

【公開版】

日本原燃株式会社	
資料番号	外火山 03 R <u>4</u>
提出年月日	令和 4 年 <u>3</u> 月 <u>30</u> 日

設工認に係る補足説明資料

火山への配慮が必要な施設の強度計算書に関する
構造強度評価における評価対象部位の選定について

1. 文章中の下線部は，R 3 から R 4 への変更箇所を示す。
2. 本資料（R 4）は，令和 4 年 2 月 2 日に提示した「火山への配慮が必要な施設の強度計算書に関する構造強度評価における評価対象部位の選定について R 3」に対し，ヒアリングにおける主な指摘事項である評価対象部位の選定及び受圧面積の考え方の明確化したものである。

目 次

1. 概要	1
2. 評価対象部位の選定方法について	1
3. 荷重の組合せについて	<u>1</u>
4. 参考文献	<u>3</u>

■ については商業機密の観点から公開できません。

1. 概要

本資料は、再処理施設の第1回設工認申請（令和2年12月24日申請）のうち、以下の添付書類に示す火山への配慮が必要な施設の強度計算の方針を補足説明するものである。

・再処理施設 添付書類「VI-1-1-1-3-5 火山への配慮が必要な施設の強度計算書」

本資料では、降下火砕物が降下火砕物防護対象施設に堆積したことによる構造強度評価における評価対象部位の選定方法を示す。

なお、本資料で示す評価対象部位の選定方法については、今回申請対象以外の再処理施設に係る降下火砕物防護対象施設に対しても適用するものである。

2. 評価対象部位の選定方法について

降下火砕物防護対象施設に降下火砕物の堆積による荷重が作用することに対して、要求される強度を確認するため、評価対象機器を選定し、機器ごとに評価対象部位を選定する。

降下火砕物防護対象施設の評価対象部位の選定方法を以下に示す。

(1)降下火砕物防護対象施設を構成する機器の形状から降下火砕物の堆積による荷重が作用する機器を抽出する

(2)降下火砕物の堆積による荷重が作用する機器のうち、降下火砕物防護対象施設に要求される機能へ影響を及ぼす機器を評価対象機器として選定する

(3)選定した評価対象機器を構成する部位に対し、降下火砕物の堆積による荷重が作用するものを評価対象部位として選定する。その際、降下火砕物の堆積による荷重が作用する方向、伝達過程及び発生応力を考慮し、一つの部位の評価で他の部位の評価を包絡できる場合は、その部位を代表として評価対象部位とする

以上より、選定した評価対象部位に対し、考慮すべき荷重を組み合わせ、強度評価を行う。

(3)において考慮する荷重の組合せについては3項のとおりとする。

3. 荷重の組合せについて

評価対象施設の強度評価にて考慮する荷重は、添付書類「VI-1-1-1-3-4 火山への配慮が必要な施設の強度計算の方針」にて設定しており、添付書類記載内容を「(1) 荷重の種類」に示す。また、評価対象施設の強度評価にて考慮する荷重の組合せは、添付書類「VI-1-1-1-3-4 火山への配慮が必要な施設の強度計算の方針」にて設定しており、添付書類記載内容を「(2) 荷重の組合せ」に示す。

(1) 荷重の種類

a. 常時作用する荷重

常時作用する荷重は、添付書類「VI-1-1-1-3-1 火山への配慮に関する基本方針」で設定している常時作用する荷重に従い、自重及び積載荷重とする。

なお、除灰のために人員が積載する施設については、積載荷重として除灰時人員荷重を考慮する。

降下火砕物を除灰する際の人員荷重については、「建築構造設計基準の資料（国土交通省 平成 30 年度版）」に示される屋上の通常人が使用しない場合の床版計算用積載荷重 $980\text{N}/\text{m}^2$ を包絡するよう、除灰時人員荷重は $1,000\text{N}/\text{m}^2$ *とする。

※約 100kg の人員が 1m^2 毎に配置されているのと同様な荷重状態であり、建屋屋上の除灰時はスコップ、土のう袋、集じんマスク、ゴーグル、ほうき等軽量の資機材を使用し、重機等の大きな荷重を伴う資機材は使用しない。

b. 降下火砕物の堆積による荷重

降下火砕物の堆積による荷重は、添付書類「VI-1-1-1-3-1 火山への配慮に関する基本方針」の「2.1.2 設計に用いる降下火砕物特性」に示す降下火砕物の特性及び「2.1.3(1) 荷重の種類」に示す降下火砕物の堆積による荷重を踏まえて、湿潤密度 $1.3\text{g}/\text{cm}^3$ の降下火砕物が 55cm 堆積した場合の荷重とする。

c. 運転時荷重

運転時の状態で施設に作用する荷重としては、添付書類「VI-1-1-1-3-1 火山への配慮に関する基本方針」の「2.1.3(1) 荷重の種類」で設定している運転時の状態で作用する荷重に従い、容器にかかる内圧等を運転時荷重とする。

d. 積雪荷重

積雪深は、添付書類「VI-1-1-1 再処理施設の自然現象等に対する損傷の防止に関する説明書」の「2.2 組合せ」に示す組み合わせる積雪深を踏まえて、「青森県建築基準法施行細則（昭和 36 年 2 月 9 日青森県規則第 20 号）」による六ヶ所村の垂直積雪量 150cm とする。積雪荷重については、「建築基準法施行令第 86 条第 2 項」及び「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 $30\text{N}/\text{m}^2$ の積雪荷重が作用することを考慮し設定する。

e. 風荷重

風荷重は、添付書類「VI-1-1-1-3-1 火山への配慮に関する基本方針」の「2.1.3 荷重の設定及び荷重の組合せ」に示す組み合わせる風速を踏まえて、「建築基準法施行令第 87 条」及び「平成 12 年 5 月

31 日 建設省告示第 1454 号」に定められた六ヶ所村の基準風速である 34m/s を用いて求める荷重とする。風荷重については、施設の形状により風力係数等が異なるため、施設ごとに設定する。

(2) 荷重の組合せ

降下火砕物の堆積による荷重の組合せについては、常時作用する荷重、運転時荷重、降下火砕物の堆積による荷重、積雪荷重及び風荷重を組み合わせて評価する。

また、風により浮力が生じる構造の場合は、上記評価の他に常時作用する荷重、運転時荷重、降下火砕物の堆積による荷重と積雪荷重を組み合わせて評価する。

4. 参考文献

- ・ 建築基準法施行令
- ・ 平成 12 年 5 月 31 日 建設省告示 1454 号
- ・ 青森県建築基準法施行細則(昭和 36 年 2 月 9 日青森県規則第 20 号)
- ・ 建築構造設計基準の資料(国土交通省 平成 30 年度版)

別紙

外火山03 【火山への配慮が必要な施設の強度計算書に関する構造強度評価における評価対象部位の選定について】

資料No.	別紙		備考	
	名称	提出日		Rev
別紙-1	安全冷却水B冷却塔の構造強度評価対象部位選定結果	3/30	1	
別紙-2	飛来物防護ネット(再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔B)の構造強度評価対象部位選定結果	3/30	1	
別紙-3	安全冷却水A冷却塔の構造強度評価対象部位選定結果			後次回で示す範囲
別紙-4	冷却塔Aの冷却性能の構造強度評価対象部位選定結果			後次回で示す範囲
別紙-5	冷却塔Bの冷却性能の構造強度評価対象部位選定結果			後次回で示す範囲
別紙-6	安全冷却水冷却塔Aの構造強度評価対象部位選定結果			後次回で示す範囲
別紙-7	安全冷却水冷却塔Bの構造強度評価対象部位選定結果			後次回で示す範囲
別紙-8	飛来物防護ネット(再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔A)の構造強度評価対象部位選定結果			後次回で示す範囲
別紙-9	飛来物防護ネット(使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設用 安全冷却水系冷却塔A)の構造強度評価対象部位選定結果			後次回で示す範囲
別紙-10	飛来物防護ネット(使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設用 安全冷却水系冷却塔B)の構造強度評価対象部位選定結果			後次回で示す範囲
別紙-11	飛来物防護ネット(第2非常用ディーゼル発電機用 安全冷却水系冷却塔A)の構造強度評価対象部位選定結果			後次回で示す範囲
別紙-12	飛来物防護ネット(第2非常用ディーゼル発電機用 安全冷却水系冷却塔B)の構造強度評価対象部位選定結果			後次回で示す範囲

令和 4 年 3 月 30 日 R 1

別紙-1

安全冷却水 B 冷却塔の構造強度評価対象部位
選定結果

目 次

1. 概要	1
2. <u>降下火砕物防護対象施設</u> について	1
2.1 安全冷却水 B 冷却塔	1
3. <u>評価対象部位</u> の選定について	4
3.1 <u>評価対象機器</u> の選定結果	4
3.2 <u>荷重</u> の組合せ	10
3.3 <u>評価対象部位</u> の選定結果	11
4. <u>評価対象部位</u> の選定結果一覧	12
5. 参考文献	12

- ・ 参考-1 安全冷却水 B 冷却塔のその他付属機器の火山評価について

1. 概要

本資料は、安全冷却水B冷却塔について、降下火砕物が堆積したことによる構造強度評価における評価対象部位の選定方法及び選定結果を示す。

2. 降下火砕物防護対象施設について

2.1 安全冷却水B冷却塔

(1)安全冷却水B冷却塔の機能について

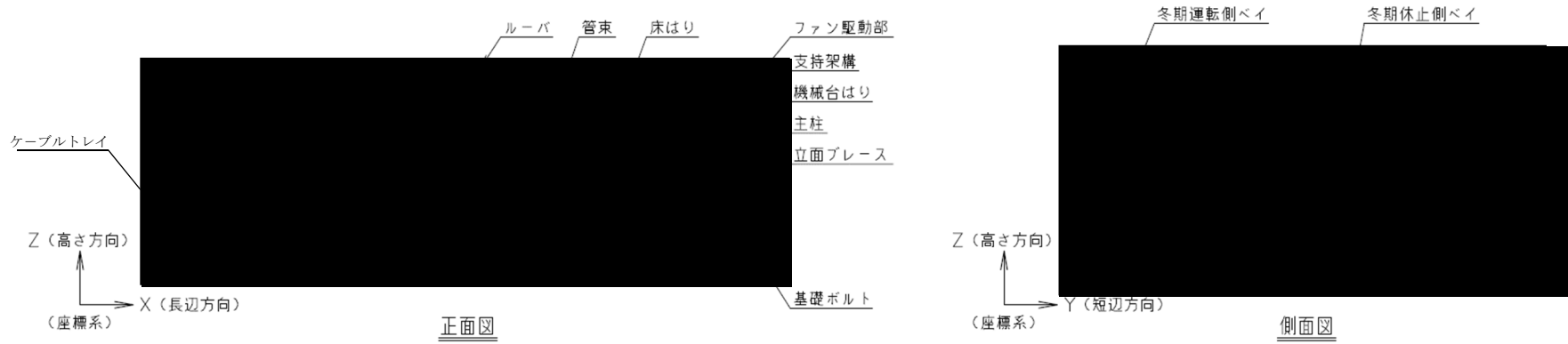
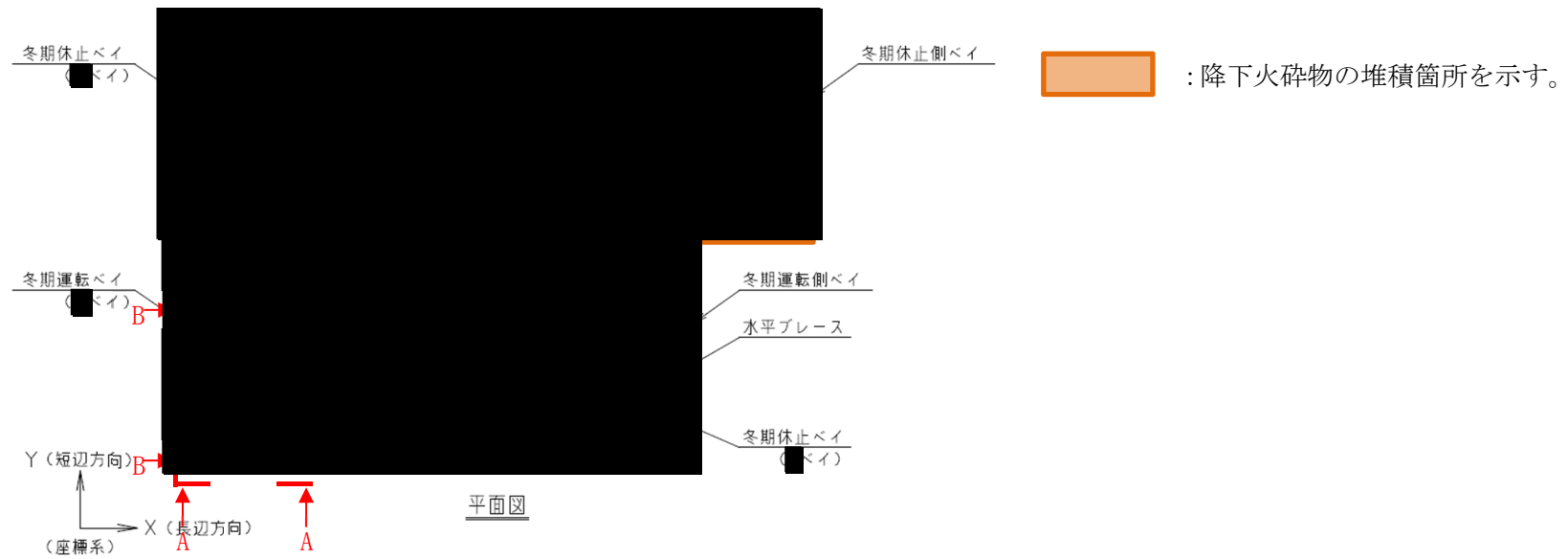
安全冷却水B冷却塔は、再処理施設内の各施設を冷却した後の冷却水を、空気と熱交換することで冷却するための設備である。そのため、安全冷却水B冷却塔は崩壊熱により溶液が沸騰するおそれのある機器の崩壊熱を除去するための冷却能力を有しており、その冷却機能の維持に必要な機器として、支持架構、ファン駆動部、管束及び配管により構成される。

(2)安全冷却水B冷却塔の構造について

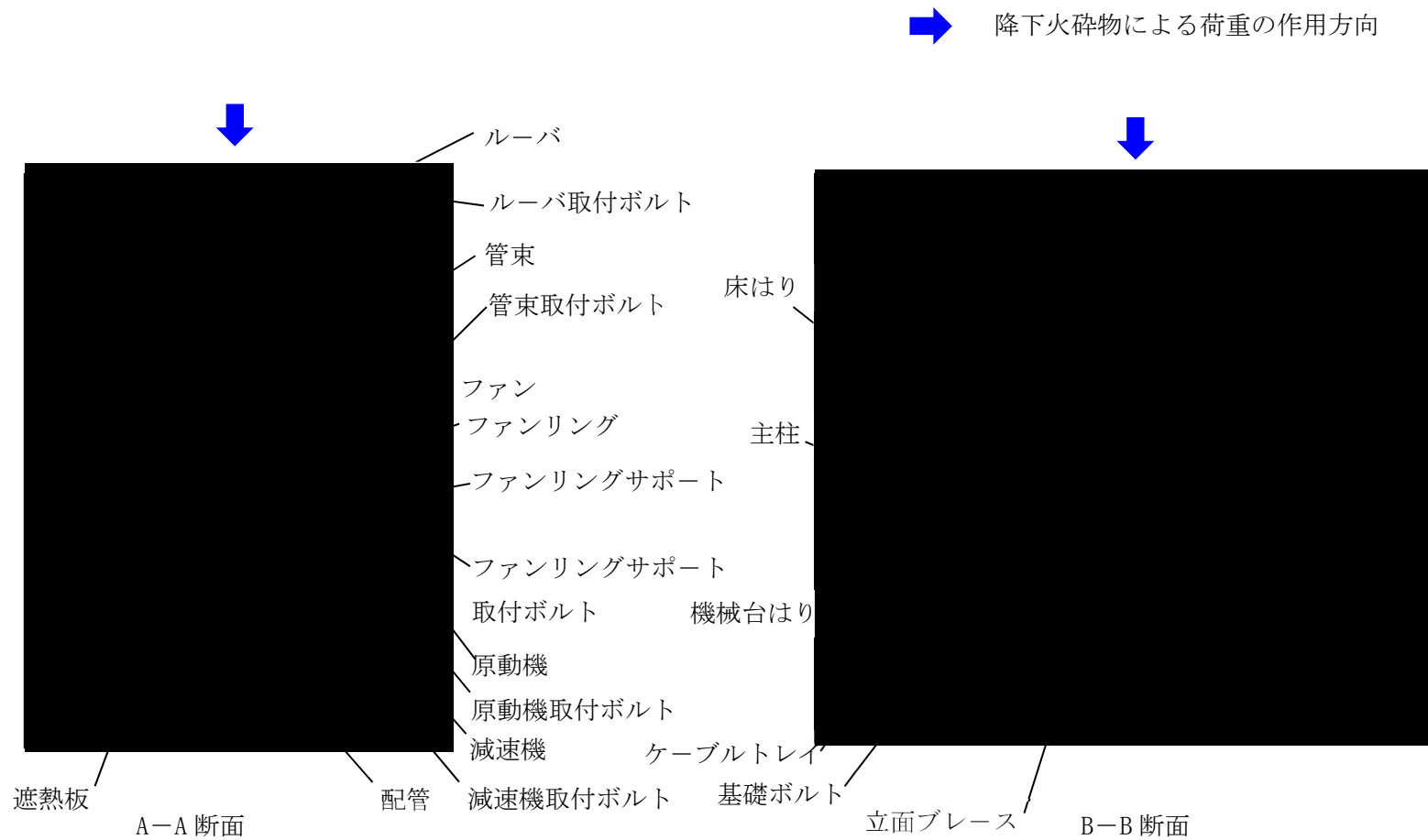
安全冷却水B冷却塔の概要図を第2-1図、安全冷却水B冷却塔を構成する機器と部位を第2-1表に示す。また、第2-1図に示したA-A、B-B断面について第2-2図に示す。

第2-1表 安全冷却水B冷却塔を構成する機器と部位

機器	部位
ルーバ	ルーバ(ルーバフレーム、ルーバブレード、ブレードシャフト)、ルーバ取付ボルト
管束	管束(管束フレーム、チューブサポート、伝熱管、ヘッダー)、管束取付ボルト
ファン駆動部	ファン、ファンリング、ファンリングサポート、原動機、減速機、ケーブル及び各取付ボルト
支持架構 (基礎ボルト含む)	主柱、床はり、機械台はり、立面ブレース、水平ブレース、基礎ボルト
遮熱板	遮熱板、遮熱板取付ボルト
配管	—



第2-1図 安全冷却水 B 冷却塔 概要図



第2-2図 安全冷却水B冷却塔 断面概要図

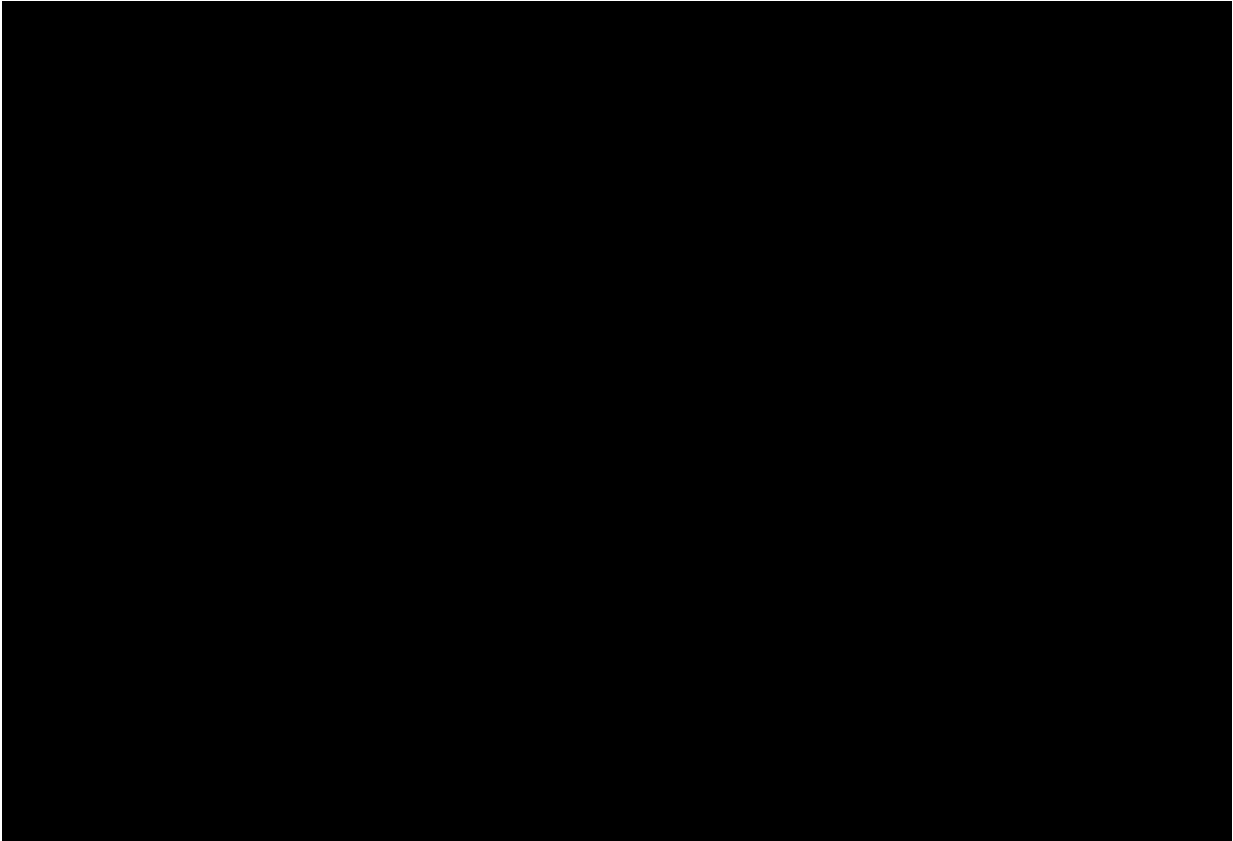
3. 評価対象部位の選定について

3.1 評価対象機器の選定結果

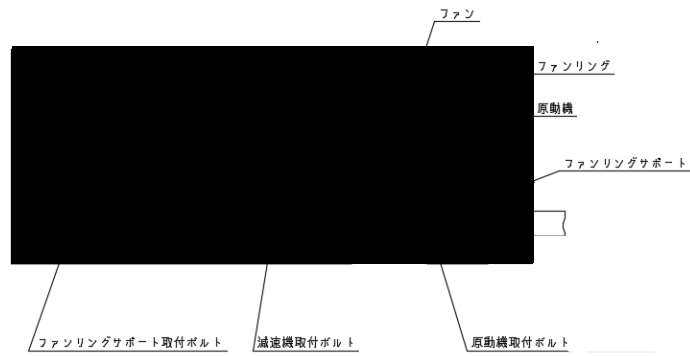
安全冷却水B冷却塔の評価対象機器は、鉛直方向の荷重である降下火砕物の堆積による荷重が作用する機器のうち、冷却機能への影響を踏まえて選定する。選定結果を第3-1表に示す。

選定した機器に対しては組合せ荷重を入力し強度評価を行う。

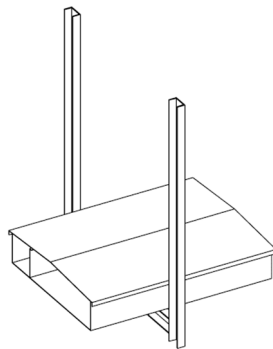
なお、冷却機能へ寄与が無い安全冷却水B冷却塔のその他付属機器についても、機器ごとに影響がないことを確認している。(参考-1参照)



第 3 - 1 図 管束構造図



第3-2図 ファン駆動部構造図



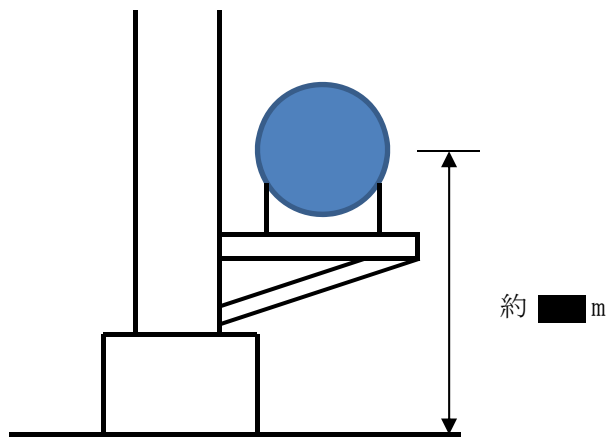
第3-3図 ケーブルトレイ鳥瞰図



遮熱板取付ボルト



第 3 - 4 図 遮熱板構造図



第 3 - 5 図 配管構造図

3.2 荷重の組合せ

安全冷却水B冷却塔に関しては

の組合せとする。

評価対象施設の組合せについて第3-2表に示す。

第3-2表 評価対象施設の荷重の組合せ

評価対象施設の分類	施設名称	評価項目	荷重の種類				
			常時作用する荷重	降下火砕物の堆積による荷重	積雪荷重	風荷重	運転時荷重
屋外の降下火砕物防護対象施設	安全冷却水B冷却塔	構造強度					

○：考慮する荷重を示す。

注1：該当する荷重はない。

3.3 評価対象部位の選定結果

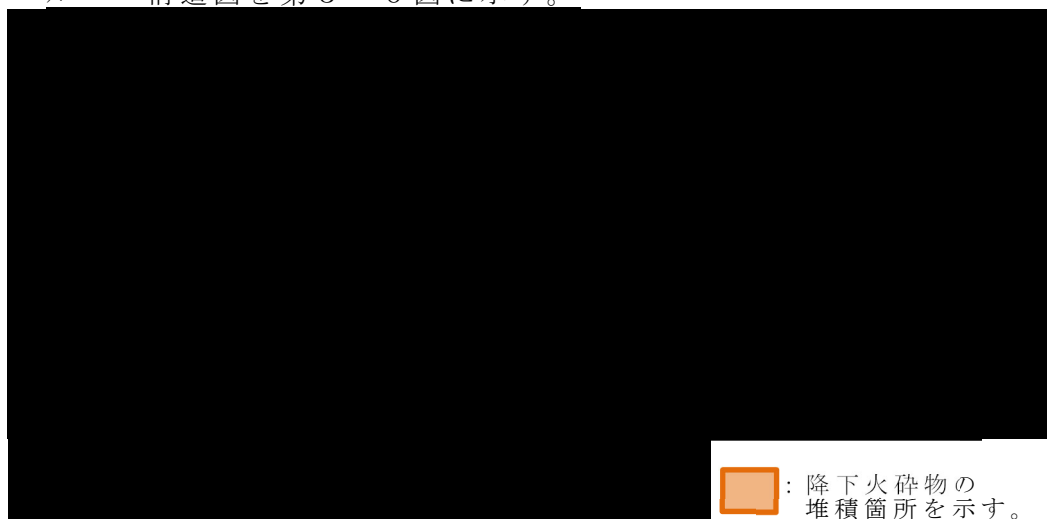
(1) 支持架構（基礎ボルト含む）

支持架構は、支柱，床はり，機械台はり，立面ブレース，水平ブレース及び基礎ボルトにより構成されている。（第2-1図参照）

これらの部材は [redacted]
[redacted]
[redacted] を評価対象とする。なお、受圧面積の設定においては [redacted]
[redacted]
[redacted] として設定する。

(2) ルーバ

ルーバ構造図を第3-6図に示す。



第3-6図 ルーバ構造図

ルーバは、ルーバフレーム，ルーバブレード，ブレードシャフト及びルーバ取付ボルトにより構成される。

ルーバブレード及びブレードシャフト [redacted]
[redacted] 評価対象とする。

なお、ルーバフレーム及びルーバ取付ボルト [redacted]
[redacted] にて考慮している。

4. 評価対象部位の選定結果一覧

安全冷却水 B 冷却塔における評価対象部位の選定結果一覧を第 4-1 表に示す。

第 4-1 表 強度評価対象部位の選定結果

機器	選定部位	応力の種類
支持架構	主柱	引張 圧縮
	床はり，機械台はり	せん断 曲げ
	水平ブレース，立面ブレース	組合せ（引張+曲げ） 組合せ（圧縮+曲げ）
	基礎ボルト	引張 せん断
ルーバ	ルーバブレード	曲げ
	ブレードシャフト	せん断

5. 参考文献

- ・青森県建築基準法施行細則(昭和 36 年 2 月 9 日青森県規則第 20 号)
- ・建築基準法施行令

参考-1

安全冷却水 B 冷却塔のその他付属機器の
火山評価について

目 次

1. 安全冷却水 B 冷却塔のその他付属機器の火山評価について……………1

1. 安全冷却水B冷却塔のその他付属部位の火山評価について

安全冷却水B冷却塔の冷却機能へ寄与が無いその他付属部位について、悪影響を及ぼし得る部位に該当するか確認した。

第1-1表に影響評価の結果を示す。

なお、これらは重量や寸法の大きいものを選定しており、その他のPHSアンテナのような軽量の部位は悪影響を与えるおそれがないことから、記載していない。

第1-1表 安全冷却水B冷却塔のその他付属部位の火山評価結果

No.	部品名称	対応
1	側部ルーバ	■■■■■■■■■■ 影響はない。
2	ファンガード	■■■■■■■■■■ ■■■■■■■■■■ 影響はない。
3	上部プレナム (デッキプレート)	■■■■■■■■■■ 影響はない。
4	歩廊	■■■■■■■■■■ 問題ないことを確認している。
5	盤 (照明, スペースヒータ)	■■■■■■■■■■ ■■■■■■■■■■ 影響はない。
6	照明	■■■■■■■■■■ ■■■■■■■■■■ 影響はない。

令和 4 年 3 月 30 日 R 1

別紙-2

飛来物防護ネット（再処理設備本体用 安全冷却
水系冷却塔 B）の構造強度評価対象部位
選定結果

目 次

1. 概要	1
2. <u>降下火砕物防護対象施設</u> について	1
2.1 飛来物防護ネット（A 4 B）	1
3. <u>評価対象部位</u> の選定について	2
3.1 <u>評価対象の選定結果</u>	2
3.2 <u>荷重の組合せ</u>	3
3.3 <u>評価対象部位の選定結果</u>	3
4. <u>評価対象部位の選定結果一覧</u>	5
5. <u>参考文献</u>	5

1. 概要

本資料は、降下火砕物防護対象施設である飛来物防護ネット（再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔 B）（以下「飛来物防護ネット（A 4 B）」という。）について、降下火砕物が堆積したことによる構造強度評価における評価対象部位の選定方法及び選定結果を示す。

2. 降下火砕物防護対象施設について

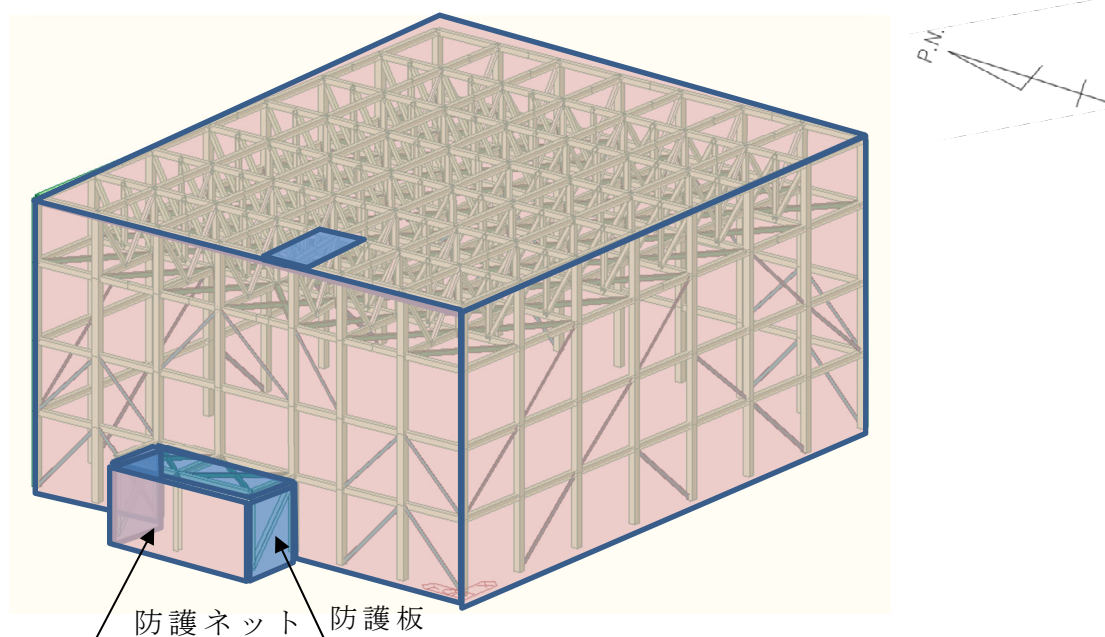
2.1 飛来物防護ネット（A 4 B）

(1) 飛来物防護ネットの機能について

飛来物防護ネット（A 4 B）は竜巻により生じる飛来物が安全冷却水 B 冷却塔に衝突することを防止する機能を有しており、防護ネット、防護板及びそれらを支持する支持架構で構成される。

(2) 飛来物防護ネット（A 4 B）の構造について

飛来物防護ネット（A 4 B）の概要図を第 2-1 図に示す。



第 2-1 図 飛来物防護ネット（A 4 B） 概要図

3. 評価対象部位の選定について

3.1 評価対象の選定結果

飛来物防護ネット（A 4 B）の評価対象は、鉛直方向の荷重である降下火砕物の堆積による荷重が作用するものから安全冷却水 B 冷却塔への波及的影響を踏まえて選定する。選定結果を第 3 - 1 表に示す。

選定した評価対象に対しては組合せ荷重を入力し強度評価を行う。

第 3 - 1 表 評価対象の選定結果

評価対象	選定結果	選定理由
支持架構	○	降下火砕物の堆積による荷重が作用すること及び防護ネット、防護板を支持しており、倒壊等により安全冷却水 B 冷却塔へ波及的影響を及ぼすことから、評価対象とする。
防護ネット	×	降下火砕物の影響を受けにくい構造（ネット部分に堆積しにくい）であることから、評価対象外とする。
防護板及び補助防護板	×	鉛直設置の防護板及び補助防護板には降下火砕物が堆積しない。また、水平設置の防護板及び補助防護板は、降下火砕物の堆積による荷重が防護板から支持架構に直接伝達する構造であり、支持架構の評価にて考慮しており、支持架構が健全であれば安全冷却水 B 冷却塔への波及的影響はないことから、評価対象外とする。

< 凡例 > ○：評価対象， ×：評価対象外

3.2 荷重の組合せ

飛来物防護ネット（A4B）に関しては，常時作用する荷重，降下火砕物の堆積による荷重，積雪荷重及び風荷重の組合せとする。

評価対象施設の組合せについて第3-2表に示す。

第3-2表 評価対象施設の荷重の組合せ

評価対象施設の分類	施設名称	評価項目	荷重の種類				
			常時作用する荷重	降下火砕物の堆積による荷重	積雪荷重	風荷重	運転時荷重
屋外の降下火砕物防護対象施設	飛来物防護ネット（A4B）	構造強度	○	○	○	○	— （注1）

○：考慮する荷重を示す。

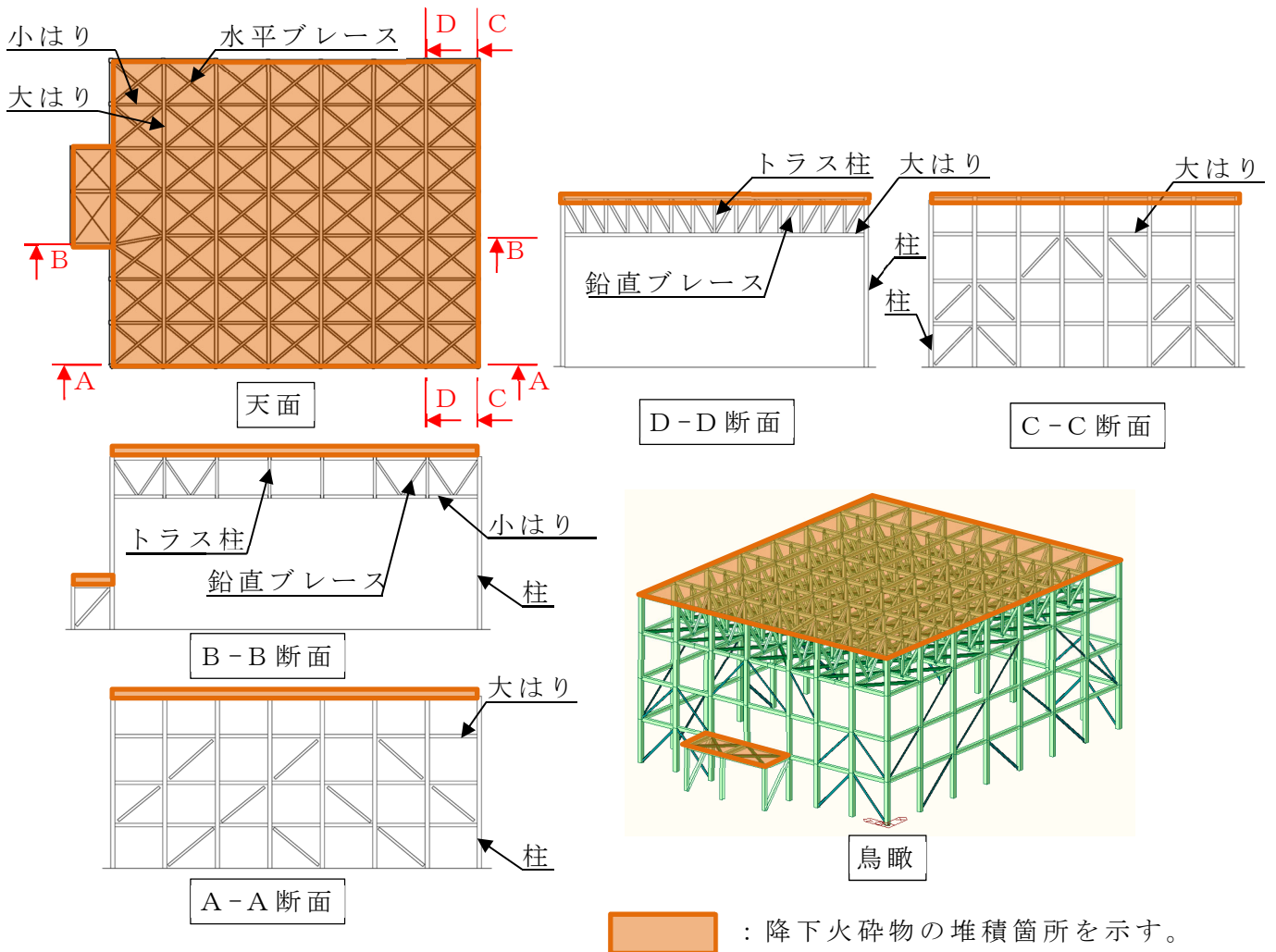
注1：該当する荷重はない。

3.3 評価対象部位の選定結果

(1) 支持架構

支持架構は、柱、はり（大はり、小はり）、トラス柱、鉛直ブレース、水平ブレースにより構成されている。なお、飛来物防護ネットの支持架構は直接基礎に支持されていることから基礎ボルトに相当する部位はない。

これらの部材は、防護ネット及び防護板を支持しており、かつ降下火砕物の堆積による荷重が作用することから、支持架構を評価対象とする。
なお、受圧面積の設定においては、支持架構（柱、はり等）に対して降下火砕物の堆積する箇所、堆積量を設定することが困難であることから、保守的な設定となる様に、第3-1図のとおり天面全体として設定する。



第3-1図 飛来物防護ネット（A4B）支持架構の概要図

4. 評価対象部位の選定結果一覧

飛来物防護ネット（A 4 B）における評価対象部位の選定一覧を第 4-1 表に示す。

第 4-1 表 強度評価対象部位の選定一覧

評価対象	選定部位	応力の種類
支持架構	柱	引張 圧縮 せん断 曲げ 組合せ（引張+曲げ） 組合せ（圧縮+曲げ）
	はり（大はり，小はり）	
	トラス柱	
	鉛直ブレース	
	水平ブレース	

5. 参考文献

- ・青森県建築基準法施行細則（昭和 36 年 2 月 9 日青森県規則第 20 号）
- ・建築基準法施行令