネルに退避するための手順
 - (d) タンクローリーの退避ルートの確保に関する手順

及び附属設備への影響評価を行う。

なお、上記の内容については、平成 27 年 2 月 12 日付け原規規発第 1502121 号をもって設置変更許可を受けた高浜 3, 4 号炉の新規制基準適合性審査にて平成 27 年 2 月 2 日に提出した「高浜 3, 4 号炉設置許可基準規則等への適合性について（設計基準対象施設等）」のうち「第 6 条：外部からの衝撃による損傷の防止（火山）」（以下、既提出資料という。）から変更がないため、既提出資料のうち「1.1 概要」に同じ。

2.2 評価条件の設定

影響評価に用いる条件は、敷地周辺の地質調査結果に文献調査結果も参考にして、表 1.1 のとおり、堆積厚さ 27cm、粒径 1mm 以下、密度 0.7g/cm³（乾燥状態）～1.5g/cm³（湿潤状態）として、火山灰の特性を設定した。

表 1.1 火山灰の特性

| 項目 | 条件 | 設定根拠 |
|------|--|--|
| 堆積厚さ | 27cm | 文献調査、地質調査及び降下火砕物シミュレーション結果を踏まえ、給源から越畑地点及び各発電所までの距離をもとに設定 |
| 粒径 | 1mm 以下 | 津波堆積物調査で得られた火山灰の粒度試験結果から設定 |
| 密度 | 乾燥状態 湿潤状態 0.7g/cm ³ ～ 1.5g/cm ³ | 津波堆積物調査結果、文献調査結果から設定 |

なお、火山灰と火山以外の自然現象の組合せについては、荷重の影響において、火山灰、風（台風）及び積雪による組合せを考慮する。

2.3 評価対象施設の抽出

「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則（平成 25 年 6 月 28 日原子力規制委員会規則第五号）」第 6 条において、「安全施設は、想定される自然現象が発生した場合においても安全機能を損なわないものでなければならない。」とされている。

また、「発電用軽水炉型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」（平成 2 年 8 月 30 日原子力安全委員会決定）において安全機能を有する構築物、系統及び機器に対する設計上の考慮として、「クラス 1 では、合理的に達成し得る最高度の信頼性を確保し、かつ、維持すること。クラス 2 では、高度の信頼性を確保し、かつ、維持すること。クラス 3 では、一般産業施設と同等以上の安全性を確保し、かつ、維持すること。」が定められている。

以上のことから、図 1.2 の抽出フローより、一般産業施設を超える機能維持を要求しているクラス 1 及びクラス 2 に属する構築物、系統及び機器のうち火山灰の影響により、安全機能を損なうおそれがある施設を抽出する。

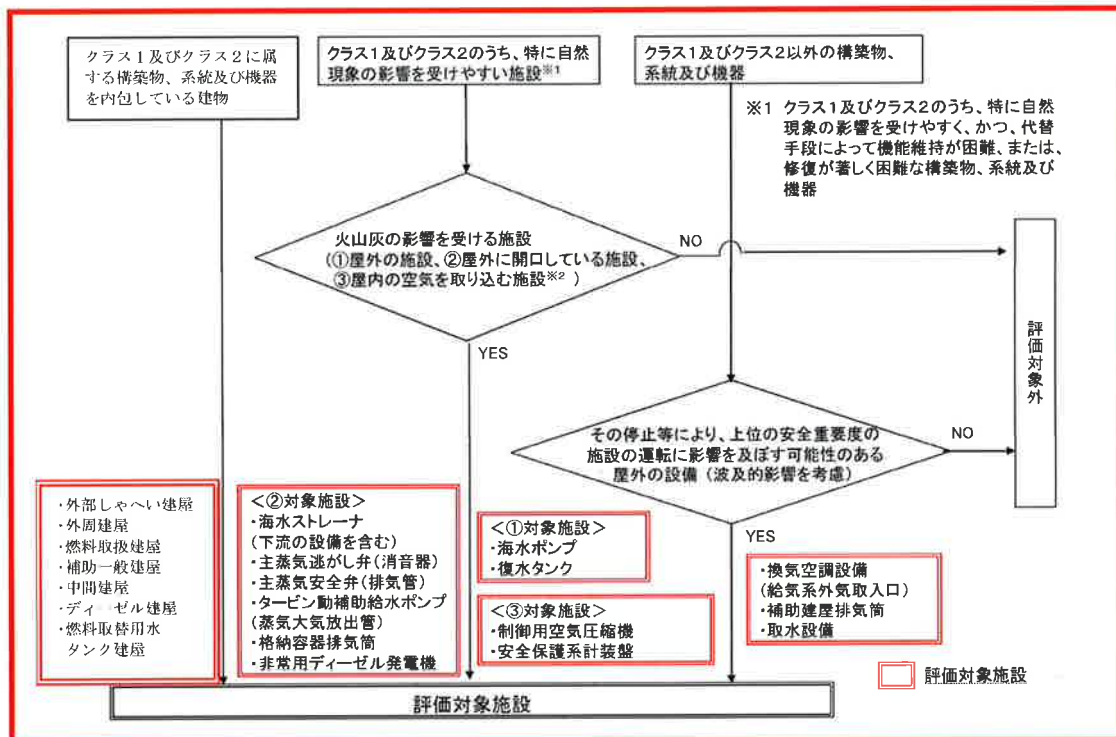
また、クラス 1 及びクラス 2 に属する構築物、系統及び機器を内包してい

る建物についても評価対象施設として抽出するとともに、安全重要度の低い構築物、系統及び機器であっても、火山灰の影響を受けやすく、当該施設の停止等により、上位の安全重要度の施設の運転に影響を及ぼす可能性がある場合は評価対象施設として抽出する。

なお、その他のクラス3に属する施設については、火山灰による影響を受ける場合を考慮して、代替設備により必要な機能を確保できること、又は安全上支障が生じない期間に除灰あるいは修復等による対応も可能である。

評価対象施設の抽出結果を表 1.2 に示すとともに、評価対象施設の設置場所を図 1.3 に示す。

なお、上記の内容については、既提出資料から変更がないため、既提出資料のうち「1.3 評価対象施設の抽出」に同じ。



※2 火山灰を含む外気・室内空気を機器内に取り込む機構を有しない施設又は取り込んだ場合でも、その影響が非常に小さいと考えられる施設(ポンプ、モータ、弁、盤内に換気ファンを有しない制御盤、計器等)については、評価対象外とする。

図 1.2 評価対象施設の選定フロー

消火水バックアップタンクの降下火砕物荷重の影響評価について

1. 概要

本資料は、消火水バックアップタンクが降下火砕物等堆積時においても、主要な構造部材が構造健全性を有することを確認する。

2. 構造概要

高浜 3, 4号機の消火水バックアップタンクは横置き円筒タンクであり、上面が曲面となっていることから、タンク上面に降下火砕物が堆積しにくい構造であるため、影響は軽微と考えられる。

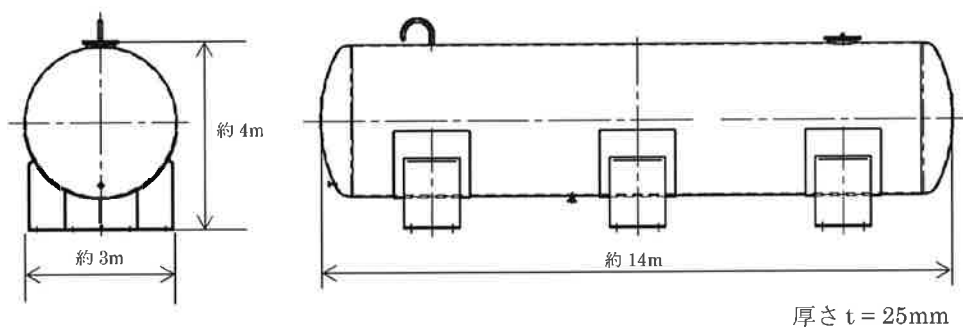


図1 消火水バックアップタンクの構造

3. 強度評価

本資料では、保守的な想定としてタンク上面に、積雪 100cm、火山灰 10cm を堆積させた条件で、消火水バックアップタンクの胴板ならびに支持脚の評価を行う。

消火水バックアップタンクは、「工事計画認可申請書 資料 13 別添 1 火災防護設備の耐震性に関する説明書」にて耐震評価を実施している。具体的には、基準地震動 S_s 設計用加速度（水平 8.59m/s^2 (=約 0.88G)、鉛直 5.88m/s^2 (=約 0.60G)）に対して、胴板の裕度は 2.4 以上、支持脚の裕度は 10.3 以上であることを確認している。

タンク上面への堆積を想定した火山灰及び積雪の質量は 20,190kg であり、消火水バックアップタンクの質量 147,000kg の約 14%に相当する。

つまり、タンク上面に積雪および火山灰を堆積させた状態は、胴板および支持脚に対して、タンク単体の自重による荷重に鉛直加速度 0.14G を加えた状態と等価である。

一方で、耐震評価では、タンク単体の自重に鉛直加速度 0.60G を加えた状態で応力評価を行っており、その結果、十分な裕度を有していることを確認している。

以上のことから、耐震評価は、火山灰及び積雪を堆積させた強度評価を包含しているものと考えられる。

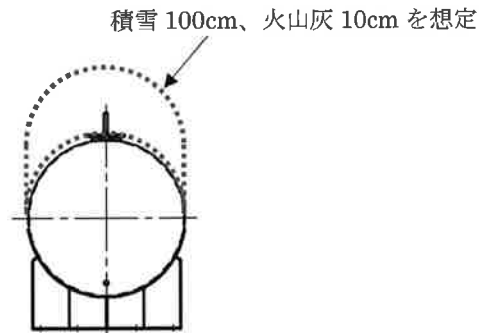


図2 強度評価における積雪・火山灰の想定

表1 消火水バックアップタンクの耐震評価結果

| 評価部位 | 材料 | 応力 | 基準地震動 S_s による応力 | | 裕度 |
|------|-------|-------|-------------------|------------|-------|
| | | | 評価応力 (MPa) | 許容応力 (MPa) | |
| 胴板 | SS400 | 一次一般膜 | 17 | 240 | 14.11 |
| | | 一次 | 60 | 360 | 6.00 |
| | | 一次+二次 | 97 | 235 | 2.42 |
| 支持脚 | SS400 | 組合せ | 27 | 279 | 10.33 |
| | | 座屈 | 0.06 | 1 | 16.66 |

構造強度の設計における保守性の担保について

1. 概要

本資料は、降下火砕物等堆積時における構造強度設計において変更を伴った評価手法及び評価条件に対する保守性の担保について説明をするものである。なお、防護すべき施設を内包する建屋（建物・構築物）の評価手法の変更に対する保守性の担保については、補足 3「降下火砕物等堆積時における鉛直荷重に対する建物・構築物の評価手法について」に示す。

2. 保守性の担保

2. 1. 屋外タンクの屋根板の評価温度

屋外タンクの屋根板の評価温度は表 1 のとおり今回変更しているが、屋外タンクの屋根板上部には、降下火砕物に加えて雪も堆積させて評価を行っているため、周囲環境温度 40℃を用いて評価することは、積雪との接触及び冬季の外気温を踏まえても保守的な設定となっている。また、夏場では直射日光でタンクの屋根板温度が上昇する可能性があるが、その一方で積雪はないため荷重条件の厳しい積雪を考慮した冬季を想定して評価する方が保守的であることを説明する。

冬季と夏季での評価結果の比較として、屋根板の評価温度の変更による許容応力及び積雪を除いた場合の発生応力を別紙 1 に示す。

別紙 1 より、荷重条件の厳しい積雪を考慮した冬季を想定して評価する方が保守的な評価となることを確認した。この要因は、冬季と夏季を比較すると、夏季では発生応力は 40%程度低下するが、許容応力は最大でも 20%程度しか低下しないことにより、冬季の条件が厳しくなっているものである。

なお、美浜 3 号機の復水タンクに接続されるスピルオーバー管の内部流体は、100%出力運転時のヒートバランス温度が約 34℃であることから 40℃を超えることはない。燃料取替用水タンクは、ほう酸水を含含有しており、27℃～37℃で温度管理されていることから、屋根板は 40℃を超えることはない。

表 1. 屋根板の温度条件の既認可からの変更点

| サイト | 復水タンク | 燃料取替用水タンク |
|------------|------------|------------|
| 美浜 3 号機 | 80℃ ⇒ 40℃ | 95℃ ⇒ 40℃ |
| 高浜 1, 2 号機 | 変更なし (40℃) | 95℃ ⇒ 40℃ |
| 高浜 3, 4 号機 | 変更なし (40℃) | 屋内設置で評価対象外 |
| 大飯 3, 4 号機 | 屋内設置で評価対象外 | 屋内設置で評価対象外 |

2. 2. 屋外タンクの風荷重の考え方

水平方向の風がタンクに作用した場合、胴板上部に作用した風の一部は屋根板側に流れ込むことになる。そのため、屋根面上部では、屋根面上部を流れる風に加えて胴板から流入した風も加わることから流速が上がる。屋根面上部の流速が上がることで、屋根面上部では動圧が上昇し、静圧は減少することから、屋根部には上向きの荷重が作用する。

建築物荷重指針では、風力係数を用いて風荷重の算出を行っているが、今回のようなタンク形状の場合、風力係数はマイナスとなり、風荷重は鉛直上向きの荷重となることが示されている。建築物荷重指針の抜粋を別紙2に示す。

したがって、水平方向の風荷重が作用すると、鉛直上向きの荷重が働き、鉛直下向き荷重が低減されるため、保守的に風荷重は考慮していない。

| 施設名 | 想定する季節 | 荷重 | 発生応力 | 許容応力 | 裕度 |
|-------------------------|----------|---------------------------------|--------------------------------|------------------|----|
| 美浜 3 号機 復水タンク | 冬季 (40℃) | 6,762N/m ² | 283MPa | 360MPa | ○ |
| | 夏季 (80℃) | 3,762N/m ² (▼44%) | 157MPa ^{※1} (▼44%) | 340MPa (▼6%) | ○ |
| 美浜 3 号機 燃料取替用水タンク | 冬季 (40℃) | 6,922N/m ² | 247MPa | 307MPa | ○ |
| | 夏季 (95℃) | 3,922N/m ² (▼43%) | 140MPa ^{※1} (▼43%) | 259MPa (▼16%) | ○ |
| 高浜 1, 2 号機 燃料取替用水タンク | 冬季 (40℃) | 7,672N/m ² | 248MPa | 307MPa | ○ |
| | 夏季 (95℃) | 4,672N/m ² (▼39%) | 151MPa ^{※1} (▼39%) | 259MPa (▼16%) | ○ |

※1：夏季の発生応力は、冬季の発生応力からの比例計算

$$(\text{夏季の発生応力}) = (\text{冬季の発生応力}) \times (\text{夏季に考慮する荷重}) / (\text{冬季に考慮する荷重})$$

【「建築物荷重指針・同解説」(社)日本建築学会(2004)】(抜粋)

- 36 - 建築物荷重指針

A6.2.3 構造骨組用の内圧係数

構造骨組用の内圧係数は、開口部の大きさや位置に応じて適切に定めなければならない。ただし、閉鎖型建築物の内圧係数は、表 A6.11 により定める。

表 A6.11 閉鎖型建築物の内圧係数 C_{pi}

| |
|------------|
| C_{pi} |
| 0 または -0.4 |

A6.2.4 構造骨組用の風力係数

(1) 円形平面をもつ建築物の風力係数 C_D

円形平面をもつ建築物の風力係数は、表 A6.12 により定める。ただし、 $DU_H \geq 6(m^2/s)$ で、アスペクト比 H/D が 8 以下の建築物にのみ適用する。

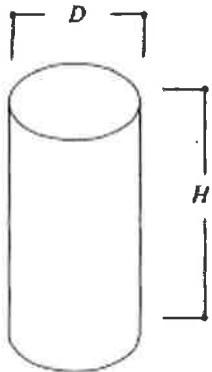
表 A6.12 円形平面をもつ建築物の風力係数 C_D

$C_D = 1.2k_1k_2k_z$

ここで、

- k_1 : アスペクト比の影響を表す係数
- k_2 : 表面粗さの影響を表す係数
- k_z : 高さ方向分布係数で、表 A6.8 により定める。
ただし、 $0.8H < Z_0$ のときは $k_z = 0.8^{2\alpha}$ とする。

| k_1 | |
|-----------|---------------------|
| $H/D < 1$ | $1 \leq H/D \leq 8$ |
| 0.6 | $0.6(H/D)^{0.14}$ |



| k_2 | |
|----------------------------------|------|
| 滑らかな表面(金属、コンクリート表面、平坦なカーテンウォール等) | 0.75 |
| 粗な表面(外径の1%程度の凹凸のあるカーテンウォール等) | 0.9 |
| 非常に粗な表面(外径の5%程度の凹凸) | 1 |

D : 建築物の外径 (m)

H : 基準高さ (m)

Z_0 : 表 A6.3 に定める高さ (m)

α : 表 A6.3 に定めるパラメータ

圧の変動性状には、建築物内部の容積に対する隙間や開口の相対的な大きさが関係する。本項では、強風時の内圧に最も大きな影響を及ぼすと考えられる a) および b) の要因を考慮し、系統的なシミュレーションの結果に基づき、閉鎖型建築物の内圧係数を規定した。すなわち、外壁面に隙間や開口が一樣に分布し、それらの隙間や開口から外圧が建築物内部に伝達され内圧が形成されるという仮定のもとに、種々の形状の建築物について内圧の時間平均値を算定し³⁵⁾、それらに基づき内圧係数の指針値を与えた。

ほかの要因の影響も大きいと考えられる場合には、それらの影響も考慮した検討が必要である。例えば、建築物内部が気密な間仕切り等により分割されている場合には、内圧は建築物全体で一樣にはならず、d) の影響を考慮する必要がある。容量の大きな空調機械を運転した場合には e) の影響が大きくなり、膜構造のように屋根や外壁が柔な構造物では f) の影響が大きい。また、h) に関しては、強風時に飛来物により風上壁面の窓ガラス等が破壊すると、そこから風が吹き込んで内圧が急激に上昇することが屋根の飛散等の原因になることが多く、注意が必要である。

A6.2.4 構造骨組用の風力係数

(1) 円形平面をもつ建築物の風力係数 C_D

円形平面をもつ建築物の風力係数は、レイノルズ数、気流条件、アスペクト比 H/D や表面粗さの影響を受ける。

図 A6.2.2³⁶⁾ は、表面が極めて滑らかな二次元円柱の一樣流中での抗力係数 C_D のレイノルズ数による変化を示す。ここで、レイノルズ数は $Re = UD/\nu$ で定義されている。ただし、 U 、 D 、 ν は、それぞれ流速、円柱の外径、流体の動粘性係数である。なお、流速 U を (m/s)、外径 D を (m) の単位とすると、空気中でのレイノルズ数は、 $Re \approx 7UD \times 10^4$ と計算される。図 A6.2.2 によれば、 $Re = 2 \times 10^5 \sim 5 \times 10^6$ の範囲で C_D は大きく変化する。円柱まわりの流れは、通常図 A6.2.2 に示すように、「亜臨界域」、「臨界域」、「超臨界域」、および、「極超臨界域」の4領域に分けて考えられる。強風を対象とした場合、建築物のレイノルズ数は極超臨界域にあるので、本項ではこの領域を対象に風力係数 C_D を定めた。

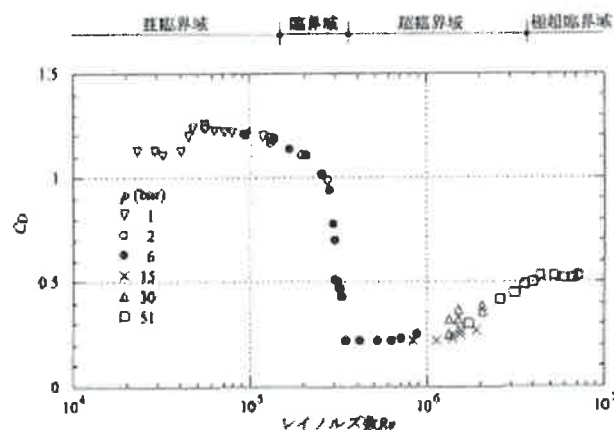


図 A6.2.2 表面が極めて滑らかな二次元円柱の一樣流での抗力係数 C_D とレイノルズ数 Re の関係³⁶⁾

円柱のアスペクト比や表面粗さは風力係数 C_D に大きな影響を及ぼす。特に、表面粗さは極超臨界域での C_D を大きく変化させる。本項では、アスペクト比 H/D の影響を係数 k_1 で、極超臨界域での表面粗さの影響を係数 k_2 で考慮した³⁷⁾。

屋根の外圧係数は、表 A6.10 に示すドーム屋根の外圧係数のうち、 $f/D=0$ かつ $h/D=1$ に対する値とすることができる。

(2) 長方形平面をもつ独立上屋の風力係数 C_R

独立上屋の場合、屋根の下にも風が流れ、屋根の上面だけでなく下面にも大きな変動風圧が作用する。屋根に作用する風力は上下面に作用する風圧の差であり、独立上屋の場合には閉鎖型建築物に比べて両者の相関が高く、それぞれ切り離して扱うことはできないので、風力係数を直接与えた。なお、本項に示す風力係数は、基準高さが概ね 10m 以下の屋根を対象とした風洞実験結果に基づいているため、簡便法の適用できる小規模な建築物に利用を限定している。

表 A6.13 に示す風力係数は、切妻屋根(屋根勾配 $\theta > 0^\circ$) や翼型屋根(屋根勾配 $\theta < 0^\circ$) の風上ならびに風下部分に作用する最大および最小ピーク風力係数に関する風洞実験結果と諸外圍の基準を参考に定めたものである³⁸⁾。既往の実験結果のほとんどが屋根勾配 $\pm 30^\circ$ までの範囲を対象としているため、本項の規定もこの範囲に利用を限定した。また、表の風力係数は、屋根の下に流れを遮るような大きな遮蔽物がない状態を想定したものである。閉塞率が 50% を超えるような大きな遮蔽物が屋根の下に置かれると、屋根下面の風圧が上昇して大きな吹き上げ力が作用することが多い。このような場合には、風洞実験等により適切に風力係数を定める必要がある。

(3) ラチス型塔状構造物の風力係数 C_D

一般にラチス型塔状構造物では、個々の部材はその幅が構面の寸法に比べて十分に小さく対称に配置されるので、構面全体に働く風力は、平均的には風方向の抗力のみとみなすことができる。構面全体の抗力は部材等各要素の抗力の和をとることで得られる。部材まわりの流れはその場所の流れの特性のみに支配されるので、各部材の抗力は直接作用する当該高さの速度圧に比例する。このような考え方にに基づき、ラチス型塔状構造物の風力の算定法には、構面の充実率 φ に対応した風力係数に構面の正対投影面積を乗じて算定する方法、および、個々の部材等の風力係数と見付面積を乗じたものを合計して算定する方法³⁹⁾(一般に「部材集計法」と呼ばれる)とが採用されている。いずれの場合も、充実率が小さいことが前提となっており、本項では前者の方法を採用し、充実率 φ が 0.6 以下の場合について風力係数 C_D を示した。

風力係数 C_D は、充実率 φ 、構造物の平面形状、部材の断面形状により表 A6.14 で与えられる。ここでの充実率 φ は、一構面の部材やプレートによる正対投影面積 A_F を外郭面積 $A_0 (= Bh)$ で除したものであり、風向が構面に正対する場合の風上面について節間毎に求める。同じ高さであれば各構面の充実率 φ は等しいと考え、充実率 φ の算定には風下側のトラスやトラス以外の付属材は考慮していない。付属材に作用する風力は、表 A6.16 に示す部材の風力係数や風洞実験等によって求め、本項で求めたラチス型塔状構造物全体に作用する風力に加算する必要がある。

構造物の平面形状として 4 脚の正方形平面と 3 脚の正三角形平面、部材の断面形状として山形鋼と円形鋼管のラチス型塔状構造物の風力係数を与えた。3 脚の正三角形平面の風力係数は、表 A6.14 の図に示す 2 種類の風向に対して同じ値である。部材が円形鋼管の場合にはレイノル

(3) 円形平面のドーム屋根の外圧係数 C_{pe}

円形平面のドーム屋根の外圧係数は表 A6.10 により定める。

表 A6.10 円形平面のドーム屋根の外圧係数 C_{pe}

| f/D | R_a 部 (正の係数) | | | R_b 部 (負の係数) | | |
|-------|----------------|--------------|-----------|----------------|--------------|-----------|
| | $h/D = 0$ | $h/D = 0.25$ | $h/D = 1$ | $h/D = 0$ | $h/D = 0.25$ | $h/D = 1$ |
| 0 | 検討不要 | | | -0.6 | -1.4 | -1.2 |
| 0.05 | 0.3 | 0 | 0 | 0 | -1.0 | -1.6 |
| 0.1 | 0.4 | 0 | 0 | 0 | -0.6 | -1.2 |
| 0.2 | 0.5 | 0 | 0 | 0 | 0 | -0.4 |
| 0.5 | 0.7 | 0.6 | 0.6 | 検討不要 | | |

| f/D | R_a 部 | | | R_b 部 | | | R_c 部 | | |
|-------|-----------|--------------|-----------|-----------|--------------|-----------|-----------|--------------|-----------|
| | $h/D = 0$ | $h/D = 0.25$ | $h/D = 1$ | $h/D = 0$ | $h/D = 0.25$ | $h/D = 1$ | $h/D = 0$ | $h/D = 0.25$ | $h/D = 1$ |
| 0 | 0 | -0.8 | -1.2 | 0 | -0.1 | -0.4 | 0 | -0.1 | -0.3 |
| 0.05 | 0 | -0.4 | -0.8 | -0.2 | -0.4 | -0.4 | -0.1 | -0.3 | -0.3 |
| 0.1 | 0 | -0.4 | -0.6 | -0.4 | -0.6 | -0.6 | -0.2 | -0.4 | -0.4 |
| 0.2 | 0 | -0.4 | -0.6 | -0.6 | -0.8 | -1.0 | -0.2 | -0.4 | -0.4 |
| 0.5 | 0 | -0.3 | -0.4 | -1.1 | -1.2 | -1.3 | -0.2 | -0.4 | -0.4 |

注) 表に掲げる f/D および h/D の数値の中間値については、それぞれについて直線補間した値とする。

D : 建築物の外径 (m)
 H : 基準高さ (m)
 h : 軒高 (m)
 f : ライズ (m)

評価部位の網羅性について

1. 概要

本資料は、防護対象施設及び防護すべき施設を内包する建屋の評価部位の網羅性について詳細に説明を行うものである。

2. 評価部位及び構造強度評価対象部位について

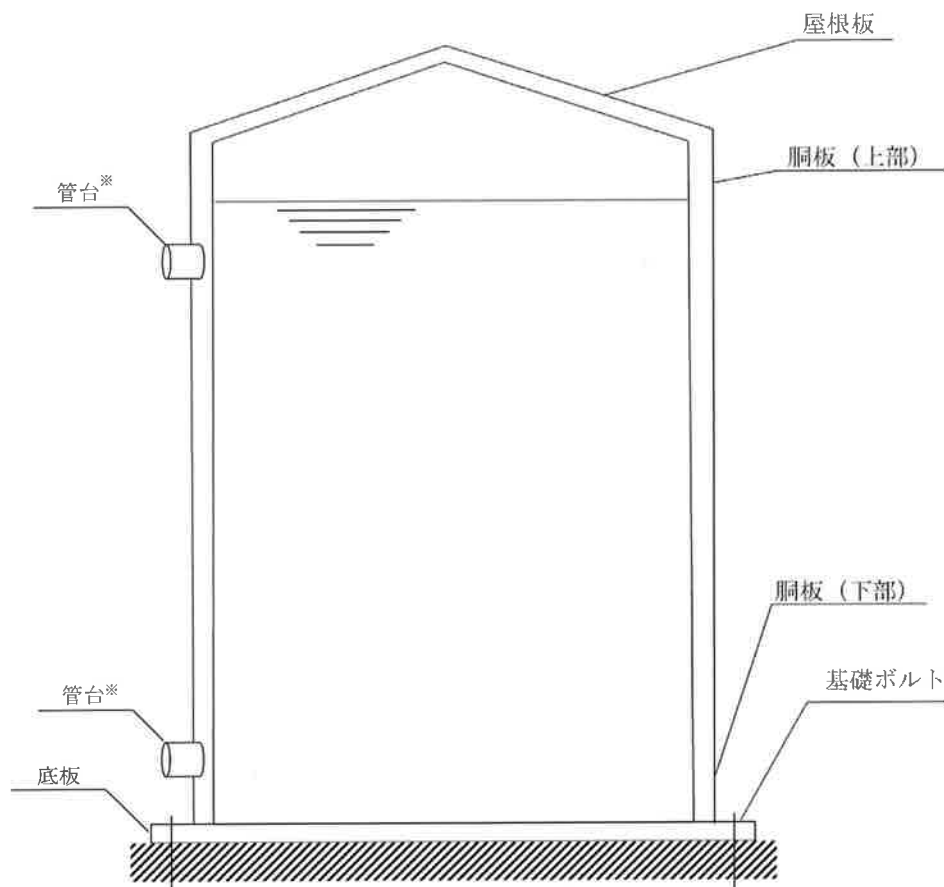
降下火砕物等堆積時における構造強度設計では、施設毎に評価部位を網羅的に抽出している。

下表に設備毎の評価部位を網羅的に抽出した結果及び評価対象部位の選定の考え方について整理し、下図に概略図を示す。なお、評価対象部位は、既工認から変更はない。

防護すべき施設を内包する建屋の評価部位の網羅性及び代表性については、別紙に示す。

表1. 屋外タンク

| 評価部位 | 評価対象部位の選定の考え方 |
|-------|--|
| 屋根板 | 構造強度評価を実施。 |
| 胴板 | 構造強度評価を実施。 |
| 基礎ボルト | 構造強度評価を実施。 |
| 管台 | 円筒形状であり、降下火砕物により有意な影響を受けないため評価対象外 |
| 底板 | 底板は基礎ボルトと比べて荷重を負担する面積が大きいことから基礎ボルトの評価に包絡される。 |



※ 補助給水、補給水、スピルオーバー等の管台

図1 屋外タンクの概略図

表 2. 海水ポンプ

| 評価部位 | 評価対象部位の選定の考え方 |
|-----------------------|--|
| 電動機フレーム※ ¹ | 構造強度評価を実施。 |
| 外扇カバー | 海水ポンプは耐震設計上重要な機器であることから、十分な構造強度を有した機器であり、降下火砕物に対しても十分な構造強度を有している。代表部位としては作用荷重※ ² に比べて小さな受圧面積を持つ電動機フレームを評価対象部位としている。 |
| 電動機支え台 | |
| 吐出しエルボ | |

※1 美浜3号機及び高浜1, 2号機の場合、代表部位は下部ブラケットになるが、基本的な考え方は高浜3, 4号機及び大飯3, 4号機の電動機フレームと同じである。

※2 電動機フレームには降下火砕物、積雪、風、自重に加えてポンプスラスト荷重が作用する。

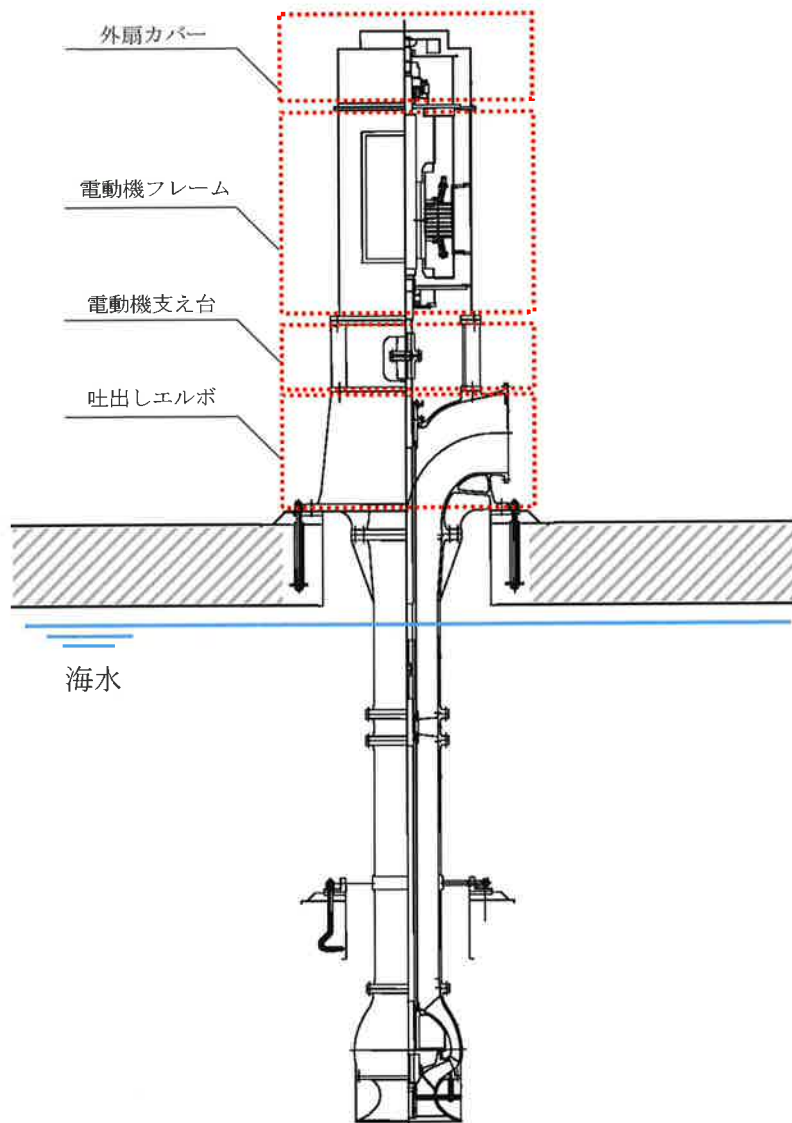


図 2 海水ポンプの概略図

別紙 防護すべき施設を内包する建屋の評価対象部位の網羅性及び代表性について

1. 概要

本資料は、降下火砕物に対して防護すべき施設を内包する建屋の評価対象部位の網羅性及び代表性について説明する。

なお、本資料は、以下の資料の補足説明をするものである。

関原発第 192 号（美浜 3 号機）

- ・ 資料 4 別添 1-4 建屋の強度計算書

関原発第 193 号（高浜 1 号機）

- ・ 資料 14 別添 2-4 建屋の強度計算書

関原発第 194 号（高浜 2 号機）

- ・ 資料 14-別添 2-4 建屋の強度計算書

関原発第 195 号（高浜 3 号機）

- ・ 資料 4 別添 1-4 建屋の強度計算書
- ・ 資料 4 別添 2-1 [] の強度計算書

関原発第 196 号（高浜 4 号機）

- ・ 資料 4 別添 1-4 建屋の強度計算書

関原発第 197 号（大飯 3 号機）

- ・ 資料 4 別添 1-3 建屋の強度計算書

関原発第 198 号（大飯 4 号機）

- ・ 資料 4 別添 1-3 建屋の強度計算書

関原発第 212 号（美浜 3 号機）

- ・ 資料 11-15-7 別紙 [] の自然現象（火山・風）に対する評価について

関原発第 213 号（高浜 1 号機）

- ・ 資料 12-15-8 別紙 [] の自然現象（火山・風）に対する評価について
- ・ 資料 12-15-10 別紙 [] の自然現象（火山・風）に対する評価について

関原発第 367 号（大飯 3 号機）

- ・ 資料 12-15-7 別紙 [] の自然現象（火山・風）に対する評価について

本資料の一部については、特定重大事故等対処施設に関する秘密事項を含んでいるため、公開できません。

2. 評価対象部位の抽出

2.1 降下火砕物堆積による影響がある部位及び評価対象部位の抽出の考え方

降下火砕物堆積時には、防護すべき施設を内包する建屋が、防護すべき施設に降下火砕物を堆積させない機能を維持する必要がある。降下火砕物は屋根に堆積することから、防護すべき施設に降下火砕物を堆積させない機能を維持するためには、屋根が崩壊しないことが求められる。屋根を構成する部位は以下のとおりである。

- a. 屋根スラブ（ドーム部を含む。）
- b. 二次部材の梁

また、屋根に作用する鉛直荷重は、屋根を支持する架構や基礎を介して地盤まで伝えられる。屋根から力が伝達される部位は以下のとおりである。

- c. 基礎
- d. 耐震壁
- e. 柱
- f. トラス・一次部材の梁

※ トラス及び一次部材の梁については、柱及び耐震壁と共に主架構を形成していることから、屋根でなく屋根から力が伝達される部位に分類した。

屋根は鉛直荷重のみを受ける部位であり、鉛直荷重に対する設計を行っている。また、屋根から力が伝達される部位は耐震要素であり、屋根を支えるとともに、地震時においても建屋の健全性を担保する必要があることから、屋根部も含めた重量などの鉛直荷重も組み合わせた上で、地震荷重に対する検討も行っている部位であり、鉛直荷重単独に対しては余裕がある。

したがって、降下火砕物に対して防護すべき施設を内包する建屋では、屋根を構成する部位を評価対象とし、屋根から力が伝達される部位は評価対象としない。

次節以降では、降下火砕物堆積による鉛直荷重の影響を受ける部位について、部材毎の構造的特徴を踏まえて、評価対象部位の代表性を説明する。

2.2 評価対象部位の代表性

2.1 節で抽出した a. ～f. の各部位のうち、屋根スラブ及び二次部材の梁を降下火砕物堆積時において鉛直荷重に抵抗する評価対象部位として代表する理由を以下に示す。

a. 屋根スラブ

屋根スラブは屋根を構成する部位であり、降下火砕物堆積による鉛直荷重を直接負担する部位であるため、降下火砕物堆積時の評価を実施する。

b. 二次部材の梁

二次部材の梁は、屋根を構成する部位であり、降下火砕物堆積による鉛直荷重を直接負担する屋根スラブと同様に二次部材であるため、降下火砕物堆積時の評価を実施する。

c. 基礎

基礎は、建屋全重量を負担しており、降下火砕物堆積による荷重の増加は建屋全重量に対して軽微であるとともに、圧縮力に対して大きな余裕がある部位であることから、降下火砕物堆積時の構造健全性は確保できる。

なお、接地圧に対する地盤の支持力の確認についても同様である。

d. 耐震壁

耐震壁は、層として負担するせん断力の影響が大きい部位であり、軸断面が十分に大きい鉄筋コンクリートで構成されることから、圧縮力に対しては大きな余裕がある部位である。したがって、降下火砕物堆積時の構造健全性は確保できる。

e. 柱

柱は曲げモーメント及び軸力に対して設計されている部位であり、地震時には曲げモーメント又はせん断力の影響が大きいことから、圧縮力に対しては大きな余裕がある部位である。したがって、降下火砕物堆積時の構造健全性は確保できる。

f. トラス・一次部材の梁

トラス及び一次部材の梁は、柱・耐震壁等と共に主架構を形成する部材である。

主架構は耐震評価を実施しており、屋根を支えるとともに、地震時においても建屋の健全性を維持する必要があることから、屋根部も含めた重量などの鉛直荷重も組み合わせた上で、地震荷重に対する検討も行っている。したがって、鉛直荷重単独に対しては余裕があることから、降下火砕物堆積時の構造健全性は確保できる。

なお、トラス及び一次部材の梁の中でも、降下火碎物堆積時に鉛直荷重によって影響が大きい可能性がある大スパンのトラス及び一次部材の梁について、参考に降下火碎物等堆積時及び地震時の鉛直荷重の比較を参考資料に示す。地震時の鉛直荷重は、降下火碎物等堆積時の鉛直荷重よりも大きいことから、降下火碎物堆積時においても構造健全性は確保できている。

3. まとめ

本設工認において、降下火碎物に対して、防護すべき施設を内包する建屋の評価対象部位は、屋根スラブ及び二次部材の梁とする。

参考資料 降下火砕物等堆積時及び地震時における鉛直荷重の比較について

主架構を構成する部位のうち、鉛直荷重の影響が大きく、耐震評価で断面の評価を実施している大スパンのトラス及び一次部材の梁について、地震時に作用する鉛直荷重が降下火砕物等堆積時に作用する鉛直荷重を上回ることを示す。

大スパンのトラス及び一次部材の梁に作用する降下火砕物等堆積時及び地震時の鉛直荷重を第1表に示す。

第1表 大スパンのトラス及び一次部材の梁に作用する
降下火砕物等堆積時及び地震時の鉛直荷重

| プラント | 建屋 | 部位 | | 鉛直荷重の和 ^{※1} (N/m ²) |
|---------|------------------------------------|--------|-----------|---|
| 美浜3号機 | 燃料取扱建屋 ^{※2} | トラス | 降下火砕物等堆積時 | 12,200 |
| | | | 地震時 | 20,900 |
| 高浜1号機 | 燃料取扱建屋 ^{※3} | トラス | 降下火砕物等堆積時 | 13,400 |
| | | | 地震時 | 19,100 |
| 高浜2号機 | 燃料取扱建屋 ^{※4} | トラス | 降下火砕物等堆積時 | 13,800 |
| | | | 地震時 | 30,800 |
| 高浜3,4号機 | 原子炉補助建屋 ^{※5} (中央制御室遮蔽) | トラス | 降下火砕物等堆積時 | 40,300 |
| | | | 地震時 | 67,100 |
| 高浜3,4号機 | 燃料取扱建屋 ^{※6} | 一次部材の梁 | 降下火砕物等堆積時 | 14,500 |
| | | | 地震時 | 32,800 |
| 大飯3,4号機 | 原子炉周辺建屋 ^{※7} (燃料取扱室上屋) | 一次部材の梁 | 降下火砕物等堆積時 | 15,300 |
| | | | 地震時 | 38,200 |

※1：降下火砕物堆積時の鉛直荷重は $F_d + S_1 + F_v$ 、地震時の鉛直荷重は $(F_d + S_k) \times (a + g) / g$ として算出。
ここで、

F_d ：常時作用する荷重
 S_1 ：積雪荷重（降下火砕物堆積時）
 S_k ：積雪荷重（地震時）
 F_v ：降下火砕物堆積による鉛直荷重
 a ：地震による鉛直加速度
 g ：重力加速度

※2：平成28年10月26日付け原規規発第1610261号で認可された美浜3号機工事計画の資料13-16-4「原子炉補助建屋の地震応答解析」を参照。

※3：平成28年6月10日付け原規規発第1606104号で認可された高浜1号機工事計画の資料13-16-4「原子炉補助建屋の地震応答解析」を参照。

※4：平成28年6月10日付け原規規発第1606105号で認可された高浜2号機工事計画の資料13-16-4「原子炉補助建屋の地震応答解析」を参照。

※5：平成27年8月4日付け原規規発第1508041号高浜3号機工事計画の資料13-16-6「補助一般建屋の地震応答解析」及び資料13-17-6-8「中央制御室遮蔽の耐震計算書」を参照。

※6：平成27年8月4日付け原規規発第1508041号高浜3号機工事計画の資料13-17-7-2「原子炉格納施設の地震応答解析」を参照。

※7：平成29年8月25日付け原規規発第1708254号で認可された大飯3号機工事計画の資料13-17-7-2「原子炉格納施設の地震応答解析」を参照。