

リサイクル燃料備蓄センター設工認
設 2 - 補 - 015 - 02
2021 年 12 月 6 日

リサイクル燃料備蓄センター
設計及び工事の計画の変更認可申請書
(補足説明資料)

降下火砕物に対する使用済燃料貯蔵建屋の影響評価

令和 3 年 12 月

リサイクル燃料貯蔵株式会社

目次

1. 添付記載事項と補足説明資料の関係	1
2. 評価対象部位の選定について	3
3. 荷重設定及び荷重組合せについて	4
4. 許容限界の設定及び評価方法について	6
5. 評価結果について	7
【参考】 建築基準法施行令 抜粋	9

1. 添付記載事項と補足説明資料の関係

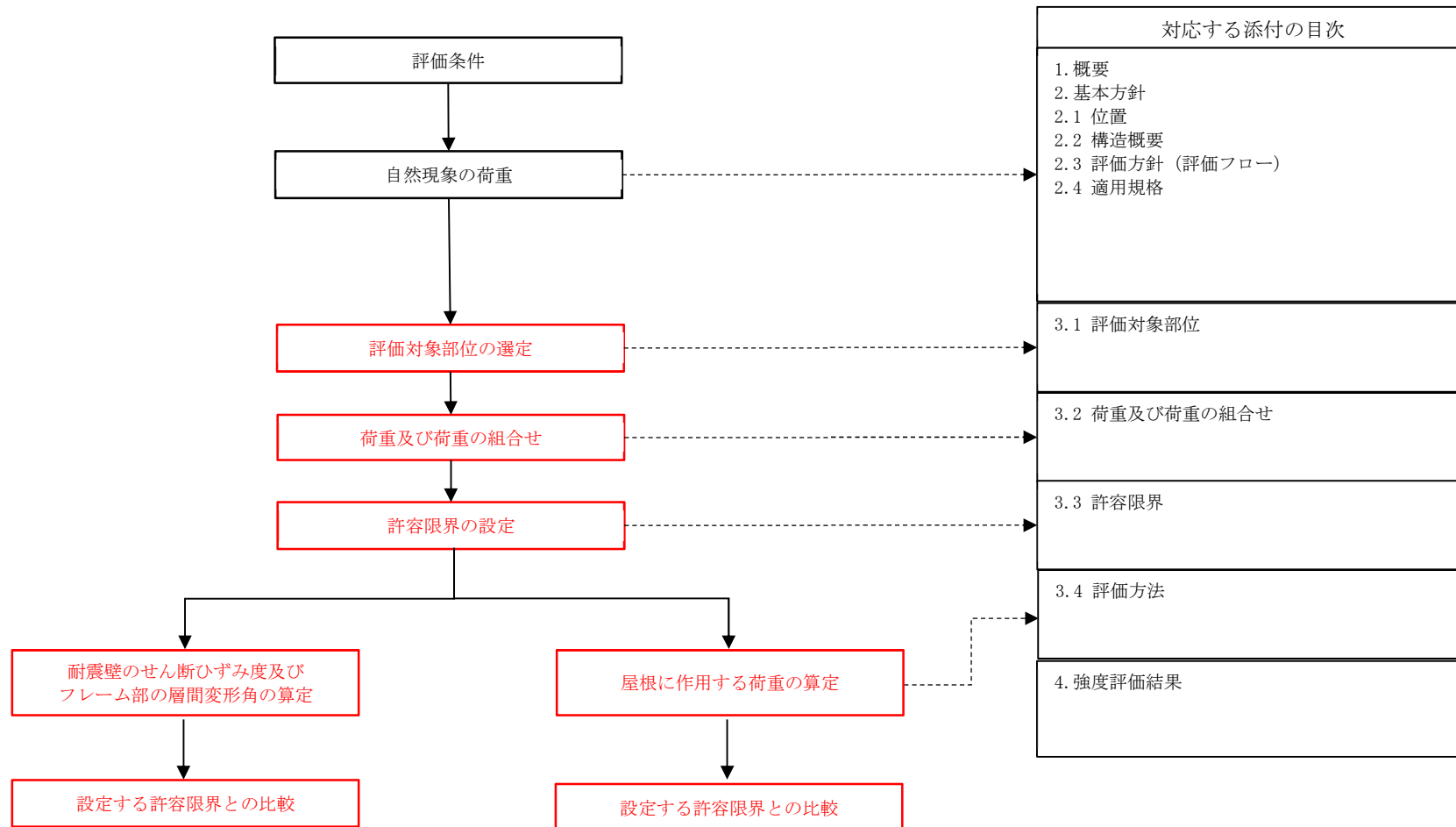
「添付 7-3-4 降下火砕物に対する使用済燃料貯蔵建屋の影響評価」では、事業許可段階での火山評価結果を踏まえた火山灰の降下量及び密度に基づき、建屋各部の検討結果を記載している。

一連の評価は、以下の手順に従って、その内容を記載している。添付書類と以下の手順との関係を図 1 に整理している。

評価対象部位は、降下火砕物が直接堆積する屋根スラブに加え、これを支持する耐震壁及びフレーム部としている。

考慮すべき荷重及び荷重組合せについては、原子力発電所の火山影響評価ガイドに従い設定しており、詳細については「3. 荷重設定及び荷重組合せについて」に記載している。

降下火砕物の検討における許容限界については、降下火砕物による荷重が地震あるいは積雪荷重と同じ短期荷重であることを踏まえ、材料の短期許容横領や耐震壁のせん断ひずみ、建物の層間変形角を採用している。その詳細については、「4. 許容限界の設定及び評価方法について」に記載している。



※ 補足説明資料作成対象項目を赤字で表示

図1 設工認図書添付記載事項の分類と補足説明資料の関係

2. 評価対象部位の選定について

評価対象部位については、降下火砕物が直接堆積する屋根スラブに加え、これを支持する耐震壁及びフレーム部としている。屋根スラブについては、その厚さが異なるため、受入れ区域屋根、貯蔵区域屋根、排気塔屋根に分けて評価を行う。

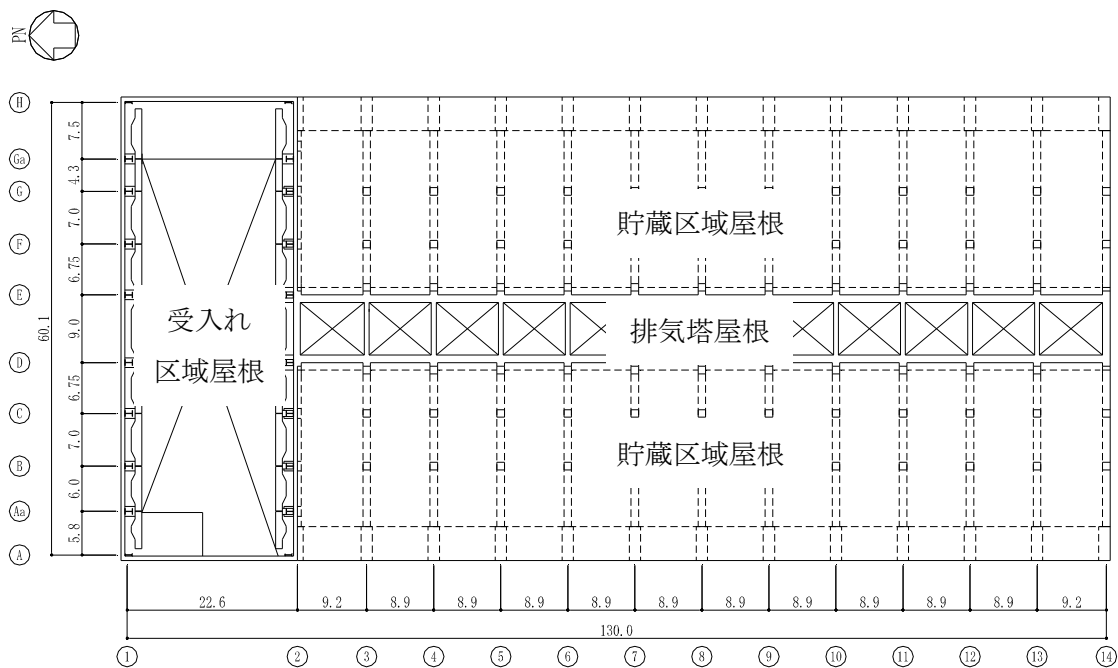


図2 屋根スラブ評価部材の位置

3. 荷重設定及び荷重組合せについて

(1) 荷重設定について

降下火砕物の堆積量（層厚）と密度（湿潤状態）については、「事業許可申請書 添付書類四」の「7.3.2.1 降下火砕物 (4)設計に用いる降下火砕物の層厚と密度」に示す以下の値とする。

表1 降下火砕物の堆積量と密度

堆積量(cm)	30
密度(g/cm ³)	1.5

この荷重に組み合わせる荷重として積雪荷重と風荷重があるが、その考え方は以下のとおりである。荷重組合せの考え方については、次項に記載している。

A) 積雪荷重

積雪深は、青森県建築基準法施行細則に定められたむつ市の垂直積雪量 170cm を考慮する。積雪荷重については、青森県建築基準法施行細則第 11 条の 2 第 2 項により、積雪量 1cm ごとに 30N/m² の積雪荷重が作用することを考慮し設定する。

B) 風荷重

風速は、建築基準法施行令に基づく平成 12 年建設省告示第 1454 号に定められた青森県（全域）の基準風速である 34m/s とする。

風荷重 WL の算出は、建屋の形状を考慮して算出した風力係数 C 及び風の受圧面積 A に基づき実施し、風荷重 WL の算出に用いる受圧面積の算定において、隣接する建屋の遮断効果は、安全側の評価となるよう考慮しない。

(2) 荷重組合せの考え方について

強度評価に用いる荷重の組合せは、荷重の伝達状況を踏まえて屋根及び耐震壁それぞれについて以下のように設定している。

表2 荷重の組合せ

検討項目	荷重の組合せ	許容値
①屋根の検討	VL+KL+SNL	短期
②耐震壁の検討	VL+KL+SNL+WL	短期 (第一折れ点のひずみ度)

ここで

VL : 鉛直荷重 (固定荷重 (自重) (DL) 及び積載荷重 (LL))

SNL : 積雪荷重

KL : 降下火砕物堆積による鉛直荷重

WL : 風荷重

屋根の検討に当たっては、降下火砕物による鉛直荷重に加えて、貯蔵建屋の鉛直荷重及び積雪荷重を考慮している。なお、屋根の検討において風荷重は考慮していないが、水平方向の風荷重が建屋に作用する場合の屋根面の風荷重は直上向きの荷重となるため、鉛直下向きの荷重が低減されることからこれを考慮しないこととしている。

耐震壁及びフレーム部の検討に当たっては、屋根の検討の荷重組合せに加えて風荷重を組み合わせている。

4. 許容限界の設定及び評価方法について

許容限界の設定に当たっては、屋根、耐震壁及びフレーム部それぞれの設計の考え方を踏まえて、以下のように設定している。

(1) 屋根の許容限界及び評価方法

通常、屋根スラブの設計においては、長期の積雪荷重が支配的な要因となる。屋根スラブの検討は、この長期の積雪荷重と降下火砕物による荷重の比較によって行う。基準となる雪荷重は「3.1 荷重設定について (1) 積雪荷重」に記載の値である。

降下火砕物堆積による鉛直荷重は一時的なものであることから、短期荷重として扱う。一方、積雪荷重は長期荷重としての設計として取り扱うため、対応する許容応力度が異なる。鉄筋コンクリートの許容応力度において、鉄筋の長期許容応力度に対する短期許容応力度の比率は 1.5 倍である。

このことから、長期荷重に対する短期荷重の比率が 1.5 以下であることを確認することにより、貯蔵建屋の健全性を確認することができる。

(2) 耐震壁及びフレーム部の許容限界及び評価方法

耐震壁及びフレーム部の荷重組合せでは、鉛直荷重、積雪荷重、降下火砕物堆積による鉛直荷重に加え、水平力として風荷重が組み合わされている。この組合せ荷重に対し、耐震壁が許容限界を超えないことについて、建屋の質点系解析モデルを用いて算定したせん断ひずみ度を用いて検討している。許容限界は、耐震壁の復元力特性の第一折れ点のせん断ひずみ度とする。

また、フレーム部が許容限界を超えないことについては、「建築基準法施行令 第82条の2 層間変形角」に示される、層間変形角 200 分の 1 を許容限界として検討している。

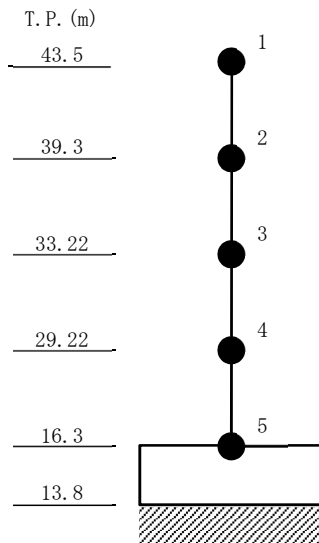


図3 貯蔵建屋の質点系解析モデル

5. 評価結果について

(1) 屋根に対する評価結果

屋根に対する降下火砕物堆積時の評価結果は以下のとおりである。

表3 屋根に対する評価結果

対象部位	P_C (P_B / P_A)	許容限界	判定
受入れ区域屋根	1.34	1.5	良
貯蔵区域屋根	1.22		良
排気塔屋根	1.39		良

ここで、

P_A : 長期荷重

P_B : 常時作用する荷重及び降下火砕物による堆積荷重による鉛直荷重の和

P_C : P_A と P_B の比

各部の屋根における長期荷重 (P_A) に対する、常時作用する荷重及び降下火砕物による堆積荷重による鉛直荷重の和 (P_B) の比 (P_C) は、いずれも許容限界である 1.5 を超えず、許容限界以下となっている。

(2) 耐震壁及びフレーム部に対する評価結果

耐震壁及びフレーム部に対する降下火砕物堆積時の評価結果は以下のとおりである。

表 4 フレーム部の層間変形角の評価結果 (NS 方向)

標高 T. P. (m)	層間変形角	許容限界	判定
39.3~43.5	1/378000	1/200	良

表 5 耐震壁のせん断ひずみ度の評価結果 (NS 方向)

標高 T. P. (m)	せん断ひずみ度 ($\times 10^{-3}$)	許容限界 ($\times 10^{-3}$)	判定
33.22~39.3	0.00041	0.186	良
29.22~33.22	0.00039	0.185	良
16.3~29.22	0.00054	0.200	良

表 6 耐震壁のせん断ひずみ度の評価結果 (EW 方向)

標高 T. P. (m)	せん断ひずみ度 ($\times 10^{-3}$)	許容限界 ($\times 10^{-3}$)	判定
39.3~43.5	0.00110	0.186	良
33.22~39.3	0.00187	0.186	良
29.22~33.22	0.00188	0.185	良
16.3~29.22	0.00167	0.200	良

耐震壁に発生するせん断ひずみ度及びフレーム部に発生する層間変形角は、許容限界を超えない。

【参考】

建築基準法施行令 第82条の2 層間変形角

建築物の地上部分については、第88条第1項に規定する地震力（以下この款において「地震力」という。）によつて各階に生ずる水平方向の層間変位を国土交通大臣が定める方法により計算し、当該層間変位の当該各階の高さに対する割合（第82条の6第二号イ及び第109条の2の2において「層間変形角」という。）が1/200（地震力による構造耐力上主要な部分の変形によつて建築物の部分に著しい損傷が生ずるおそれのない場合にあっては、1/120）以内であることを確かめなければならない。

建築基準法施行令 第88条 地震力

建築物の地上部分の地震力については、当該建築物の各部分の高さに応じ、当該高さの部分が支える部分に作用する全体の地震力として計算するものとし、その数値は、当該部分の固定荷重と積載荷重との和（第86条第2項ただし書の規定により特定行政庁が指定する多雪区域においては、更に積雪荷重を加えるものとする。）に当該高さにおける地震層せん断力係数を乗じて計算しなければならない。この場合において、地震層せん断力係数は、次の式によつて計算するものとする。

$$C_i = Z R_t A_i C_o$$

この式において、 C_i 、 Z 、 R_t 、 A_i 及び C_o は、それぞれ次の数値を表すものとする。

- C_i 建築物の地上部分の一定の高さにおける地震層せん断力係数
- Z その地方における過去の地震の記録に基づく震害の程度及び地震活動の状況その他地震の性状に応じて1.0から0.7までの範囲内において国土交通大臣が定める数値
- R_t 建築物の振動特性を表すものとして、建築物の弾性域における固有周期及び地盤の種類に応じて国土交通大臣が定める方法により算出した数値
- A_i 建築物の振動特性に応じて地震層せん断力係数の建築物の高さ方向の分布を表すものとして国土交通大臣が定める方法により算出した数値
- C_o 標準せん断力係数