

【公開版】

日本原燃株式会社	
資料番号	外火山 03 R 7
提出年月日	令和 4 年 9 月 30 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. 文章中の青字部は，R 6 から R 7 への変更箇所を示す。
2. 本資料の R 7 では，9 月 14 日のヒアリングでの以下の指摘を踏まえ，記載内容の適正化を行ったものである。
 - ・「等」などの記載の適正化：本文 1 頁
 - ・冷却塔構成する主要な機器の記載適正化：別紙 1 1 頁
 - ・ルーバの構造を踏まえた部位選定の考え方の明確化：別紙 1 5 頁
 - ・盤（スペースヒータ）の影響評価の記載適正化：参考 2 頁また，別紙 2 について，飛来物防護ネットにおける構造強度評価対象部位に関する項目に座屈拘束ブレースに関する記述を追加したものである。

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	1
4. 参考文献	3

■■■■■: 商業機密の観点から公開できない箇所

1. 概要

本資料は、再処理施設の第1回設工認申請のうち、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-1-1-1-4-4-2 火山への配慮が必要な施設の強度計算書」

添付書類「VI-1-1-1-4-2 降下火砕物の影響を考慮する施設の選定」に設定している降下火砕物の影響を考慮する施設（以下、「評価対象施設」という。）が、降下火砕物に対して構造健全性を維持することを確認するため、評価対象施設の構造を踏まえ、評価対象部位を選定し構造強度評価を実施する。

本資料では、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評価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

評価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、評価対象施設に要求される安全機能が維持されることを確認するため、構造健全性の確認が必要な機器（以下、「構造健全性評価対象機器」という。）を選定し、選定した機器ごとに構造強度評価を実施する部位（以下、「構造強度評価対象部位」という。）を選定する。

構造健全性評価対象機器及び構造強度評価対象部位の選定方法を以下に示す。

- (1) 評価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、評価対象施設に要求される機能へ影響を及ぼす機器を構造健全性評価対象機器として選定する
- (3) 選定した構造健全性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構造強度評価対象部位として選定する。

以上より、選定した構造強度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。

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-1-1-1-4-4-1 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-1-1-1-4-4-1 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-1-1-1-4-1 火山への配慮に関する基本方針」の「2.1.3(1)a. 常時作用する荷重」で設定している常時作用する荷重に従って、固定荷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。

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-1-1-1-4-1 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」の降下火砕物の特性及び「2.1.3(1) b. 降下火砕物の堆積による荷重」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 1.3g/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

運転時荷重としては、添付書類「VI-1-1-1-4-1 火山への配慮に関する基本方針」の「2.1.3(1)c. 運転時荷重」を踏まえ、配管にかかる内圧等を考慮する。

d. 積雪荷重

積雪深は、添付書類「VI-1-1-1-4-1 火山への配慮に関する基本方針」の「2.1.3 荷重の組合せ及び許容限界」に示す組み合わせる積雪深さを踏まえて、降下火砕物堆積時の積雪荷重は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 に設定し、積雪量 1cm ごとに 30N/m^2 が作用することを考慮する。

e. 風荷重

風荷重は、添付書類「VI-1-1-1-4-1 火山への配慮に関する基本方針」の「2.1.3 荷重の組合せ及び許容限界」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 年建設省告示第 1454 号に従い、地表面粗度区分Ⅱとし、地方の区分に応じて定められた風速 34m/s 及び施設の形状に基づき算定する。

(2) 荷重の組合せ

a. 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

降下火砕物の堆積による荷重，積雪荷重及び風荷重については，それらの組合せを考慮し，自然現象の荷重として扱う。自然現象の荷重は短期荷重として扱う。

b. 降下火砕物の影響を考慮する施設の荷重の組合せ

降下火砕物の影響を考慮する施設の荷重の組合せについては，自然現象の荷重及び常時作用する荷重を組み合わせる。

なお，常時作用する荷重，運転時荷重，積雪荷重及び風荷重については，組み合わせることで降下火砕物の堆積による荷重の抗力となる場合には，評価結果が厳しい結果を与えるように荷重の算出において考慮しないこととする。

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)

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	9/30	4	
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	9/30	4	
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 9 月 30 日 R 4

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. 安全冷却水 B 冷却塔について	1
3. 構造強度評価対象部位の選定について	4
3.1 構造健全性評価対象機器の選定	4
3.2 構造強度評価対象部位の選定	11
3.3 荷重の組合せ	12
4. 構造強度評価対象部位の選定結果一覧	13
5. 参考文献	13

- ・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. 安全冷却水 B 冷却塔について

(1)安全冷却水 B 冷却塔の機能について

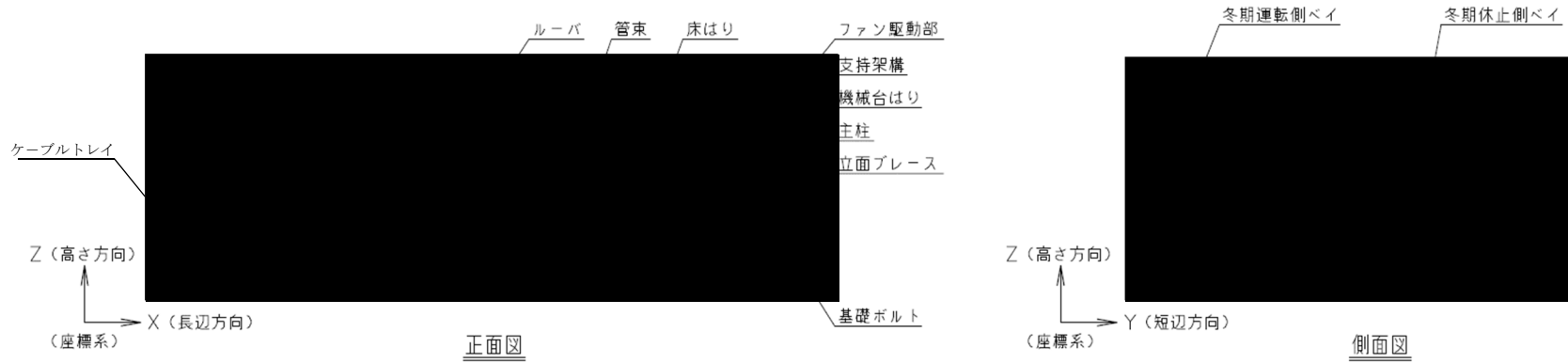
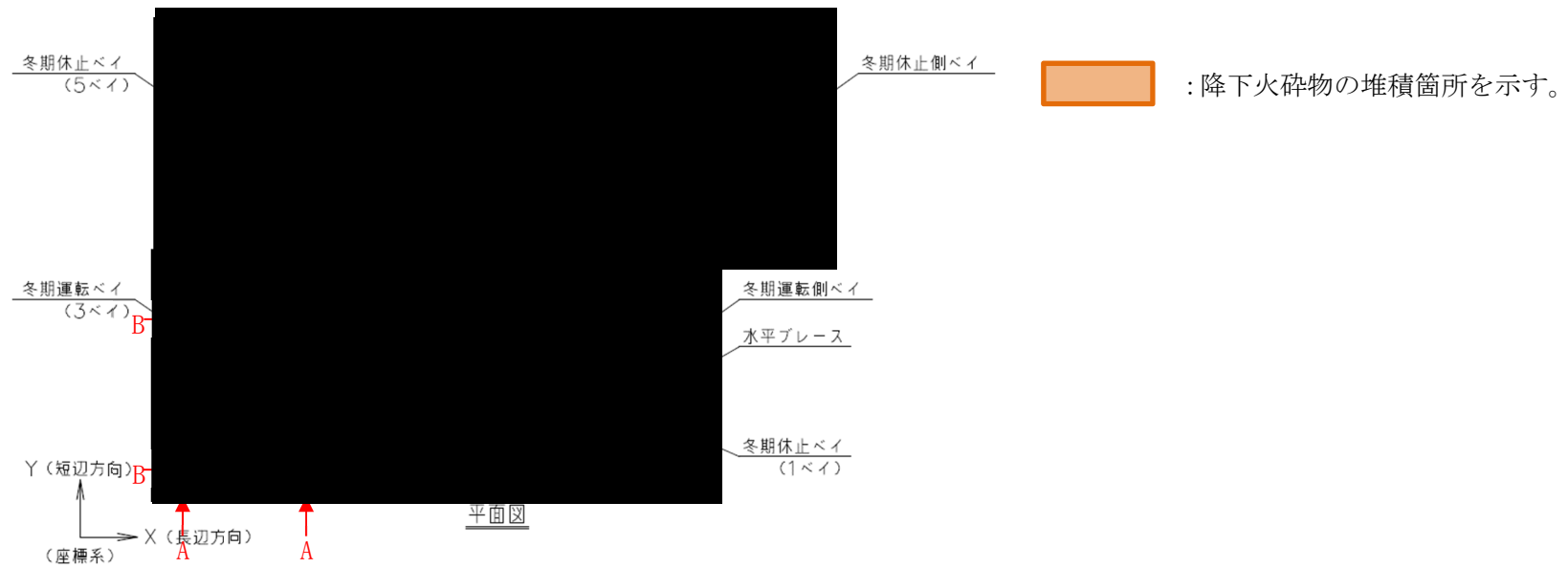
安全冷却水 B 冷却塔は、再処理施設内の各施設を冷却した後の冷却水を、空気と熱交換することで冷却するための設備である。そのため、安全冷却水 B 冷却塔は崩壊熱により溶液が沸騰するおそれのある機器の崩壊熱を除去するための冷却機能を有しており、ルーバ、管束、ファン駆動部、支持架構、遮熱板及び配管により構成される。そのうち、冷却機能の維持に必要な機器は、支持架構、ファン駆動部、管束及び配管である。

(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、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。また、安全冷却水 B 冷却塔を構成する主要な機器と部位を第 2-1 表に示す。

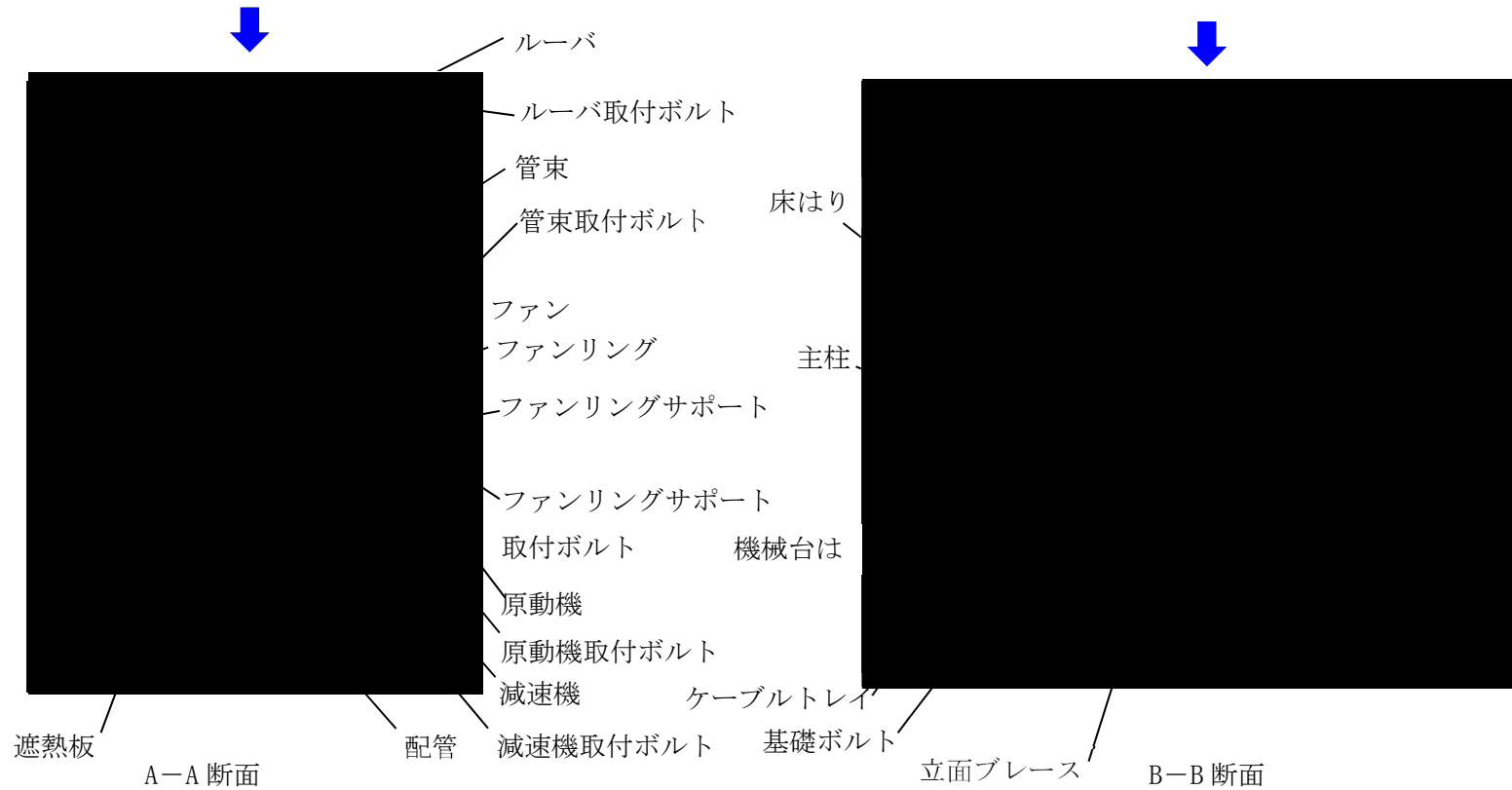
第 2-1 表 安全冷却水 B 冷却塔を構成する主要な機器と部位

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, ファンリングサポート取付ボルト, 原動機, 原動機取付ボルト, 減速機, 減速機取付ボルト, ケーブル
支持架構 (基礎ボルト含む)	支柱, 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

→ 降下火砕物による荷重の作用方向



第 2-2 図 安全冷却水 B 冷却塔 断面概要図

3. 構造強度評価対象部位の選定について

3.1 構造健全性評価対象機器の選定

安全冷却水 B 冷却塔の構造健全性評価対象機器は，降下火砕物の堆積による荷重が作用する機器を対象とし，冷却機能を維持するために必要な機器及び冷却機能を維持するために必要な機器に対し影響を及ぼすおそれのある機器を選定する。

なお，降下火砕物の堆積による荷重が作用する機器は，ルーバの開閉状態により，荷重が作用する機器が異なるため，ルーバの開閉状態を考慮し，選定する。選定結果を第 3-1 表に示す。

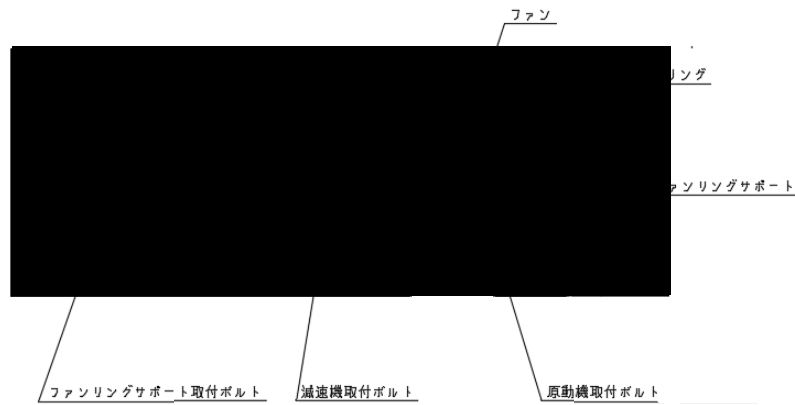
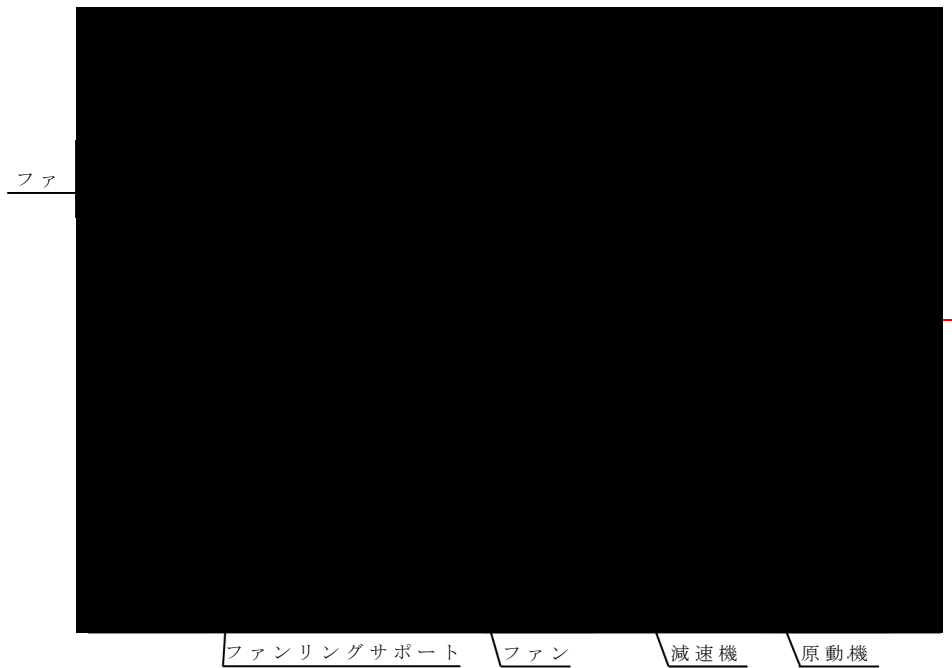
選定した機器に対しては組合せ荷重を入力し強度評価を行う。

また，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，降下火砕物の堆積による荷重が作用することによる冷却機能への影響がないことを確認している。（参考-1 参照）

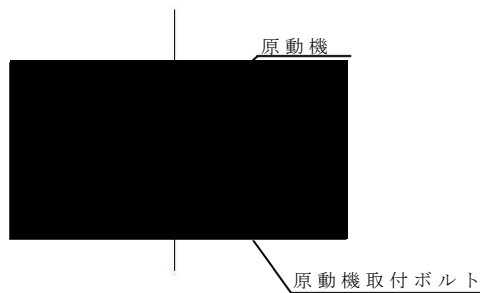
第 3-1 表 構造健全性評価対象機器の選定結果 (2/3)

機器	選定結果	選定理由
ファン駆動部	×	<p>c. 原動機 [REDACTED] [REDACTED] [REDACTED] 構造健全性評価の対象外とする。 ファン駆動部構造図を第 3-2 図, ファン駆動部内部の状況を第 3-3 図に示す。</p> <p>d. 減速機 [REDACTED] [REDACTED] [REDACTED] 構造健全性評価の対象外とする。 ファン駆動部構造図を第 3-2 図, ファン駆動部内部の状況を第 3-3 図に示す。</p> <p>e. ケーブル ケーブルについては, ケーブルトレイに収納されているが [REDACTED] [REDACTED] [REDACTED] 構造健全性評価の対象外とする。 なお, [REDACTED] [REDACTED] [REDACTED] [REDACTED] ケーブルトレイ鳥瞰図を第 3-4 図に示す。</p>
支持架構 (基礎ボルト含む)	○	[REDACTED] [REDACTED] [REDACTED] [REDACTED] 構造健全性評価の対象とする。

< 凡例 > ○ : 構造健全性評価対象, × : 構造健全性評価対象外

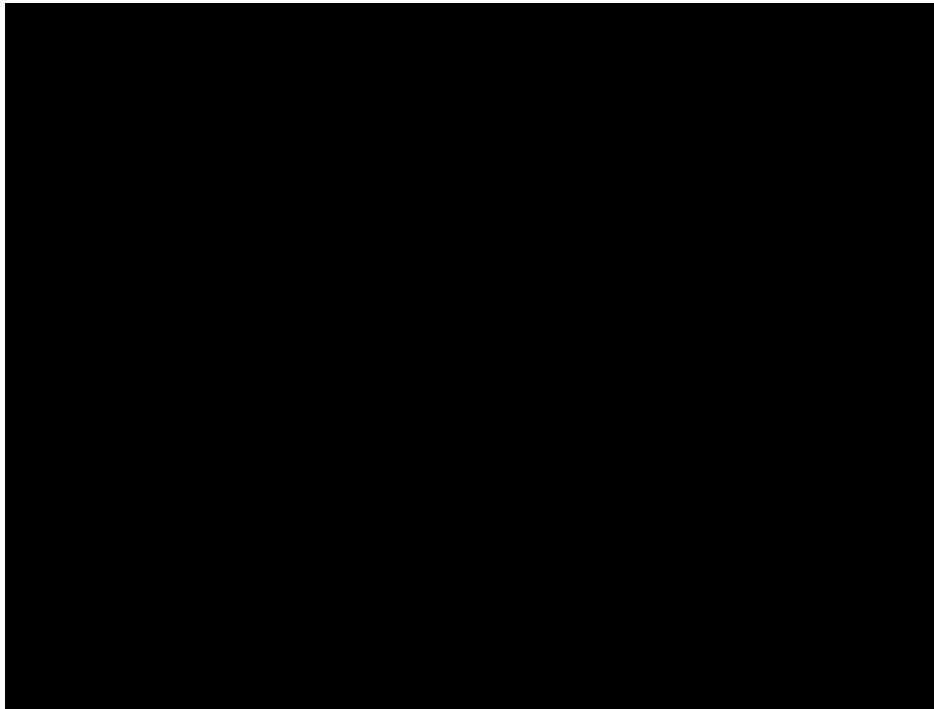


A-A 断面

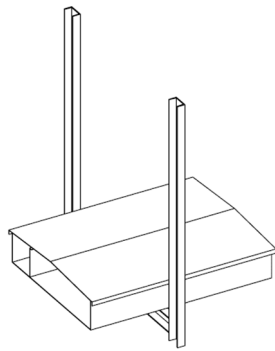


B-B 断面

第 3-2 図 ファン駆動部構造図



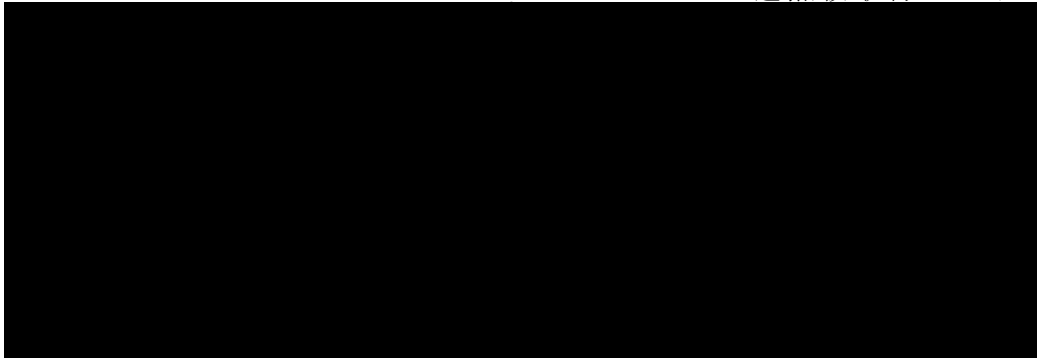
第3-3図 ファン駆動部内部の状況



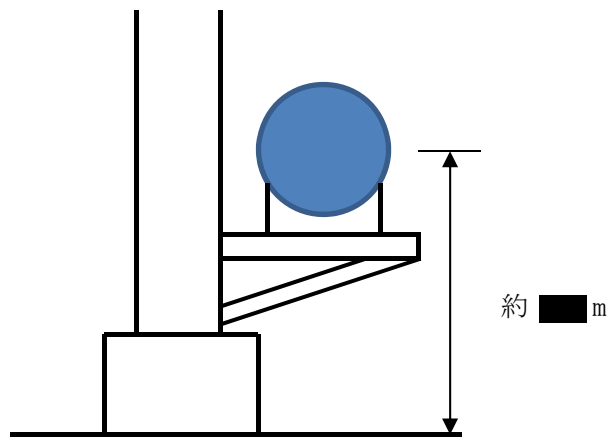
第3-4図 ケーブルトレイ鳥瞰図



遮熱板取付ボルト



第 3-5 図 遮熱板構造図



第 3-6 図 配管構造図

3.2 構造強度評価対象部位の選定

「3.1 構造健全性評価対象機器の選定」にて選定された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構造強度評価対象部位として選定する。

(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，

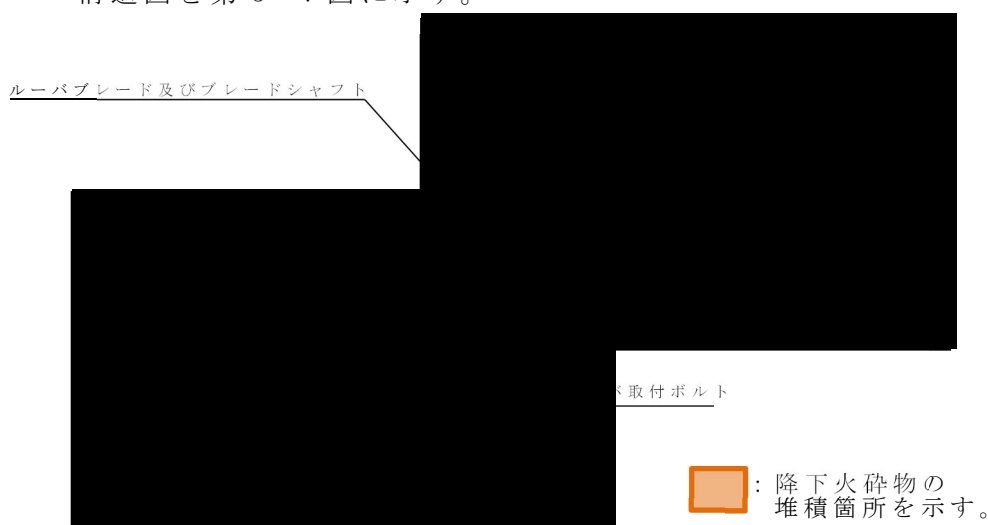
_____ 構造強度評価対象部位とする。なお，受圧面積の設定に

おいては， _____

_____ として設定する。

(2) ルーバ

ルーバ構造図を第 3-7 図に示す。



第 3-7 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に _____

_____ 構造強度評価対象部位とする。

なお，ルーバフレーム及びルーバ取付ボルトは， _____

_____ 評価対象外とする。

3.3 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。

評価対象施設の荷重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。

4. 構造強度評価対象部位の選定結果一覧

安全冷却水 B 冷却塔における構造強度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 構造強度評価対象部位の選定結果

構造健全性 評価対象機器	構造強度評価対象部位	主な応力の種類
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

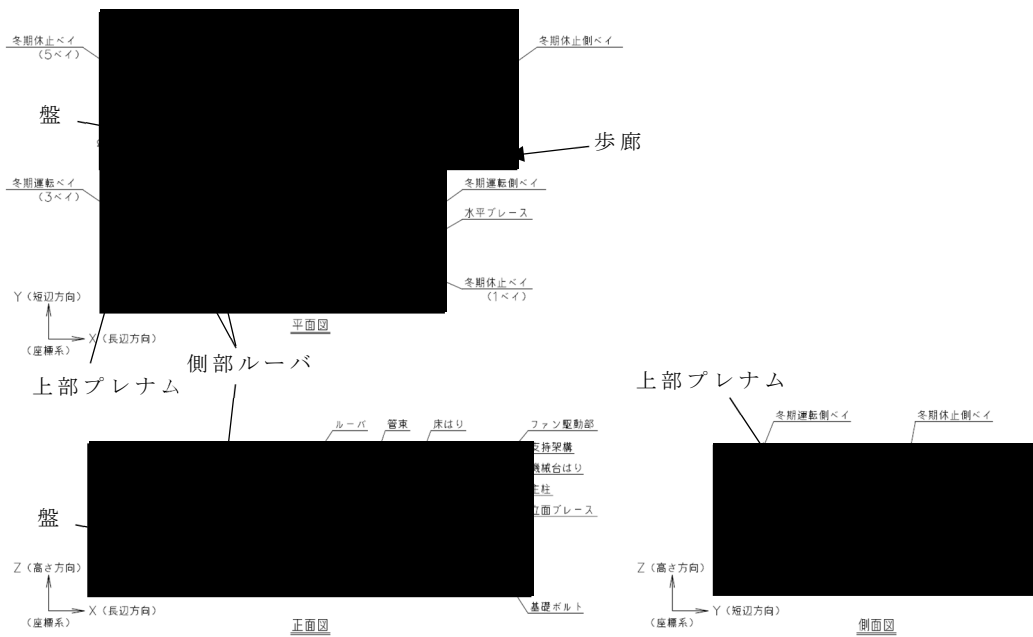
安全冷却水 B 冷却塔のその他付属機器の火山評価について

目 次

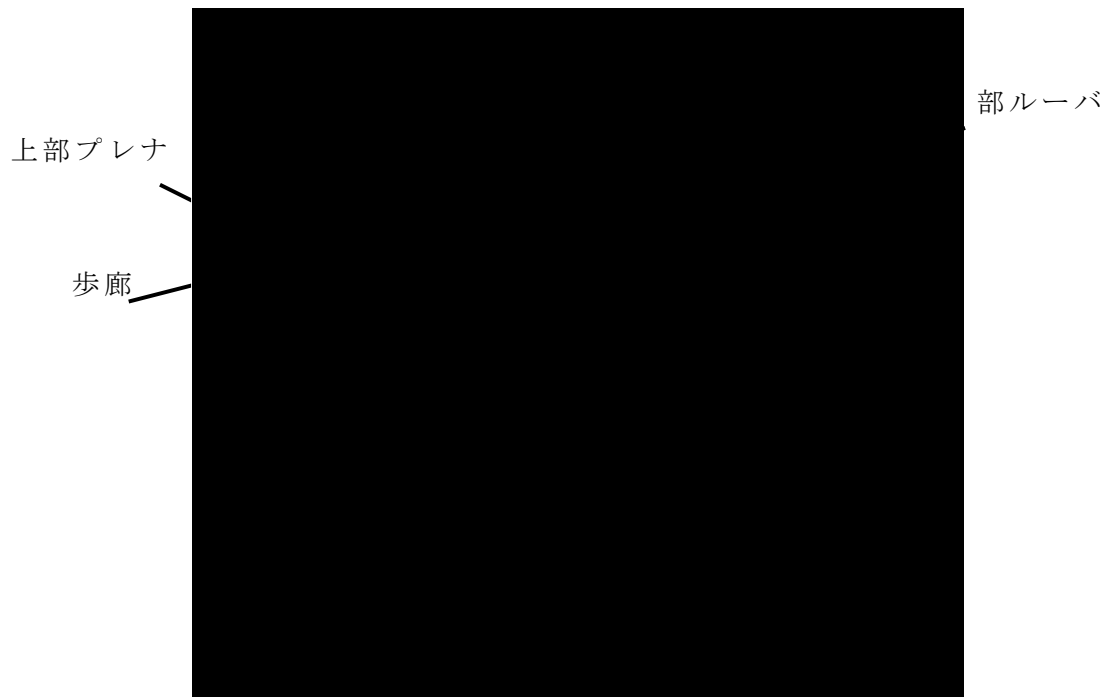
1. 安全冷却水 B 冷却塔のその他付属機器の火山評価について……………1

第 1 表 安全冷却水 B 冷却塔のその他付属機器の火山評価結果 (2/2)

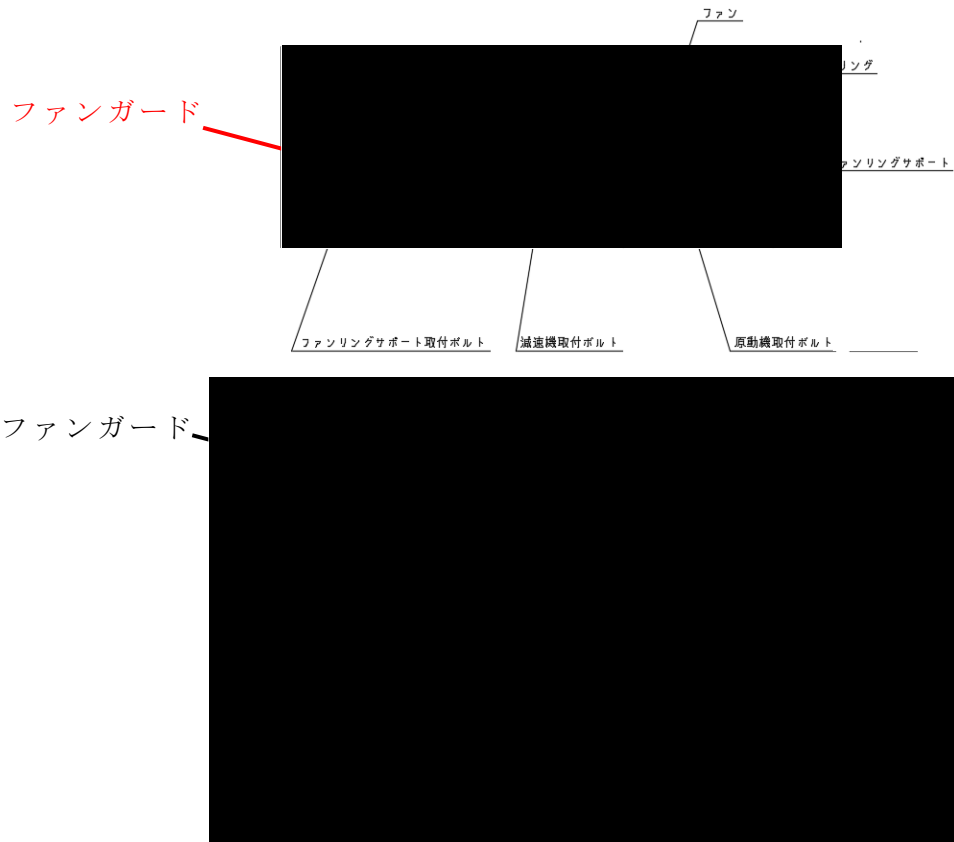
No.	機器	対応
5	盤 (スペースヒータ)	<p> [REDACTED] [REDACTED] 影響はない。 盤 (スペースヒータ) は, [REDACTED] [REDACTED] [REDACTED] [REDACTED] 冷却機能への影響はない。 第 1 図に盤の配置, 第 4 図に盤の写真を示す。 </p>



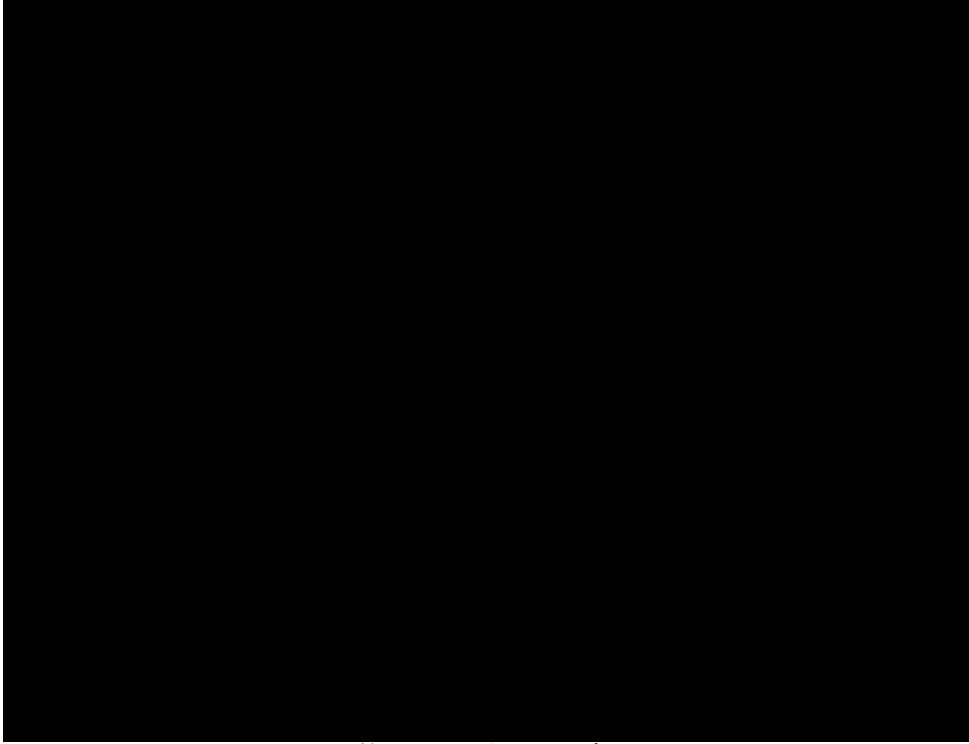
第 1 図 側部ルーバ，上部プレナム，歩廊及び盤の配置



第 2 図 側部ルーバ，上部プレナム，歩廊の写真及び構造図



第 3 図 ファンガードの写真及び構造図



第 4 図 盤の写真

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. 飛来物防護ネット（A4B）について	1
3. 構造強度評価対象部位の選定について	2
3.1 構造健全性評価対象の選定	2
3.2 構造強度評価対象部位の選定	3
3.3 荷重の組合せ	5
4. 構造強度評価対象部位の選定結果一覧	6
5. 参考文献	6

1. 概要

本資料は、屋外の降下火砕物防護対象施設等に波及的影響を及ぼし得る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（A4B）」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。

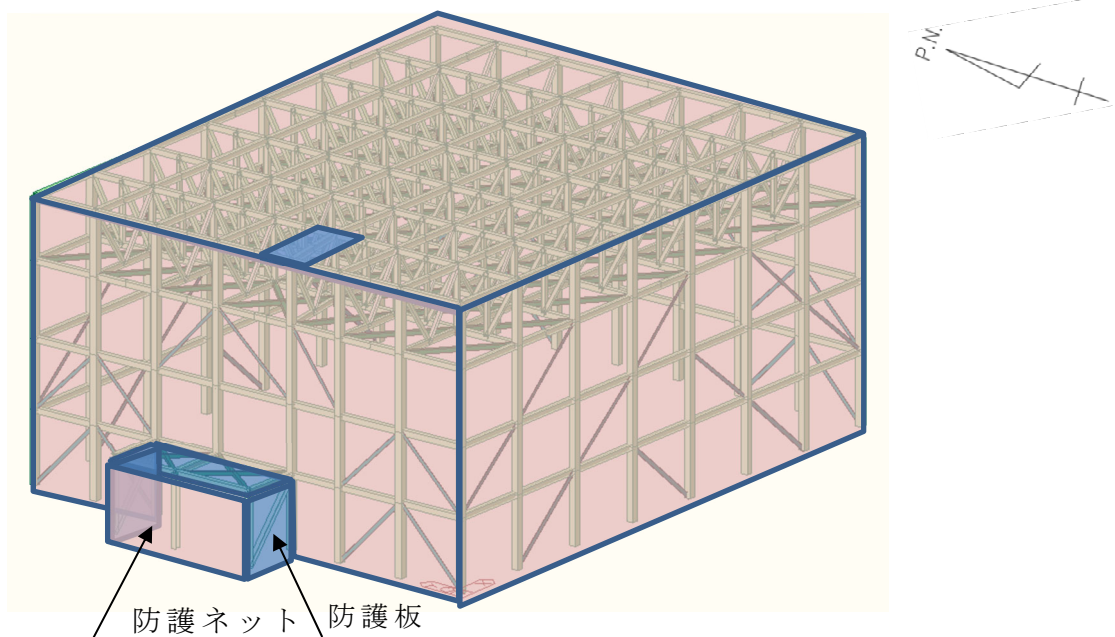
2. 飛来物防護ネット（A4B）について

(1) 飛来物防護ネットの機能について

飛来物防護ネット（A4B）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（A4B）の構造について

飛来物防護ネット（A4B）の概要図を第 2-1 図に示す。



第 2-1 図 飛来物防護ネット（A4B） 概要図

3. 構造強度評価対象部位の選定について

3.1 構造健全性評価対象の選定

飛来物防護ネット（A4B）の構造健全性評価対象は、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 構造健全性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、構造健全性評価の対象とする。
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、構造健全性評価の対象外とする。
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、構造健全性評価の対象外とする。

< 凡例 > ○：構造健全性評価対象， ×：構造健全性評価対象外

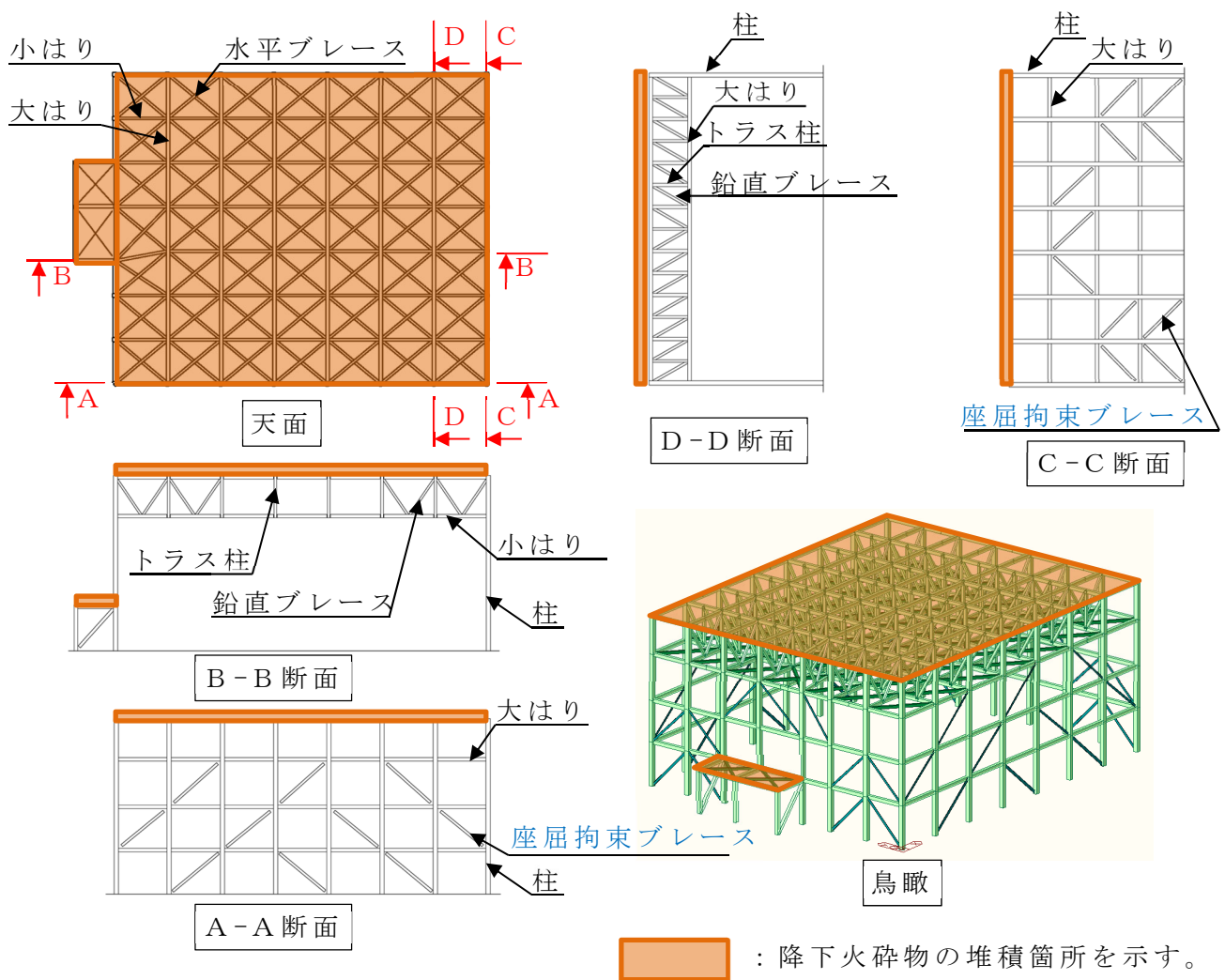
3.2 構造強度評価対象部位の選定

「3.1 構造健全性評価対象の選定」にて選定された評価対象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構造強度評価対象部位として選定する。

(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、水平ブレース及び座屈拘束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。

これらの部位は、防護ネット及び防護板を支持するために必要な部位であり、かつ降下火砕物の堆積による荷重が作用することから、構造強度評価対象部位とする。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

3.3 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。

評価対象施設の荷重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

評価対象施設の種類	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等による影響を及ぼし得る施設	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。

4. 構造強度評価対象部位の選定結果一覧

飛来物防護ネット（A4B）における構造強度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 構造強度評価対象部位の選定結果

構造健全性 評価対象	構造強度評価対象部位	主な応力の種類
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	
	座屈拘束ブレース	

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