

【公開版】

日本原燃株式会社	
資料番号	外火山 03 R <u>9</u>
提出年月日	令和 4 年 <u>12</u> 月 <u>9</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 8 から R 9 への変更箇所を示す。
2. 本資料の R 9 では，令和4年12月 5 日に提出した補正申請を踏まえ，添付書類の構成及び記載内容を「1. 概要」，「3. 荷重の組合せについて」に反映したものである。

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-1-1-1-4-4-1 火山への配慮が必要な施設の強度計算の方針」

・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、設計荷重(火山)に対して要求される強度を有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

評価対象施設に設計荷重(火山)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を損なわないよう、評価対象施設に要求される強度を有することを確認するため、評価対象施設の構造、設計荷重(火山)の作用方向及び伝達過程を考慮した上で構造強度評価対象部位を選定する。

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又は部材の形状及び機器の運用方法を考慮した上で、降下火砕物の堆積による荷重が作用する機器又は部材を選定する。
- (2) 降下火砕物の堆積による荷重が作用する機器又は部材のうち、評価対象施設に要求される機能へ影響を及ぼす機器又は部材を構造強度評価対象機器又は評価対象として選定する。
- (3) 選定した評価対象機器又は評価対象を構成する部位に対し、設計荷重(火山)の主な荷重が鉛直方向に作用することを考慮し、設計荷重(火山)が直接作用する部位を構造強度評価対象部位として選定する。また、設計荷重(火山)が直接作用する部位を介して荷重が作用する定着部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、構造強度評価を行う。

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及び荷重の組合せは、添付書類「VI-1-1-1-4-1 火山への配慮に関する基本方針」にて設定しており、添付書類記載内容を「(1) 荷重の種類」及び「(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

常時作用する荷重としては、持続的に生じる荷重である固定荷重及び積載荷重を考慮する。

また、降下火砕物が堆積し、除灰運用が必要な部材については、除灰時の人員荷重として、「建築構造設計基準の資料(国土交通省平成 27 年版)」における「屋上(通常人が使用しない場合)」の床版計算用積載荷重における 980 N/m²を包絡するように 1,000 N/m²を荷重として考慮する。

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としては、湿潤状態の降下火砕物が堆積した場合の荷重を考慮することとし、湿潤密度 1.3g/cm³ の降下火砕物が 55cm 堆積した場合の荷重とする。ただし、この荷重は短期荷重とする。

降下火砕物は、水平部に堆積するものとし、施設の形状を踏まえて堆積面積を設定し、荷重を算出する。

c. 運転時荷重

運転時荷重としては、配管にかかる内圧等とする。

d. 積雪荷重

積雪荷重としては、添付書類「VI-1-1-1 自然現象等による損傷の防止に関する説明書」の「2.2 組合せ」で示す自然現象の組合せに従って、垂直積雪量 150cm を考慮することとし、積雪量 1cm ごとに 30N/m² が作用する。ただし、この荷重は短期荷重とする。

また、積雪荷重は水平部に堆積するものとし、施設の形状を踏まえて堆積面積を設定し、荷重を算出する。

e. 風荷重

風荷重としては、添付書類「VI-1-1-1 自然現象等による損傷の防止に関する説明書」の「2.2 組合せ」で示す自然現象の組合せに従って、建築基準法施行令第 87 条及び平成 12 年建設省告示第 1454 号に基づき、基準風速 34m/s を考慮する。ただし、この荷重は短期荷重とする。

また、風荷重は、設備の形状により変化するため、設備の部位ごとに異なる。そのため、各設備及び評価対象部位に対して厳しくなる方向からの風を想定し、各設備ごとに荷重を設定する。

(2) 荷重の組合せ

- a. 降下火砕物の影響を考慮する施設における荷重の組合せとしては、設計に用いる常時作用する荷重、降下火砕物の堆積による荷重、運転時荷重、積雪荷重及び風荷重を適切に考慮する。
- b. 積雪荷重及び風荷重との組合せについては、降下火砕物による荷重の継続時間が長く、積雪荷重の継続時間も長いことから、3つの荷重が同時に発生する場合を考慮する。
- c. 設計に用いる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、対象とする施設の設置場所及びその他の環境条件によって設定する。
- d. 常時作用する荷重、積雪荷重、風荷重及び運転時荷重については、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、保守的に組合せないことを基本とする。

なお、添付書類「VI-1-1-1 自然現象等による損傷の防止に関する説明書」の「2.2 組合せ」に記載のとおり、地震については、地震(基準地震動)の震源と火山とは十分な距離があることから、独立事象として扱い、各々の発生頻度が十分小さいこと、火山性地震については、火山は敷地から十分な距離があることから、火山性地震とこれに関連する事象による影響はないと判断し、地震との組合せは考慮しない。

設計に用いる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を考慮した荷重の算出については、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」に示す。

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		提出日	Rev	備考
	名称				
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		11/10	5	
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		11/10	5	
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11月10日 R5

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 構造強度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	12
3.3 荷重の組合せ	13
4. 構造強度評価対象部位の選定結果一覧	14
5. 参考文献	14

- ・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

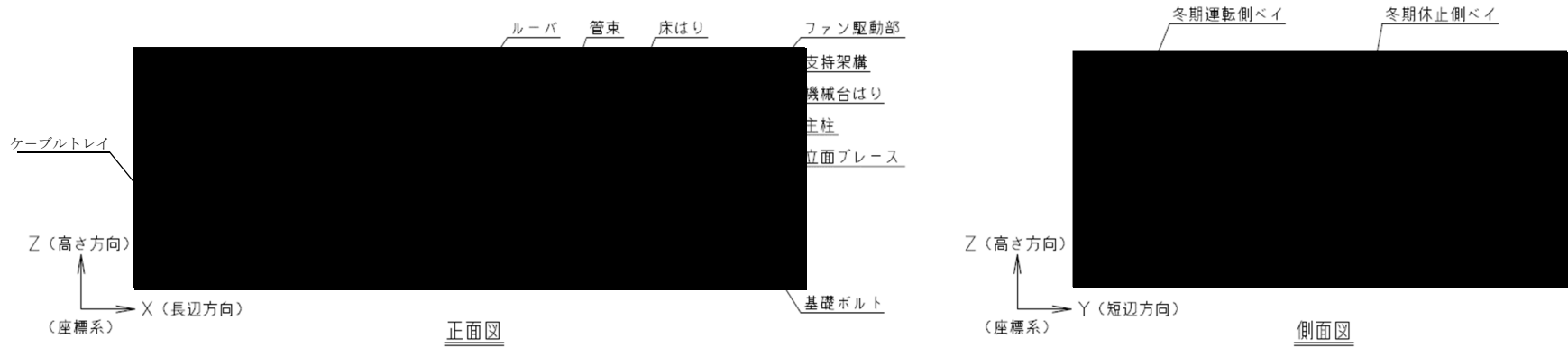
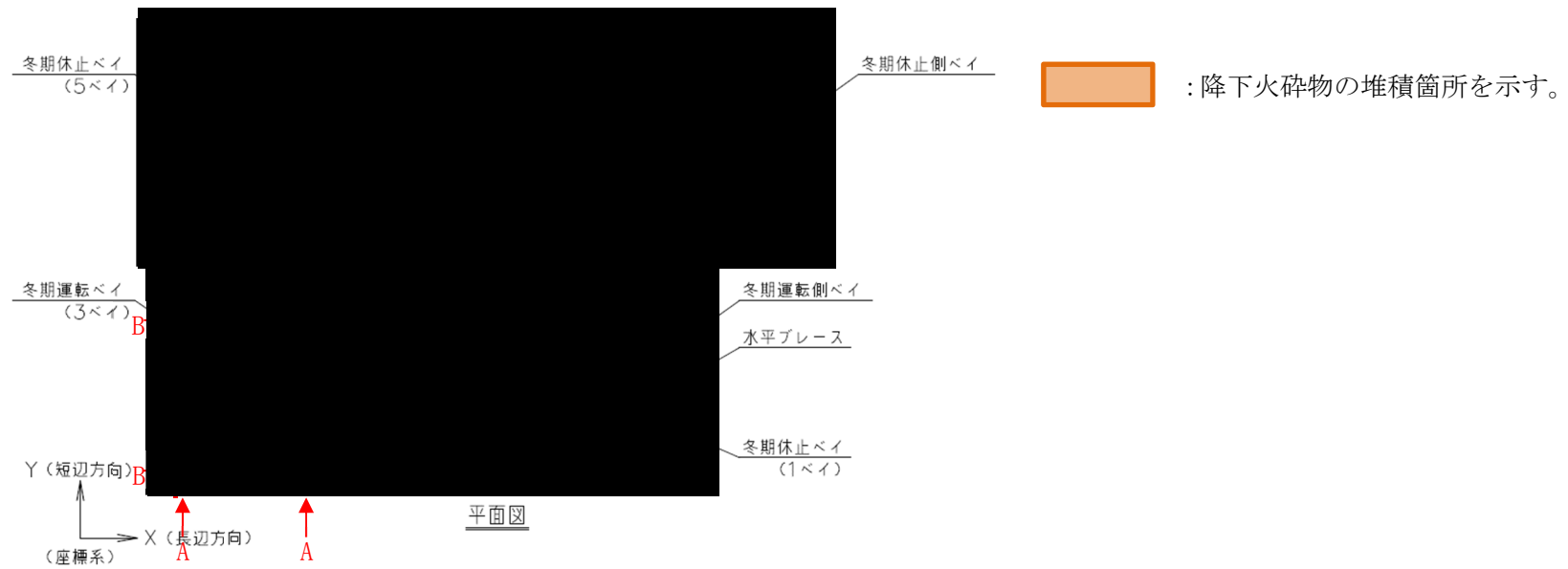
安全冷却水 B 冷却塔は、再処理施設内の各施設を冷却した後の冷却水を、空気と熱交換することで冷却するための設備である。そのため、安全冷却水 B 冷却塔は崩壊熱により溶液が沸騰するおそれのある機器の崩壊熱を除去するための冷却機能を有しており、ルーバ、管束、ファン駆動部、支持架構、遮熱板及び配管により構成される。そのうち、冷却機能の維持に必要な機器は、支持架構、ファン駆動部、管束及び配管である。

(2)安全冷却水 B 冷却塔の構造について

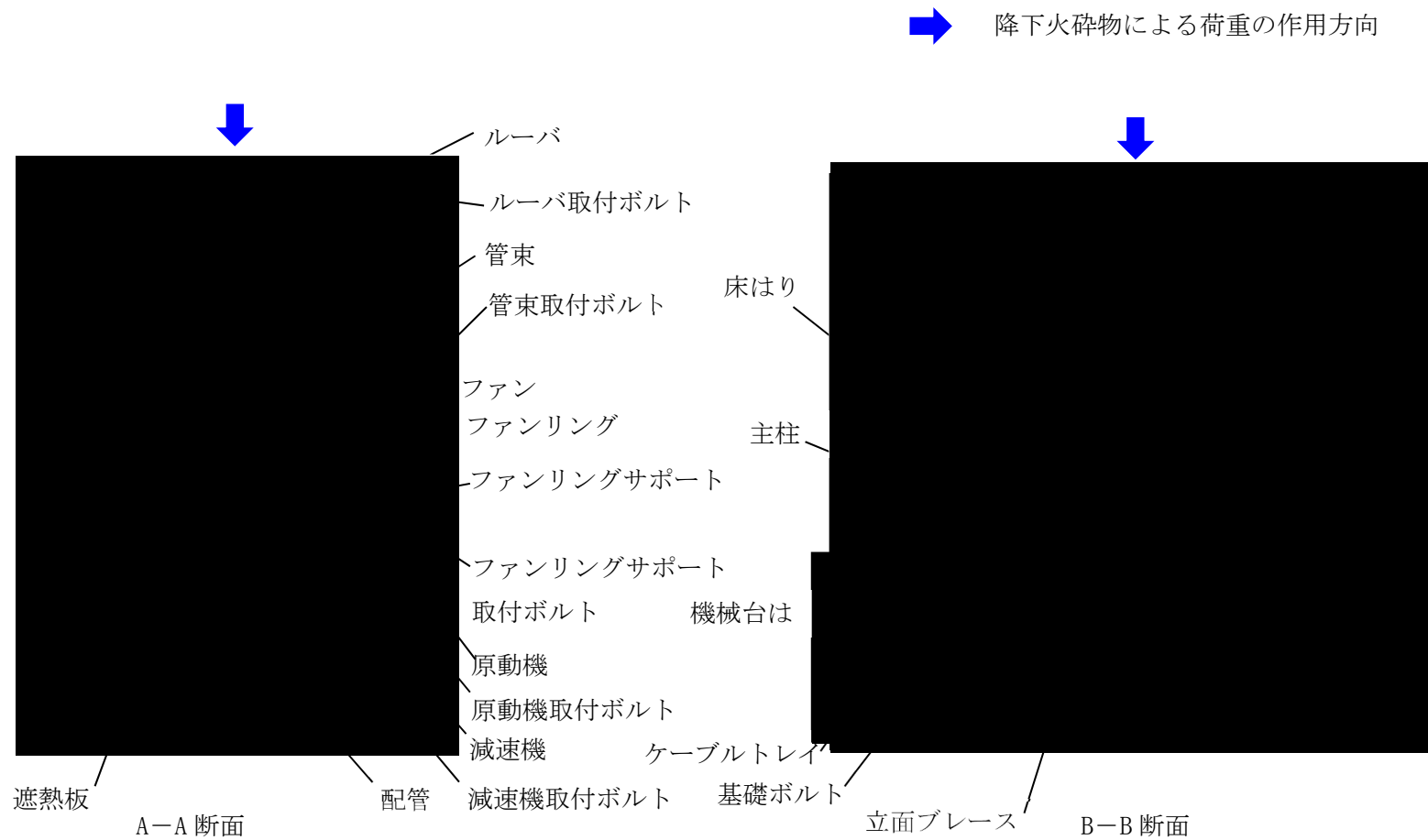
安全冷却水 B 冷却塔の概要図を第 2-1 図、第 2-1 図に示した A-A、B-B 断面について第 2-2 図に示す。また、安全冷却水 B 冷却塔を構成する主要な機器と部位を第 2-1 表に示す。

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
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
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(端子箱含む), 原動機取付ボルト, 減速機, 減速機取付ボルト, ケーブル
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. 構造強度評価対象部位の選定について

3.1 構造強度評価対象機器の選定

安全冷却水 B 冷却塔を構成する機器の形状，降灰時にファンを運転することやルーバの開閉状態を考慮した上で降下火砕物の堆積による荷重が作用する機器を選定し，選定した機器のうち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構造強度評価対象機器として選定する。

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。

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 構造強度評価対象機器の選定結果 (2/3)

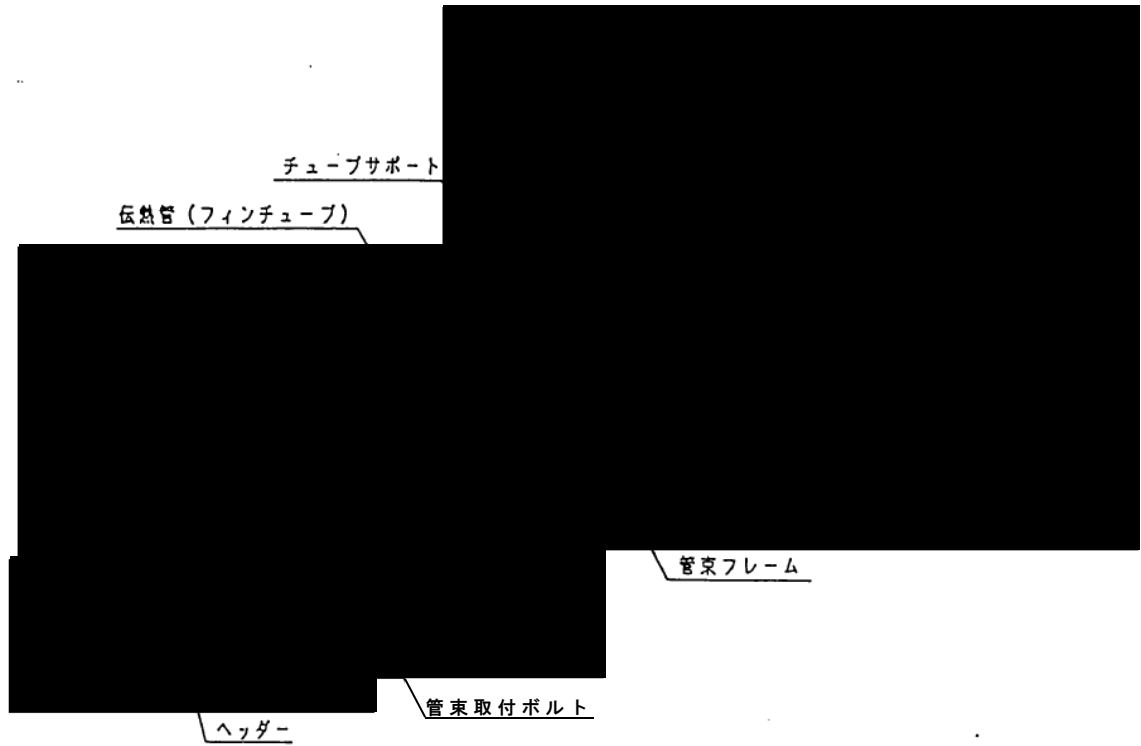
機器	選定結果	選定理由
ファン駆動部	×	<p>b. ファンリング及びファンリングサポート ファンリング及びファンリングサポートについては、 構造強度評価対象外とする。 ファン駆動部構造図を第 3-2 図に示す。</p> <p>c. 原動機 (端子箱含む) 原動機 (端子箱含む) については、 構造強度評価対象外とする。 なお、 は生じない。また、端子箱についても、 影響はない。 ファン駆動部構造図を第 3-2 図、ファン駆動部内部の状況を第 3-3 図に示す。</p> <p>d. 減速機 減速機については、 構造強度評価対象外とする。 なお、 は生じない。 ファン駆動部構造図を第 3-2 図、ファン駆動部内部の状況を第 3-3 図に示す。</p>

< 凡例 > ○ : 構造強度評価対象, × : 構造強度評価対象外

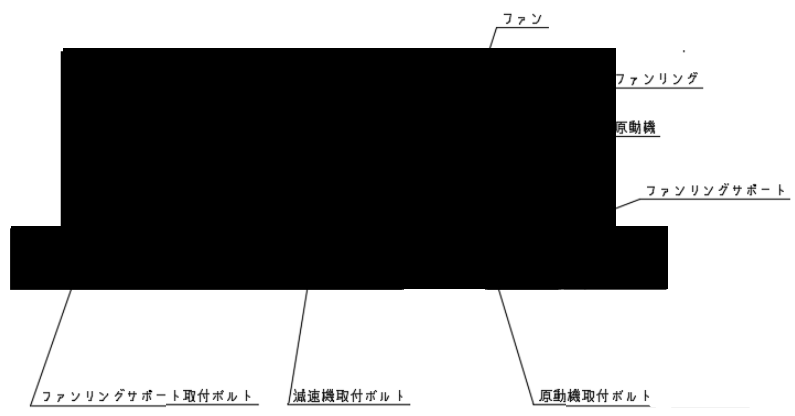
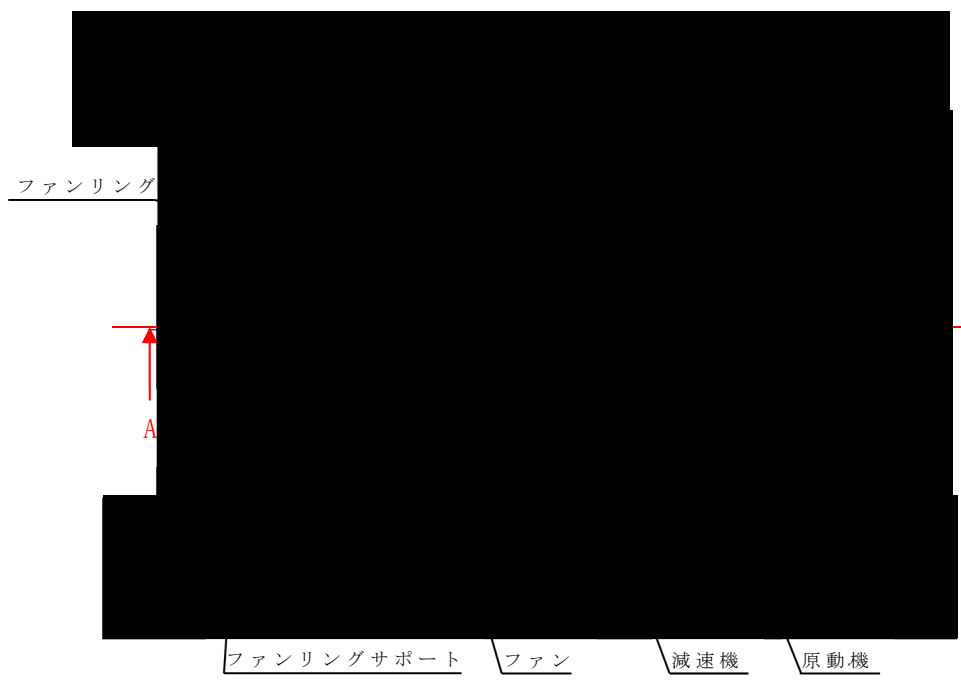
第 3-1 表 構造強度評価対象機器の選定結果 (3/3)

機器	選定結果	選定理由
ファン駆動部	×	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] 構造強度評価対象外とする。 なお、 [REDACTED] [REDACTED] [REDACTED] ケーブルトレイ鳥瞰図を第 3-4 図に示す。
遮熱板	×	[REDACTED] [REDACTED] 構造強度評価対象外とする。 遮熱板の構造図を第 3-5 図に示す。
配管	×	[REDACTED] [REDACTED] [REDACTED] 構造強度評価対象外とする。 配管構造図を第 3-6 図に示す。

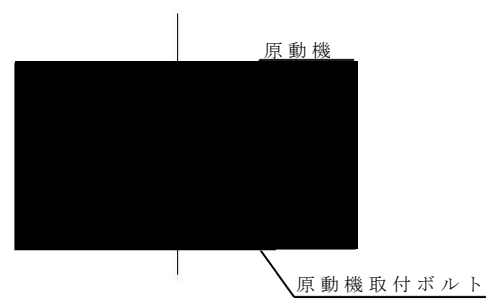
< 凡例 > ○ : 構造強度評価対象, × : 構造強度評価対象外



第 3-1 図 管束構造図



A-A 断面

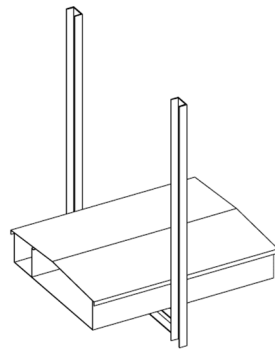


B-B 断面

第 3-2 図 ファン駆動部構造図



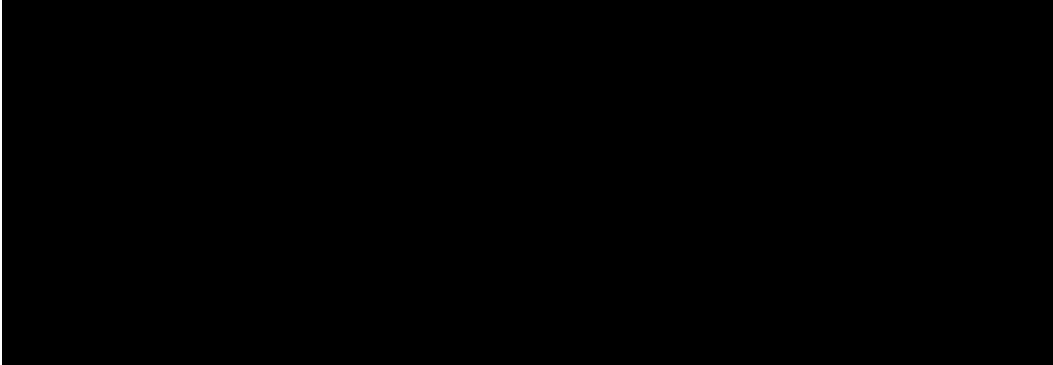
第3-3図 ファン駆動部内部の状況



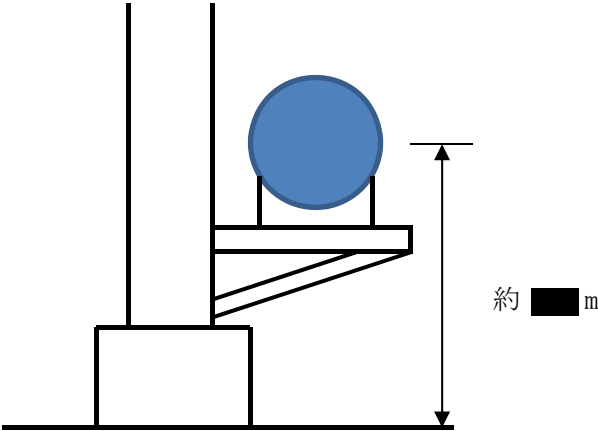
第3-4図 ケーブルトレイ鳥瞰図



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 構造強度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のうち、構造健全性を確認するために、構造強度評価対象部位を選定する。

構造強度評価対象部位は、構造や設置環境、降下火砕物の堆積による荷重が鉛直方向に作用することを考慮した上で構造強度評価対象機器を構成する部材のうち、設計荷重(火山)が直接作用する部位及び直接作用する部位を介して荷重が作用する定着部とする。

(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）

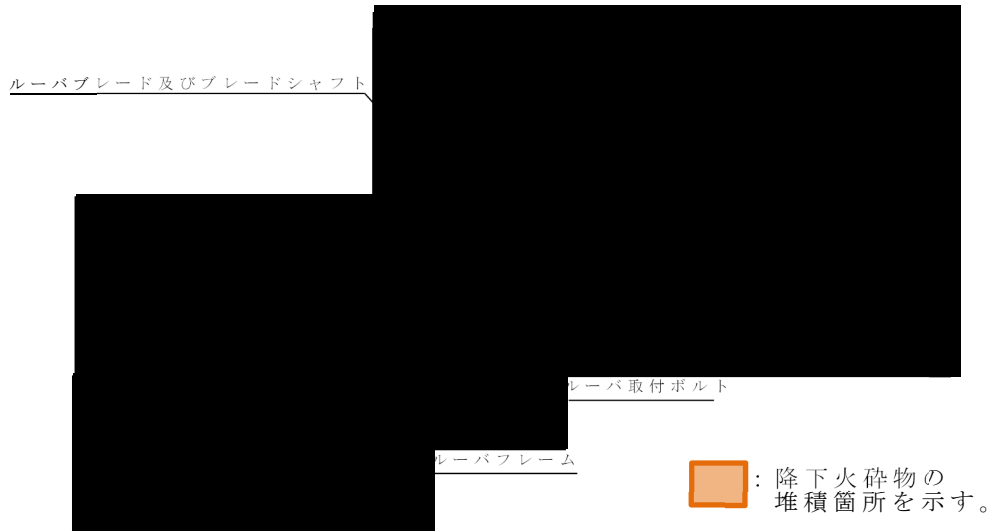
これらの部材は、

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、XXXXXXXXXX
XXXXXXXXXX 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

構造強度 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

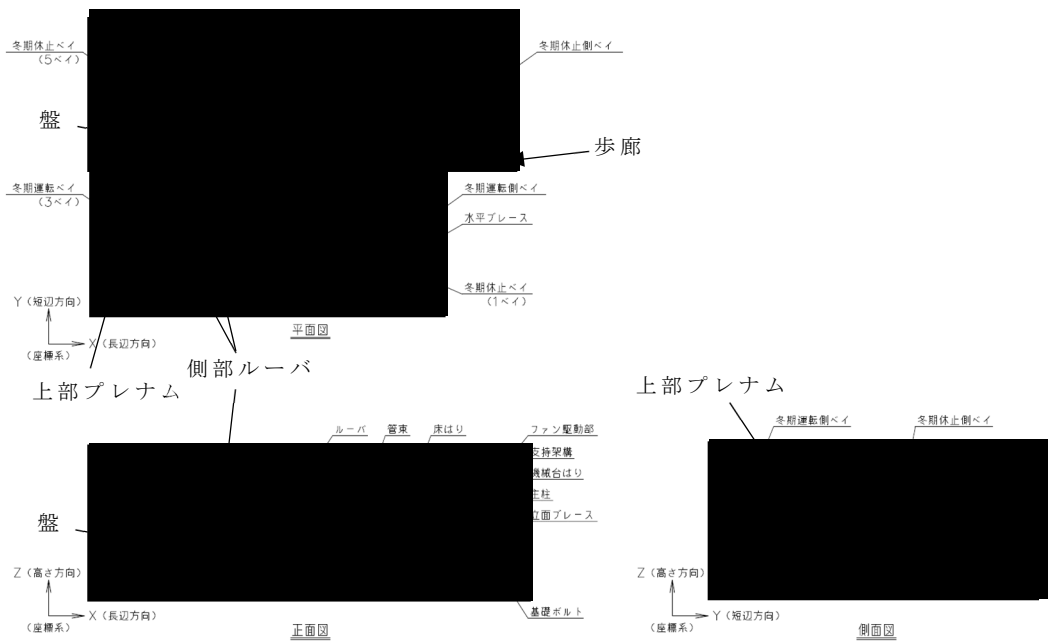
安全冷却水 B 冷却塔のその他付属機器の火山評価について

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)

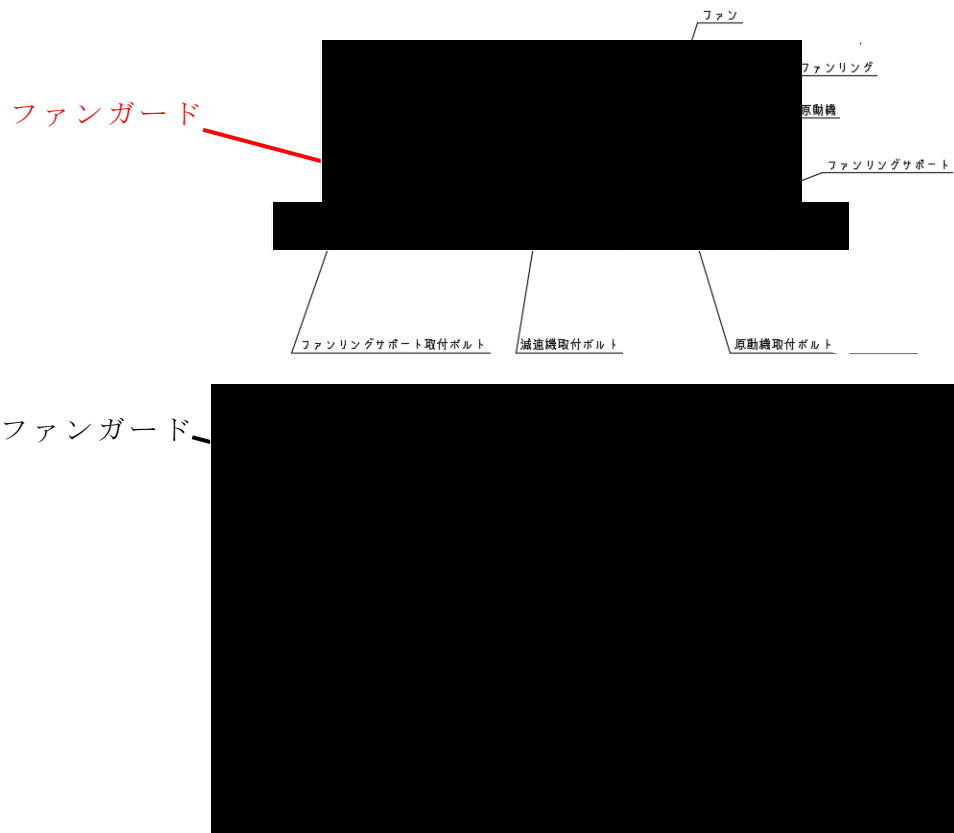
No.	機器	対応
5	盤 (スペースヒータ)	<p>   影響はない。 盤 (スペースヒータ) は,       冷却機能への影響はない。 第 1 図に盤の配置, 第 4 図に盤の写真を示す。 </p>



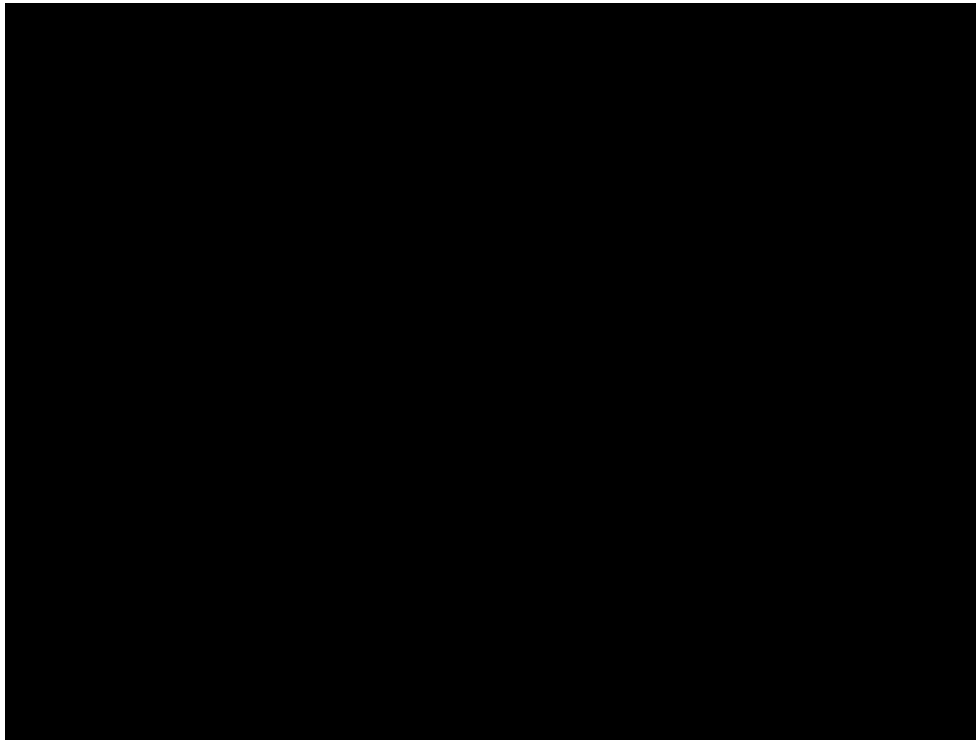
第 1 図 側部ルーバ，上部プレナム，歩廊及び盤の配置



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 構造強度評価対象の選定	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。

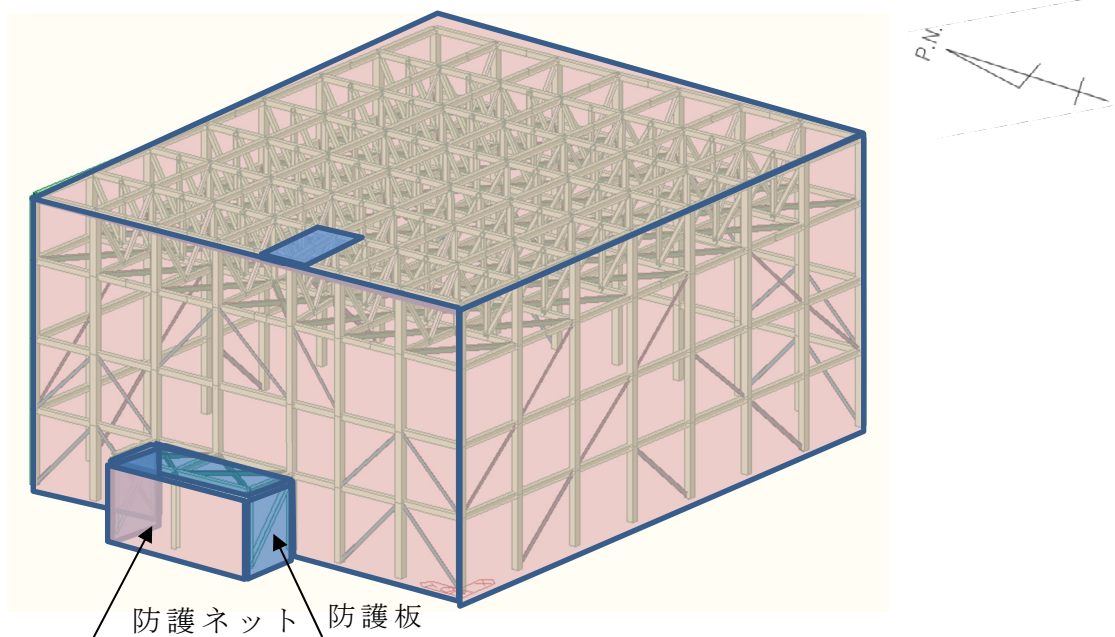
2. 飛来物防護ネット（A4B）について

(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 構造強度評価対象の選定

飛来物防護ネット（A4B）の構造強度評価対象は、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 構造強度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、構造強度評価の対象とする。
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、構造強度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及び補助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、構造強度評価の対象外とする。

< 凡例 > ○：構造強度評価対象， ×：構造強度評価対象外

3.2 構造強度評価の評価対象部位の選定

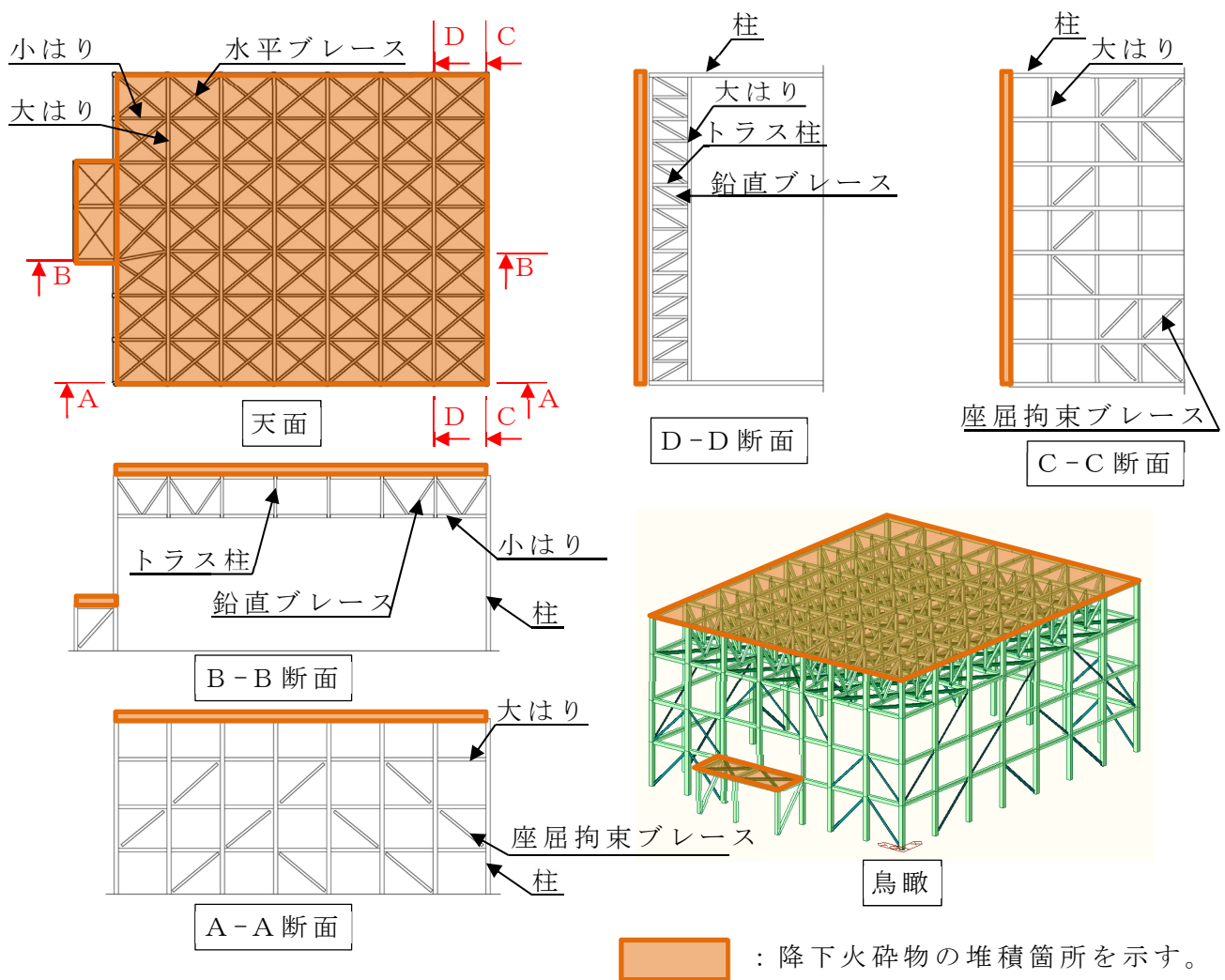
「3.1 構造強度評価の評価対象の選定」にて選定された評価対象を構成する部位のうち、構造健全性を確認するために、構造強度評価対象部位を選定する。

構造強度評価対象部位は、構造や設置環境、降下火砕物の堆積による荷重が鉛直方向に作用することを考慮した上で構造強度評価対象機器を構成する部材のうち、設計荷重(火山)が直接作用する部位及び直接作用する部位を介して荷重が作用する定着部とする。

(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（A4B）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（補助防護板含む）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おける波及的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

構造強度評価対象	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	軸ひずみ

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