

第6.-6表 チャンネルボックス・バーナブルポイズン処理建屋の構造計画

| | | |
|---|---|-------------------------------|
| 施設名称 | チャンネルボックス・バーナブルポイズン処理建屋 | |
| <p>【位置】</p> <p>チャンネルボックス・バーナブルポイズン処理建屋は、屋外に設置する設計としている。</p> | | |
| 計画の概要 | 主要構造 | 鉄筋コンクリート造である。 |
| | 支持構造 | 基礎スラブはマンメイドロックを介して岩盤に設置されている。 |
| 説明図 | <p style="text-align: right;">(単位：m)</p> | |
| | <p style="text-align: right;">(単位：m)</p> <p style="text-align: center;">チャンネルボックス・バーナブルポイズン処理建屋 概略断面図</p> | |

g. ハル・エンドピース貯蔵建屋の構造概要

ハル・エンドピース貯蔵建屋は、「5. 機能設計」で設定している設計方針を踏まえ、以下の構造とする。

ハル・エンドピース貯蔵建屋は、地下4階、地上2階建で、主体構造は鉄筋コンクリート造(一部鉄骨鉄筋コンクリート造及び鉄骨造)である。平面規模は主要部分で■■■m(NS)×■■■m(EW)であり、建屋の高さは基礎スラブ下端から■■■mである。

ハル・エンドピース貯蔵建屋の主要耐震要素は、鉄筋コンクリート造の貯蔵プール壁、外壁及び一部の内壁である。また、基礎スラブはマンメイドロックを介して岩盤に設置されている。

ハル・エンドピース貯蔵建屋の構造計画を第6.-7表に示す。

第6.-7表 ハル・エンドピース貯蔵建屋の構造計画

| | | |
|---|--|-----------------------------------|
| 施設名称 | ハル・エンドピース貯蔵建屋 | |
| <p>【位置】</p> <p>ハル・エンドピース貯蔵建屋は、屋外に設置する設計としている。</p> | | |
| 計画の概要 | 主要構造 | 鉄筋コンクリート造(一部鉄骨鉄筋コンクリート造及び鉄骨造)である。 |
| | 支持構造 | 基礎スラブはマンメイドロックを介して岩盤に設置されている。 |
| 説明図 | | |
| | <p>(a) NS 方向 (単位：m)</p> <p>(b) EW 方向 (単位：m)</p> <p>ハル・エンドピース貯蔵建屋 概略断面図</p> | |

h. 制御建屋の構造概要

制御建屋は、「5. 機能設計」で設定している設計方針を踏まえ、以下の構造とする。

制御建屋は、地下2階、地上3階建で、主体構造は鉄筋コンクリート造(一部鉄骨造)である。平面規模は主要部分で39.90m(NS)×71.40m(EW)であり、建屋の高さは基礎スラブ下端から34.60mである。

制御建屋の主要耐震要素は、鉄筋コンクリート造の外壁である。また、基礎スラブはマンメイドロックを介して岩盤に設置されている。

制御建屋の構造計画を第6.-8表に示す。

第6.-8表 制御建屋の構造計画

| | | |
|--|--|-------------------------------|
| 施設名称 | 制御建屋 | |
| <p>【位置】</p> <p>制御建屋は、屋外に設置する設計としている。</p> | | |
| 計画の概要 | 主要構造 | 鉄筋コンクリート造(一部鉄骨造)である。 |
| | 支持構造 | 基礎スラブはマンメイドロックを介して岩盤に設置されている。 |
| 説明図 | <p>(a) NS 方向</p> <p>(単位：m)</p> | |
| | <p>(b) EW 方向</p> <p>(単位：m)</p> <p>制御建屋 概略断面図</p> | |

i. 分析建屋の構造概要

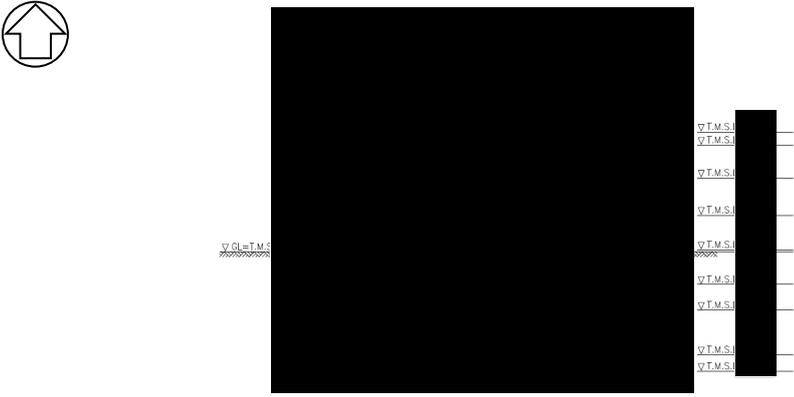
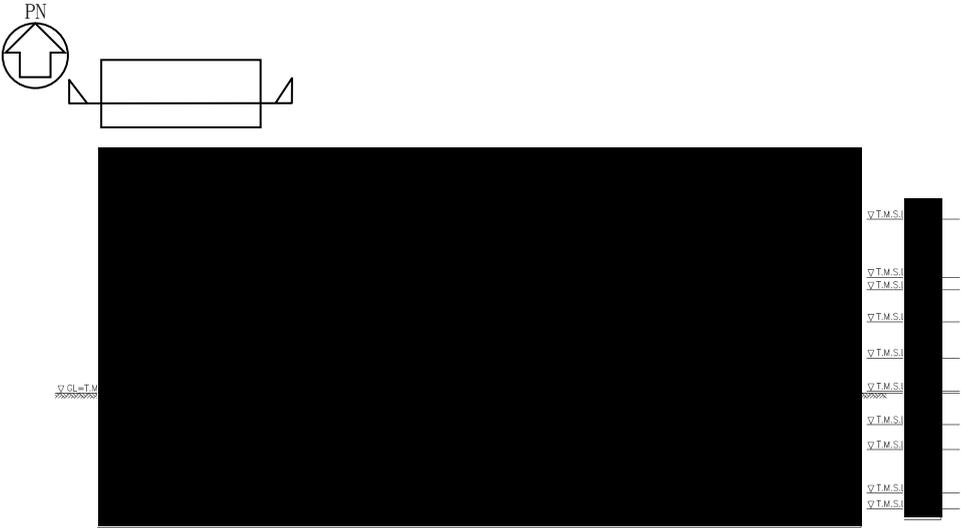
分析建屋は、「5. 機能設計」で設定している設計方針を踏まえ、以下の構造とする。

分析建屋は、地下3階、地上3階建で、主体構造は鉄筋コンクリート造(一部鉄骨鉄筋コンクリート造)である。平面規模は主要部分で■■■■(NS)×■■■■m(EW)であり、建屋の高さは基礎スラブ下端から■■■■mである。

分析建屋の主要耐震要素は、鉄筋コンクリート造の外壁及び一部の内壁である。また、基礎スラブはマンメイドロックを介して岩盤に設置されている。

分析建屋の構造計画を第6.-9表に示す。

第6.-9表 分析建屋の構造計画

| 施設名称 | 分析建屋 | |
|---------------------------------------|--|-------------------------------|
| <p>【位置】 分析建屋は、屋外に設置する設計としている。</p> | | |
| 計画の概要 | 主要構造 | 鉄筋コンクリート造(一部鉄骨鉄筋コンクリート造)である。 |
| | 支持構造 | 基礎スラブはマンメイドロックを介して岩盤に設置されている。 |
| 説明図 |  <p>(a) NS 方向 (単位 : m)</p> | |
| |  <p>(b) EW 方向 (単位 : m)</p> <p>分析建屋 概略断面図</p> | |

j. 非常用電源建屋の構造概要

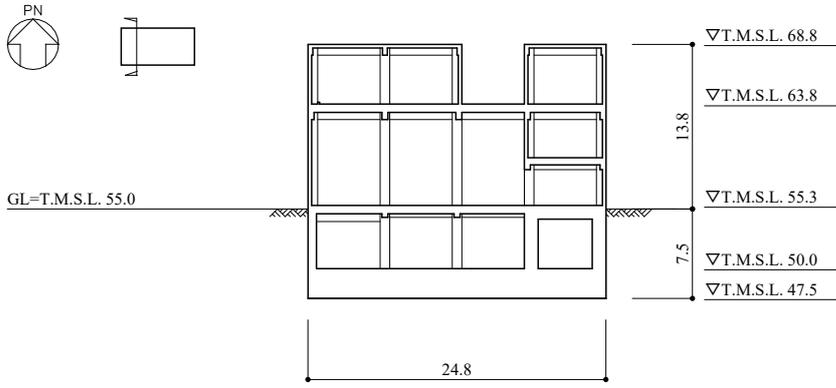
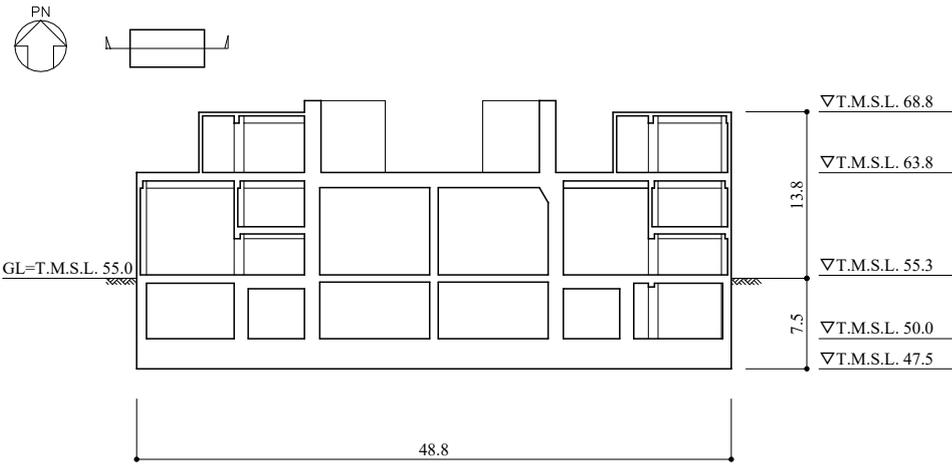
非常用電源建屋は、「5. 機能設計」で設定している設計方針を踏まえ、以下の構造とする。

非常用電源建屋は、地下1階、地上2階建で、主体構造は鉄筋コンクリート造である。平面規模は主要部分で24.80m(NS)×48.80m(EW)であり、建屋の高さは基礎スラブ下端から21.30mである。

非常用電源建屋の主要耐震要素は、鉄筋コンクリート造の外壁及び一部の内壁である。また、基礎スラブはマンメイドロックを介して岩盤に設置されている。

非常用電源建屋の構造計画を第6.-10表に示す。

第6.-10表 非常用電源建屋の構造計画

| | | |
|--|---|-------------------------------|
| 施設名称 | 非常用電源建屋 | |
| <p>【位置】 非常用電源建屋は、屋外に設置する設計としている。</p> | | |
| 計画の概要 | 主要構造 | 鉄筋コンクリート造である。 |
| | 支持構造 | 基礎スラブはマンメイドロックを介して岩盤に設置されている。 |
| 説明図 |  <p>(a) NS 方向 (単位：m)</p> | |
| |  <p>(b) EW 方向 (単位：m)</p> <p>非常用電源建屋 概略断面図</p> | |

(2) 屋外の降下火砕物防護対象施設

a. 前処理建屋の構造概要

前処理建屋は、「5. 機能設計」で設定している設計方針を踏まえ、以下の構造とする。

前処理建屋は、地下4階、地上5階建で、主体構造は鉄筋コンクリート造（一部鉄骨鉄筋コンクリート造及び鉄骨造）である。平面規模は主要部分で■■■■m(NS)×■■■■m(EW)であり、建屋の高さは基礎スラブ下端から■■■■mである。

前処理建屋の主要耐震要素は、鉄筋コンクリート造のセル壁及び外壁、一部の内壁である。また、基礎スラブはマンメイドロックを介して岩盤に設置されている。

前処理建屋の構造計画を第6.-11表に示す。

第6.-11表 前処理建屋の構造計画

| | | |
|--|-------|-----------------------------------|
| 施設名称 | 前処理建屋 | |
| <p>【位置】 前処理建屋は、屋外に設置する設計としている。</p> | | |
| 計画の概要 | 主要構造 | 鉄筋コンクリート造（一部鉄骨鉄筋コンクリート造及び鉄骨造）である。 |
| | 支持構造 | 基礎スラブはマンメイドロックを介して岩盤に設置されている。 |
| 説明図 | | |
| | | |

b. 分離建屋の構造概要

分離建屋は、「5. 機能設計」で設定している設計方針を踏まえ、以下の構造とする。

分離建屋は、地下3階、地上4階建で、主体構造は鉄筋コンクリート造である。平面規模は主要部分で■■■■m(NS)×■■■■m(EW)であり、建屋の高さは基礎スラブ下端から■■■■mである。

分離建屋の主要耐震要素は、鉄筋コンクリート造のセル壁及び外壁、一部の内壁である。また、基礎スラブはマンメイドロックを介して岩盤に設置されている。

分離建屋の構造計画を第6. -12表に示す。

第6. -12表 分離建屋の構造計画

| | | |
|--|---|-------------------------------|
| 施設名称 | 分離建屋 | |
| <p>【位置】 分離建屋は、屋外に設置する設計としている。</p> | | |
| 計画の概要 | 主要構造 | 鉄筋コンクリート造である。 |
| | 支持構造 | 基礎スラブはマンメイドロックを介して岩盤に設置されている。 |
| 説明図 | | |
| | <p>(a) NS 方向 (単位：m)</p> <p>(b) EW 方向 (単位：m)</p> <p>分離建屋 概略断面図</p> | |

c. 精製建屋の構造概要

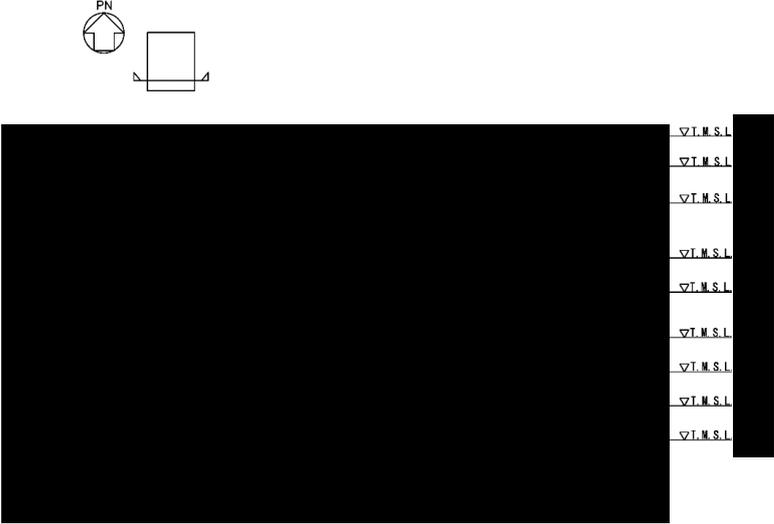
精製建屋は、「5. 機能設計」で設定している設計方針を踏まえ、以下の構造とする。

精製建屋は、地下3階、地上6階建で、主体構造は鉄筋コンクリート造である。平面規模は主要部分で■■■■m(NS)×■■■■m(EW)であり、建屋の高さは基礎スラブ下端から■■■■mである。

精製建屋の主要耐震要素は、鉄筋コンクリート造のセル壁、外壁及び一部の内壁である。また、基礎スラブはマンメイドロックを介して岩盤に設置されている。

精製建屋の構造計画を第6.-13表に示す。

第6.-13表 精製建屋の構造計画

| | | |
|---------------------------------------|--|-------------------------------|
| 施設名称 | 精製建屋 | |
| <p>【位置】 精製建屋は、屋外に設置する設計としている。</p> | | |
| 計画の概要 | 主要構造 | 鉄筋コンクリート造である。 |
| | 支持構造 | 基礎スラブはマンメイドロックを介して岩盤に設置されている。 |
| 説明図 |  | |
| | <p>(a) NS 方向 (単位：m)</p>  <p>(b) EW 方向 (単位：m)</p> <p>精製建屋 概略断面図</p> | |

d. ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の構造概要

ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋は、「5. 機能設計」で設定している設計方針を踏まえ、以下の構造とする。

ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋は、地下2階、地上2階建で、主体構造は鉄筋コンクリート造である。平面規模は主要部分で68.85m(NS)×56.85m(EW)であり、建屋の高さは基礎スラブ下端から34.50mである。

ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の主要耐震要素は、鉄筋コンクリート造のセル壁及び外壁、一部の内壁である。また、基礎スラブはマンメイドロックを介して岩盤に設置されている。

ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の構造計画を第6.-14表に示す。

第6.-14表 ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の構造計画

| | | |
|--|---|-------------------------------|
| 施設名称 | ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋 | |
| <p>【位置】</p> <p>ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋は，屋外に設置する設計としている。</p> | | |
| 計画の概要 | 主要構造 | 鉄筋コンクリート造である。 |
| | 支持構造 | 基礎スラブはマンメイドロックを介して岩盤に設置されている。 |
| 説明図 | <p>(a) NS 方向 (単位：m)</p> | |
| | <p>(b) EW 方向 (単位：m)</p> <p>ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋 概略断面図</p> | |

e. 高レベル廃液ガラス固化建屋の構造概要

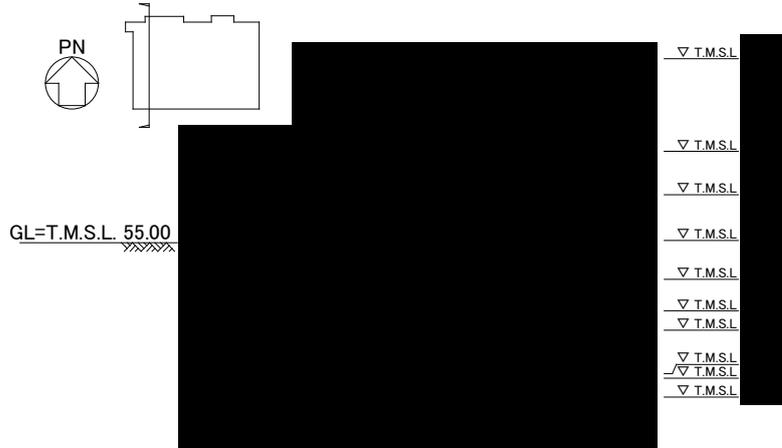
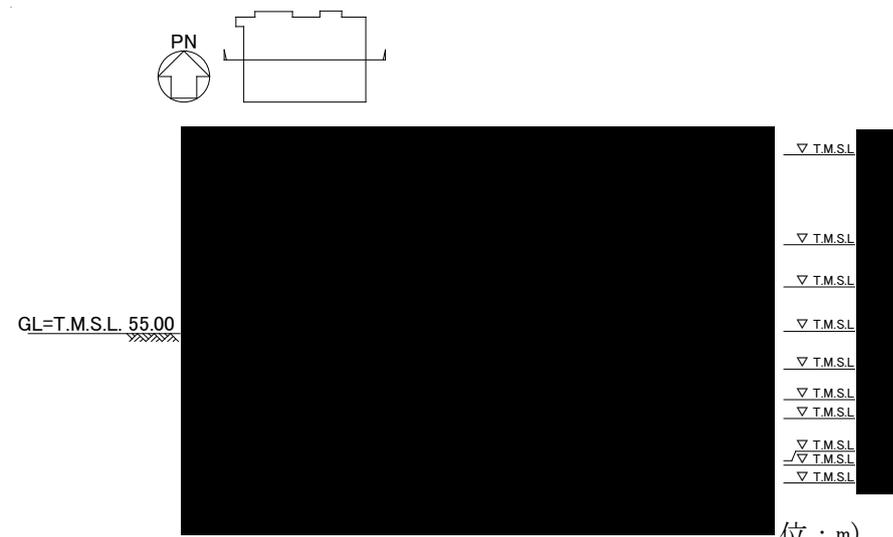
高レベル廃液ガラス固化建屋は、「5. 機能設計」で設定している設計方針を踏まえ、以下の構造とする。

高レベル廃液ガラス固化建屋は、地下4階、地上2階建で、主体構造は鉄筋コンクリート造（一部鉄骨鉄筋コンクリート造及び鉄骨造）で、一部に冷却空気出口シャフト（以下「シャフト部」という。）を有する。平面規模は主要部分で■■■■m(NS)×■■■■m(EW)であり、建屋の高さは基礎スラブ下端からシャフト部の頂部で■■■■mである。

高レベル廃液ガラス固化建屋の主要耐震要素は、鉄筋コンクリート造のセル壁及び外壁、一部の内壁である。また、基礎スラブはマンメイドロックを介して岩盤に設置されている。

高レベル廃液ガラス固化建屋の構造計画を第6.-15表に示す。

第6.-15表 高レベル廃液ガラス固化建屋の構造計画

| | | |
|---|---|-----------------------------------|
| 施設名称 | 高レベル廃液ガラス固化建屋 | |
| <p>【位置】</p> <p>高レベル廃液ガラス固化建屋は、屋外に設置する設計としている。</p> | | |
| 計画の概要 | 主要構造 | 鉄筋コンクリート造（一部鉄骨鉄筋コンクリート造及び鉄骨造）である。 |
| | 支持構造 | 基礎スラブはマンメイドロックを介して岩盤に設置されている。 |
| 説明図 |  | |
| | <p>(a) NS 方向</p>  <p>(b) EW 方向</p> <p>位：m)</p> <p>高レベル廃液ガラス固化建屋 概略断面図</p> | |

f. 安全冷却水系冷却塔A, Bの構造概要

安全冷却水系冷却塔A, Bは, 「5. 機能設計」で設定している設計方針を踏まえ, 以下の構造とする。

安全冷却水系冷却塔A, Bは, ルーバ, 管束, ファン駆動部, 支持架構及び遮熱板から構成される複合構造物である。

このうち, 冷却機能の維持に必要な機器は, 冷却水の流路であり耐圧部である管束, 冷却のために空気を送風するファン駆動部及びこれらを支持する支持架構である。

管束は, 伝熱管(フィンチューブ), ヘッダーとこれらを支持するチューブサポート及び管束フレームにより構成されており, 管束フレームは, 管束取付ボルトで支持架構の床はりに固定される。

ファン駆動部は, ファンブレード, ファンリング, 原動機(端子箱含む)及び減速機により構成される。ファンリング, 原動機及び減速機は, 機器ごとの取付ボルトで支持架構に固定される。

支持架構は, 柱材, はり材及びブレースにより構成されるラーメン・トラス構造であり, 溶接又はボルトにより接合される鉄骨構造物であり, 柱脚部は基礎ボルトにより基礎コンクリートに固定される。

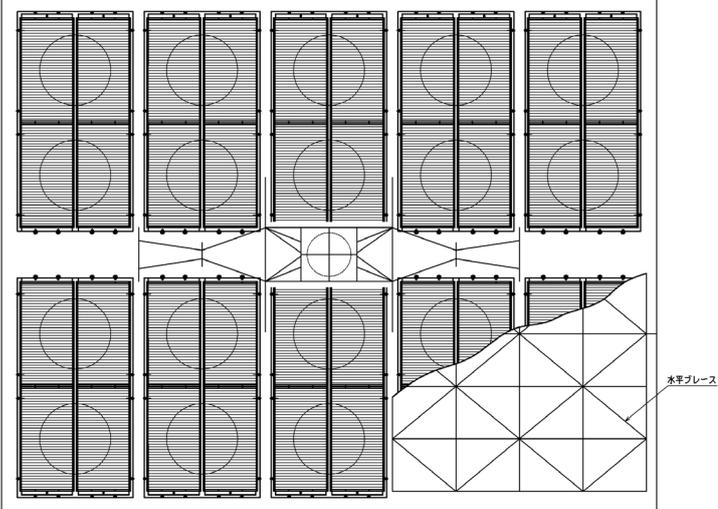
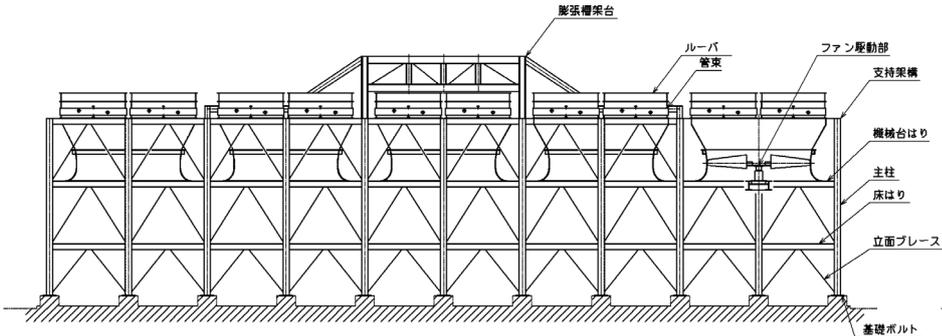
冷却塔の機能維持に必要な付属品である端子箱は, ファン駆動部の原動機にボルトで結合する。また, 作用する荷重については, 各機器取付ボルトを介して接続する支持架構に伝達し, 基礎ボルトを介して基礎に伝達する構造とする。

遮熱板は遮熱板と遮熱板取付ボルトにより構成されている。

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, ルーバ取付ボルトにより構成される。

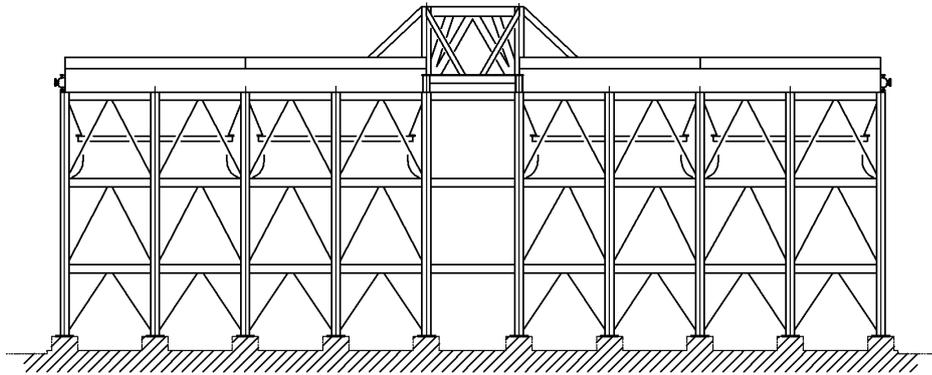
安全冷却水系冷却塔A, Bは, 想定する降下火砕物による磨耗に対し, 冷却空気を上方に流すこと及びファン駆動部の原動機及び減速機を開口部がない全閉構造とすることで摺動部に降下火砕物が侵入し難い構造とする。また, 摺動部に磨耗し難い材料を使用することで磨耗し難い設計とする。安全冷却水系冷却塔A, Bの構造計画を第6.-16表に示す。

第6. -16表 安全冷却水系冷却塔A, Bの構造計画

| | | |
|---|---|--------------------------------|
| 施設名称 | 安全冷却水系冷却塔A, B | |
| <p>【位置】 安全冷却水系冷却塔A, Bは, 屋外に設置する設計としている。</p> | | |
| 計画の概要 | 主要構造 | 鋼製の支持架構に管束, ファン駆動部等を固定する構造とする。 |
| | 支持構造 | コンクリート基礎に基礎ボルトで固定する。 |
| 説明図 |  <p style="text-align: center;">平面図</p> | |
| | <p style="text-align: center;">(a) 上面図</p>  <p style="text-align: center;">正面図</p> <p style="text-align: center;">(b) 側面図(長辺方向)</p> | |

施設名称

安全冷却水系冷却塔A, B



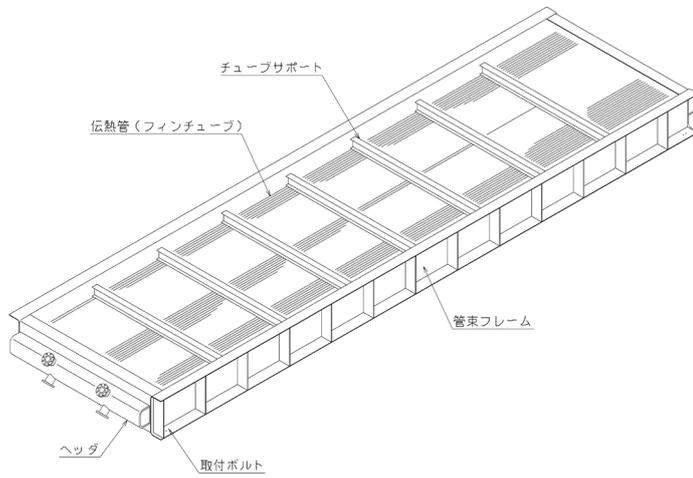
Z (高さ方向)
↑
(座標系) → Y (短辺方向)

側面図

(c)側面図(短辺方向)

安全冷却水系冷却塔A, B 概要図

説明図

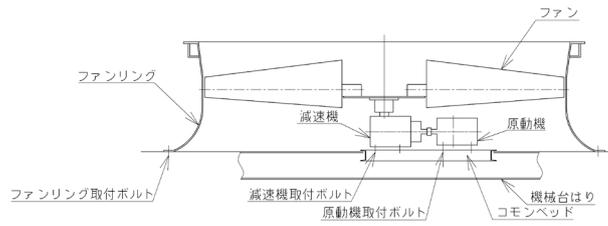
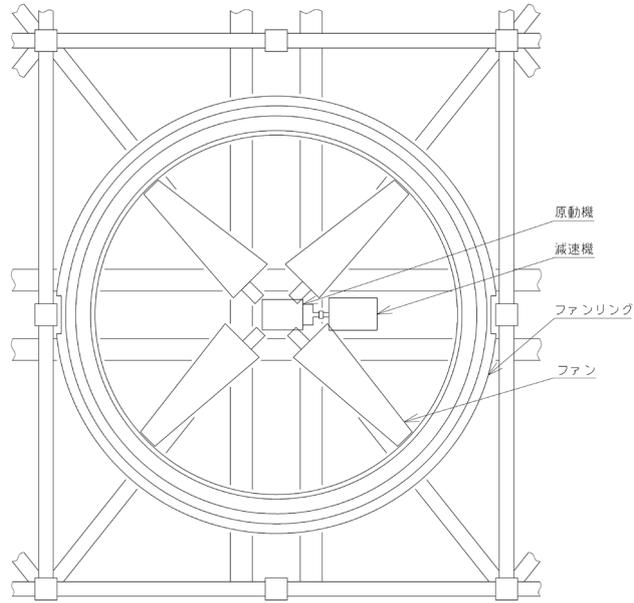


管束概要図

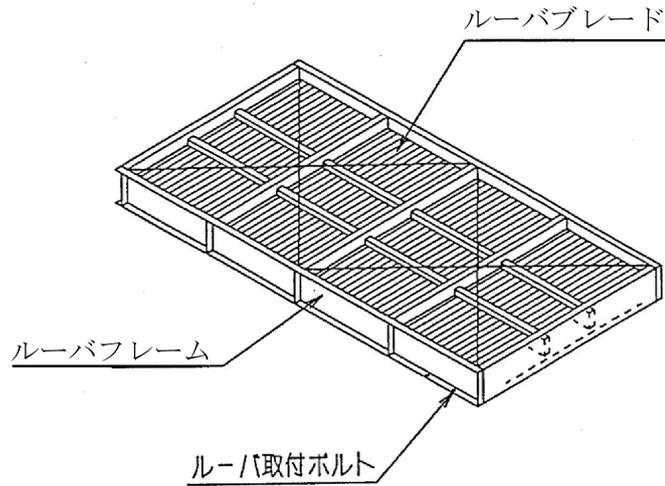
施設名称

安全冷却水系冷却塔A, B

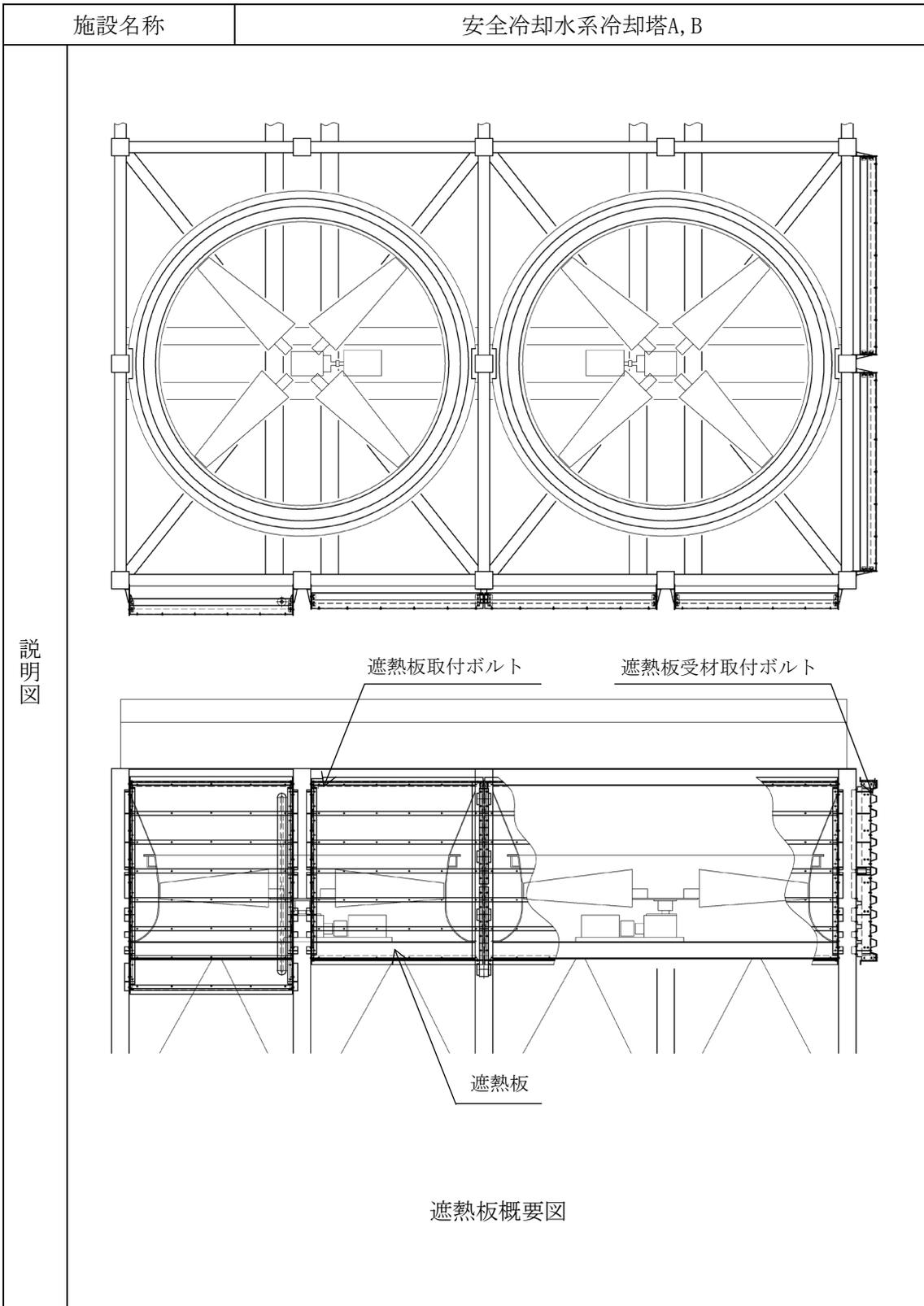
説明図



ファン駆動部概要図



ルーバ概要図



g. 安全冷却水A,B冷却塔の構造概要

安全冷却水A,B冷却塔は、「5. 機能設計」で設定している設計方針を踏まえ、以下の構造とする。

安全冷却水A,B冷却塔は、ルーバ、管束、ファン駆動部、支持架構及び遮熱板から構成される複合構造物であり、冬期運転側ベイと冬期休止側ベイが存在する。このうち、冷却機能の維持に必要な機器は、

管束は、

ファン駆動部は、

支持架構は、

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、ルーバ取付ボルトにより構成される。

作用する荷重については、

基礎に伝達する構造とする。

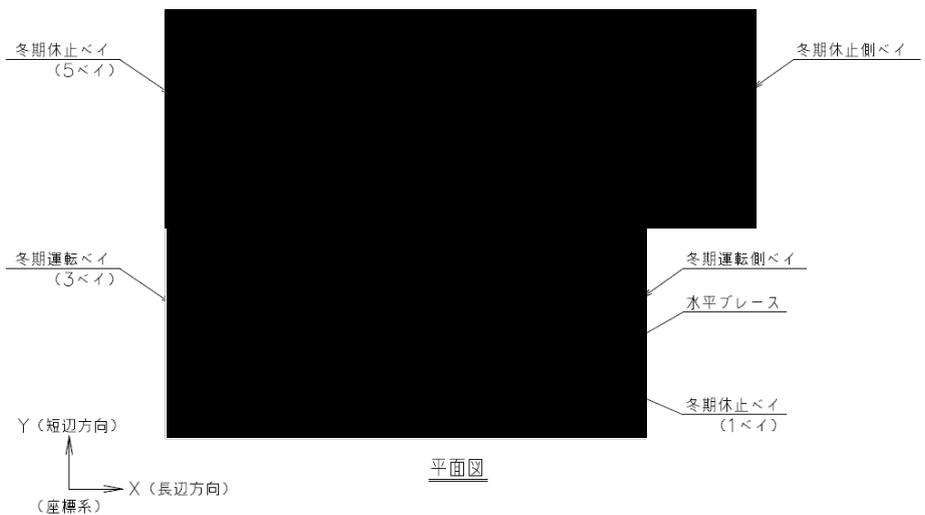
安全冷却水A,B冷却塔は、想定する降下火砕物による磨耗に対し、

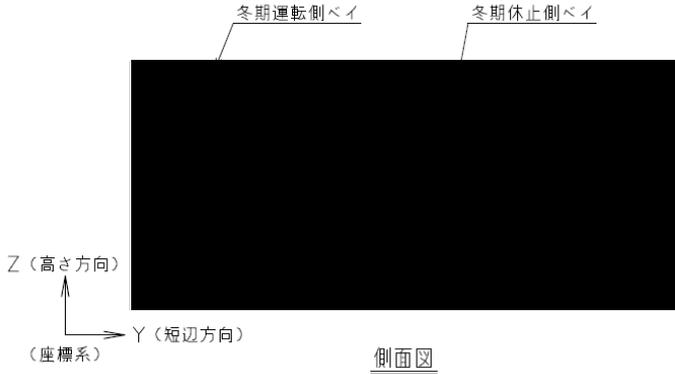
とする。また、

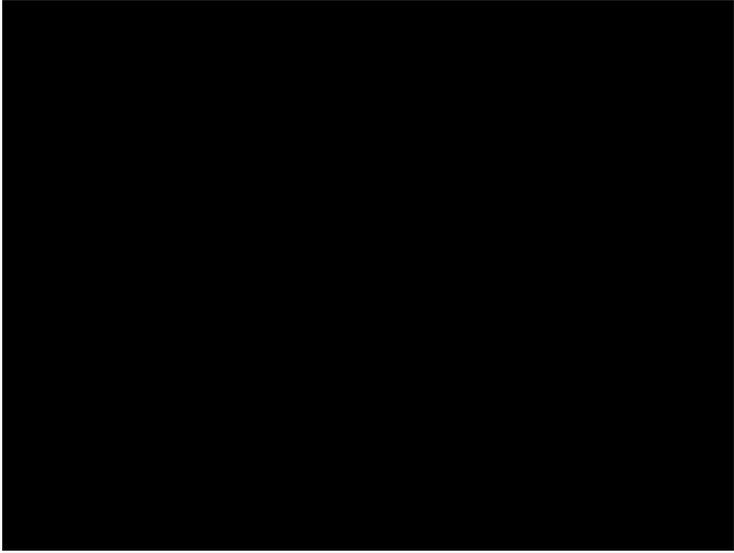
磨耗し難い設計とする。

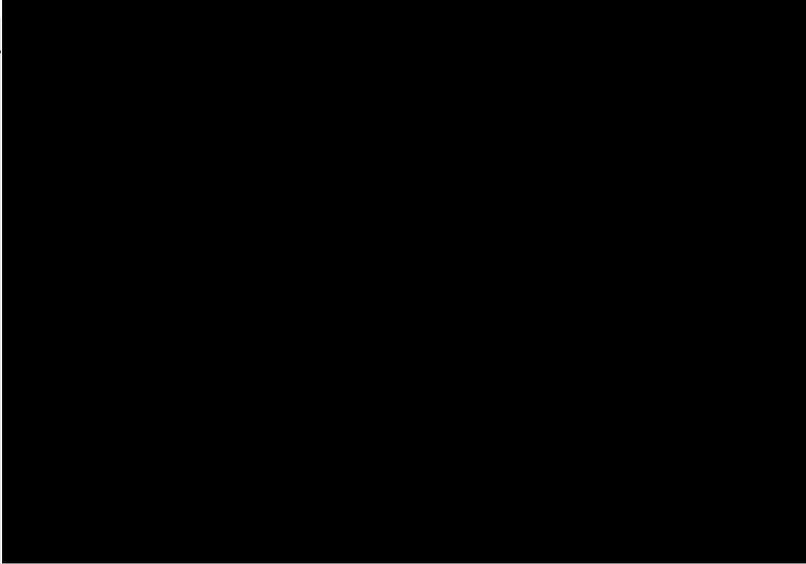
安全冷却水A,B冷却塔の構造計画を第6. -17表に示す。

第6.-17表 安全冷却水A,B冷却塔の構造計画

| | | |
|--------------------------------------|---|-------------------------------|
| 施設名称 | 安全冷却水A,B冷却塔 | |
| <p>【位置】 冷却塔は、屋外に設置する設計としている。</p> | | |
| 計画の概要 | 主要構造 | 鋼製の支持架構に管束、ファン駆動部等を固定する構造とする。 |
| | 支持構造 | コンクリート基礎に基礎ボルトで固定する。 |
| 説明図 |  <p>(a) 上面図</p> | |
| |  <p>(b) 側面図(長辺方向)</p> | |

| 施設名称 | 安全冷却水A, B冷却塔 |
|------|--|
| 説明図 | <div style="text-align: center;">  <p>冬期運転側ベイ 冬期休止側ベイ</p> <p>Z (高さ方向) ↑ (座標系) Y (短辺方向) →</p> <p><u>側面図</u></p> <p>(c) 側面図(短辺方向)</p> <p>安全冷却水A, B冷却塔 概要図</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>ヘッダー</p> <p>管束概要図</p> </div> |

| | |
|------|--|
| 施設名称 | 安全冷却水A, B冷却塔 |
| 説明図 |  <p data-bbox="448 999 517 1025">減速機</p> <p data-bbox="938 909 1086 936">ファンブレード</p> <p data-bbox="1078 976 1166 1003">ファンリング</p> <p data-bbox="1078 1021 1102 1048">機</p> <p data-bbox="1078 1066 1321 1093">ファンリングサポート</p> <p data-bbox="363 1178 1086 1205">ファンリングサポート取付ボルト 減速機取付ボルト 原動機取付ボルト</p> |
| | <p data-bbox="711 1245 959 1272">ファン駆動部概要図</p> <p data-bbox="355 1391 440 1417">ルーバ</p>  <p data-bbox="751 1877 919 1904">ルーバ概要図</p> |

| | |
|------|---|
| 施設名称 | 安全冷却水A, B冷却塔 |
| 説明図 | <p data-bbox="325 405 416 439">遮熱板</p>  |
| | <p data-bbox="1034 987 1257 1021">遮熱板取付ボルト</p>  <p data-bbox="746 1487 922 1520">遮熱板概要図</p> |

h. 冷却塔A, Bの構造概要

冷却塔A, Bは, 「5. 機能設計」で設定している設計方針を踏まえ, 以下の構造とする。

冷却塔A, Bは, ルーバ, 管束, ファン駆動部, 支持架構及び遮熱板から構成される複合構造物である。

このうち, 冷却機能の維持に必要な機器は, 冷却水の流路であり耐圧部である管束, 冷却のために空気を送風するファン駆動部及びこれらを支持する支持架構である。

管束は, 伝熱管(フィンチューブ), ヘッダーとこれらを支持するチューブサポート及び管束フレームにより構成されており, 管束フレームは, 管束取付ボルトで支持架構の床はりに固定される。

ファン駆動部は, ファンブレード, ファンリング(ファンリングサポート含む), 原動機(端子箱含む)及び減速機により構成される。ファンリング, 原動機及び減速機は, 機器ごとの取付ボルトで支持架構に固定される。

支持架構は, 柱材, はり材及びブレースにより構成されるラーメン・トラス構造であり, 溶接又はボルトにより接合される鉄骨構造物であり, 柱脚部は基礎ボルトにより基礎コンクリートに固定される。

冷却塔の機能維持に必要な付属品である端子箱は, ファン駆動部の原動機にボルトで結合する。また, 作用する荷重については, 各機器取付ボルトを介して接続する支持架構に伝達し, 基礎ボルトを介して基礎に伝達する構造とする。

遮熱板は遮熱板と遮熱板取付ボルトにより構成されている。

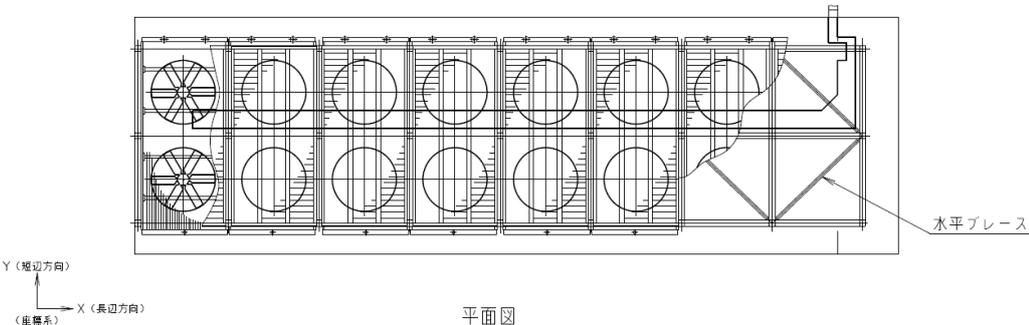
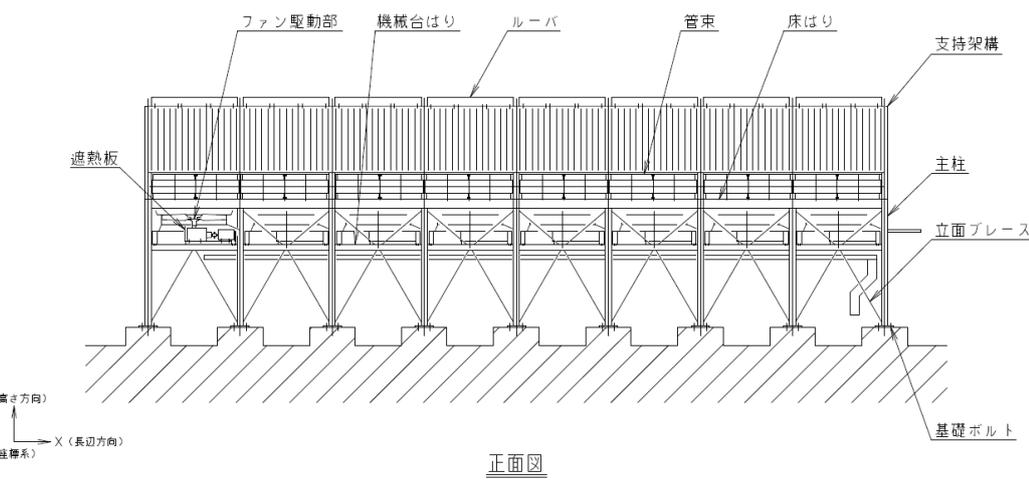
ルーバはルーバフレーム, ルーバブレード, ブレードシャフト, ルーバ取付ボルトにより構成される。

作用する荷重については, 各機器取付ボルトを介して接続する支持架構に伝達し, 支持架構から基礎ボルトを介して基礎に伝達する構造とする。

冷却塔A, Bは, 想定する降下火砕物による磨耗に対し, 冷却空気を上方に流すこと及びファン駆動部の原動機及び減速機を開口部がない全閉構造とすることで摺動部に降下火砕物が侵入し難い構造とする。また, 摺動部に磨耗し難い材料を使用することで磨耗し難い設計とする。

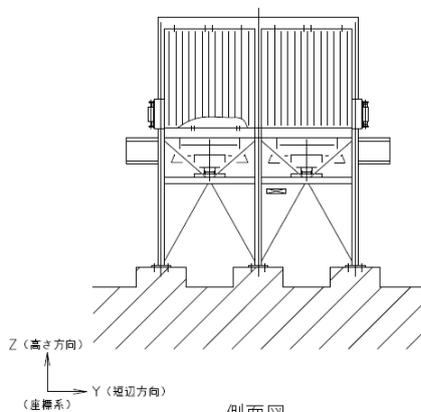
冷却塔A, Bの構造計画を第6. -18表に示す。

第6.-18表 冷却塔A,Bの構造計画

| | | |
|---|---|-------------------------------|
| 施設名称 | 冷却塔A,B | |
| <p>【位置】 冷却塔A,Bは、屋外に設置する設計としている。</p> | | |
| 計画の概要 | 主要構造 | 鋼製の支持架構に管束、ファン駆動部等を固定する構造とする。 |
| | 支持構造 | コンクリート基礎に基礎ボルトで固定する。 |
| 説明図 |  <p style="text-align: center;">平面図</p> | |
| | <p style="text-align: center;">(a) 上面図</p>  <p style="text-align: center;">正面図</p> <p style="text-align: center;">(b) 側面図(長辺方向)</p> | |

施設名称

冷却塔A, B

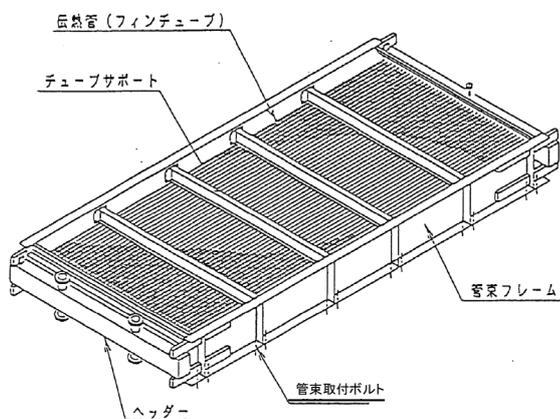


側面図

(c) 側面図(短辺方向)

冷却塔A, B 概要図

説明図

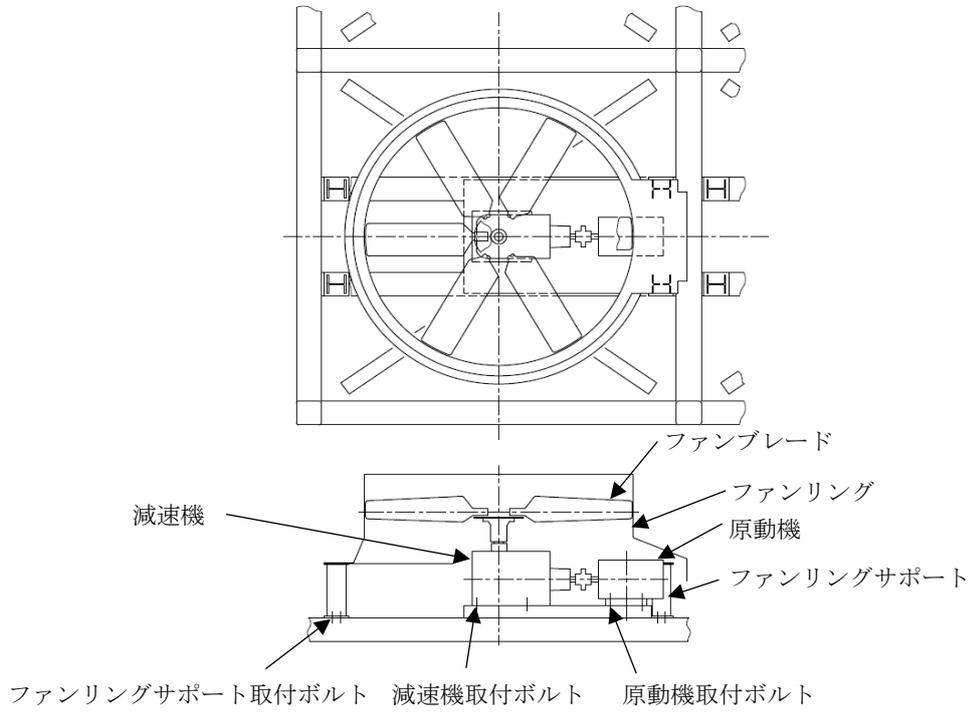


管束概要図

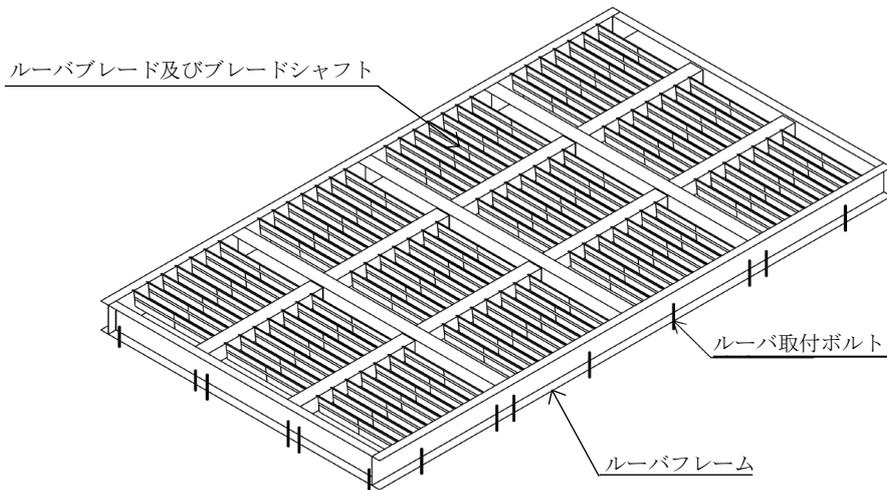
施設名称

冷却塔A, B

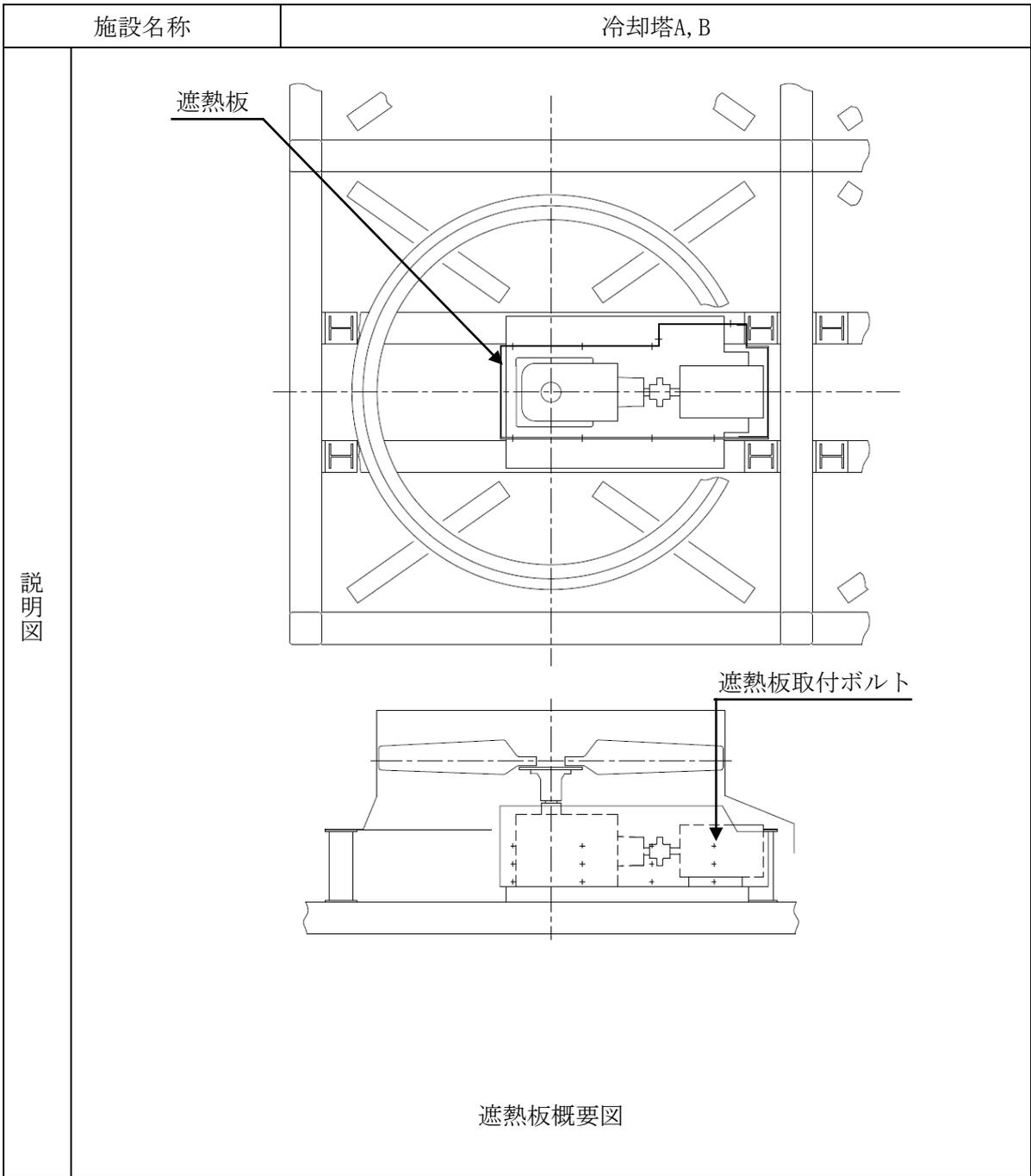
説明図



ファン駆動部概要図



ルーバ概要図



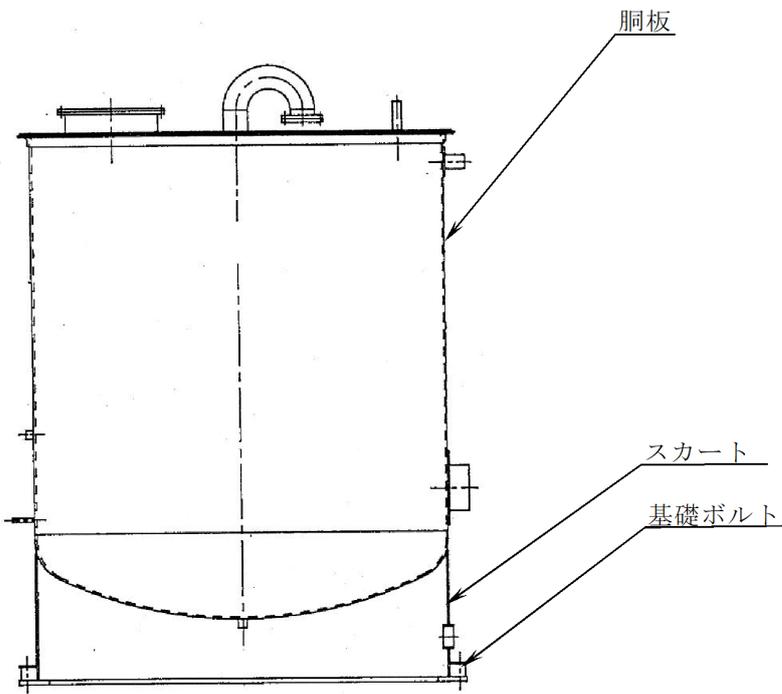
i. 安全冷却水系膨張槽A, Bの構造概要

安全冷却水系膨張槽A, Bは, 「5. 機能設計」で設定している設計方針を踏まえ, 以下の構造とする。

安全冷却水系膨張槽A, Bは, 鋼製の板を主体構造とし, 支持構造物により安全冷却水系冷却塔A, B支持架構から支持する構造とする。また, 作用する荷重については, 容器本体に作用する構造とする。安全冷却水系膨張槽A, Bは, 安全冷却水系冷却塔A, B上部に設置する。

安全冷却水系膨張槽A, Bの構造計画を第6. -19表に示す。

第6.-19表 安全冷却水系膨張槽A, Bの構造計画

| | | |
|--|---|---|
| 施設名称 | 安全冷却水系膨張槽A, B | |
| <p>【位置】</p> <p>安全冷却水系膨張槽A, Bは, 屋外に設置する設計としている。</p> | | |
| 計画の概要 | 主要構造 | 鋼製の板で構成する。 |
| | 支持構造 | 安全冷却水系膨張槽A, Bは支持構造物により, 冷却塔本体の支持架構から支持する。 |
| 説明図 |  | |
| | <p>安全冷却水系膨張槽A, Bの概要図</p> | |

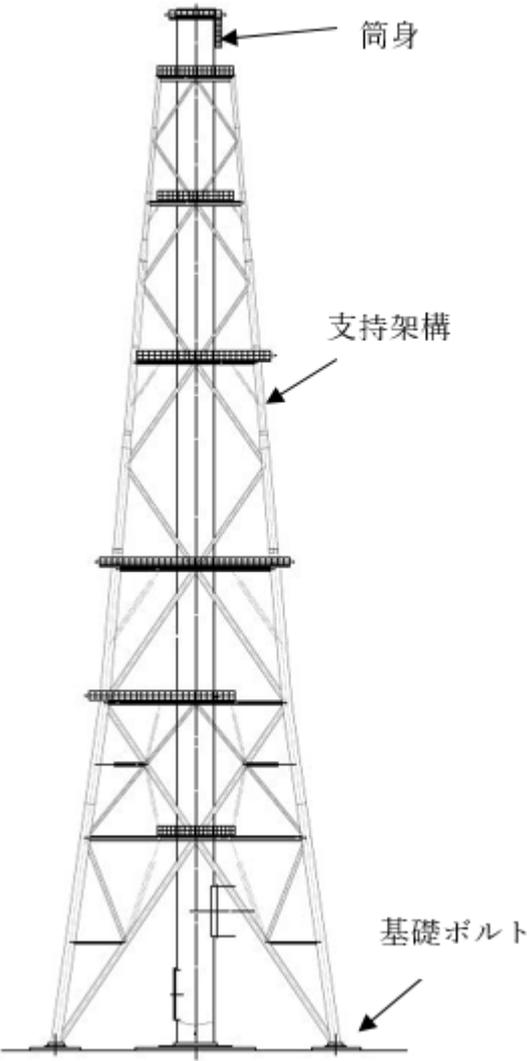
j. 主排気筒の構造概要

主排気筒は、「5. 機能設計」で設定している設計方針を踏まえ、以下の構造とする。

主排気筒の筒身は、鋼管を主体構造とし、筒身を支持する支持架構にサポートで支持する構造とする。また、作用する荷重については、筒身及び支持架構を介して基礎ボルトに伝達する構造とする。

主排気筒の構造計画を第6. -20表に示す。

第6.-20表 主排気筒の構造計画

| | | |
|---------------------------------------|--|------------------------------|
| 施設名称 | 主排気筒 | |
| <p>【位置】 主排気筒は、屋外に設置する設計としている。</p> | | |
| 計画の概要 | 主要構造 | 鋼管を主体構造とする筒身を支持架構で支持する構造とする。 |
| | 支持構造 | コンクリート基礎に基礎ボルトで固定する。 |
| 説明図 |  <p style="text-align: center;">主排気筒概要図</p> | |

(3) 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

a. 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, B)の構造概要

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, B)は, 「5. 機能設計」で設定している設計方針を踏まえ, 以下の構造とする。

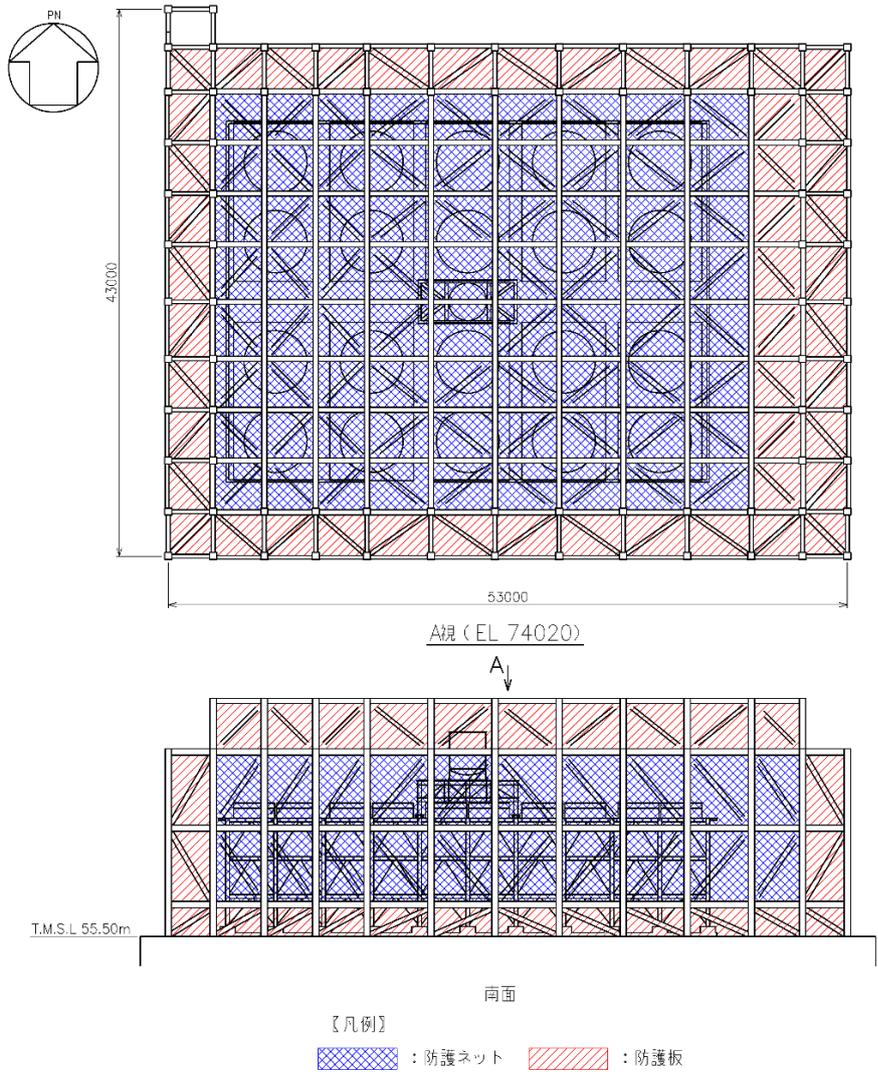
飛来物防護ネット(使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設用 安全冷却水系冷却塔A, B)は, 降下火砕物防護対象施設を竜巻による飛来物から防護するための設備であり, 防護ネット, 防護板とそれらを支える支持架構によって構成される。

支持架構は, 柱, はり及びブレースによって構成されるラーメン・トラス構造で溶接又はボルトにより接合される鉄骨構造物であり, 杭基礎を介して支持地盤である鷹架層に支持される構造とする。

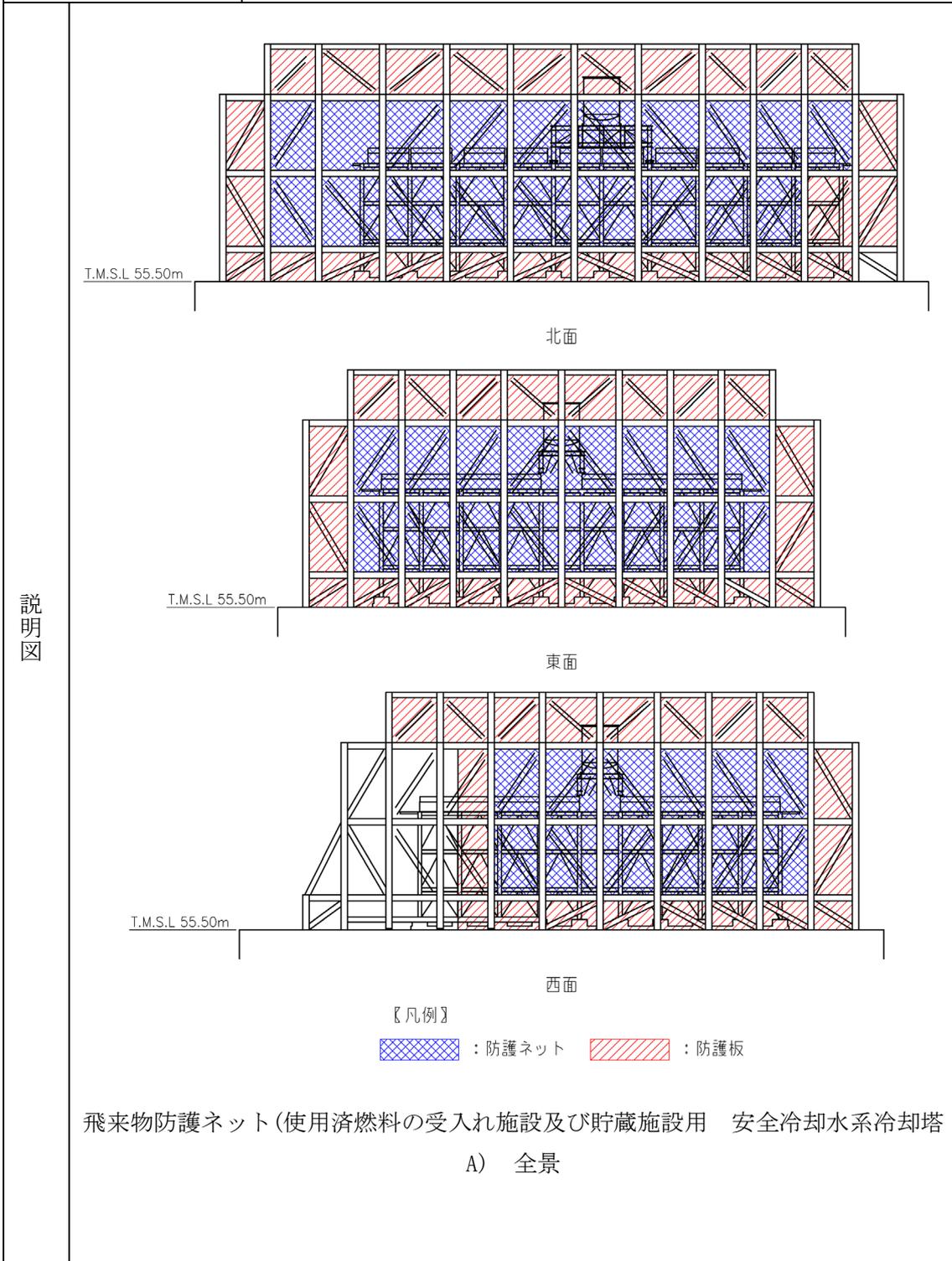
また, 作用する荷重については, 防護ネット及び防護板(鋼材)を介して接続する支持架構に伝達し, 支持架構から基礎に伝達する構造とする。

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, B)の構造計画を第6.-21表に示す。

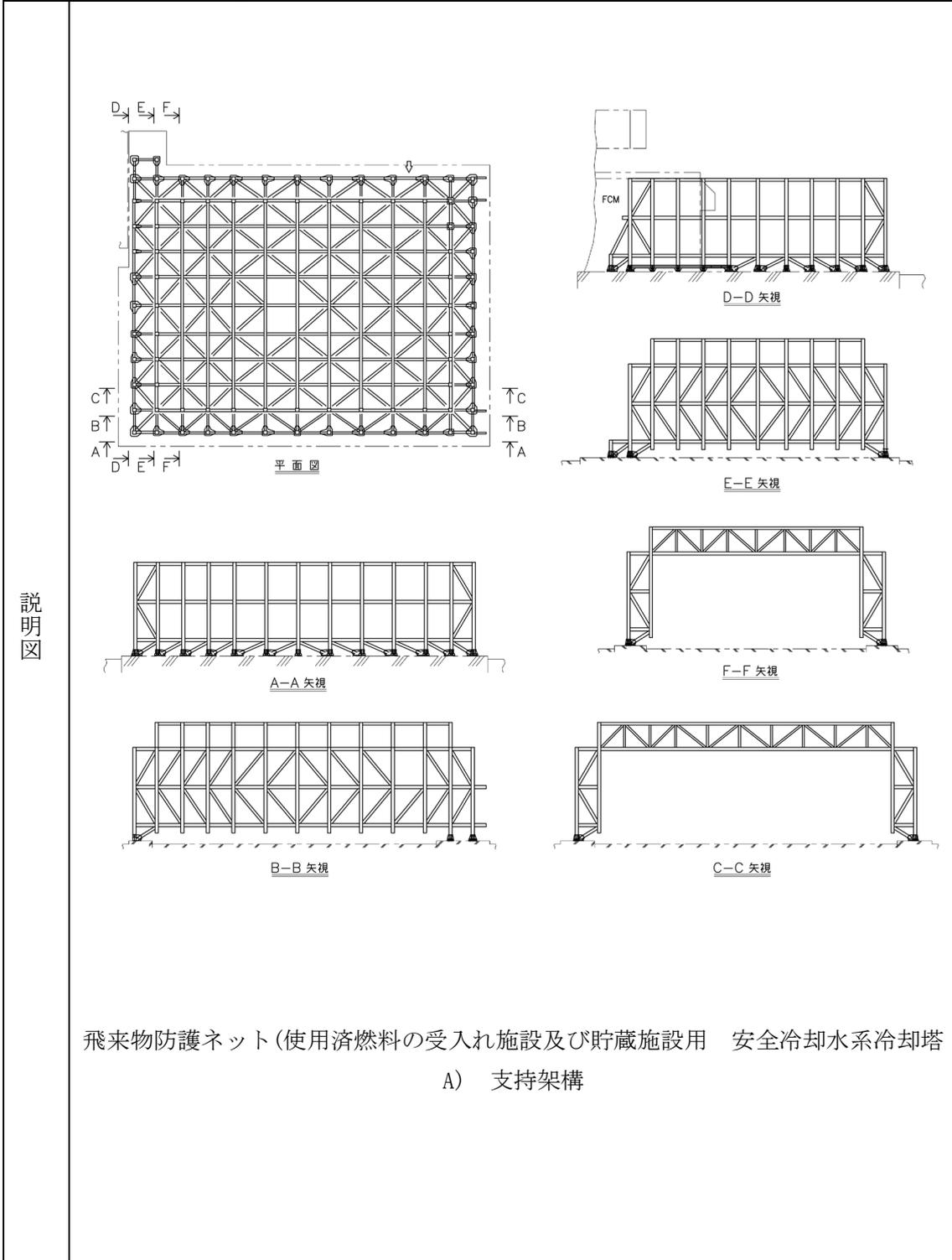
第6. -21表 飛来物防護ネット(使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設用 安全冷却水系冷却塔A, B)の構造計画

| | | |
|---|---|--------------------------------------|
| <p>施設名称</p> | <p>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, B)</p> | |
| <p>【位置】 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, B)は、屋外に設置する設計としている。</p> | | |
| <p>計画の概要</p> | <p>主要構造</p> | <p>鋼製の支持架構に防護ネット，防護板等を固定する構造とする。</p> |
| | <p>支持構造</p> | <p>杭基礎を介して支持地盤である鷹架層に支持される構造とする。</p> |
| <p>説明図</p> |  <p>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) 全景</p> | |

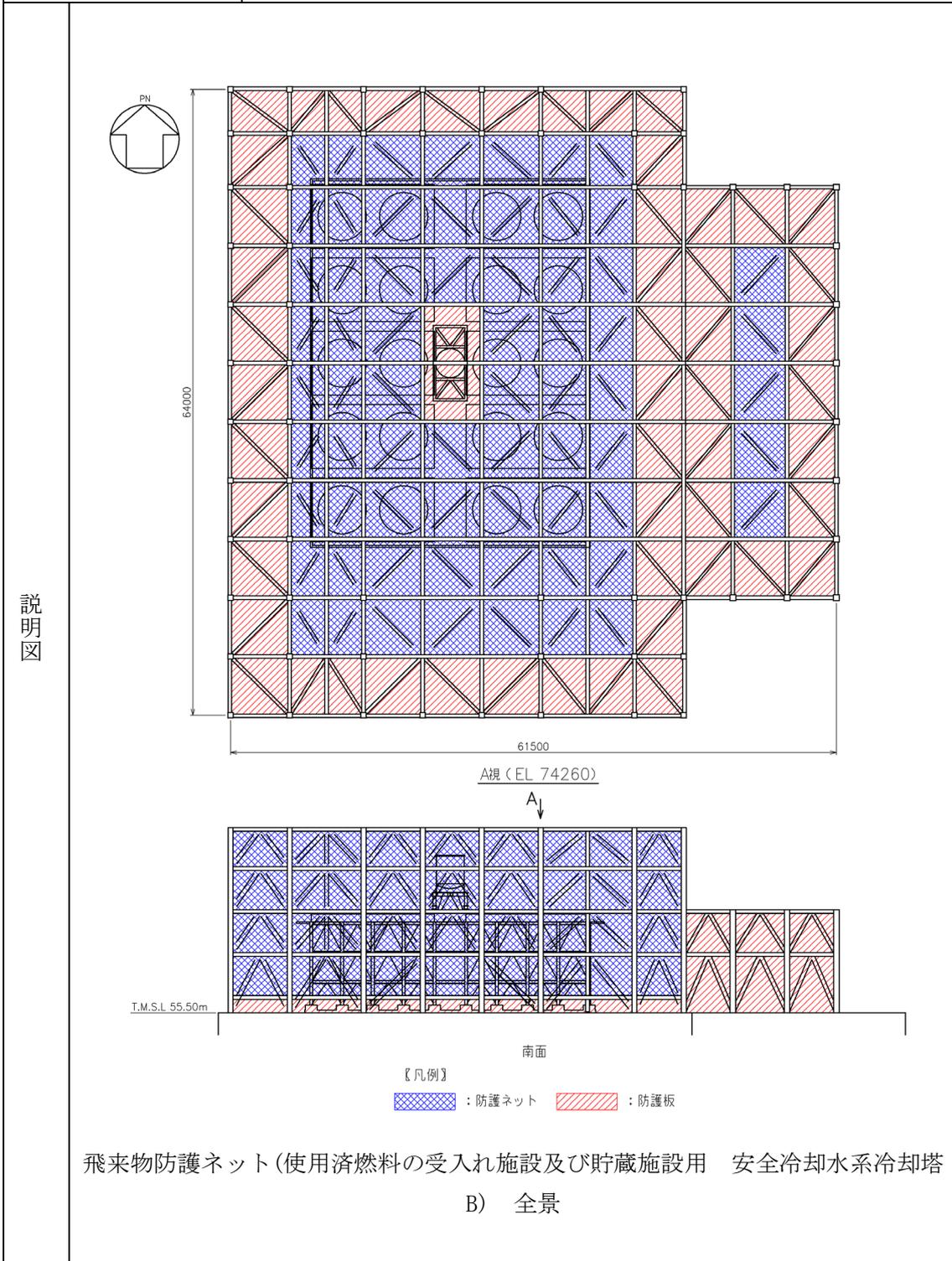
| | |
|------|--|
| 施設名称 | 飛来物防護ネット(使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設用 安全冷却水系冷却塔A, B) |
|------|--|



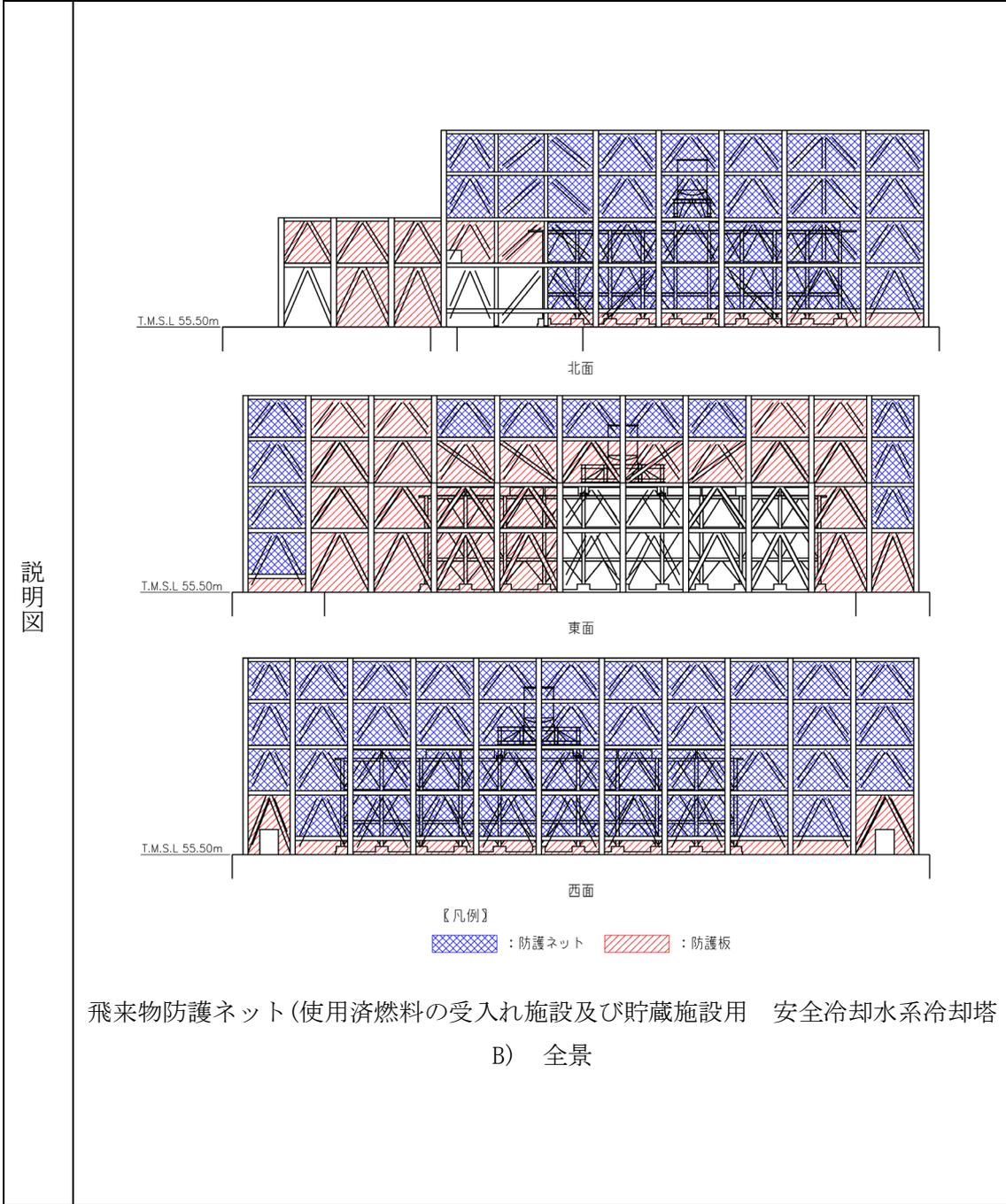
| | |
|------|--|
| 施設名称 | 飛来物防護ネット(使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設用 安全冷却水系冷却塔A, B) |
|------|--|



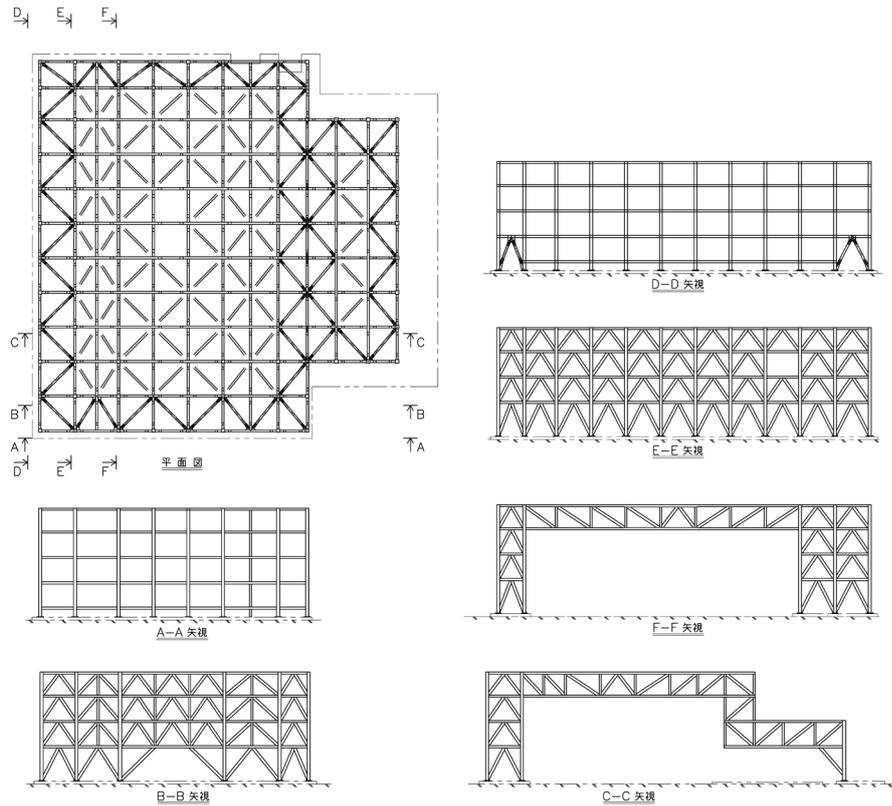
| | |
|------|--|
| 施設名称 | 飛来物防護ネット(使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設用 安全冷却水系冷却塔A, B) |
|------|--|



| | |
|------|--|
| 施設名称 | 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, B) |
|------|--|



| | |
|------|--|
| 施設名称 | 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, B) |
|------|--|



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) 支持架構

b. 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,B)の構造概要

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,B)は、「5. 機能設計」で設定している設計方針を踏まえ、以下の構造とする。

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A,B)は、降下火砕物防護対象施設を竜巻による飛来物から防護するための設備であり、防護ネット、防護板とそれらを支える支持架構によって構成される。

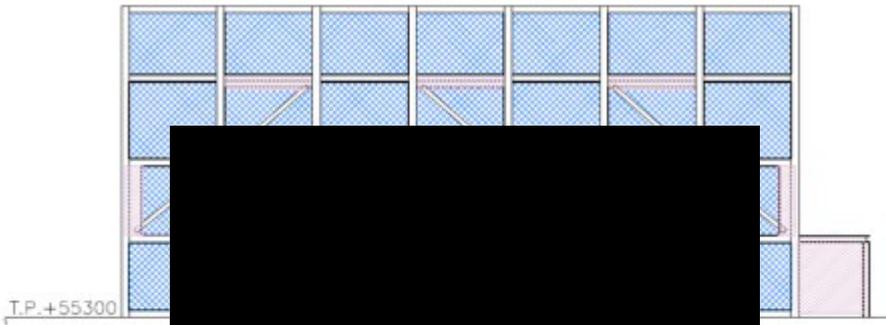
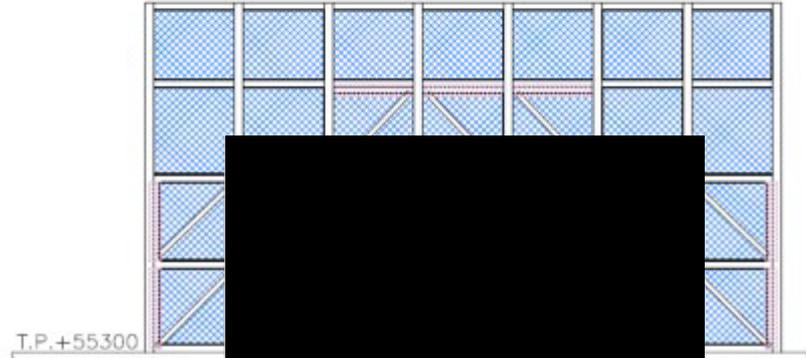
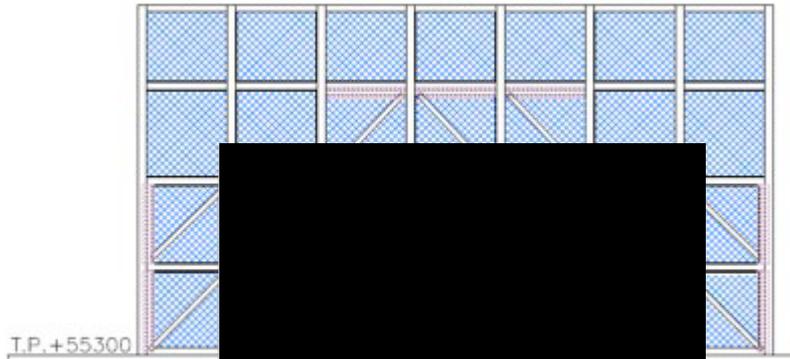
支持架構は、柱、はり及びブレースによって構成されるラーメン・トラス構造で溶接又はボルトにより接合される鉄骨構造物であり、杭基礎を介して支持地盤である鷹架層に支持される構造とする。

また、作用する荷重については、防護ネット及び防護板(鋼材)を介して接続する支持架構に伝達し、支持架構から基礎に伝達する構造とする。

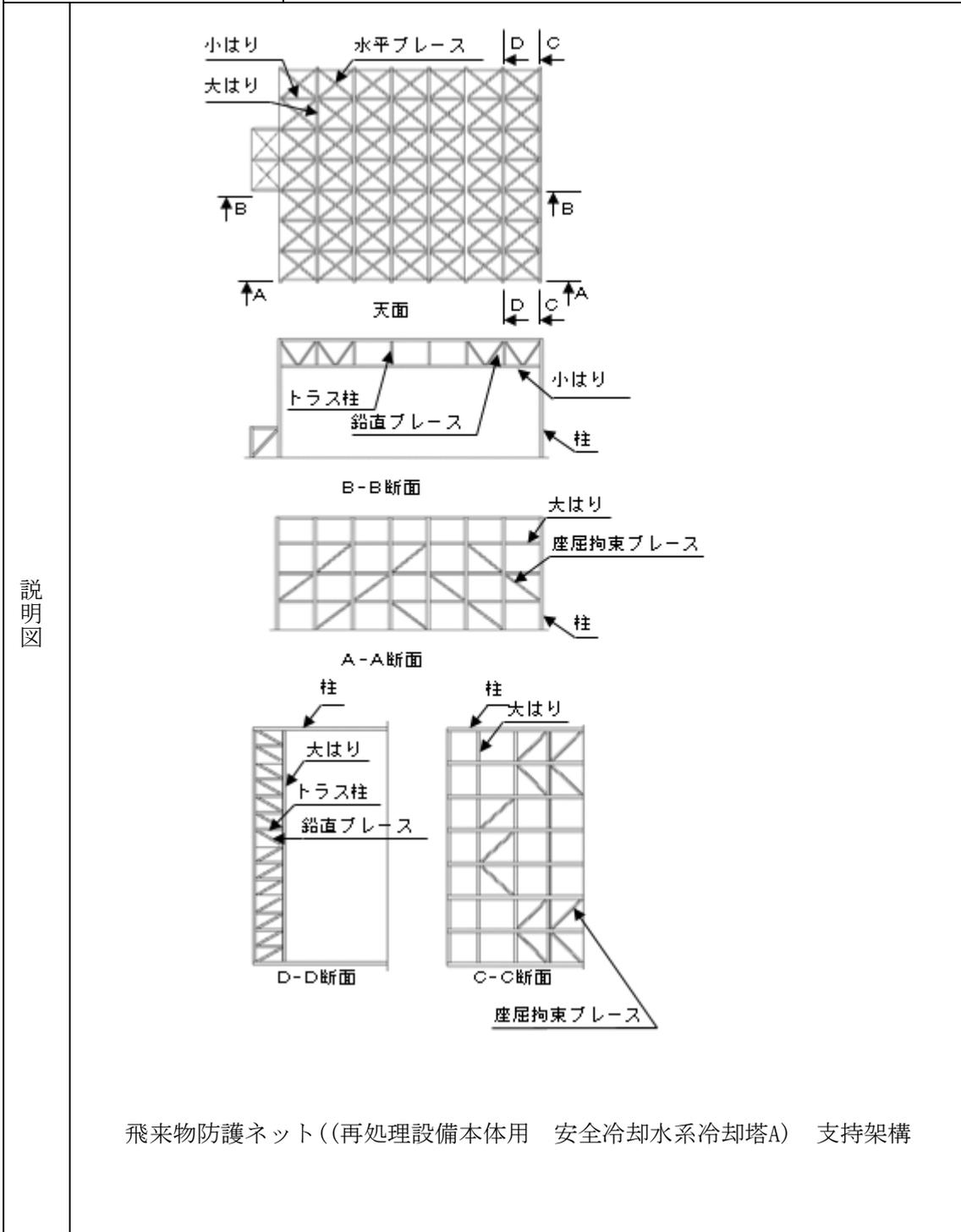
飛来物防護ネット(再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔A,B)の構造計画を第6.-22表に示す。

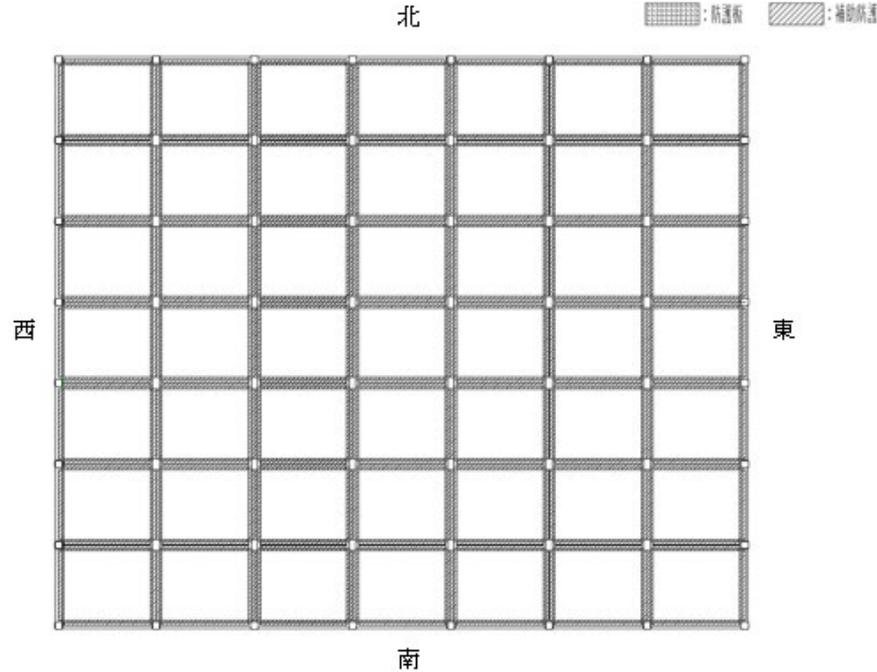
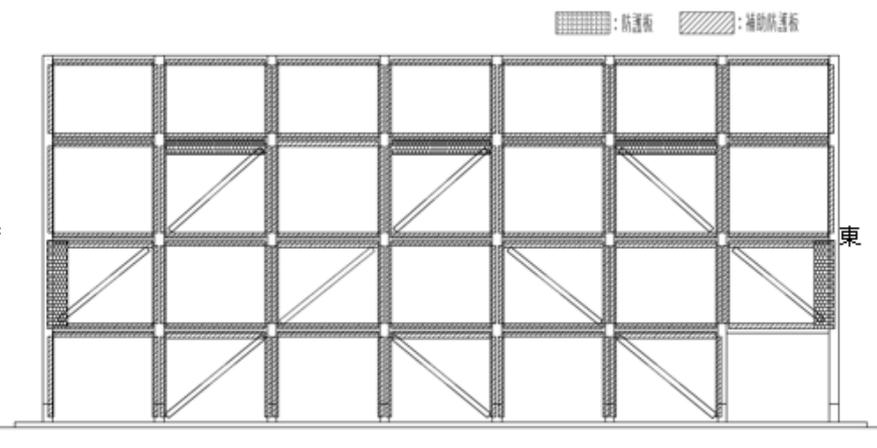
第6.-22表 飛来物防護ネット(再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔A, B)の構造計画

| | | |
|---|---|--------------------------------------|
| <p>施設名称</p> | <p>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, B)</p> | |
| <p>【位置】 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, B)は、屋外に設置する設計としている。</p> | | |
| <p>計画の概要</p> | <p>主要構造</p> | <p>鋼製の支持架構に防護ネット，防護板等を固定する構造とする。</p> |
| | <p>支持構造</p> | <p>杭基礎を介して支持地盤である鷹架層に支持される構造とする。</p> |
| <p>説明図</p> | <p>PN</p> <p>36000</p> <p>47900</p> <p>A視 (T.P.+75600)</p> <p>A ↓</p> <p>T.P.+55300</p> <p>南面</p> <p>【凡例】</p> <p>■：防護ネット(支持架構に直接設置) ■：防護ネット(鋼製枠) ■：防護板</p> <p>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) 全景</p> | |

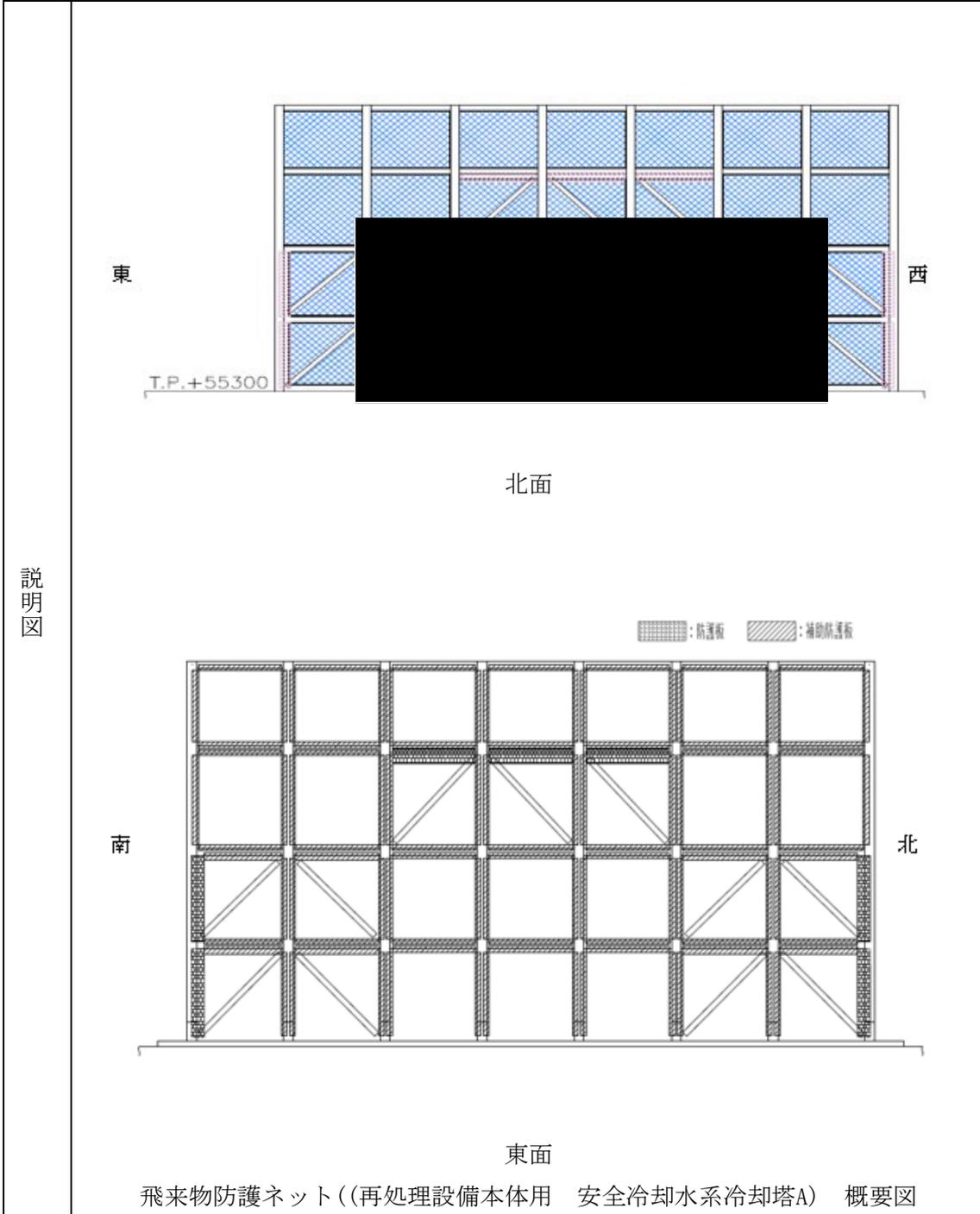
| | |
|--|--|
| 施設名称 | 飛来物防護ネット((再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔 A, B) A, B) |
| 説明図 |  <p style="text-align: center;">北面</p> |
| |  <p style="text-align: center;">東面</p> |
| |  <p style="text-align: center;">西面</p> |
| <p>【凡例】</p> <p> 防護ネット(支持架構に直接設置) 防護ネット(鋼製枠) 防護板 </p> <p>飛来物防護ネット((再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔A) 全景</p> | |

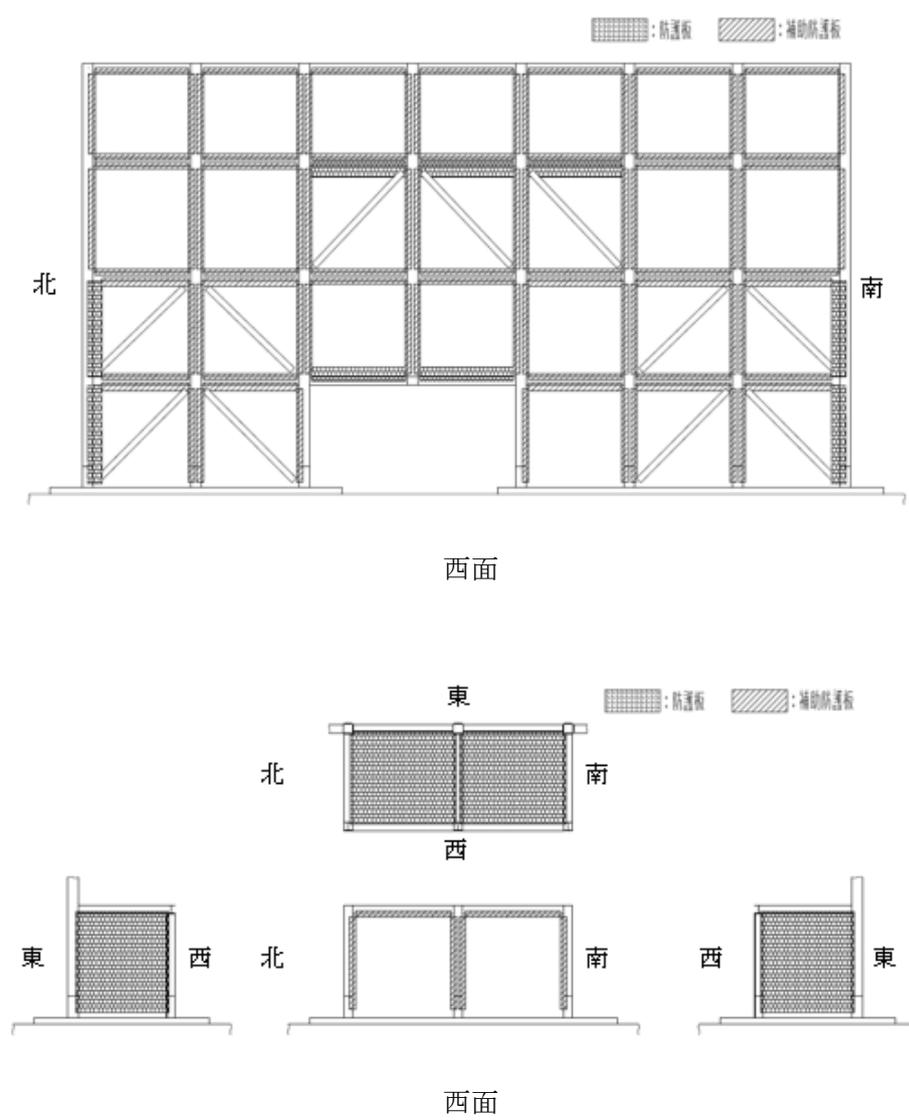
| | |
|------|------------------------------------|
| 施設名称 | 飛来物防護ネット((再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔 A, B) |
|------|------------------------------------|



| | |
|------|--|
| 施設名称 | 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, B)) |
| 説明図 | <p style="text-align: center;">北</p>  <p style="text-align: center;">南 天面</p> <p style="text-align: center;">西</p> <p style="text-align: center;">東</p> <p style="text-align: center;">南面</p>  <p style="text-align: center;">南面</p> <p style="text-align: center;">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)) 概要図</p> |

| | |
|------|-------------------------------------|
| 施設名称 | 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, B)) |
|------|-------------------------------------|

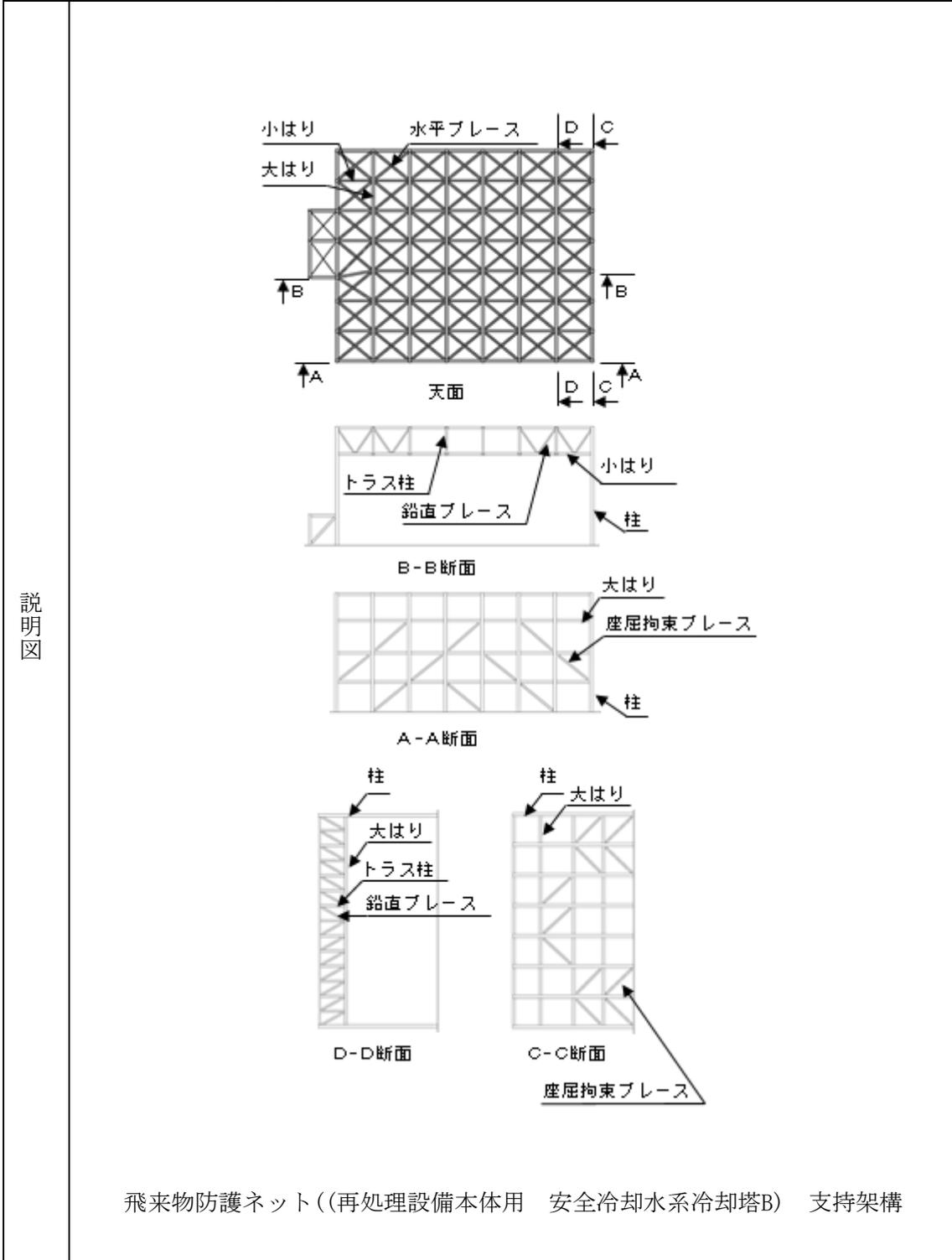


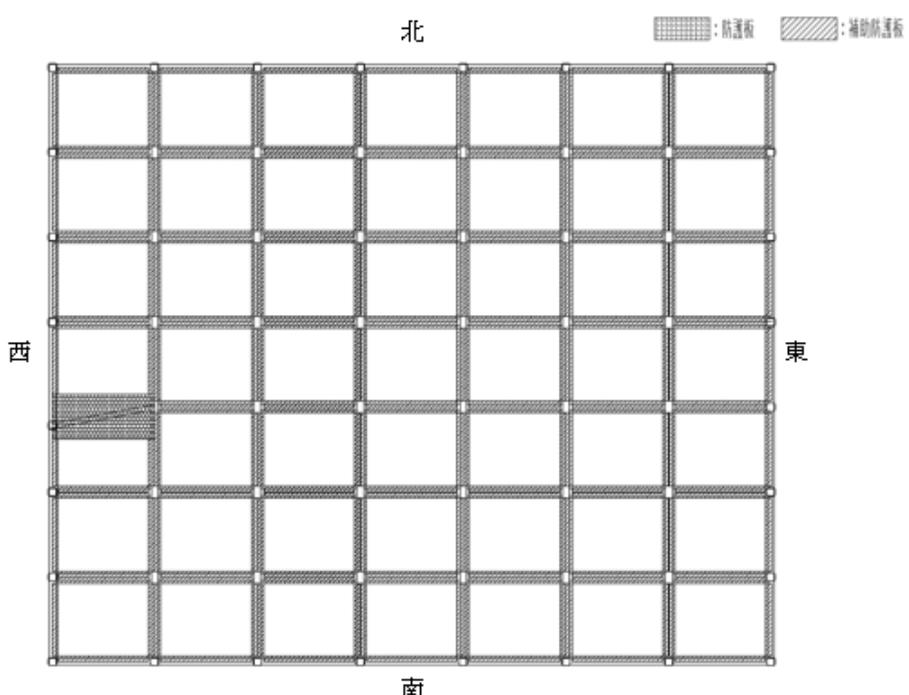
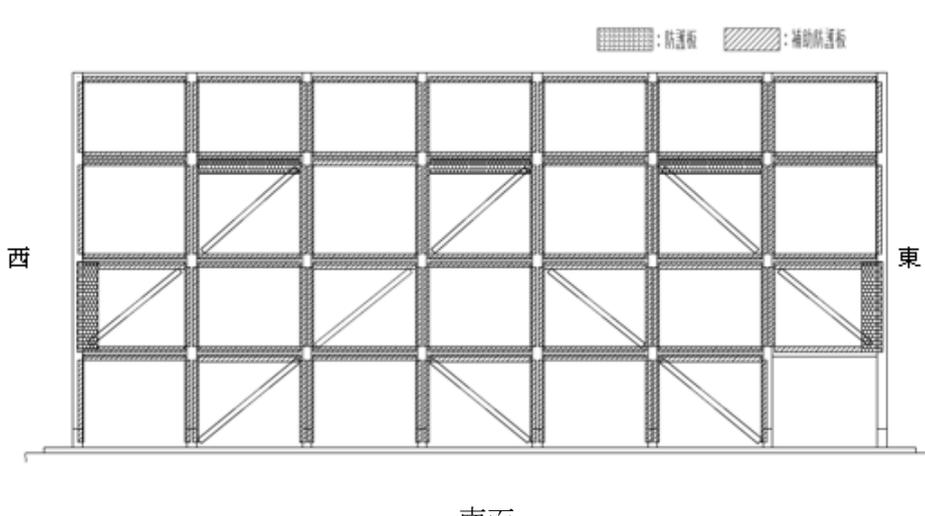
| | |
|------|---|
| 施設名称 | 飛来物防護ネット((再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔 A, B)) |
| 説明図 |  <p>飛来物防護ネット((再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔A) 概要図</p> |

| | |
|------|---|
| 施設名称 | 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, B) |
| 説明図 | <p style="text-align: center;">A視(T.P.+75600)</p> <p style="text-align: center;">南面</p> <p style="text-align: center;"> : 防護ネット(支持架構に直接設置) : 防護ネット(鋼製枠) : 防護板 </p> <p style="text-align: center;">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) 全景</p> |

| | |
|------|---|
| 施設名称 | 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, B) |
| 説明図 | <p>北面</p> <p>東面</p> <p>西面</p> <p>【凡例】</p> <p>防護ネット(支持架構に直接設置) 防護ネット(鋼製枠) 防護板</p> <p>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) 全景</p> |

| | |
|------|------------------------------------|
| 施設名称 | 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, B) |
|------|------------------------------------|



| | |
|------|---|
| 施設名称 | 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, B) |
| 説明図 | <div style="text-align: center;"> <p>北</p>  <p>西</p> <p>東</p> <p>南</p> <p>天面</p>  <p>西</p> <p>東</p> <p>南面</p> </div> <p style="text-align: center;">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) 概要図</p> |

| | |
|------|---|
| 施設名称 | 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, B) |
| 説明図 | <p style="text-align: center;">北面</p> <p style="text-align: center;">東面</p> <p style="text-align: center;">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) 概要図</p> |

| | |
|------|--|
| 施設名称 | 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, B)) |
| 説明図 | <p style="text-align: center;">西面</p> <p style="text-align: center;">東</p> <p style="text-align: center;">北</p> <p style="text-align: center;">西</p> <p style="text-align: center;">東</p> <p style="text-align: center;">北</p> <p style="text-align: center;">西</p> <p style="text-align: center;">東</p> <p style="text-align: center;">西面</p> |
| | <p style="text-align: center;">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)) 概要図</p> |

c. 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, B)の構造概要

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, B)は、「5. 機能設計」で設定している設計方針を踏まえ、以下の構造とする。

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, B)は、降下火砕物防護対象施設を竜巻による飛来物から防護するための設備であり、防護ネット、防護板とそれらを支える支持架構によって構成される。

支持架構は、柱、はり及びブレースによって構成されるラーメン・トラス構造で溶接又はボルトにより接合される鉄骨構造物であり、杭基礎を介して支持地盤である鷹架層に支持される構造とする。

また、作用する荷重については、防護ネット及び防護板(鋼材)を介して接続する支持架構に伝達し、支持架構から基礎に伝達する構造とする。

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, B)の構造計画を第6.-23示す。

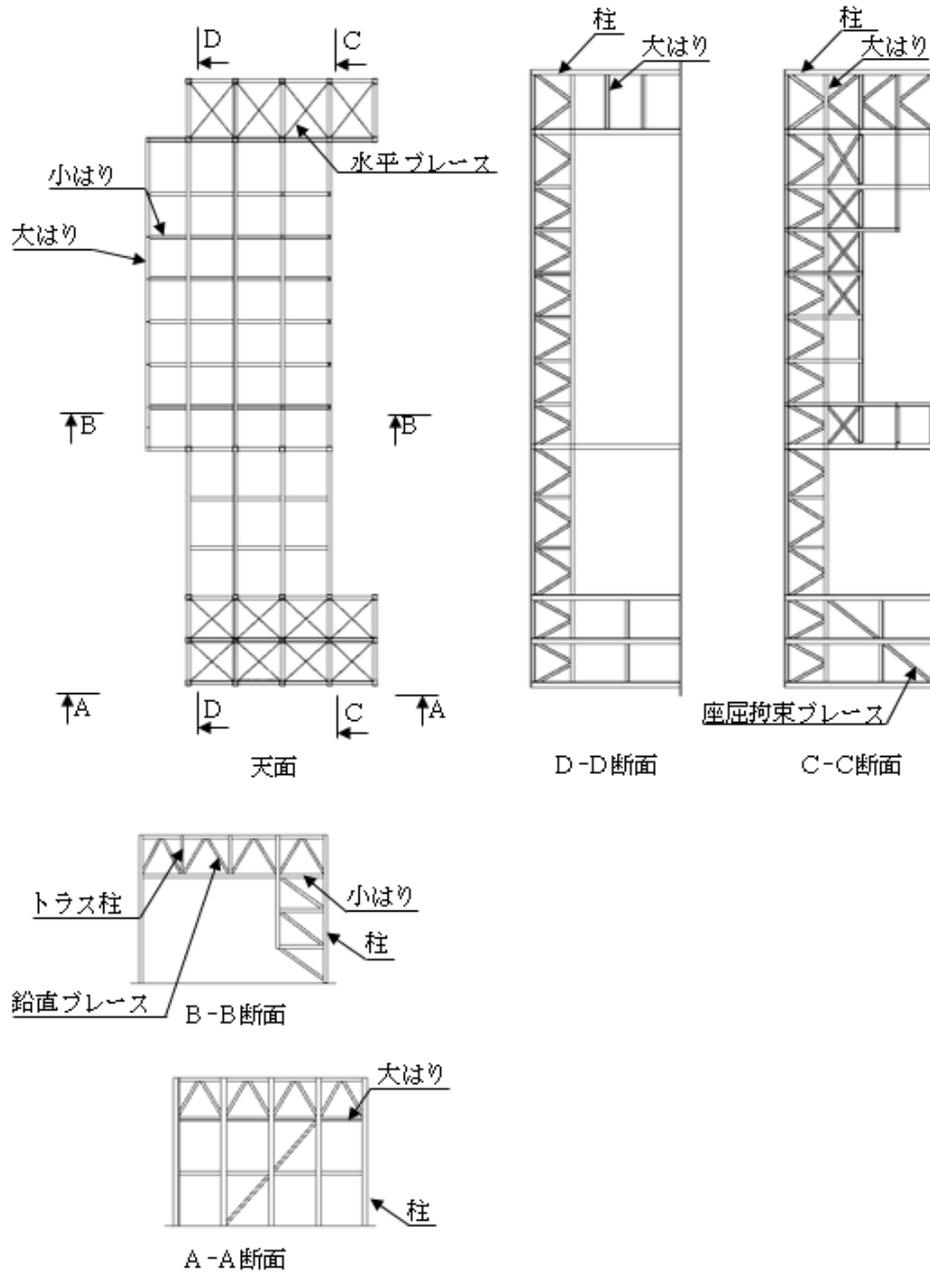
第6. -23表 飛来物防護ネット(第2非常用ディーゼル発電機用 安全冷却水系冷却塔A, B)
の構造計画

| | | |
|--|---|---|
| 施設名称 | 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, B) | |
| <p>【位置】</p> <p>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, B)は、屋外に設置する設計としている。</p> | | |
| 計画の概要 | 主要構造 | 防護ネット(支持架構に直接設置), 防護ネット(鋼製枠), 防護板(鋼材)及び支持架構から構成する |
| | 支持構造 | 基礎スラブと基礎梁を介して支持地盤であるマンメイドロックに支持される構造とする。 |
| 説明図 | <p>【凡例】</p> <p> : 防護ネット(支持架構に直接設置) : 防護ネット(鋼製枠) : 防護板 </p> | |
| | <p>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) 全景</p> | |

| | |
|------|---|
| 施設名称 | 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, B) |
|------|---|



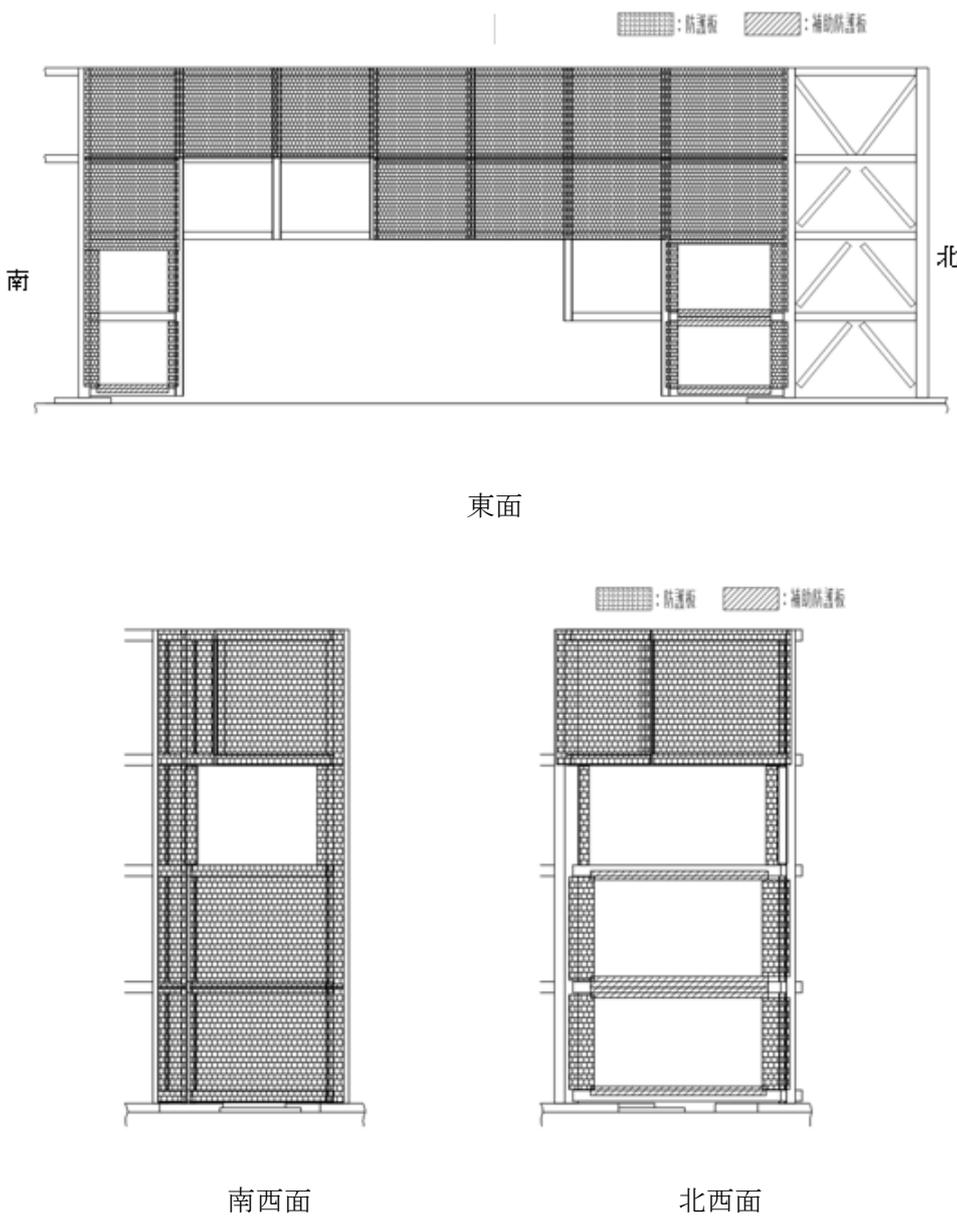
説明図



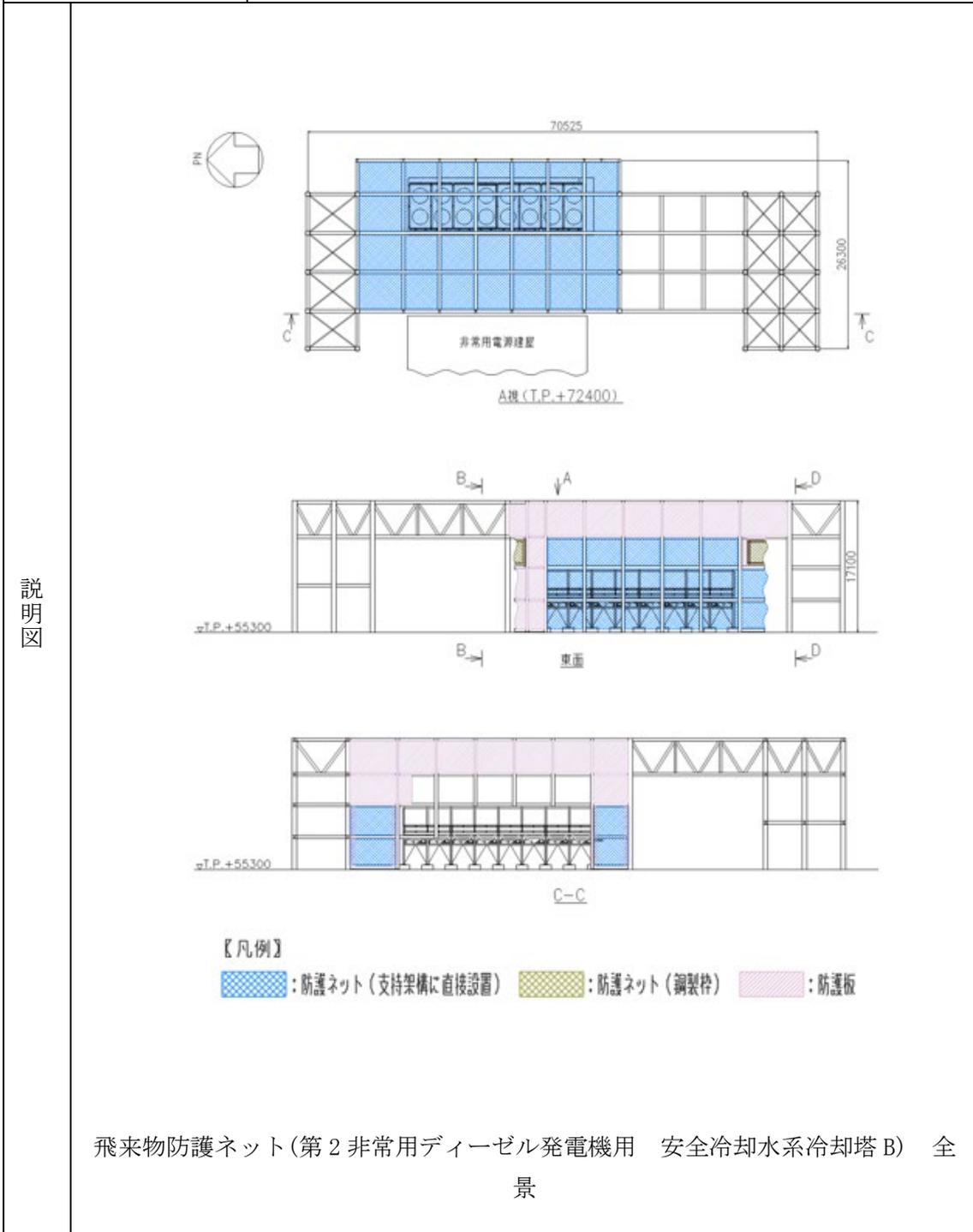
飛来物防護ネット(第2非常用ディーゼル発電機用 安全冷却水系冷却塔 A) 支持架構

| | |
|------|--|
| 施設名称 | 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, B) |
| 説明図 | <div style="text-align: center;"> <p>北</p> <p>西 東</p> <p>南</p> <p>天面</p> </div> <div style="text-align: center; margin-top: 20px;"> <p>北 南</p> <p>西面</p> </div> <p style="text-align: center;">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) 概要図</p> |

| | |
|------|---|
| 施設名称 | 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, B) |
| 説明図 | <p style="text-align: center;">南面</p> <p style="text-align: center;">北面</p> <p style="text-align: center;">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) 概要図</p> |

| | |
|------|--|
| 施設名称 | 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, B) |
| 説明図 |  <p style="text-align: center;">東面</p> <p style="text-align: center;">南西面 北西面</p> <p style="text-align: center;">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) 概要図</p> |

| | |
|------|---|
| 施設名称 | 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, B) |
|------|---|



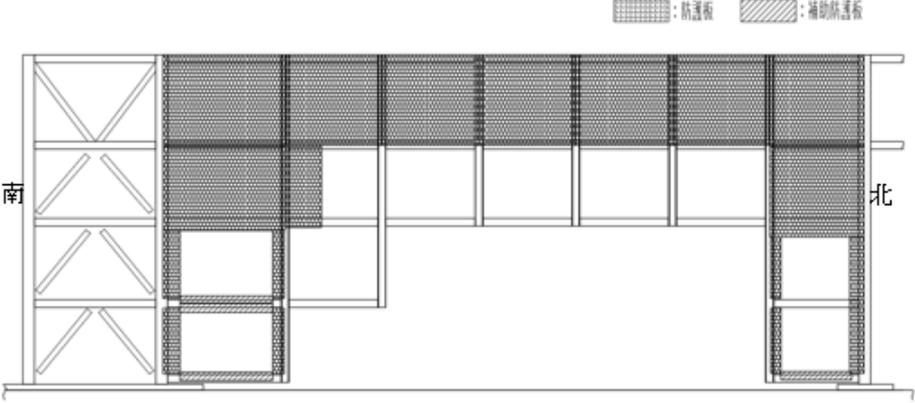
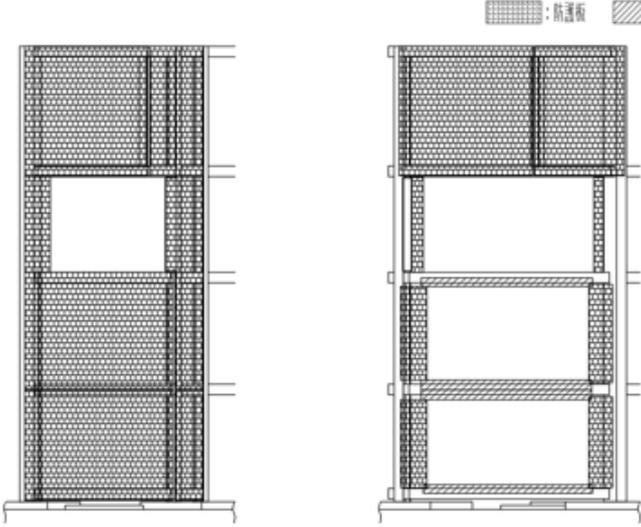
| | |
|------|--|
| 施設名称 | 飛来物防護ネット(第2非常用ディーゼル発電機用 安全冷却水系 冷却塔A, B) |
|------|--|



| | |
|------|--|
| 施設名称 | 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, B) |
| 説明図 | <p>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) 支持架構</p> |

| | |
|------|---|
| 施設名称 | 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, B) |
| 説明図 | <div style="text-align: center;"> <p>北</p> <p>西 東</p> <p>南</p> <p>天面</p> </div> <div style="text-align: center; margin-top: 20px;"> <p>南 北</p> <p>東面</p> </div> <p style="text-align: center;">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) 概要図</p> |

| | |
|---|---|
| 施設名称 | 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, B) |
| 説明図 | |
| | |
| <p style="text-align: center;">南面</p> <p style="text-align: center;">北面</p> <p style="text-align: center;">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) 概要図</p> | |

| | |
|------|---|
| 施設名称 | 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, B) |
| 説明図 | <div style="text-align: center;">  <p>西面</p> </div> <div style="text-align: center; margin-top: 20px;">  <p>南東面 北東面</p> </div> <p style="text-align: center;">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) 概要図</p> |

d. 飛来物防護板(主排気筒接続用 屋外配管及び屋外ダクト 主排気筒周り)の構造概要

飛来物防護板(主排気筒接続用 屋外配管及び屋外ダクト 主排気筒周り)は、「5. 機能設計」で設定している設計方針を踏まえ、以下の構造とする。

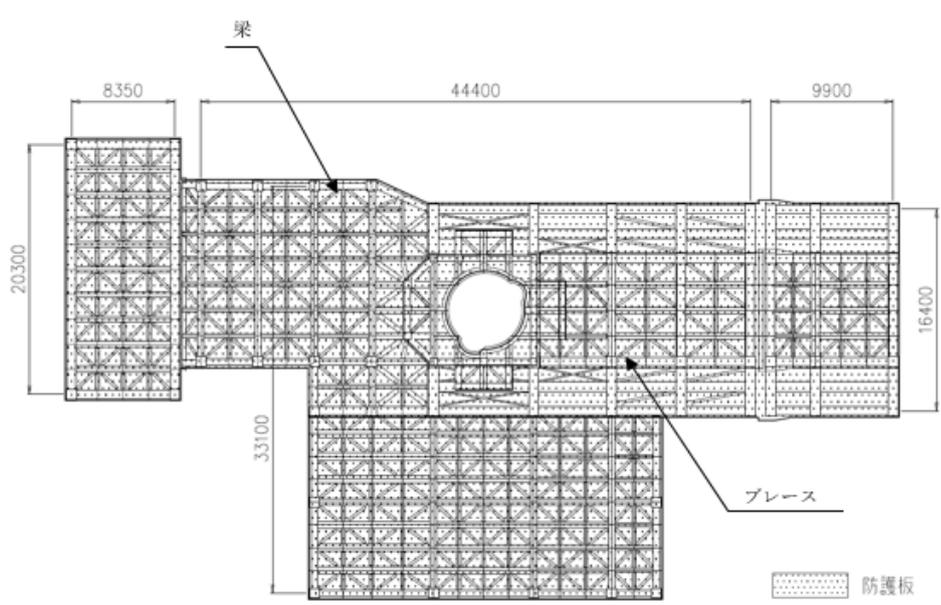
飛来物防護板(主排気筒接続用 屋外配管及び屋外ダクト 主排気筒周り)は、降下火砕物防護対象施設を竜巻による飛来物から防護するための設備であり、防護板(鋼材)とそれを支える支持架構によって構成され、主排気筒の周りに設置する。

支持架構は、柱、はり及びブレースによって構成されるラーメン・トラス構造で溶接又はボルトにより接合される鉄骨構造物であり、杭基礎を介して支持地盤である鷹架層に支持される構造とする。

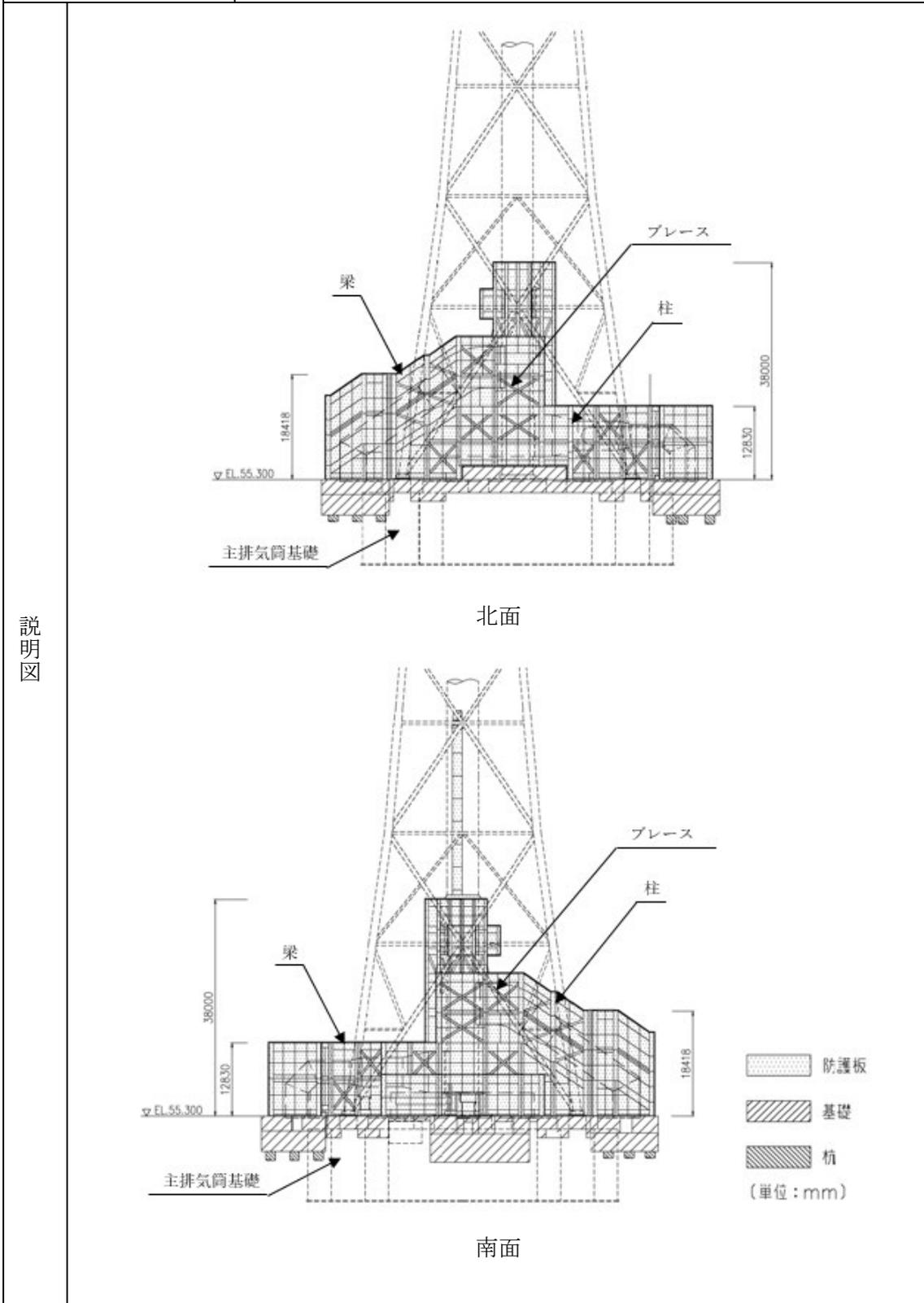
また、作用する荷重については、防護板(鋼材)を介して接続する支持架構に伝達し、支持架構から基礎に伝達する構造とする。

飛来物防護板(主排気筒接続用 屋外配管及び屋外ダクト 主排気筒周り)の構造計画を第6. -24示す。

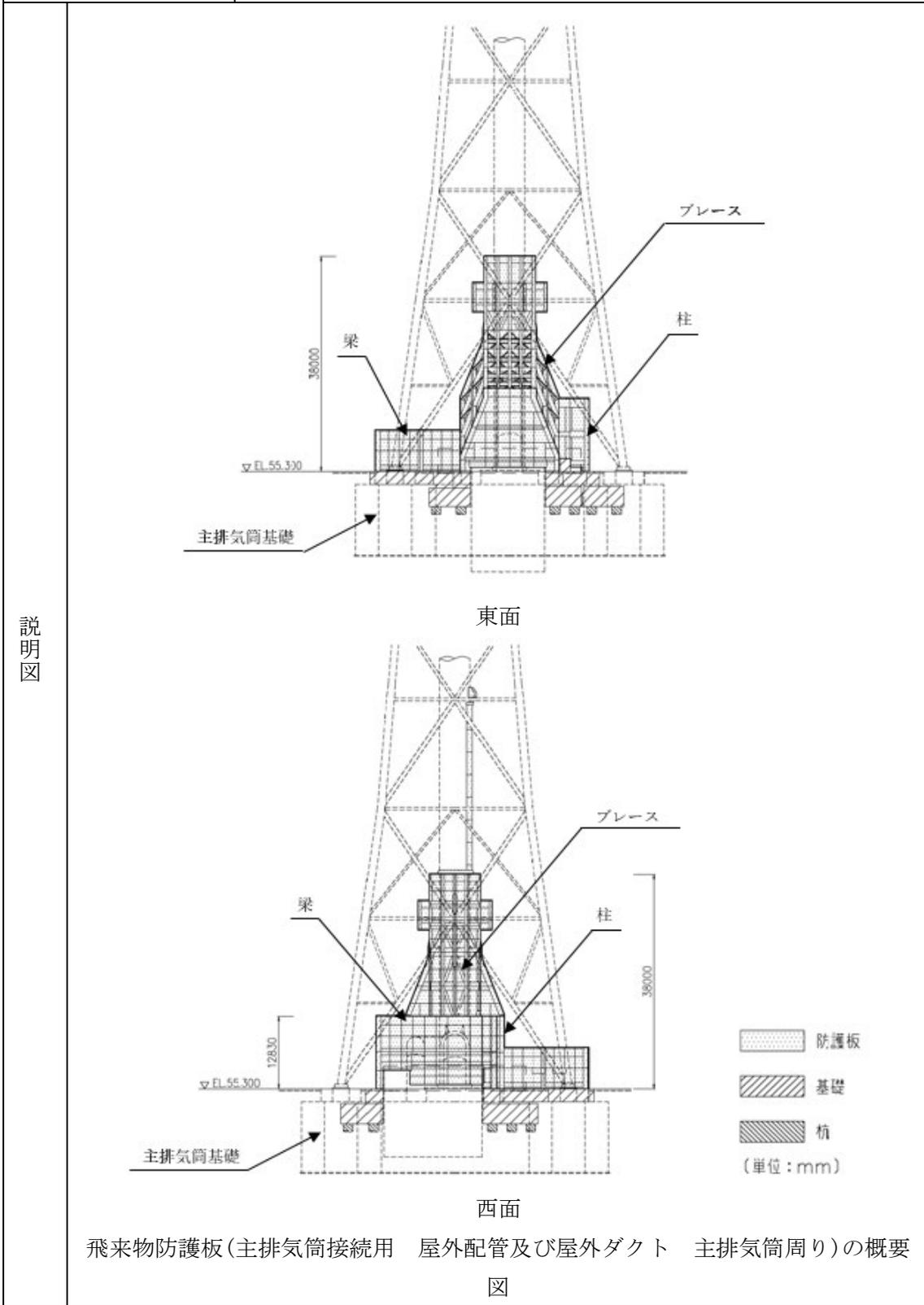
第6. -24表 飛来物防護板(主排気筒接続用 屋外配管及び屋外ダクト 主排気筒周り)の
構造計画

| | | |
|--|---|----------------------------------|
| 施設名称 | 飛来物防護板(主排気筒接続用 屋外配管及び屋外ダクト 主排気筒周り) | |
| <p>【位置】</p> <p>飛来物防護板(主排気筒接続用 屋外配管及び屋外ダクト 主排気筒周り)は、屋外に設置する設計としている。</p> | | |
| 計画の概要 | 主要構造 | 防護板(鋼材)及び支持架構から構成する |
| | 支持構造 | 基礎および杭を介して支持地盤である鷹架層に支持される構造とする。 |
| 説明図 |  | |
| | <p>平面</p> | |

| | |
|------|------------------------------------|
| 施設名称 | 飛来物防護板(主排気筒接続用 屋外配管及び屋外ダクト 主排気筒周り) |
|------|------------------------------------|



| | |
|------|------------------------------------|
| 施設名称 | 飛来物防護板(主排気筒接続用 屋外配管及び屋外ダクト 主排気筒周り) |
|------|------------------------------------|



e. 飛来物防護板(主排気筒接続用 屋外配管及び屋外ダクト 分離建屋屋外)の構造概要

飛来物防護板(主排気筒接続用 屋外配管及び屋外ダクト 分離建屋屋外)は、「5. 機能設計」で設定している設計方針を踏まえ、以下の構造とする。

飛来物防護板(主排気筒接続用 屋外配管及び屋外ダクト 分離建屋屋外)は、降下火砕物防護対象施設を竜巻による飛来物から防護するための設備であり、防護板(鋼材)とそれを支える支持架構によって構成され、分離建屋の屋上及び壁面に沿って、屋外配管及び屋外ダクト周りに設置する。

支持架構は、柱、はり及びブレースによって構成されるラーメン・トラス構造で溶接又はボルトにより接合される鉄骨構造物であり、柱脚部を介して建屋に支持される構造とする。

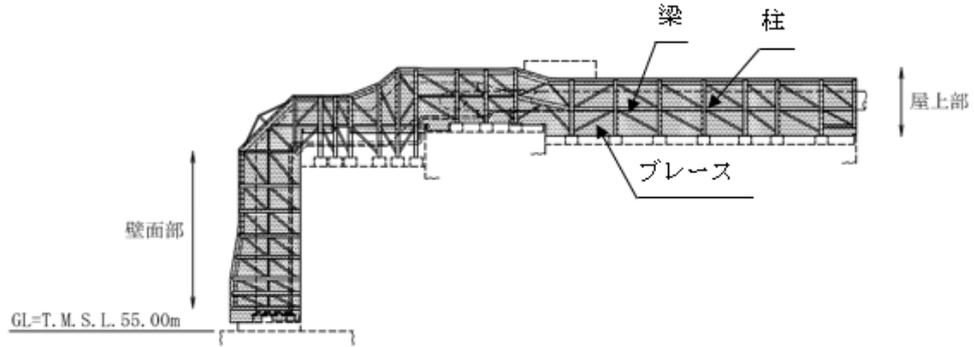
また、作用する荷重については、防護板(鋼材)を介して接続する支持架構に伝達し、支持架構を構成する柱脚部を介して建屋に支持される構造とする。

飛来物防護板(主排気筒接続用 屋外配管及び屋外ダクト 分離建屋屋外)の構造計画を第6.-25表に示す。

第6. -25表 飛来物防護板(主排気筒接続用 屋外配管及び屋外ダクト 分離建屋屋外)の
構造計画

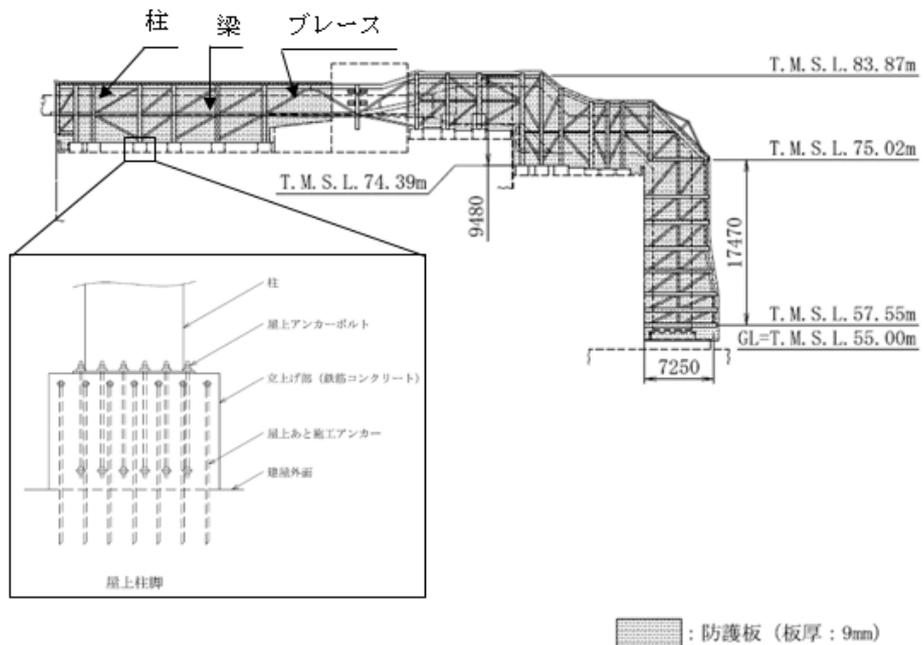
| | | |
|---|--|------------------------------------|
| 施設名称 | | 飛来物防護板(主排気筒接続用 屋外配管及び屋外ダクト 分離建屋屋外) |
| 【位置】 飛来物防護板(主排気筒接続用 屋外配管及び屋外ダクト 分離建屋屋外)は、屋外に設置する設計としている。 | | |
| 計画の概要 | 主要構造 | 防護板(鋼材)及び支持架構から構成する |
| | 支持構造 | 柱脚部を介して建屋に支持される構造とする。 |
| 説明図 | <p style="text-align: center;">平面図</p> | |

| | |
|------|-------------------------------------|
| 施設名称 | 飛来物防護板(主排気筒接続用 屋外配管及び屋外ダクト 分離 建屋屋外) |
|------|-------------------------------------|



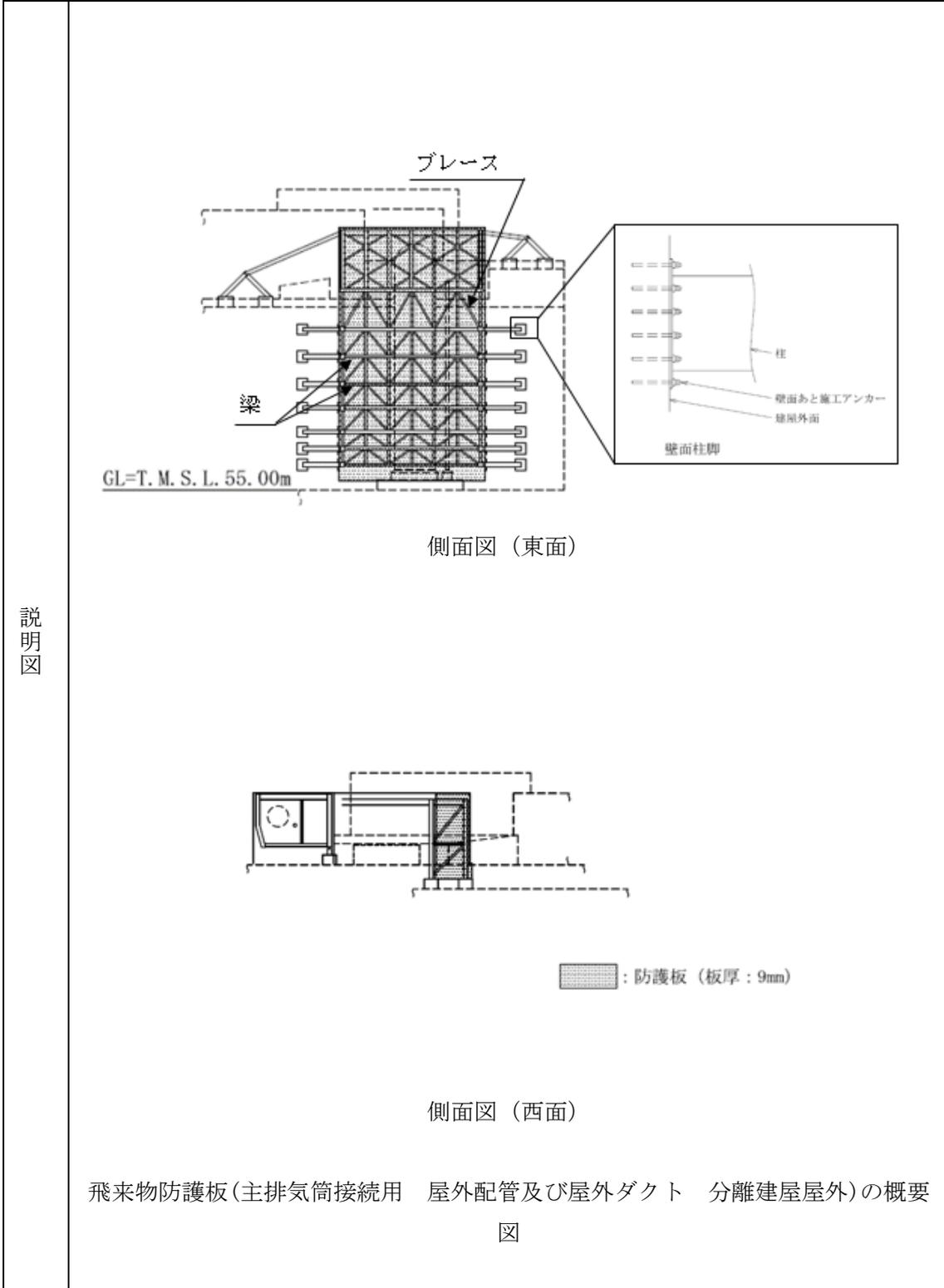
側面図 (北面)

説明図



側面図 (南面)

| | |
|------|------------------------------------|
| 施設名称 | 飛来物防護板(主排気筒接続用 屋外配管及び屋外ダクト 分離建屋屋外) |
|------|------------------------------------|



f. 飛来物防護板(主排気筒接続用 屋外配管及び屋外ダクト 精製建屋屋外)の構造概要

飛来物防護板(主排気筒接続用 屋外配管及び屋外ダクト 精製建屋屋外)は、「5. 機能設計」で設定している設計方針を踏まえ、以下の構造とする。

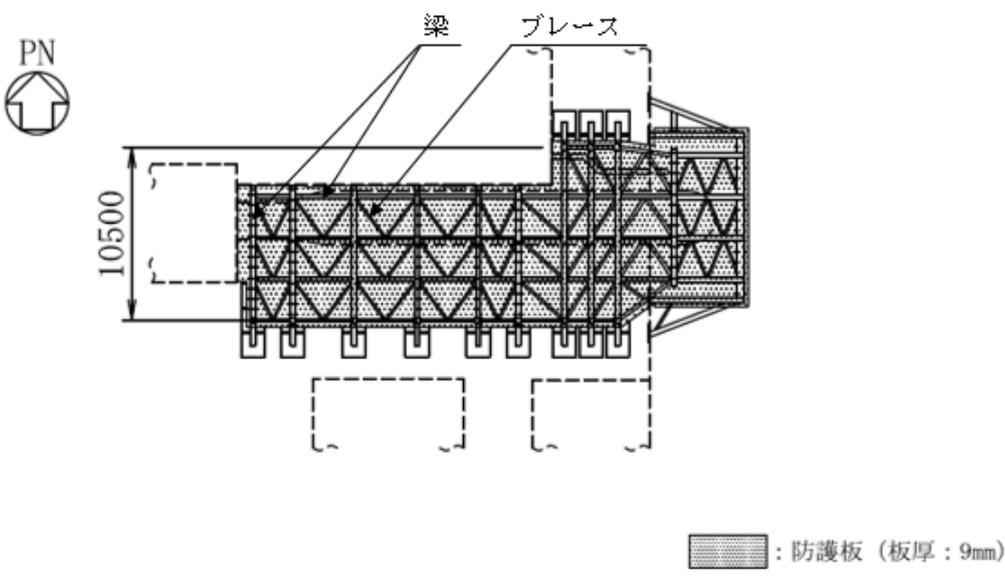
飛来物防護板(主排気筒接続用 屋外配管及び屋外ダクト 精製建屋屋外)は、降下火砕物防護対象施設を竜巻による飛来物から防護するための設備であり、防護板(鋼材)とそれを支える支持架構によって構成され、精製建屋の屋上及び壁面に沿って、屋外配管及び屋外ダクト周りに設置する。

支持架構は、柱、はり及びブレースによって構成されるラーメン・トラス構造で溶接又はボルトにより接合される鉄骨構造物であり、柱脚部を介して建屋に支持される構造とする。

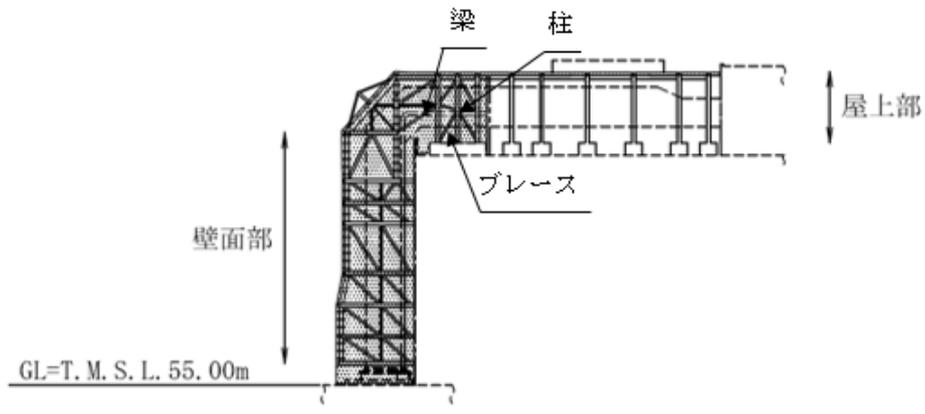
また、作用する荷重については、防護板(鋼材)を介して接続する支持架構に伝達し、支持架構を構成する柱脚部を介して建屋に支持される構造とする。

飛来物防護板(主排気筒接続用 屋外配管及び屋外ダクト 精製建屋屋外)の構造計画を第6.-26表に示す。

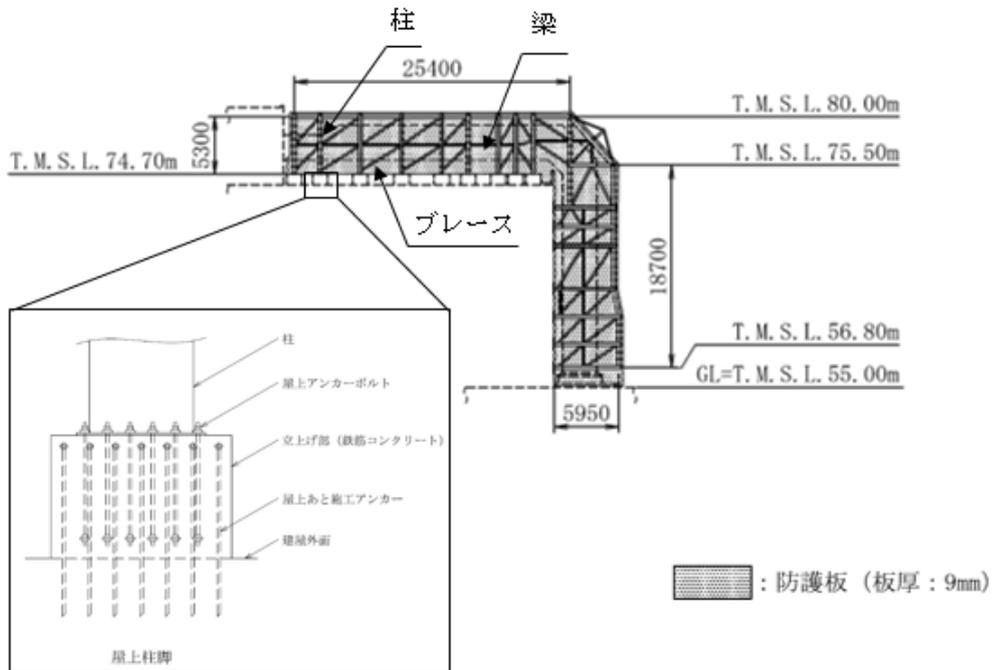
第6. -26表 飛来物防護板(主排気筒接続用 屋外配管及び屋外ダクト 精製建屋屋外)の
構造計画

| | | |
|---|---|-----------------------|
| 施設名称 | 飛来物防護板(主排気筒接続用 屋外配管及び屋外ダクト 精製建屋屋外) | |
| <p>【位置】 飛来物防護板(主排気筒接続用 屋外配管及び屋外ダクト 精製建屋屋外)は、屋外に設置する設計としている。</p> | | |
| 計画の概要 | 主要構造 | 防護板(鋼材)及び支持架構から構成する |
| | 支持構造 | 柱脚部を介して建屋に支持される構造とする。 |
| 説明図 |  <p style="text-align: right;">■ : 防護板 (板厚 : 9mm)</p> | |
| | 平面図 | |

| | |
|------|-------------------------------------|
| 施設名称 | 飛来物防護板(主排気筒接続用 屋外配管及び屋外ダクト 精製 建屋屋外) |
|------|-------------------------------------|

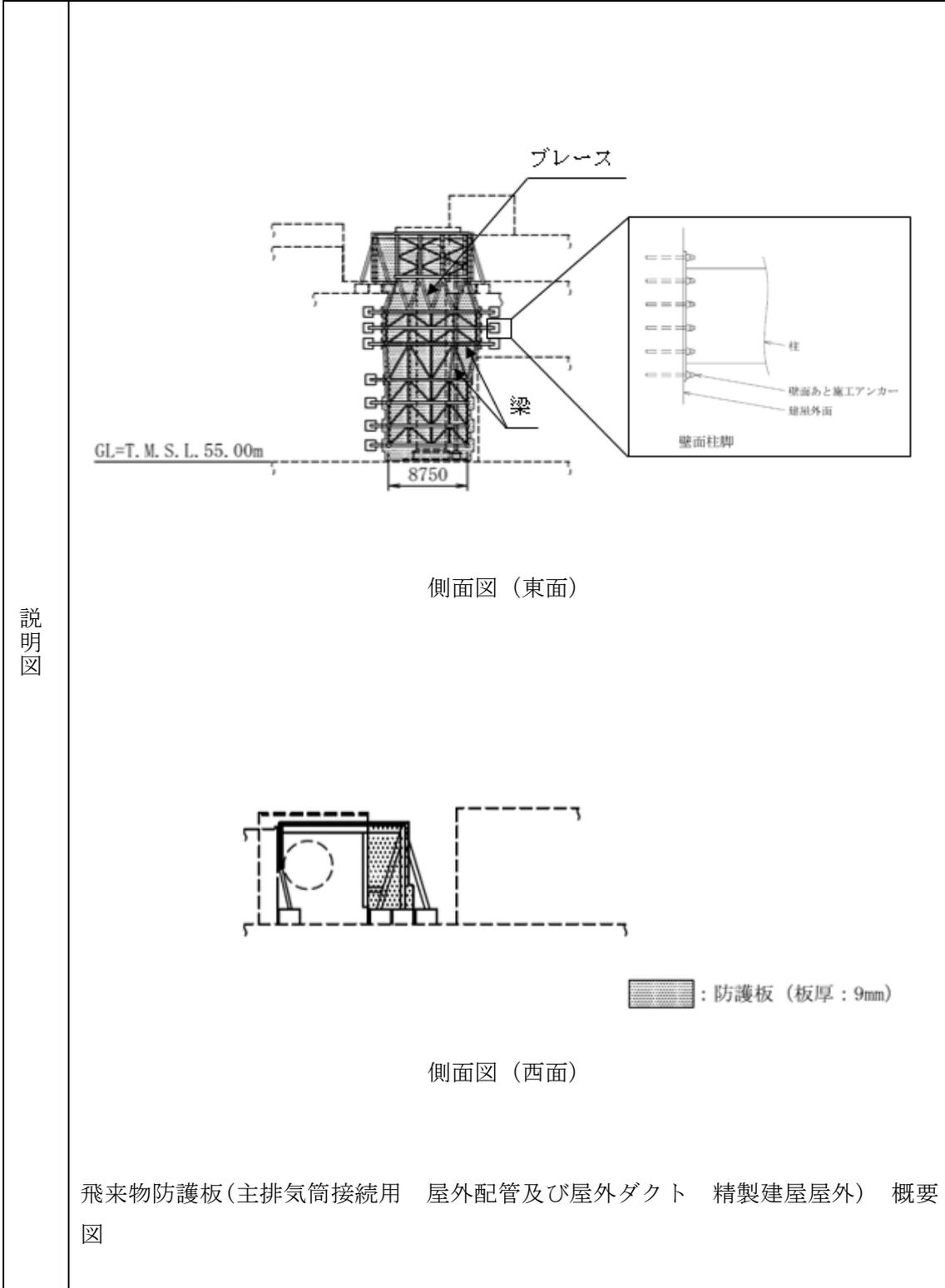


側面図 (北面)



側面図 (南面)

| | |
|------|------------------------------------|
| 施設名称 | 飛来物防護板(主排気筒接続用 屋外配管及び屋外ダクト 精製建屋屋外) |
|------|------------------------------------|



g. 飛来物防護板(主排気筒接続用 屋外配管及び屋外ダクト 高レベル廃液ガラス
固化建屋屋外)の構造概要

飛来物防護板(主排気筒接続用 屋外配管及び屋外ダクト 高レベル廃液ガラス
固化建屋屋外)は、「5. 機能設計」で設定している設計方針を踏まえ、以下の構造
とする。

飛来物防護板(主排気筒接続用 屋外配管及び屋外ダクト 高レベル廃液ガラス
固化建屋屋外)は、降下火砕物防護対象施設を竜巻による飛来物から防護するための
設備であり、防護板(鋼材)とそれを支える支持架構によって構成され、高レベル廃
液ガラス固化建屋の屋上の屋外配管及び屋外ダクト周りに設置する。

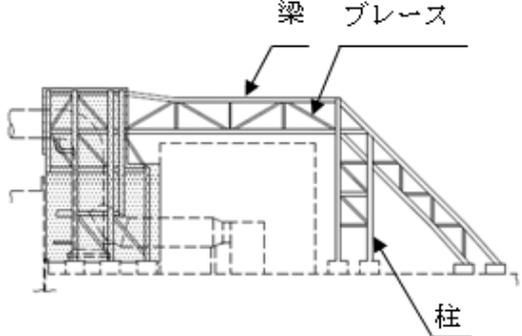
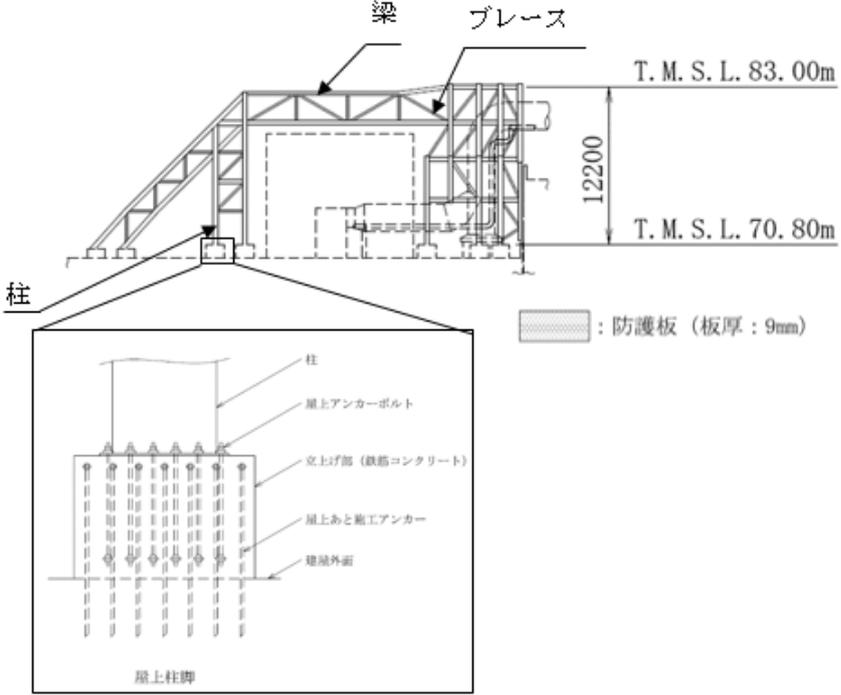
支持架構は、柱、はり及びブレースによって構成されるラーメン・トラス構造で溶
接又はボルトにより接合される鉄骨構造物であり、柱脚部を介して建屋に支持され
る構造とする。

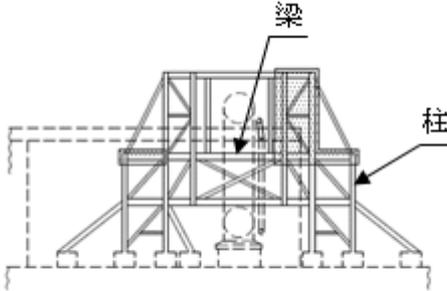
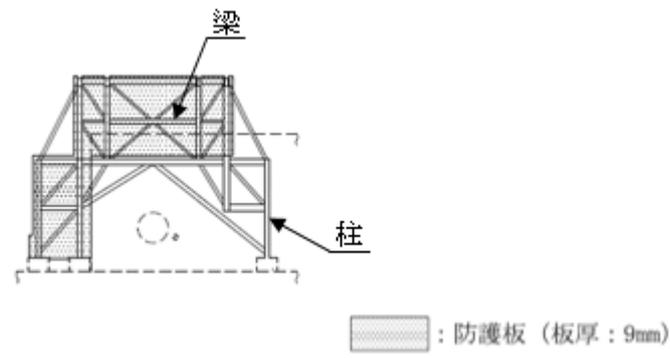
また、作用する荷重については、防護板(鋼材)を介して接続する支持架構に伝達
し、支持架構を構成する柱脚部を介して建屋に支持される構造とする。

飛来物防護板(主排気筒接続用 屋外配管及び屋外ダクト 高レベル廃液ガラス
固化建屋屋外)の構造計画を第6.-27表に示す。

第6.-27表 飛来物防護板(主排気筒接続用 屋外配管及び屋外ダクト 高レベル廃液ガラス固化建屋屋外)の構造計画

| | | |
|--|--|---|
| 施設名称 | | 飛来物防護板(主排気筒接続用 屋外配管及び屋外ダクト 高レベル廃液ガラス固化建屋屋外) |
| 【位置】 飛来物防護板(主排気筒接続用 屋外配管及び屋外ダクト 高レベル廃液ガラス固化建屋屋外)は、屋外に設置する設計としている。 | | |
| 計画の概要 | 主要構造 | 防護板(鋼材)及び支持架構から構成する |
| | 支持構造 | 柱脚部を介して建屋に支持される構造とする。 |
| 説明図 | <p style="text-align: center;">平面図</p> | |

| | |
|------|---|
| 施設名称 | 飛来物防護板(主排気筒接続用 屋外配管及び屋外ダクト 高レベル廃液ガラス固化建屋屋外) |
| 説明図 |  <p style="text-align: center;">側面図 (北面)</p> |
| |  <p style="text-align: center;">側面図 (南面)</p> |

| | |
|------|---|
| 施設名称 | 飛来物防護板(主排気筒接続用 屋外配管及び屋外ダクト 高レベル廃液ガラス固化建屋屋外) |
| 説明図 | <div style="text-align: center;">  <p>側面図 (東面)</p> </div> <div style="text-align: center; margin-top: 20px;">  <p>側面図 (西面)</p> <p>■ : 防護板 (板厚: 9mm)</p> </div> <p style="text-align: center; margin-top: 20px;">飛来物防護板(主排気筒接続用 屋外配管及び屋外ダクト 高レベル廃液ガラス固化建屋屋外) 概要図</p> |

h. 飛来物防護板(冷却塔接続 屋外設備)の構造概要

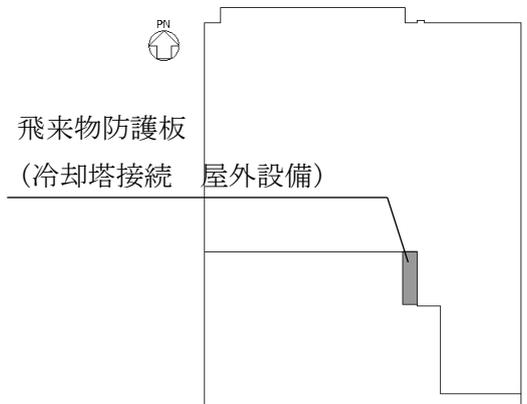
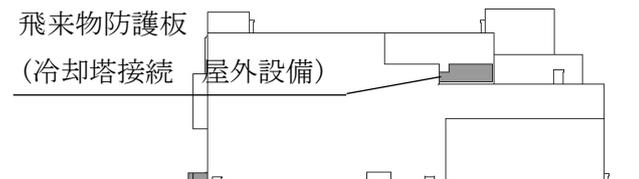
飛来物防護板(冷却塔接続 屋外設備)は、「5. 機能設計」で設定している設計方針を踏まえ、以下の構造とする。

飛来物防護板(冷却塔接続 屋外設備)は、竜巻防護対象施設を竜巻による飛来物から防護するために鉄筋コンクリート造の飛来物防護板で覆うものであり、飛来物防護板とそれを支えるアンカーボルトによって構成される。

また、飛来物防護板は前処理建屋に支持される。

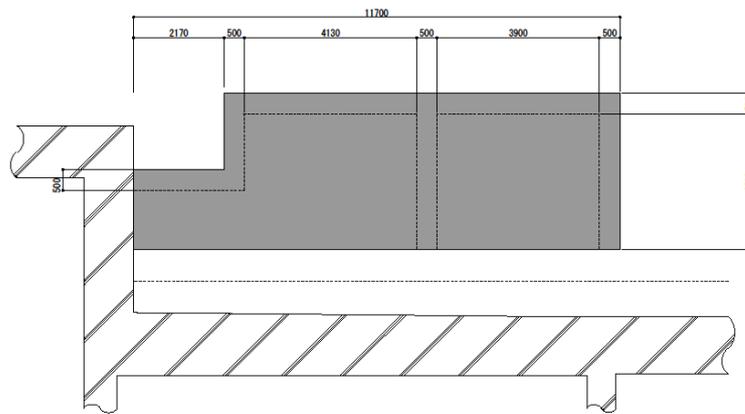
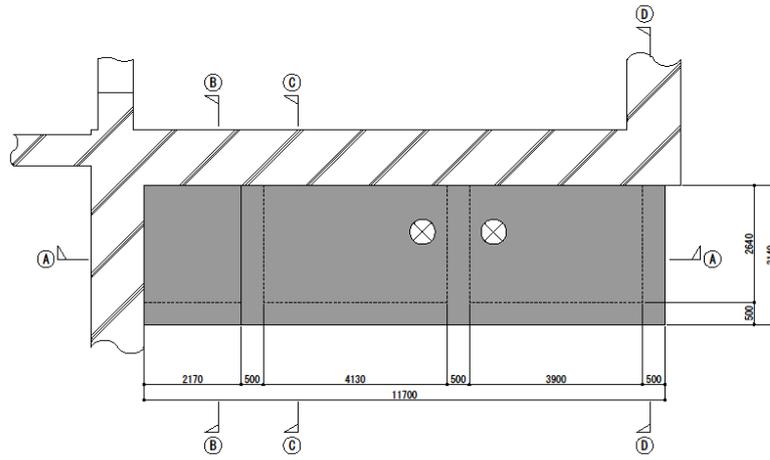
飛来物防護板(冷却塔接続 屋外設備)の構造計画を第6. -28表に示す。

第6.-28表 飛来物防護板(冷却塔接続 屋外設備)の構造計画

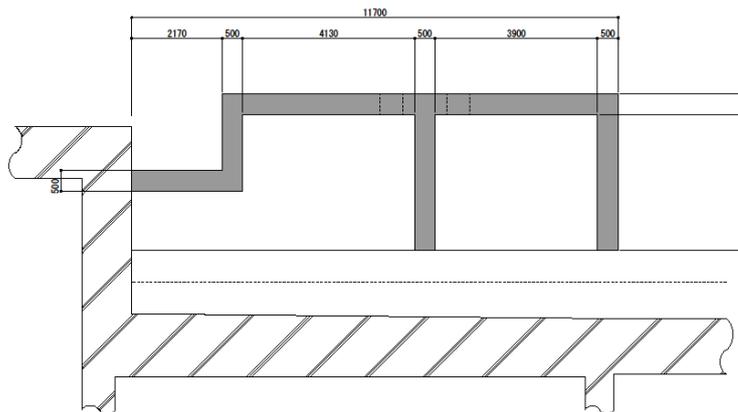
| | | |
|--|---|----------------------|
| 施設名称 | 飛来物防護板(冷却塔接続 屋外設備) | |
| <p>【位置】</p> <p>飛来物防護板(冷却塔接続 屋外設備)は、屋外に設置する設計としている。</p> | | |
| 計画の概要 | 主要構造 | 鉄筋コンクリート造である。 |
| | 支持構造 | 外壁にアンカーボルトで固定し、支持する。 |
| 説明図 |  <p>飛来物防護板 (冷却塔接続 屋外設備)</p> <p>(配置図 (■■■■m~■■■■m))</p> | |
| |  <p>飛来物防護板 (冷却塔接続 屋外設備)</p> <p>(西立面図)</p> | |
| |  <p>飛来物防護板 (冷却塔接続 屋外設備)</p> <p>(南立面図)</p> | |
| | <p>飛来物防護板(冷却塔接続 屋外設備)構造図</p> | |

施設名称

飛来物防護板(冷却塔接続 屋外設備)



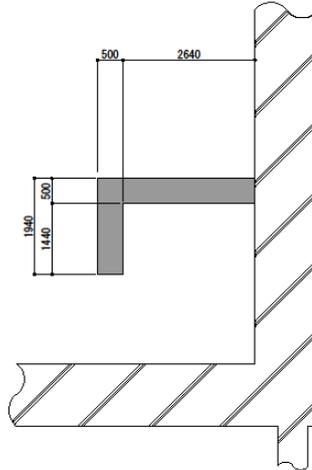
(立面図)



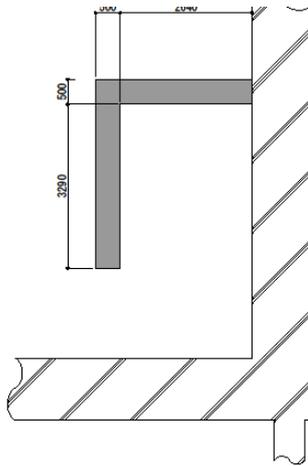
(断面図 (A-A断面))

飛来物防護板(冷却塔接続 屋外設備)構造図

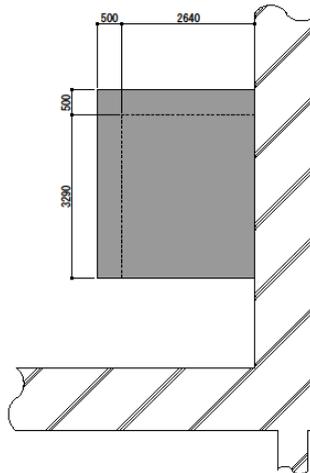
| | |
|------|--------------------|
| 施設名称 | 飛来物防護板(冷却塔接続 屋外設備) |
|------|--------------------|



(断面図 (B-B断面))



(断面図 (C-C断面))



飛来物防護板(冷却塔接続 屋外設備)構造図

i. 飛来物防護板(前処理建屋 安全蒸気系設置室)の構造概要

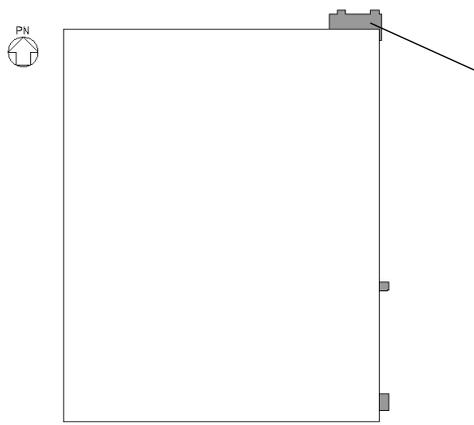
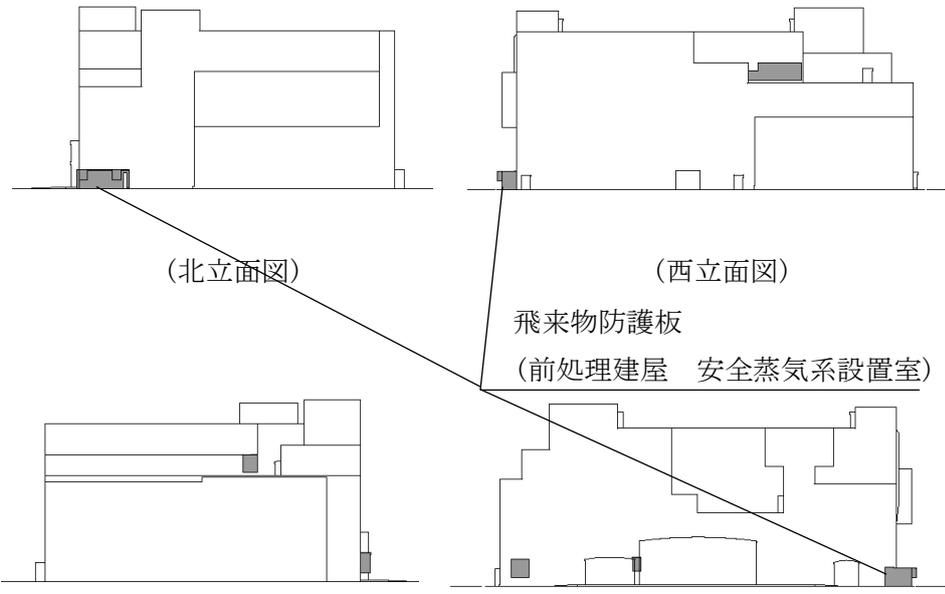
飛来物防護板(前処理建屋 安全蒸気系設置室)は、「5. 機能設計」で設定している設計方針を踏まえ、以下の構造とする。

飛来物防護板(前処理建屋 安全蒸気系設置室)は竜巻防護対象施設を竜巻による飛来物から防護するために鉄筋コンクリート造の飛来物防護板で覆うものであり、飛来物防護板とそれを支えるアンカーボルトによって構成される。

また、飛来物防護板は前処理建屋に支持される。

飛来物防護板(前処理建屋 安全蒸気系設置室)の構造計画を第6.-29表に示す。

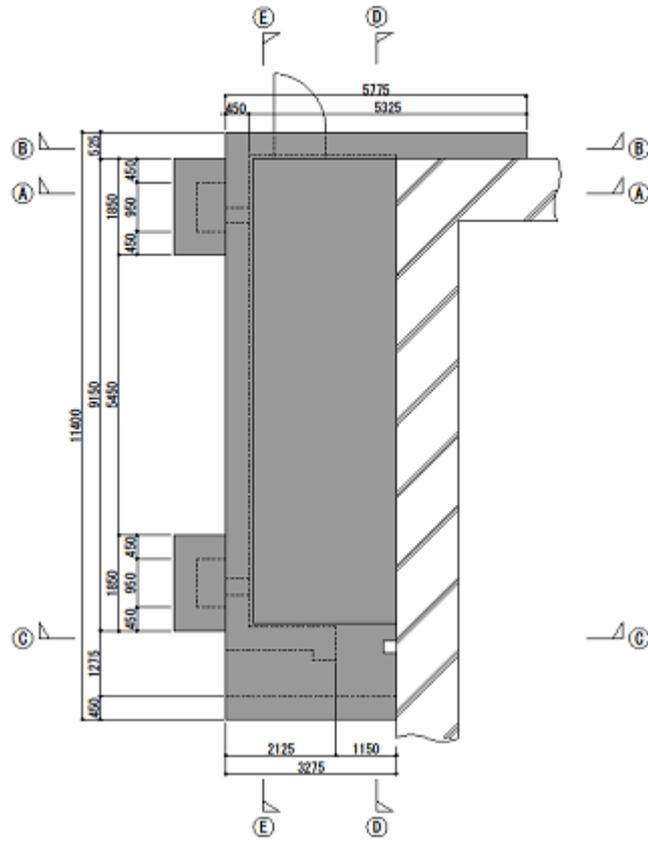
第6.-29表 飛来物防護板(前処理建屋 安全蒸気系設置室)の構造計画

| | | |
|--|--|----------------------|
| 施設名称 | 飛来物防護板(前処理建屋 安全蒸気系設置室) | |
| <p>【位置】</p> <p>飛来物防護板(前処理建屋 安全蒸気系設置室)は、屋外に設置する設計としている。</p> | | |
| 計画の概要 | 主要構造 | 鉄筋コンクリート造である。 |
| | 支持構造 | 外壁にアンカーボルトで固定し、支持する。 |
| 説明図 |  <p>飛来物防護板 (前処理建屋 安全蒸気系設置室)</p> <p>(配置図 (■■■■m~■■■■m))</p> | |
| |  <p>(北立面図) (西立面図)</p> <p>飛来物防護板 (前処理建屋 安全蒸気系設置室)</p> <p>(南立面図) (東立面図)</p> <p>飛来物防護板(前処理建屋 安全蒸気系設置室)構造図</p> | |

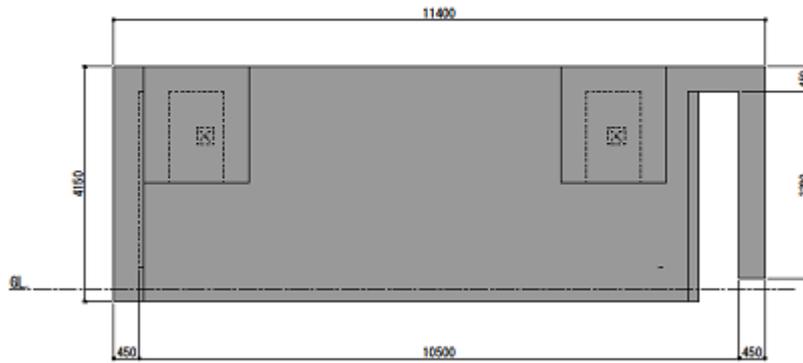
施設名称

飛来物防護板(前処理建屋 安全蒸気系設置室)

説明図



(平面図)

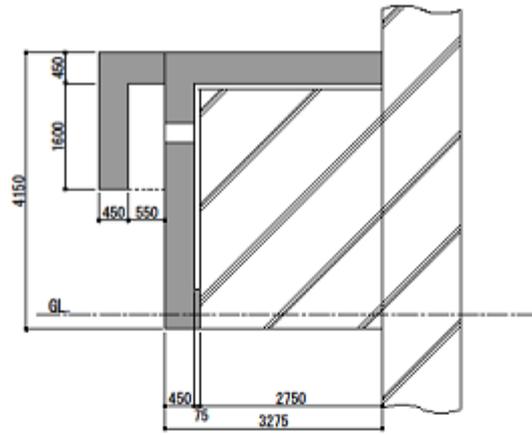


(立面図)

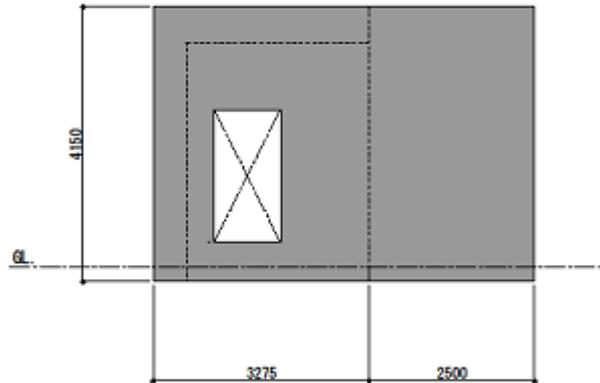
飛来物防護板(前処理建屋 安全蒸気系設置室)構造図

施設名称

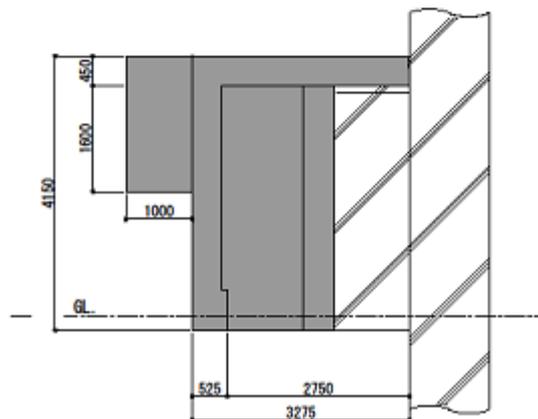
飛来物防護板(前処理建屋 安全蒸気系設置室)



(断面図 (A-A断面))



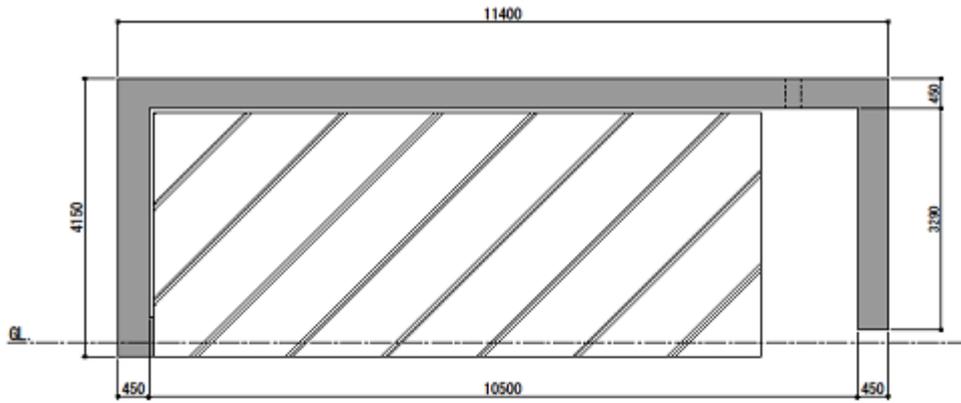
(断面図 (B-B断面))



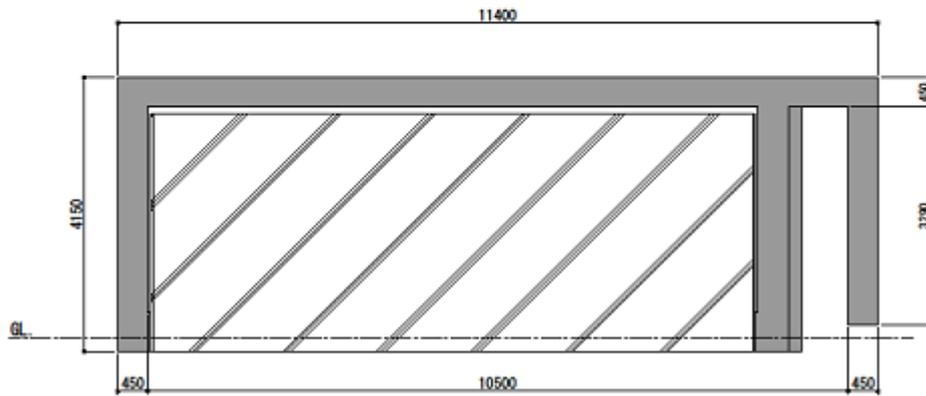
(断面図 (C-C断面))

飛来物防護板(前処理建屋 安全蒸気系設置室)構造図

| | |
|------|------------------------|
| 施設名称 | 飛来物防護板(前処理建屋 安全蒸気系設置室) |
|------|------------------------|



(断面図 (D-D断面))



(断面図 (E-E断面))

飛来物防護板(前処理建屋 安全蒸気系設置室)構造図

j. 北換気筒

北換気筒は、「5. 機能設計」で設定している設計方針を踏まえ、以下の構造とする。

北換気筒の筒身は、鋼管を主体構造とし、筒身を支持する支持架構にサポートで支持する構造とする。また、作用する荷重については、筒身及び支持架構を介して基礎ボルトに伝達する構造とする。

北換気筒の構造計画を第6.-30表に示す。

第6.-30表 北換気筒の構造計画

| | | |
|---------------------------------------|-----------------|------------------------------|
| 施設名称 | 北換気筒 | |
| <p>【位置】 北換気筒は、屋外に設置する設計としている。</p> | | |
| 計画の概要 | 主要構造 | 鋼管を主体構造とする筒身を支持架構で支持する構造とする。 |
| | 支持構造 | コンクリート基礎に基礎ボルトで固定する。 |
| 説明図 | | |
| | <p>北換気筒の概要図</p> | |

(6) 使用済燃料収納キャスクを収納する建屋

a. 使用済燃料収納使用済燃料輸送容器保管庫の構造概要

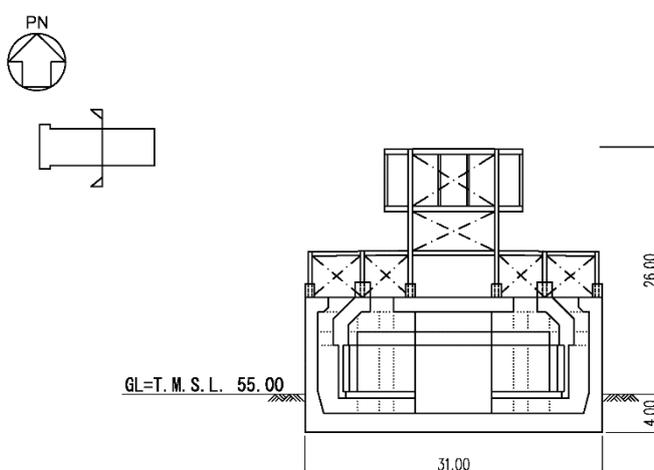
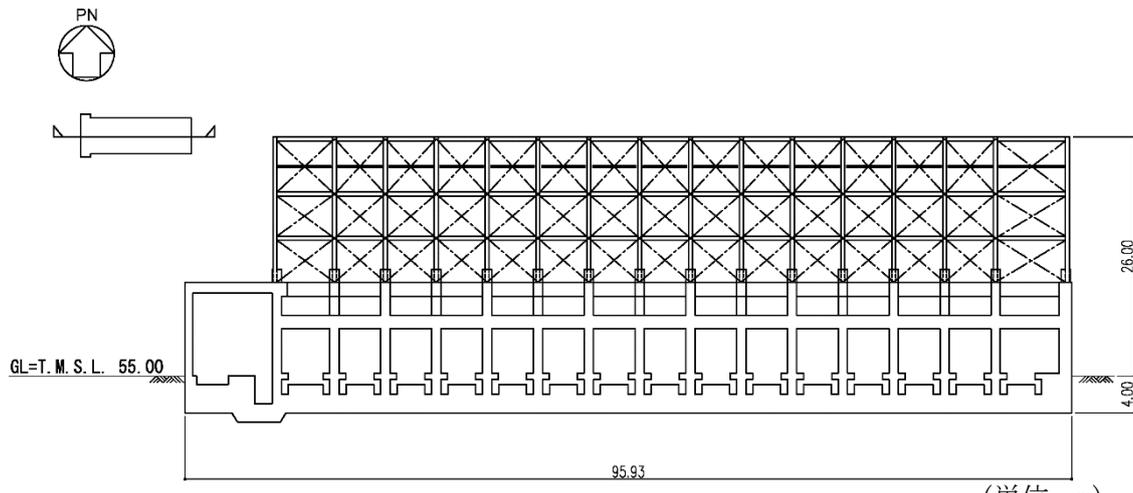
使用済燃料収納使用済燃料輸送容器保管庫は、「5. 機能設計」で設定している設計方針を踏まえ、以下の構造とする。

使用済燃料収納使用済輸送容器保管庫は、地下1階建で、主体構造は鉄筋コンクリート造(一部鉄骨鉄筋コンクリート造及び鉄骨造)である。平面規模は主要部分で31.00m(NS)×95.93m(EW)であり、建屋の高さは基礎スラブ下端から30.00mである。

使用済燃料収納使用済輸送容器保管庫の主要耐震要素は、鉄筋コンクリート部では外壁及び一部の内壁、上部の鉄骨部では鉄骨ブレースである。また、基礎スラブはマンメイドロックを介して岩盤に設置されている。

使用済燃料収納使用済燃料輸送容器保管庫)の構造計画を第6.-31表に示す。

第6.-31表 使用済燃料収納使用済燃料輸送容器保管庫の構造計画

| | | |
|--|--|-------------------------------|
| 施設名称 | 使用済燃料収納使用済燃料輸送容器保管庫 | |
| <p>【位置】 使用済燃料収納使用済燃料輸送容器保管庫は、屋外に設置する設計としている。</p> | | |
| 計画の概要 | 主要構造 | 鉄筋コンクリート造(一部鉄骨鉄筋コンクリート造)である。 |
| | 支持構造 | 基礎スラブはマンメイドロックを介して岩盤に設置されている。 |
| 説明図 |  <p>(a) NS方向 (単位：m)</p> | |
| |  <p>(b) EW方向 (単位：m)</p> <p>使用済燃料収納使用済燃料輸送容器保管庫 概略断面図</p> | |

VI-1-1-1-4-4

火山への配慮が必要な施設の強度に
関する説明書

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

令和4年12月21日付け原規規発第2212213号にて認可を受けた設工認申請書の「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」から、今回申請で追加又は変更する箇所を下線で示す。

目 次

| | ページ |
|-------------------------------|-----|
| 1. 概要 | 1 |
| 2. 強度評価の基本方針 | 1 |
| 2.1 評価対象施設 | 2 |
| 2.1.1 降下火砕物防護対象施設 | 2 |
| 2.1.2 重大事故等対処設備 | 4 |
| 2.2 評価方針 | 6 |
| 3. 構造強度設計 | 9 |
| 3.1 構造強度の評価方針 | 9 |
| 3.2 評価対象部位の選定 | 16 |
| 4. 荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界 | 24 |
| 4.1 荷重の設定及び荷重の組合せ | 24 |
| 4.2 許容限界 | 31 |
| 5. 強度評価方法 | 41 |
| <u>5.1 建物</u> | 42 |
| <u>5.2 冷却塔</u> | 43 |
| <u>5.3 容器</u> | 49 |
| <u>5.4 排気筒</u> | 62 |
| <u>5.5 竜巻防護対策設備(飛来物防護ネット)</u> | 69 |
| <u>5.6 竜巻防護対策設備(飛来物防護板)</u> | 73 |
| 6. 準拠規格 | 78 |

1. 概要

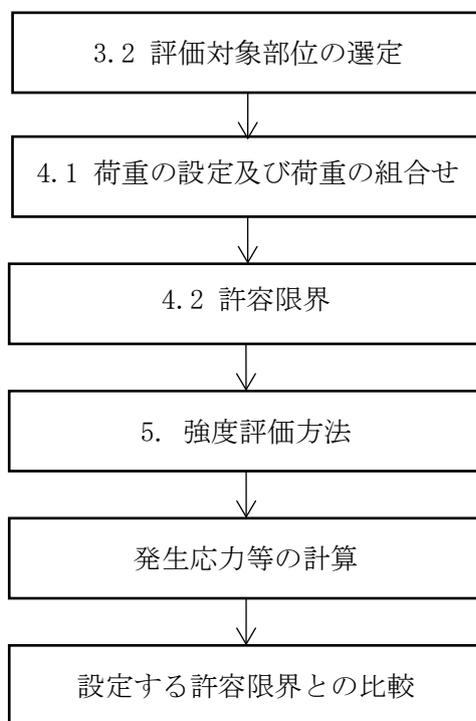
本資料は、「VI-1-1-1-4-2 降下火砕物の影響を考慮する施設の選定」及び「VI-1-1-1-4-3 降下火砕物の影響を考慮する施設の設計方針」に設定している降下火砕物の影響を考慮する施設並びに「VI-1-1-4-2-1 重大事故等対処設備の設計方針」に基づき重大事故等対処設備が、設計荷重(火山)に対して要求される強度を有することを確認するための強度評価方針について説明するものである。

強度評価は、「VI-1-1-1-4-1 火山への配慮に関する基本方針」の「2.2 準拠規格」に示す準拠規格を用いて実施する。

また、「VI-1-1-4 安全機能を有する施設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」に示す重大事故等対処設備に対する設計方針に基づく強度評価方針についても説明する。

2. 強度評価の基本方針

強度評価は、「2.1 評価対象施設」に示す評価対象施設について、「4.1 荷重の設定及び荷重の組合せ」で示す降下火砕物の堆積による荷重と組み合わせるべき他の荷重による組合せ荷重により発生する応力等が、「4.2 許容限界」で示す許容限界内にあることを、「5. 強度評価方法」で示す評価方法及び考え方を使用し、「6. 準拠規格」で示す準拠規格を用いて確認する。強度評価の全体の流れを第2-1図に示す。



※ フロー中の番号は本資料での記載箇所を示す。

第2-1図 強度評価の流れ

2.1 評価対象施設

2.1.1 降下火砕物防護対象施設

「VI-1-1-1-4-3 降下火砕物の影響を考慮する施設的设计方針」の「4. 要求機能及び性能目標」にて構造強度上の性能目標を設定している「構造物への静的負荷」を考慮する施設のうち、強度評価の対象施設(以下「評価対象施設」という。)を第2.1.1-1表に示す。

(1) 降下火砕物防護対象施設を収納する建屋

建屋内の降下火砕物防護対象施設を防護する外殻となる、降下火砕物防護対象施設を収納する建屋とする。

(2) 屋外の降下火砕物防護対象施設

設計荷重(火山)に対し構造強度を維持する必要がある屋外の降下火砕物防護対象施設とする。

(3) 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

降下火砕物防護対象施設等に波及的影響を及ぼす可能性がある施設とする。

(4) 使用済燃料収納キャスクを収納する建屋

使用済燃料収納キャスクを防護する外殻となる、使用済燃料収納キャスクを収納する建屋とする。

第2.1.1-1表 評価対象施設(降下火砕物防護対象施設)

| 施設区分 | 評価対象施設 |
|----------------------------|---|
| 降下火砕物防護対象施設を収納する建屋 | <ul style="list-style-type: none"> ・使用済燃料受入れ・貯蔵建屋 ・ウラン脱硝建屋 ・ウラン酸化物貯蔵建屋 ・ウラン・プルトニウム混合酸化物貯蔵建屋 ・第1ガラス固化体貯蔵建屋 ・チャンネルボックス・バーナブルポイズン処理建屋 ・ハル・エンドピース貯蔵建屋 ・制御建屋 ・分析建屋 ・非常用電源建屋 |
| 屋外の降下火砕物防護対象施設 | <ul style="list-style-type: none"> ・前処理建屋 ・分離建屋 ・精製建屋 ・ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋 ・高レベル廃液ガラス固化建屋 ・安全冷却水系冷却塔A, B ・安全冷却水A, B冷却塔 ・冷却塔A, B ・安全冷却水系膨張槽A, B ・主排気筒 |
| 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 | <ul style="list-style-type: none"> ・飛来物防護ネット(使用済燃料の受入れ及び貯蔵施設用 安全冷却水系冷却塔A, B) ・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, B) ・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, B) ・飛来物防護板(主排気筒接続用 屋外配管及び屋外ダクト 主排気筒周り) ・飛来物防護板(主排気筒接続用 屋外配管及び屋外ダクト 分離建屋屋外) ・飛来物防護板(主排気筒接続用 屋外配管及び屋外ダクト 精製建屋屋外) ・飛来物防護板(主排気筒接続用 屋外配管及び屋外ダクト 高レベル廃液ガラス固化建屋屋外) ・飛来物防護板(冷却塔接続 屋外設備) ・飛来物防護板(前処理建屋 安全蒸気系設置室) ・北換気筒 |
| 使用済燃料収納キャスクを収納する建屋 | <ul style="list-style-type: none"> ・使用済燃料収納使用済燃料輸送容器保管庫 |

2.1.2 重大事故等対処設備

「VI-1-1-4-2-1 重大事故等対処設備の設計方針」の「4. 要求機能及び性能目標」にて構造強度上の性能目標を設定している「構造物への静的負荷」を考慮する施設のうち、強度評価の対象施設(以下「評価対象施設」という。)を第2.1.1-1表に示す。

(1) 重大事故等対処設備を収納する建屋

建屋内の重大事故等対処設備を防護する外殻となる、重大事故等対処設備を収納する建屋とする。

(2) 屋外の常設重大事故等対処設備

設計荷重(火山)に対し構造強度を維持する必要がある屋外の常設重大事故等対処設備とする。

(3) 重大事故等対処設備及びそれらを収納する建屋等に波及的影響を及ぼし得る施設

重大事故等対処設備及びそれらを収納する建屋等に波及的影響を及ぼす可能性がある施設とする。

第2.1.1-1表 評価対象施設(重大事故等対処設備)

| 施設区分 | 評価対象施設 |
|--------------------------------------|---|
| 重大事故等対処設備を収納する建屋 | <ul style="list-style-type: none"> ・使用済燃料受入れ・貯蔵建屋 ・前処理建屋 ・分離建屋 ・精製建屋 ・ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋 ・高レベル廃液ガラス固化建屋 ・制御建屋 ・非常用電源建屋 ・主排気筒管理建屋 ・第1保管庫・貯水所 ・第2保管庫・貯水所 ・緊急時対策建屋 |
| 屋外の常設重大事故等対処設備 | <ul style="list-style-type: none"> ・主排気筒 |
| 重大事故等対処設備及びそれらを収納する建屋等に波及的影響を及ぼし得る施設 | <ul style="list-style-type: none"> ・飛来物防護ネット(使用済燃料の受入れ及び貯蔵施設用 安全冷却水系冷却塔B) ・飛来物防護板(主排気筒接続用 屋外配管及び屋外ダクト 主排気筒周り) ・飛来物防護板(主排気筒接続用 屋外配管及び屋外ダクト 分離建屋屋外) ・飛来物防護板(主排気筒接続用 屋外配管及び屋外ダクト 精製建屋屋外) ・飛来物防護板(主排気筒接続用 屋外配管及び屋外ダクト 高レベル廃液ガラス固化建屋屋外) |

2.2 評価方針

降下火砕物の影響を考慮する施設を対象に、「VI-1-1-1-4-3 降下火砕物の影響を考慮する施設の設計方針」の「4. 要求機能及び性能目標」で示す構造強度設計上の性能目標を達成するため、降下火砕物の堆積に対する強度評価を実施する。

強度評価は、降下火砕物の堆積により生じる応力等に対し、評価対象施設が当該施設の機能を維持可能な構造強度を有することを確認する。

評価分類と評価対象施設を第2.2-1表に示す。

第2.2-1表 評価分類と評価対象施設(1/2)

| 評価分類 | 評価対象施設 |
|------|--|
| 建物 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 使用済燃料受入れ・貯蔵建屋 ・ ウラン脱硝建屋 ・ ウラン酸化物貯蔵建屋 ・ ウラン・プルトニウム混合酸化物貯蔵建屋 ・ 第1ガラス固化体貯蔵建屋 ・ チャンネルボックス・バーナブルポイズン処理建屋 ・ ハル・エンドピース貯蔵建屋 ・ 制御建屋 ・ 分析建屋 ・ 非常用電源建屋 ・ 前処理建屋 ・ 分離建屋 ・ 精製建屋 ・ ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋 ・ 高レベル廃液ガラス固化建屋 ・ 使用済燃料収納使用済燃料輸送容器保管庫 ・ 第1 保管庫・貯水所 ・ 第2 保管庫・貯水所 ・ 緊急時対策建屋 |
| 冷却塔 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 安全冷却水系冷却塔A, B ・ 安全冷却水A, B冷却塔 ・ 冷却塔A, B |
| 容器 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 安全冷却水系膨張槽A, B |
| 排気筒 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 主排気筒 ・ 北換気筒 |

第2.2-1表 評価分類と評価対象施設(2/2)

| | |
|---------------------------|---|
| <p>竜巻防護対策設備(飛来物防護ネット)</p> | <ul style="list-style-type: none"> ・飛来物防護ネット(使用済燃料の受入れ及び貯蔵施設用 安全冷却水系冷却塔A, B) ・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, B) ・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, B) |
| <p>竜巻防護対策設備(飛来物防護板)</p> | <ul style="list-style-type: none"> ・飛来物防護板(主排気筒接続用 屋外配管及び屋外ダクト 主排気筒周り) ・飛来物防護板(主排気筒接続用 屋外配管及び屋外ダクト 分離建屋屋外) ・飛来物防護板(主排気筒接続用 屋外配管及び屋外ダクト 精製建屋屋外) ・飛来物防護板(主排気筒接続用 屋外配管及び屋外ダクト 高レベル廃液ガラス固化建屋屋外) ・飛来物防護板(冷却塔接続 屋外設備) ・飛来物防護板(前処理建屋 安全蒸気系設置室) |

3. 構造強度設計

3.1 構造強度の評価方針

「VI-1-1-1-4-3 降下火砕物の影響を考慮する施設の設計方針」の「4. 要求機能及び性能目標」で設定している構造強度上の性能目標を達成するために、「VI-1-1-1-4-3 降下火砕物の影響を考慮する施設の設計方針」の「6. 構造概要」に示す構造を踏まえ「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」で設定している荷重及び許容限界を適切に考慮して、評価を実施する。

(1) 建物

建物の構造強度評価フローを第3.1-1図に示す。

建屋の強度評価については、設計荷重(火山)に対し、建屋の評価対象部位に発生する応力等が、許容限界に収まることを確認する。

屋根に堆積する降下火砕物は除去する運用としていることから、長期にわたって降下火砕物の堆積による荷重が作用しない。このため、降下火砕物の堆積による荷重は短期荷重として扱うこととする。

評価方法としては、「5. 強度評価方法」に示すとおり、屋根に作用する荷重の評価は、設計時長期荷重 P_A と設計荷重(火山) P_B を比較した荷重の増分比率 P_C により確認する。

許容応力度(短期)は、許容応力度(長期)の1.5倍であることから、上記で算出する P_C が1.5を下回ることを確認することで、建屋の健全性を評価する。

設計荷重(火山)は、「3.2 荷重及び荷重の組合せ」に従い設定する。

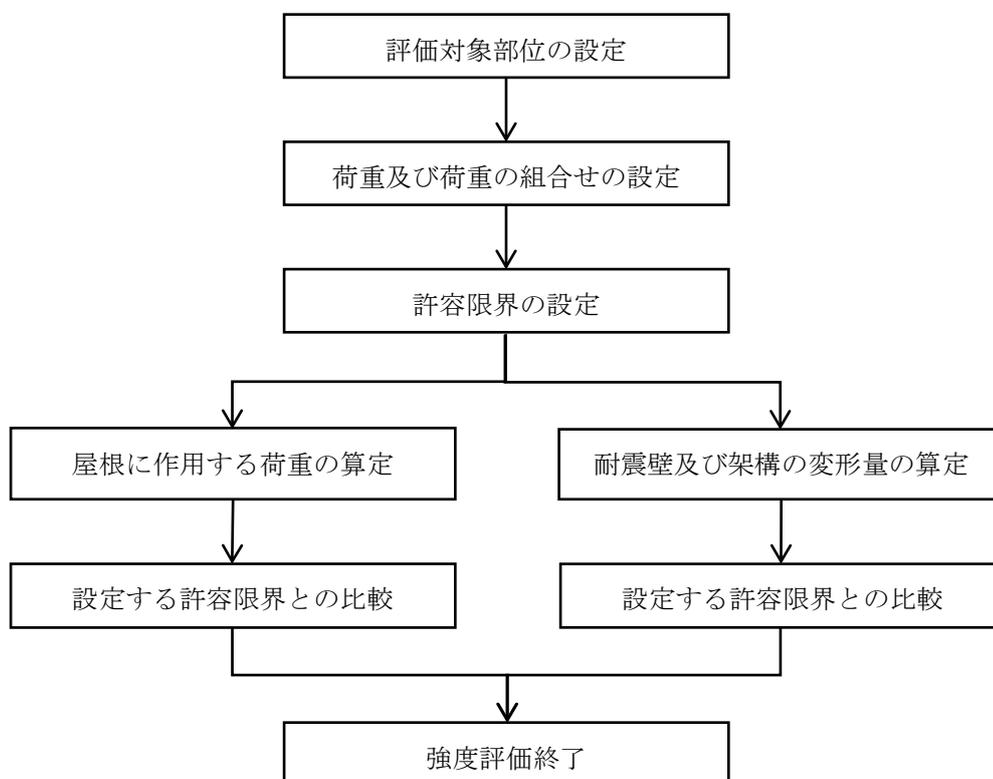
屋根は、設計時長期荷重 P_A に対する、設計荷重(火山) P_B の荷重の増分比率 P_C による評価式を用いて計算により確認する。 P_A 及び P_B に共通して含まれる固定荷重が小さい方が P_C が大きくなる。評価に用いる記号を第3.1-1表に示す。

$$P_C = P_B / P_A$$

耐震壁及び架構は、対象建屋の質点系モデルを用いて、風荷重により建屋全体は終局状態に至るような変形が生じないことを解析にて確認する。

第3.1-1表 屋根の強度評価に用いる記号

| 記号 | 単位 | 定義 |
|-------|---------|--|
| P_A | N/m^2 | 設計時長期荷重 |
| P_B | N/m^2 | 設計荷重(火山) (積灰荷重, 積雪荷重及び通常時に作用している荷重の和) |
| P_C | — | 荷重の増分比率(P_A に対する P_B の比) |



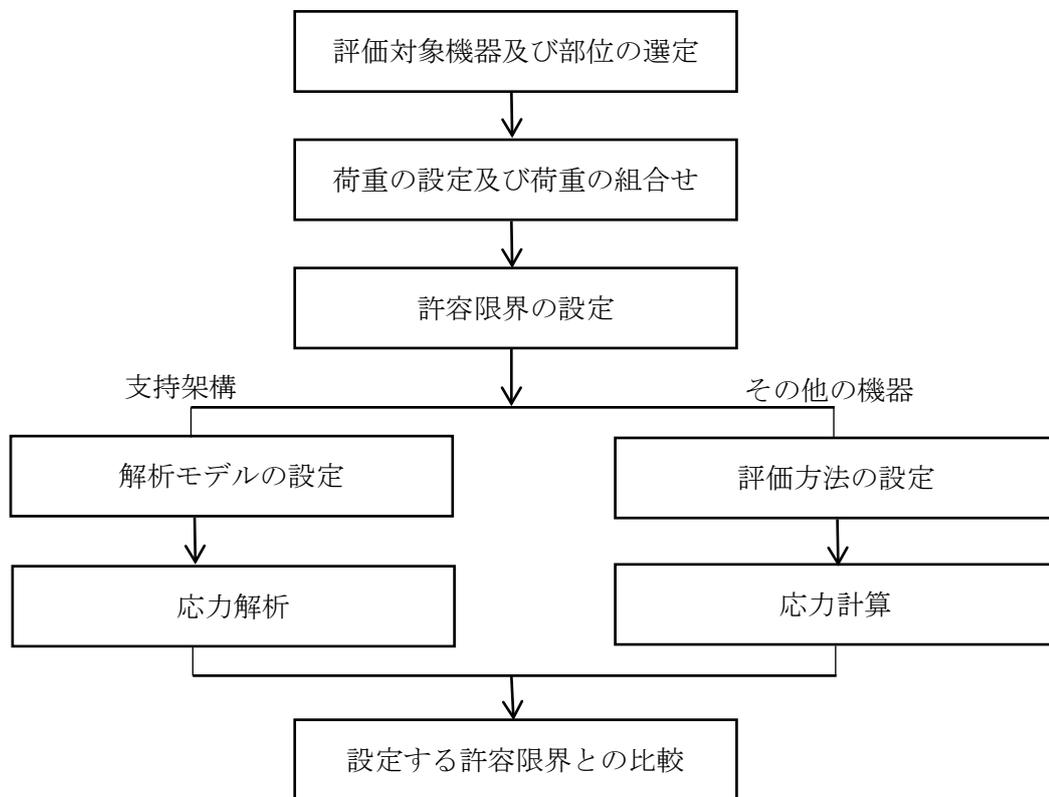
第3.1-1図 建物の構造強度評価フロー

(2) 冷却塔

冷却塔の構造強度評価フローを第3. 1-2図に示す。

構造強度評価については、設計荷重(火山) に対し、冷却塔の機能維持に必要な機器に生じる応力が、許容応力以下であることを計算により確認する。

評価方法としては、「5. 強度評価方法」に示すとおり、FEM等を用いた解析法若しくは定式化された評価式を用いた解析法により評価対象部位に対する発生荷重及び発生モーメントを算定する。



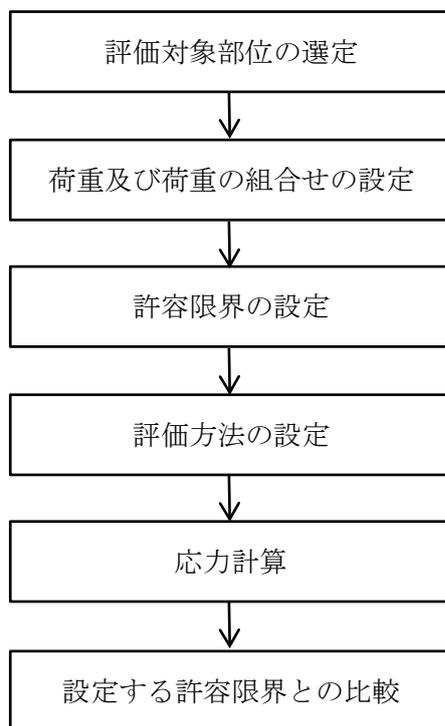
第3. 1-2図 冷却塔の構造強度評価フロー

(3) 容器

容器の構造強度評価フローを第3.1-3図に示す。

構造強度評価については、設計荷重(火山)に対し、容器の機能維持に必要な機器に生じる応力が、許容応力以下であることを計算により確認する。

評価方法としては、「5. 強度評価方法」に示すとおり、定式化された評価式を用いて評価対象部位に対する発生荷重及び発生モーメントを算定する。



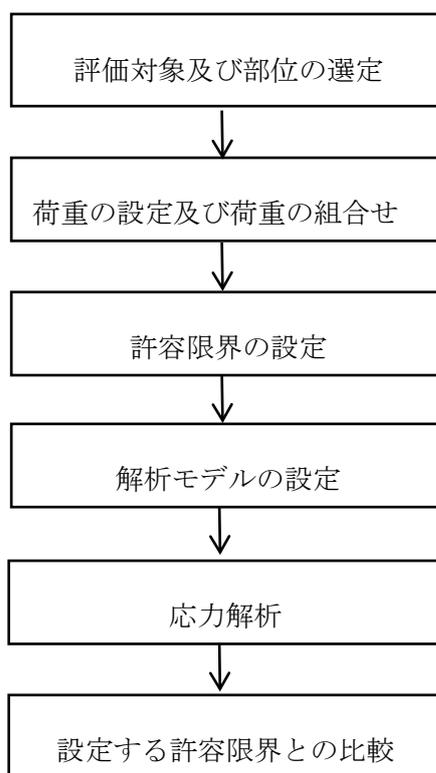
第3.1-3図 容器の構造強度評価フロー

(4) 排気筒

排気筒の構造強度評価フローを第3.1-4図に示す。

構造強度評価については、設計荷重(火山)に対し、排気筒の機能維持に必要な機器に生じる応力が、許容応力以下であることを計算により確認する。

評価方法としては、「5. 強度評価方法」に示すとおり、FEM等を用いた解析法若しくは定式化された評価式を用いた解析法により評価対象部位に対する発生荷重及び発生モーメントを算定する。



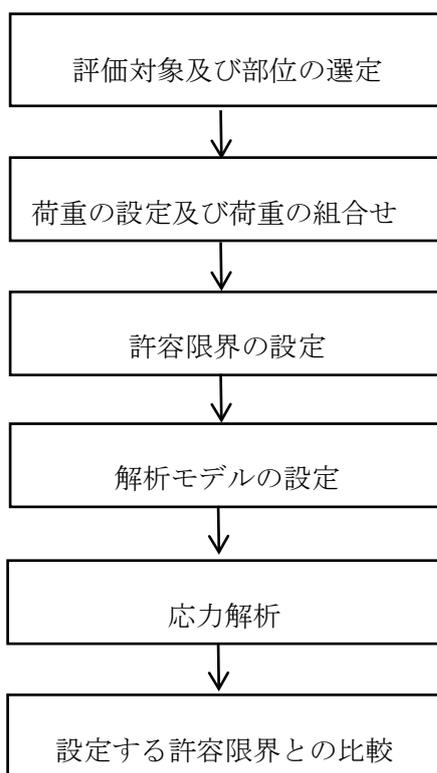
第3.1-4図 排気筒の構造強度評価フロー

(5) 竜巻防護対策設備(飛来物防護ネット)

飛来物防護ネットの構造強度評価フローを第3.1-5図に示す。

構造強度評価においては、飛来物防護ネットに対して、設計荷重(火山)により作用する応力が許容応力以下であることを確認する。

評価方法としては、「5. 強度評価方法」に示すとおり、FEM等を用いた解析法を用いて評価対象部位に対する発生荷重、発生モーメント及び発生ひずみを算定する。



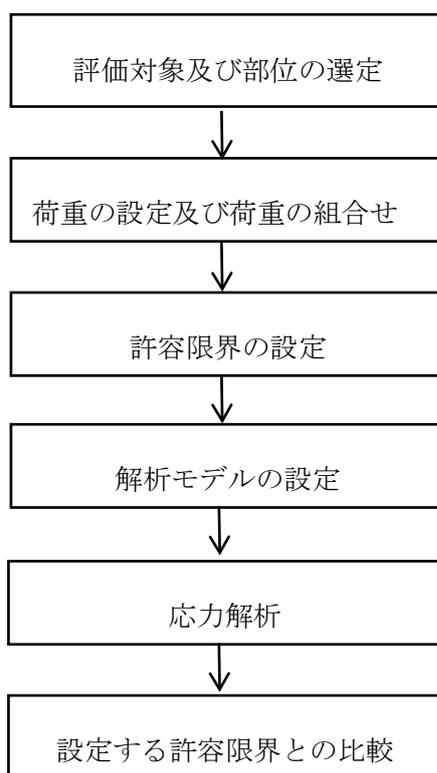
第3.1-5図 飛来物防護ネットの構造強度評価フロー

(6) 竜巻防護対策設備(飛来物防護板)

飛来物防護板の構造強度評価フローを第3.1-6図に示す。

構造強度評価においては、飛来物防護板に対して、設計荷重(火山)により作用する応力が許容応力以下であることを確認する。

評価方法としては、「5. 強度評価方法」に示すとおり、FEM等を用いた解析法を用いて評価対象部位に対する発生荷重，発生モーメントを算定する。



第3.1-6図 飛来物防護板の構造強度評価フロー

3.2 評価対象部位の選定

「VI-1-1-1-4-3 降下火砕物の影響を考慮する施設の設計方針」の「6. 構造概要」に示す構造に基づき、設計荷重(火山)の作用方向及び伝達過程を考慮し、評価対象部位を選定する。

評価対象は、安全機能を損なわないよう要求される機能を維持するために必要な機器とし、評価対象のうち、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部位を評価対象部位とする。

(1) 建物

建屋の構造を踏まえ、設計荷重(火山)の作用方向及び伝達過程を考慮し、評価対象部位を選定する。

荷重の作用方向を考慮し、設計荷重(火山)のうち鉛直荷重である降下火砕物の堆積による荷重に対して、屋根を評価対象部位とする。なお、降下火砕物の堆積による荷重は屋根に対して、一様に作用するものとする。

屋根に作用した荷重は、耐震壁及び架構を介して直接岩盤に支持される基礎スラブへ伝達されることから、耐震壁及び架構を評価対象部位とする。

荷重の増分比率 P_C は、設計時長期荷重 P_A 及び設計荷重(火山) P_B に占める固定荷重の割合が小さいほど荷重の増分比率 P_C が大きくなることから、固定荷重が小さくなる部位を選定する。

これを踏まえ、荷重の増分比率 P_C が最も厳しくなる部位として、固定荷重として考慮する自重が小さくなるよう、スラブ厚が最小となる部位を選定する。

建屋の評価部位の位置を第3.1-1図に示す。

設計荷重(火山)のうち水平荷重である風荷重は、外壁に作用し、耐震壁を介して直接岩盤に支持する基礎スラブへ伝達されることから、建屋の耐震壁を評価対象部位とする。

構造強度評価における建物の評価対象及び評価対象部位の選定結果を第3.2-1表に示す。

第3.2-1表 建物における構造強度評価の評価対象及び評価対象部位

| 評価分類 | 施設名称 | 評価対象 | 評価対象部位 |
|------|---|------|--------------------------------------|
| 建物 | <ul style="list-style-type: none"> ・使用済燃料受入れ・貯蔵建屋 ・ウラン脱硝建屋 ・ウラン酸化物貯蔵建屋 ・ウラン・プルトニウム混合酸化物貯蔵建屋 ・第1ガラス固化体貯蔵建屋 ・チャンネルボックス・バーナブルポイズン処理建屋 ・ハル・エンドピース貯蔵建屋 ・制御建屋 ・分析建屋 ・非常用電源建屋 ・前処理建屋 ・分離建屋 ・精製建屋 ・ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋 ・高レベル廃液ガラス固化建屋 ・使用済燃料収納使用済燃料輸送容器保管庫 ・第1保管庫・貯水所 ・第2保管庫・貯水所 ・緊急時対策建屋 | 建物 | <p>屋根(鉛直荷重)</p> <p>耐震壁及び架構(水平荷重)</p> |

(2) 冷却塔

冷却塔の評価対象となる機器は、機器の形状やルーバの開閉状態に応じた運用方法を考慮した上で降下火砕物が堆積する機器を選定する。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評価対象機器とする。冷却塔における構造強度評価の評価対象機器の選定結果を第3. 2-2表に示す。

管束、ファン駆動部は、ファンにより冷却空気がファン駆動部の下方から上方に流れ、降下火砕物が堆積しにくい構造であることから評価対象外とする。

なお、ファン駆動部のうち原動機及び減速機については、上方以外から少量の降下火砕物が堆積することが想定されるが、本機は鋳物であり板厚も厚く、機能喪失に至るような有意な変形は生じない。また、端子箱についても、少量の降下火砕物が堆積することが想定されるが、端子箱が変形したとしても、内部の空間に余裕があることから、端子箱内部の電路への影響はない。

遮熱板については、降下火砕物が堆積し得る平面が少なく、堆積しにくい構造であることから評価対象外とする。

第3. 2-2表 冷却塔における構造強度評価の評価対象機器

| 評価分類 | 名称 | 評価対象機器 | 選定理由 |
|------|---|-------------------|------------|
| 冷却塔 | ・ <u>安全冷却水系冷却塔</u> A, B | 支持架構 (基礎ボルト含む) | [Redacted] |
| | ・ <u>安全冷却水A, B冷却塔</u> ・ <u>冷却塔A, B</u> | ルーバ | |

第3. 2-2表で選定された機器に対し、荷重の伝達過程を踏まえて評価対象部位を選定する。冷却塔における評価対象部位の選定結果を第3. 2-3表に示す。

a. 支持架構(基礎ボルト含む)の評価対象部位

支持架構の天面に堆積した設計荷重(火山)は、支持架構全体に作用する。このことから、支持架構の構造強度評価の評価対象部位は、支持架構を構成する主柱、床はり、2F機械台はり、立面ブレース及び水平ブレースを選定する。

また、設計荷重(火山)は、支持架構を介して基礎ボルトに作用することから、基礎ボルトを構造強度評価の評価対象部位として選定する。

b. ルーバの評価対象部位

設計荷重(火山)は、ルーバを構成する部位のうち、ルーバブレード及びブレードシャフトに作用する。ルーバブレード及びブレードシャフトに、設計荷重(火山)が作用し破損した場合、管束に落下するおそれがあることから、構造強度評価の評価対象部位として選定する。

なお、ルーバを構成する部位のうち、ルーバフレーム及びルーバ取付ボルトについては、降下火砕物が堆積し得る平面が少なく、堆積しにくい構造であることから評価対象外とする。

第3.2-3表 冷却塔における構造強度評価の評価対象部位

| 評価分類 | 施設名称 | 評価対象機器 | 評価対象部位 |
|------|--|-------------------|---|
| 冷却塔 | <ul style="list-style-type: none"> ・安全冷却水系冷却塔A,B ・安全冷却水A,B冷却塔 ・冷却塔A,B | 支持架構 (基礎ボルト含む) | 主柱、床はり、2F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 | ルーバブレード、 ブレードシャフト |

(3) 容器

風圧力による荷重は、胴板及び胴板を支持するスカートに作用し、スカートを介して基礎ボルトに作用する。また、積雪荷重及び火山灰荷重は、自重と同様に胴板及びスカートに作用する。

このことから、胴板、スカート及び基礎ボルトを評価対象部位として選定する。構造強度評価における容器の評価対象及び評価対象部位の選定結果を第3.2-4表に示す。

第3.2-4表 容器における構造強度評価の評価対象及び評価対象部位

| 評価分類 | 施設名称 | 評価対象 | 評価対象部位 |
|------|----------------|------|--------|
| 容器 | ・安全冷却水系膨張槽A, B | 膨張槽 | 胴板 |
| | | | スカート |
| | | | 基礎ボルト |

(4) 排気筒

設計荷重(火山)は、排気筒全体に作用する。このことから、排気筒の構造強度評価の評価対象部位は、筒身及び筒身を支持する鉄塔を構成する支柱材、斜材、水平材、柱脚部を選定する。

構造強度評価における排気筒の評価対象及び評価対象部位の選定結果を第3.2-5表に示す。

第3.2-5表 排気筒における構造強度評価の評価対象及び評価対象部位

| 評価分類 | 施設名称 | 評価対象 | 評価対象部位 |
|------|----------------|-------|-------------------------------------|
| 排気筒 | ・主排気筒 ・北換気筒 | 筒身・鉄塔 | 筒身, 支柱材, 斜材, 水平材, 柱脚部 |
| | | 脚部 | アンカーボルト, コンクリート(コーン状破壊), コンクリート(圧縮) |

(5) 竜巻防護対策設備(飛来物防護ネット)

支持架構の天面に堆積した設計荷重(火山)は、飛来物防護ネットの支持架構全体に作用する。このことから、支持架構の構造強度評価の評価対象部位は、支持架構を構成する柱、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を選定する。

防護ネットについては、降下火砕物が堆積し得る平面が少なく、堆積しにくい構造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については、鉛直方向に設置しているものは降下火砕物が堆積し得る平面が少なく、堆積しにくい構造であること及び水平方向に設置しているものは設計荷重(火山)が支持架構に直接伝達する構造であることから、支持架構の評価にて考慮しているため、評価対象外とする。

構造強度評価における竜巻防護対策設備(飛来物防護ネット)の評価対象及び評価対象部位の選定結果を第3.2-6表に示す。

第3.2-6表 竜巻防護対策設備(飛来物防護ネット)における構造強度評価の評価対象及び評価対象部位

| 評価分類 | 施設名称 | 評価対象 | 評価対象部位 |
|--------------------|--|------|---------------------------------------|
| 竜巻防護対策設備(飛来物防護ネット) | <ul style="list-style-type: none"> 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,B) 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,B) | 支持架構 | 柱、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 |
| | <ul style="list-style-type: none"> 飛来物防護ネット(使用済燃料の受入れ及び貯蔵施設用 安全冷却水系冷却塔A,B) | 支持架構 | 柱、大はり、小はり、トラス柱、鉛直ブレース、水平ブレース |

(6) 竜巻防護対策設備(飛来物防護板)

支持架構の天面に堆積した設計荷重(火山)は、飛来物防護板の支持架構全体に作用する。このことから、支持架構の構造強度評価の評価対象部位は、支持架構を構成する柱、はり及びブレース(鉛直ブレース、水平ブレース)を選定する。また、あと施工アンカーで建屋と一体化したコンクリート立上げ部に、支持架構の柱脚部を定着板付のアンカーボルトで固定する施設については、あと施工アンカー及びアンカーボルトを支持架構の構造強度評価の評価対象部位とする。

防護板(鋼材)については、鉛直方向に設置しているものは降下火砕物が堆積し得る平面が少なく、堆積しにくい構造であること及び水平方向に設置しているものは設計荷重(火山)が支持架構に直接伝達する構造であることから、支持架構の評価にて考慮しているため、評価対象外とする。

上記以外の飛来物防護板の天面に堆積した設計荷重(火山)は、建屋との接続部である、アンカー筋を介し、建屋へ伝達される。このことから、飛来物防護板の構造強度評価の評価対象部位は、接続部のアンカー筋を選定する。

構造強度評価における竜巻防護対策設備(飛来物防護板)の評価対象及び評価対象部位の選定結果を第3.2-7表に示す。

第3.2-7表 竜巻防護対策設備(飛来物防護板)における構造強度評価の評価対象及び評価対象部位

| 評価分類 | 施設名称 | 評価対象 | 評価対象部位 |
|------------------|--|----------------------|-----------------------|
| 竜巻防護対策設備(飛来物防護板) | ・飛来物防護板(主排気筒接続用 屋外配管及び屋外ダクト 主排気筒周り) | 支持架構 | 柱, はり, 鉛直ブレース, 水平ブレース |
| | ・飛来物防護板(主排気筒接続用 屋外配管及び屋外ダクト 分離建屋屋外) | 支持架構 | 柱, はり, 鉛直ブレース, 水平ブレース |
| | ・飛来物防護板(主排気筒接続用 屋外配管及び屋外ダクト 精製建屋屋外) | あと施工アンカー, アンカーボルト | あと施工アンカー, アンカーボルト |
| | ・飛来物防護板(主排気筒接続用 屋外配管及び屋外ダクト 高レベル廃液ガラス固化建屋屋外) | あと施工アンカー, アンカーボルト | あと施工アンカー, アンカーボルト |
| | ・飛来物防護板(冷却塔接続 屋外設備) ・飛来物防護板(前処理建屋 安全蒸気系設置室) | 支持部 | アンカー筋 |

4. 荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界

評価対象施設の強度評価に用いる荷重及び荷重の組合せを「4.1 荷重の設定及び荷重の組合せ」に、許容限界を「4.2 許容限界」に示す。

4.1 荷重の設定及び荷重の組合せ

「VI-1-1-1-4-1 火山への配慮に関する基本方針」で設定している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の考え方を踏まえ、強度評価において考慮すべき荷重の組合せを「(1) 荷重の組合せ」に示す。

(1) 荷重の組合せ

評価対象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。

上記を踏まえ、評価対象施設の強度評価における荷重の組合せの設定については、施設の設置状況及び構造等を考慮し設定する。評価対象施設ごとの荷重の組合せを第4.1-1表に示す。

第4.1-1表 降下火砕物の影響を考慮する施設の荷重の組合せ(1/2)

| 施設分類 | 施設名称 | 評価項目 | 荷重の種類 | | | | |
|------|---|------|----------|------------|------|-----|-------|
| | | | 常時作用する荷重 | 降下火砕物による荷重 | 積雪荷重 | 風荷重 | 運転時荷重 |
| 建屋 | <ul style="list-style-type: none"> ・使用済燃料受入れ・貯蔵建屋 ・ウラン脱硝建屋 ・ウラン酸化物貯蔵建屋 ・ウラン・プルトニウム混合酸化物貯蔵建屋 ・第1ガラス固化体貯蔵建屋 ・チャンネルボックス・バーナブルポイズン処理建屋 ・ハル・エンドピース貯蔵建屋 ・制御建屋 ・分析建屋 ・非常用電源建屋 ・前処理建屋 ・分離建屋 ・精製建屋 ・ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋 ・高レベル廃液ガラス固化建屋 ・使用済燃料収納使用済燃料輸送容器保管庫 ・第1保管庫・貯水所 ・第2保管庫・貯水所 ・緊急時対策建屋 | 構造強度 | ○ | ○ | ○ | ○ | — |
| 冷却塔 | <ul style="list-style-type: none"> ・安全冷却水系冷却塔 A, B ・安全冷却水 A, B 冷却塔 ・冷却塔 A, B | 構造強度 | ○ | ○ | ○ | ○ | — |
| 容器 | <ul style="list-style-type: none"> ・安全冷却水系膨張槽 A, B | 構造強度 | ○ | ○ | ○ | ○ | — |
| 排気筒 | <ul style="list-style-type: none"> ・主排気筒 ・北換気筒 | 構造強度 | ○ | ○ | ○ | ○ | — |

○：考慮する荷重を示す。

第 4.1-1 表 降下火砕物の影響を考慮する施設の荷重の組合せ (2/2)

| 施設分類 | 施設名称 | 評価項目 | 荷重の種類 | | | | |
|-------------------------|---|------|----------|------------|------|-----|-------|
| | | | 常時作用する荷重 | 降下火砕物による荷重 | 積雪荷重 | 風荷重 | 運転時荷重 |
| (飛来物防護対策設備) 竜巻防護対策設備 | <ul style="list-style-type: none"> 飛来物防護ネット(使用済燃料の受入れ及び貯蔵施設用 安全冷却水系冷却塔 A, B) 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, B) 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, B) | 構造強度 | ○ | ○ | ○ | ○ | — |
| 竜巻防護対策設備(飛来物防護板) | <ul style="list-style-type: none"> 飛来物防護板(主排気筒接続用 屋外配管及び屋外ダクト主排気筒周り) 飛来物防護板(主排気筒接続用 屋外配管及び屋外ダクト分離建屋屋外) 飛来物防護板(主排気筒接続用 屋外配管及び屋外ダクト精製建屋屋外) 飛来物防護板(主排気筒接続用 屋外配管及び屋外ダクト高レベル廃液ガラス固化建屋屋外) 飛来物防護板(冷却塔接続 屋外設備) 飛来物防護板(前処理建屋 安全蒸気系設置室) | 構造強度 | ○ | ○ | ○ | ○ | — |

○：考慮する荷重を示す。

(2) 荷重の算定方法

「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) 荷重の種類」で設定している荷重のうち，降下火砕物の堆積による荷重，積雪荷重及び風荷重の算出式を以下に示す。

鉛直荷重については，「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」にて共通で使用するため，算出式を用いた荷重の算出も行う。

a. 記号の定義

荷重の算出に用いる記号を第4.1-2表に示す。

第4.1-2表 荷重の算出に用いる記号

| 記号 | 単位 | 定義 |
|-----------------|------------------------|--|
| a' | mm | 横方向の受圧寸法 |
| b' | mm | 縦方向の受圧寸法 |
| c' | mm | 奥行き方向の受圧寸法 |
| A ₁ | m ² | 風の受圧面積（風向に垂直な面に投影した面積） |
| A ₂ | m ² | 支持架構の降下火砕物の堆積及び積雪する面積 |
| B | m | ルーバブレードの幅 |
| C | — | 風力係数 |
| E' | — | 建築基準法施行令第 87 条第 2 項に規定する数値 |
| E _r | — | 建設省告示第 1454 号の規定によって算出した平均風速の高さ方向の分布を表わす係数 |
| f _s | N/(m ² ・cm) | 建築基準法施行令に基づき設定する積雪の単位荷重 |
| F _{V0} | N | 支持架構の降下火砕物の堆積及び積雪による鉛直荷重 |
| F _{V1} | N | ルーバブレードの単位長さ当たりの降下火砕物の堆積及び積雪による鉛直荷重 |
| G | — | ガスト影響係数 |
| g | m/s ² | 重力加速度 |
| H | m | 全高 |
| H _v | cm | 降下火砕物の層厚 |
| H _s | cm | 組合せ荷重として考慮する積雪深 |
| ℓ | mm | ルーバブレード長さ |
| q | N/m ² | 設計用速度圧 |
| S _L | N/m ² | 単位面積当たりの積雪荷重 |
| V _D | m/s | 基準風速 |
| V _L | N/m ² | 単位面積当たりの降下火砕物の堆積による荷重 |
| W _L | N | 風荷重 |
| W _v | N/(m ² ・cm) | 湿潤状態の降下火砕物による単位荷重 |
| Z _b | m | 地表面粗度区分に応じて建設省告示第 1454 号に掲げる数値 |
| Z _G | m | 地表面粗度区分に応じて建設省告示第 1454 号に掲げる数値 |
| α | — | 地表面粗度区分に応じて建設省告示第 1454 号に掲げる数値 |
| ρ | kg/m ³ | 降下火砕物の湿潤密度 |

b. 鉛直荷重

鉛直荷重については、湿潤状態の降下火砕物及び積雪を考慮し、次式のとおり算出する。

$$F_{v0} = (V_L + S_L) \cdot A_2$$

ここで、

$$V_L = W_V \cdot H_V$$

$$W_V = \rho \cdot g$$

積雪荷重は、次式のとおり算出する。

$$S_L = f_s \cdot H_s$$

第4.1-3表に入力条件を示す。

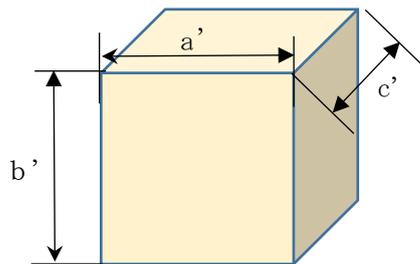
第4.1-3表 入力条件

| ρ (kg/m ³) | g (m/s ²) | H_V (cm) | F_s (N/(m ² · cm)) | H_s (cm) |
|--------------------------------|----------------------------|---------------|------------------------------------|---------------|
| 1300 | 9.80665 | 55 | 30 | 150 |

上記式より W_V は128N/(m² · cm)と算出されるが、保守的に $W_V=130\text{N}/(\text{m}^2 \cdot \text{cm})$ とする。

よって、 $V_L=7150\text{N}/\text{m}^2$ 、 $S_L=4500\text{N}/\text{m}^2$ である。

受圧面積は評価モデルを簡略化するため、投影面積で算出する方法により算出することとする。受圧面積の考え方の概要図を第4.1-1図に示す。



$$\text{受圧面積 } A_2 = a' \times c'$$

第4.1-1図 受圧面積の算出方法

なお、ルーバの降下火砕物の堆積及び積雪による鉛直荷重は、以下の式を用いて算出する。

$$F_{v1} = \frac{(V_L + S_L) \cdot B \cdot \ell}{1000}$$

c. 水平荷重

水平荷重については、風を考慮する。風速を建築基準法施行令の基準風速に基づき34m/sに設定し、風荷重については施設の形状により異なるため施設ごとに算出する。風荷重の算出式は建築基準法施行令第87条に基づき、以下のとおりである。

$$W_L = q \cdot C \cdot A_1$$

ここで

$$q = 0.6 \cdot E' \cdot V_b^2$$

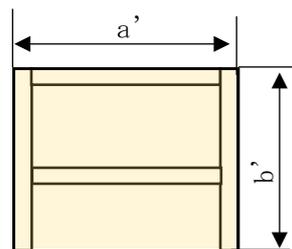
$$E' = E_r^2 \cdot G$$

$$E_r = 1.7 \cdot (H/Z_G)^\alpha \quad (H \text{が} Z_b \text{を超える場合})$$

$$E_r = 1.7 \cdot (Z_b/Z_G)^\alpha \quad (H \text{が} Z_b \text{以下の場合})$$

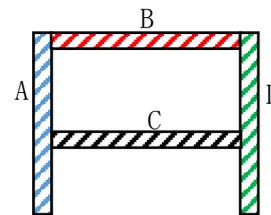
なお、ガスト影響係数 (G) は、「建設省告示1454号」において高さが10m以下の場合2.2, 40m以上の場合2.0, 10mを超え40m未満の場合は直線的に補間した数値とする。

受圧面積は評価モデルを簡略化するため、投影面積で算出する方法と部材ごとに受圧面積を精緻化して算出する方法のどちらかにより算出することとする。受圧面積の考え方の概要図を第4.1-2図に示す。



$$\text{受圧面積} A_1 = a' \times b'$$

簡略化の考え方



部材Aの受圧面積 : A_2

部材Bの受圧面積 : A_3

部材Cの受圧面積 : A_4

部材Dの受圧面積 : A_5

$$\text{受圧面積} A_1 = A_2 + A_3 + A_4 + A_5$$

精緻化の考え方

第4.1-2図 受圧面積の算出方法

なお、ルーバブレード及びブレードシャフトに対する風（台風）による水平荷重はルーバフレームにより遮られるため、風（台風）による水平荷重は作用しない。

4.2 許容限界

許容限界は、「VI-1-1-1-4-3 降下火砕物の影響を考慮する施設の設計方針」の「4. 要求機能及び性能目標」で設定している構造強度設計上の性能目標及び「3.1 構造強度の評価方針」に示す評価方針を踏まえて、評価対象部位ごとに設定する。

「4.1 荷重の設定及び荷重の組合せ」で設定している荷重及び荷重の組合せを含めた、施設分類ごとの評価対象部位の許容限界を第4.2-1表に示す。

施設分類ごとの許容限界の詳細は、各計算書で評価対象部位の損傷モードを踏まえ、評価項目を選定し定める。

第4.2-1表 施設分類ごとの許容限界(1/3)

| 施設分類 | 施設名称 | 荷重の組合せ | 評価対象部位 | 機能損傷モード | | 許容限界 |
|------|---|-------------------------|--------|---------|-----------------------------------|-------------------|
| | | | | 応力等の状態 | 限界状態 | |
| 建屋 | <ul style="list-style-type: none"> ・使用済燃料受入れ・貯蔵建屋 ・ウラン脱硝建屋 ・ウラン酸化物貯蔵建屋 ・ウラン・プルトニウム混合酸化物貯蔵建屋 ・第1ガラス固化体貯蔵建屋 ・チャンネルボックス・バーナブルポイズン処理建屋 ・ハル・エンドピース貯蔵建屋 ・制御建屋 ・分析建屋 ・非常用電源建屋 ・前処理建屋 ・分離建屋 ・精製建屋 ・ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋 ・高レベル廃液ガラス固化建屋 ・使用済燃料収納使用済燃料輸送容器保管庫 | $F_d + V_L + W_L + S_L$ | 屋根 | 荷重条件 | 終局状態 | 鉄筋の許容応力度比 1.5* |
| | 耐震壁 | | せん断 | 終局状態 | 最大せん断ひずみ度 2.0×10^{-3} | |
| | 架構 | | | | 層間変形角 1/120 | |

F_d ：常時作用する荷重 V_L ：降下火砕物の堆積による荷重 W_L ：風荷重 S_L ：積雪荷重

注記 *：鉛直荷重により、鉄筋コンクリート造の屋根に発生する応力は、曲げモーメントが支配的となる。その曲げモーメントは主に鉄筋で負担することから、鉄筋の許容応力度をもとに屋根の許容限界を設定する。具体的には、設計時長期荷重に対して、設計荷重(火山)の比が、鉄筋の長期許容応力度に対する短期許容応力度の比(以下「許容応力度比」という。)を下回ることを確認する。鉄筋の長期許容応力度及び短期許容応力度は、「RC規準」に基づくものとし、鉄筋の短期許容応力度は「RC規準」に示される下限値を用いる。以上より、鉄筋の許容応力度比の許容限界は1.5とする。

第4.2-1表 施設分類ごとの許容限界(2/3)

| 施設分類 | 施設名称 | 荷重の組合せ | 評価対象部位 | 機能損傷モード | | 許容限界 |
|------|--|-------------------------|----------------|------------------------------|-------|--|
| | | | | 応力等の状態 | 限界状態 | |
| 冷却塔 | <ul style="list-style-type: none"> 安全冷却水系冷却塔 A, B 安全冷却水 A, B 冷却塔 | $F_d + V_L + W_L + S_L$ | 支持架構 | 引張 圧縮 せん断 曲げ 組合せ | 部材の降伏 | JEAG4601等に準じて許容応力状態Ⅲ _A Sの許容応力以下とする |
| | | | 基礎ボルト | 引張 せん断 | | |
| | $F_d + V_L + S_L$ | ルーバ ブレード | 曲げ | | | |
| | | ブレード シャフト | せん断 | | | |
| 容器 | <ul style="list-style-type: none"> 安全冷却水系膨張槽 A, B | $F_d + V_L + W_L + S_L$ | 胴板 | 一次一般膜 一次+二次 | 部材の降伏 | JEAG4601等に準じて許容応力状態Ⅲ _A Sの許容応力以下とする |
| | | | スカート | 組合せ 座屈 | | |
| | | | 基礎ボルト | 引張 せん断 | | |
| 排気筒 | <ul style="list-style-type: none"> 主排気筒 北換気筒 | $F_d + V_L + W_L + S_L$ | 筒身 | 圧縮 曲げ 組合せ(圧縮+曲げ) | 終局状態 | 「容器構造設計指針」の短期許容応力以下とする |
| | | | アンカーボルト | 引張 せん断 組合せ(引張+せん断) | 終局状態 | 「鋼構造設計規準—許容応力度設計法—((社)日本建築学会, 2005)」の短期許容応力以下とする |
| | | | コンクリート(コーン状破壊) | 引張 | 終局状態 | 「RC規準」の短期許容応力以下とする |
| | | | コンクリート(圧縮) | 圧縮 | 終局状態 | 「RC規準」の短期許容応力以下とする |
| | | | 鉄塔 | 圧縮 曲げ 組合せ(圧縮+曲げ) | 終局状態 | 「建築基準法施工令第90条及び関係告示」の短期許容応力以下とする |

F_d : 常時作用する荷重 V_L : 降下火砕物の堆積による荷重 W_L : 風荷重 S_L : 積雪荷重

第4.2-1表 施設分類ごとの許容限界(3/3)

| 施設分類 | 施設名称 | 荷重の組合せ | 評価対象部位 | 機能損傷モード | | 許容限界 |
|--------------|---|-------------------------|--------|------------------------------|--|--|
| | | | | 応力等の状態 | 限界状態 | |
| (飛来物防護対策ネット) | <ul style="list-style-type: none"> 飛来物防護ネット(使用済燃料の受入れ及び貯蔵施設用 安全冷却水系冷却塔A, B) 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, B) 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, B) | $F_d + V_L + W_L + S_L$ | 支持架構 | 引張 圧縮 曲げ せん断 組合せ | 終局耐力 | 「鋼構造設計規準—許容応力度設計法—((社)日本建築学会, 2005)」の短期許容応力以下とする |
| (飛来物防護対策設備) | <ul style="list-style-type: none"> 飛来物防護板(主排気筒接続用 屋外配管及び屋外ダクト 主排気筒周り) | $F_d + V_L + W_L + S_L$ | 支持架構 | 引張 圧縮 曲げ せん断 組合せ | 終局状態 | 「鋼構造設計規準—許容応力度設計法—((社)日本建築学会, 2005)」の短期許容応力以下とする |
| | <ul style="list-style-type: none"> 飛来物防護板(主排気筒接続用 屋外配管及び屋外ダクト 分離建屋屋外) 飛来物防護板(主排気筒接続用 屋外配管及び屋外ダクト 精製建屋屋外) 飛来物防護板(主排気筒接続用 屋外配管及び屋外ダクト 高レベル廃液ガラス固化建屋屋外) | | 支持架構 | 引張 圧縮 曲げ せん断 組合せ | 終局状態 | |
| | <ul style="list-style-type: none"> 飛来物防護板(冷却塔接続 屋外設備) 飛来物防護板(前処理建屋 安全蒸気系設置室) | | アンカー筋 | せん断 | 終局状態 | |
| | <ul style="list-style-type: none"> 飛来物防護板(冷却塔接続 屋外設備) 飛来物防護板(前処理建屋 安全蒸気系設置室) | アンカー | 曲げ | 終局状態 | 「RC規準」及び「各種合成構造設計指針・同解説」を基に算出した許容曲げ荷重以下とする | |

F_d : 常時作用する荷重 V_L : 降下火砕物の堆積による荷重 W_L : 風荷重 S_L : 積雪荷重

(1) 許容限界の設定

a. 建屋

建屋の許容限界は、「VI-1-1-1-4-3 降下火砕物の影響を考慮する施設の設計方針」の「4. 要求機能及び性能目標」で設定している建屋の性能目標及び「3. 2機能維持の方針」に示す評価方針を踏まえて、評価対象部位ごとに設定する。

(a) 屋根

建屋の構造強度評価においては、降下火砕物及び積雪の堆積による鉛直荷重、風荷重及びその他の荷重に対し、評価対象部位に求められる機能が担保できる許容限界を設定する。屋根は、構造健全性を維持することを性能目標としていることから、終局耐力に対して妥当な安全裕度を有する許容限界を設定する。

具体的には、設計時長期荷重に対して、設計荷重(火山)の比が、鉄筋の長期許容応力度に対する短期許容応力度の比(以下「許容応力度比」という。)を下回ることを確認する。鉄筋の長期許容応力度及び短期許容応力度は、鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説(以下「RC規準」という。)に基づくものとする。許容応力度比は、RC規準に示されるコンクリートの許容応力度、鉄筋の許容応力度及び鉄筋のコンクリートに対する許容付着応力度の許容応力度比の最小値を、許容限界として設定する。

以上より、鉄筋の許容応力度比の許容限界は1.5とする。

(b) 耐震壁

建屋の構造強度評価においては、降下火砕物等堆積による鉛直荷重、風荷重及びその他の荷重に対し、構造健全性を維持することを性能目標としていることから原子力発電所耐震設計技術指針(JEAG4601)の考え方にに基づき終局点のせん断ひずみ度 4.0×10^{-3} に安全率2を有するようコンクリートせん断ひずみ度 2.0×10^{-3} を耐震壁の許容限界として設定する。

b. 冷却塔

冷却塔の構造強度評価においては、設計荷重(火山)に対し、冷却機能の維持に必要な機器を支持する支持架構を構成する部材、基礎ボルト及びルーバが、おおむね弾性状態に留まることを解析及び評価式により確認する評価方針としていることを踏まえ、JEAG4601等に準じて許容応力状態Ⅲ_ASの許容応力を許容限界として設定する。

冷却塔の許容限界は、JEAG4601等を準拠し、「その他支持構造物」を適用する。設計荷重(火山)に対して、当該施設に要求される機能を維持できるように弾性設計とするため、許容応力状態Ⅲ_ASから算出した以下の許容応力を許容限界とする。JEAG4601に従い、JSME付録材料図表Part5,6の表にて許容応力を評価する際は、評価対象部位の周囲温度に応じた値をとるものとするが、温度がJSME付録材料図表記載の中間の値の場合は、比例法を用いて評価する。ただし、JSME付録材料図表Part5,6の表で

比例法を用いる場合の端数処理は、小数点第1位以下を切り捨てた値を用いるものとする。

冷却塔の許容限界を第4.2-3表に示す。

第4.2-3表 冷却塔の許容限界

| 許容応力状態 | 許容限界 (ボルト以外) | | | | 許容限界 (ボルト) | |
|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|---------------|--------------------|
| | 一次応力 | | | | 一次応力 | |
| | 引張 | せん断 | 圧縮 | 曲げ | 引張 | せん断 |
| Ⅲ _A S | 1.5f _t | 1.5f _s | 1.5f _c | 1.5f _b | ※1 | 1.5f _{so} |

※1 引張力とせん断力を同時に受けるボルトの許容限界は、
Min (1.4・1.5f_{to} - 1.6τ_b, 1.5f_{to}) とする。

c. 容器

容器の許容限界は、「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」の「4.2 許容限界」にて設定している許容限界を踏まえ、「3.2 評価対象部位の選定」にて選定した評価対象部位ごとに、機能損傷モードを考慮し、J EAG4601に基づき許容応力状態Ⅲ_ASの許容応力を用いる。

容器の許容限界は、J EAG4601を準拠し、胴板については「クラス2・クラス3 容器」、それ以外の評価対象部位については支持構造物の許容限界を適用し、許容応力状態Ⅲ_ASから算出した許容応力を許容限界とする。J EAG4601に従い、JSME付録材料図表Part5,6の表にて許容応力を計算する際は、機器本体及び支持構造物（ボルトを除く）については最高使用温度、ボルトについては周囲環境温度に応じた値をとるものとするが、温度がJSME付録材料図表記載の中間の値の場合は、比例法を用いて計算する。ただし、JSME付録材料図表Part5,6で比例法を用いる場合の端数処理は、小数点第1位以下を切り捨てた値を用いるものとする。

容器の強度評価における許容限界について、胴板の許容限界を第4.2-4表、スカーットの許容限界を第4.2-5表、基礎ボルトの許容限界を第4.2-6表に示す。

第4.2-4表 胴板の許容限界

| 状態 | 温度条件 (°C) | 許容限界 | |
|----------------------------|--------------|---|---------|
| | | 一次一般膜応力 | 組合せ一次応力 |
| 許容応力 状態Ⅲ _A S | 70 (注) | Max[Min[S _y , 0.6S _u], 1.2S] | 左欄に同じ |

(注) 最高使用温度

第 4.2-5 表 スカートの許容限界

| 状 態 | 温度条件 (°C) | 許容限界 | |
|----------------------------|--------------|-------------------|--|
| | | 一次応力 | |
| | | 組合せ | |
| 許容応力 状態Ⅲ _A S | 50 (注) | 1.5f _t | |

(注) 周囲環境温度

第 4.2-6 表 基礎ボルトの許容限界

| 状 態 | 温度条件 (°C) | 許容限界 | |
|----------------------------|--------------|-------------------|-------------------|
| | | 一次応力 | |
| | | 引張 | せん断 |
| 許容応力 状態Ⅲ _A S | 50 (注) | 1.5f _t | 1.5f _s |

(注) 周囲環境温度

引張力とせん断力を同時に受ける基礎ボルトの許容引張応力 f_{ts} に対する評価を行う。

ここで

$$\begin{cases} f_{ts} = 1.4(1.5f_t) - 1.6\tau_b \\ f_{ts} = 1.5f_t \end{cases}$$

許容引張応力 f_{ts} は上記2式の小なる値をとるものとする。

d. 排気筒

排気筒の構造強度評価においては、設計荷重(火山)に対し、排気筒を構成する筒身、鉄塔及び脚部が、おおむね弾性状態に留まることを解析及び評価式により確認する評価方針としていることを踏まえ、許容限界を設定する。

筒身は「容器構造設計指針」によって求めた短期許容応力度、鉄塔は建築基準法施工令第90条及び関係告示による短期許容応力度、コンクリートは「RC規準」に規定される短期許容応力度を許容限界として設定する。また、脚部の鋼材の許容許容限界は、「鋼構造設計規準」に規定される短期応力に対する許容応力度の評価式より算定する。

筒身の鋼材は、ステンレスクラッド鋼である。ステンレスクラッド鋼にはJIS G 3114「溶接構造用耐候性熱間圧延鋼材」に規定される「SMA400BP」及びJIS G 4304「熱間圧延ステンレス鋼板および鋼帯」に規定される「SUS304」を使用する。

鉄塔の鋼材は、JIS G 3444「一般構造用炭素鋼鋼管」に規定されるSTK400、STK49

0のいずれかを使用する。

筒身脚部，鉄塔脚部（以下「脚部等」という。）の鋼材は，JIS G 3101「一般構造用圧延鋼材」に規定されるSS400，JIS G 3106「溶接構造用圧延鋼材」に規定されるSM490A，SM490Bのいずれかを使用する。

使用材料の基準強度を第4.2-7表に示す。また，基礎で使用するコンクリートの設計基準強度 F_c は 23.5 N/mm^2 とし，コンクリートの許容応力度を第4.2-8表に示す。

第4.2-7表 使用材料の基準強度

| 板厚 | 材料 | 基準強度 F (N/mm^2) | 備考 |
|----------------------|-------------------------|---------------------------------|-----------------|
| $t \leq 40\text{mm}$ | SS400, SMA400BP, STK400 | 235 | 筒身，水平材， 脚部等 |
| $t \leq 40\text{mm}$ | STK490, SM490B | 325 | 斜材，支柱材， 脚部等 |
| $40\text{mm} < t$ | SM490A, SM490B | 295 | アンカーボルト， 脚部等 |

第4.2-8表 コンクリートの許容応力度（単位： N/mm^2 ）

| 外力の状態 | 設計基準強度 $F_c = 23.5$ | |
|--------------|---------------------|------|
| | 長期 | 短期 |
| | 圧縮 | 圧縮 |
| 火山時 (風重畳) | 7.8 | 15.6 |

e. 竜巻防護対策設備(飛来物防護ネット)

飛来物防護ネットの構造強度評価においては、設計荷重(火山)に対し、飛来物防護ネットを構成する支持架構部材が、終局状態に至らないことを解析により確認する評価方針としていることを踏まえ、終局耐力に十分な裕度を考慮し、座屈拘束ブレース以外の鋼材には「鋼構造設計規準—許容応力度設計法—((社)日本建築学会, 2005)」の短期許容応力を許容限界として設定する。

また、座屈拘束ブレースは、座屈拘束ブレースの破断が生じない設計とすることから、日本建築センターの評定書(BCJ評定-ST0126-06)の許容ひずみを許容限界とする。

飛来物防護ネットに使用している鋼材(座屈拘束ブレース以外)の許容限界を第4.2-9表に、座屈拘束ブレースの許容限界を第4.2-10表に示す。

第4.2-9表 鋼材(座屈拘束ブレース以外)の許容限界

| 種類 | 基準強度 (MPa) | 短期許容応力 | | | |
|--------|---------------|--------|-----|-----|-----|
| | | 引張 | 曲げ | 圧縮 | せん断 |
| SN490B | 325 | 325 | —*1 | —*1 | 187 |
| BCP325 | 325 | 325 | —*1 | —*1 | 187 |
| G385 | 325*2 | 325 | —*1 | —*1 | 187 |

注記 *1 : 部材長さに応じて算出

注記 *2 : G385の基準強度は385MPaであるが、保守的に325MPaとして評価を行う。

第4.2-10表 座屈拘束ブレースの許容限界

| 評価項目 | 許容限界 |
|--------|------|
| 軸ひずみ評価 | 3.0% |

f. 竜巻防護対策設備(飛来物防護板)

飛来物防護板の構造強度評価においては、設計荷重(火山)に対し、飛来物防護板を構成する支持架構部材が、終局状態に至らないことを解析により確認する評価方針としていることを踏まえ、終局耐力に十分な裕度を考慮し、支持架構に使用している鋼材には「鋼構造設計規準—許容応力度設計法—((社)日本建築学会, 2005)」の短期許容応力を許容限界として設定する。

また、柱脚部は、「RC規準」及び「各種合成構造設計指針・同解説」を基に算出した許容曲げ荷重を用いる。

飛来物防護板に使用している鋼材の許容限界を第4.2-11表に示す。また、柱脚部の許容曲げ荷重の算出に使用しているコンクリートの設計基準強度を第4.2-12表に、アンカーボルト及びあと施工アンカーの基準強度を第4.2-13表に示す。

第4.2-11表 鋼材の許容限界

| 種類 | F値 (MPa) | 短期許容応力 | | |
|------------------------------------|-------------|--------|-------|-----|
| | | 引張及び曲げ | 圧縮 | せん断 |
| SS400 (t ≤ 40) | 235 | 235 | —(注1) | 135 |
| STKR490 (t ≤ 40) SM490 (t ≤ 40) | 325 | 325 | —(注1) | 187 |
| SM490 (t > 40) | 295 | 295 | —(注1) | 170 |

注記 *1 : 部材長さに応じて算出

第4.2-12表 コンクリートの設計基準強度

| 部位 | 設計基準強度 F _c (N/mm ²) |
|----------|---|
| 新設コンクリート | 30 |
| 建屋コンクリート | 29.4 |

第4.2-13表 アンカーボルト及びあと施工アンカーの基準強度

| 材料 | 基準強度 F (N/mm ²) |
|---------|--------------------------------|
| ABR490 | 325 |
| SS400 | 235 |
| SNR490B | 325 |
| SD345 | 345 |

5. 強度評価方法

評価手法は、以下に示す解析法により、適用性に留意の上、規格、基準類及び既文献において適用が妥当とされる手法に基づき実施することを基本とする。

- ・ FEM等を用いた解析法
- ・ 定式化された評価式を用いた解析法
- ・ 質点系モデルを用いた計算

風荷重による影響を考慮する施設については、建築基準法施行令等に基づき風荷重を考慮し、設備の受圧面に対して等分布荷重として扱って良いことから、評価上高さの1/2又は荷重作用点より高い重心位置に集中荷重として作用するものとしており、これはJEA G4601耐震評価における1質点モデルと等価なものであり、地震荷重を風荷重と置き換えJ EAG4601に基づき評価を行う。

風荷重を考慮した、降下火砕物等堆積による鉛直荷重が作用する場合に強度評価を行う施設のうち、評価対象施設分類ごとの強度評価方法を以下に示す。

5.1 建屋

(1) 評価条件

建屋の強度評価を行う場合、以下の条件に従うものとする。

- a. 屋根は、設計時長期荷重に対する、設計荷重(火山)の比により評価する。
- b. 耐震壁は、質点系モデルを用いて評価を行う。
- c. 降下火砕物及び積雪の堆積による鉛直荷重を短期荷重として評価する。
- d. 降下火砕物の堆積による鉛直荷重として7,150N/m²、積雪の堆積による鉛直荷重として4,500N/m²、風荷重については基準風速34m/sを考慮する。
- e. 風荷重の算出は、建屋の形状を考慮して算出した風力係数及び受圧面積に基づき実施し、受圧面積算定において、隣接する建屋の遮断効果による面積の低減は考慮しない。
- f. 水平方向の風荷重が作用した場合、屋根に対し鉛直上向きの荷重が働き下向き荷重は低減されるため、屋根面の評価においては、保守的に水平方向の風荷重は考慮しない。

(2) 評価対象部位

評価対象部位及び評価内容を第5.1-1表に示す。

第5.1-1表 評価対象部位および評価内容

| 評価対象部位 | 応力等の状態 |
|--------|--------|
| 屋根 | 荷重比較 |
| 耐震壁 | 変形 |

(3) 強度評価方法

a. 屋根の応力計算

屋根は、設計時長期荷重に対する、設計荷重(火山)降下火砕物の堆積による荷重、積雪荷重及び通常時に作用している荷重の和の比による評価式を用いて計算により確認する。設計時長期荷重に対して、設計荷重(火山)の比が、鉄筋の長期許容応力度に対する短期許容応力度の比を下回ることを確認する。

b. 耐震壁の応答計算

質点系モデルを用いて、風荷重により耐震壁に発生するせん断ひずみを求める。具体的な計算の方法及び結果は、「VI-1-1-1-4-4-2-1 建屋の強度計算書」に示す。

5.2 冷却塔

(1) 評価対象部位

評価対象部位及び評価内容を第5.2-1表に示す。

第5.2-1表 評価対象部位及び評価内容

| 評価分類 | 施設名称 | 評価対象機器 | 評価対象部位 | 応力等の状態 |
|------|--|-------------------|----------------------------------|---|
| 冷却塔 | <ul style="list-style-type: none"> ・安全冷却水系冷却塔A,B ・安全冷却水A,B冷却塔 ・冷却塔A,B | 支持架構 (基礎ボルト含む) | 主柱, 床はり, 2F機械台はり, 水平ブレース, 立面ブレース | <ul style="list-style-type: none"> ・引張 ・圧縮 ・せん断 ・曲げ ・組合せ(引張+曲げ) ・組合せ(圧縮+曲げ) |
| | | | 基礎ボルト | <ul style="list-style-type: none"> ・引張 ・せん断 |
| | | ルーバ | ルーバブレード | <ul style="list-style-type: none"> ・曲げ |
| | | | ブレードシャフト | <ul style="list-style-type: none"> ・せん断 |

(2) 評価条件

冷却塔の強度評価を行う場合、以下の条件に従うものとする。

- a. 支持架構の解析モデルにおける設定の考え方については、耐震で用いている解析モデルと同じ解析モデルを用いるため、「IV-1-3-2-2 有限要素モデル等を用いて評価を行う機器の耐震計算書作成の基本方針」の「3.1 解析モデルの設定」に基づき設定する。
- b. 支持架構及び基礎ボルトは、XXXXXXXXXX
XXXXXXXXXX三次元はりモデルを用いて構成部材に対する発生荷重及び発生モーメントを算定し評価を行う。
- c. ルーバブレード及びブレードシャフトは単純支持はりとして定式化された評価式を用いて評価を行う。評価モデルを第5.2-1図に示す。
- d. 計算に用いる寸法は公称値を使用する。

(3) 強度評価方法

a. 記号の定義

冷却塔の強度評価に用いる記号を第5.2-2表に示す。

第5.2-2表 冷却塔の強度評価に用いる記号(1/2)

| 記号 | 単位 | 定義 |
|---------------|------------------|--|
| F_a | N | はり要素に作用する引張, 圧縮荷重 |
| F_y, F_z | N | はり要素に作用するせん断荷重 |
| F_{bt} | N | 基礎ボルトの引張力 |
| F_{bs} | N | 基礎ボルトのせん断力 |
| M_y, M_z | N・mm | はり要素に作用する曲げモーメント |
| M_x | N・mm | はり要素に作用するねじりモーメント |
| A | mm ² | 部材の断面積 |
| A_b | mm ² | ボルトの断面積 |
| A_y, A_z | mm ² | 部材の有効せん断断面積 |
| Z, Z_y, Z_z | mm ³ | 部材の断面係数 |
| Z_p | mm ³ | 部材のねじり断面係数 |
| F | MPa | JSME SSB-3121.1により規定される値 |
| f_t | MPa | JSME SSB-3121.1により規定される供用状態A及びBでの許容引張応力 |
| f_s | MPa | JSME SSB-3121.1により規定される供用状態A及びBでの許容せん断応力 |
| f_c | MPa | JSME SSB-3121.1により規定される供用状態A及びBでの許容圧縮応力 |
| f_b | MPa | JSME SSB-3121.1により規定される供用状態A及びBでの許容曲げ応力 |
| f_{to} | MPa | ボルトの許容引張応力 |
| f_{so} | MPa | ボルトの許容せん断応力 |
| σ_t | MPa | 支持架構に生じる引張応力 |
| σ_c | MPa | 支持架構に生じる圧縮応力 |
| σ_b | MPa | 支持架構に生じる曲げ応力 |
| τ | MPa | 支持架構に生じるせん断応力 |
| σ_{ao} | MPa | 基礎ボルトの引張応力 |
| τ_b | MPa | 基礎ボルトのせん断応力 |
| W_L | N | 風荷重 |
| q | N/m ² | 設計用速度圧 |
| G | — | ガスト影響係数 |

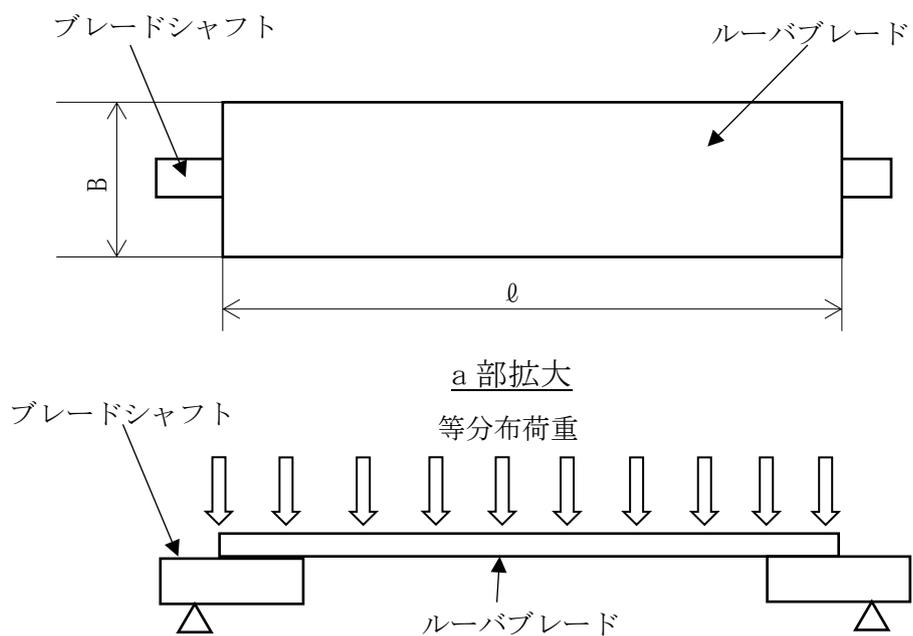
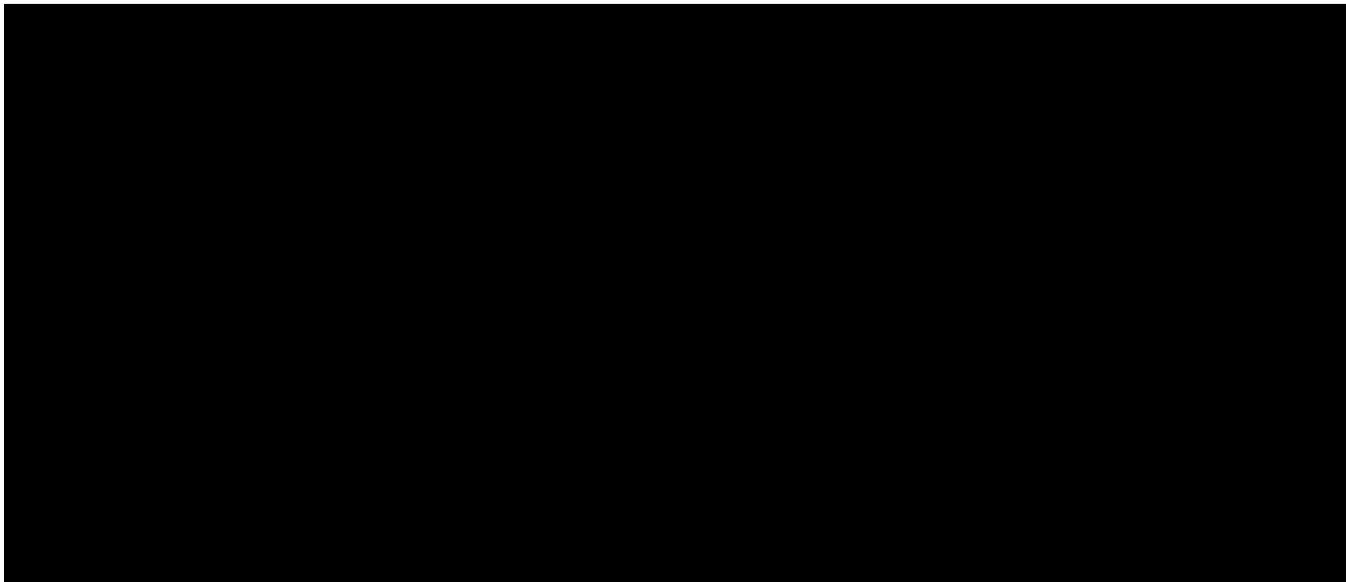
第5.2-2表 冷却塔の強度評価に用いる記号(2/2)

| 記号 | 単位 | 定義 |
|---------------|---------|---|
| C | — | 風力係数（「建築基準法及び同施行令」に基づき設定する。） |
| A_1 | m^2 | 風の受圧面積 |
| V_D | m/s | 基準風速 |
| H | m | 建築物の高さと軒の高さとの平均 |
| E' | — | 建築基準法施行令第87条第2項に規定する数値 |
| E_r | — | 建設省告示第1454号第2項の規定によって算出した平均風速の高さ方向の分布を表わす係数 |
| Z_b | m | 地表面粗度区分に応じて建設省告示第1454号に掲げる数値 |
| Z_G | m | 地表面粗度区分に応じて建設省告示第1454号に掲げる数値 |
| α | — | 地表面粗度区分に応じて建設省告示第1454号に掲げる数値 |
| V_L | N/m^2 | 単位面積当たりの降下火砕物の堆積による荷重 |
| L_c | N/m^2 | 単位面積当たりの除灰時の人員荷重 |
| S_L | N/m^2 | 単位面積当たりの積雪荷重 |
| A_2 | m^2 | 支持架構の降下火砕物の堆積及び積雪する面積 |
| B | m | ルーバブレードの幅 |
| F_{V0} | N | 支持架構の降下火砕物の堆積及び積雪による鉛直荷重 |
| F_{V1} | N/mm | ルーバブレードの単位長さ当たりの降下火砕物の堆積及び積雪による鉛直荷重 |
| σ_{b1} | MPa | ルーバブレードに生じる曲げ応力 |
| F_1 | N/mm | ルーバブレードの単位長さ当たりの自重 |
| τ_1 | MPa | ブレードシャフトに生じるせん断応力 |
| E | MPa | 支持架構部材の縦弾性係数 |
| i, i_y, i_z | mm | 断面二次半径 |
| n_a | 本 | 柱脚部1ヶ所当たりの基礎ボルトの本数 |
| ℓ | mm | ルーバブレード長さ |

b. 評価モデル

(a) ルーバ

ルーバブレード及びブレードシャフトは単純支持はりとして評価する。



第5.2-1図 ルーバブレード及びブレードシャフトの計算モデル

c. 計算方法

(a) 支持架構に生じる応力

イ. 引張応力

支持架構に生じる引張応力 σ_t は次式より算出される。

$$\sigma_t = \frac{F}{A}$$

ロ. 圧縮応力

支持架構に生じる圧縮応力 σ_c は次式より算出される。

$$\sigma_c = \frac{F}{A}$$

ハ. 曲げ応力

支持架構に生じる曲げ応力 σ_b は次式より算出される。

$$\sigma_b = \frac{M_y}{Z_y} + \frac{M_z}{Z_z}$$

ニ. せん断応力

支持架構に生じるせん断応力 τ は次式より算出される。

$$\tau = \frac{F_y}{A_y} + \frac{F_z}{A_z} + \frac{M_x}{Z_p}$$

ホ. 組合せ応力

(イ) 支持架構に生じる組合せ応力のうち、引張+曲げ応力が、許容限界を超えないことを次式より確認する。

$$\frac{\sigma_t + \sigma_b}{1.5f_t} \leq 1.0$$

(ロ) 支持架構に生じる組合せ応力のうち、圧縮+曲げ応力が、許容限界を超えないことを次式より確認する。

$$\frac{\sigma_c}{1.5f_c} + \frac{\sigma_b}{1.5f_b} \leq 1.0$$

(b) 基礎ボルトに生じる応力

イ. 引張応力

基礎ボルトに生じる引張応力 σ_{∞} は次式より算出される。

$$\sigma_{a o} = \frac{F_{bt}}{A_b \cdot n_a}$$

ロ. せん断応力

基礎ボルトに生じるせん断応力 τ_b は次式より算出される。

$$\tau_b = \frac{F_{bs}}{A_b \cdot n_a}$$

(c) ルーバブレード及びブレードシャフトに生じる応力

イ. 曲げ応力 (ルーバブレード)

ルーバブレードに生じる曲げ応力 σ_{bl} は次式より算出される。

$$\sigma_{bl} = \frac{(F_{v1} + F_l \cdot \ell) \cdot \ell}{8 \cdot Z}$$

ロ. せん断応力 (ブレードシャフト)

ブレードシャフトに生じるせん断応力 τ_l は次式より算出される。

$$\tau_l = \frac{F_{v1} + F_l \cdot \ell}{2 \cdot A}$$

5.3 容器

(1) 評価対象部位

評価対象部位及び評価内容を第5.3-1表に示す。

第5.3-1表 評価対象部位及び評価内容

| 施設分類 | 施設名称 | 荷重の 組合せ | 評価対象 部位 | 機能損傷モード | | 許容限界 |
|------|-------------------|-------------------------|------------|-----------------|-----------|--|
| | | | | 応力等の状態 | 限界状態 | |
| 容器 | 安全冷却水系 膨張槽A, B | $F_d + V_L + W_L + S_L$ | 胴板 | 一次一般膜, 一次+二次 | 部材の降 伏 | JEAG4601等に 準じて許容応 力状態Ⅲ _A S の許容応力以 下とする。 |
| | | | スカート | 組合せ 座屈 | | |
| | | | 基礎ボルト | 引張, せん断 | | |

(2) 評価条件

容器の強度評価を行う場合、以下の条件に従うものとする。

評価に用いる寸法は、公称値を使用する。

「3. 強度評価方法」の許容応力算出に用いる評価条件を第5.3-2表、第5.3-3表に示す。

第5.3-2表 許容応力算出に用いる評価条件

| 材 料 | 温 度 (°C) | Sy ^(注3) (MPa) | Su ^(注3) (MPa) | F (MPa) |
|------------------|--------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------|
| SUS304 (胴板) | 70 ^(注1) | 186 | 473 | — |
| SUS304 (スカート) | 50 ^(注2) | 198 | 504 | 205 |
| S25C (基礎ボルト) | 50 ^(注2) | 260 | 430 | 260 |

(注1) 安全冷却水系膨張槽 A, B の最高使用温度

(注2) 最大環境温度

(注3) 発電用原子力設備規格 設計・建設規格 JSME S NC1-2005/2007 より

第5.3-3表 評価条件 (安全冷却水系膨張槽A, B)

| | | | |
|----------------|----------------------------|------------|------------|
| P_r (MPa) | q (N/m ²) | G (-) | C (-) |
| 静水頭 | 1,720 | 2.16 | 0.7 |

| | | | | | | | |
|-------------|---------------|---------------|---------------|-------------|---------------|----------------|------------------|
| H (mm) | D_0 (mm) | D_i (mm) | D_s (mm) | t (mm) | t_s (mm) | ℓ (mm) | ℓ_s (mm) |
| 3,859 | 2,818 | 2,800 | 2,800 | 9 | 9 | 2,850.0 | 928.0 |

| | | | |
|---------------|--------------------|--------------------|----------------------------|
| m_0 (kg) | E (MPa) | E_s (MPa) | g (m/s ²) |
| 22,700 | 1.91×10^5 | 1.93×10^5 | 9.80665 |

| | | | | |
|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| D_1 (mm ²) | D_2 (mm ²) | D_c (mm ²) | D_{b0} (mm ²) | D_{bi} (mm ²) |
| 151 | 49.5 | 2,950 | 3,050 | 2,650 |

| | |
|------------|-----------------------------|
| n (-) | A_b (mm ²) |
| 40 | 452.4 |

(3) 強度評価方法

a. 記号の定義

容器の強度評価に用いる記号を第5.3-4表に示す。

第5.3-4表 強度評価に用いる記号(1/4)

| 記号 | 単位 | 記号の説明 |
|-----------------|------------------|-----------------------------------|
| A | mm ² | 受圧面積(風向に垂直な面に投影した面積) |
| A _b | mm ² | 基礎ボルトの断面積 |
| a _H | m/s ² | 風荷重換算の加速度 |
| C | — | 建築物荷重指針・同解説により規定される風力係数 |
| C _c | — | 基礎ボルト計算における係数 |
| C _t | — | 基礎ボルト計算における係数 |
| D _o | m | 風向きに垂直な面の全幅 |
| D _i | mm | 胴の内径 |
| D _c | mm | 基礎ボルトのピッチ円径 |
| D _{bo} | mm | ベースプレートの外径 |
| D _{bi} | mm | ベースプレートの内径 |
| D _j | mm | スカートに設けられた開口部の穴径 (j = 1, 2, 3···) |

第 5.3-4 表 強度評価に用いる記号(2/4)

| 記号 | 単位 | 記 号 の 説 明 |
|------------------|------------------|---|
| D_s | mm | スカートの内径 |
| E | MPa | 胴の縦弾性係数 |
| E_s | MPa | スカートの縦弾性係数 |
| e | — | 基礎ボルト計算における係数 |
| F | N | JSME SSB-3121.1(1)により規定される値 |
| F_c | N | 基礎に作用する圧縮力 |
| F_t | N | 基礎ボルトに作用する引張力 |
| f_b | MPa | 曲げモーメントにより生じる座屈応力 |
| f_c | MPa | 軸圧縮荷重により生じる座屈応力 |
| f_s | MPa | 許容せん断応力（支持構造物（ボルト等を除く）に対しては JSME SSB-3121.1 (2)により規定される，ボルト等に対しては JSME SSB-3131(2)により規定される） |
| f_t | MPa | 許容引張応力（支持構造物（ボルト等を除く）に対しては JSME SSB-3121.1 (1)により規定される，ボルト等に対しては，JSME SSB-3131(1)により規定される） |
| f_{ts} | MPa | せん断力を同時に受けるボルトの許容引張応力 |
| G | — | ガスト影響係数 |
| g | m/s ² | 重力加速度（ $g = 9.80665$ ） |
| H | m | 安全冷却水系膨張槽 A, B 高さ |
| k | — | 基礎ボルト計算における中立軸の荷重係数 |
| ℓ | mm | 胴のスカート接合点から重心までの距離 |
| ℓ_1, ℓ_2 | mm | 基礎ボルト計算における中立軸から荷重作用点までの距離 |
| ℓ_s | mm | スカートの長さ |
| M_s | N・mm | スカートに作用する転倒モーメント |
| m_e | kg | 容器のスカート接合部から上部の空質量 |
| m_0 | kg | 容器の有効運転質量 |
| m_s | kg | 積雪による質量 |
| m_v | kg | 火山灰による質量 |
| n | — | 基礎ボルトの本数 |
| P_r | MPa | 最高使用圧力 |
| q | N/m ² | 設計用速度圧 |

第 5.3-4 表 強度評価に用いる記号(3/4)

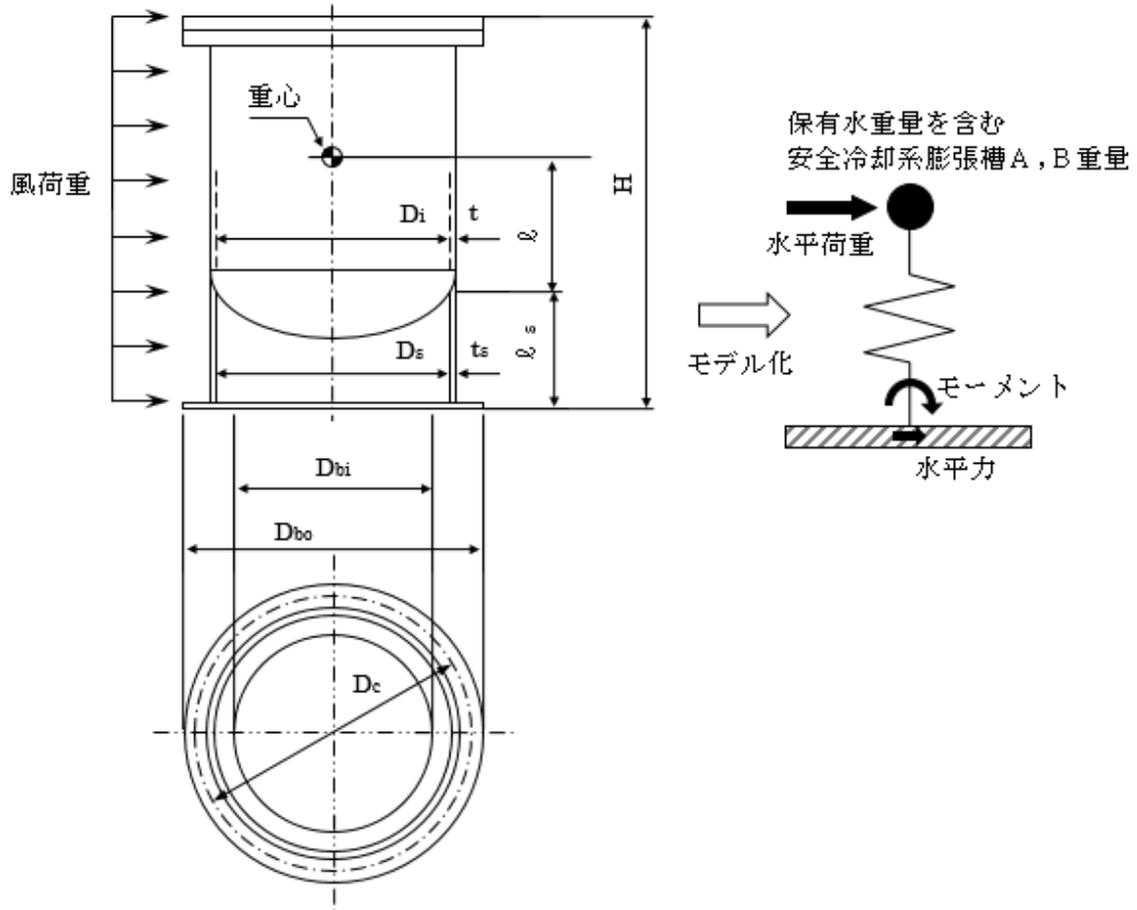
| 記号 | 単位 | 記号の説明 |
|---------------|-----|---------------------------------------|
| R_B | mm | 胴板平均半径 |
| S_I | MPa | 胴板の許容応力 |
| S_u | MPa | JSME 付録材料図表 Part5, 6 の表に規定されている設計引張強さ |
| S_y | MPa | JSME 付録材料図表 Part5, 6 の表に規定されている設計降伏点 |
| s | — | 基礎ボルトと基礎の縦弾性係数比 |
| t | mm | 胴の板厚 |
| t_1 | mm | 基礎ボルト面積相当板幅 |
| t_2 | mm | 圧縮側基礎相当幅 |
| t_s | mm | スカートの厚さ |
| W_M | N | 設置（変更）許可を受けた風による飛来物の衝撃荷重 |
| W_p | N | 設置（変更）許可を受けた風による気圧差による荷重 |
| W_T | N | 設置（変更）許可を受けた風による複合荷重 |
| W_{T1} | N | 設置（変更）許可を受けた風による複合荷重 |
| W_{T2} | N | 設置（変更）許可を受けた風による複合荷重 |
| W_W | N | 設置（変更）許可を受けた風の風圧力による荷重 |
| Y | mm | スカート開口部の水平断面における最大円周長さ |
| z | — | 基礎ボルト計算における係数 |
| η | — | 安全率 |
| α_2 | rad | 基礎ボルト計算における中立軸を定める角度 |
| η_B | — | $(D_s+2t_s)/2t_s$ |
| η_1 | — | $1,200 \times g/F$ |
| η_2 | — | $8,000 \times g/F$ |
| η_3 | — | $9,600 \times g/F$ |
| σ_0 | MPa | 胴板の組合せ一次一般膜応力の最大値 |
| σ_{0c} | MPa | 胴板の組合せ圧縮応力 |
| σ_{0t} | MPa | 胴板の組合せ引張応力 |
| σ_b | MPa | 基礎ボルトに生じる引張応力 |
| σ_c | MPa | 基礎に生じる圧縮応力 |
| σ_s | MPa | スカートの組合せ応力 |

第 5.3-4 表 強度評価に用いる記号(4/4)

| 記号 | 単位 | 記 号 の 説 明 |
|--------------------------------|-----|------------------------------|
| σ_{s1} | MPa | スカート運転時質量による軸方向応力 |
| σ_{s3} | MPa | 風荷重によりスカートに生じる軸方向応力 |
| σ_{sb} | MPa | スカートの曲げモーメントによる軸圧縮応力 |
| σ_{sc} | MPa | スカートの軸圧縮荷重による軸圧縮応力 |
| σ_x | MPa | 胴板の軸方向応力の和 |
| $\sigma_{x1}, \sigma_{\phi 1}$ | MPa | 静水頭又は内圧により胴板に生じる軸方向応力及び周方向応力 |
| σ_{x2} | MPa | 胴板の運転時質量による軸方向応力 |
| σ_{x3} | MPa | 胴板の空質量による軸方向圧縮応力 |
| σ_{x4} | MPa | 風荷重により胴板に生じる軸方向応力 |
| σ_{xt} | MPa | 胴板の軸方向応力の和(引張側) |
| σ_{xc} | MPa | 胴板の軸方向応力の和(圧縮側) |
| σ_{ϕ} | MPa | 胴板の周方向応力の和 |
| σ_2 | MPa | 胴板の地震動のみによる一次+二次応力の変動値 |
| $\sigma_{2\phi}$ | MPa | 胴板の周方向一次+二次応力の和 |
| σ_{2c} | MPa | 胴板の一次+二次応力の変動値(圧縮側) |
| σ_{2t} | MPa | 胴板の一次+二次応力の変動値(引張側) |
| σ_{2xc} | MPa | 胴板の軸方向一次+二次応力の和(圧縮側) |
| σ_{2xt} | MPa | 胴板の軸方向一次+二次応力の和(引張側) |
| τ | MPa | 風荷重により胴板に生じるせん断応力 |
| τ_b | MPa | 風荷重により基礎ボルトに生じるせん断応力 |
| τ_s | MPa | 風荷重によりスカートに生じるせん断応力 |
| ϕ_1 | MPa | 座屈応力 f_b を算出する際の関数 |
| ϕ_2 | MPa | 座屈応力 f_c を算出する際の関数 |

b. 評価モデル

評価モデルを第5.3-1図に示す。



第5.3-1図 安全冷却水系膨張槽A,Bのモデル図

c. 計算方法

(a) 胴板の評価

イ. 胴板の応力評価

(イ) 内圧による応力

$$\sigma_{\phi 1} = \frac{P_r(D_i + 1.2 t)}{2 t}$$

$$\sigma_{x 1} = \frac{P_r(D_i + 1.2 t)}{4 t}$$

(ロ) 自重及び積雪荷重による応力

上部の胴板について(圧縮応力)

$$\sigma_{x 3} = \frac{m_e g}{\pi (D_i + t) t}$$

下部の胴板について(引張応力)

$$\sigma_{x2} = \frac{(m_0 + m_s + m_v - m_e) g}{\pi (D_i + t) t}$$

(ハ)風による応力

$$\sigma_{x4} = \frac{4 a_H (m_0 + m_s + m_v) g l}{\pi (D_i + t)^2 t}$$

$$\tau = \frac{2 a_H (m_0 + m_s + m_v)}{\pi (D_i + t) t}$$

(ニ)胴に生じる一次一般膜応力

組合せ引張応力

$$\sigma_\phi = \sigma_{\phi 1}$$

$$\sigma_{xt} = \sigma_{x1} + \sigma_{x2} + \sqrt{\sigma_{x4}^2}$$

$$\sigma_{0t} = \frac{1}{2} \left\{ \sigma_\phi + \sigma_{xt} + \sqrt{(\sigma_\phi - \sigma_{xt})^2 + 4 \tau^2} \right\}$$

組合せ圧縮応力

$$\sigma_\phi = -\sigma_{\phi 1}$$

$$\sigma_{xc} = -\sigma_{x1} + \sigma_{x3} + \sqrt{\sigma_{x4}^2}$$

$$\sigma_{0c} = \frac{1}{2} \left\{ \sigma_\phi + \sigma_{xc} + \sqrt{(\sigma_\phi - \sigma_{xc})^2 + 4 \tau^2} \right\}$$

胴板に生じる一次一般膜応力の最大値

$$\sigma_0 = \max[\sigma_{0t}, \sigma_{0c}]$$

(ホ)一次+二次応力の変動値

組合せ引張応力

$$\sigma_{2\phi} = \sigma_{\phi 2}$$

$$\sigma_{2xt} = \sqrt{\sigma_{x4}^2}$$

$$\sigma_{2t} = \sigma_{2\phi} + \sigma_{2xt} + \sqrt{(\sigma_{2\phi} - \sigma_{2xt})^2 + 4\tau^2}$$

組合せ圧縮応力

$$\sigma_{2\phi} = -\sigma_{\phi 2}$$

$$\sigma_{2xc} = \sqrt{\sigma_{x4}^2}$$

$$\sigma_{2c} = \sigma_{2\phi} + \sigma_{2xc} + \sqrt{(\sigma_{2\phi} - \sigma_{2xc})^2 + 4\tau^2}$$

胴板に生じる一次一般膜応力の最大値

$$\sigma_2 = \max[\sigma_{2t}, \sigma_{2c}]$$

(b) スカートの評価

イ. スカートの応力

(イ) 運転時質量による応力

スカート底部に生じる運転時質量による圧縮応力は次式で求める。

$$\sigma_{s1} = \frac{(m_0 + m_s + m_v)g}{\{\pi(D_i + t) - Y\}t_s}$$

(ロ) 風荷重による応力

風荷重によりスカートには曲げモーメントが作用する。この曲げモーメントによる軸方向応力と風荷重によるせん断応力は次のように求める。

$$\sigma_{s2} = \frac{M_s}{(D_s + t_s)t_s \left\{ \frac{\pi}{4}(D_s + t_s) - \frac{Y}{2} \right\}}$$

$$\tau_s = \frac{2a_H(m_0 + m_s)g}{\{\pi(D_s + t_s) - Y\}t_s}$$

ここで、

$$M_s = a_H(m_0 + m_s)(1_s + 1)$$

(ハ) 組合せ応力

(1)項及び(2)項によって求めたスカーットの応力を以下のように組み合わせる。

組合せ応力

$$\sigma_s = \sqrt{(\sigma_{s1} + \sigma_{s2})^2 + 3\tau_s^2}$$

ロ. 胴板の座屈評価

(イ) 軸圧縮荷重に対する座屈応力 $1.5f_c$

$$1.5f_c = \begin{cases} F & (\eta_B \leq \eta_1) \\ F \times \left[1 - \frac{1}{6,800 \times g} \{F - \phi_1(\eta_2)\}(\eta_B - \eta_1)\right] & (\eta_1 < \eta_B < \eta_2) \\ \phi_1(\eta_B) & (\eta_2 \leq \eta_B \leq 800) \end{cases}$$

ここで、 $\phi_1(x) = 0.6 \frac{E}{x} \left[1 - 0.901 \left\{1 - \exp\left(-\frac{1}{16}\sqrt{x}\right)\right\}\right]$

(ロ) 曲げモーメントに対する座屈応力 $1.5f_b$

$$1.5f_b = \begin{cases} F & (\eta_B \leq \eta_1) \\ F \times \left[1 - \frac{1}{8,400 \times g} \{F - \phi_2(\eta_3)\}(\eta_B - \eta_1)\right] & (\eta_1 < \eta_B < \eta_3) \\ \phi_2(\eta_B) & (\eta_3 \leq \eta_B \leq 800) \end{cases}$$

ここで、 $\phi_2(x) = 0.6 \frac{E}{x} \left[1 - 0.731 \left\{1 - \exp\left(-\frac{1}{16}\sqrt{x}\right)\right\}\right]$

(ハ) 安全率 η

安全率は、各荷重の組合せに対して

$$\eta = \begin{cases} 1.0 & (\eta_B \leq \eta_1) \\ 1.0 + \frac{0.5F}{6800 \times g} (\eta_B - \eta_1) & (\eta_1 < \eta_B < \eta_2) \\ 1.5 & (\eta_B \geq \eta_2) \end{cases}$$

ここで、 $\eta_B = \frac{D_s + 2t_s}{2t_s}$, $\eta_1 = 1200 \text{ g/F}$, $\eta_2 = 8000 \text{ g/F}$, $\eta_3 = 9600 \text{ g/F}$

(二) 座屈評価

以下の式により評価を行う。

$$\frac{\eta \cdot \sigma_{s1}}{1.5f_c} + \frac{\eta \cdot \sigma_{s2}}{1.5f_b} \leq 1$$

(c) 基礎ボルトの評価

イ. 基礎ボルト評価

(イ) せん断応力

$$\tau_b = \frac{a_H(m_0 + m_s + m_v)g}{n A_b}$$

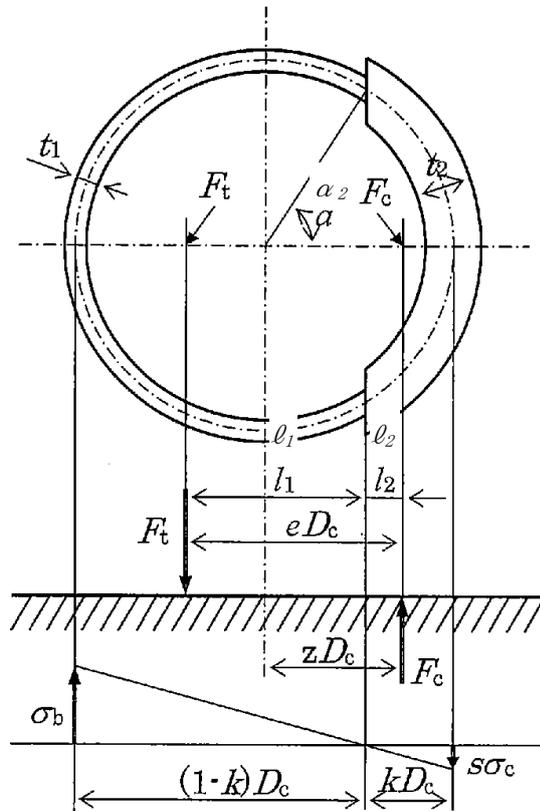
(ロ) 引張応力

基礎ボルトに引張力が作用しないのは、 α_2 が π に等しくなったときであり、 α_2 を π に近づけた場合の値 $e=0.75$ 及び $z=0.25$ を F_t を求める式に代入し、得られる F_t の値によって引張力の有無を次のように判断する。

$F_t \leq 0$ ならば引張力は作用しない。

$F_t > 0$ ならば引張力が作用しているので次の計算を行う。

転倒モーメント M_s が作用した場合に生じる基礎ボルトの引張荷重と基礎部の圧縮荷重については、荷重と変位量の釣合い条件を考慮することにより求める。基礎の荷重説明図を第5.3-2図に示す。



第 5.3-2 図 基礎の荷重説明図(JEAG4601-1987 より抜粋)

a. σ_b , σ_c を仮定して係数 k を求める。

$$k = \frac{1}{1 + \frac{\sigma_b}{s \cdot \sigma_c}}$$

b. α_2 を求める。

$$\alpha_2 = \cos^{-1}(1 - 2k)$$

c. 各定数 e , z , C_t 及び C_c を求める。

$$e = \frac{1}{2} \left\{ \frac{(\pi - \alpha_2) \cos^2 \alpha_2 + \frac{1}{2}(\pi - \alpha_2) + \frac{3}{2} \sin \alpha_2 + \frac{3}{2} \sin \alpha_2 \cdot \cos \alpha_2}{(\pi - \alpha_2) \cos \alpha_2 + \sin \alpha_2} + \frac{\frac{1}{2} \alpha_2 - \frac{3}{2} \sin \alpha_2 \cdot \cos \alpha_2 + \alpha_2 \cdot \cos^2 \alpha_2}{\sin \alpha_2 - \alpha_2 \cdot \cos \alpha_2} \right\}$$

$$z = \frac{1}{2} \left(\cos \alpha_2 + \frac{\frac{1}{2} \alpha_2 - \frac{3}{2} \sin \alpha_2 \cdot \cos \alpha_2 + \alpha_2 \cdot \cos^2 \alpha_2}{\sin \alpha_2 - \alpha_2 \cdot \cos \alpha_2} \right)$$

$$C_t = \frac{2\{(\pi - \alpha_2) \cos \alpha_2 + \sin \alpha_2\}}{1 + \cos \alpha_2}$$

$$C_c = \frac{2(\sin \alpha_2 - \alpha_2 \cdot \cos \alpha_2)}{1 - \cos \alpha_2}$$

d. 各定数を用いて F_t , F_c を求める。

$$F_t = \frac{M_s - (m_0 + m_s + m_v) g z D_c}{e D_c}$$

$$F_c = F_t + (m_0 + m_s + m_v) \cdot g$$

e. σ_b , σ_c を求める。

$$\sigma_b = \frac{2F_t}{t_1 \cdot D_c \cdot C_t}$$

$$\sigma_c = \frac{2F_c}{(t_2 + s \cdot t_1) D_c \cdot C_c}$$

ここで, $t_1 = \frac{n \cdot A_b}{\pi D_c}$

$$t_2 = \frac{1}{2}(D_{b_o} - D_{b_i}) - t_1$$

5.4 排気筒

(1) 評価対象部位

評価対象部位及び評価内容を第5.4-1表に示す。

第5.4-1表 評価対象部位及び評価内容

| 評価分類 | 施設名称 | 評価対象機器 | 評価対象部位 | 応力等の状態 |
|------|----------------|--------|-----------------------|---------------------------|
| 排気筒 | ・主排気筒 ・北換気筒 | 筒身・鉄塔 | 筒身, 支柱材, 斜材, 水平材, 柱脚部 | 圧縮 曲げ 組合せ (圧縮+曲げ) |
| | | 脚部 | アンカーボルト | 引張 せん断 組合せ (引張+せん断) |
| | | | コンクリート (コーン状破壊) | 引張 |
| | | | コンクリート (圧縮) | 圧縮 |

(2) 評価条件

排気筒の強度評価を行う場合、以下の条件に従うものとする。

- a. 静的応力解析モデルは、筒身と鉄塔からなる3次元立体フレームモデルとし、筒身及び鉄塔部材は梁要素でモデル化し、柱脚部を固定した基部固定モデルを用いて構成部材に対する発生荷重及び発生モーメントを算定し評価を行う。
- b. 計算に用いる寸法は公称値を使用する。

(3) 強度評価方法

a. 記号の定義

排気筒の強度評価に用いる記号を第5.4-2表に示す。

第5.4-2表 排気筒の強度評価に用いる記号(1/2)

| 記号 | 単位 | 定義 |
|------------|-------------------|--|
| σ_c | N/mm ² | 圧縮応力度 |
| N | N | 軸力 |
| A | mm ² | 筒身・鉄塔の断面積 |
| σ_b | N/mm ² | 曲げ応力度 |
| M | N・mm | 曲げモーメント |
| Z | mm ³ | 筒身・鉄塔の断面係数 |
| $c f_{cr}$ | N/mm ² | 局部座屈を考慮した圧縮応力度に対する許容値 |
| $b f_{cr}$ | N/mm ² | 局部座屈を考慮した曲げ応力度に対する許容値 |
| f_c | N/mm ² | 圧縮応力度に対する許容値 |
| f_b | N/mm ² | 曲げ応力度に対する許容値 |
| P | N | 1本当たりのアンカーボルトに作用する引張力 |
| n_o | 本 | アンカーボルト本数 (n_o =筒身:40本, 鉄塔:24本) |
| Z_b | mm | アンカーボルト群の中心線周りの断面係数 (Z_b =筒身:58181mm, 鉄塔:11013mm) |
| σ_t | N/mm ² | アンカーボルトねじ部の引張応力度 |
| A_e | mm ² | アンカーボルトねじ部有効断面積 (A_e =筒身:3055mm ² , 鉄塔:3889mm ²) |
| f_t | N/mm ² | アンカーボルトの許容引張応力度 |
| Q | N | 1本当たりのアンカーボルトに作用するせん断力 |
| S | N | せん断力 |
| T | N・mm | ねじりモーメント |
| Z_t | mm | アンカーボルト群の中心周りの断面係数 (Z_t =筒身:116000mm, 鉄塔:21800mm) |
| τ | N/mm ² | アンカーボルトねじ部のせん断応力度 |
| f_s | N/mm ² | アンカーボルトの許容せん断応力度 |
| f_{ts} | N/mm ² | 引張力とせん断力を同時に受けるアンカーボルトの許容引張応力度, $f_{ts}=1.4f_t-1.6\tau$ かつ, $f_{ts}\leq f_t$ |

第5.4-2表 排気筒の強度評価に用いる記号(2/2)

| 記号 | 単位 | 定義 |
|------------|-------------------|--|
| p_a | N | アンカーボルト1本当たりのコンクリート部の許容引張荷重 |
| p_{a1} | N | コンクリート躯体がコーン状破壊する場合のアンカーボルト1本当たりの許容引張荷重 |
| p_{a2} | N | アンカーボルト頭部に接するコンクリート部が支圧破壊する場合のアンカーボルト1本当たりの許容引張荷重 |
| K_1 | — | コーン状破壊する場合の引張耐力の低減係数 ($K_1=2/3$) |
| K_2 | — | 支圧破壊する場合の引張耐力の低減係数 ($K_2=1$) |
| F_c | N/mm ² | コンクリートの設計基準強度 |
| A_c | mm ² | コンクリートのコーン状破壊面の有効投影面積 |
| α_c | — | 支圧面積と有効投影面積から定まる定数, $\alpha_c = \sqrt{A_c/A_0}$ で 6を超える場合は6 |
| A_0 | mm ² | 支圧面積 |
| σ_c | N/mm ² | コンクリートの圧縮応力度 |
| f_c | N/mm ² | コンクリートの短期許容圧縮応力度(「RC規準」の短期許容圧縮応力度) |

b. 計算方法

(a) 筒身

筒身部材について、板厚2mm(内側2mm)の腐食代を考慮し、次式の応力度比によって断面検定を行う。

$$\frac{\sigma_c}{c f_{cr}} + \frac{\sigma_b}{b f_{cr}} \leq 1$$

ここで、

$$\sigma_c = N/A$$

$$\sigma_b = M/Z \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

$c f_{cr}$ 及び $b f_{cr}$ は「容器構造設計指針」によって求めた短期許容応力度とする。

(b) 鉄塔

主柱材、斜材、水平材について、次式の応力度比によって断面検定を行う。

$$\frac{\sigma_c}{f_c} + \frac{\sigma_b}{f_b} \leq 1$$

ここで、

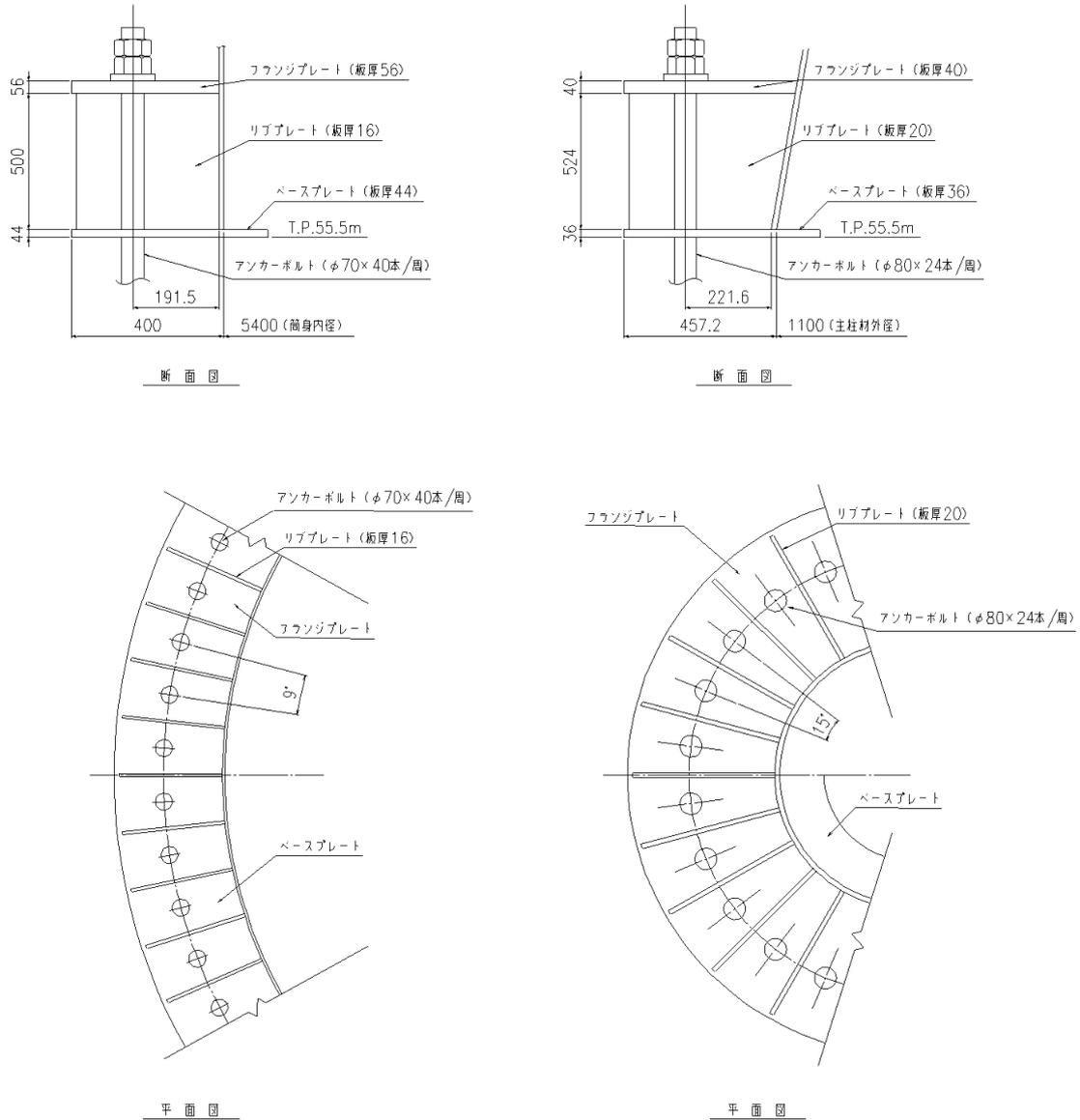
$$\sigma_c = N/A \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

$$\sigma_b = M/Z \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

f_c 及び f_b は建築基準法施行令第90条及び関係告示による短期許容応力度とする。

(c) 筒身及び鉄塔の脚部

脚部の概要図を図3.4.3-1に示す。鋼材の許容応力度は、「鋼構造設計規準」に規定される短期応力に対する許容応力度の評価式より算定する。また、コンクリートの許容応力度は、「RC規準」に規定される短期許容応力度とする。



(a) 筒身脚部

(b) 鉄塔脚部

第 5.4-1 図 脚部の概要図 (単位 : mm)

イ. アンカーボルトの引張応力度に対する検討

アンカーボルトに作用する引張力は脚部に作用する軸力と曲げモーメントの荷重状態に応じて算出する。

すべてのアンカーボルトが引張状態となる場合、アンカーボルトの全数で引張力に対抗する。このときアンカーボルトに作用する引張力は次式の通り算定する。

$$P = N / n_0 + M / Z_b$$

中立軸が断面内にあり一部のアンカーボルトが引張状態となる場合、断面内の圧縮荷重に対しては圧縮側にあるベースプレート下面のコンクリートで、引張力に対しては引張側にあるアンカーボルトで抵抗する。このときアンカーボルトに作用する引張力はベースプレートの平面形状を円環の鉄筋コンクリート断面とした応力算定式より求める。

アンカーボルトの引張応力度が以下に示す引張応力度の許容値以下であることを確認する。

$$\sigma_t \leq f_t$$

ここで、

$$\sigma_t = P / A_e$$

ロ. アンカーボルトのせん断応力度に対する検討

せん断力とねじりモーメントの設計用反力に対してアンカーボルトに作用するせん断力を次式の通り算定する。

$$Q = S / n_0 + T / Z_t$$

アンカーボルトのせん断応力度が以下に示すせん断応力度の許容値以下であることを確認する。

$$\tau \leq f_s$$

ここで、

$$\tau = Q / A_e$$

ハ. 引張力とせん断力を同時に受けるアンカーボルトの引張応力度に対する検討

引張力とせん断力を同時に受けるアンカーボルトの引張応力度が以下に示す引張応力度の許容値以下であることを確認する。

$$\sigma_t \leq f_{ts}$$

ここで、

$$\sigma_t = P / A_e$$

ニ. コンクリートのコーン状破壊に対する検討

コンクリートのコーン状破壊に対する許容引張力は、アンカーボルトの引張力が以下に示すコンクリート部の引張力に対する許容値以下であることを確認する。

$$P \leq p_a = \text{Min} (p_{a1}, p_{a2})$$

ここで、

$$p_{a1} = 0.31 \cdot K_1 \cdot A_c \sqrt{F_c}$$

$$p_{a2} = K_2 \cdot \alpha_c \cdot A_0 \cdot F_c$$

ホ. コンクリートの圧縮応力度に対する検討

ベースプレート下面のコンクリートの圧縮応力度が以下に示す圧縮応力度の許容値以下であることを確認する。

$$\sigma_c \leq f_c$$

5.5 竜巻防護対策設備(飛来物防護ネット)

(1) 評価対象部位

評価対象部位及び評価内容を第5.5-1表に示す。

第5.5-1表 評価対象部位及び評価内容

| 評価分類 | 施設名称 | 評価対象機器 | 評価対象部位 | 応力等の状態 |
|--------------------|--|--------|-----------------------------------|---|
| 竜巻防護対策設備(飛来物防護ネット) | ・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,B) | 支持架構 | 柱, 大はり, 小はり, トラス柱, 鉛直ブレース, 水平ブレース | ・引張 ・圧縮 ・曲げ ・せん断 ・組合せ(引張+曲げ) ・組合せ(圧縮+曲げ) |
| | ・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,B) | | 座屈拘束ブレース | ・軸ひずみ |
| | ・飛来物防護ネット(使用済燃料の受入れ及び貯蔵施設用 安全冷却水系冷却塔A,B) | 支持架構 | 柱, 大はり, 小はり, トラス柱, 鉛直ブレース, 水平ブレース | ・引張 ・圧縮 ・曲げ ・せん断 ・組合せ(引張+曲げ) ・組合せ(圧縮+曲げ) |

(2) 評価条件

竜巻防護対策設備(飛来物防護ネット)の強度評価を行う場合、以下の条件に従うものとする。

- a. 支持架構の応力解析モデルは、各評価対象部位の特徴を踏まえ、支持架構の各部材を梁要素でモデル化した3次元フレームモデルを用いて構成部材に対する発生荷重及び発生モーメントを算定し評価を行う。
- b. 計算に用いる寸法は公称値を使用する。

(3) 強度評価方法

a. 記号の定義

竜巻防護対策設備(飛来物防護ネット)の強度評価に用いる記号を第5.5-2表に示す。

第5.5-2表 竜巻防護対策設備(飛来物防護ネット)の強度評価に用いる記号(1/2)

| 記号 | 単位 | 定義 |
|---------------|---------|---|
| A_l | m^2 | 受風面積 |
| C | — | 風力係数 |
| E' | — | 建築基準法施行令第87条第2項に規定する数値 |
| E_r | — | 建設省告示第1454号第2項の規定によって算出した平均風速の高さ方向の分布を表わす係数 |
| f_{bx} | MPa | X軸廻り曲げに対する短期許容応力 |
| f_{by} | MPa | Y軸廻り曲げに対する短期許容応力 |
| f_c | MPa | 圧縮に対する短期許容応力 |
| f_s | MPa | せん断に対する短期許容応力 |
| f_t | MPa | 引張に対する短期許容応力 |
| G | — | ガスト影響係数 |
| H | m | 建築物の高さと軒の高さとの平均 |
| Q | N/m^2 | 設計用速度圧 |
| V_D | m/s | 基準風速 |
| W_L | N | 風荷重 |
| Z_b | m | 地表面粗度区分に応じて建設省告示第1454号に掲げる数値 |
| Z_G | m | 地表面粗度区分に応じて建設省告示第1454号に掲げる数値 |
| α | — | 地表面粗度区分に応じて建設省告示第1454号に掲げる数値 |
| σ_{bx} | MPa | 部材のX軸廻り曲げ応力 |
| σ_{by} | MPa | 部材のY軸廻り曲げ応力 |

第5.5-2表 竜巻防護対策設備(飛来物防護ネット)の強度評価に用いる記号(2/2)

| 記号 | 単位 | 定義 |
|-------------|------------------|-------------------------|
| σ_c | MPa | 部材の圧縮軸応力 |
| σ_t | MPa | 部材の引張軸応力 |
| τ_{sx} | MPa | 部材のX軸方向のせん断応力 |
| τ_{sy} | MPa | 部材のY軸方向のせん断応力 |
| V_L | N/m ² | 単位面積当たりの降下火砕物の堆積による鉛直荷重 |
| S_L | N/m ² | 単位面積当たりの積雪による鉛直荷重 |
| A_2 | m ² | 降下火砕物の堆積及び積雪する面積 |
| F_{V0} | N | 降下火砕物の堆積及び積雪による鉛直荷重 |
| L_c | N/m ² | 単位面積当たりの除灰時の人員荷重 |
| F_t | N | 部材に作用する引張荷重 |
| F_c | N | 部材に作用する圧縮荷重 |
| M_x | N・mm | 部材に作用するX軸廻りの曲げモーメント |
| M_y | N・mm | 部材に作用するY軸廻りの曲げモーメント |
| Q_x | N | 部材に作用するX軸方向のせん断荷重 |
| Q_y | N | 部材に作用するY軸方向のせん断荷重 |
| A | mm ² | 引張荷重, 圧縮荷重に対する部材の断面積 |
| Z_x | mm ³ | 部材のX軸廻りの断面係数 |
| Z_y | mm ³ | 部材のY軸廻りの断面係数 |
| A_{SX} | mm ² | 部材のX軸方向のせん断力に対する断面積 |
| A_{SY} | mm ² | 部材のY軸方向のせん断力に対する断面積 |

b. 計算方法

座屈拘束ブレース以外の支持架構の部材に生じる応力を下式より算出する。

なお、座屈拘束ブレースは、解析結果によるひずみ評価のため評価式を用いた評価は行わない。

(a) 引張応力

引張力が生じる部材は、下式にて算出される引張応力が、許容限界である f_t を超えないことを確認する。

$$\sigma_t = \frac{F_t}{A}$$

(b) 圧縮応力

圧縮力が生じる部材は、下式にて算出される圧縮応力が、許容限界である f_c を超えないことを確認する。

$$\sigma_c = \frac{F_c}{A}$$

(c) 曲げ応力

曲げモーメントが生じる部材は、下式にて算出される曲げ応力が、許容限界である f_{bx} , f_{by} を超えないことを確認する。

$$\sigma_{bx} = \frac{M_x}{Z_x} \quad \sigma_{by} = \frac{M_y}{Z_y}$$

(d) せん断応力

せん断力が生じる部材は、下式にて算出されるせん断応力の大きい方の値が、許容限界である f_s を超えないことを確認する。

$$\tau_{sx} = \frac{Q_x}{A_{sx}} \quad \tau_{sy} = \frac{Q_y}{A_{sy}}$$

(e) 組合せ応力

支持架構に生じる組合せ応力のうち、軸力(引張力又は圧縮力)及び曲げモーメントが生じる部材は、座屈を考慮し、部材に生じる軸応力(引張応力又は圧縮応力)及び曲げ応力の組合せ応力が、許容限界を超えないことを確認する。

$$\frac{\sigma_c}{f_c} + \frac{\sigma_{bx}}{f_{bx}} + \frac{\sigma_{by}}{f_{by}} \leq 1.0$$

又は

$$\frac{\sigma_t}{f_t} + \frac{\sigma_{bx}}{f_{bx}} + \frac{\sigma_{by}}{f_{by}} \leq 1.0$$

5.6 竜巻防護対策設備(飛来物防護板)

(1) 評価対象部位

評価対象部位及び評価内容を第5.6-1表に示す。

第5.6-1表 評価対象部位及び評価内容

| 評価分類 | 施設名称 | 評価対象機器 | 評価対象部位 | 応力等の状態 |
|--|--|-------------------|-----------------------|---|
| 竜巻防護対策設備(飛来物防護板) | ・飛来物防護板(主排気筒接続用 屋外配管及び屋外ダクト 主排気筒周り) | 支持架構 | 柱, はり, 鉛直ブレース, 水平ブレース | ・引張 ・圧縮 ・曲げ ・せん断 ・組合せ(引張+曲げ) ・組合せ(圧縮+曲げ) |
| | ・飛来物防護板(主排気筒接続用 屋外配管及び屋外ダクト 分離建屋屋外) | 支持架構 | 柱, はり, ブレース | ・引張 ・圧縮 ・曲げ ・せん断 ・組合せ(引張+曲げ) ・組合せ(圧縮+曲げ) |
| | ・飛来物防護板(主排気筒接続用 屋外配管及び屋外ダクト 精製建屋屋外) | あと施工アンカー, アンカーボルト | あと施工アンカー, アンカーボルト | ・曲げ |
| | ・飛来物防護板(主排気筒接続用 屋外配管及び屋外ダクト 高レベル廃液ガラス固化建屋屋外) | | | |
| ・飛来物防護板(冷却塔接続 屋外設備) ・飛来物防護板(前処理建屋 安全蒸気系設置室) | 支持部 | アンカー筋 | ・せん断 | |

(2) 評価条件

竜巻防護対策設備(飛来物防護板)の強度評価を行う場合、以下の条件に従うものとする。

- a. 支持架構の応力解析モデルは、各評価対象部位の特徴を踏まえ、支持架構の各部材を梁要素でモデル化した3次元フレームモデルを用いて構成部材に対する発生荷重及び発生モーメントを算定し評価を行う。
- b. 計算に用いる寸法は公称値を使用する。

(3) 強度評価方法

a. 記号の定義

竜巻防護対策設備(飛来物防護板)の強度評価に用いる記号を第5.6-2表に示す。

第5.6-2表 構造強度評価に用いる記号 (1/2)

| 記号 | 単位 | 定義 |
|---------------|---------|---|
| A_1 | m^2 | 受風面積 |
| C | — | 風力係数 |
| E' | — | 建築基準法施行令第87条第2項に規定する数値 |
| E_r | — | 建設省告示第1454号第2項の規定によって算出した平均風速の高さ方向の分布を表わす係数 |
| f_{by} | MPa | Y軸廻り曲げに対する短期許容応力 |
| f_{bz} | MPa | Z軸廻り曲げに対する短期許容応力 |
| f_c | MPa | 圧縮に対する短期許容応力 |
| f_t | MPa | 引張に対する短期許容応力 |
| G | — | 建設省告示第1454号第3項の規定によって算出したガスト影響係数 |
| H | m | 建築物の高さと軒の高さとの平均 |
| q | N/m^2 | 設計用速度圧 |
| V_D | m/s | 基準風速 |
| W_L | N | 風荷重 |
| Z_b | m | 地表面粗度区分に応じて建設省告示第1454号に掲げる数値 |
| Z_G | m | 地表面粗度区分に応じて建設省告示第1454号に掲げる数値 |
| α | — | 地表面粗度区分に応じて建設省告示第1454号に掲げる数値 |
| σ_{by} | MPa | 部材のY軸廻り曲げ応力 |
| σ_{bz} | MPa | 部材のZ軸廻り曲げ応力 |

第5.6.-2表 構造強度評価に用いる記号 (2/2)

| 記号 | 単位 | 定義 |
|-------------|-------------------|---|
| σ_t | MPa | 部材の引張応力 |
| σ_c | MPa | 部材の圧縮応力 |
| σ_n | MPa | 部材の軸方向応力 (σ_t と σ_c の大きい方) |
| τ_s | MPa | 部材のせん断応力 |
| τ_{sy} | MPa | 部材のY軸方向せん断応力 |
| τ_{sz} | MPa | 部材のZ軸方向せん断応力 |
| V_L | N/m ² | 単位面積あたりの降下火砕物堆積による鉛直荷重 |
| S_L | N/m ² | 単位面積あたりの積雪による鉛直荷重 |
| A_2 | m ² | 降下火砕物の堆積する面積 |
| A_3 | m ² | 積雪する面積 |
| F_{V0} | N | 降下火砕物の堆積及び積雪による鉛直荷重 |
| L_c | N/m ² | 単位面積あたりの除灰時の人員荷重 |
| F_t | N | 部材に作用する引張荷重 |
| F_c | N | 部材に作用する圧縮荷重 |
| M_y | N・mm | 部材に作用するY軸廻りの曲げモーメント |
| M_z | N・mm | 部材に作用するZ軸廻りの曲げモーメント |
| Q_y | N | 部材に作用するせん断荷重 |
| Q_z | N | 部材に作用するせん断荷重 |
| A | mm ² | 引張荷重, 圧縮荷重に対する部材の断面積 |
| Z_y | mm ³ | 部材のY軸廻りの断面係数 |
| Z_z | mm ³ | 部材のZ軸廻りの断面係数 |
| A_{SY} | mm ² | 部材のY軸方向のせん断力に対する断面積 |
| A_{SZ} | mm ² | 部材のZ軸方向のせん断力に対する断面積 |
| L_c | N | 単位面積当たりの除灰時の人員荷重 |
| Q_x | N | アンカー筋に作用するせん断荷重 |
| A | mm ² | アンカー筋の断面積 |
| τ | N/mm ² | アンカー筋のせん断応力 |
| F_d | N | 常時作用する荷重 |
| f_t | MPa | アンカー筋のせん断に対する短期許容応力 |

b. 計算方法

(a) 引張応力

引張力が生じる部材は、下式にて引張応力が算出される。

$$\sigma_t = \frac{F_t}{A}$$

(b) 圧縮応力

圧縮力が生じる部材は、下式にて圧縮応力が算出される。

$$\sigma_c = \frac{F_c}{A}$$

(c) 曲げ応力

曲げモーメントが生じる部材は、下式にて曲げ応力が算出される。

$$\sigma_{bx} = \frac{M_x}{Z_x} \quad \sigma_{by} = \frac{M_y}{Z_y}$$

(d) せん断応力

せん断力が生じる部材は、下式にてせん断応力が算出される。

$$\tau_{sx} = \frac{Q_x}{A_{sx}} \quad \tau_{sy} = \frac{Q_y}{A_{sy}}$$
$$\tau_s = \max(\tau_{sx}, \tau_{sy})$$

(e) 組合せ応力

イ. 圧縮力及び曲げモーメントに対する評価方法

支持架構に生じる組合せ応力のうち、圧縮力及び曲げモーメントが生じる部材は、座屈を考慮し、部材に生じる圧縮応力及び曲げ応力の組合せ応力が、許容限界を超えないことを確認する。

$$\frac{\sigma_c}{f_c} + \frac{\sigma_{by}}{f_{by}} + \frac{\sigma_{bz}}{f_{bz}} \leq 1.0$$

ロ. 軸力及び曲げモーメントに対する評価方法

軸力及び曲げモーメントが生じる部材は、座屈を考慮し、部材に生じる軸応力度及び曲げ応力度の組合せ応力が、許容限界を超えないことを確認する。

$$\frac{\sigma_c}{f_c} + \frac{\sigma_{bx}}{f_{bx}} + \frac{\sigma_{by}}{f_{by}} \leq 1.0 \quad \text{または} \quad \frac{\sigma_t}{f_t} + \frac{\sigma_{bx}}{f_{bx}} + \frac{\sigma_{by}}{f_{by}} \leq 1.0$$

ハ. 軸力、曲げモーメント及びせん断力に対する評価方法

軸力、曲げモーメント及びせん断力が生じる部材は、部材に生じる軸応力度、

曲げ応力度及びせん断応力度の組合せ応力が、許容限界を超えないことを確認する。

$$\frac{\sqrt{(\sigma_n + \sigma_{bx} + \sigma_{by})^2 + 3(\tau_s)^2}}{f_t} \leq 1.0$$

$$\frac{\sqrt{(\sigma_c + \sigma_{bx} + \sigma_{by})^2 + 3(\tau_s)^2}}{f_t} \leq 1.0 \quad \text{または} \quad \frac{\sqrt{(\sigma_t + \sigma_{bx} + \sigma_{by})^2 + 3(\tau_s)^2}}{f_t} \leq 1.0$$

(f) あと施工アンカー、アンカーボルト

柱脚部に生じる曲げ荷重が、「RC規準」及び「各種合成構造設計指針・同解説」を基に算出した許容曲げ荷重を超えないことを確認する。

$$\frac{M}{M_o} \leq 1.0$$

(g) アンカー筋

アンカー筋に生じる応力を下式より算出し、算出されるせん断応力の値が、許容限界である f_t を超えないことを確認する。

$$\tau = \frac{Q}{A}$$

$$Q = F_d + V_L + S_L + F_V + L_C$$

$$\tau < f_t$$

計算結果は、「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」に示す。

6. 準拠規格

「VI-1-1-1-4-1 火山への配慮に関する基本方針」の「2.2 準拠規格」においては、降下火砕物の影響を考慮する施設の設計に係る規格を示している。

これらのうち、評価対象施設の強度評価に用いる規格、基準等を以下に示す。

- (1) 建築基準法・同施行令・同告示
- (2) 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)
- (3) 鋼構造設計規準—許容応力度設計法—((社)日本建築学会, 2005)
- (4) 建築物荷重指針・同解説((社)日本建築学会, 2004)
- (5) 原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1987((社)日本電気協会)
- (6) 原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編 JEAG4601・補-1984((社)日本電気協会)
- (7) 原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1991 追補版((社)日本電気協会)
- (8) 発電用原子力設備規格 設計・建設規格JSME S NC1-2005/2007((社)日本機械学会)
- (9) 2015年版 建築物の構造関係技術基準解説書(国土交通省国土技術政策総合研究所・国立研究開発法人建築研究所 2015)
- (10) 各種合成構造設計指針・同解説(日本建築学会 2010改定)
- (11) 鋼構造接合部設計指針(日本建築学会 2012改定)
- (12) SCSS-H97 鉄骨構造標準接合部 H形鋼編(鉄骨構造標準接合部委員会)
- (13) 建築物荷重指針・同解説((社)日本建築学会, 2015)
- (14) 鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説(日本建築学会 2010改定)
- (15) 容器構造設計指針・同解説(日本建築学会 2010改定(第三次))
- (16) 鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説(日本建築学会 1999改定)
- (17) 煙突構造設計指針(日本建築学会 2007制定)
- (18) 煙突構造設計施工指針(日本建築センター 1982年版)

(参考文献)

- ・建築構造設計基準の資料(国土交通省 平成27年版)

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

VI—1—1—1—4—4—2—1
建屋の強度計算書

目 次

| | |
|--------------------|----|
| 1. 概要 | 1 |
| 2. 評価対象部位 | 2 |
| 3. 評価条件 | 20 |
| 4. 強度評価結果 | 34 |
| 4.1 鉛直荷重に対する強度評価結果 | 34 |
| 4.2 水平荷重に対する強度評価結果 | 35 |

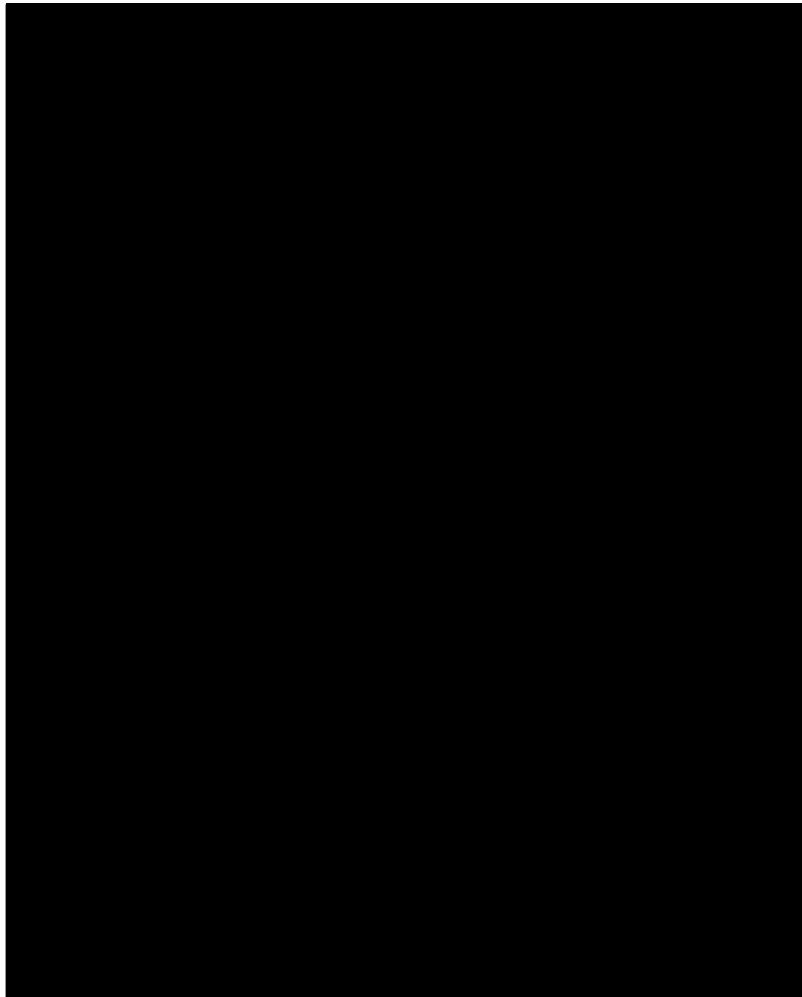
1. 概要

本計算書は、降下火砕物防護対象施設を収納する建屋及び重大事故等対処設備を収納する建屋等である以下に示す建屋(以下「対象建屋」という。)の強度評価について、「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」に基づき算出した結果を示すものである。

- (1) 前処理建屋
- (2) 分離建屋
- (3) 精製建屋
- (4) ウラン脱硝建屋
- (5) ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋
- (6) ウラン酸化物貯蔵建屋
- (7) ウラン・プルトニウム混合酸化物貯蔵建屋
- (8) 高レベル廃液ガラス固化建屋
- (9) 第1ガラス固化体貯蔵建屋東棟
- (10) チャンネルボックス・バーナブルポイズン処理建屋
- (11) ハル・エンドピース貯蔵建屋
- (12) 制御建屋
- (13) 分析建屋
- (14) 非常用電源建屋
- (15) 緊急時対策建屋
- (16) 第1保管庫・貯水所
- (17) 第2保管庫・貯水所

2. 評価対象部位

対象建屋の評価部位の位置を第2-1図～第2-17図に示す。

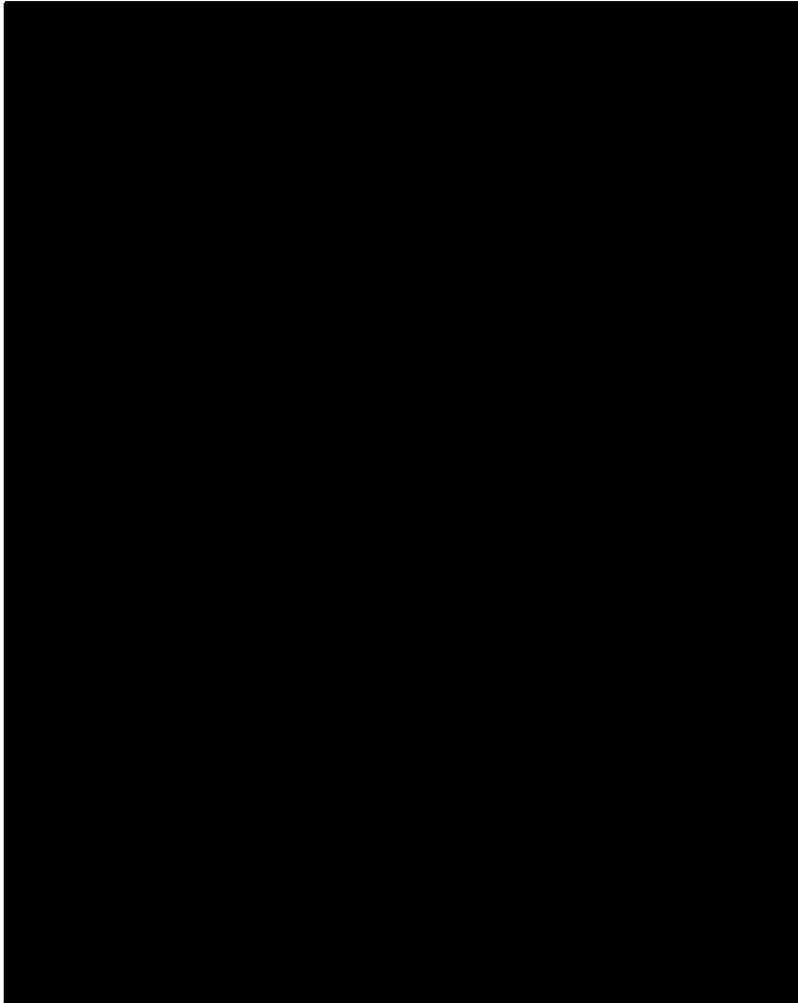
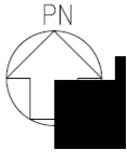


(単位：m)

注記：評価部位は  で示す

| 記号 | スラブ厚(mm) |
|----|----------|
| S1 | 1200 |
| S2 | 1250 |

第 2-1 図 前処理建屋 評価部位の位置(屋根)



(単位：m)

注記：評価部位は  で示す

| 記号 | スラブ厚(mm) |
|----|----------|
| S1 | 300 |
| S2 | 1150 |
| S3 | 1200 |
| S4 | 1250 |
| S5 | 1350 |
| S6 | 1500 |
| S7 | 1800 |

第 2-2 図 分離建屋 評価部位の位置(屋根)

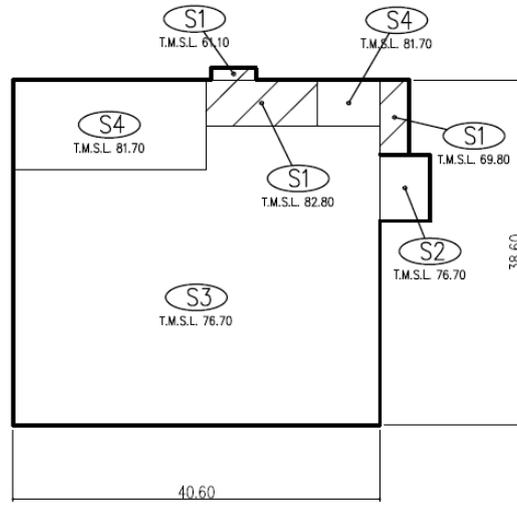
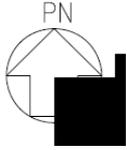


(単位：m)

注記 : 評価部位は  で示す

| 記号 | スラブ厚(mm) |
|----|----------|
| S1 | 300 |
| S2 | 400 |
| S3 | 600 |
| S4 | 800 |
| S5 | 1200 |
| S6 | 1350 |

第 2-3 図 精製建屋 評価部位の位置(屋根)

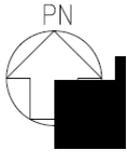


(単位：m)

注記：評価部位は  で示す

| 記号 | スラブ厚(mm) |
|----|----------|
| S1 | 300 |
| S2 | 500 |
| S3 | 1200 |
| S4 | 1250 |

第 2-4 図 ウラン脱硝建屋 評価部位の位置(屋根)

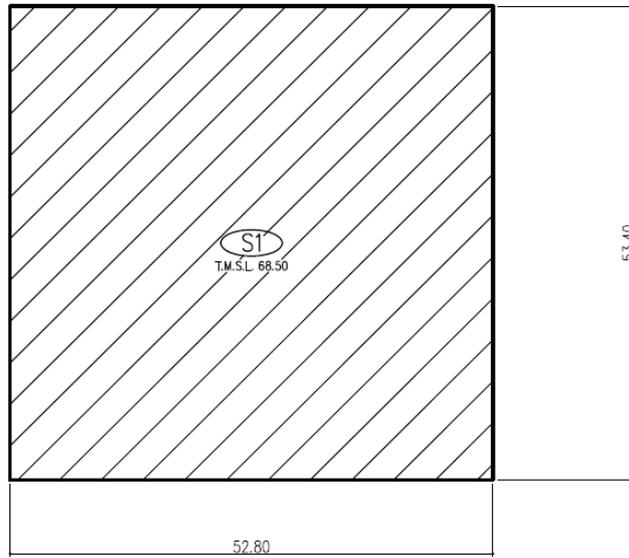
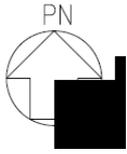


(単位：m)

注記：評価部位は  で示す

| 記号 | スラブ厚(mm) |
|----|----------|
| S1 | 1200 |
| S2 | 1250 |

第 2-5 図 ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋 評価部位の位置(屋根)

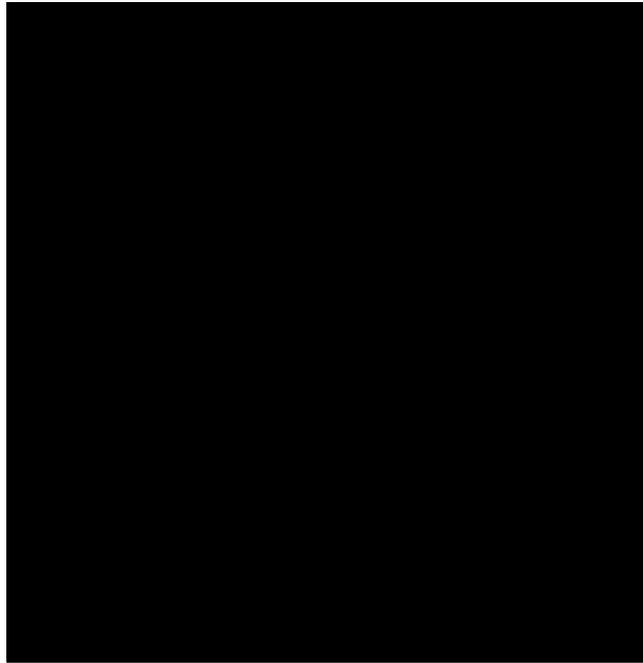
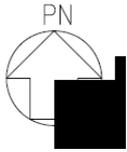


(単位：m)

注記：評価部位は  で示す

| 記号 | スラブ厚(mm) |
|----|----------|
| S1 | 1200 |

第2-6図 ウラン酸化物貯蔵建屋 評価部位の位置(屋根)



(単位：m)

注記：評価部位は  で示す

| 記号 | スラブ厚(mm) |
|----|----------|
| S1 | 1200 |
| S2 | 1250 |

第 2-7 図 ウラン・プルトニウム混合酸化物貯蔵建屋 評価部位の位置(屋根)

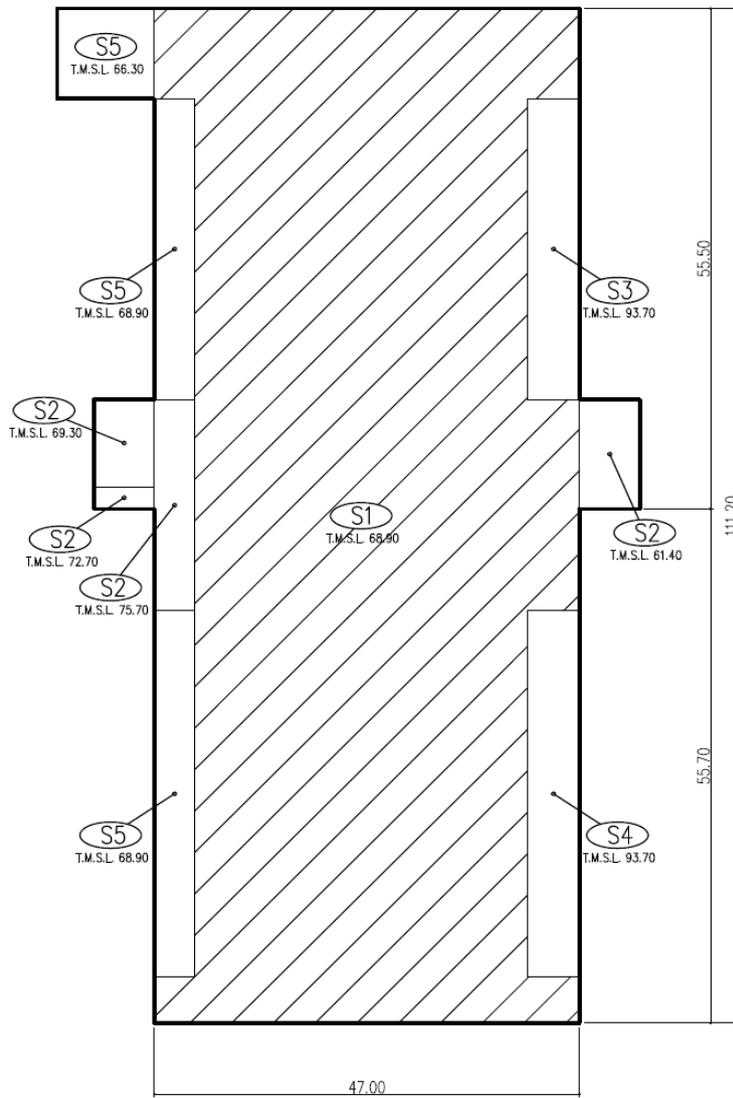


m)

注記 : 評価部位は  で示す

| 記号 | スラブ厚 (mm) |
|----|-----------|
| S1 | 300 |
| S2 | 400 |
| S3 | 600 |
| S4 | 1200 |
| S5 | 1400 |

第 2-8 図 高レベル廃液ガラス固化建屋 評価部位の位置(屋根)

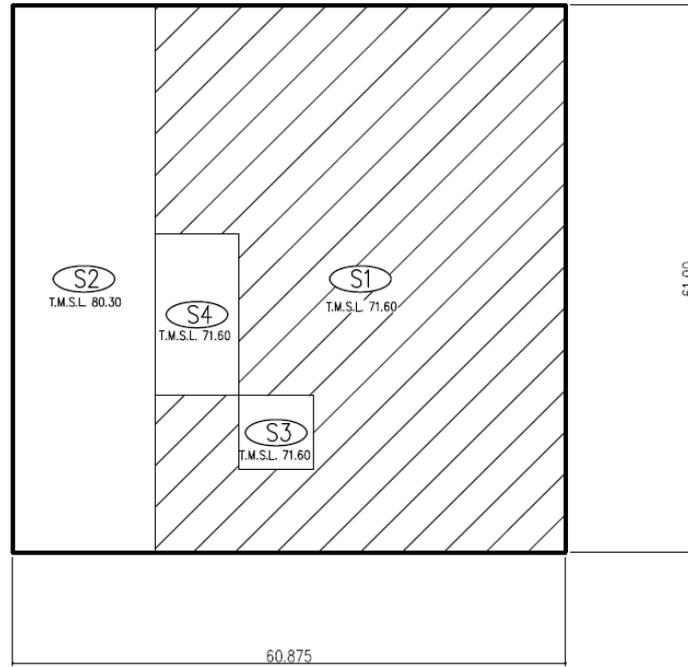
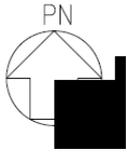


(単位 : m)

注記 : 評価部位は  で示す

| 記号 | スラブ厚 (mm) |
|----|-----------|
| S1 | 270 |
| S2 | 300 |
| S3 | 350 |
| S4 | 450 |
| S5 | 500 |

第 2-9 図 第 1 ガラス固化体貯蔵建屋東棟 評価部位の位置(屋根)

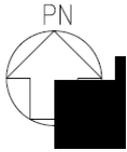


(単位：m)

注記：評価部位は  で示す

| 記号 | スラブ厚(mm) |
|----|----------|
| S1 | 1200 |
| S2 | 1250 |
| S3 | 1600 |
| S4 | 1800 |

第 2-10 図 チャンネルボックス・バーナブルポイズン処理建屋
評価部位の位置(屋根)

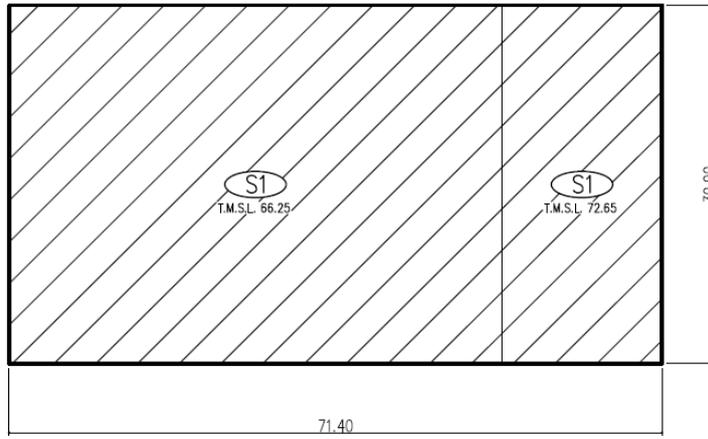
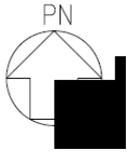


(単位：m)

注記：評価部位は  で示す

| 記号 | スラブ厚(mm) |
|----|----------|
| S1 | 600 |
| S2 | 1150 |
| S3 | 1200 |
| S4 | 1250 |

第 2-11 図 ハル・エンドピース貯蔵建屋 評価部位の位置(屋根)



(単位：m)

注記：評価部位は  で示す

| 記号 | スラブ厚 (mm) |
|----|-----------|
| S1 | 1200 |

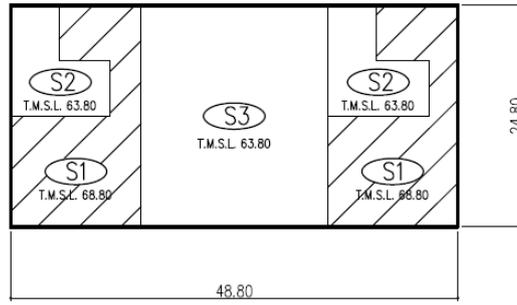
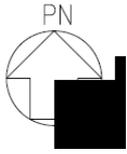
第 2-12 図 制御建屋 評価部位の位置(屋根)



注記 : 評価部位は  で示す

| 記号 | スラブ厚 (mm) |
|----|-----------|
| S1 | 300 |
| S2 | 1200 |
| S3 | 1300 |
| S4 | 1350 |
| S5 | 1500 |

第 2-13 図 分析建屋 評価部位の位置(屋根)

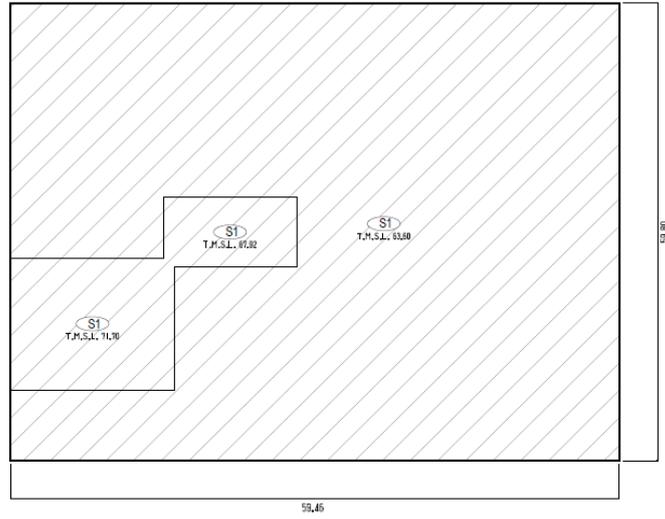


(単位：m)

注記：評価部位は  で示す

| 記号 | スラブ厚(mm) |
|----|----------|
| S1 | 300 |
| S2 | 700 |
| S3 | 1250 |

第 2-14 図 非常用電源建屋 評価部位の位置(屋根)

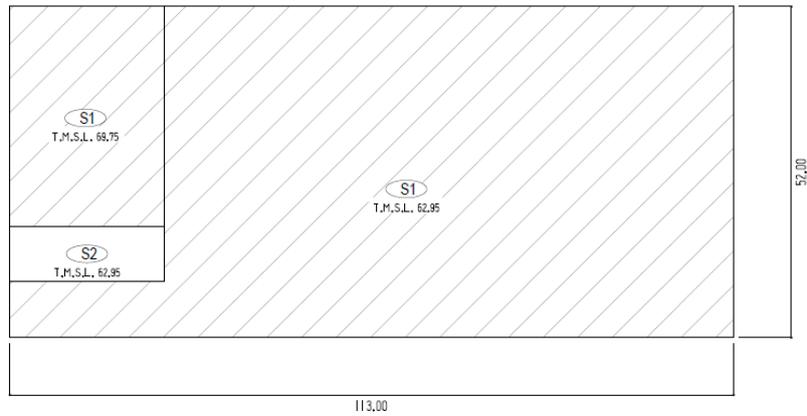


(単位：m)

注記：評価部位は  で示す

| 記号 | スラブ厚(mm) |
|----|----------|
| S1 | 1000 |

第 2-15 図 緊急時対策建屋 評価部位の位置(屋根)

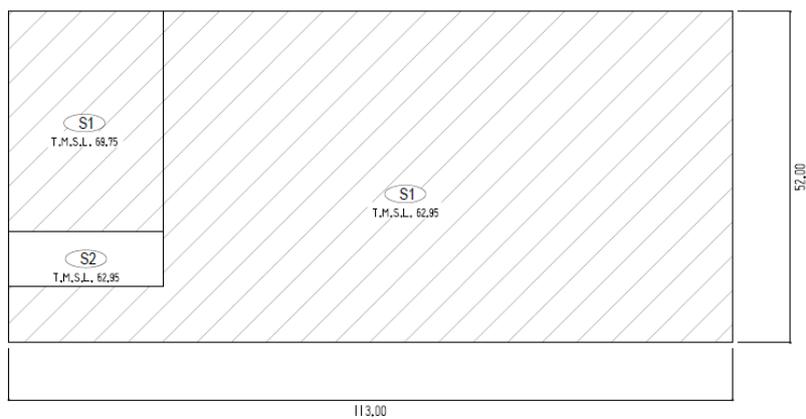


(単位：m)

注記：評価部位は  で示す

| 記号 | スラブ厚(mm) |
|----|----------|
| S1 | 500 |
| S2 | 600 |

第 2-16 図 第 1 保管庫・貯水所 評価部位の位置(屋根)



(単位：m)

注記：評価部位は  で示す

| 記号 | スラブ厚(mm) |
|----|----------|
| S1 | 500 |
| S2 | 600 |

第 2-17 図 第 2 保管庫・貯水所 評価部位の位置(屋根)

3. 評価条件

対象建屋の強度評価に用いる入力条件を第3-1表～第3-35表に示す。

第3-1表 設計風荷重の条件

| 建屋 | 全高 H (m) | ガスト 影響係数 G* | 設計用 速度圧 q(N/m ²) |
|-----------------------------|----------------|-------------------|------------------------------------|
| 前処理建屋 | ■ | 2.04 | 2029 |
| 分離建屋 | ■ | 2.06 | 1994 |
| 精製建屋 | ■ | 2.11 | 1898 |
| ウラン脱硝建屋 | 26.70 | 2.09 | 1936 |
| ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋 | 16.35 | 2.16 | 1728 |
| ウラン酸化物貯蔵建屋 | 13.50 | 2.18 | 1646 |
| ウラン・プルトニウム混合酸化物 貯蔵建屋 | 14.75 | 2.17 | 1683 |
| 高レベル廃液ガラス固化建屋 | ■ | 2.05 | 2022 |
| 第1ガラス固化体貯蔵建屋東棟 | 41.80 | 2.00 | 2120 |
| チャンネルボックス・ バーナブルポイズン処理建屋 | 25.30 | 2.10 | 1915 |
| ハル・エンドピース貯蔵建屋 | ■ | 2.14 | 1781 |
| 制御建屋 | 17.65 | 2.15 | 1759 |
| 分析建屋 | ■ | 2.15 | 1777 |
| 非常用電源建屋 | 13.80 | 2.17 | 1649 |
| 緊急時対策建屋 | 17.25 | 2.15 | 1747 |
| 第1保管庫・貯水所 | 15.30 | 2.16 | 1693 |
| 第2保管庫・貯水所 | 15.30 | 2.16 | 1693 |

注記 * : 建設省告示第1454号第3項において、ガスト影響係数(G)は、全高(H)が10m以下の場合2.2、40m以上の場合2.0、10mを超え40m未満の場合は直線的に補間した数値とするとされていることから、対象建屋の全高(H)に相当する値を設定する。

第3-2表 前処理建屋 風力係数及び受圧面積

| 標高 T. M. S. L. (m) | 風力係数C | | 受圧面積A (m ²) | |
|-----------------------|-------|-------|-------------------------|--------|
| | 風上 | 風下 | NS方向 | EW方向 |
| | 0.800 | 0.400 | 805.85 | 901.14 |
| | 0.731 | 0.400 | 411.74 | 521.28 |
| | 0.674 | 0.400 | 352.92 | 459.51 |
| | 0.614 | 0.400 | 470.56 | 591.23 |
| | 0.503 | 0.400 | 497.55 | 624.09 |

第3-3表 分離建屋 風力係数及び受圧面積

| 標高 T. M. S. L. (m) | 風力係数C | | 受圧面積A (m ²) | |
|-----------------------|-------|-------|-------------------------|--------|
| | 風上 | 風下 | NS方向 | EW方向 |
| | 0.800 | 0.400 | 373.26 | 302.33 |
| | 0.770 | 0.400 | 491.67 | 672.80 |
| | 0.692 | 0.400 | 485.78 | 680.51 |
| | 0.607 | 0.400 | 349.98 | 487.59 |
| | 0.517 | 0.400 | 534.92 | 672.78 |

第3-4表 精製建屋 風力係数及び受圧面積

| 標高 T. M. S. L. (m) | 風力係数C | | 受圧面積A (m ²) | |
|-----------------------|-------|-------|-------------------------|--------|
| | 風上 | 風下 | NS方向 | EW方向 |
| | 0.800 | 0.400 | 463.95 | 601.88 |
| | 0.740 | 0.400 | 581.94 | 755.85 |
| | 0.623 | 0.400 | 360.52 | 467.81 |
| | 0.510 | 0.400 | 383.23 | 497.01 |

第3-5表 ウラン脱硝建屋 風力係数及び受圧面積

| 標高 T. M. S. L. (m) | 風力係数C | | 受圧面積A (m ²) | |
|-----------------------|-------|-------|-------------------------|--------|
| | 風上 | 風下 | NS方向 | EW方向 |
| 83.625~76.70 | 0.800 | 0.400 | 252.09 | 70.52 |
| 76.70~68.90 | 0.752 | 0.400 | 398.16 | 338.52 |
| 68.90~65.50 | 0.658 | 0.400 | 154.36 | 131.24 |
| 65.50~62.10 | 0.605 | 0.400 | 154.36 | 131.24 |
| 62.10~55.00 | 0.538 | 0.400 | 322.34 | 274.06 |

第3-6表 ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋 風力係数及び受圧面積

| 標高 T. M. S. L. (m) | 風力係数C | | 受圧面積A (m ²) | |
|-----------------------|-------|-------|-------------------------|--------|
| | 風上 | 風下 | NS方向 | EW方向 |
| 70.80~62.80 | 0.800 | 0.400 | 310.34 | 264.05 |
| 62.80~55.30 | 0.641 | 0.400 | 471.59 | 401.26 |

第3-7表 ウラン酸化物貯蔵建屋 風力係数及び受圧面積

| 標高 T. M. S. L. (m) | 風力係数C | | 受圧面積A (m ²) | |
|-----------------------|-------|-------|-------------------------|--------|
| | 風上 | 風下 | NS方向 | EW方向 |
| 69.525~64.05 | 0.800 | 0.400 | 287.76 | 291.03 |
| 64.05~61.13 | 0.710 | 0.400 | 154.18 | 155.93 |
| 61.13~55.00 | 0.631 | 0.400 | 323.66 | 327.34 |

第3-8表 ウラン・プルトニウム混合酸化物貯蔵建屋 風力係数及び受圧面積

| 標高 T. M. S. L. (m) | 風力係数C | | 受圧面積A (m ²) | |
|-----------------------|-------|-------|-------------------------|--------|
| | 風上 | 風下 | NS方向 | EW方向 |
| 69.30~63.30 | 0.800 | 0.400 | 121.68 | 48.17 |
| 63.30~55.30 | 0.673 | 0.400 | 320.92 | 305.37 |

第3-9表 高レベル廃液ガラス固化建屋 風力係数及び受圧面積

| 標高 T. M. S. L. (m) | 風力係数C | | 受圧面積A (m ²) | |
|-----------------------|-------|-------|-------------------------|--------|
| | 風上 | 風下 | NS方向 | EW方向 |
| | 0.800 | 0.400 | 58.18 | 58.50 |
| | 0.749 | 0.400 | 51.82 | 37.52 |
| | 0.695 | 0.400 | 51.91 | 32.48 |
| | 0.630 | 0.400 | 964.99 | 798.54 |
| | 0.520 | 0.400 | 698.11 | 513.24 |

第3-10表 第1 ガラス固化体貯蔵建屋東棟 風力係数及び受圧面積

| 部位 | 標高 T. M. S. L. (m) | 風力係数C | | 受圧面積A(m ²) | |
|-------------|-----------------------|-------|-------|------------------------|--------|
| | | 風上 | 風下 | NS方向 | EW方向 |
| 西棟 シャフト部 | 96.80~87.50 | 0.800 | 0.400 | 380.40 | 116.70 |
| | 87.50~81.30 | 0.742 | 0.400 | 253.60 | 41.90 |
| | 81.30~75.10 | 0.696 | 0.400 | 253.60 | 41.90 |
| | 75.10~68.90 | 0.642 | 0.400 | 223.70 | 36.90 |
| 東棟 シャフト部 | 96.80~87.50 | 0.800 | 0.400 | 310.60 | 96.30 |
| | 87.50~81.30 | 0.742 | 0.400 | 207.10 | 45.80 |
| | 81.30~75.10 | 0.696 | 0.400 | 207.10 | 41.90 |
| | 75.10~68.90 | 0.642 | 0.400 | 182.70 | 31.20 |
| 建屋部 | 68.90~61.50 | 0.575 | 0.400 | 904.10 | 484.90 |
| | 61.50~55.30 | 0.458 | 0.400 | 689.40 | 395.60 |

第3-11表 チャンネルボックス・バーナブルポイズン処理建屋
風力係数及び受圧面積

| 標高 T. M. S. L. (m) | 風力係数C | | 受圧面積A(m ²) | |
|-----------------------|-------|-------|------------------------|--------|
| | 風上 | 風下 | NS方向 | EW方向 |
| 80.30~71.60 | 0.800 | 0.400 | 160.89 | 586.82 |
| 71.60~63.30 | 0.705 | 0.400 | 558.24 | 506.30 |
| 63.30~55.30 | 0.573 | 0.400 | 505.26 | 506.30 |

第3-12表 ハル・エンドピース貯蔵建屋 風力係数及び受圧面積

| 標高 T. M. S. L. (m) | 風力係数C | | 受圧面積A(m ²) | |
|-----------------------|-------|-------|------------------------|--------|
| | 風上 | 風下 | NS方向 | EW方向 |
| 73.15~68.80 | 0.800 | 0.400 | 232.70 | 178.50 |
| 68.80~60.30 | 0.731 | 0.400 | 454.80 | 361.30 |
| 60.30~55.30 | 0.548 | 0.400 | 283.60 | 225.30 |

第3-13表 制御建屋 風力係数及び受圧面積

| 標高 T. M. S. L. (m) | 風力係数C | | 受圧面積A (m ²) | |
|-----------------------|-------|-------|-------------------------|--------|
| | 風上 | 風下 | NS方向 | EW方向 |
| 73.80~66.25 | 0.800 | 0.400 | 120.39 | 261.42 |
| 66.25~61.25 | 0.699 | 0.400 | 771.71 | 239.40 |
| 61.25~55.00 | 0.586 | 0.400 | 111.25 | 249.38 |

第3-14表 分析建屋 風力係数及び受圧面積

| 標高 T. M. S. L. (m) | 風力係数C | | 受圧面積A (m ²) | |
|-----------------------|-------|-------|-------------------------|--------|
| | 風上 | 風下 | NS方向 | EW方向 |
| | 0.800 | 0.400 | 667.10 | 480.10 |
| | 0.692 | 0.400 | 592.50 | 282.90 |
| | 0.560 | 0.400 | 582.10 | 278.00 |

第3-15表 非常用電源建屋 風力係数及び受圧面積

| 標高 T. M. S. L. (m) | 風力係数C | | 受圧面積A (m ²) | |
|-----------------------|-------|-------|-------------------------|--------|
| | 風上 | 風下 | NS方向 | EW方向 |
| 68.80~63.80 | 0.800 | 0.400 | 244.00 | 124.00 |
| 63.80~55.00 | 0.699 | 0.400 | 429.40 | 218.20 |

第3-16表 緊急時対策建屋 風力係数及び受圧面積

| 標高 T. M. S. L. (m) | 風力係数C | | 受圧面積A (m ²) | |
|-----------------------|-------|-------|-------------------------|--------|
| | 風上 | 風下 | NS方向 | EW方向 |
| 72.80~55.00 | 0.808 | 0.400 | 1109.10 | 834.10 |

第3-17表 第1保管庫・貯水所 風力係数及び受圧面積

| 標高 T. M. S. L. (m) | 風力係数C | | 受圧面積A (m ²) | |
|-----------------------|-------|-------|-------------------------|--------|
| | 風上 | 風下 | NS方向 | EW方向 |
| 70.85~64.05 | 0.809 | 0.400 | 197.70 | 277.70 |
| 64.05~55.00 | 0.683 | 0.400 | 1043.30 | 478.40 |

第3-18表 第2保管庫・貯水所 風力係数及び受圧面積

| 標高 T. M. S. L. (m) | 風力係数C | | 受圧面積A (m ²) | |
|-----------------------|-------|-------|-------------------------|--------|
| | 風上 | 風下 | NS方向 | EW方向 |
| 64.35~57.55 | 0.809 | 0.400 | 197.70 | 277.70 |
| 57.55~48.50 | 0.683 | 0.400 | 1043.30 | 478.40 |

第 3-19 表 前処理建屋 屋根の評価条件

| 荷重 | 種類 | 値(N/m ²) |
|---------------------------|----------------|----------------------|
| 設計時長期荷重 : P _A | ①固定荷重(DL) | 29910 |
| | ②積載荷重(LL, 設計時) | 980 |
| | ③積雪荷重(SL, 設計時) | 5589 |
| | 計 | 36479 |
| 設計荷重(火山) : P _B | ①固定荷重(DL) | 29910 |
| | ②積載荷重(LL, 積灰時) | 1000 |
| | ③積雪荷重(SL, 積灰時) | 4500 |
| | ④積灰荷重(VL) | 7150 |
| | 計 | 42560 |

第 3-20 表 分離建屋 屋根の評価条件

| 荷重 | 種類 | 値(N/m ²) |
|---------------------------|----------------|----------------------|
| 設計時長期荷重 : P _A | ①固定荷重(DL) | 9707 |
| | ②積載荷重(LL, 設計時) | 980 |
| | ③積雪荷重(SL, 設計時) | 5589 |
| | 計 | 16276 |
| 設計荷重(火山) : P _B | ①固定荷重(DL) | 9707 |
| | ②積載荷重(LL, 積灰時) | 1000 |
| | ③積雪荷重(SL, 積灰時) | 4500 |
| | ④積灰荷重(VL) | 7150 |
| | 計 | 22357 |

第 3-21 表 精製建屋 屋根の評価条件

| 荷重 | 種類 | 値(N/m ²) |
|---------------------------|----------------|----------------------|
| 設計時長期荷重 : P _A | ①固定荷重(DL) | 8638 |
| | ②積載荷重(LL, 設計時) | 980 |
| | ③積雪荷重(SL, 設計時) | 5589 |
| | 計 | 15207 |
| 設計荷重(火山) : P _B | ①固定荷重(DL) | 8638 |
| | ②積載荷重(LL, 積灰時) | 1000 |
| | ③積雪荷重(SL, 積灰時) | 4500 |
| | ④積灰荷重(VL) | 7150 |
| | 計 | 21288 |

第 3-22 表 ウラン脱硝建屋 屋根の評価条件

| 荷重 | 種類 | 値(N/m ²) |
|---------------------------|----------------|----------------------|
| 設計時長期荷重 : P _A | ①固定荷重(DL) | 8825 |
| | ②積載荷重(LL, 設計時) | 980 |
| | ③積雪荷重(SL, 設計時) | 5589 |
| | 計 | 15394 |
| 設計荷重(火山) : P _B | ①固定荷重(DL) | 8825 |
| | ②積載荷重(LL, 積灰時) | 1000 |
| | ③積雪荷重(SL, 積灰時) | 4500 |
| | ④積灰荷重(VL) | 7150 |
| | 計 | 21475 |

第 3-23 表 ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋 屋根の評価条件

| 荷重 | 種類 | 値(N/m ²) |
|---------------------------|----------------|----------------------|
| 設計時長期荷重 : P _A | ①固定荷重(DL) | 29910 |
| | ②積載荷重(LL, 設計時) | 980 |
| | ③積雪荷重(SL, 設計時) | 5589 |
| | 計 | 36479 |
| 設計荷重(火山) : P _B | ①固定荷重(DL) | 29910 |
| | ②積載荷重(LL, 積灰時) | 1000 |
| | ③積雪荷重(SL, 積灰時) | 4500 |
| | ④積灰荷重(VL) | 7150 |
| | 計 | 42560 |

第 3-24 表 ウラン酸化物貯蔵建屋 屋根の評価条件

| 荷重 | 種類 | 値(N/m ²) |
|---------------------------|----------------|----------------------|
| 設計時長期荷重 : P _A | ①固定荷重(DL) | 29968 |
| | ②積載荷重(LL, 設計時) | 980 |
| | ③積雪荷重(SL, 設計時) | 5589 |
| | 計 | 36537 |
| 設計荷重(火山) : P _B | ①固定荷重(DL) | 29968 |
| | ②積載荷重(LL, 積灰時) | 1000 |
| | ③積雪荷重(SL, 積灰時) | 4500 |
| | ④積灰荷重(VL) | 7150 |
| | 計 | 42618 |

第 3-25 表 ウラン・プルトニウム混合酸化物貯蔵建屋 屋根の評価条件

| 荷重 | 種類 | 値(N/m ²) |
|---------------------------|----------------|----------------------|
| 設計時長期荷重 : P _A | ①固定荷重(DL) | 29910 |
| | ②積載荷重(LL, 設計時) | 980 |
| | ③積雪荷重(SL, 設計時) | 5589 |
| | 計 | 36479 |
| 設計荷重(火山) : P _B | ①固定荷重(DL) | 29910 |
| | ②積載荷重(LL, 積灰時) | 1000 |
| | ③積雪荷重(SL, 積灰時) | 4500 |
| | ④積灰荷重(VL) | 7150 |
| | 計 | 42560 |

第3-26表 高レベル廃液ガラス固化建屋 屋根の評価条件

| 荷重 | 種類 | 値(N/m ²) |
|-------------------------|----------------|----------------------|
| 設計時長期荷重：P _A | ①固定荷重(DL) | 9707 |
| | ②積載荷重(LL, 設計時) | 980 |
| | ③積雪荷重(SL, 設計時) | 5589 |
| | 計 | 16276 |
| 設計荷重(火山)：P _B | ①固定荷重(DL) | 9707 |
| | ②積載荷重(LL, 積灰時) | 1000 |
| | ③積雪荷重(SL, 積灰時) | 4500 |
| | ④積灰荷重(VL) | 7150 |
| | 計 | 22357 |

第3-27表 第1ガラス固化体貯蔵建屋東棟 屋根の評価条件

| 荷重 | 種類 | 値(N/m ²) |
|-------------------------|----------------|----------------------|
| 設計時長期荷重：P _A | ①固定荷重(DL) | 8058 |
| | ②積載荷重(LL, 設計時) | 980 |
| | ③積雪荷重(SL, 設計時) | 5589 |
| | 計 | 14627 |
| 設計荷重(火山)：P _B | ①固定荷重(DL) | 8058 |
| | ②積載荷重(LL, 積灰時) | 1000 |
| | ③積雪荷重(SL, 積灰時) | 4500 |
| | ④積灰荷重(VL) | 7150 |
| | 計 | 20708 |

第3-28表 チャンネルボックス・バーナブルポイズン処理建屋 屋根の評価条件

| 荷重 | 種類 | 値(N/m ²) |
|-------------------------|----------------|----------------------|
| 設計時長期荷重：P _A | ①固定荷重(DL) | 30811 |
| | ②積載荷重(LL, 設計時) | 980 |
| | ③積雪荷重(SL, 設計時) | 5589 |
| | 計 | 37380 |
| 設計荷重(火山)：P _B | ①固定荷重(DL) | 30811 |
| | ②積載荷重(LL, 積灰時) | 1000 |
| | ③積雪荷重(SL, 積灰時) | 4500 |
| | ④積灰荷重(VL) | 7150 |
| | 計 | 43461 |

第 3-29 表 ハル・エンドピース貯蔵建屋 屋根の評価条件

| 荷重 | 種類 | 値(N/m ²) |
|---------------------------|----------------|----------------------|
| 設計時長期荷重 : P _A | ①固定荷重(DL) | 15699 |
| | ②積載荷重(LL, 設計時) | 980 |
| | ③積雪荷重(SL, 設計時) | 5589 |
| | 計 | 22268 |
| 設計荷重(火山) : P _B | ①固定荷重(DL) | 15699 |
| | ②積載荷重(LL, 積灰時) | 1000 |
| | ③積雪荷重(SL, 積灰時) | 4500 |
| | ④積灰荷重(VL) | 7150 |
| | 計 | 28349 |

第 3-30 表 制御建屋 屋根の評価条件

| 荷重 | 種類 | 値(N/m ²) |
|---------------------------|----------------|----------------------|
| 設計時長期荷重 : P _A | ①固定荷重(DL) | 29821 |
| | ②積載荷重(LL, 設計時) | 980 |
| | ③積雪荷重(SL, 設計時) | 5589 |
| | 計 | 36390 |
| 設計荷重(火山) : P _B | ①固定荷重(DL) | 29821 |
| | ②積載荷重(LL, 積灰時) | 1000 |
| | ③積雪荷重(SL, 積灰時) | 4500 |
| | ④積灰荷重(VL) | 7150 |
| | 計 | 42471 |

第 3-31 表 分析建屋 屋根の評価条件

| 荷重 | 種類 | 値(N/m ²) |
|---------------------------|----------------|----------------------|
| 設計時長期荷重 : P _A | ①固定荷重(DL) | 8638 |
| | ②積載荷重(LL, 設計時) | 980 |
| | ③積雪荷重(SL, 設計時) | 5589 |
| | 計 | 15207 |
| 設計荷重(火山) : P _B | ①固定荷重(DL) | 8638 |
| | ②積載荷重(LL, 積灰時) | 1000 |
| | ③積雪荷重(SL, 積灰時) | 4500 |
| | ④積灰荷重(VL) | 7150 |
| | 計 | 21288 |

第 3-32 表 非常用電源建屋 屋根の評価条件

| 荷重 | 種類 | 値(N/m ²) |
|---------------------------|----------------|----------------------|
| 設計時長期荷重 : P _A | ①固定荷重(DL) | 8727 |
| | ②積載荷重(LL, 設計時) | 980 |
| | ③積雪荷重(SL, 設計時) | 5589 |
| | 計 | 15296 |
| 設計荷重(火山) : P _B | ①固定荷重(DL) | 8727 |
| | ②積載荷重(LL, 積灰時) | 1000 |
| | ③積雪荷重(SL, 積灰時) | 4500 |
| | ④積灰荷重(VL) | 7150 |
| | 計 | 21377 |

第 3-33 表 緊急時対策建屋 屋根の評価条件

| 荷重 | 種類 | 値(N/m ²) |
|---------------------------|----------------|----------------------|
| 設計時長期荷重 : P _A | ①固定荷重(DL) | 24200 |
| | ②積載荷重(LL, 設計時) | 1000 |
| | ③積雪荷重(SL, 設計時) | 3990 |
| | 計 | 29190 |
| 設計荷重(火山) : P _B | ①固定荷重(DL) | 24200 |
| | ②積載荷重(LL, 積灰時) | 1000 |
| | ③積雪荷重(SL, 積灰時) | 4500 |
| | ④積灰荷重(VL) | 7150 |
| | 計 | 36850 |

第 3-34 表 第 1 保管庫・貯水所 屋根の評価条件

| 荷重 | 種類 | 値(N/m ²) |
|---------------------------|----------------|----------------------|
| 設計時長期荷重 : P _A | ①固定荷重(DL) | 12200 |
| | ②積載荷重(LL, 設計時) | 980 |
| | ③積雪荷重(SL, 設計時) | 3990 |
| | 計 | 17170 |
| 設計荷重(火山) : P _B | ①固定荷重(DL) | 12200 |
| | ②積載荷重(LL, 積灰時) | 1000 |
| | ③積雪荷重(SL, 積灰時) | 4500 |
| | ④積灰荷重(VL) | 7150 |
| | 計 | 24850 |

第 3-35 表 第 2 保管庫・貯水所 屋根の評価条件

| 荷重 | 種類 | 値(N/m ²) |
|---------------------------|----------------|----------------------|
| 設計時長期荷重 : P _A | ①固定荷重(DL) | 12200 |
| | ②積載荷重(LL, 設計時) | 980 |
| | ③積雪荷重(SL, 設計時) | 3990 |
| | 計 | 17170 |
| 設計荷重(火山) : P _B | ①固定荷重(DL) | 12200 |
| | ②積載荷重(LL, 積灰時) | 1000 |
| | ③積雪荷重(SL, 積灰時) | 4500 |
| | ④積灰荷重(VL) | 7150 |
| | 計 | 24850 |

4. 強度評価結果

4.1 鉛直荷重に対する強度評価結果

設計時長期荷重 P_A に対する，設計荷重(火山) P_B の荷重の増分比率 P_C は，許容限界を下回ることを確認した。対象建屋の屋根の強度評価結果を第 4.1-1 表に示す。

第 4.1-1 表 鉛直荷重に対する強度評価結果

| 建屋名 | 評価結果 | 許容限界 | 判定 |
|-----------------------------|------|------|----|
| 前処理建屋 | 1.17 | 1.5 | 可 |
| 分離建屋 | 1.38 | 1.5 | 可 |
| 精製建屋 | 1.40 | 1.5 | 可 |
| ウラン脱硝建屋 | 1.40 | 1.5 | 可 |
| ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋 | 1.17 | 1.5 | 可 |
| ウラン酸化物貯蔵建屋 | 1.17 | 1.5 | 可 |
| ウラン・プルトニウム混合酸化物貯蔵建屋 | 1.17 | 1.5 | 可 |
| 高レベル廃液ガラス固化建屋 | 1.38 | 1.5 | 可 |
| 第 1 ガラス固化体貯蔵建屋東棟 | 1.42 | 1.5 | 可 |
| チャンネルボックス・バーナブルポイズン 処理建屋 | 1.17 | 1.5 | 可 |
| ハル・エンドピース貯蔵建屋 | 1.28 | 1.5 | 可 |
| 制御建屋 | 1.17 | 1.5 | 可 |
| 分析建屋 | 1.40 | 1.5 | 可 |
| 非常用電源建屋 | 1.40 | 1.5 | 可 |
| 緊急時対策建屋 | 1.27 | 1.5 | 可 |
| 第 1 保管庫・貯水所 | 1.45 | 1.5 | 可 |
| 第 2 保管庫・貯水所 | 1.45 | 1.5 | 可 |

4.2 水平荷重に対する強度評価結果

(1) 耐震壁に対する評価

耐震壁に生じるせん断ひずみ度が、許容限界を下回ることを確認した。対象建屋の耐震壁の強度評価結果を第4.2-1表に示す。

第4.2-1 水平荷重に対する強度評価結果(耐震壁)

| 建屋名 | 評価結果 | 許容限界 | 判定 |
|-----------------------------|-------------------------|----------------------|----|
| 前処理建屋 | 0.0020×10^{-3} | 2.0×10^{-3} | 可 |
| 分離建屋 | 0.0036×10^{-3} | 2.0×10^{-3} | 可 |
| 精製建屋 | 0.0011×10^{-3} | 2.0×10^{-3} | 可 |
| ウラン脱硝建屋 | 0.0018×10^{-3} | 2.0×10^{-3} | 可 |
| ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋 | 0.0009×10^{-3} | 2.0×10^{-3} | 可 |
| ウラン酸化物貯蔵建屋 | 0.0012×10^{-3} | 2.0×10^{-3} | 可 |
| ウラン・プルトニウム混合酸化物貯蔵建屋 | 0.0009×10^{-3} | 2.0×10^{-3} | 可 |
| 高レベル廃液ガラス固化建屋 | 0.0034×10^{-3} | 2.0×10^{-3} | 可 |
| 第1ガラス固化体貯蔵建屋東棟 | 0.0064×10^{-3} | 2.0×10^{-3} | 可 |
| チャンネルボックス・バーナブルポイズン 処理建屋 | 0.0032×10^{-3} | 2.0×10^{-3} | 可 |
| ハル・エンドピース貯蔵建屋 | 0.0015×10^{-3} | 2.0×10^{-3} | 可 |
| 制御建屋 | 0.0020×10^{-3} | 2.0×10^{-3} | 可 |
| 分析建屋 | 0.0038×10^{-3} | 2.0×10^{-3} | 可 |
| 非常用電源建屋 | 0.0014×10^{-3} | 2.0×10^{-3} | 可 |
| 緊急時対策建屋 | 0.0009×10^{-3} | 2.0×10^{-3} | 可 |
| 第1保管庫・貯水所 | 0.0015×10^{-3} | 2.0×10^{-3} | 可 |
| 第2保管庫・貯水所 | 0.0015×10^{-3} | 2.0×10^{-3} | 可 |

(2) 架構に対する評価

架構に生じる層間変形角が、許容限界を下回ることを確認した。対象建屋の架構の強度評価結果を第4.2-2表に示す。

第4.2-2表 水平荷重に対する強度評価結果(架構)

| 建屋名 | 評価結果 | 許容限界 | 判定 |
|----------------|---------|-------|----|
| 第1ガラス固化体貯蔵建屋東棟 | 1/61837 | 1/120 | 可 |

VI-1-1-1-4-4-2-2
冷却塔の強度計算書

VI-1-1-1-4-4-2-2-1

安全冷却水 B 冷却塔の強度計算書

今回の申請に係る本説明は、令和4年12月21日付け原規規発第2212213号にて認可を受けた設工認申請書の「VI-1-1-1-4-4-2-1-1 安全冷却水 B 冷却塔の強度計算書」に同じである。

VI-1-1-1-4-4-2-2-
2

安全冷却水 A 冷却塔の強度計算書

目 次

| | ページ |
|-----------------------|-----|
| 1. 概要 | 1 |
| 2. 評価条件 | 2 |
| 2.1 安全冷却水 A 冷却塔の評価条件 | 2 |
| 2.2 安全冷却水 A 冷却塔の解析モデル | 8 |
| 3. 評価結果 | 9 |
| 3.1 安全冷却水 A 冷却塔の評価結果 | 9 |

1. 概要

本計算書は、降下火砕物防護対象施設である安全冷却水A冷却塔の構造強度評価について、「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」に基づき、算出した結果を示す。

2. 評価条件

2.1 安全冷却水 A 冷却塔の評価条件

安全冷却水 A 冷却塔の評価条件を第 2.1-1 表から第 2.1-9 表に示す。

第 2.1-1 表 評価条件 (支持架構 冬期運転側ベイ)

| | | | | | | |
|--------------------------|----------|-------------------------|----------|-----------------------|-----------------------|----------|
| q (N/m ²) | G (-) | V _b (m/s) | H (m) | Z _b (m) | Z _G (m) | α (-) |
|--------------------------|----------|-------------------------|----------|-----------------------|-----------------------|----------|

| | | | | | | | |
|------------------------|-------|---------------|----|-------|----|-------------------------------------|-------|
| C* ¹ (-) | | 受圧部寸法 (mm) | | | | A ₁ (m ²) | |
| NS 方向 | EW 方向 | NS 方向 | | EW 方向 | | NS 方向 | EW 方向 |
| | | a' | b' | a' | b' | | |

注記 *1: 「建設省告示 1453 号」に基づき設定。
 *2: 標高 T. M. S. L. [] m の値を示す。
 *3: 標高 T. M. S. L. [] m の値を示す。

| | | | | | |
|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------|----|-------------------------------------|
| V _L (N/m ²) | L _c (N/m ²) | S _L (N/m ²) | 受圧部寸法 (mm) | | A ₂ (m ²) |
| | | | a' | c' | |

注記 *: 歩廊及び階段の面積を考慮する。

第 2.1-2 表 評価条件 (支持架構 冬期休止側ベイ)

| | | | | | | |
|--------------------------|----------|-------------------------|----------|-----------------------|-----------------------|----------|
| q (N/m ²) | G (-) | V _b (m/s) | H (m) | Z _b (m) | Z _G (m) | α (-) |
|--------------------------|----------|-------------------------|----------|-----------------------|-----------------------|----------|

| | | | | | | | |
|------------------------|-------|---------------|----|-------|----|-------------------------------------|-------|
| C* ¹ (-) | | 受圧部寸法 (mm) | | | | A ₁ (m ²) | |
| NS 方向 | EW 方向 | NS 方向 | | EW 方向 | | NS 方向 | EW 方向 |
| | | a' | b' | a' | b' | | |

注記 *1: 「建設省告示 1453 号」に基づき設定。

| | | | | | |
|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------|----|-------------------------------------|
| V _L (N/m ²) | L _c (N/m ²) | S _L (N/m ²) | 受圧部寸法 (mm) | | A ₂ (m ²) |
| | | | a' | c' | |

注記 *: 歩廊及び階段の面積を考慮する。

第 2.1-3 表 評価条件 (ルーバブレード及びブレードシャフト)

| | | |
|---------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------|
| V _L (N/m ²) | S _L (N/m ²) | F ₁ (N/mm) |
|---------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------|

第 2.1-4 表 評価条件（支持架構 冬期運転側ベイ）（1/2）

| 部材 | 断面形状 | 材料 | 運転重量 (kg) | A (mm ²) | A _y (mm ²) | A _z (mm ²) | Z (mm ³) | |
|---------|------|----|--------------|-------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|----------------------|----------------|
| | | | | | | | Z _y | Z _z |
| 主柱 | | | | | | | | |
| 床はり | | | | | | | | |
| 2F機械台はり | | | | | | | | |
| 立面ブレース | | | | | | | | |
| 水平ブレース | | | | | | | | |

第 2.1-4 表 評価条件 (支持架構 冬期運転側ベイ) (2/2)

| 部材 | 断面形状 | 材料 | i (mm) | | E (MPa) | F (MPa) |
|---------|------|----|--------|-------|---------|---------|
| | | | i_y | i_z | | |
| 主柱 | | | | | | |
| 床はり | | | | | | |
| 2F機械台はり | | | | | | |
| 立面ブレース | | | | | | |
| 水平ブレース | | | | | | |

4

第 2.1-5 表 評価条件 (基礎ボルト 冬期運転側ベイ)

| 材 料 | A_b (mm ²) | n_a (本) | F (MPa) |
|-----|--------------------------|-----------|---------|
| | | | |

第 2.1-6 表 評価条件 (支持架構 冬期休止側ベイ) (1/2)

| 部材 | 断面形状 | 材料 | 運転重量 (kg) | A (mm ²) | A _y (mm ²) | A _z (mm ²) | Z (mm ³) | |
|---------|------|----|--------------|-------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|----------------------|----------------|
| | | | | | | | Z _y | Z _z |
| 主柱 | | | | | | | | |
| 床はり | | | | | | | | |
| 2F機械台はり | | | | | | | | |
| 立面ブレース | | | | | | | | |
| 水平ブレース | | | | | | | | |

57

第 2.1-6 表 評価条件 (支持架構 冬期休止側ベイ) (2/2)

| 部材 | 断面形状 | 材料 | i (mm) | | E (MPa) | F (MPa) |
|---------|------|----|--------|-------|------------|------------|
| | | | i_y | i_z | | |
| 主柱 | | | | | | |
| 床はり | | | | | | |
| 2F機械台はり | | | | | | |
| 立面ブレース | | | | | | |
| 水平ブレース | | | | | | |

9

第 2.1-7 表 評価条件 (基礎ボルト 冬期休止側ベイ)

| 材 料 | A_b (mm ²) | n_a (本) | F (MPa) |
|-----|-----------------------------|--------------|------------|
| | | | |

第 2.1-8 表 評価条件 (ルーバブレード及びブレードシャフト)

| 部 材 | 材 料 | B (m) | φ (mm) | A (mm ²) | Z (mm ³) | F (MPa) |
|----------|-----|-------|--------|----------------------|----------------------|---------|
| ルーバブレード | | | | — | | |
| ブレードシャフト | | | | | — | |

第 2.1-9 表 荷重の組合せ

| 名称 | 評価対象機器 | 評価対象部位 | 考慮する荷重 |
|----------------|-------------------|--|--------|
| 安全冷却水 A 冷却塔 | 支持架構 (基礎ボルト含む) | 主柱, 床はり, 2F 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 | ルーバブレード, ブレードシャフト | |

7

3. 評価結果

3.1 安全冷却水 A 冷却塔の評価結果

降下火砕物等の堆積時の構造強度評価結果を第 3.1-1 表から第 3.1-5 表に示す。
支持架構，基礎ボルト，ルーバブレード及びブレードシャフトに発生する応力は，許容応力以下である。

第 3.1-1 表 支持架構（冬期運転側ベイ）の構造強度評価結果

| 評価対象 部位 | 応力分類 | 発生応力*1*2 (MPa) | 許容応力*2 (MPa) | 応力比*3 |
|-------------|------------|-------------------|-----------------|-------|
| 支柱 | 引張 | | | |
| | 圧縮 | | | |
| | せん断 | | | |
| | 曲げ | | | |
| | 組合せ(引張+曲げ) | | | |
| | 組合せ(圧縮+曲げ) | | | |
| 床はり | 引張 | | | |
| | 圧縮 | | | |
| | せん断 | | | |
| | 曲げ | | | |
| | 組合せ(引張+曲げ) | | | |
| | 組合せ(圧縮+曲げ) | | | |
| 2F機械台 はり | 引張 | | | |
| | 圧縮 | | | |
| | せん断 | | | |
| | 曲げ | | | |
| | 組合せ(引張+曲げ) | | | |
| | 組合せ(圧縮+曲げ) | | | |
| 立面 ブレース | 引張 | | | |
| | 圧縮 | | | |
| | せん断 | | | |
| | 曲げ | | | |
| | 組合せ(引張+曲げ) | | | |
| | 組合せ(圧縮+曲げ) | | | |
| 水平 ブレース | 引張 | | | |
| | 圧縮 | | | |
| | せん断 | | | |
| | 曲げ | | | |
| | 組合せ(引張+曲げ) | | | |
| | 組合せ(圧縮+曲げ) | | | |

注記 *1 : 組合せについては応力比を記載
 *2 : 組合せについては応力比で評価を行うため単位なし
 *3 : 応力比=発生応力/許容応力

第 3.1-2 表 支持架構（冬期休止側ベイ）の構造強度評価結果

| 評価対象 部位 | 応力分類 | 発生応力*1*2 (MPa) | 許容応力*2 (MPa) | 応力比*3 |
|-------------|------------|-------------------|-----------------|-------|
| 主柱 | 引張 | | | |
| | 圧縮 | | | |
| | せん断 | | | |
| | 曲げ | | | |
| | 組合せ(引張+曲げ) | | | |
| | 組合せ(圧縮+曲げ) | | | |
| 床はり | 引張 | | | |
| | 圧縮 | | | |
| | せん断 | | | |
| | 曲げ | | | |
| | 組合せ(引張+曲げ) | | | |
| | 組合せ(圧縮+曲げ) | | | |
| 2F機械台 はり | 引張 | | | |
| | 圧縮 | | | |
| | せん断 | | | |
| | 曲げ | | | |
| | 組合せ(引張+曲げ) | | | |
| | 組合せ(圧縮+曲げ) | | | |
| 立面 ブレース | 引張 | | | |
| | 圧縮 | | | |
| | せん断 | | | |
| | 曲げ | | | |
| | 組合せ(引張+曲げ) | | | |
| | 組合せ(圧縮+曲げ) | | | |
| 水平 ブレース | 引張 | | | |
| | 圧縮 | | | |
| | せん断 | | | |
| | 曲げ | | | |
| | 組合せ(引張+曲げ) | | | |
| | 組合せ(圧縮+曲げ) | | | |

注記 *1 : 組合せについては応力比を記載
 *2 : 組合せについては応力比で評価を行うため単位なし
 *3 : 応力比=発生応力/許容応力

第 3.1-3 表 基礎ボルト（冬期運転側ベイ）の構造強度評価結果

| 評価対象 部位 | 応力分類 | 発生応力 (MPa) | 許容応力 (MPa) | 応力比*1 |
|------------|------|---------------|---------------|-------|
| 基礎ボルト | 引張 | — | — | — |
| | せん断 | | | |

注記 *1 : 応力比=発生応力/許容応力

第 3.1-4 表 基礎ボルト（冬期休止側ベイ）の構造強度評価結果

| 評価対象 部位 | 応力分類 | 発生応力 (MPa) | 許容応力 (MPa) | 応力比*1 |
|------------|------|---------------|---------------|-------|
| 基礎ボルト | 引張 | — | — | — |
| | せん断 | | | |

注記 *1 : 応力比=発生応力/許容応力

第 3.1-5 表 ルーバブレード及びブレードシャフトの構造強度評価結果

| 評価対象 部位 | 応力分類 | 発生応力 (MPa) | 許容応力 (MPa) | 応力比*1 |
|------------|------|---------------|---------------|-------|
| ルーバブレード | 曲げ | | | |
| ブレードシャフト | せん断 | | | |

注記 *1 : 応力比=発生応力/許容応力

VI-1-1-1-4-4-2-2-
3

冷却塔 A, B の強度計算書

目 次

| | ページ |
|---------------------|-----|
| 1. 概要 | 1 |
| 2. 評価条件 | 2 |
| 2.1 冷却塔 A, B の評価条件 | 2 |
| 2.2 冷却塔 A, B の解析モデル | 6 |
| 3. 評価結果 | 7 |
| 3.1 冷却塔 A, B の評価結果 | 7 |

1. 概要

本計算書は、降下火砕物防護対象施設である冷却塔A, Bの構造強度評価について、「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」に基づき、算出した結果を示す。

2. 評価条件

2.1 冷却塔 A, B の評価条件

冷却塔 A, B の評価条件を第 2. 1-1 表から第 2. 1-6 表に示す。

第 2. 1-1 表 評価条件 (支持架構)

| q (N/m ²) | G (-) | V _D (m/s) | H (m) | Z _b (m) | Z _G (m) | α (-) |
|--------------------------|----------|-------------------------|----------|-----------------------|-----------------------|----------|
| 1, 424. 3 | 2. 20 | 34 | 8. 100 | 5 | 350 | 0. 15 |

| C* ¹ (-) | | 受圧部寸法 (mm) | | | | A ₁ (m ²) | |
|------------------------|----------------------|---------------|--------|--------|---------|-------------------------------------|----------------------|
| NS 方向 | EW 方向 | NS 方向 | | EW 方向 | | NS 方向 | EW 方向 |
| | | a' | b' | a' | b' | | |
| 1. 204* ² | 1. 204* ² | 3, 400 | 6, 100 | 3, 400 | 24, 520 | 20. 7* ² | 83. 4* ² |
| 2. 279* ³ | 2. 531* ³ | 4, 250 | 6, 100 | 4, 250 | 24, 520 | 25. 9* ³ | 104. 2* ³ |

注記 *1 : 「建設省告示 1453 号」に基づき設定。

*2 : 標高 T. M. S. L. 63. 25~60. 15m の値を示す。

*3 : 標高 T. M. S. L. 60. 15~55. 90m の値を示す。

| V _L (N/m ²) | L _c (N/m ²) | S _L (N/m ²) | 受圧部寸法 (mm) | | A ₂ (m ²) |
|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------|--------|-------------------------------------|
| | | | a' | c' | |
| 7, 150 | 1, 000 | 4, 500 | 24, 520 | 6, 100 | 211. 3* |

注記 * : 歩廊及び階段の面積を考慮する。

第 2. 1-2 表 評価条件 (ルーバブレード及びブレードシャフト)

| V _L (N/m ²) | S _L (N/m ²) | F ₁ (N/mm) |
|---------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------|
| 7, 150 | 4, 500 | 0. 060 |

第 2.1-3 表 評価条件 (支持架構) (1/2)

| 部材 | 断面形状 | 材料 | 運転重量 (kg) | A (mm ²) | A _y (mm ²) | A _z (mm ²) | Z (mm ³) | |
|---------|---|---------|-----------------------|-------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------|-----------------------|
| | | | | | | | Z _y | Z _z |
| 主柱 | □400×200×12 | STKR490 | 588,000 | 1.345×10 ⁴ | 4.800×10 ³ | 9.600×10 ³ | 1.360×10 ⁶ | 9.230×10 ⁵ |
| | □200×200×12 | STKR490 | | 8.653×10 ³ | 4.800×10 ³ | 4.800×10 ³ | 4.980×10 ⁵ | |
| 床はり | H300×300×10/15 | SS400 | | 1.185×10 ⁴ | 9.000×10 ³ | 3.000×10 ³ | 1.350×10 ⁶ | 4.500×10 ⁵ |
| | H200×200×8/12 | SS400 | | 6.353×10 ³ | 4.800×10 ³ | 1.600×10 ³ | 4.720×10 ⁵ | 1.600×10 ⁵ |
| 2F機械台はり | H200×200×8/12 | SS400 | | 6.353×10 ³ | 4.800×10 ³ | 1.600×10 ³ | 4.720×10 ⁵ | 1.600×10 ⁵ |
| | C200×90×8 | SS400 | | 3.865×10 ³ | 2.430×10 ³ | 1.600×10 ³ | 2.490×10 ⁵ | 4.420×10 ⁴ |
| 立面ブレース | 150A sch80 (φ 165.2× ^t 11.0) | STPG410 | | 5.328×10 ³ | 2.664×10 ³ | 2.664×10 ³ | 1.920×10 ⁵ | |
| | 125A sch80 (φ 139.8× ^t 9.5) | STPG410 | | 3.888×10 ³ | 1.994×10 ³ | 1.994×10 ³ | 1.180×10 ⁵ | |
| | 100A sch80 (φ 114.3× ^t 8.6) | STPG410 | | 2.855×10 ³ | 1.428×10 ³ | 1.428×10 ³ | 7.020×10 ⁴ | |
| | 150A sch160 (φ 165.2× ^t 18.2) | STS410 | | 8.405×10 ³ | 4.203×10 ³ | 4.203×10 ³ | 2.790×10 ⁵ | |
| | 250A sch160 (φ 267.4× ^t 28.6) | STS410 | 2.145×10 ⁴ | 1.073×10 ⁴ | 1.073×10 ⁴ | 1.160×10 ⁶ | | |
| | 200A sch160 (φ 216.3× ^t 23.0) | STS410 | 1.396×10 ⁴ | 6.980×10 ³ | 6.980×10 ³ | 6.110×10 ⁵ | | |
| 水平ブレース | 100A sch80 (φ 114.3× ^t 8.6) | STPG410 | 2.855×10 ³ | 1.428×10 ³ | 1.428×10 ³ | 7.020×10 ⁴ | | |

第 2.1-3 表 評価条件（支持架構）(2/2)

| 部材 | 断面形状 | 材料 | i (mm) | | E (MPa) | F (MPa) |
|---------|---|---------|----------------|----------------|-----------------------|---------|
| | | | i _y | i _z | | |
| 主柱 | □400×200×12 | STKR490 | 142.0 | 82.3 | 2.017×10 ⁵ | 325 |
| | □200×200×12 | STKR490 | 75.9 | | 2.017×10 ⁵ | 325 |
| 床はり | H300×300×10/15 | SS400 | 131.0 | 75.5 | 2.017×10 ⁵ | 245 |
| | H200×200×8/12 | SS400 | 86.2 | 50.2 | 2.017×10 ⁵ | 245 |
| 2F機械台はり | H200×200×8/12 | SS400 | 86.2 | 50.2 | 2.017×10 ⁵ | 245 |
| | C200×90×8 | SS400 | 80.2 | 26.8 | 2.017×10 ⁵ | 245 |
| 立面ブレース | 150A sch80 (φ 165.2× ^t 11.0) | STPG410 | 54.6 | | 2.017×10 ⁵ | 245 |
| | 125A sch80 (φ 139.8× ^t 9.5) | STPG410 | 46.1 | | 2.017×10 ⁵ | 245 |
| | 100A sch80 (φ 114.3× ^t 8.6) | STPG410 | 37.4 | | 2.017×10 ⁵ | 245 |
| | 150A sch160 (φ 165.2× ^t 18.2) | STS410 | 52.3 | | 2.017×10 ⁵ | 245 |
| | 250A sch160 (φ 267.4× ^t 28.6) | STS410 | 85.0 | | 2.017×10 ⁵ | 245 |
| | 200A sch160 (φ 216.3× ^t 23.0) | STS410 | 68.8 | | 2.017×10 ⁵ | 245 |
| 水平ブレース | 100A sch80 (φ 114.3× ^t 8.6) | STPG410 | 37.4 | | 2.017×10 ⁵ | 245 |

第 2.1-4 表 評価条件（基礎ボルト）

| 材 料 | A _b (mm ²) | n _a (本) | F (MPa) |
|-------|--------------------------------------|-----------------------|------------|
| SS400 | 1,385.4 (M42) | 4 | 215 |

第 2.1-5 表 評価条件 (ルーバブレード及びブレードシャフト)

| 部 材 | 材 料 | B (m) | φ (mm) | A (mm ²) | Z (mm ³) | F (MPa) |
|----------|-------|-------|--------|----------------------|----------------------|---------|
| ルーバブレード | SS400 | 0.206 | 794 | — | 1,250 | 245 |
| ブレードシャフト | SS400 | | | 240 | — | 135 |

第 2.1-6 表 荷重の組合せ

| 名称 | 評価対象機器 | 評価対象部位 | 考慮する荷重 |
|----------|-------------------|--|---|
| 冷却塔 A, B | 支持架構 (基礎ボルト含む) | 主柱, 床はり, 2F 機械台はり, 立面ブレース, 水平ブレース | <ul style="list-style-type: none"> ・ 常時作用する荷重 ・ 降下火砕物の堆積及び積雪による鉛直荷重 ・ 風 (台風) による水平荷重 |
| | | 基礎ボルト | |
| | ルーバ | ルーバブレード, ブレードシャフト | <ul style="list-style-type: none"> ・ 常時作用する荷重 ・ 降下火砕物の堆積及び積雪による鉛直荷重 |

3. 評価結果

3.1 冷却塔 A, B の評価結果

降下火砕物等の堆積時の構造強度評価結果を第 3.1-1 表から第 3.1-5 表に示す。
支持架構，基礎ボルト，ルーバブレード及びブレードシャフトに発生する応力は，
許容応力以下である。

第 3.1-1 表 支持架構の構造強度評価結果

| 評価対象 部位 | 応力分類 | 発生応力*1*2 (MPa) | 許容応力*2 (MPa) | 応力比*3 |
|-------------|------------|-------------------|-----------------|-------|
| 支柱 | 引張 | — | — | — |
| | 圧縮 | 19 | 281 | 0.07 |
| | せん断 | 4 | 187 | 0.03 |
| | 曲げ | 16 | 325 | 0.05 |
| | 組合せ(引張+曲げ) | 0.05 | 1 | 0.05 |
| | 組合せ(圧縮+曲げ) | 0.10 | 1 | 0.10 |
| 床はり | 引張 | 8 | 245 | 0.04 |
| | 圧縮 | 5 | 176 | 0.03 |
| | せん断 | 9 | 141 | 0.07 |
| | 曲げ | 28 | 245 | 0.12 |
| | 組合せ(引張+曲げ) | 0.13 | 1 | 0.13 |
| | 組合せ(圧縮+曲げ) | 0.12 | 1 | 0.12 |
| 2F機械台 はり | 引張 | 2 | 245 | 0.01 |
| | 圧縮 | 1 | 225 | 0.01 |
| | せん断 | 5 | 141 | 0.04 |
| | 曲げ | 10 | 245 | 0.05 |
| | 組合せ(引張+曲げ) | 0.05 | 1 | 0.05 |
| | 組合せ(圧縮+曲げ) | 0.05 | 1 | 0.05 |
| 立面 ブレース | 引張 | 18 | 245 | 0.08 |
| | 圧縮 | 23 | 198 | 0.12 |
| | せん断 | 1 | 141 | 0.01 |
| | 曲げ | 4 | 245 | 0.02 |
| | 組合せ(引張+曲げ) | 0.08 | 1 | 0.08 |
| | 組合せ(圧縮+曲げ) | 0.12 | 1 | 0.12 |
| 水平 ブレース | 引張 | 4 | 245 | 0.02 |
| | 圧縮 | 5 | 107 | 0.05 |
| | せん断 | — | — | — |
| | 曲げ | — | — | — |
| | 組合せ(引張+曲げ) | 0.02 | 1 | 0.02 |
| | 組合せ(圧縮+曲げ) | 0.05 | 1 | 0.05 |

注記 *1 : 組合せについては応力比を記載

*2 : 組合せについては応力比で評価を行うため単位なし

*3 : 応力比=発生応力/許容応力

第3.1-2表 基礎ボルトの構造強度評価結果

| 評価対象 部位 | 応力分類 | 発生応力 (MPa) | 許容応力 (MPa) | 応力比*1 |
|------------|------|---------------|---------------|-------|
| 基礎ボルト | 引張 | — | — | — |
| | せん断 | 13 | 124 | 0.11 |

注記 *1 : 応力比=発生応力/許容応力

第3.1-3表 ルーバブレード及びブレードシャフトの構造強度評価結果

| 評価対象 部位 | 応力分類 | 発生応力 (MPa) | 許容応力 (MPa) | 応力比*1 |
|------------|------|---------------|---------------|-------|
| ルーバブレード | 曲げ | 156 | 245 | 0.64 |
| ブレードシャフト | せん断 | 5 | 135 | 0.04 |

注記 *1 : 応力比=発生応力/許容応力

VI-1-1-1-4-4-2-3
排気筒の強度計算書

VI-1-1-1-4-4-2-3
-1

主排気筒の強度計算書

目 次

| | |
|----------------|----|
| 1. 概要 | 1 |
| 2. 評価条件 | 2 |
| 2.1 主排気筒の評価条件 | 2 |
| 2.2 主排気筒の解析モデル | 14 |
| 3. 評価結果 | 17 |

1. 概要

本計算書は、降下火砕物防護対象施設である主排気筒の構造強度評価について、「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」に基づき、算出した結果を示す。

2. 評価条件

2.1 主排気筒の評価条件

- (1) 荷重の算出に用いる評価条件を第 2.1-1 表に示す。風荷重の作用方向の説明図を第 2.1-1 図に示す。

第2.1-1表 評価条件(1/2)

| | q (N/m ²) | G (-) | V _D (m/s) | H (m) | Z _b (m) | Z _G (m) | α (-) |
|----|--------------------------|----------|-------------------------|----------|-----------------------|-----------------------|----------|
| 鉄塔 | 3,047 | 2.0 | 34 | 140 | 5 | 350 | 0.15 |
| 筒身 | 3,114 | | | 150 | | | |

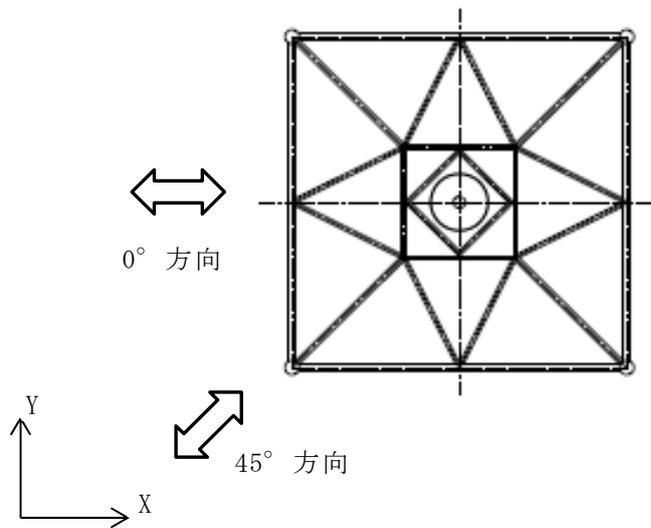
| | T. M. S. L. (m) | C* ¹ (-) | | A (m ²) |
|------|--------------------|------------------------|--------|------------------------|
| | | 0° 方向 | 45° 方向 | |
| 鉄塔 | 195.0 | 1.90 | 2.40 | 21.30 |
| | 185.9 | 1.89 | 2.38 | 28.41 |
| | 177.0 | 1.83 | 2.31 | 39.91 |
| | 165.5 | 1.79 | 2.26 | 46.98 |
| | 154.0 | 1.73 | 2.19 | 69.07 |
| | 139.2 | 1.64 | 2.07 | 74.16 |
| | 124.3 | 1.54 | 1.95 | 120.03 |
| | 105.0 | 1.41 | 1.78 | 164.83 |
| | 85.5 | 1.22 | 1.54 | 258.96 |
| | 55.5 | - | - | 81.30 |
| 筒身 | 205.0 | 0.70 | | 27.14 |
| | 195.0 | 0.69 | | 51.75 |
| | 185.9 | 0.68 | | 48.86 |
| | 177.0 | 0.66 | | 55.58 |
| | 165.5 | 0.64 | | 62.43 |
| | 154.0 | 0.62 | | 71.20 |
| | 139.2 | 0.59 | | 80.61 |
| | 124.3 | 0.56 | | 119.89 |
| | 105.0 | 0.51 | | 142.81 |
| | 85.5 | 0.44 | | 134.44 |
| 55.5 | - | | 81.51 | |

注記 *1: 「煙突構造設計施工指針」(1982, 日本建築センター)に基づき設定

第 2.1-2 表 評価条件 (2/2)

| 標高 T. M. S. L. (m) | 位置* ¹ | V_L (N/m ²) | L_c (N/m ²) | S_L (N/m ²) | A_2 (m ²) |
|--------------------------|------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|----------------------------|
| 205.0 | A | 7,150 | 1,000 | 4,500 | 15.58 |
| 195.0 | B | | | | 24.46 |
| 177.0 | D | | | | 26.79 |
| 154.0 | F | | | | 38.63 |
| 124.3 | H | | | | 85.42 |
| 105.0 | I | | | | 29.60 |
| 85.5 | J | | | | 36.23 |

注記 *1: 位置については第2.2-1図に示す。



第 2.1-1 図 風荷重作用方向の説明

(2) 荷重の算出結果

各荷重の算出結果を第 2.1-2 表から第 2.1-6 表に示す。また、荷重の組合せを第 2.1-7 表に示す。

第 2.1-2 表 常時作用する荷重の算定結果

| 標高 T. M. S. L. (m) | 位置* ¹ | 鉄塔部 (kN) | 筒身部 (kN) | 合 計 (kN) |
|--------------------------|------------------|-------------|-------------|-------------|
| 205.0 | A | — | 115.49 | 115.49 |
| 195.0 | B | 211.10 | 196.60 | 407.70 |
| 185.9 | C | 138.60 | 185.58 | 324.18 |
| 177.0 | D | 396.49 | 211.10 | 607.59 |
| 165.5 | E | 268.65 | 237.13 | 505.78 |
| 154.0 | F | 680.20 | 270.47 | 950.67 |
| 139.2 | G | 604.53 | 306.22 | 910.75 |
| 124.3 | H | 1178.71 | 420.59 | 1599.30 |
| 105.0 | I | 1385.94 | 490.32 | 1876.26 |
| 85.5 | J | 2356.22 | 576.86 | 2933.08 |
| 55.5 | K | 730.55 | 476.43 | 1206.98 |
| 合 計 | | 7950.99 | 3486.79 | 11437.78 |

注記 *1：位置については第 2.2-1 図に示す。

第 2.1-3 表 積雪荷重の算定結果

| 標高 T. M. S. L. (m) | 位置* ¹ | 鉄塔部 (kN) | 筒身部 (kN) | 合 計 (kN) |
|--------------------------|------------------|-------------|-------------|-------------|
| 205.0 | A | — | 70.11 | 70.11 |
| 195.0 | B | 110.07 | — | 110.07 |
| 185.9 | C | — | — | — |
| 177.0 | D | 120.56 | — | 120.56 |
| 165.5 | E | — | — | — |
| 154.0 | F | 173.84 | — | 173.84 |
| 139.2 | G | — | — | — |
| 124.3 | H | 384.39 | — | 384.39 |
| 105.0 | I | 133.20 | — | 133.20 |
| 85.5 | J | 163.04 | — | 163.04 |
| 合 計 | | 1085.10 | 70.11 | 1155.21 |

注記 *1：位置については第 2.2-1 図に示す。

第 2.1-4 表 降下火砕物による荷重の算定結果

| 標高 T. M. S. L. (m) | 位置* ¹ | 鉄塔部 (kN) | 筒身部 (kN) | 合 計 (kN) |
|--------------------------|------------------|-------------|-------------|-------------|
| 205.0 | A | — | 126.98 | 126.98 |
| 195.0 | B | 199.35 | — | 199.35 |
| 185.9 | C | — | — | — |
| 177.0 | D | 218.34 | — | 218.34 |
| 165.5 | E | — | — | — |
| 154.0 | F | 314.84 | — | 314.84 |
| 139.2 | G | — | — | — |
| 124.3 | H | 696.18 | — | 696.18 |
| 105.0 | I | 241.24 | — | 241.24 |
| 85.5 | J | 295.28 | — | 295.28 |
| 合 計 | | 1965.23 | 126.98 | 2092.21 |

注記 *1：位置については第 2.2-1 図に示す。

第 2.1-5 表 風荷重の算定結果（筒身部）

| 標高 T. M. S. L. (m) | 位置*1 | 風荷重 (kN) | |
|-----------------------|------|----------|--------|
| | | 0° 方向 | 45° 方向 |
| 205.0 | A | 59.2 | 59.2 |
| 195.0 | B | 111.2 | 111.2 |
| 185.9 | C | 103.5 | 103.5 |
| 177.0 | D | 114.3 | 114.3 |
| 165.5 | E | 124.5 | 124.5 |
| 154.0 | F | 137.5 | 137.5 |
| 139.2 | G | 148.2 | 148.2 |
| 124.3 | H | 209.1 | 209.1 |
| 105.0 | I | 226.9 | 226.9 |
| 85.5 | J | 295.9 | 295.9 |
| 55.5 | K | — *2 | — *2 |

注記 *1：位置については第 2.2-1 図に示す。

*2：安全側の検討として K 点に作用する風荷重は J 点に作用させる。

第 2.1-6 表 風荷重の算定結果（鉄塔部）

| 標高 T. M. S. L. (m) | 位置*1 | 風荷重 (kN) | |
|-----------------------|------|----------|--------|
| | | 0° 方向 | 45° 方向 |
| 205.0 | A | - | - |
| 195.0 | B | 123.4 | 155.8 |
| 185.9 | C | 163.7 | 206.1 |
| 177.0 | D | 222.6 | 281.0 |
| 165.5 | E | 256.3 | 323.6 |
| 154.0 | F | 364.1 | 460.9 |
| 139.2 | G | 370.6 | 467.8 |
| 124.3 | H | 563.3 | 713.2 |
| 105.0 | I | 708.2 | 894.0 |
| 85.5 | J | 1264.9 | 1596.7 |
| 55.5 | K | — *2 | — *2 |

注記 *1：位置については第 2.2-1 図に示す。

*2：安全側の検討として K 点に作用する風荷重は J 点に作用させる。

第2.1-7表 荷重の組合せ

| 名称 | 評価対象 | 評価対象部位 | 考慮する荷重 |
|------|----------|---|---|
| 主排気筒 | 筒身 鉄塔 | 筒身 鉄塔 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 常時作用する荷重 ・ 降下火砕物の堆積及び積雪による鉛直荷重 ・ 風（台風）による水平荷重 |
| | 脚部 | アンカーボルト, コンクリート（コーン状破壊）, コンクリート（圧縮） | <ul style="list-style-type: none"> ・ 常時作用する荷重 ・ 降下火砕物の堆積及び積雪による鉛直荷重 ・ 風（台風）による水平荷重 |

(3) 筒身及び鉄塔部材の評価条件

使用材料の材料定数を第 2.1-8 表に示す。

筒身，支柱材，斜材及び水平材の部材諸元一覧を表 2.1-9～表 2.1-12 に示す。解析入力値には，腐食代を考慮しない断面性能を用いる。なお，筒身の使用材料はステンレスクラッド鋼（SMA400BP+SUS304）である。

第 2.1-8 表 使用材料の材料定数

| 使用材料 | ヤング係数 E (N/mm ²) | せん断 弾性係数 (N/mm ²) | 備考 |
|---------------------|------------------------------------|-------------------------------------|-----|
| 鋼材：STK400 STK490 | 2.05×10^5 | 0.79×10^5 | 鉄塔部 |
| 鋼材：SMA400BP | 2.05×10^5 | 0.79×10^5 | 筒身部 |
| 鋼材：SUS304 | 1.93×10^5 | 0.74×10^5 | 筒身部 |

第 2.1-9 表 筒身の部材諸元一覧

| 標高 T. M. S. L. (m) | 区間*1 | 筒身 | | | 断面積 (m ²) | せん断 断面積 (m ²) | 断面 2 次 モーメント (m ⁴) |
|-----------------------|------|------------|------------|----------------|--------------------------|---------------------------------|--------------------------------------|
| | | 外径 (mm) | 板厚 (mm) | 換算板厚*2 (mm) | | | |
| 205.0-195.0 | A-B | 5428 | 14 | 13.9 | 2.364E-01 | 1.1820E-01 | 8.66E-01 |
| 195.0-185.9 | B-C | 5428 | 14 | 13.9 | 2.364E-01 | 1.1820E-01 | 8.66E-01 |
| 185.9-177.0 | C-D | 5428 | 14 | 13.9 | 2.364E-01 | 1.1820E-01 | 8.66E-01 |
| 177.0-165.5 | D-E | 5428 | 14 | 13.9 | 2.364E-01 | 1.1820E-01 | 8.66E-01 |
| 165.5-154.0 | E-F | 5428 | 14 | 13.9 | 2.364E-01 | 1.1820E-01 | 8.66E-01 |
| 154.0-139.2 | F-G | 5428 | 14 | 13.9 | 2.364E-01 | 1.1820E-01 | 8.66E-01 |
| 139.2-124.3 | G-H | 5428 | 14 | 13.9 | 2.364E-01 | 1.1820E-01 | 8.66E-01 |
| 124.3-105.0 | H-I | 5428 | 14 | 13.9 | 2.364E-01 | 1.1820E-01 | 8.66E-01 |
| 105.0-85.5 | I-J | 5428 | 14 | 13.9 | 2.364E-01 | 1.1820E-01 | 8.66E-01 |
| 85.5-55.5 | J-K | 5434 | 17 | 16.9 | 2.876E-01 | 1.4380E-01 | 1.05E+00 |

注記 *1：区間については第 2.2-1 図に示す。

*2：筒身の入力断面性能値は、鋼とステンレス鋼のヤング係数比による筒身の換算板厚 t_e により算出した。

(例) $t_e = \text{母材板厚 } 12 \text{ (mm)} + \text{合せ材板厚 } 2 \text{ (mm)} \times 193000 \text{ (N/mm}^2\text{)} / 205000 \text{ (N/mm}^2\text{)} = 13.88\cdots \rightarrow 13.9 \text{ (mm)}$

第 2.1-10 表 主柱材の部材諸元一覧

| 標高 T. M. S. L. (m) | 区間*1 | 母材鋼管 | | 断面積 (m ²) | せん断 断面積 (m ²) | 断面 2 次 モーメント (m ⁴) |
|-----------------------|------|------------|------------|--------------------------|---------------------------------|--------------------------------------|
| | | 外径 (mm) | 板厚 (mm) | | | |
| 195.0-185.9 | B-C | 609.6 | 6.4 | 1.213 E-02 | 6.0650E-03 | 5.52 E-04 |
| 185.9-177.0 | C-D | 609.6 | 9.0 | 1.698 E-02 | 8.4900E-03 | 7.66 E-04 |
| 177.0-165.5 | D-E | 711.2 | 9.0 | 1.985 E-02 | 9.9250E-03 | 1.22 E-03 |
| 165.5-154.0 | E-F | 1016.0 | 11.0 | 3.473 E-02 | 1.7365E-02 | 4.39 E-03 |
| 154.0-139.2 | F-G | 1016.0 | 12.0 | 3.785 E-02 | 1.8925E-02 | 4.77 E-03 |
| 139.2-124.3 | G-H | 1219.2 | 13.0 | 4.926 E-02 | 2.4630E-02 | 8.96 E-03 |
| 124.3-105.0 | H-I | 1371.6 | 13.0 | 5.549 E-02 | 2.7745E-02 | 1.28 E-02 |
| 105.0-85.5 | I-J | 1371.6 | 13.0 | 5.549 E-02 | 2.7745E-02 | 1.28 E-02 |
| 85.5-55.5 | J-K | 1371.6 | 14.0 | 5.971 E-02 | 2.9855E-02 | 1.38 E-02 |

注記 *1: 区間については第 2.2-1 図に示す。

第 2.1-11 表 斜材の部材諸元一覧

| 標高 T. M. S. L. (m) | 区間*1 | 母材鋼管 | | 断面積 (m ²) | せん断 断面積 (m ²) | 断面 2 次 モーメント (m ⁴) |
|-----------------------|------|------------|------------|--------------------------|---------------------------------|--------------------------------------|
| | | 外径 (mm) | 板厚 (mm) | | | |
| 195.0-185.9 | B-C | 355.6 | 9.0 | 9.800 E-03 | 4.9000E-03 | 1.47 E-04 |
| 185.9-177.0 | C-D | 355.6 | 7.9 | 8.629 E-03 | 4.3145E-03 | 1.30 E-04 |
| 177.0-165.5 | D-E | 457.2 | 7.9 | 1.115 E-02 | 5.5750E-03 | 2.81 E-04 |
| 165.5-154.0 | E-F | 457.2 | 6.4 | 9.064 E-03 | 4.5320E-03 | 2.30 E-04 |
| 154.0-139.2 | F-G | 558.8 | 9.0 | 1.555 E-02 | 7.7750E-03 | 5.88 E-04 |
| 139.2-124.3 | G-H | 558.8 | 9.0 | 1.555 E-02 | 7.7750E-03 | 5.88 E-04 |
| 124.3-105.0 | H-I | 711.2 | 12.0 | 2.636 E-02 | 1.3180E-02 | 1.61 E-03 |
| 105.0-85.5 | I-J | 711.2 | 6.4 | 1.417 E-02 | 7.0850E-03 | 8.80 E-04 |
| 85.5-55.5 | J-K | 812.8 | 9.0 | 2.273 E-02 | 1.1365E-02 | 1.84 E-03 |

注記 *1：区間については第 2.2-1 図に示す。

第 2.1-12 表 水平材の部材諸元一覧

| 標高 T. M. S. L. (m) | 位置* ¹ | 母材鋼管 | | 断面積 (m ²) | せん断 断面積 (m ²) | 断面 2 次 モーメント (m ⁴) |
|-----------------------|------------------|------------|------------|--------------------------|---------------------------------|--------------------------------------|
| | | 外径 (mm) | 板厚 (mm) | | | |
| 195.0 | B | 609.6 | 6.4 | 1.213 E-02 | 6.0650E-03 | 5.52 E-04 |
| 177.0 | D | 457.2 | 9.0 | 1.267 E-02 | 6.3350E-03 | 3.18 E-04 |
| 154.0 | F | 508.0 | 9.0 | 1.411 E-02 | 7.0550E-03 | 4.39 E-04 |
| 124.3 | H | 508.0 | 9.0 | 1.411 E-02 | 7.0550E-03 | 4.39 E-04 |
| 105.0 | I | 457.2 | 9.0 | 1.267 E-02 | 6.3350E-03 | 3.18 E-04 |
| 85.5 | J | 558.8 | 9.0 | 1.555 E-02 | 7.7750E-03 | 5.88 E-04 |

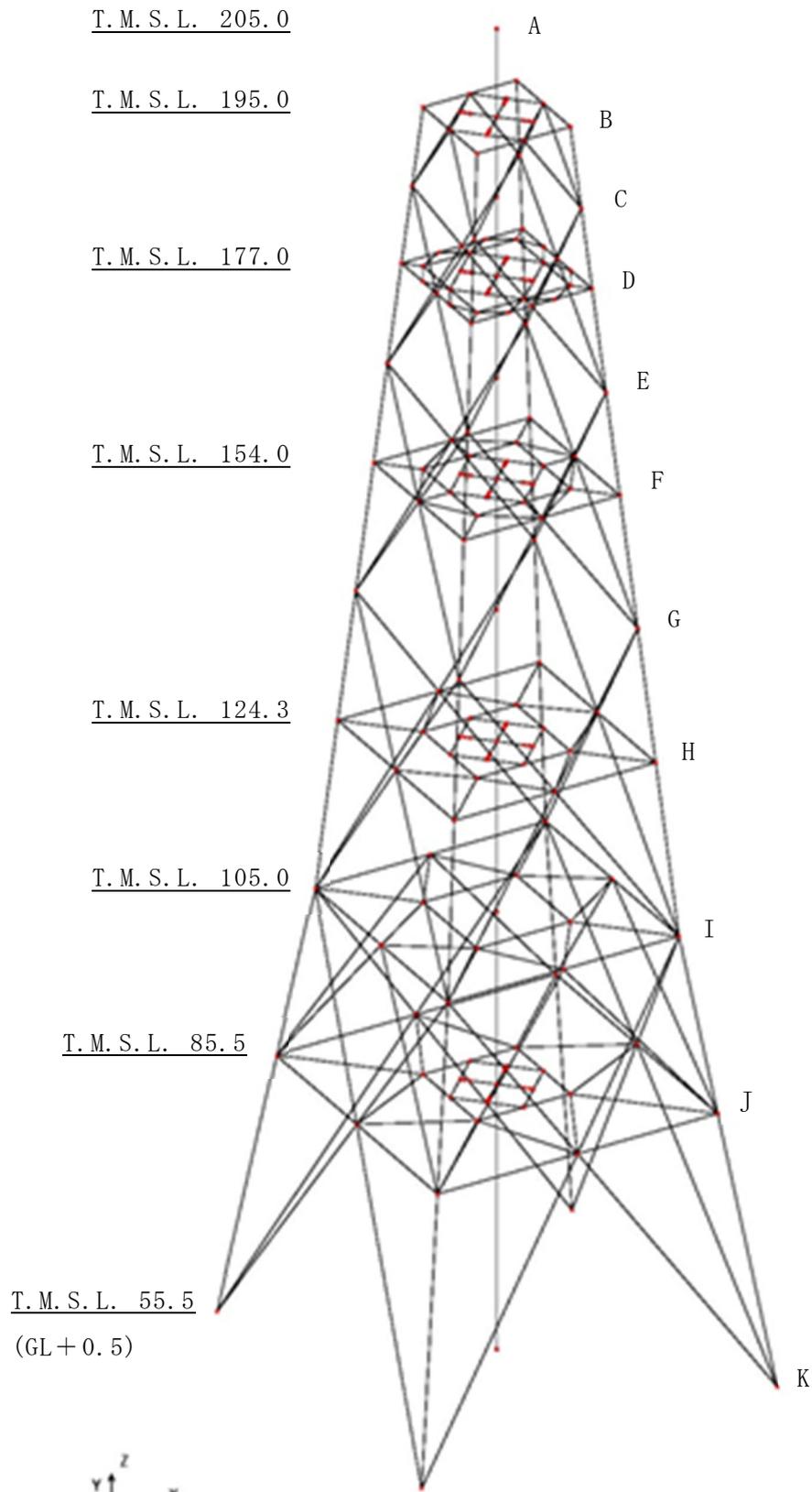
注記 *1: 位置については第 2.2-1 図に示す。

2.2 主排気筒の解析モデル

鉄塔部及び筒身部のプラットホームの床面に火山灰荷重を考慮する。

静的応力解析に用いる解析コード「DYNA2E Ver8.1.0」の検証及び妥当性確認等の概要については、「VI-1-1-1-4-5 計算機プログラム(解析コード)の概要」に示す。

計算モデルを第 2.2-1 図に、計算モデルの諸元を第 2.2-1 表に示す。



第 2.2-1 図 主排気筒の計算モデル (基部固定モデル)

第2.2-1表 主排気筒の計算モデル諸元

| 評価モデル | 拘束条件 | |
|-------|-----------|--------------------|
| 主排気筒 | 主柱材－主柱材 | 剛接合 |
| | 主柱材－斜材 | ピン接合 |
| | 主柱材－水平材 | ピン接合 |
| | 筒身－鉄塔の支持点 | 水平方向固定， 鉛直方向フリー |

3. 評価結果

(1) 筒身及び鉄塔

降下火砕物等の堆積時の筒身及び鉄塔の構造強度評価結果を第 3.1-1 表及び第 3.1-2 表に示す。解析ケース数は風荷重の作用方向の違いによって 2 ケースとするが、断面の評価結果を記載する検討ケースは、軸力及び曲げモーメントによる断面検定において、応力度比が最大となる 1 ケースのみとする。

軸力及び曲げモーメントによる発生応力度の評価値が各許容値を超えないことを確認した。

第 3.1-1 表 火山時（風重畳）における筒身の断面算定表（SMA400BP+SUS304）

| 標高 T. M. S. L. (m) | 位置 | 評価用部材断面力 | | | 使用部材 | | | $c f_{cr}$ (N/mm ²) | $b f_{cr}$ (N/mm ²) | σ_c (N/mm ²) | σ_b (N/mm ²) | $\frac{\sigma_c}{c f_{cr}} + \frac{\sigma_b}{b f_{cr}}$ |
|--------------------------|-----|-----------|-------------|-----------------|------------|--|--|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|---|
| | | N (kN) | M (kN・m) | 風荷重 作用方向 | 寸法 (mm) | A* ¹ (×10 ² mm ²) | Z* ¹ (×10 ³ mm ³) | | | | | |
| 205.0 | A-B | 313 | 592 | 0° 方向 45° 方向 | φ 5428×14 | 2041 | 275000 | 148 | 167 | 1.6 | 2.2 | 0.03 |
| 195.0 | B-C | 510 | 592 | 0° 方向 45° 方向 | φ 5428×14 | 2041 | 275000 | 148 | 167 | 2.5 | 2.2 | 0.04 |
| 185.9 | C-D | 695 | 172 | 45° 方向 | φ 5428×14 | 2041 | 275000 | 148 | 167 | 3.5 | 0.7 | 0.03 |
| 177.0 | D-E | 906 | 222 | 0° 方向 45° 方向 | φ 5428×14 | 2041 | 275000 | 148 | 167 | 4.5 | 0.9 | 0.04 |
| 165.5 | E-F | 1143 | 1869 | 45° 方向 | φ 5428×14 | 2041 | 275000 | 148 | 167 | 5.7 | 6.8 | 0.08 |
| 154.0 | F-G | 1414 | 1869 | 45° 方向 | φ 5428×14 | 2041 | 275000 | 148 | 167 | 7.0 | 6.8 | 0.09 |
| 139.2 | G-H | 1720 | 3961 | 45° 方向 | φ 5428×14 | 2041 | 275000 | 148 | 167 | 8.5 | 14.5 | 0.15 |
| 124.3 | H-I | 2141 | 3961 | 45° 方向 | φ 5428×14 | 2041 | 275000 | 148 | 167 | 10.5 | 14.5 | 0.16 |
| 105.0 | I-J | 2631 | 766 | 45° 方向 | φ 5428×14 | 2041 | 275000 | 148 | 167 | 12.9 | 2.8 | 0.11 |
| 85.5 | J-K | 3208 | 15889 | 45° 方向 | φ 5434×17 | 2553 | 345000 | 170 | 185 | 12.6 | 46.1 | 0.33 |

注記 *1：使用板厚より腐食代（内側 2mm）を控除して算出

第 3.1-2 表 火山時（風重畳）における支柱材の断面算定表（STK490）

| 標高 T. M. S. L. (m) | 区間 | 評価用部材断面力 | | | 使用部材 | | | | l_k (mm) | λ | f_c (N/mm ²) | f_b (N/mm ²) | σ_c (N/mm ²) | σ_b (N/mm ²) | $\frac{\sigma_c}{f_c} + \frac{\sigma_b}{f_b}$ |
|--------------------------|-----|-----------|-------------|-------------|--------------------------------|--|--|-----------|---------------|-----------|-------------------------------|-------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|---|
| | | N (kN) | M (kN・m) | 風荷重 作用方向 | 寸法 (mm) | A ($\times 10^2$ mm ²) | Z ($\times 10^3$ mm ³) | i (mm) | | | | | | | |
| 195.0- 185.9 | B-C | 139 | 35 | 45° 方向 | $\phi 609.6$ $\times 6.4$ | 121.2 | 1800 | 213 | 9130 | 42.9 | 279 | 325 | 11.5 | 19.5 | 0.11 |
| 185.9- 177.0 | C-D | 616 | 35 | 45° 方向 | $\phi 609.6$ $\times 9.0$ | 169.8 | 2510 | 212 | 9000 | 42.5 | 280 | 325 | 36.3 | 14.0 | 0.18 |
| 177.0- 165.5 | D-E | 797 | 27 | 45° 方向 | $\phi 711.2$ $\times 9.0$ | 198.5 | 3440 | 248 | 11630 | 46.9 | 271 | 325 | 40.2 | 7.9 | 0.18 |
| 165.5- 154.0 | E-F | 1867 | 181 | 45° 方向 | $\phi 1016.0$ $\times 11.0$ | 347.3 | 8630 | 355 | 11540 | 32.6 | 298 | 325 | 53.8 | 21.0 | 0.25 |
| 154.0- 139.2 | F-G | 2158 | 316 | 45° 方向 | $\phi 1016.0$ $\times 12.0$ | 378.4 | 9380 | 354 | 14890 | 42.1 | 281 | 325 | 57.1 | 33.7 | 0.31 |
| 139.2- 124.3 | G-H | 4010 | 349 | 45° 方向 | $\phi 1219.2$ $\times 13.0$ | 492.6 | 14600 | 426 | 15040 | 35.4 | 293 | 325 | 81.5 | 24.0 | 0.36 |
| 124.3- 105.0 | H-I | 4570 | 337 | 45° 方向 | $\phi 1371.6$ $\times 13.0$ | 554.8 | 18600 | 480 | 19440 | 40.5 | 284 | 325 | 82.4 | 18.2 | 0.35 |
| 105.0-85.5 | I-J | 5969 | 97 | 45° 方向 | $\phi 1371.6$ $\times 13.0$ | 554.8 | 18600 | 480 | 19890 | 41.5 | 282 | 325 | 107.6 | 5.3 | 0.40 |
| 85.5-55.5 | J-K | 7309 | 271 | 45° 方向 | $\phi 1371.6$ $\times 14.0$ | 597.1 | 20000 | 480 | 15300 | 31.9 | 299 | 325 | 122.5 | 13.6 | 0.46 |

第 3.1-3 表 火山時（風重畳）における斜材の断面算定表（STK490）

| 標高 T. M. S. L. (m) | 区間 | 評価用部材断面力 | | | 使用部材 | | | | l_k (mm) | λ | f_c (N/mm ²) | f_b (N/mm ²) | σ_c (N/mm ²) | σ_b (N/mm ²) | $\frac{\sigma_c}{f_c} + \frac{\sigma_b}{f_b}$ |
|--------------------------|-----|-----------|-------------|-------------|-------------------------------|--|--|-----------|---------------|-----------|-------------------------------|-------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|---|
| | | N (kN) | M (kN・m) | 風荷重 作用方向 | 寸法 (mm) | A ($\times 10^2$ mm ²) | Z ($\times 10^3$ mm ³) | i (mm) | | | | | | | |
| 195.0- 185.9 | B-C | 170 | 0 | 0° 方向 | $\phi 355.6$ $\times 9.0$ | 97.99 | 828 | 122 | 10920 | 89.6 | 167 | 325 | 17.4 | 0.0 | 0.11 |
| 185.9- 177.0 | C-D | 205 | 0 | 0° 方向 | $\phi 355.6$ $\times 7.9$ | 86.29 | 733 | 122 | 10810 | 88.7 | 169 | 325 | 23.8 | 0.0 | 0.15 |
| 177.0- 165.5 | D-E | 366 | 0 | 0° 方向 | $\phi 457.2$ $\times 7.9$ | 111.5 | 1230 | 158 | 13970 | 88.5 | 169 | 325 | 32.9 | 0.0 | 0.20 |
| 165.5- 154.0 | E-F | 379 | 0 | 0° 方向 | $\phi 457.2$ $\times 6.4$ | 90.63 | 1000 | 159 | 13890 | 87.4 | 172 | 325 | 41.9 | 0.0 | 0.25 |
| 154.0- 139.2 | F-G | 675 | 0 | 0° 方向 | $\phi 558.8$ $\times 9.0$ | 155.4 | 2100 | 194 | 17920 | 92.4 | 159 | 325 | 43.5 | 0.0 | 0.28 |
| 139.2- 124.3 | G-H | 705 | 0 | 0° 方向 | $\phi 558.8$ $\times 9.0$ | 155.4 | 2100 | 194 | 18040 | 93.0 | 158 | 325 | 45.4 | 0.0 | 0.29 |
| 124.3- 105.0 | H-I | 1202 | 0 | 0° 方向 | $\phi 711.2$ $\times 12.0$ | 263.5 | 4530 | 247 | 23330 | 94.5 | 154 | 325 | 45.7 | 0.0 | 0.30 |
| 105.0-85.5 | I-J | 1267 | 0 | 45° 方向 | $\phi 711.2$ $\times 6.4$ | 141.7 | 2470 | 249 | 11800 | 47.4 | 270 | 325 | 89.5 | 0.0 | 0.34 |
| 85.5-55.5 | J-K | 2066 | 0 | 45° 方向 | $\phi 812.8$ $\times 9.0$ | 227.2 | 4510 | 284 | 18150 | 64.0 | 232 | 325 | 91.0 | 0.0 | 0.40 |

第 3.1-4 表 火山時（風重畳）における水平材の断面算定表（STK400）

| 標高 T. M. S. L. (m) | 区間 | 評価用部材断面力 | | | 使用部材 | | | | l_k (mm) | λ | f_c (N/mm ²) | f_b (N/mm ²) | σ_c (N/mm ²) | σ_b (N/mm ²) | $\frac{\sigma_c}{f_c} + \frac{\sigma_b}{f_b}$ |
|--------------------------|----|-----------|-------------|-------------|-----------------|--|--|-----------|---------------|-----------|-------------------------------|-------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|---|
| | | N (kN) | M (kN・m) | 風荷重 作用方向 | 寸法 (mm) | A (×10 ² mm ²) | Z (×10 ³ mm ³) | i (mm) | | | | | | | |
| 195.0 | B | 41 | 24 | 0° 方向 | φ 609.6 ×6.4 | 121.2 | 1800 | 213 | 5250 | 24.7 | 226 | 235 | 3.4 | 13.4 | 0.08 |
| 177.0 | D | 99 | 10 | 0° 方向 | φ 457.2 ×9.0 | 126.7 | 1390 | 158 | 6800 | 43.1 | 210 | 235 | 7.9 | 7.2 | 0.07 |
| 154.0 | F | 128 | 10 | 45° 方向 | φ 508.0 ×9.0 | 141.0 | 1720 | 176 | 8780 | 49.9 | 203 | 235 | 9.1 | 5.9 | 0.07 |
| 124.3 | H | 255 | 9 | 45° 方向 | φ 508.0 ×9.0 | 141.0 | 1720 | 176 | 11340 | 64.5 | 184 | 235 | 18.1 | 5.3 | 0.13 |
| 105.0 | I | 485 | 8 | 45° 方向 | φ 457.2 ×9.0 | 126.7 | 1390 | 158 | 13000 | 82.3 | 157 | 235 | 38.3 | 5.8 | 0.27 |
| 85.5 | J | 564 | 6 | 0° 方向 | φ 558.8 ×9.0 | 155.4 | 2100 | 194 | 15760 | 81.3 | 159 | 235 | 36.3 | 2.9 | 0.25 |

(2) 脚部

脚部評価用反力を第 3.1-5 表から第 3.1-6 表に示す。

第 3.1-5 表 筒身脚部の評価用反力

| 軸力 (圧縮側) (kN) | 軸力 (引張側) (kN) | せん断力 (kN) | 曲げ モーメント (kN・m) | ねじり モーメント (kN・m) |
|---------------------|---------------------|--------------|-----------------------|------------------------|
| 3685 | 3614 | 505 | 15889 | 0 |

第 3.1-6 表 鉄塔脚部の評価用反力

| 軸力 (圧縮側) (kN) | 軸力 (引張側) (kN) | せん断力 (kN) | 曲げ モーメント (kN・m) | ねじり モーメント (kN・m) |
|---------------------|---------------------|--------------|-----------------------|------------------------|
| 10764 | -5532 | 3393 | 329 | 49 |

筒身脚部及び鉄塔脚部の各部位の構造強度評価結果を第 3.1-7 表、第 3.1-8 表に、発生応力/許容値の一覧表を第 3.1-9 表、第 3.1-10 表に示す。なお、応力計算結果は、各荷重入力方向における軸力、曲げモーメントの最大値同士を組み合わせて用いたものである。

筒身脚部及び鉄塔脚部における各部位の発生応力は、各許容値以下であることを確認した。

第 3.1-7 表 筒身脚部の評価結果

| 項目 | 記号 | 単位 | 数値 | |
|---------------------|--------------------------------|-----------------|-------------------|---------|
| アンカーボルトの検討 | アンカーボルトの材質 | - | - | SM490A |
| | アンカーボルトの基準強度 | F | N/mm ² | 295 |
| | アンカーボルトの引張力 (1 本当たり) | P | kN | 130 |
| | アンカーボルトのせん断力 (1 本当たり) | Q | kN | 12.84 |
| | アンカーボルトのねじ部有効断面積 | A _e | mm ² | 3055 |
| | アンカーボルトの引張応力度 | σ_t | N/mm ² | 42.6 |
| | アンカーボルトの許容引張応力度 | f _t | N/mm ² | 295 |
| | アンカーボルトのせん断応力度 | τ | N/mm ² | 4.2 |
| | アンカーボルトの許容せん断応力度 | f _s | N/mm ² | 170 |
| | アンカーボルトの許容引張応力度 (せん断力との組合せ) | f _{ts} | N/mm ² | 295 |
| コンクリートのコーン状破壊に対する検討 | コンクリートの基準強度 | F _c | N/mm ² | 23.5 |
| | コンクリートのコーン状破壊面の有効投影面積 (1 本当たり) | A _c | mm ² | 2184545 |
| | コンクリート部の許容引張荷重 (1 本当たり) | p _a | kN | 2182 |
| コンクリートの圧縮応力度に対する検討 | ベースプレートの幅 | B _b | mm | 500 |
| | ベースプレート下面のコンクリートの圧縮応力度 | σ_c | N/mm ² | 1.7 |
| | コンクリートの許容圧縮応力度 | f _c | N/mm ² | 15.6 |

第 3.1-8 表 鉄塔脚部の評価結果

| | 項目 | 記号 | 単位 | 数値 |
|---------------------|--------------------------------|------------------|-------------------|---------|
| アンカーボルトの検討 | アンカーボルトの材質 | - | - | SM490A |
| | アンカーボルトの基準強度 | F | N/mm ² | 295 |
| | アンカーボルトの引張力 (1 本当たり) | P | kN | 261 |
| | アンカーボルトのせん断力 (1 本当たり) | Q | kN | 143.90 |
| | アンカーボルトのねじ部有効断面積 | A _e | mm ² | 3889 |
| | アンカーボルトの引張応力度 | σ_t | N/mm ² | 67.2 |
| | アンカーボルトの許容引張応力度 | f _t | N/mm ² | 295 |
| | アンカーボルトのせん断応力度 | τ | N/mm ² | 37.0 |
| | アンカーボルトの許容せん断応力度 | f _s | N/mm ² | 170 |
| | アンカーボルトの許容引張応力度 (せん断力との組合せ) | f _{t s} | N/mm ² | 295 |
| コンクリートのコーン状破壊に対する検討 | コンクリートの基準強度 | F _c | N/mm ² | 23.5 |
| | コンクリートのコーン状破壊面の有効投影面積 (1 本当たり) | A _c | mm ² | 1081666 |
| | コンクリート部の許容引張荷重 (1 本当たり) | p _a | kN | 1080 |
| コンクリートの圧縮応力度に対する検討 | ベースプレートの幅 | B _b | mm | 650 |
| | ベースプレート下面のコンクリートの圧縮応力度 | σ_c | N/mm ² | 3.6 |
| | コンクリートの許容圧縮応力度 | f _c | N/mm ² | 15.6 |

第 3.1-9 表 筒身脚部の評価結果

| 評価対象部位 | 応力分類 | 単位 | 発生応力 | 許容値 | 発生応力 / 許容値 |
|-----------------|------------------|-------------------|------|------|------------|
| アンカーボルト | 引張 | N/mm ² | 42.6 | 295 | 0.15 |
| | せん断 | N/mm ² | 4.2 | 170 | 0.03 |
| | 組合せ | N/mm ² | 42.6 | 295 | 0.15 |
| コンクリート (コーン状破壊) | 引張* ¹ | kN | 130 | 2182 | 0.06 |
| コンクリート (圧縮) | 圧縮 | N/mm ² | 1.7 | 15.6 | 0.11 |

注記 *1: アンカーボルト 1 本当たりの引張力

表 3.1-10 鉄塔脚部の評価結果

| 評価対象部位 | 応力分類 | 単位 | 発生応力 | 許容値 | 発生応力 / 許容値 |
|-----------------|------------------|-------------------|------|------|------------|
| アンカーボルト | 引張 | N/mm ² | 67.2 | 295 | 0.23 |
| | せん断 | N/mm ² | 37.0 | 170 | 0.22 |
| | 組合せ | N/mm ² | 67.2 | 295 | 0.23 |
| コンクリート (コーン状破壊) | 引張* ¹ | kN | 261 | 1080 | 0.25 |
| コンクリート (圧縮) | 圧縮 | N/mm ² | 3.6 | 15.6 | 0.24 |

注記 *1: アンカーボルト 1 本当たりの引張力

VI-1-1-1-4-4-2-3-
2
北換気筒の強度計算書

降下火碎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北換気筒の強度評価については、2022年12月26日付け2022再工技発第50号にて申請した設工認申請書の「VI-1-1-1-4-4-2-4-1 北換気筒の強度計算書」による。

VI-1-1-1-4-4-2-4
竜巻防護対策設備(飛来物防護板)の
強度計算書

VI-1-1-1-4-4-2-4-1

飛来物防護板(主排気筒接続用 屋外配管及び屋外ダクト 主排気筒周り)の強度計算書

目 次

| | ページ |
|---|-----|
| 1. 概要 | 1 |
| 2. 評価条件 | 2 |
| 2.1 飛来物防護板(主排気筒接続用 屋外配管及び屋外ダクト 主排気筒周り)の 評価条件 | 2 |
| 2.2 飛来物防護板(主排気筒接続用 屋外配管及び屋外ダクト 主排気筒周り)の 解析モデル | 15 |
| 3. 評価結果 | 16 |
| 3.1 飛来物防護板 (主排気筒接続用 屋外配管及び屋外ダクト 主排気筒周り) の 評価結果 | 16 |

1. 概要

本計算書は、降下火砕物防護対象施設である飛来物防護板（主排気筒接続用 屋外配管及び屋外ダクト 主排気筒周り）の構造強度評価について、「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」に基づき、算出した結果を示す。

2. 評価条件

2.1 飛来物防護板(主排気筒接続用 屋外配管及び屋外ダクト 主排気筒周り)の評価条件

飛来物防護板(主排気筒接続用 屋外配管及び屋外ダクト 主排気筒周り)の評価条件を第2.1-1表から第2.1-9表に示す。

第2.1-1表 評価条件

| | | | | | | | |
|--------|--------------------------|----------|-------------------------|----------|-----------------------|-----------------------|----------|
| 中央ブロック | q (N/m ²) | G (-) | V _D (m/s) | H (m) | Z _b (m) | Z _G (m) | α (-) |
| | 2,078 | 2.010 | 34 | 38.46 | 5 | 350 | 0.15 |
| 西ブロック | q (N/m ²) | G (-) | V _D (m/s) | H (m) | Z _b (m) | Z _G (m) | α (-) |
| | 1,636 | 2.178 | 34 | 13.29 | 5 | 350 | 0.15 |
| 東ブロック | q (N/m ²) | G (-) | V _D (m/s) | H (m) | Z _b (m) | Z _G (m) | α (-) |
| | 1,787 | 2.141 | 34 | 18.88 | 5 | 350 | 0.15 |

第2.1-2表 風（台風）による水平荷重及び鉛直荷重の受圧面積並びに風力係数
（中央ブロック）（1/2）

| 名称 | 受圧面積を 考慮する部材 | 風向き | C (-) | 受圧面積 A ₁ (m ²) | | |
|--|-----------------|------|-------|---------------------------------------|-------|-------|
| | | | | NS方向 | EW方向 | UD方向 |
| 飛来物防護板 （主排気筒接 続用 屋外配 管及び屋外ダ クト 主排気 筒周り） 中央ブロック | 防護板 | N | 0.800 | 33.6 | — | — |
| | | | 0.768 | 51.5 | — | — |
| | | | 0.741 | 51.7 | — | — |
| | | | 0.706 | 114.9 | — | — |
| | | | 0.650 | 165.3 | — | — |
| | | | 0.580 | 223 | — | — |
| | | | 0.490 | 275.3 | — | — |
| | | | 0.434 | 145.3 | — | — |
| | | | -0.4 | 1020.6 | 466.5 | — |
| | | | -0.7 | — | 374.4 | — |
| | | | -1.0 | — | — | 616.8 |
| | | -0.5 | — | — | 598.4 | |
| | | S | 0.800 | 33.6 | — | — |
| | | | 0.768 | 51.5 | — | — |
| | | | 0.741 | 51.7 | — | — |
| | | | 0.706 | 114.9 | — | — |
| | | | 0.650 | 165.3 | — | — |
| | | | 0.580 | 221.8 | — | — |
| | | | 0.490 | 293.2 | — | — |
| | | | 0.434 | 88.8 | — | — |
| | | | -0.4 | 1060.5 | 549.5 | — |
| | | | -0.7 | — | 291.4 | — |
| -1.0 | — | | — | 416.0 | | |
| -0.5 | — | — | 799.2 | | | |

第2.1-2表 風（台風）による水平荷重及び鉛直荷重の受圧面積並びに風力係数
（中央ブロック）（2/2）

| 名称 | 受圧面積を 考慮する部材 | 風向き | C (-) | 受圧面積 A ₁ (m ²) | | |
|--|-----------------|-----|-------|---------------------------------------|-------|--------|
| | | | | NS方向 | EW方向 | UD方向 |
| 飛来物防護板 （主排気筒接 続用 屋外配 管及び屋外ダ クト 主排気 筒周り） 中央ブロック | 防護板 | E | 0.800 | — | 28 | — |
| | | | 0.768 | — | 48.9 | — |
| | | | 0.741 | — | 48.6 | — |
| | | | 0.706 | — | 51.8 | — |
| | | | 0.650 | — | 94.1 | — |
| | | | 0.580 | — | 46.4 | — |
| | | | 0.490 | — | 78.9 | — |
| | | | 0.434 | — | 67.4 | — |
| | | | -0.4 | 1851.7 | 376.8 | — |
| | | | -0.7 | 229.5 | — | — |
| | | | -1.0 | — | — | 171.8 |
| | | | -0.5 | — | — | 1043.4 |
| | | W | 0.800 | — | 28 | — |
| | | | 0.768 | — | 48.9 | — |
| | | | 0.741 | — | 48.6 | — |
| | | | 0.706 | — | 69.8 | — |
| | | | 0.650 | — | 47.7 | — |
| | | | 0.580 | — | 24.8 | — |
| | | | 0.490 | — | 56.1 | — |
| | | | 0.434 | — | 53 | — |
| | | | -0.4 | 1846.2 | 464.1 | — |
| | | | -0.7 | 234.9 | — | — |
| | | | -1.0 | — | — | 149.9 |
| | | | -0.5 | — | — | 1065.4 |

第2.1-3表 風（台風）による水平荷重及び鉛直荷重の受圧面積並びに風力係数
（西ブロック）

| 名称 | 受圧面積を 考慮する部材 | 風向き | C (-) | 受圧面積 A ₁ (m ²) | | |
|---|-----------------|-----|-------|---------------------------------------|-------|-------|
| | | | | NS方向 | EW方向 | UD方向 |
| 飛来物防護板 （主排気筒接 続用 屋外配 管及び屋外ダ クト 主排気 筒周り） 西ブロック | 防護板 | N | 0.800 | 34.1 | — | — |
| | | | 0.674 | 53.2 | — | — |
| | | | 0.597 | 34.2 | — | — |
| | | | -0.4 | 121.5 | 196.8 | — |
| | | | -0.7 | — | 157.7 | — |
| | | | -1.0 | — | — | 52.1 |
| | | | -0.5 | — | — | 147.0 |
| | | S | 0.800 | 34.1 | — | — |
| | | | 0.674 | 53.2 | — | — |
| | | | 0.597 | 34.2 | — | — |
| | | | -0.4 | 121.5 | 211.5 | — |
| | | | -0.7 | — | 142.9 | — |
| | | | -1.0 | — | — | 52.1 |
| | | | -0.5 | — | — | 147.0 |
| | | E | 0.800 | — | 77.6 | — |
| | | | 0.674 | — | 149.7 | — |
| | | | 0.597 | — | 25.5 | — |
| | | | -0.4 | 0 | 101.6 | — |
| | | | -0.7 | 242.9 | — | — |
| | | | -1.0 | — | — | 199.2 |
| | | | -0.5 | — | — | 0.0 |
| | | W | 0.800 | — | 47.3 | — |
| | | | 0.674 | — | 31.7 | — |
| | | | 0.597 | — | 22.6 | — |
| -0.4 | 144.3 | | 252.8 | — | | |
| -0.7 | 98.6 | | — | — | | |
| -1.0 | — | | — | 0.0 | | |
| -0.5 | — | | — | 199.2 | | |

第2.1-4表 風（台風）による水平荷重及び鉛直荷重の受圧面積並びに風力係数
（東ブロック）（1/2）

| 名称 | 受圧面積を 考慮する部材 | 風向き | C (-) | 受圧面積 A ₁ (m ²) | | |
|---|-----------------|-----|-------|---------------------------------------|-------|-------|
| | | | | NS方向 | EW方向 | UD方向 |
| 飛来物防護板 （主排気筒接 続用 屋外配 管及び屋外ダ クト 主排気 筒周り） 東ブロック | 防護板 | N | 0.800 | 41.9 | — | — |
| | | | 0.717 | 66.3 | — | — |
| | | | 0.582 | 52.5 | — | — |
| | | | 0.537 | 27 | — | — |
| | | | -0.4 | 187.7 | 212.5 | — |
| | | | -0.7 | — | 46.8 | — |
| | | | -1.0 | — | — | 68.1 |
| | | | -0.5 | — | — | 121.5 |
| | | S | 0.800 | 41.9 | — | — |
| | | | 0.717 | 66.3 | — | — |
| | | | 0.582 | 52.5 | — | — |
| | | | 0.537 | 27 | — | — |
| | | | -0.4 | 187.7 | 212.5 | — |
| | | | -0.7 | — | 46.8 | — |
| | | | -1.0 | — | — | 68.1 |
| | | | -0.5 | — | — | 121.5 |

第2.1-4表 風（台風）による水平荷重及び鉛直荷重の受圧面積並びに風力係数
（東ブロック）（2/2）

| 名称 | 受圧面積を 考慮する部材 | 風向き | C (-) | 受圧面積 A ₁ (m ²) | | |
|---|-----------------|-----|-------|---------------------------------------|-------|-------|
| | | | | NS方向 | EW方向 | UD方向 |
| 飛来物防護板 （主排気筒接 続用 屋外配 管及び屋外ダ クト 主排気 筒周り） 東ブロック | 防護板 | E | 0.800 | — | 0 | — |
| | | | 0.717 | — | 0 | — |
| | | | 0.582 | — | 0 | — |
| | | | 0.537 | — | 0 | — |
| | | | -0.4 | 375.4 | 259.3 | — |
| | | | -0.7 | 0 | — | — |
| | | | -1.0 | — | — | 0.0 |
| | | | -0.5 | — | — | 189.7 |
| | | W | 0.800 | — | 76.7 | — |
| | | | 0.717 | — | 97.4 | — |
| | | | 0.582 | — | 85.2 | — |
| | | | 0.537 | — | 0 | — |
| | | | -0.4 | 78.4 | 0 | — |
| | | | -0.7 | 297 | — | — |
| | | | -1.0 | — | — | 159.0 |
| | | | -0.5 | — | — | 30.7 |

第2.1-5表 評価条件

| | | | | |
|--------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|
| 中央ブロック | V _L (N/m ²) | L _c (N/m ²) | S _L (N/m ²) | A ₂ (m ²) |
| | 7,150 | 1,000 | 4,500 | 1227.6 |
| 西ブロック | V _L (N/m ²) | L _c (N/m ²) | S _L (N/m ²) | A ₂ (m ²) |
| | 7,150 | 1,000 | 4,500 | 199.2 |
| 東ブロック | V _L (N/m ²) | L _c (N/m ²) | S _L (N/m ²) | A ₂ (m ²) |
| | 7,150 | 1,000 | 4,500 | 199.4 |

第 2.1-6 表 評価条件(中央ブロック) (1/4)

| 部材 | 断面形状 | 材料 | A (mm ²) | Zx (mm ³) | Zy (mm ³) | Asx (mm ²) | Asy (mm ²) |
|----|----------------|---------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|
| 柱 | □800×800×60×60 | TMCP440 | 178,000 | 4.08×10 ⁷ | 4.08×10 ⁷ | 96,000 | 96,000 |
| | □800×800×36×45 | TMCP440 | 123,000 | 3.11×10 ⁷ | 2.83×10 ⁷ | 57,600 | 72,000 |
| | □800×800×36×40 | TMCP385 | 116,000 | 2.87×10 ⁷ | 2.75×10 ⁷ | 57,600 | 64,000 |
| | □500×500×36×36 | SN490 | 66,800 | 9.65×10 ⁶ | 9.65×10 ⁶ | 36,000 | 36,000 |
| | □800×800×60×70 | TMCP440 | 191,000 | 4.46×10 ⁷ | 4.21×10 ⁷ | 96,000 | 112,000 |
| | □500×500×36×36 | TMCP385 | 66,800 | 9.65×10 ⁶ | 9.65×10 ⁶ | 36,000 | 36,000 |
| | □800×800×60×80 | TMCP440 | 205,000 | 4.82×10 ⁷ | 4.34×10 ⁷ | 96,000 | 128,000 |
| | □800×800×40×40 | TMCP440 | 122,000 | 2.93×10 ⁷ | 2.93×10 ⁷ | 64,000 | 64,000 |
| | □500×500×36×36 | TMCP440 | 66,800 | 9.65×10 ⁶ | 9.65×10 ⁶ | 36,000 | 36,000 |
| | □800×800×70×80 | TMCP440 | 218,000 | 4.93×10 ⁷ | 4.70×10 ⁷ | 112,000 | 128,000 |
| | □800×800×40×50 | TMCP440 | 136,000 | 3.39×10 ⁷ | 3.09×10 ⁷ | 64,000 | 80,000 |
| | □800×800×60×80 | TMCP385 | 205,000 | 4.82×10 ⁷ | 4.34×10 ⁷ | 96,000 | 128,000 |
| | □800×800×80×80 | TMCP385 | 230,000 | 5.04×10 ⁷ | 5.04×10 ⁷ | 128,000 | 128,000 |
| | □800×800×40×70 | TMCP440 | 165,000 | 4.22×10 ⁷ | 3.40×10 ⁷ | 64,000 | 112,000 |
| | □800×800×50×70 | TMCP440 | 178,000 | 4.34×10 ⁷ | 3.82×10 ⁷ | 80,000 | 112,000 |
| | □800×800×36×36 | SN490 | 110,000 | 2.68×10 ⁷ | 2.68×10 ⁷ | 57,600 | 57,600 |
| | □800×800×36×36 | TMCP385 | 110,000 | 2.68×10 ⁷ | 2.68×10 ⁷ | 57,600 | 57,600 |
| | H700×500×22×32 | SN490 | 46,000 | 1.16×10 ⁷ | 2.67×10 ⁶ | 14,000 | 32,000 |
| | H700×300×19×19 | SN490 | 24,000 | 5.09×10 ⁶ | 5.73×10 ⁵ | 12,600 | 11,400 |
| | H800×500×25×36 | SN490 | 54,200 | 1.52×10 ⁷ | 3.00×10 ⁶ | 18,200 | 36,000 |

第 2.1-6 表 評価条件(中央ブロック) (2/4)

| 部材 | 断面形状 | 材料 | A (mm ²) | Zx (mm ³) | Zy (mm ³) | Asx (mm ²) | Asy (mm ²) |
|-----------------|-----------------|---------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|
| はり | H1200×500×19×25 | SN490 | 46,900 | 1.84×10 ⁷ | 2.09×10 ⁶ | 21,900 | 25,000 |
| | H1500×500×22×25 | SN490 | 56,900 | 2.56×10 ⁷ | 2.09×10 ⁶ | 31,900 | 25,000 |
| | H1465×500×25×32 | SN490 | 67,000 | 3.03×10 ⁷ | 2.67×10 ⁶ | 35,000 | 32,000 |
| | H1300×500×25×45 | TMCP325 | 75,300 | 3.29×10 ⁷ | 3.76×10 ⁶ | 30,300 | 45,000 |
| | H1200×500×19×28 | TMCP385 | 49,700 | 2.79×10 ⁷ | 1.24×10 ⁷ | 21,700 | 28,000 |
| | H1465×700×25×32 | SN490 | 79,800 | 3.92×10 ⁷ | 5.23×10 ⁶ | 35,000 | 44,800 |
| | H1465×700×25×32 | TMCP385 | 79,800 | 4.67×10 ⁷ | 1.66×10 ⁷ | 35,000 | 44,800 |
| | H1465×700×25×40 | TMCP440 | 90,600 | 4.64×10 ⁷ | 6.54×10 ⁶ | 34,600 | 56,000 |
| | H1200×700×25×32 | SN490 | 73,200 | 3.06×10 ⁷ | 5.23×10 ⁶ | 28,400 | 44,800 |
| | H800×800×25×36 | SN490 | 75,800 | 2.30×10 ⁷ | 7.68×10 ⁶ | 18,200 | 57,600 |
| | H600×800×25×36 | SN490 | 70,800 | 1.63×10 ⁷ | 7.68×10 ⁶ | 13,200 | 57,600 |
| | H800×655×25×36 | SN490 | 65,400 | 1.92×10 ⁷ | 5.15×10 ⁶ | 18,200 | 47,200 |
| | H1200×500×22×36 | SN490 | 60,800 | 2.47×10 ⁷ | 3.00×10 ⁶ | 24,800 | 36,000 |
| | H1200×500×36×36 | SN490 | 76,600 | 2.75×10 ⁷ | 3.02×10 ⁶ | 40,600 | 36,000 |
| | H1500×500×36×40 | TMCP440 | 91,100 | 3.99×10 ⁷ | 3.36×10 ⁶ | 51,100 | 40,000 |
| | H1500×500×40×40 | TMCP440 | 96,800 | 4.12×10 ⁷ | 3.36×10 ⁶ | 56,800 | 40,000 |
| | H1465×700×25×32 | TMCP385 | 79,800 | 3.92×10 ⁷ | 5.23×10 ⁶ | 35,000 | 44,800 |
| | H1465×700×25×40 | TMCP385 | 90,600 | 4.64×10 ⁷ | 6.54×10 ⁶ | 34,600 | 56,000 |
| | H1300×700×25×45 | TMCP385 | 93,300 | 4.39×10 ⁷ | 7.35×10 ⁶ | 30,300 | 63,000 |
| | H1200×350×22×36 | SN490 | 50,000 | 1.86×10 ⁷ | 1.48×10 ⁶ | 24,800 | 25,200 |
| | H950×500×22×36 | SN490 | 55,300 | 1.84×10 ⁷ | 3.00×10 ⁶ | 19,300 | 36,000 |
| | H950×350×22×36 | SN490 | 44,500 | 1.37×10 ⁷ | 1.47×10 ⁶ | 19,300 | 25,200 |
| | H1200×500×25×40 | SN490 | 68,000 | 2.73×10 ⁷ | 3.34×10 ⁶ | 28,000 | 40,000 |
| | H1200×350×25×40 | SN490 | 56,000 | 2.06×10 ⁷ | 1.64×10 ⁶ | 28,000 | 28,000 |
| H1200×600×25×45 | TMCP385 | 81,800 | 3.48×10 ⁷ | 5.40×10 ⁶ | 27,800 | 54,000 | |

第 2.1-6 表 評価条件(中央ブロック) (3/4)

| 部材 | 断面形状 | 材料 | A (mm ²) | Zx (mm ³) | Zy (mm ³) | Asx (mm ²) | Asy (mm ²) |
|----|-----------------|---------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|
| はり | H1200×400×25×45 | TMCP325 | 63,800 | 2.48×10 ⁷ | 2.41×10 ⁶ | 27,800 | 36,000 |
| | H1500×500×22×25 | TMCP385 | 56,900 | 2.56×10 ⁷ | 2.09×10 ⁶ | 31,900 | 25,000 |
| | H1465×600×32×45 | TMCP440 | 98,000 | 5.79×10 ⁷ | 2.01×10 ⁷ | 44,000 | 54,000 |
| | H1465×600×32×50 | TMCP440 | 104,000 | 5.03×10 ⁷ | 6.01×10 ⁶ | 43,700 | 60,000 |
| | H1465×700×25×45 | TMCP440 | 97,400 | 5.08×10 ⁷ | 7.36×10 ⁶ | 34,400 | 63,000 |
| | H1465×700×25×36 | SN490 | 85,200 | 4.28×10 ⁷ | 5.89×10 ⁶ | 34,800 | 50,400 |
| | H1465×600×28×40 | TMCP440 | 86,800 | 5.32×10 ⁷ | 1.96×10 ⁷ | 38,800 | 48,000 |
| | H1465×600×28×40 | TMCP440 | 86,800 | 4.17×10 ⁷ | 4.81×10 ⁶ | 38,800 | 48,000 |
| | H1465×600×25×32 | SN490 | 73,400 | 3.47×10 ⁷ | 3.85×10 ⁶ | 35,000 | 38,400 |
| | H1500×500×22×25 | SN490 | 56,900 | 3.37×10 ⁷ | 1.04×10 ⁷ | 31,900 | 25,000 |
| | H1465×500×25×32 | SN490 | 67,000 | 3.78×10 ⁷ | 1.07×10 ⁷ | 35,000 | 32,000 |
| | H1465×500×25×32 | TMCP385 | 67,000 | 4.21×10 ⁷ | 1.50×10 ⁷ | 35,000 | 32,000 |
| | H1465×700×25×32 | SN490 | 79,800 | 4.67×10 ⁷ | 1.66×10 ⁷ | 35,000 | 44,800 |
| | H1200×500×19×25 | SN490 | 46,900 | 2.64×10 ⁷ | 1.22×10 ⁷ | 21,900 | 25,000 |
| | H1200×500×19×25 | SN490 | 46,900 | 2.35×10 ⁷ | 8.66×10 ⁶ | 21,900 | 25,000 |
| | H1200×300×19×25 | SN490 | 36,900 | 1.26×10 ⁷ | 7.54×10 ⁵ | 21,900 | 15,000 |
| | H800×500×19×25 | SN490 | 39,300 | 1.11×10 ⁷ | 2.09×10 ⁶ | 14,300 | 25,000 |
| | H800×600×22×36 | SN490 | 59,200 | 1.75×10 ⁷ | 4.32×10 ⁶ | 16,000 | 43,200 |
| | H800×500×22×36 | SN490 | 52,000 | 1.49×10 ⁷ | 3.00×10 ⁶ | 16,000 | 36,000 |
| | H800×400×19×36 | SN490 | 42,600 | 1.20×10 ⁷ | 1.92×10 ⁶ | 13,800 | 28,800 |
| | H800×300×19×36 | SN490 | 35,400 | 9.41×10 ⁶ | 1.08×10 ⁶ | 13,800 | 21,600 |
| | H800×300×16×32 | SN490 | 31,000 | 8.41×10 ⁶ | 9.62×10 ⁵ | 11,800 | 19,200 |
| | H800×300×16×19 | SN490 | 23,600 | 5.82×10 ⁶ | 5.72×10 ⁵ | 12,200 | 11,400 |
| | H700×500×22×32 | SN490 | 46,000 | 1.16×10 ⁷ | 2.67×10 ⁶ | 14,000 | 32,000 |
| | H700×300×19×19 | SN490 | 24,000 | 5.09×10 ⁶ | 5.73×10 ⁵ | 12,600 | 11,400 |
| | H400×200×8×13 | SS400 | 8,340 | 1.18×10 ⁶ | 1.74×10 ⁵ | 2,990 | 5,200 |

第 2.1-6 表 評価条件(中央ブロック) (4/4)

| 部材 | 断面形状 | 材料 | A (mm ²) | Zx (mm ³) | Zy (mm ³) | Asx (mm ²) | Asy (mm ²) |
|------------|------------------|-------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|
| 鉛直 ブレース | H350×350×12×19 | SN490 | 17,000 | 2.26×10 ⁶ | 7.76×10 ⁵ | 3,740 | 13,300 |
| | H350×350×19×22 | SN490 | 21,200 | 2.63×10 ⁶ | 8.99×10 ⁵ | 5,810 | 15,400 |
| | H350×350×22×25 | SN490 | 24,100 | 2.93×10 ⁶ | 1.02×10 ⁶ | 6,600 | 17,500 |
| | H500×500×22×25 | SN490 | 34,900 | 6.31×10 ⁶ | 2.08×10 ⁶ | 9,900 | 25,000 |
| 水平 ブレース | 2C-200×90×8×13.5 | SM490 | 7,630 | 4.92×10 ⁵ | 1.46×10 ⁵ | 2,770 | 4,860 |
| | H380×200×25×22 | SN490 | 17,200 | 1.90×10 ⁶ | 2.98×10 ⁵ | 8,400 | 8,800 |
| | 2C-200×80×7.5×11 | SM490 | 6,190 | 3.85×10 ⁵ | 9.45×10 ⁴ | 2,670 | 3,520 |

第 2.1-7 表 評価条件(西ブロック)

| 部材 | 断面形状 | 材料 | A (mm ²) | Zx (mm ³) | Zy (mm ³) | Asx (mm ²) | Asy (mm ²) |
|------------|------------------|---------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|
| 柱 | □800×800×55×55 | TMCP440 | 164,000 | 3.81×10 ⁷ | 3.81×10 ⁷ | 88,000 | 88,000 |
| | □800×800×40×40 | TMCP440 | 122,000 | 2.93×10 ⁷ | 2.93×10 ⁷ | 64,000 | 64,000 |
| | H700×500×22×32 | SN490 | 46,000 | 1.16×10 ⁷ | 2.67×10 ⁶ | 14,000 | 32,000 |
| | H700×300×19×19 | SN490 | 24,000 | 5.09×10 ⁶ | 5.73×10 ⁵ | 12,600 | 11,400 |
| はり | H1200×700×22×36 | SN490 | 75,200 | 3.76×10 ⁷ | 1.50×10 ⁷ | 24,800 | 50,400 |
| | H1500×700×22×36 | SN490 | 81,800 | 4.31×10 ⁷ | 5.88×10 ⁶ | 31,400 | 50,400 |
| | H800×800×25×36 | SN490 | 75,800 | 2.30×10 ⁷ | 7.68×10 ⁶ | 18,200 | 57,600 |
| | H1200×700×22×36 | SN490 | 75,200 | 3.28×10 ⁷ | 5.88×10 ⁶ | 24,800 | 50,400 |
| | H1500×700×22×25 | SN490 | 66,900 | 3.28×10 ⁷ | 4.09×10 ⁶ | 31,900 | 35,000 |
| | H1200×700×22×36 | SN490 | 75,200 | 3.76×10 ⁷ | 1.50×10 ⁷ | 24,800 | 50,400 |
| | H800×500×22×36 | SN490 | 52,000 | 1.49×10 ⁷ | 3.00×10 ⁶ | 16,000 | 36,000 |
| | H800×300×16×19 | SN490 | 23,600 | 5.82×10 ⁶ | 5.72×10 ⁵ | 12,200 | 11,400 |
| 水平 ブレース | 2C-200×90×8×13.5 | SM490 | 7,630 | 4.92×10 ⁵ | 1.46×10 ⁵ | 2,770 | 4,860 |

第 2.1-8 表 評価条件(東ブロック)

| 部材 | 断面形状 | 材料 | A (mm ²) | Z _x (mm ³) | Z _y (mm ³) | A _{sx} (mm ²) | A _{sy} (mm ²) |
|------------|------------------|------------------|-------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| 柱 | □800×800×28×45 | TMCP385 | 112,000 | 2.99×10 ⁷ | 2.44×10 ⁷ | 44,800 | 72,000 |
| | □800×800×28×45 | TMCP325 SN490 | 112,000 | 2.99×10 ⁷ | 2.44×10 ⁷ | 44,800 | 72,000 |
| | □800×800×50×60 | TMCP385 | 164,000 | 3.95×10 ⁷ | 3.67×10 ⁷ | 80,000 | 96,000 |
| | □800×800×45×45 | TMCP385 | 136,000 | 3.24×10 ⁷ | 3.24×10 ⁷ | 72,000 | 72,000 |
| | □800×800×36×45 | TMCP385 | 123,000 | 3.11×10 ⁷ | 2.83×10 ⁷ | 57,600 | 72,000 |
| はり | H1465×700×25×32 | SN490 | 79,800 | 3.92×10 ⁷ | 5.23×10 ⁶ | 35,000 | 44,800 |
| | H1200×700×25×32 | SN490 | 73,200 | 3.06×10 ⁷ | 5.23×10 ⁶ | 28,400 | 44,800 |
| | H1200×700×25×36 | TMCP385 | 78,600 | 3.34×10 ⁷ | 5.88×10 ⁶ | 28,200 | 50,400 |
| | H800×800×25×36 | SN490 | 75,800 | 2.30×10 ⁷ | 7.68×10 ⁶ | 18,200 | 57,600 |
| | H800×655×25×45 | TMCP385 | 76,700 | 2.29×10 ⁷ | 6.44×10 ⁶ | 17,800 | 59,000 |
| | H800×850×25×45 | TMCP385 | 94,300 | 2.92×10 ⁷ | 1.08×10 ⁷ | 17,800 | 76,500 |
| | H800×800×25×45 | TMCP385 | 89,800 | 2.75×10 ⁷ | 9.60×10 ⁶ | 17,800 | 72,000 |
| | H1200×500×22×36 | SN490 | 60,800 | 2.47×10 ⁷ | 3.00×10 ⁶ | 24,800 | 36,000 |
| | H1200×350×22×36 | SN490 | 50,000 | 1.86×10 ⁷ | 1.48×10 ⁶ | 24,800 | 25,200 |
| | H800×500×22×36 | SN490 | 52,000 | 1.49×10 ⁷ | 3.00×10 ⁶ | 16,000 | 36,000 |
| | H800×300×16×19 | SN490 | 23,600 | 5.82×10 ⁶ | 5.72×10 ⁵ | 12,200 | 11,400 |
| 水平 ブレース | 2C-200×90×8×13.5 | SM490 | 7,630 | 4.92×10 ⁵ | 1.46×10 ⁵ | 2,770 | 4,860 |

第2.1-9表 荷重の組合せ

| 名称 | 評価対象 | 評価対象部位 | 考慮する荷重 |
|---|------|--------------------------|---|
| 飛来物防護板 (主排気筒接続用 屋外配管及び屋外 ダクト 主排気筒 周り) | 支持架構 | 柱, はり, 水平ブレース, 鉛直ブレース | <ul style="list-style-type: none"> ・ 常時作用する荷重 ・ 降下火砕物の堆積及び積雪による鉛直荷重 ・ 風(台風)による水平荷重及び鉛直荷重 |

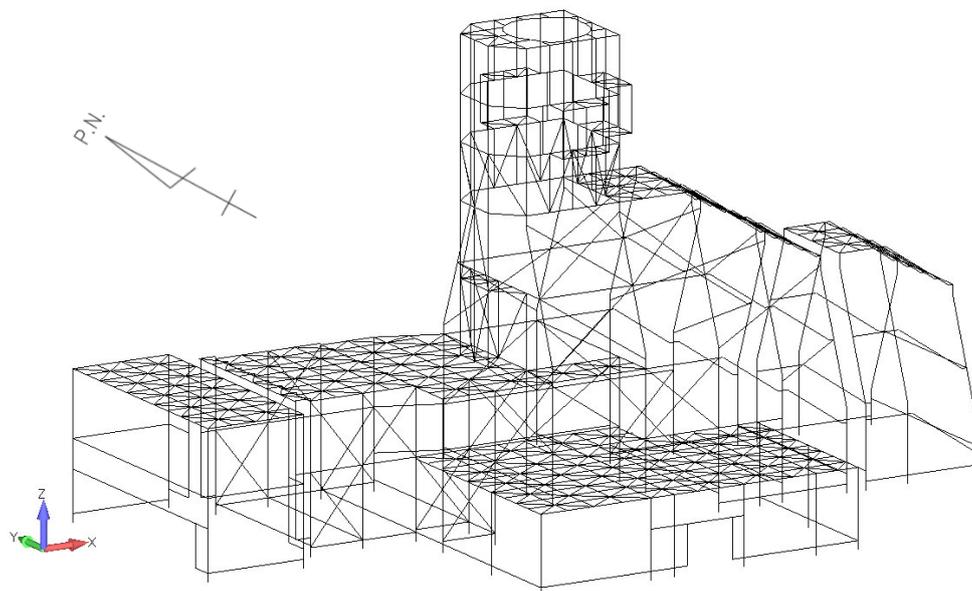
2.2 飛来物防護板（主排気筒接続用 屋外配管及び屋外ダクト 主排気筒周り）の解析モデル

解析モデルは降下火砕物の堆積及び積雪の堆積による鉛直荷重については、飛来物防護の水平影面積に対して算出し、解析モデルに負荷する。

FEM解析に用いる解析コード「MSC Nastran.Ver.2008 r1」の検証及び妥当性確認等の概要については、「VI-1-1-1-4-5 計算機プログラム(解析コード)の概要」に示す。

拘束条件としては、基礎立ち上がり部の上端を固定端とする。

計算モデルを第2.2-1図に、計算モデルの諸元を第2.2-1表に示す。



第2.2-1図 飛来物防護板（主排気筒接続用 屋外配管及び屋外ダクト 主排気筒周り）の計算モデル

第2.2-1表 飛来物防護板（主排気筒接続用 屋外配管及び屋外ダクト 主排気筒周り）の計算モデル諸元

| 評価モデル | 建屋区分 | 節点数 | 要素数 |
|--|--------|-----|------|
| 飛来物防護板 (主排気筒接続用 屋外配管及び屋外 ダクト 主排気筒周り) | 中央ブロック | 787 | 1501 |
| | 西ブロック | 83 | 173 |
| | 東ブロック | 106 | 160 |

3. 評価結果

3.1 飛来物防護板（主排気筒接続用 屋外配管及び屋外ダクト 主排気筒周り）の評価結果

降下火砕物等の堆積時の構造強度評価結果を第3.1-1表から第3.1-3表に示す。支持架構に発生する応力は、許容応力以下である。

第3.1-1表 支持架構の構造強度評価結果（中央ブロック）

| 評価対象部位 | 応力分類 | 発生応力*1*2 (MPa) | 許容応力*2 (MPa) | 応力比*3 | |
|--------|---------------|-------------------|-----------------|-------|---|
| 柱 | 引張 | — | 325 | — | |
| | 圧縮 | 9.6 | — | — | |
| | 曲げ | X軸廻り | 60.9 | — | — |
| | | Y軸廻り | 4.0 | — | — |
| | せん断 | 6.5 | — | — | |
| | 組合せ（軸+曲げ） | — | — | — | |
| | 組合せ（軸+曲げ+せん断） | 0.24 | 1.00 | 0.24 | |
| はり | 引張 | — | 385 | — | |
| | 圧縮 | 3.9 | — | — | |
| | 曲げ | X軸廻り | 115.6 | — | — |
| | | Y軸廻り | 0.8 | — | — |
| | せん断 | 35.3 | — | — | |
| | 組合せ（軸+曲げ） | — | — | — | |
| | 組合せ（軸+曲げ+せん断） | 0.36 | 1.00 | 0.36 | |
| 水平ブレース | 引張 | — | — | — | |
| | 圧縮 | 16.6 | 211 | — | |
| | 曲げ | X軸廻り | 0.0 | 325 | — |
| | | Y軸廻り | 0.0 | 325 | — |
| | せん断 | 0.0 | 187 | — | |
| | 組合せ（軸+曲げ） | 0.08 | 1.00 | 0.08 | |
| | 組合せ（軸+曲げ+せん断） | — | — | — | |
| 鉛直ブレース | 引張 | — | — | — | |
| | 圧縮 | 16.6 | 266 | — | |
| | 曲げ | X軸廻り | 2.0 | 325 | — |
| | | Y軸廻り | 2.7 | 325 | — |
| | せん断 | 0.2 | 187 | — | |
| | 組合せ（軸+曲げ） | 0.08 | 1.00 | 0.08 | |
| | 組合せ（軸+曲げ+せん断） | — | — | — | |

注記 *1：組合せについては応力比を記載
 *2：組合せについては応力比で評価を行うため単位なし
 *3：応力比＝発生応力／許容応力

第3.1-2表 支持架構の構造強度評価結果（西ブロック）

| 評価対象 部位 | 応力分類 | 発生応力*1*2 (MPa) | 許容応力*2 (MPa) | 応力比*3 | |
|------------|---------------|-------------------|-----------------|-------|---|
| 柱 | 引張 | — | 440 | — | |
| | 圧縮 | 9.4 | — | — | |
| | 曲げ | X軸廻り | 78.8 | — | — |
| | | Y軸廻り | 5.0 | — | — |
| | せん断 | 8.1 | — | — | |
| | 組合せ（軸+曲げ） | — | — | — | |
| | 組合せ（軸+曲げ+せん断） | 0.22 | 1.00 | 0.22 | |
| はり | 引張 | — | 325 | — | |
| | 圧縮 | 0.0 | — | — | |
| | 曲げ | X軸廻り | 0.0 | — | — |
| | | Y軸廻り | 90.4 | — | — |
| | せん断 | 4.1 | — | — | |
| | 組合せ（軸+曲げ） | — | — | — | |
| | 組合せ（軸+曲げ+せん断） | 0.28 | 1.00 | 0.28 | |
| 水平ブレース | 引張 | — | — | — | |
| | 圧縮 | 8.1 | 293 | — | |
| | 曲げ | X軸廻り | 0.0 | 325 | — |
| | | Y軸廻り | 0.0 | 325 | — |
| | せん断 | 0.0 | 187 | — | |
| | 組合せ（軸+曲げ） | 0.03 | 1.00 | 0.03 | |
| | 組合せ（軸+曲げ+せん断） | — | — | — | |

注記 *1：組合せについては応力比を記載
 *2：組合せについては応力比で評価を行うため単位なし
 *3：応力比＝発生応力／許容応力

第3.1-3表 支持架構の構造強度評価結果（東ブロック）

| 評価対象 部位 | 応力分類 | 発生応力* ¹ * ² (MPa) | 許容応力* ² (MPa) | 応力比* ³ | |
|------------|---------------|--|-----------------------------|-------------------|---|
| 柱 | 引張 | — | — | — | |
| | 圧縮 | 9.9 | 247 | — | |
| | 曲げ | X軸廻り | 24.0 | 385 | — |
| | | Y軸廻り | 0.5 | 385 | — |
| | せん断 | 4.1 | 222 | — | |
| | 組合せ（軸+曲げ） | 0.11 | 1.00 | 0.11 | |
| | 組合せ（軸+曲げ+せん断） | — | — | — | |
| はり | 引張 | 3.5 | 325 | — | |
| | 圧縮 | — | — | — | |
| | 曲げ | X軸廻り | 5.2 | 85 | — |
| | | Y軸廻り | 0.1 | 325 | — |
| | せん断 | 0.4 | 187 | — | |
| | 組合せ（軸+曲げ） | 0.08 | 1.00 | 0.08 | |
| | 組合せ（軸+曲げ+せん断） | — | — | — | |
| 水平ブレース | 引張 | — | — | — | |
| | 圧縮 | 13.4 | 264 | — | |
| | 曲げ | X軸廻り | 0.0 | 325 | — |
| | | Y軸廻り | 0.0 | 325 | — |
| | せん断 | 0.0 | 187 | — | |
| | 組合せ（軸+曲げ） | 0.06 | 1.00 | 0.06 | |
| | 組合せ（軸+曲げ+せん断） | — | — | — | |

注記 *1：組合せについては応力比を記載
 *2：組合せについては応力比で評価を行うため単位なし
 *3：応力比＝発生応力／許容応力

VI-1-1-1-4-4-2-4-2

飛来物防護板(主排気筒接続用 屋外配管及び屋外ダクト 分離建屋屋外)の強度計算書

目 次

| | ページ |
|---|-----|
| 1. 概要 | 1 |
| 2. 評価条件 | 2 |
| 2.1 飛来物防護板（主排気筒接続用 屋外配管及び屋外ダクト 分離建屋屋外）の 評価条件 | 2 |
| 2.2 飛来物防護板（主排気筒接続用 屋外配管及び屋外ダクト 分離建屋屋外）の 解析条件 | 7 |
| 3. 評価結果 | 8 |
| 3.1 飛来物防護板（主排気筒接続用 屋外配管及び屋外ダクト 分離建屋屋外）の 評価結果 | 8 |

1. 概要

本計算書は、降下火砕物防護対象施設である飛来物防護板（主排気筒接続用 屋外配管及び屋外ダクト 分離建屋屋外）の構造強度評価について、「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」に基づき、算出した結果を示す。

2. 評価条件

2.1 飛来物防護板（主排気筒接続用 屋外配管及び屋外ダクト 分離建屋屋外）の評価条件

評価条件を第2.1-1表から第2.1-4表に示す。

第2.1-1表 評価条件

| q (N/m ²) | G (-) | V _D (m/s) | H (m) | Z _b (m) | Z _G (m) | α (-) |
|--------------------------|----------|-------------------------|----------|-----------------------|-----------------------|----------|
| 1,983 | 2.067 | 34 | 30 | 5 | 350 | 0.15 |

第2.1-2表 風（台風）による水平荷重及び鉛直荷重の受圧面積並びに風力係数（1/2）

| 風向き | 受圧面積を 考慮する部材 | C (—) | A ₁ (m ²) | | |
|----------------|------------------------------|---------------------|----------------------------------|------|------|
| | | | NS方向 | EW方向 | UD方向 |
| N | 防護板 | -0.4 | 747 | — | — |
| | | 1.0 | 640 | — | — |
| | | -0.7 | — | 457 | — |
| | | -1.0 | — | — | 716 |
| | 柱, はり, ブレース* ¹ | 1.4 | 36.0 | — | — |
| | | 2.1 | 8.4 | — | — |
| | | 3.162* ² | 8.6 | — | — |
| | | 2.848* ² | 7.2 | — | — |
| | | 1.2 | — | 17.6 | — |
| | | 1.2 | — | — | 18.5 |
| | コンクリート 立上げ部 | 2.1 | 29.1 | — | — |
| S | 防護板 | 1.0 | 747 | — | — |
| | | -0.4 | 640 | — | — |
| | | -0.7 | — | 457 | — |
| | | -1.0 | — | — | 716 |
| | 柱, はり, ブレース* ¹ | 1.4 | 24.2 | — | — |
| | | 2.1 | 7.1 | — | — |
| | | 3.162* ² | 8.6 | — | — |
| | | 2.89* ² | 9.5 | — | — |
| | | 2.781* ² | 3.5 | — | — |
| | | 1.2 | — | 5.7 | — |
| | 1.2 | — | — | 18.5 | |
| コンクリート 立上げ部 | 2.1 | 16.6 | — | — | |

注記 *1：防護板に覆われる柱, はり, ブレースの受圧面積は防護板に含める。

*2：ラチス構面の値（充実率考慮）を示す。

第2.1-2表 風（台風）による水平荷重及び鉛直荷重の受圧面積並びに風力係数（2/2）

| 風向き | 受圧面積を考慮する部材 | C (－) | A ₁ (m ²) | | | |
|---------------|---------------|-------|----------------------------------|-------|------|---|
| | | | NS方向 | EW方向 | UD方向 | |
| E | 防護板 | -0.7 | 1,387 | － | － | |
| | | 1.0 | － | 34 | － | |
| | | -0.4 | － | 423 | － | |
| | | -1.0 | － | － | 716 | |
| | 柱, はり, ブレース*1 | 2.1 | － | 42.3 | － | |
| | | 1.4 | － | 2.1 | － | |
| | | 1.2 | － | － | 2.1 | |
| | コンクリート立上げ部 | 2.1 | － | 45.8 | － | |
| | W | 防護板 | -0.7 | 1,387 | － | － |
| | | | 1.0 | － | 423 | － |
| -0.4 | | | － | 34 | － | |
| -1.0 | | | － | － | 716 | |
| 柱, はり, ブレース*1 | | 2.1 | － | 46.7 | － | |
| | | 1.4 | － | 24.5 | － | |
| | | 1.6 | － | 2.2 | － | |
| | | 1.2 | － | － | 24.5 | |
| | | 1.6 | － | － | 2.2 | |
| コンクリート立上げ部 | | 2.1 | － | 45.8 | － | |

注記 *1 : 防護板に覆われる柱, はり, ブレースの受圧面積は防護板に含める。

第2.1-3表 評価条件 (1/3)

| V_L (N/m ²) | L_c (N/m ²) | S_L (N/m ²) | A_2 (m ²) | A_3 (m ²) |
|------------------------------|------------------------------|------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| 7,150 | 1,000 | 4,500 | 896.6 | 881.2 |

第2.1-3表 評価条件 (2/3)

| 部材 | 断面形状 | 材料 | A (mm ²) | Zy (mm ³) | Zz (mm ³) | Asy (mm ²) | Asz (mm ²) |
|------|---------------------------|---------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|
| 柱 | H400×400×13×21 | SM490 | 21,870 | 3.33×10 ⁶ | 1.12×10 ⁶ | 11,200 | 4,654 |
| | H250×250×9×14 | SM490 | 9,143 | 8.60×10 ⁵ | 2.92×10 ⁵ | 4,667 | 1,998 |
| はり | H588×300×12×20 | SM490 | 18,720 | 3.89×10 ⁶ | 6.01×10 ⁵ | 8,000 | 6,576 |
| | H440×300×11×18 | SM490 | 15,390 | 2.49×10 ⁶ | 5.40×10 ⁵ | 7,200 | 4,444 |
| | H440×300×11×18 +2PL-16 | SM490 | 28,320 | 3.29×10 ⁶ | 2.28×10 ⁶ | 10,800 | 17,370 |
| | H400×400×13×21 | SM490 | 21,870 | 3.33×10 ⁶ | 1.12×10 ⁶ | 11,200 | 4,654 |
| | H350×350×12×19 | SM490 | 17,190 | 2.28×10 ⁶ | 7.76×10 ⁵ | 8,867 | 3,744 |
| | H340×250×9×14 | SM490 | 9,953 | 1.25×10 ⁶ | 2.92×10 ⁵ | 4,667 | 2,808 |
| | H340×250×9×14 +2PL-12 | SM490 | 17,440 | 1.61×10 ⁶ | 1.14×10 ⁶ | 7,000 | 10,300 |
| | H294×200×8×12 | SM490 | 7,105 | 7.56×10 ⁵ | 1.60×10 ⁵ | 3,200 | 2,160 |
| | BH294×200×9×19 | SM490 | 9,904 | 1.06×10 ⁶ | 2.53×10 ⁵ | 5,067 | 2,304 |
| | BH400×400×25×36 | SM490 | 37,000 | 5.15×10 ⁶ | 1.92×10 ⁶ | 19,200 | 8,200 |
| | 2C-150×75×6.5×10 | SM490 | 4,742 | 2.29×10 ⁵ | 8.24×10 ⁴ | 2,000 | 1,690 |
| ブレース | □200×200×16 | STKR490 | 11,120 | 6.05×10 ⁵ | 6.05×10 ⁵ | 4,352 | 4,352 |
| | □200×200×9 | STKR490 | 6,667 | 3.99×10 ⁵ | 3.99×10 ⁵ | 2,952 | 2,952 |
| | □200×200×6 | STKR490 | 4,563 | 2.83×10 ⁵ | 2.83×10 ⁵ | 2,112 | 2,112 |
| | □175×175×12 | STKR490 | 7,453 | 3.67×10 ⁵ | 3.67×10 ⁵ | 3,048 | 3,048 |
| | □150×150×12 | STKR490 | 6,253 | 2.55×10 ⁵ | 2.55×10 ⁵ | 2,448 | 2,448 |
| | □150×150×9 | STKR490 | 4,867 | 2.10×10 ⁵ | 2.10×10 ⁵ | 2,052 | 2,052 |
| | □150×150×6 | STKR490 | 3,363 | 1.53×10 ⁵ | 1.53×10 ⁵ | 1,512 | 1,512 |

第 2.1-3 表 評価条件 (3/3)

| 部材 | 断面形状 | 材料 |
|------------|----------|------------------|
| 屋上アンカーボルト | M24×20 本 | ABR490 |
| 屋上あと施工アンカー | D22×24 本 | SD345 |
| 壁面あと施工アンカー | M24×20 本 | SS400 SNR490B |

第2.1-4表 荷重の組合せ

| 名称 | 評価対象 | 評価対象部位 | 考慮する荷重 |
|---|------|--|---|
| 飛来物防護板 (主排気筒接続用 屋外配管及び屋外 ダクト 分離建屋 屋外) | 支持架構 | 柱, はり, ブレース, あと 施工アンカー, アンカーボ ルト | <ul style="list-style-type: none"> ・ 常時作用する荷重 ・ 降下火砕物の堆積及び積雪による鉛直荷重 ・ 風 (台風) による水平荷重及び鉛直荷重 |

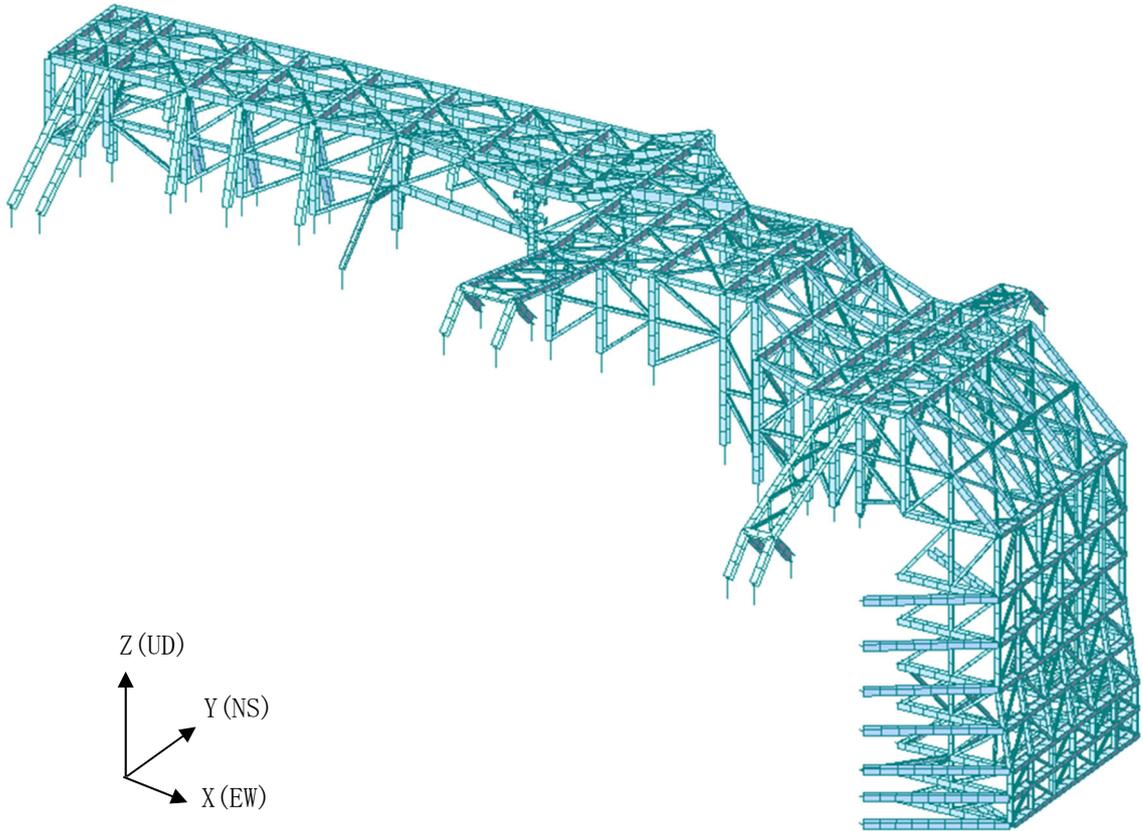
2.2 飛来物防護板（主排気筒接続用 屋外配管及び屋外ダクト 分離建屋屋外）の解析モデル

解析モデルは降下火砕物の堆積及び積雪の堆積による鉛直荷重については、飛来物防護の水平影面積に対して算出し、解析モデルに負荷する。

FEM解析に用いる解析コード「NX Nastran (ver. 7.1)」の検証及び妥当性確認等の概要については、「VI-1-1-1-4-5 計算機プログラム(解析コード)の概要」に示す。

拘束条件としては、建屋屋上面及び壁面を固定端とする。

計算モデルを第2.2-1図に、計算モデルの諸元を第2.2-1表に示す。



第2.2-1図 飛来物防護板（主排気筒接続用 屋外配管及び屋外ダクト 分離建屋屋外）の計算モデル

第2.2-1表 飛来物防護板（主排気筒接続用 屋外配管及び屋外ダクト 分離建屋屋外）の計算モデル諸元

| 評価モデル | 節点数 | 要素数 |
|--|------|------|
| 飛来物防護板 (主排気筒接続用 屋外配管及び屋外ダクト 分離建屋屋外) | 3373 | 4927 |

3. 評価結果

3.1 飛来物防護板（主排気筒接続用 屋外配管及び屋外ダクト 分離建屋屋外）の評価結果

降下火砕物等の堆積時の構造強度評価結果を第3.1-1表に示す。支持架構に発生する応力は、許容応力以下である。

第3.1-1表 支持架構の構造強度評価結果 (1/2)

| 評価対象部位 | 応力分類 | | 発生応力*1*2 (MPa) | 許容応力*2 (MPa) | 応力比*3 |
|--------|----------------|------|-------------------|-----------------|-------|
| 柱 | 引張 | | — | 325 | — |
| | 圧縮 | | 2.4 | — | — |
| | 曲げ | Z軸廻り | 47.6 | — | — |
| | | Y軸廻り | 22.2 | — | — |
| | せん断 | | 42.8 | — | — |
| | 組合せ (圧縮+曲げ) | | — | — | — |
| | 組合せ (軸+曲げ+せん断) | | 0.32 | 1.00 | 0.32 |
| はり | 引張 | | — | 325 | — |
| | 圧縮 | | 5.8 | — | — |
| | 曲げ | Z軸廻り | 25.6 | — | — |
| | | Y軸廻り | 83.6 | — | — |
| | せん断 | | 38.9 | — | — |
| | 組合せ (圧縮+曲げ) | | — | — | — |
| | 組合せ (軸+曲げ+せん断) | | 0.41 | 1.00 | 0.41 |
| ブレース | 引張 | | — | — | — |
| | 圧縮 | | 159.1 | 274 | — |
| | 曲げ | Z軸廻り | 0.1 | 325 | — |
| | | Y軸廻り | 1.4 | 325 | — |
| | せん断 | | 0.2 | 187 | — |
| | 組合せ (圧縮+曲げ) | | 0.59 | 1.00 | 0.59 |
| | 組合せ (軸+曲げ+せん断) | | — | — | — |

注記 *1：組合せについては応力比を記載
 *2：組合せについては応力比で評価を行うため単位なし
 *3：応力比＝発生応力／許容応力

第3.1-1表 支持架構の構造強度評価結果 (2/2)

| 評価対象部位 | 荷重 | 発生荷重 (kN・m) | 許容限界 (kN・m) | 検定比*1 |
|------------|----|----------------|----------------|-------|
| 屋上アンカーボルト | 曲げ | 182.7 | 878.1 | 0.21 |
| 屋上あと施工アンカー | 曲げ | 258.0 | 933.4 | 0.28 |
| 壁面あと施工アンカー | 曲げ | 228.5 | 736.7 | 0.31 |

注記 *1：検定比＝発生荷重／許容限界

VI-1-1-1-4-4-2-4-3

飛来物防護板(主排気筒接続用 屋外配管及び屋外ダクト 精製建屋屋外)の強度計算書

目 次

| | ページ |
|--|-----|
| 1. 概要 | 1 |
| 2. 評価条件 | 2 |
| 2.1 飛来物防護板（主排気筒接続用 屋外配管及び屋外ダクト 精製建屋屋外）の 評価条件 | 2 |
| 2.2 飛来物防護板（主排気筒接続用 屋外配管及び屋外ダクト 精製建屋屋外）の 解析モデル | 6 |
| 3. 評価結果 | 7 |
| 3.1 飛来物防護板（主排気筒接続用 屋外配管及び屋外ダクト 精製建屋屋外）の 評価結果 | 7 |

1. 概要

本計算書は、降下火砕物防護対象施設である飛来物防護板（主排気筒接続用 屋外配管及び屋外ダクト 精製建屋屋外）の構造強度評価について、「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」に基づき、算出した結果を示す。

2. 評価条件

2.1 飛来物防護板（主排気筒接続用 屋外配管及び屋外ダクト 精製建屋屋外）の評価条件

評価条件を第2.1-1表から第2.1-4表に示す。

第2.1-1表 評価条件

| q (N/m ²) | G (-) | V _D (m/s) | H (m) | Z _b (m) | Z _G (m) | α (-) |
|--------------------------|----------|-------------------------|----------|-----------------------|-----------------------|----------|
| 1,923 | 2.093 | 34 | 26 | 5 | 350 | 0.15 |

第2.1-2表 風（台風）による水平荷重及び鉛直荷重の受圧面積並びに風力係数（1/2）

| 風向き | 受圧面積を 考慮する部材 | C（－） | A ₁ （m ² ） | | |
|-----------------------------|-----------------------------|------|----------------------------------|------|------|
| | | | NS方向 | EW方向 | UD方向 |
| N | 防護板 | -1.0 | － | － | 246 |
| | | -0.4 | 196 | － | － |
| | | 1.0 | 328 | － | － |
| | | -0.7 | － | 292 | － |
| | 柱，はり， ブレース* ¹ | 1.2 | － | 13.5 | － |
| | | 1.4 | 24.9 | － | － |
| | | 1.2 | － | － | 11.4 |
| | | 2.1 | 2.1 | － | － |
| | コンクリート 立上げ部 | 2.1 | 18.7 | － | － |
| | S | 防護板 | -1.0 | － | － |
| 1.0 | | | 196 | － | － |
| -0.4 | | | 328 | － | － |
| -0.7 | | | － | 292 | － |
| 柱，はり， ブレース* ¹ | | 1.2 | － | 4.5 | － |
| | | 1.4 | 9.2 | － | － |
| | | 1.2 | － | － | 4.7 |
| | | 2.1 | 2.1 | － | － |
| コンクリート 立上げ部 | | 2.1 | 6.2 | － | － |

注記 *1：防護板に覆われる柱，はり，ブレースの受圧面積は防護板に含める。

第2.1-2表 風（台風）による水平荷重及び鉛直荷重の受圧面積並びに風力係数（2/2）

| 風向き | 受圧面積を 考慮する部材 | C (-) | A ₁ (m ²) | | |
|-----|------------------------------|-------|----------------------------------|------|------|
| | | | NS方向 | EW方向 | UD方向 |
| E | 防護板 | -1.0 | — | — | 246 |
| | | -0.7 | 524 | — | — |
| | | -0.4 | — | 269 | — |
| | | 1.0 | — | 23 | — |
| | 柱, はり, ブレース* ¹ | 2.1 | — | 18.8 | — |
| | コンクリート 立上げ部 | 2.1 | — | 25.0 | — |
| W | 防護板 | -1.0 | — | — | 246 |
| | | -0.7 | 524 | — | — |
| | | 1.0 | — | 269 | — |
| | | -0.4 | — | 23 | — |
| | 柱, はり, ブレース* ¹ | 2.1 | — | 19.9 | — |
| | | 1.4 | — | 6.0 | — |
| | | 1.2 | — | — | 6.0 |
| | | 1.7 | — | 1.0 | — |
| | | 1.7 | — | — | 1.0 |
| | コンクリート 立上げ部 | 2.1 | — | 25.0 | — |

注記 *1 : 防護板に覆われる柱, はり, ブレースの受圧面積は防護板に含める。

第2.1-3表 評価条件 (1/3)

| V_L (N/m ²) | L_c (N/m ²) | S_L (N/m ²) | A_2 (m ²) | A_3 (m ²) |
|------------------------------|------------------------------|------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| 7,150 | 1,000 | 4,500 | 329.7 | 303.1 |

第2.1-3表 評価条件 (2/3)

| 部材 | 断面形状 | 材料 | A (mm ²) | Zy (mm ³) | Zz (mm ³) | Asy (mm ²) | Asz (mm ²) |
|------|----------------|---------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|
| 柱 | H300×300×10×15 | SM490 | 1,1850 | 1.35×10 ⁶ | 4.50×10 ⁵ | 6,000 | 2,700 |
| | BH200×300×9×16 | SM490 | 1,1110 | 8.50×10 ⁵ | 4.80×10 ⁵ | 6,400 | 1,512 |
| はり | H390×300×10×16 | SM490 | 1,3330 | 1.94×10 ⁶ | 4.80×10 ⁵ | 6,400 | 3,580 |
| | H294×200×8×12 | SM490 | 7,105 | 7.56×10 ⁵ | 1.60×10 ⁵ | 3,200 | 2,160 |
| | H440×300×11×18 | SM490 | 1,5390 | 2.49×10 ⁶ | 5.40×10 ⁵ | 7,200 | 4,444 |
| | H300×300×10×15 | SM490 | 1,1850 | 1.35×10 ⁶ | 4.50×10 ⁵ | 6,000 | 2,700 |
| ブレース | □200×200×9 | STKR490 | 6,667 | 3.99×10 ⁵ | 3.99×10 ⁵ | 2,952 | 2,952 |
| | □175×175×9 | STKR490 | 5,767 | 2.97×10 ⁵ | 2.97×10 ⁵ | 2,502 | 2,502 |
| | □150×150×6 | STKR490 | 3,363 | 1.53×10 ⁵ | 1.53×10 ⁵ | 1,512 | 1,512 |
| | □125×125×6 | STKR490 | 2,763 | 1.03×10 ⁵ | 1.03×10 ⁵ | 1,212 | 1,212 |

第2.1-3表 評価条件 (3/3)

| 部材 | 断面形状 | 材料 |
|------------|----------|------------------|
| 屋上アンカーボルト | M24×20 本 | ABR490 |
| 屋上あと施工アンカー | D22×24 本 | SD345 |
| 壁面あと施工アンカー | M24×20 本 | SS400 SNR490B |

第2.1-4表 荷重の組合せ

| 名称 | 評価対象 | 評価対象部位 | 考慮する荷重 |
|---|------|--|--|
| 飛来物防護板 (主排気筒接続用 屋外配管及び屋外 ダクト 精製建屋 屋外) | 支持架構 | 柱, はり, ブレース, あと 施工アンカー, アンカーボ ルト | <ul style="list-style-type: none"> ・常時作用する荷重 ・降下火砕物の堆積及び積雪による鉛直荷重 ・風(台風)による水平荷重及び鉛直荷重 |

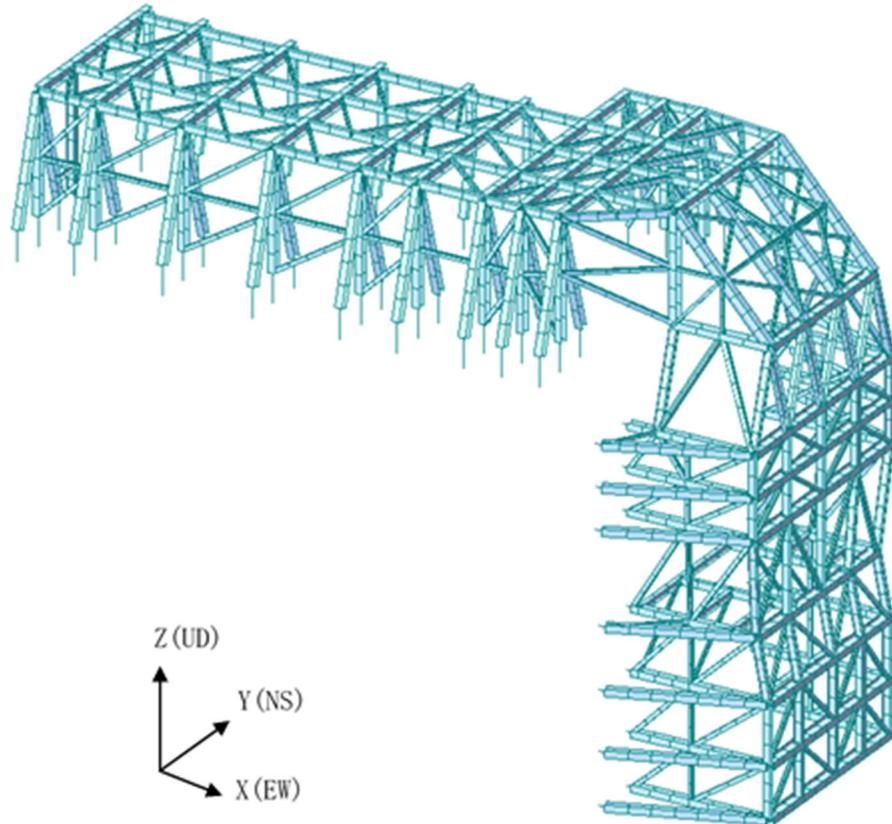
2.2 飛来物防護板（主排気筒接続用 屋外配管及び屋外ダクト 精製建屋屋外）の解析モデル

解析モデルは、降下火砕物の堆積及び積雪の堆積による鉛直荷重については、飛来物防護の水平影面積に対して算出し、解析モデルに負荷する。

FEM解析に用いる解析コード「NX Nastran (ver. 7.1)」の検証及び妥当性確認等の概要については、「VI-1-1-1-4-5 計算機プログラム(解析コード)の概要」に示す。

拘束条件は、建屋屋上面及び壁面を固定端とする。

計算モデルを第2.2-1図に、計算モデルの諸元を第2.2-1表に示す。



第2.2-1図 飛来物防護板（主排気筒接続用 屋外配管及び屋外ダクト 精製建屋屋外）の計算モデル

第2.2-1表 飛来物防護板（主排気筒接続用 屋外配管及び屋外ダクト 精製建屋屋外）の計算モデル諸元

| 評価モデル | 節点数 | 要素数 |
|--|------|------|
| 飛来物防護板 （主排気筒接続用 屋外配管及び屋外ダクト 精製建屋屋外） | 1603 | 2394 |

3. 評価結果

3.1 飛来物防護板（主排気筒接続用 屋外配管及び屋外ダクト 精製建屋屋外）の評価結果

降下火砕物等の堆積時の構造強度評価結果を第3.1-1表に示す。支持架構に発生する応力は、許容応力以下である。

第3.1-1表 支持架構の構造強度評価結果 (1/2)

| 評価対象部位 | 応力分類 | | 発生応力*1*2 (MPa) | 許容応力*2 (MPa) | 応力比 |
|--------|----------------|------|-------------------|-----------------|------|
| 柱 | 引張 | | — | — | — |
| | 圧縮 | | 21.8 | 88 | — |
| | 曲げ | Z軸廻り | 0.5 | 325 | — |
| | | Y軸廻り | 94.2 | 325 | — |
| | せん断 | | 37.5 | 187 | — |
| | 組合せ (圧縮+曲げ) | | 0.54 | 1.00 | 0.54 |
| | 組合せ (軸+曲げ+せん断) | | — | — | — |
| はり | 引張 | | — | 325 | — |
| | 圧縮 | | 23.0 | — | — |
| | 曲げ | Z軸廻り | 10.9 | — | — |
| | | Y軸廻り | 135.1 | — | — |
| | せん断 | | 42.5 | — | — |
| | 組合せ (圧縮+曲げ) | | — | — | — |
| | 組合せ (軸+曲げ+せん断) | | 0.57 | 1.00 | 0.57 |
| ブレース | 引張 | | — | — | — |
| | 圧縮 | | 71.5 | 299 | — |
| | 曲げ | Z軸廻り | 0.1 | 325 | — |
| | | Y軸廻り | 0.6 | 325 | — |
| | せん断 | | 0.1 | 187 | — |
| | 組合せ (圧縮+曲げ) | | 0.25 | 1.00 | 0.25 |
| | 組合せ (軸+曲げ+せん断) | | — | — | — |

注記 *1：組合せについては応力比を記載

*2：組合せについては応力比で評価を行うため単位なし

第3.1-1表 支持架構の構造強度評価結果 (2/2)

| 評価対象部位 | 荷重 | 発生荷重 (kN・m) | 許容限界 (kN・m) | 検定比*1 |
|------------|----|----------------|----------------|-------|
| 屋上アンカーボルト | 曲げ | 80.5 | 820.8 | 0.10 |
| 屋上あと施工アンカー | 曲げ | 120.9 | 868.6 | 0.14 |
| 壁面あと施工アンカー | 曲げ | 148.9 | 463.1 | 0.33 |

注記 *1：検定比＝発生荷重／許容限界

VI-1-1-1-4-4-2-4-4

飛来物防護板(主排気筒接続用 屋外配管及び屋外ダクト 高レベル廃液ガラス固化建屋屋外)の強度計算書

目 次

| | ページ |
|--|-----|
| 1. 概要 | 1 |
| 2. 評価条件 | 2 |
| 2.1 飛来物防護板（主排気筒接続用 屋外配管及び屋外ダクト 高レベル廃液ガラス固化 建屋屋外）の評価条件..... | 2 |
| 2.2 飛来物防護板（主排気筒接続用 屋外配管及び屋外ダクト 高レベル廃液ガラス固化 建屋屋外）の解析モデル..... | 5 |
| 3. 評価結果 | 6 |
| 3.1 飛来物防護板（主排気筒接続用 屋外配管及び屋外ダクト 高レベル廃液ガラス固化 建屋屋外）の評価結果..... | 6 |

1. 概要

本計算書は、降下火砕物防護対象施設である飛来物防護板（主排気筒接続用 屋外配管及び屋外ダクト 高レベル廃液ガラス固化建屋屋外）の構造強度評価について、「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」に基づき、算出した結果を示す。

2. 評価条件

2.1 飛来物防護板（主排気筒接続用 屋外配管及び屋外ダクト 高レベル廃液ガラス固化建屋屋外）の評価条件

評価条件を第2.1-1表から第2.1-4表に示す。

第2.1-1表 評価条件

| q (N/m ²) | G (-) | V _b (m/s) | H (m) | Z _b (m) | Z _G (m) | α (-) |
|--------------------------|----------|-------------------------|----------|-----------------------|-----------------------|----------|
| 1,968 | 2.073 | 34 | 29 | 5 | 350 | 0.15 |

第2.1-2表 風（台風）による水平荷重及び鉛直荷重の受圧面積並びに風力係数（1/2）

| 風向き | 受圧面積を 考慮する部材 | C (-) | A ₁ (m ²) | | |
|----------------|------------------------------|---------------------|----------------------------------|------|------|
| | | | NS方向 | EW方向 | UD方向 |
| N | 防護板 | -1.0 | - | - | 141 |
| | | -0.4 | 104 | - | - |
| | | 1.0 | 104 | - | - |
| | | -0.7 | - | 156 | - |
| | 柱, はり, ブレース* ¹ | 1.2 | - | 2.2 | - |
| | | 1.4 | 2.2 | - | - |
| | | 2.1 | 3.4 | - | - |
| | | 2.656* ² | 35.6 | - | - |
| コンクリート 立上げ部 | 2.1 | 37.4 | - | - | |
| S | 防護板 | -1.0 | - | - | 141 |
| | | 1.0 | 104 | - | - |
| | | -0.4 | 104 | - | - |
| | | -0.7 | - | 156 | - |
| | 柱, はり, ブレース* ¹ | 1.2 | - | 2.2 | - |
| | | 1.4 | 2.2 | - | - |
| | | 2.1 | 3.4 | - | - |
| | | 2.656* ² | 35.6 | - | - |
| コンクリート 立上げ部 | 2.1 | 37.4 | - | - | |

注記 *1：防護板に覆われる柱, はり, ブレースの受圧面積は防護板に含める。

*2：ラチス構面の値（充実率考慮）を示す。

第 2.1-2 表 風（台風）による水平荷重及び鉛直荷重の受圧面積並びに風力係数（2/2）

| 風向き | 受圧面積を考慮する部材 | C (-) | A ₁ (m ²) | | |
|------------|---------------------------|---------------------|----------------------------------|------|------|
| | | | NS方向 | EW方向 | UD方向 |
| E | 防護板 | -1.0 | — | — | 141 |
| | | -0.7 | 208 | — | — |
| | | -0.4 | — | 57 | — |
| | | 1.0 | — | 99 | — |
| | 柱, はり, ブレース* ¹ | 2.1 | — | 14.6 | — |
| | | 3.056* ² | — | 29.7 | — |
| | | 3.142* ² | — | 4.4 | — |
| コンクリート立上げ部 | 2.1 | — | 41.6 | — | |
| W | 防護板 | -1.0 | — | — | 141 |
| | | -0.7 | 208 | — | — |
| | | 1.0 | — | 57 | — |
| | | -0.4 | — | 99 | — |
| | 柱, はり, ブレース* ¹ | 2.1 | — | 14.6 | — |
| | コンクリート立上げ部 | 2.1 | — | 41.6 | — |

注記 * 1 : 防護板に覆われる柱, はり, ブレースの受圧面積は防護板に含める。
 * 2 : ラチス構面の値（充実率考慮）を示す。

第 2.1-3 表 評価条件（1/3）

| V _L (N/m ²) | L _c (N/m ²) | S _L (N/m ²) | A ₂ (m ²) | A ₃ (m ²) |
|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 7,150 | 1,000 | 4,500 | 200.9 | 197.5 |

第 2.1-3 表 評価条件 (2/3)

| 部材 | 断面形状 | 材料 | A (mm ²) | Zy (mm ³) | Zz (mm ³) | Asy (mm ²) | Asz (mm ²) |
|------|----------------|---------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|
| 柱 | H350×350×12×19 | SM490 | 1,7190 | 2.28×10 ⁶ | 7.76×10 ⁵ | 8,867 | 3,744 |
| はり | H440×300×11×18 | SM490 | 1,5390 | 2.49×10 ⁶ | 5.40×10 ⁵ | 7,200 | 4,444 |
| | H300×300×10×15 | SM490 | 1,1850 | 1.35×10 ⁶ | 4.50×10 ⁵ | 6,000 | 2,700 |
| | H294×200×8×12 | SM490 | 7,105 | 7.56×10 ⁵ | 1.60×10 ⁵ | 3,200 | 2,160 |
| | B300×200×9 | SM490 | 1,1970 | 9.59×10 ⁵ | 6.04×10 ⁵ | 4,800 | 7,020 |
| ブレース | □300×300×25 | STKR490 | 2,5890 | 2.09×10 ⁶ | 2.09×10 ⁶ | 1,0000 | 1,0000 |
| | □250×250×9 | STKR490 | 8,467 | 6.47×10 ⁵ | 6.47×10 ⁵ | 3,852 | 3,852 |
| | □200×200×9 | STKR490 | 6,667 | 3.99×10 ⁵ | 3.99×10 ⁵ | 2,952 | 2,952 |
| | □150×150×6 | STKR490 | 3,363 | 1.53×10 ⁵ | 1.53×10 ⁵ | 1,512 | 1,512 |

第 2.1-3 表 評価条件 (3/3)

| 部材 | 断面形状 | 材料 |
|------------|----------|--------|
| 屋上アンカーボルト | M24×20 本 | ABR490 |
| 屋上あと施工アンカー | D22×24 本 | SD345 |

第2.1-4表 荷重の組合せ

| 名称 | 評価対象 | 評価対象部位 | 考慮する荷重 |
|--|------|--|--|
| 飛来物防護板 (主排気筒接続用 屋外配管及び屋外 ダクト 高レベル 廃液ガラス固化建 屋屋外) | 支持架構 | 柱, はり, ブレース, あと 施工アンカー, アンカーボ ルト | <ul style="list-style-type: none"> ・常時作用する荷重 ・降下火砕物の堆積及び積雪による鉛直荷重 ・風(台風)による水平荷重及び鉛直荷重 |

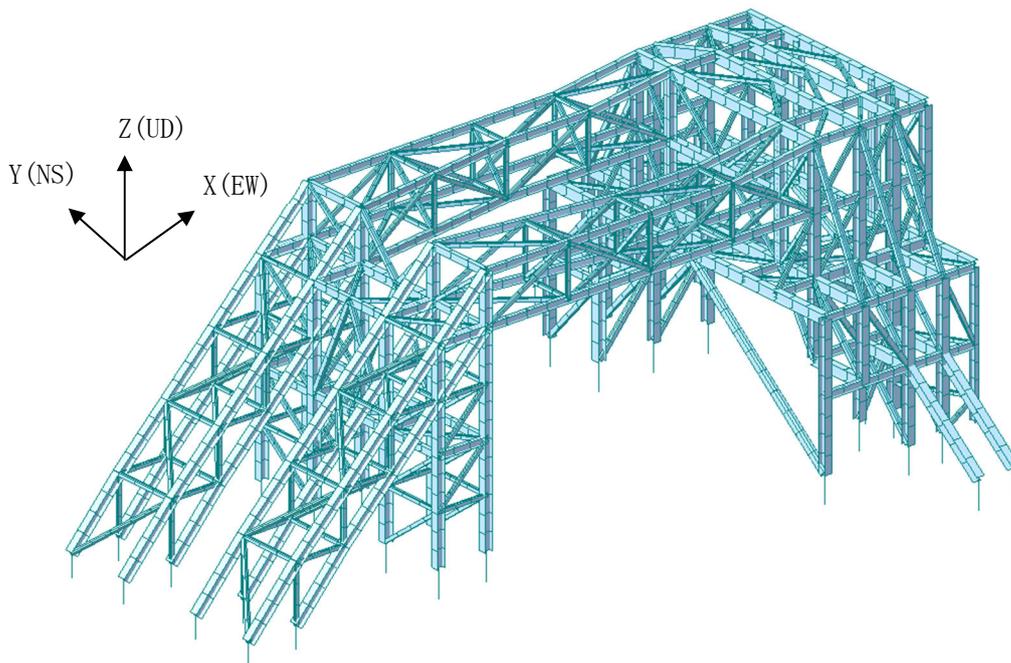
2.2 飛来物防護板（主排気筒接続用 屋外配管及び屋外ダクト 高レベル廃液ガラス固化建屋屋外）の解析モデル

解析モデルは、降下火砕物の堆積及び積雪の堆積による鉛直荷重については、飛来物防護の水平影面積に対して算出し、解析モデルに負荷する。

FEM解析に用いる解析コード「NX Nastran (ver. 7.1)」の検証及び妥当性確認等の概要については、「VI-1-1-1-4-5 計算機プログラム(解析コード)の概要」に示す。

拘束条件は、建屋屋上面を固定端とする。

計算モデルを第2.2-1図に、計算モデルの諸元を第2.2-1表に示す。



第2.2-1図 飛来物防護板（主排気筒接続用 屋外配管及び屋外ダクト 高レベル廃液ガラス固化建屋屋外）の計算モデル

第2.2-1表 飛来物防護板（主排気筒接続用 屋外配管及び屋外ダクト 高レベル廃液ガラス固化建屋屋外）の計算モデル諸元

| 評価モデル | 節点数 | 要素数 |
|---|------|------|
| 飛来物防護板 (主排気筒接続用 屋外配管及び屋外ダクト 高レベル廃液ガラス固化建屋屋外) | 1789 | 2425 |

3. 評価結果

3.1 飛来物防護板（主排気筒接続用 屋外配管及び屋外ダクト 高レベル廃液ガラス固化建屋屋外）の評価結果

降下火砕物等の堆積時の構造強度評価結果を第3.1-1表に示す。支持架構に発生する応力は、許容応力以下である。

第3.1-1表 支持架構の構造強度評価結果 (1/2)

| 評価対象部位 | 応力分類 | | 発生応力*1*2 (MPa) | 許容応力*2 (MPa) | 応力比 |
|--------|----------------|------|-------------------|-----------------|------|
| 柱 | 引張 | | — | 325 | — |
| | 圧縮 | | 5.7 | — | — |
| | 曲げ | Z軸廻り | 25.5 | — | — |
| | | Y軸廻り | 52.5 | — | — |
| | せん断 | | 9.1 | — | — |
| | 組合せ (圧縮+曲げ) | | — | — | — |
| | 組合せ (軸+曲げ+せん断) | | 0.27 | 1.00 | 0.27 |
| はり | 引張 | | — | 325 | — |
| | 圧縮 | | 2.3 | — | — |
| | 曲げ | Z軸廻り | 0.2 | — | — |
| | | Y軸廻り | 113.9 | — | — |
| | せん断 | | 34.4 | — | — |
| | 組合せ (圧縮+曲げ) | | — | — | — |
| | 組合せ (軸+曲げ+せん断) | | 0.41 | 1.00 | 0.41 |
| ブレース | 引張 | | — | — | — |
| | 圧縮 | | 5.4 | 179 | — |
| | 曲げ | Z軸廻り | 42.9 | 325 | — |
| | | Y軸廻り | 0.1 | 325 | — |
| | せん断 | | 1.5 | 187 | — |
| | 組合せ (圧縮+曲げ) | | 0.17 | 1.00 | 0.17 |
| | 組合せ (軸+曲げ+せん断) | | — | — | — |

注記 *1 : 組合せについては応力比を記載

*2 : 組合せについては応力比で評価を行うため単位なし

第3.1-1表 支持架構の構造強度評価結果 (2/2)

| 評価対象部位 | 荷重 | 発生荷重 (kN・m) | 許容限界 (kN・m) | 検定比*1 |
|------------|----|----------------|----------------|-------|
| 屋上アンカーボルト | 曲げ | 60.4 | 813.4 | 0.08 |
| 屋上あと施工アンカー | 曲げ | 212.6 | 1,280.7 | 0.17 |

注記 *1 : 検定比=発生荷重/許容限界

VI-1-1-1-4-4-2-4-5

飛来物防護板(冷却塔接続 屋外設備)の強度計算書

目 次

| | ページ |
|----------------|-----|
| 1. 概要 | 1 |
| 2. 構造概要 | 2 |
| 2.1 評価方針 | 8 |
| 2.2 準拠規格・基準等 | 9 |
| 3. 評価方法 | 10 |
| 3.1 評価方針 | 10 |
| 3.2 荷重及び荷重の組合せ | 11 |
| 3.3 許容限界 | 12 |
| 3.4 評価方法 | 13 |
| 3.4.1 応力算定方法 | 13 |
| 3.4.2 荷重の入力方法 | 14 |
| 3.4.3 評価方法 | 15 |
| 4. 評価結果 | 18 |
| 4.1 防護板の評価結果 | 18 |
| 4.1.1 部材の評価結果 | 18 |
| 4.2 アンカー部の評価結果 | 19 |

1. 概要

本計算書は、屋外に設置される安全上重要な施設である竜巻防護対象施設を防護するための設備である飛来物防護板(前処理建屋の冷却塔接続屋外設備) (以下、「飛来物防護板」という。)の強度評価について、「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」に基づき算出した結果を示すものである。

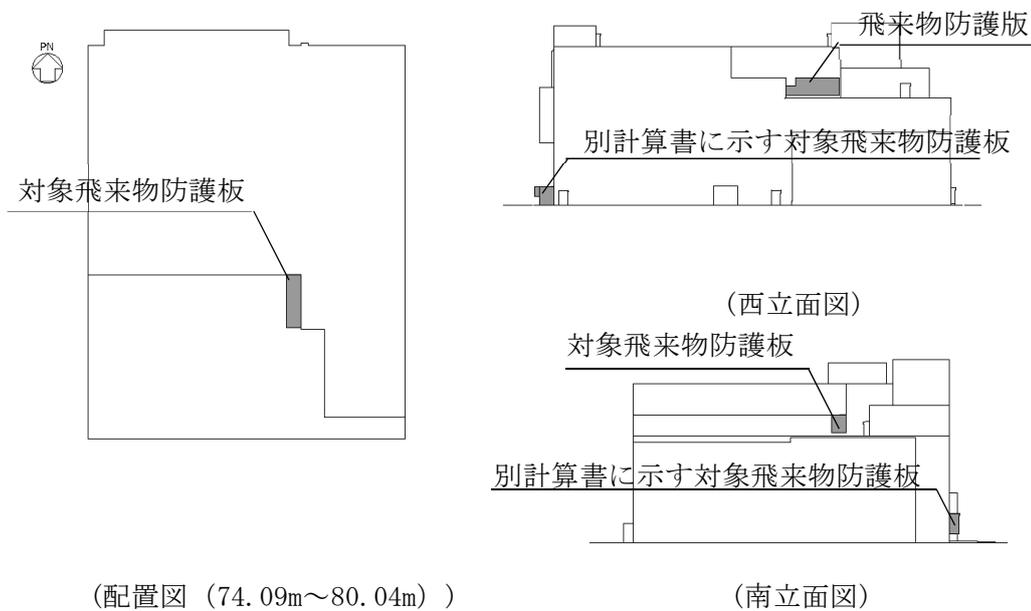
2. 構造概要

飛来物防護板は、鉄筋コンクリート造の壁及びスラブで構成されており、前処理建屋外壁にアンカー筋によって支持される。

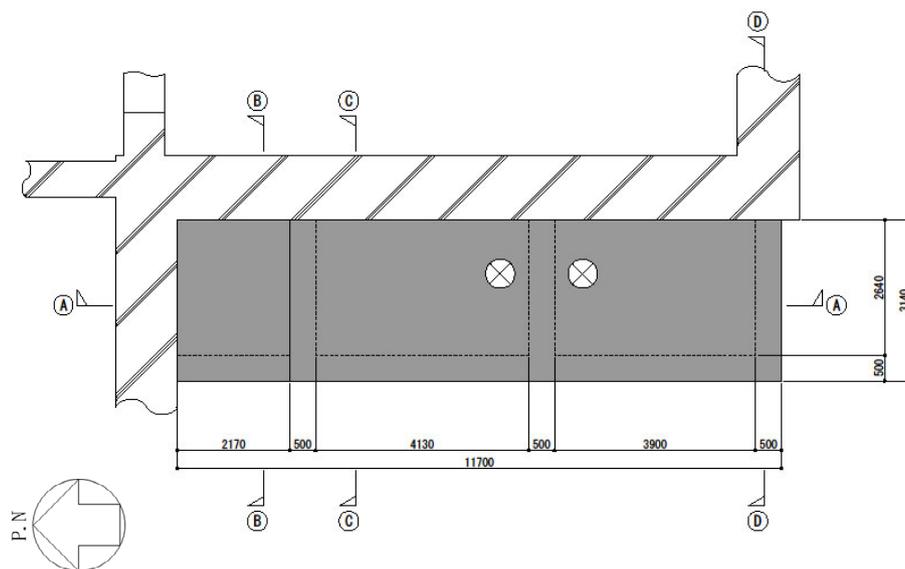
飛来物防護板の平面形状は、11.7m(NS方向)×3.14m(EW方向)であり、高さは3.79m(T.M.S.L.82.99m～T.M.S.L.79.20m)である。

防護板内部には、接続端子盤が設置されており、脱落時に接続端子盤に波及的影響を及ぼすおそれがある。

飛来物防護板の全景を第2-1図に、平面図を第2-2図に、立面図・断面図を第2-3図に示す。



第2-1図 飛来物防護板の全景

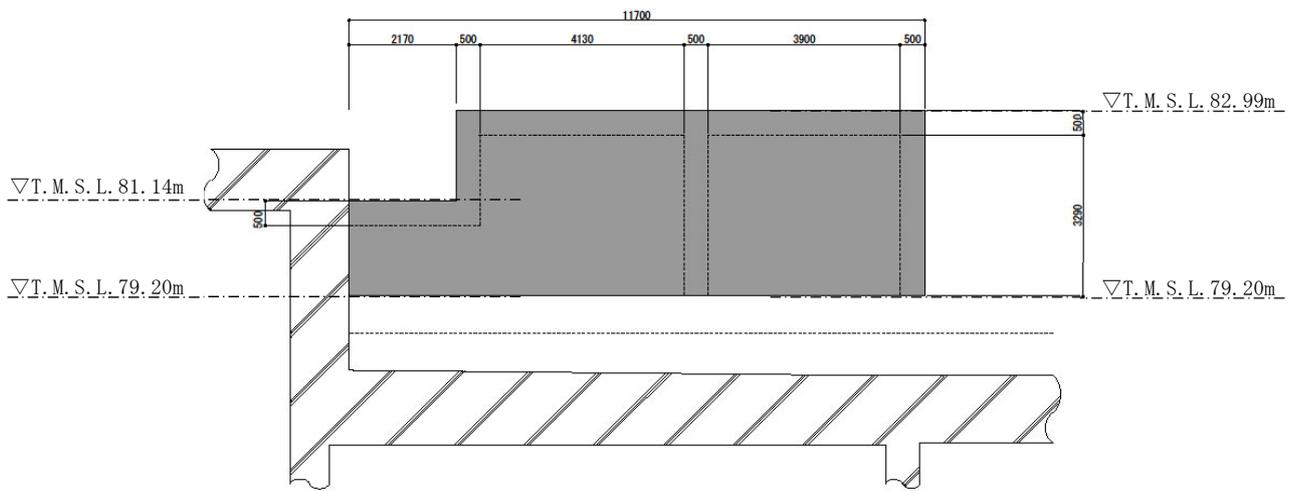


 : 防護板 (板厚 : 500mm)

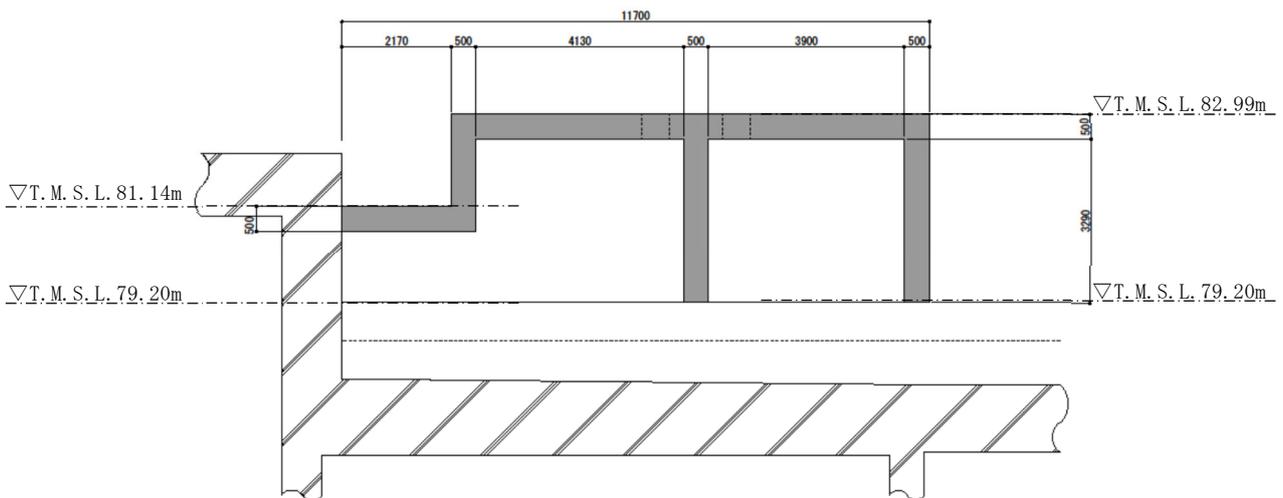
(単位 : mm)

(T. M. S. L. 81. 14m、T. M. S. L. 82. 99m)

第2-2図 飛来物防護板の平面図(屋根面)



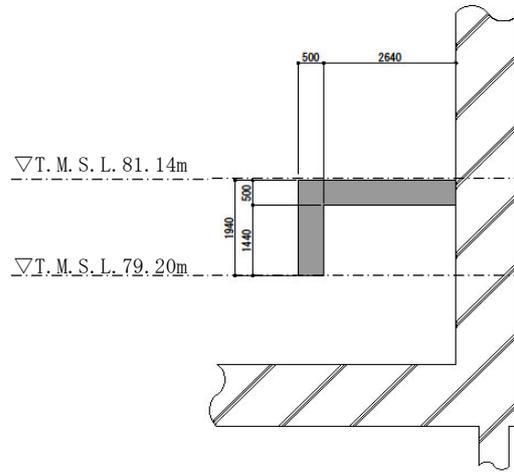
(a) 西立面図



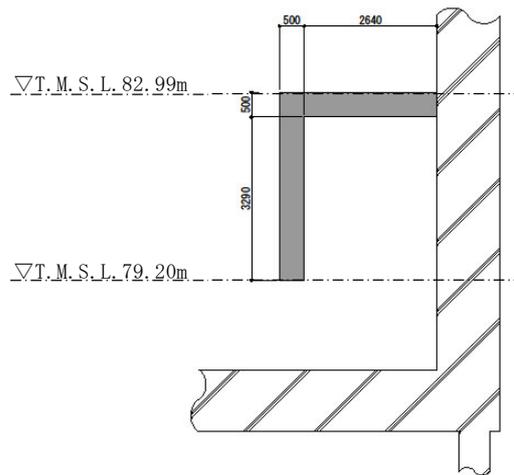
(b) 断面図 (A-A断面)

 : 防護板 (板厚 : 500mm)
 (単位 : mm)

第2-3図 飛来物防護板の立面図・断面図(1/3)



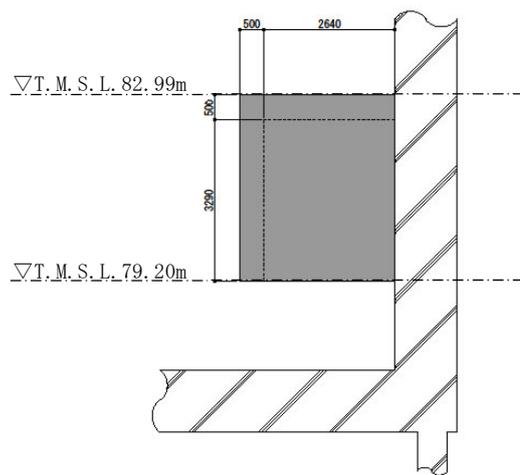
(c) 断面図 (B-B断面)



(d) 断面図 (C-C断面)

 : 防護板 (板厚 : 500mm)
 (単位 : mm)

第2-3図 飛来物防護板の側面図 (2/3)



(e) 南立面図

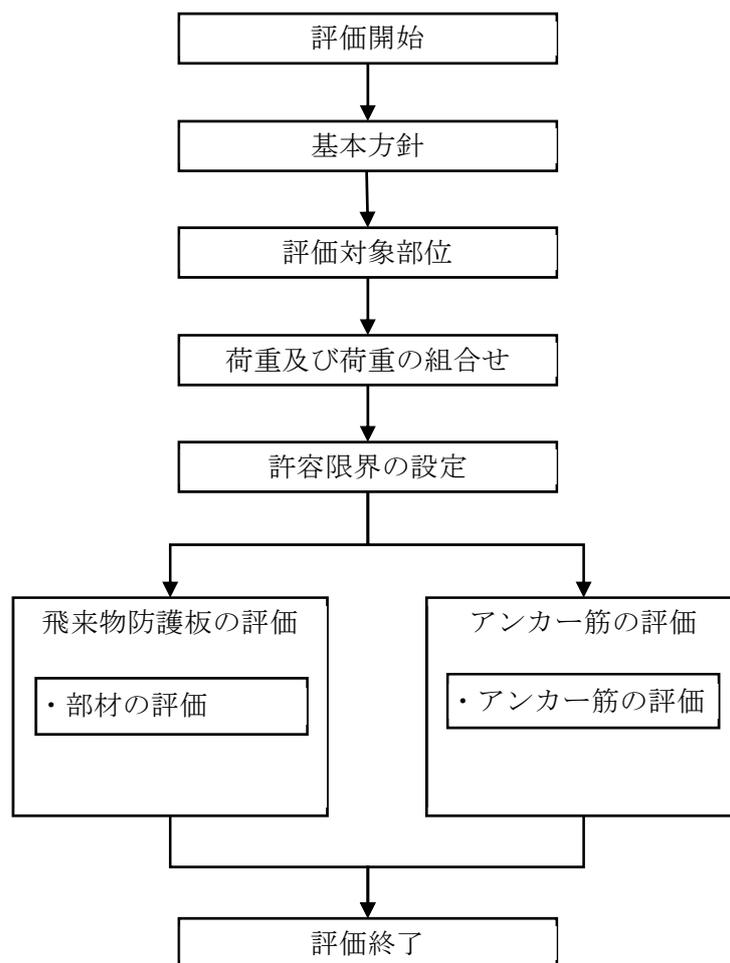
 : 防護板 (板厚 : 500mm)
 (単位 : mm)

第2-3図 飛来物防護板架構の側面図(3/3)

2.1 評価方針

飛来物防護板の強度評価においては、積灰荷重を考慮して、飛来物防護板及びアンカー筋の評価を行う。

飛来物防護板の波及的影響評価フローを第2.1-1図に示す。



第2.1-2図 飛来物防護板の強度評価フロー

2.2 準拠規格・基準等

- ・ 建築基準法・同施行令・同告示
- ・ 青森県建築基準法施行細則
- ・ 日本産業規格
- ・ 原子力施設鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説((社)日本建築学会, 2005)
(以下, 「RC-N規準」という。)
- ・ 鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説－許容応力度設計法－((社)日本建築学会, 1999)(以下, 「RC規準」という。)
- ・ 原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1987((社)日本電気協会)
- ・ 原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編 JEAG4601・補-1984
(社)日本電気協会)
- ・ 原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1991 追補版((社)日本電気協会)
(以下, 「JEAG4601」と記載しているものは上記3指針を指す。)
- ・ 原子力発電所の竜巻影響評価ガイド(原規技発第1409172号)
- ・ 挿入型鉄筋定着工法「Post-Head-Anchor工法」(BCJ評定-SS0030-03)(日本建築センター)

3. 評価方法

飛来物防護板の波及的影響評価における評価対象部位は、飛来物防護板及びアンカー筋とする。

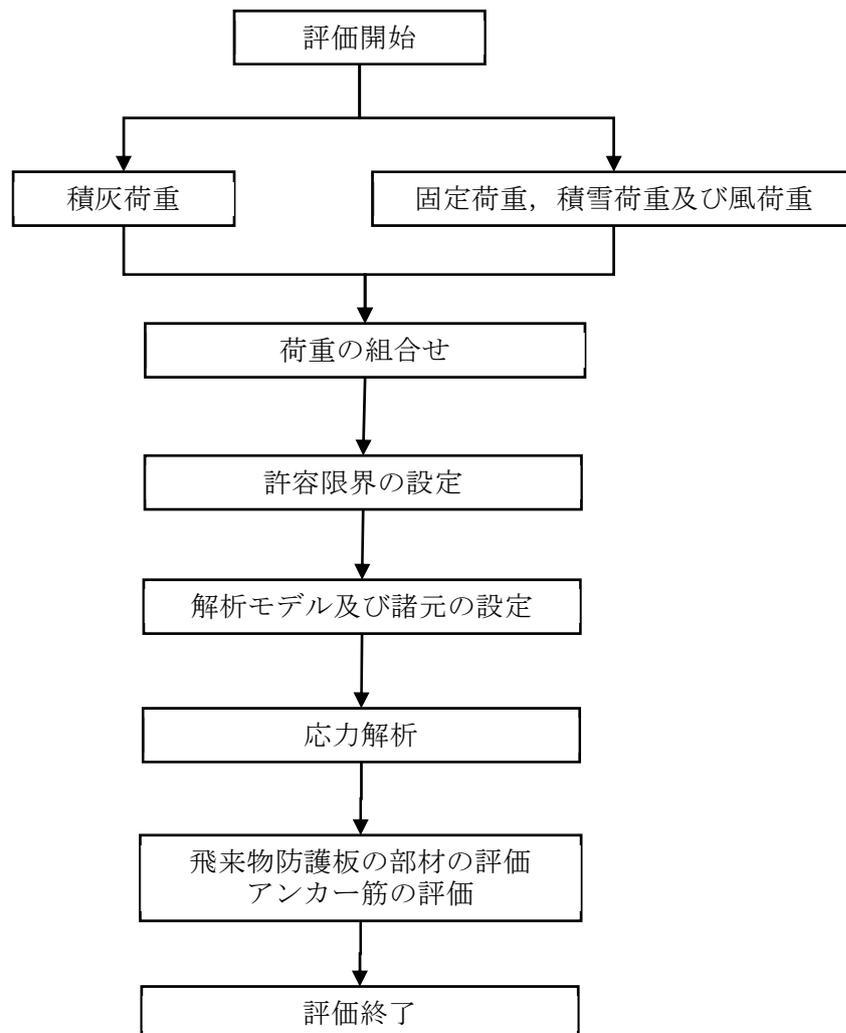
3.1 評価方針

防護板の評価は、積灰時において、防護板に発生する応力が「RC規準」に基づき設定した短期許容応力を超えないことを確認する。

アンカー筋の評価は、積灰時において、アンカー筋に発生する荷重が許容応力度を上回らないことを確認する。

なお、対象設備のアンカー筋には「挿入型鉄筋定着工法「Post-Head-Anchor工法」」を採用した、定着板付鉄筋を使用している。

飛来物防護板及び定着板付鉄筋の評価フローを第3.1-1図に示す。



第3.1-1図 防護板及び定着板付鉄筋の評価フロー

3.2 荷重及び荷重の組合せ

飛来物防護板及びアンカー筋の評価における荷重及び荷重の組合せは、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」にて設定している荷重及び荷重の組合せを用いる。

飛来物防護板及びアンカー筋の評価において考慮する荷重を第3.2-1表に、荷重の組合せを第3.2-2表に示す。

第3.2-1表 考慮する荷重

| 荷重名称 | 内容 |
|---------------|----------------------|
| 固定荷重(F_d) | 構造物(防護板等)の自重 |
| 積灰荷重(V_L) | 降下火砕物の堆積による荷重 |
| 風荷重(W_L) | 建築基準法・同施行令・同告示による風荷重 |
| 積雪荷重(S_L) | 積雪量150cm |

第3.2-2表 荷重の組合せ

| 外力の状態 | 荷重の組合せ |
|-------|-------------------------|
| 積灰時 | $F_d + V_L + W_L + S_L$ |

3.3 許容限界

飛来物防護板及びアンカー筋の許容限界は、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」に記載の許容限界に基づき、第3.3-1表のとおり設定する。

また、各部位に対する許容限界等を第3.3-2表～第3.3-3に示す。

第3.3-1表 支持架構及び柱脚部の評価における許容限界

| 設計の観点 | 部位 | 許容限界設定の考え方 | 許容限界 (評価基準値) |
|----------------|--------|--|--|
| 損傷 転倒 落下 | 飛来物防護板 | 部材に生じる応力が施設の構造を保つための許容限界を超えないことを確認 | 鉄筋の短期許容引張応力度 (RC規準) コンクリートの短期許容せん断応力度 (RC規準) |
| | アンカー筋 | 定着板付鉄筋に生じる荷重が施設の構造を保つための許容限界を超えないことを確認 | 鉄筋の短期許容引張応力度 (RC規準) BCJ評定を参考に許容限界を設定 |

第3.3-2表 飛来物防護板で使用されている鉄筋・アンカー筋の基準強度

| 使用材料 | 基準強度 F (N/mm ²) |
|-------|--------------------------------|
| SD345 | 345 |

第3.3-3表 コンクリートの設計基準強度

| 部位 | 設計基準強度 F _c (N/mm ²) |
|--------------|---|
| 飛来物防護板コンクリート | 30 |
| 建屋コンクリート | 29.4 |

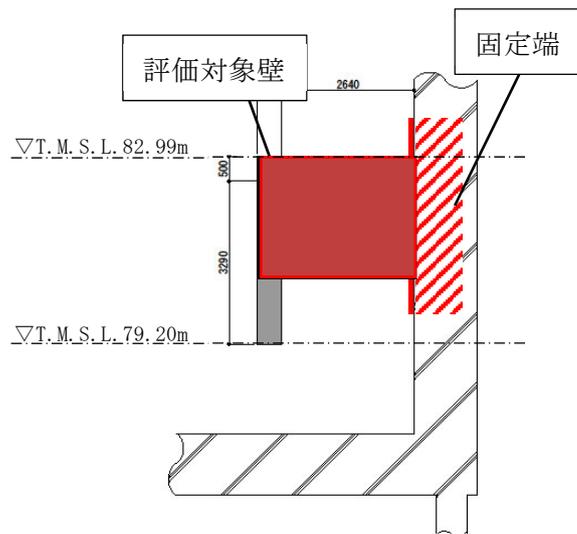
3.4 評価方法

3.4.1 応力算定方法

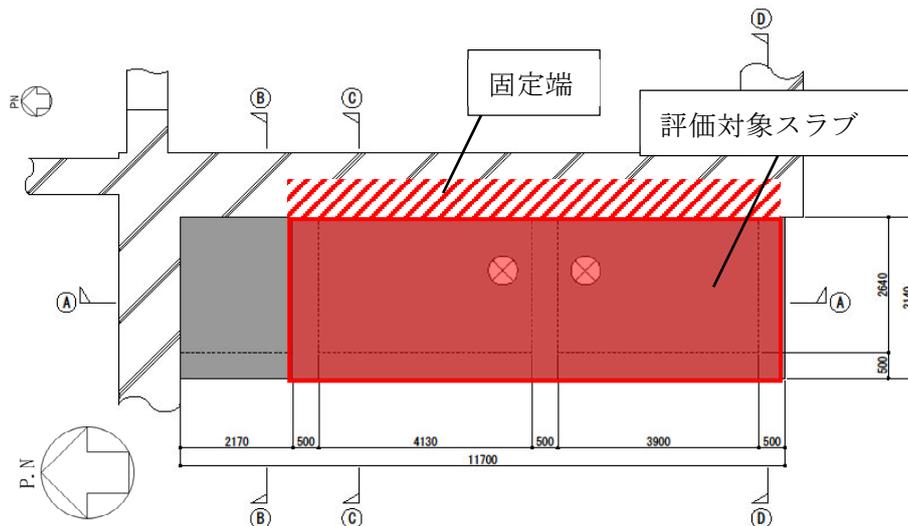
飛来物防護板に発生する鉛直荷重は以下の順序で流れるものとし、既存躯体へ伝達する。なお、NS方向の地震荷重は、スラブ及び壁が負担し、EW方向の地震荷重は、壁が負担するものとする。

壁及びスラブは、端部を固定端とした片持ち梁モデルで応力を評価する。

- ・スラブ→壁→定着板付鉄筋→既設躯体



(断面図 (C-C 断面))



(T.M.S.L. 81.14m、T.M.S.L. 82.99m)

(平面図)

第 3.4.1-1 図 評価対象範囲

3.4.2 荷重の入力方法

(1) 常時作用する荷重固定荷重 (F_d)

RC 基準に基づき、 24kN/m^3 が作用することを考慮する。

(2) 積載荷重 (LL)

積載荷重は、 1.0kN/m^2 を考慮する。

(3) 積雪荷重 (L_s)

「建築基準法・同施行令・同告示」に基づき、屋根に作用する設計時の積雪荷重は、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。

(4) 積灰荷重 (V_L)

積灰荷重は、降下火砕物の層厚 55cm に設定し、積雪量 1cm ごとに 130N/m^2 が作用することを考慮する。

(5) 風荷重 (W_L)

風荷重を受ける面に分布荷重として入力する。

3.4.3 評価方法

(1) 飛来物防護板の評価方法

a. 部材の評価方法

鉄筋及びコンクリートにそれぞれ発生する応力度が許容応力度以下であることを確認する。この時、曲げモーメントは鉄筋が、せん断力はコンクリートが負担し、軸力が作用する場合、引張力は鉄筋が、圧縮力はコンクリートが負担するものとする。なお、曲げモーメントと引張力が同時に作用する場合は組合せ応力を考慮して評価する。

(a) 曲げモーメントについて

$${}_s f_{ts} \geq {}_s \sigma_{ts}$$

${}_s f_{ts}$: 鉄筋の許容引張応力度 [N/mm²]

${}_s \sigma_{ts}$: 鉄筋の設計用引張応力度

$$\sigma_{ts} = {}_s M_{DS} / (a_t \cdot j) \quad [\text{N/mm}^2]$$

${}_s M_{DS}$: 鉄筋1本に作用する設計用曲げモーメント [N]

a_t : 鉄筋の断面積 [mm²]

j : 応力中心間距離 [mm]

(b) せん断力について

$${}_c f_{ts} \geq {}_c \tau_{ts}$$

${}_c f_{ts}$: コンクリートの許容せん断応力度 [N/mm²]

${}_c \tau_{ts}$: コンクリートの設計用せん断応力度

$$\tau_{ts} = {}_c Q_{DS} / (b \cdot j) \quad [\text{N/mm}^2]$$

${}_c Q_{DS}$: コンクリートに作用する設計用せん断力 [N]

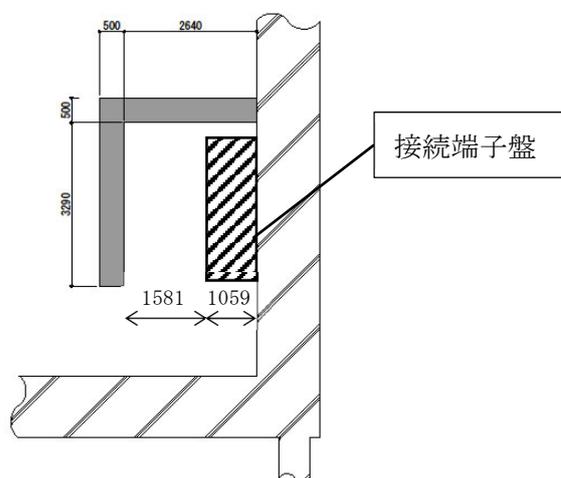
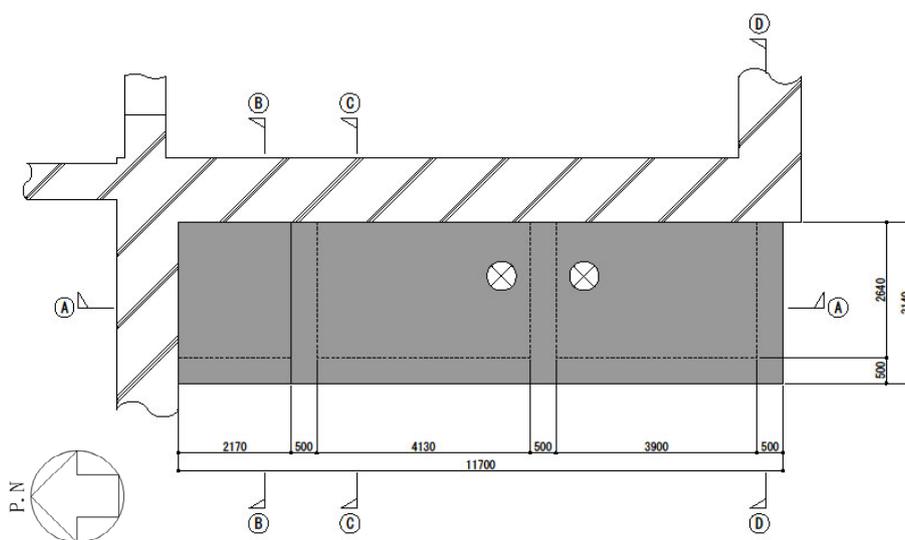
b : コンクリートの幅または厚さ [mm]

j : 応力中心間距離 [mm]

b. 相対変位に対する評価方法

評価位置において、飛来物防護板と前処理建屋の変位の合計値により算出した相対変位が、接続端子盤までの離隔距離を超えないことを確認する。

評価対象位置を第3.4.3-1図に示す。



(b) 断面図 (C-C断面)
第3.4.3-1図 評価対象位置

(2) アンカー筋の評価方法

発生する応力度が許容応力度以下であることを確認する。この時、定着筋は引張力・せん断力を負担するものとし、引張力とせん断力が同時に作用する場合は、組合せ応力を考慮して評価する。

$$\text{引張 } f_{ts} \cong \sigma_{ts}$$

$$\text{せん断 } f_{ts} / \sqrt{3} \cong \tau_{ts}$$

$$\text{組合せ } 1.2 \cdot f_{ts} - \sqrt{3} \cdot \tau_{ts} \cong \sigma_{ts}$$

※組合せ：引張力とせん断力の組合せを示す。

f_{ts} : 定着板付鉄筋の許容引張応力度 [N/mm²]

σ_{ts} : 定着板付鉄筋の設計用引張応力度

$$\sigma_{ts} = T_{Ds} / a_s \quad [\text{N/mm}^2]$$

T_{Ds} : 定着板付鉄筋1本に作用する設計用引張力 [N]

τ_{ts} : 定着板付鉄筋の設計用せん断応力度

$$\tau_{ts} = Q_{Ds} / a_s \quad [\text{N/mm}^2]$$

Q_{Ds} : 定着板付鉄筋1本に作用する設計用せん断力 [N]

a_s : 定着板付鉄筋の断面積 [mm²]

4. 評価結果

4.1 飛来物防護板の評価結果

4.1.1 部材の評価結果

「3.4 評価方法」に基づいた部材の評価結果を第4.1.1-1表に示す。発生応力度が、許容限界を超えないことを確認した。

第4.1.1-1表 部材の評価結果※

| 建屋名 | 部位 | 風方向 | 種別 | 発生応力度 (N/mm ²) | 許容限界 (N/mm ²) | 検定比 | 判定 |
|-------|-----|-----|-----|-------------------------------|------------------------------|------|----|
| 前処理建屋 | スラブ | NS | 曲げ | 32.3 | 345 | 0.10 | OK |
| | | | せん断 | 0.27 | 1.18 | 0.23 | OK |
| | 壁 | NS | 曲げ | 178.8 | 345 | 0.52 | OK |
| | | | せん断 | 0.59 | 1.18 | 0.50 | OK |

4.2 アンカー部の評価結果

「3.4 評価方法」に基づいたアンカー筋の評価結果を以下に示す。

検定比が最も大きい部材に対する評価結果を第4.2-1表に示す。発生荷重が、許容限界を超えないことを確認した。

第4.2-1表 アンカー筋の評価結果

| 部位 | 風方向 | 種別 | 発生応力度 (N/mm ²) | 許容限界 (N/mm ²) | 検定比 | 判定 |
|--------------|-----|-----|-------------------------------|------------------------------|------|----|
| 壁・スラブ 交差部 | EW | せん断 | 45.4 | 199 | 0.23 | OK |
| | | 引張 | 182 | 345 | 0.53 | OK |
| | | 組合せ | 182 | 335 | 0.55 | OK |

VI-1-1-1-4-4-2-4-6

飛来物防護板(前処理建屋 安全蒸気系設置室)の強度計算書

目 次

| | ページ |
|----------------|-----|
| 1. 概要 | 1 |
| 2. 構造概要 | 2 |
| 2.1 評価方針 | 8 |
| 2.2 準拠規格・基準等 | 9 |
| 3. 評価方法 | 10 |
| 3.1 評価方針 | 10 |
| 3.2 荷重及び荷重の組合せ | 11 |
| 3.3 許容限界 | 12 |
| 3.4 評価方法 | 13 |
| 3.4.1 応力算定方法 | 13 |
| 3.4.2 荷重の入力方法 | 18 |
| 3.4.3 評価方法 | 19 |
| 4. 評価結果 | 22 |
| 4.1 防護板の評価結果 | 22 |
| 4.1.1 部材の評価結果 | 22 |
| 4.2 アンカー部の評価結果 | 23 |

1. 概要

本計算書は、屋外に設置される安全上重要な施設である竜巻防護対象施設を防護するための設備である飛来物防護板(前処理建屋の安全蒸気系設置室)(以下、「飛来物防護板」という。)の強度評価について、「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」に基づき算出した結果を示すものである。

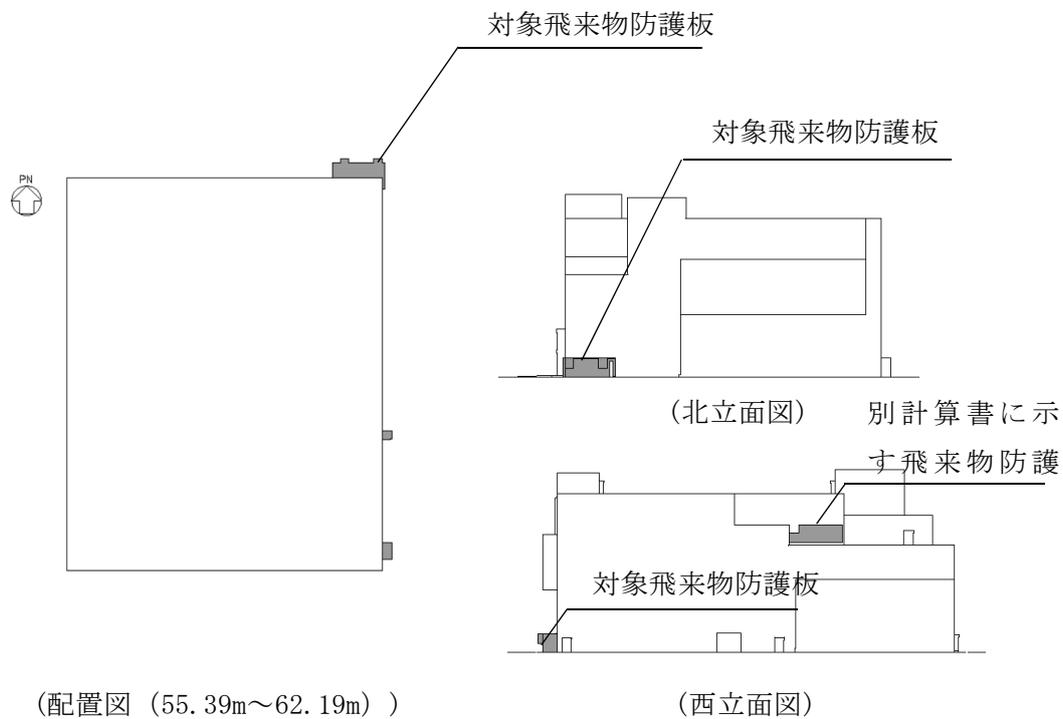
2. 構造概要

飛来物防護板は、鉄筋コンクリート造の壁及びスラブで構成されており、前処理建屋外壁にアンカー筋によって支持される。

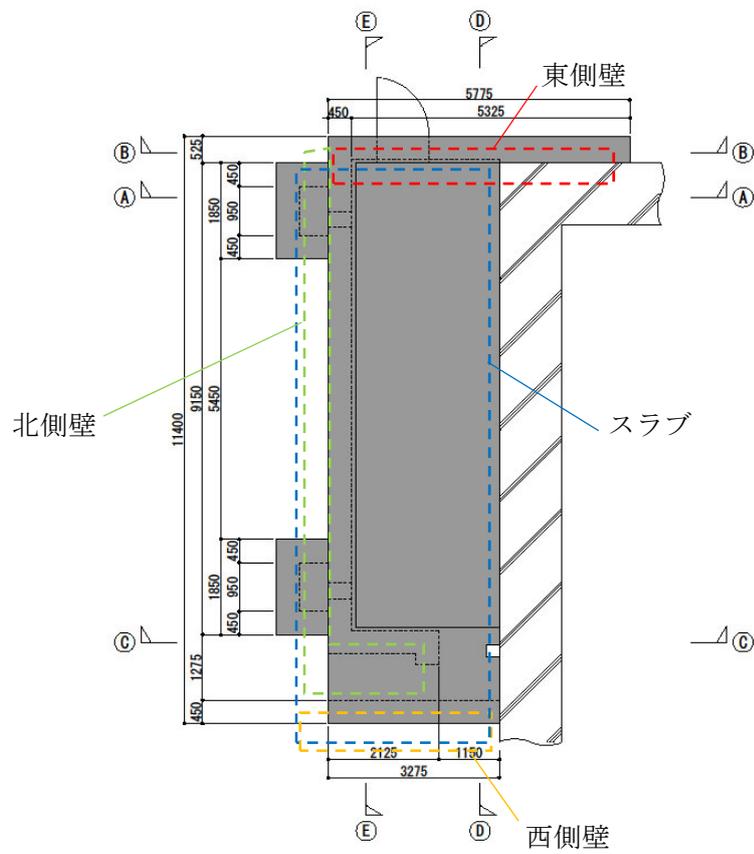
飛来物防護板の平面形状は、約11.4m(NS方向)×約5.8m(EW方向)であり、高さは約4.15m(T.M.S.L.54.79m～T.M.S.L.58.94m)である。

防護板内部には、安全蒸気系設備が設置されており、脱落時に安全蒸気系設備に波及的影響を及ぼすおそれがある。

飛来物防護板の全景を第2.1-1図に、平面図を第2-2図に、立面図・断面図を第2.1-3図に示す。



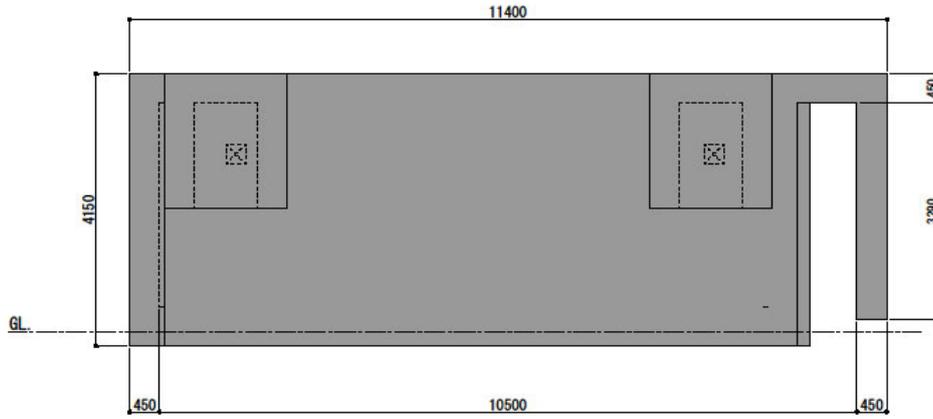
第2.1-1図 飛来物防護板の全景



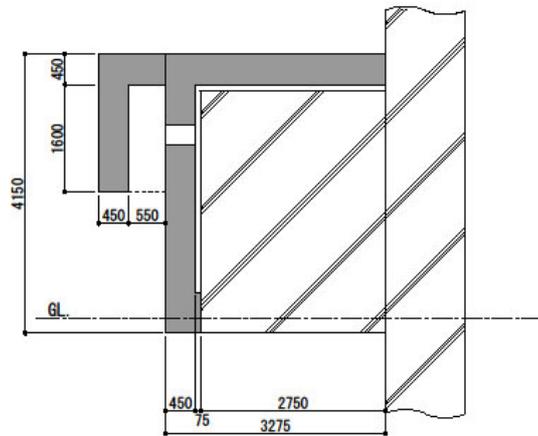
■ : 防護板 (板厚 : 450mm)

(単位 : mm)

第2-2図 飛来物防護板の平面図(屋根面)



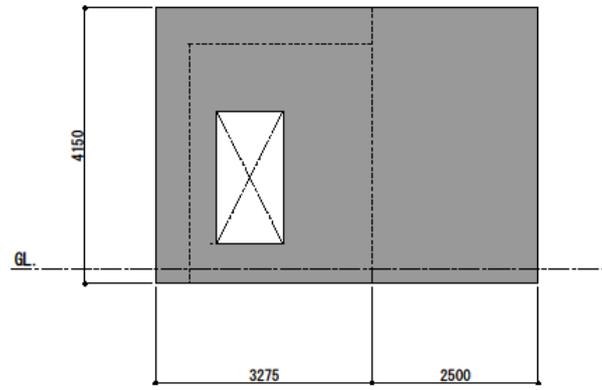
(a) 立面図



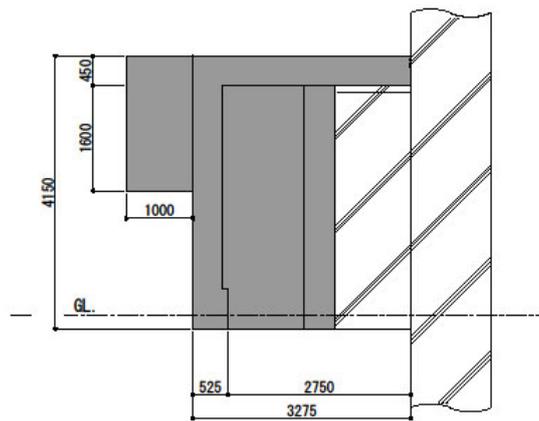
(b) 断面図 (A-A断面)

 : 防護板 (板厚 : 450mm)
 (単位 : mm)

第2.1-3図 飛来物防護板の立面図・断面図(1/3)



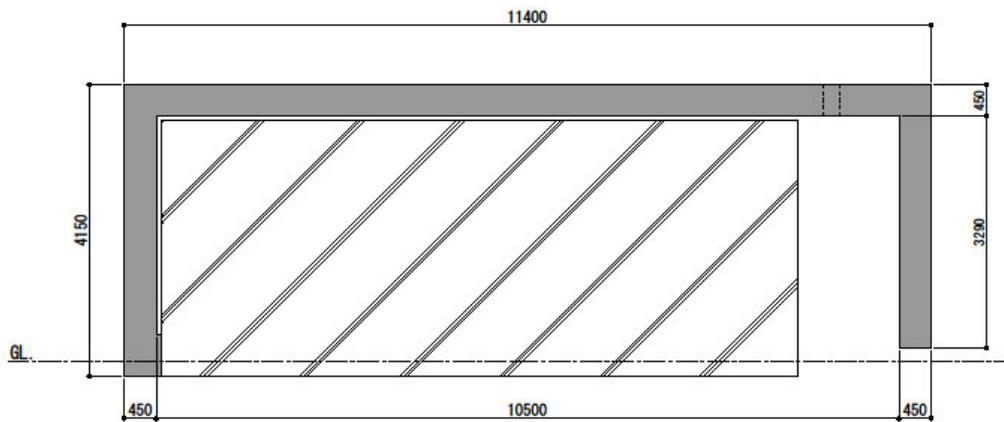
(c) 断面図 (B-B断面)



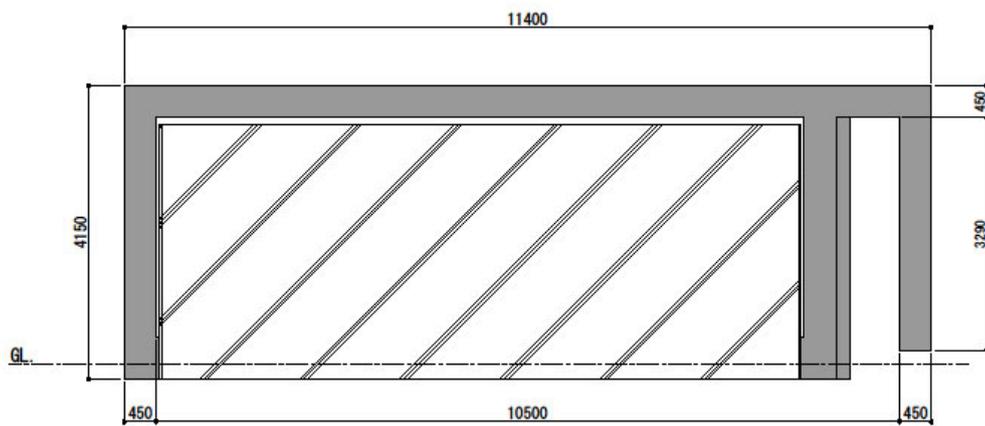
(d) 断面図 (C-C断面)

 : 防護板 (板厚 : 450mm)
 (単位 : mm)

第2.1-3図 飛来物防護板の側面図 (2/3)



(e) 断面図 (D-D 断面)



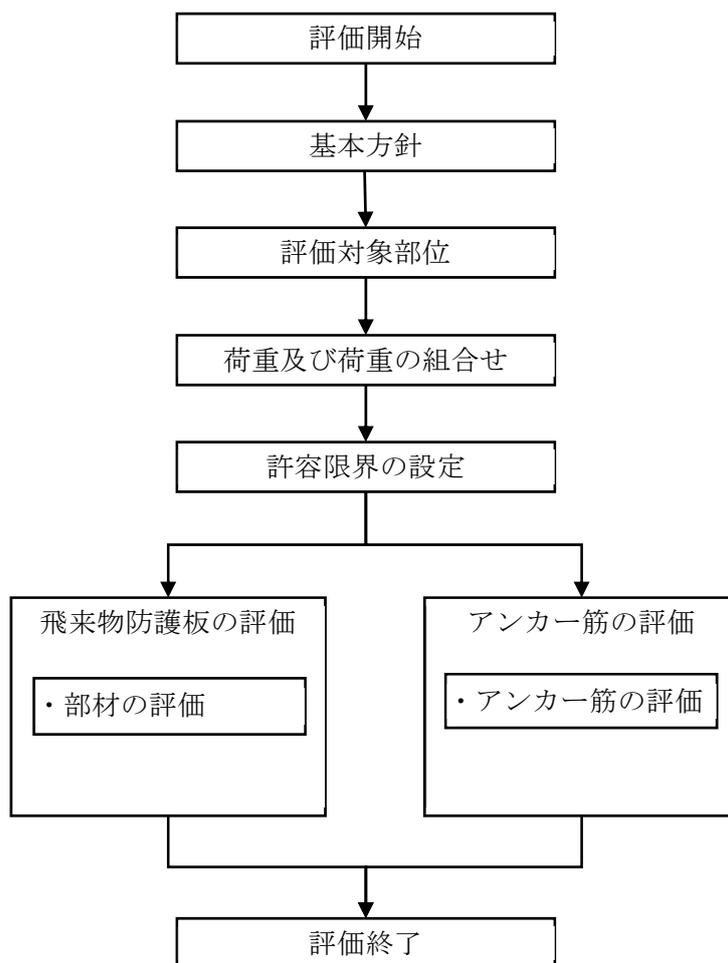
(f) 断面図 (E-E 断面)

第2.1-3図 飛来物防護板の側面図(3/3)

2.1 評価方針

飛来物防護板の強度評価においては、積灰荷重を考慮して、飛来物防護板及びアンカー筋の評価を行う。

飛来物防護板の波及的影響評価フローを第2.1-1図に示す。



第2.1-1図 飛来物防護板の強度評価フロー

2.2 準拠規格・基準等

- ・ 建築基準法・同施行令・同告示
- ・ 青森県建築基準法施行細則
- ・ 日本産業規格
- ・ 原子力施設鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説((社)日本建築学会, 2005)
(以下, 「RC-N規準」という。)
- ・ 鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説－許容応力度設計法－((社)日本建築学会, 1999)(以下, 「RC規準」という。)
- ・ 原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1987((社)日本電気協会)
- ・ 原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編 JEAG4601・補-1984
(社)日本電気協会)
- ・ 原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1991 追補版((社)日本電気協会)
(以下, 「JEAG4601」と記載しているものは上記3指針を指す。)
- ・ 原子力発電所の竜巻影響評価ガイド(原規技発第1409172号)
- ・ 挿入型鉄筋定着工法「Post-Head-Anchor工法」(BCJ評定-SS0030-03)(日本建築センター)

3. 評価方法

飛来物防護板の強度評価における評価対象部位は、飛来物防護板及びアンカー筋とする。

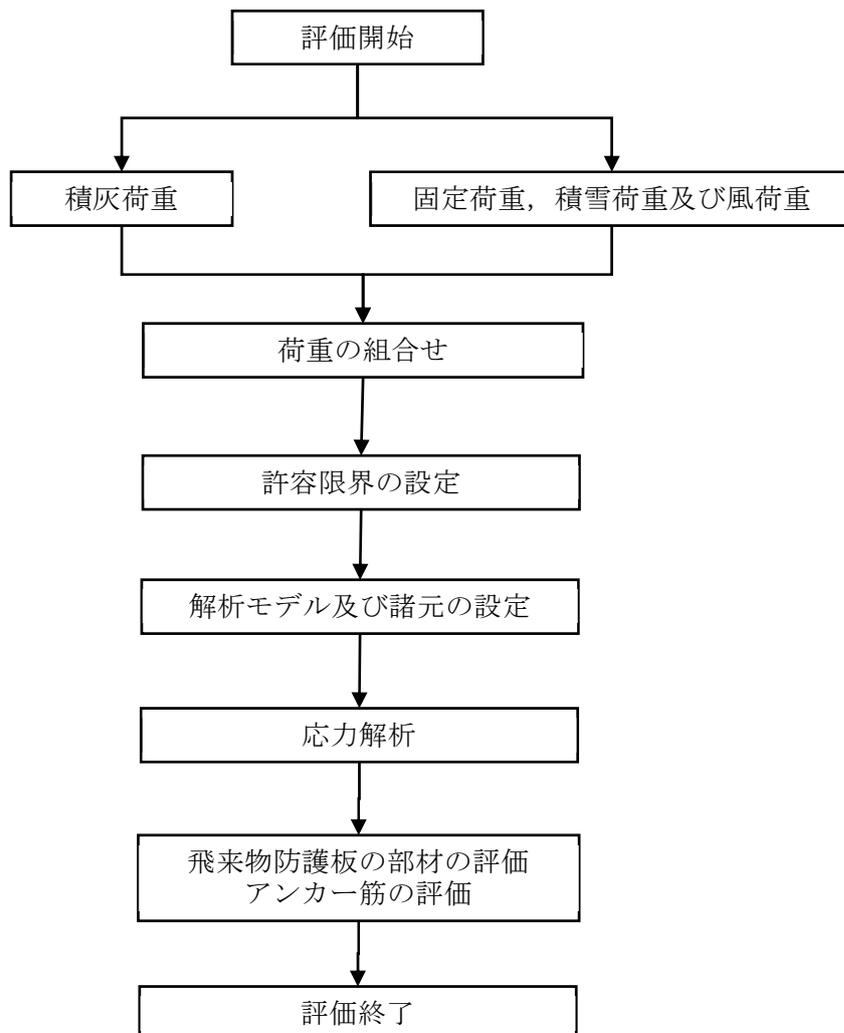
3.1 評価方針

防護板の評価は、積灰時において、防護板に発生する応力が「RC規準」に基づき設定した短期許容応力を超えないことを確認する。

アンカー筋の評価は、積灰時において、アンカー筋に発生する荷重が許容応力度を上回らないことを確認する。

なお、対象設備のアンカー筋には「挿入型鉄筋定着工法「Post-Head-Anchor工法」」を採用した、定着板付鉄筋を使用している。

飛来物防護板及び定着板付鉄筋の評価フローを第3.1-1図に示す。



第3.1-1図 防護板及び定着板付鉄筋の評価フロー

3.2 荷重及び荷重の組合せ

飛来物防護板及びアンカー筋の評価における荷重及び荷重の組合せは、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」にて設定している荷重及び荷重の組合せを用いる。

飛来物防護板及びアンカー筋の評価において考慮する荷重を第3.2-1表に、荷重の組合せを第3.2-2表に示す。

第3.2-1表 考慮する荷重

| 荷重名称 | 内容 |
|---------------|----------------------|
| 固定荷重(F_d) | 構造物(防護板等)の自重 |
| 積灰荷重(V_L) | 降下火砕物の堆積による荷重 |
| 風荷重(W_L) | 建築基準法・同施行令・同告示による風荷重 |
| 積雪荷重(S_L) | 積雪量150cm |

第3.2-2表 荷重の組合せ

| 外力の状態 | 荷重の組合せ |
|-------|-------------------------|
| 積灰時 | $F_d + V_L + W_L + S_L$ |

3.3 許容限界

飛来物防護板及びアンカー筋の許容限界は、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」に記載の許容限界に基づき、第3.3-1表のとおり設定する。

また、各部位に対する許容限界等を第3.3-2表～第3.3-3に示す。

第3.3-1表 支持架構及び柱脚部の評価における許容限界

| 設計の観点 | 部位 | 許容限界設定の考え方 | 許容限界 (評価基準値) |
|----------------|--------|--|--|
| 損傷 転倒 落下 | 飛来物防護板 | 部材に生じる応力が施設の構造を保つための許容限界を超えないことを確認 | 鉄筋の短期許容引張応力度 (RC規準) コンクリートの短期許容せん断応力度 (RC規準) |
| | アンカー筋 | 定着板付鉄筋に生じる荷重が施設の構造を保つための許容限界を超えないことを確認 | 鉄筋の短期許容引張応力度 (RC規準) BCJ評定を参考に許容限界を設定 |

第3.3-2表 飛来物防護板で使用されている鉄筋・アンカー筋の基準強度

| 使用材料 | 基準強度 F (N/mm ²) |
|-------|--------------------------------|
| SD345 | 345 |

第3.3-3表 コンクリートの設計基準強度

| 部位 | 設計基準強度 F _c (N/mm ²) |
|--------------|---|
| 飛来物防護板コンクリート | 30 |
| 建屋コンクリート | 29.4 |

3.4 評価方法

3.4.1 応力算定方法

応力算定は、3つの範囲にわけて評価を行う。飛来物防護板に発生する荷重は以下の順序で流れるものとし、既存躯体へ伝達する。

- ・スラブ及び北側壁→定着板付鉄筋→既設躯体
- ・東側壁、西側壁→定着板付鉄筋→既設躯体

「スラブ及び北側壁」は両部材を一体とした3次元FEM解析にて、支点反力を算出し、当該反力を設計用応力として採用する。

「東側壁」、「西側壁」は壁端部を固定端とし、部材を片持ち梁と仮定した各荷重時の反力を算定し、当該反力を設計用応力として採用する。

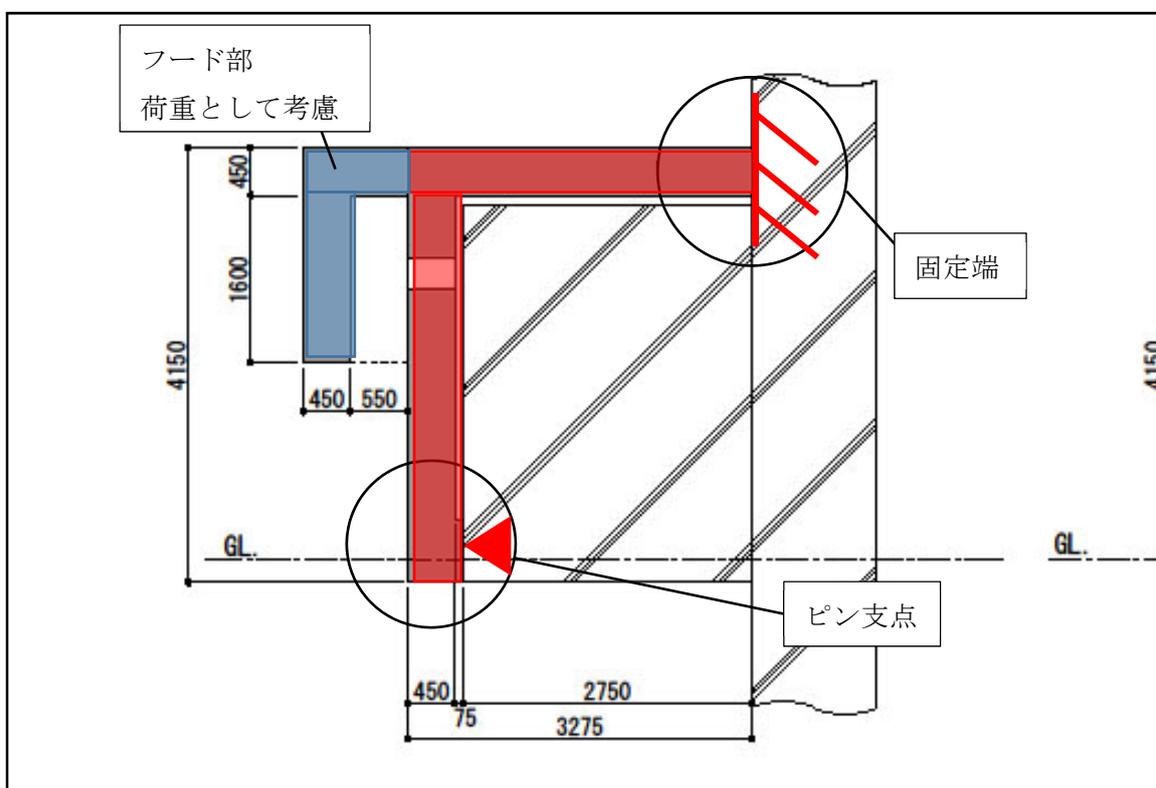
それぞれの詳細な評価については、各項目にて示す。

(1) スラブ及び北側壁

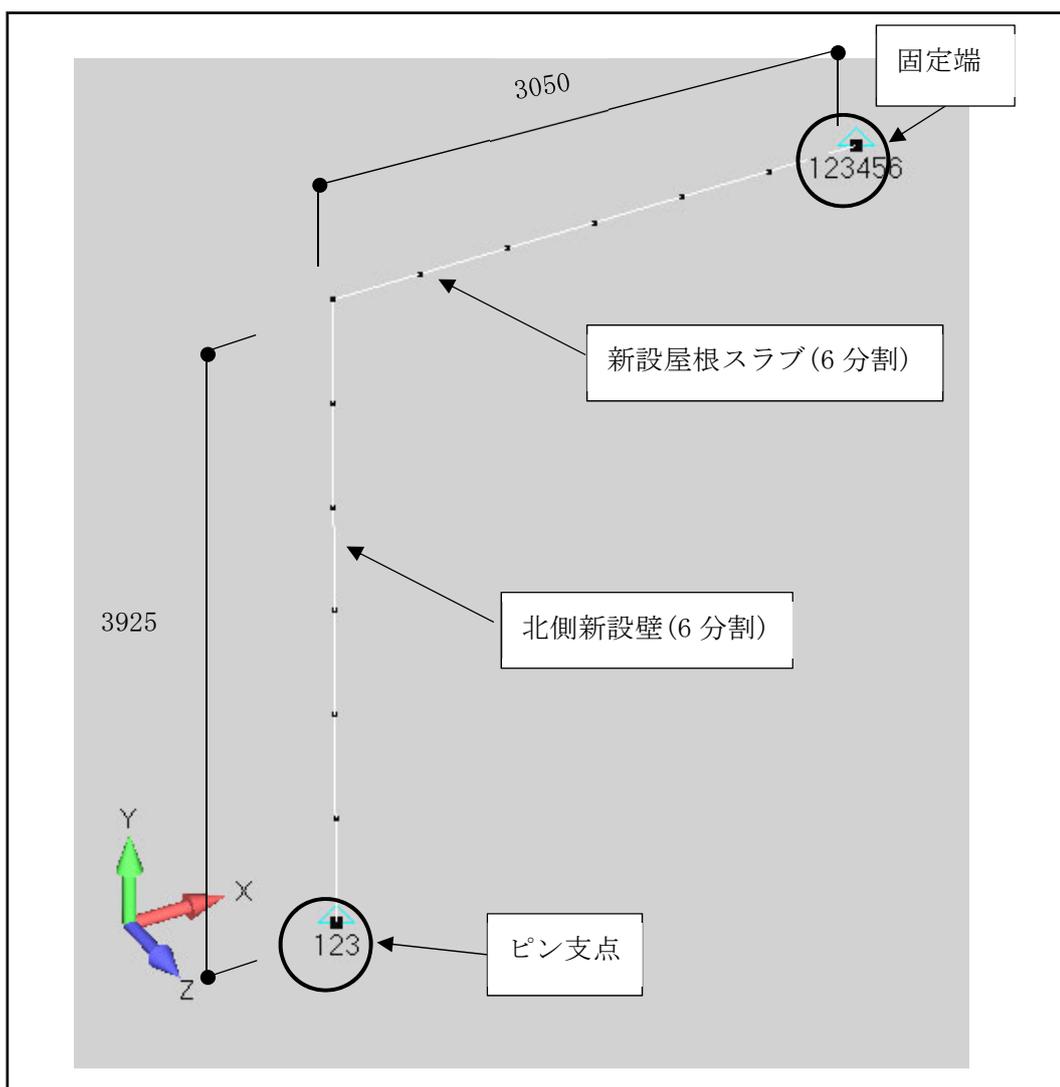
第 3.4.1-1 図にスラブ及び北側壁のモデル図を示す。赤色で示す範囲をモデル化し、スラブ及び北側壁は幅を持たせたビーム要素で構成し、節点はそれぞれの要素を 6 分割するように設定している。青色で示したフード部分は荷重として考慮する。

第 3.4.1-2 図にスラブ及び北側壁の支持条件を示す。建屋本体とスラブを接続している定着板
建屋本体
とする。

なお、



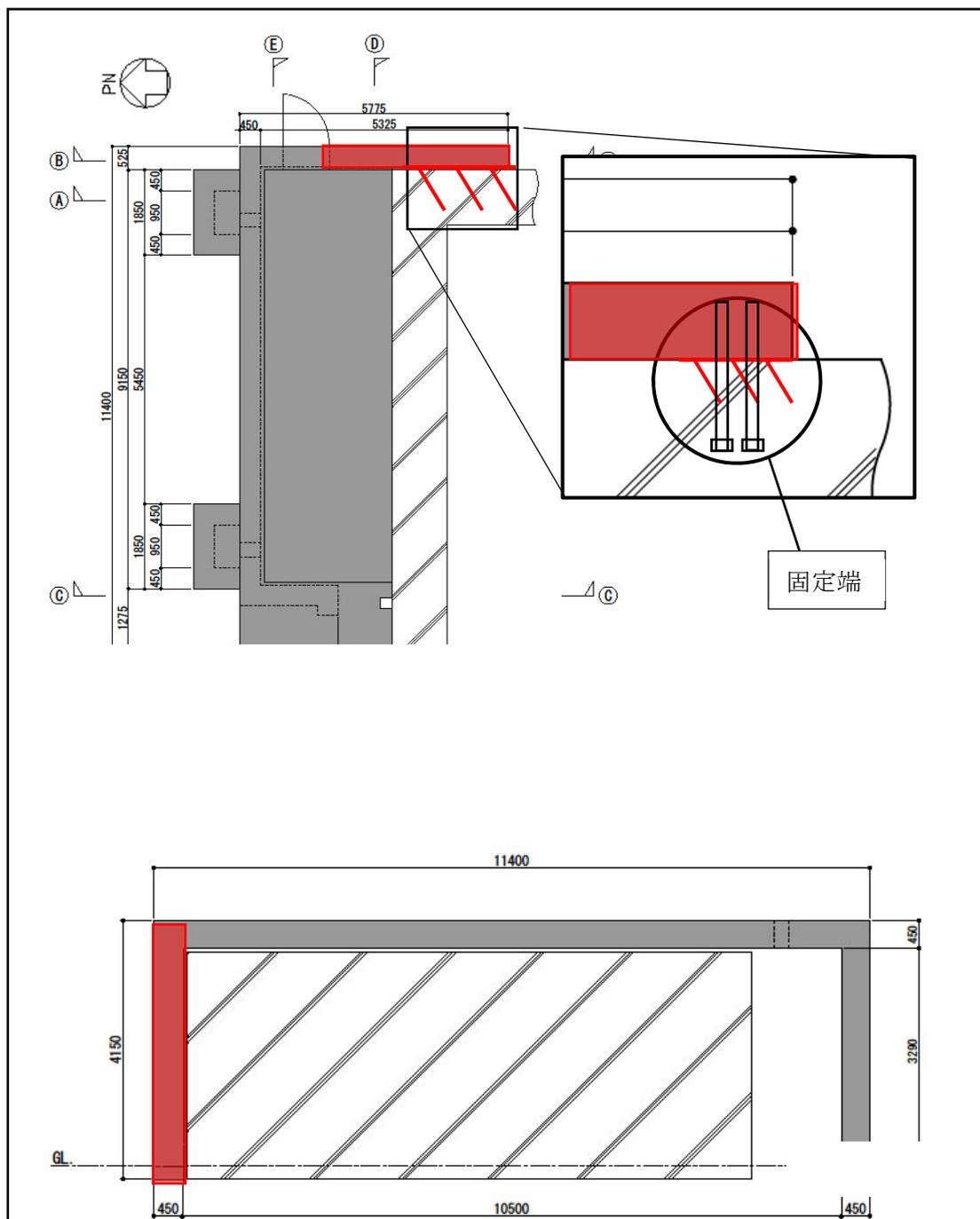
第3.4.1-1図 スラブ及び北側壁の支持条件



第3.4.1-2図 スラブ及び北側壁のモデル図

(2) 東側壁

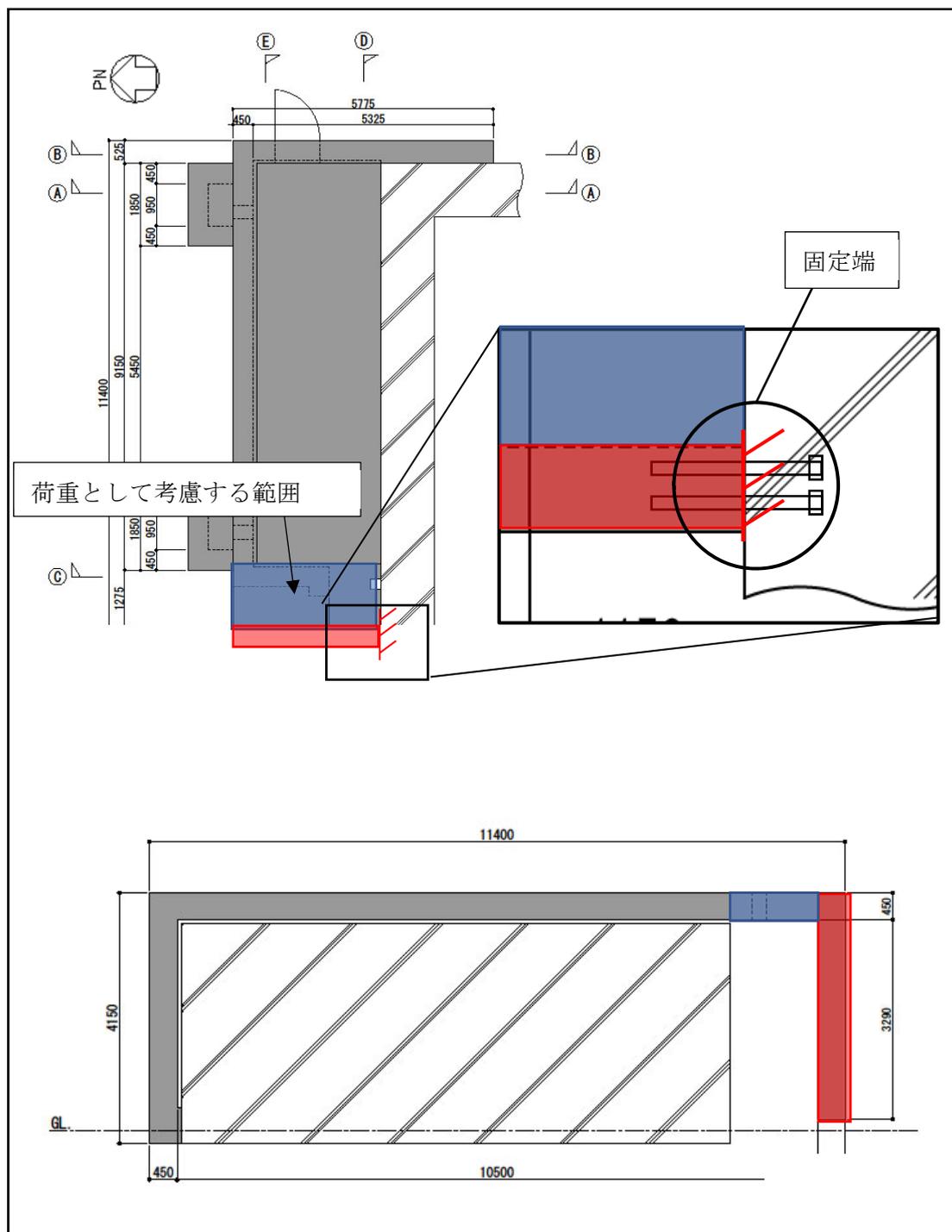
第 3. 4. 1-3 図に東側壁の荷重負担範囲を示す。東側壁が負担する荷重は、図中赤色部分が受け持つ範囲について、固定端の定着板付鉄筋を介し既存躯体へと流れるものとする。当該固定端部の定着板付鉄筋に発生する反力算出を行う。



第 3. 4. 1-3 図 東側壁評価対象範囲

(3) 西側壁

第 3.4.1-4 図に西側壁の荷重負担範囲を示す。西側壁は赤色で示す範囲が部材である。また、スラブ及び北側壁が負担しない青色範囲のスラブの荷重を考慮し、反力算出を行う。



第 3.4.1-4 図 西側壁評価対象範囲

3.4.2 荷重の入力方法

(1) 常時作用する荷重固定荷重(F_d)

RC 基準に基づき、 24kN/m^3 が作用することを考慮する。

(2) 積載荷重 (LL)

積載荷重は、 1.0kN/m^2 を考慮する。

(3) 積雪荷重 (L_s)

「建築基準法・同施行令・同告示」に基づき、屋根に作用する設計時の積雪荷重は、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。

(4) 積灰荷重 (V_L)

積灰荷重は、降下火砕物の層厚 55cm に設定し、積雪量 1cm ごとに 130N/m^2 が作用することを考慮する。

(5) 風荷重 (W_L)

風荷重を受ける面に分布荷重として入力する。

3.4.3 評価方法

(1) 飛来物防護板の評価方法

a. 部材の評価方法

鉄筋及びコンクリートにそれぞれ発生する応力度が許容応力度以下であることを確認する。この時、曲げモーメントは鉄筋が、せん断力はコンクリートが負担し、軸力が作用する場合、引張力は鉄筋が、圧縮力はコンクリートが負担するものとする。なお、曲げモーメントと引張力が同時に作用する場合は組合せ応力を考慮して評価する。

(a) 曲げモーメントについて

$${}_s f_{ts} \geq {}_s \sigma_{ts}$$

${}_s f_{ts}$: 鉄筋の許容引張応力度 [N/mm²]

${}_s \sigma_{ts}$: 鉄筋の設計用引張応力度

$$\sigma_{ts} = {}_s M_{DS} / (a_t \cdot j) \quad [\text{N/mm}^2]$$

${}_s M_{DS}$: 鉄筋1本に作用する設計用曲げモーメント [N]

a_t : 鉄筋の断面積 [mm²]

j : 応力中心間距離 [mm]

(b) せん断力について

$${}_c f_{ts} \geq {}_c \tau_{ts}$$

${}_c f_{ts}$: コンクリートの許容せん断応力度 [N/mm²]

${}_c \tau_{ts}$: コンクリートの設計用せん断応力度

$$\tau_{ts} = {}_c Q_{DS} / (b \cdot j) \quad [\text{N/mm}^2]$$

${}_c Q_{DS}$: コンクリートに作用する設計用せん断力 [N]

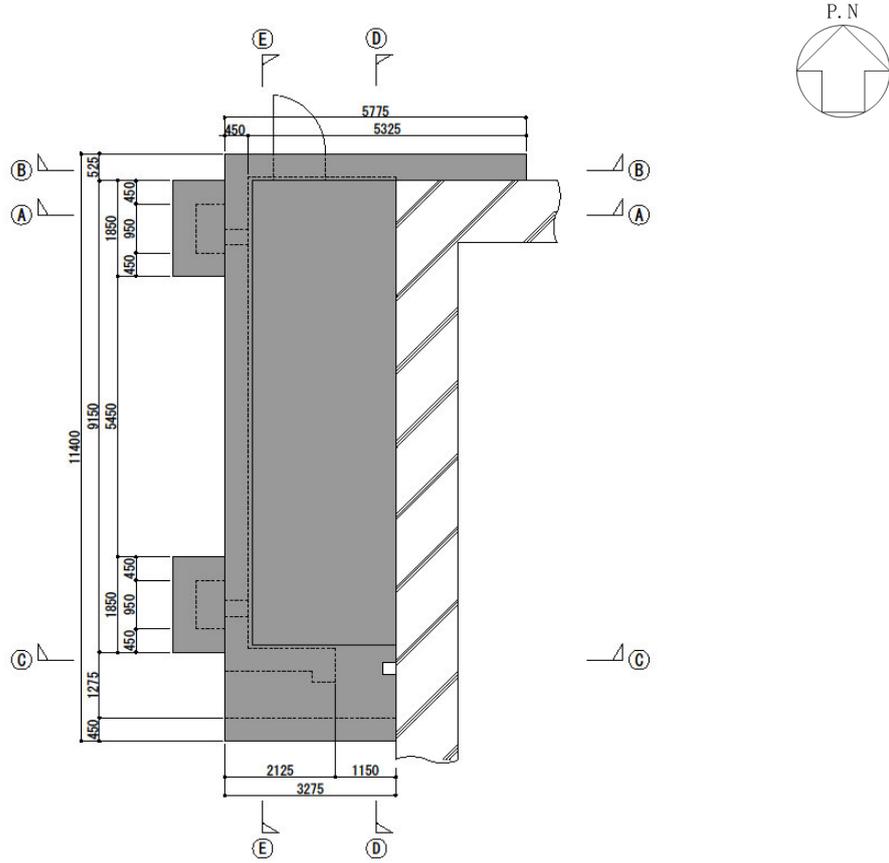
b : コンクリートの幅または厚さ [mm]

j : 応力中心間距離 [mm]

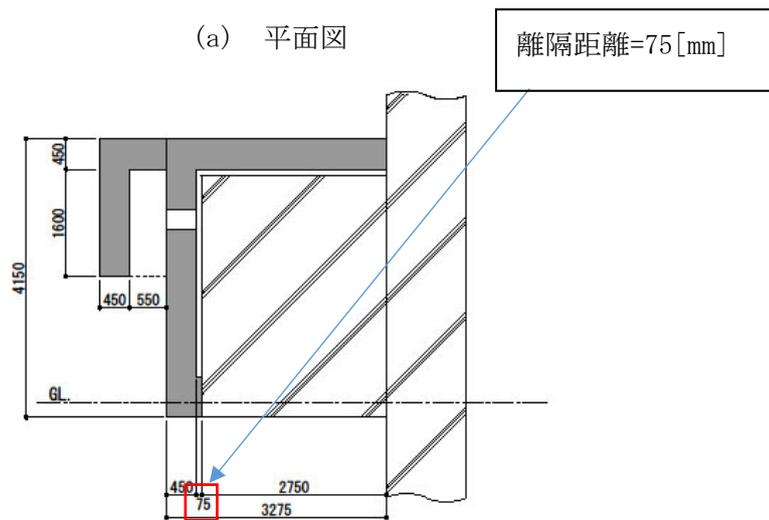
b. 相対変位に対する評価方法

評価位置において、飛来物防護板と前処理建屋の変位の合計値により算出した相対変位が、前処理建屋までの離隔距離を超えないことを確認する。

評価対象位置を第3.4.3-1図に示す。



(a) 平面図



(b) 断面図 (A-A断面)

第3.4.3-1図 評価対象位置

(2) アンカー筋の評価方法

発生する応力度が許容応力度以下であることを確認する。この時、定着筋は引張力・せん断力を負担するものとし、引張力とせん断力が同時に作用する場合は、組合せ応力を考慮して評価する。

引張 $f_{ts} \cong \sigma_{ts}$

せん断 $f_{ts} / \sqrt{3} \cong \tau_{ts}$

組合せ $1.2 \cdot f_{ts} - \sqrt{3} \cdot \tau_{ts} \cong \sigma_{ts}$

※組合せ：引張力とせん断力の組合せを示す。

f_{ts} : 定着板付鉄筋の許容引張応力度 [N/mm²]

σ_{ts} : 定着板付鉄筋の設計用引張応力度

$\sigma_{ts} = T_{DS} / a_s$ [N/mm²]

T_{DS} : 定着板付鉄筋1本に作用する設計用引張力 [N]

τ_{ts} : 定着板付鉄筋の設計用せん断応力度

$\tau_{ts} = Q_{DS} / a_s$ [N/mm²]

Q_{DS} : 定着板付鉄筋1本に作用する設計用せん断力 [N]

a_s : 定着板付鉄筋の断面積 [mm²]

4. 評価結果

4.1 飛来物防護板の評価結果

4.1.1 部材の評価結果

「3.4 評価方法」に基づいた部材の評価結果を第4.1.1-1表に示す。発生応力度が、許容限界を超えないことを確認した。

第4.1.1-1表 部材の評価結果※

| 建屋名 | 部位 | 風方向 | 種別 | 発生応力度 (N/mm ²) | 許容限界 (N/mm ²) | 検定比 | 判定 |
|-------|-----|-----|-----|-------------------------------|------------------------------|------|----|
| 前処理建屋 | スラブ | EW | 曲げ | 47.6 | 345 | 0.14 | OK |
| | | | せん断 | 0.18 | 1.18 | 0.16 | OK |
| | 東側壁 | EW | 曲げ | 19.5 | 345 | 0.06 | OK |
| | | | せん断 | 0.16 | 1.18 | 0.14 | OK |
| | 西側壁 | EW | 曲げ | 70.2 | 345 | 0.21 | OK |
| | | | せん断 | 0.26 | 1.18 | 0.23 | OK |

※：北側壁はアンカー筋の評価で示す。

4.2 アンカー部の評価結果

「3.4 評価方法」に基づいたアンカー筋の評価結果を以下に示す。

検定比が最も大きい部材に対する評価結果を第4.2-1表に示す。発生荷重が、許容限界を超えないことを確認した。

第4.2-1表 アンカー筋の評価結果

| 部位 | 風方向 | 種別 | 発生応力度 (N/mm ²) | 許容限界 (N/mm ²) | 検定比 | 判定 |
|-----|-----|-----|-------------------------------|------------------------------|------|----|
| スラブ | EW | せん断 | 10.2 | 199 | 0.06 | OK |
| | | 引張 | 47.6 | 345 | 0.14 | OK |
| | | 組合せ | 47.6 | 345 | 0.14 | OK |
| 北側壁 | EW | せん断 | 49.3 | 199 | 0.25 | OK |
| | | 引張 | 0.6 | 345 | 0.01 | OK |
| | | 組合せ | 0.6 | 328.6 | 0.01 | OK |
| 東側壁 | EW | せん断 | 36.1 | 199 | 0.19 | OK |
| | | 引張 | 19.9 | 345 | 0.06 | OK |
| | | 組合せ | 19.9 | 345 | 0.06 | OK |
| 西側壁 | EW | せん断 | 26.1 | 199 | 0.14 | OK |
| | | 引張 | 70.3 | 345 | 0.21 | OK |
| | | 組合せ | 70.3 | 345 | 0.21 | OK |

VI-1-1-1-4-4-2-5
竜巻防護対策設備（飛来物防護ネット）の強度計算書

VI-1-1-1-4-4-2-5-1

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)の強度計算書

今回の申請に係る本説明は、令和4年12月21日付け原規規発第2212213号にて認可を受けた設工認申請書の「VI-1-1-1-4-4-2-2-1 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)の強度計算書」に同じである。

VI-1-1-1-4-4-2-5-
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 A）の強度
計算書

目 次

| | ページ |
|--|-----|
| 1. 概要 | 1 |
| 2. 評価条件 | 2 |
| 2.1 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）の評価条件 | 2 |
| 2.2 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 A）の解析モデル | 5 |
| 3. 評価結果 | 7 |
| 3.1 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）の評価結果 | 7 |

1. 概要

本計算書は、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）の構造強度評価について、「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」に基づき、算出した結果を示す。

2. 評価条件

- 2.1 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）の評価条件
 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）の評価条件を第2.1-1表から第2.1-3表に示す。

第2.1-1表 評価条件

| q (N/m ²) | G (-) | V _D (m/s) | H (m) | Z _b (m) | Z _G (m) | α (-) |
|--------------------------|----------|-------------------------|----------|-----------------------|-----------------------|----------|
| 1,860 | 2.13 | 34 | 20.3 | 5 | 350 | 0.15 |

| | C* ¹ (-) | A ₁ * ⁴ (m ²) | |
|---|------------------------|--|-----------------|
| | | NS方向 | EW方向 |
| 防護ネット* ⁵ | 1.4 | 1,758.0 | 1,461.6 |
| 防護板（鋼材）* ⁵ | 1.2 | 48.8 | —* ² |
| 支持架構 （座屈拘束ブレース以外）* ³ * ⁶ | 2.1 | 1,503.2 | 1,395.9 |
| 支持架構* ⁶ （座屈拘束ブレース） | 1.2 | 100.0 | 96.0 |

- 注記 *1：NS方向，EW方向共に同じ値
 *2：EW方向に考慮すべき防護板（鋼材）は無い
 *3：柱やはりの幅は取付けている防護板（鋼材）及び補助防護板を考慮して設定する。また，柱やはりに取付けている防護板（鋼材）及び補助防護板の受圧面積は支持架構（座屈拘束ブレース以外）に含める。
 *4：防護ネット（補助防護板含む），防護板（鋼材），支持架構部材の交差部では受圧面積を重複させている。
 *5：「建設省告示1454号」に基づき設定
 *6：「建築物荷重指針・同解説（2004）」に基づき設定

| V _L (N/m ²) | L _c (N/m ²) | S _L (N/m ²) | 受圧部寸法 (mm) | | A ₂ (m ²) |
|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------|--------|-------------------------------------|
| | | | a' | c' | |
| 7,150 | 1,000 | 4,500 | 43,300 | 36,000 | 1,641.80* |
| | | | 4,600 | 10,300 | |

- 注記 *：寸法は部材中心間の距離を示しており，寸法に示されていない外周に配置されている部材の幅分（約200mm）の面積を別途考慮する。

第 2.1-2 表 評価条件

| 部材 | 断面形状 | 材料 | A (mm ²) | Zx (mm ³) | Zy (mm ³) | Asx (mm ²) | Asy (mm ²) |
|--------|------------------|--------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|
| 柱 | □-500x500x28 | BCP325 | 48,830 | 6.87×10^6 | 6.87×10^6 | 20,160 | 20,160 |
| | □-500x500x32 | G385 | 54,630 | 7.47×10^6 | 7.47×10^6 | 21,760 | 21,760 |
| | H-400x400x13x21 | SN490B | 21,870 | 3.33×10^6 | 1.12×10^6 | 16,800 | 5,200 |
| 大はり | H-400x400x13x21 | SN490B | 21,870 | 3.33×10^6 | 1.12×10^6 | 16,800 | 5,200 |
| | H-414x405x18x28 | SN490B | 29,540 | 4.48×10^6 | 1.53×10^6 | 22,680 | 7,452 |
| | H-428x407x20x35 | SN490B | 36,070 | 5.57×10^6 | 1.93×10^6 | 28,490 | 8,560 |
| | BH-430x430x28x40 | SN490B | 44,200 | 6.57×10^6 | 2.47×10^6 | 34,400 | 12,040 |
| 小はり | H-390x300x10x16 | SN490B | 13,330 | 1.94×10^6 | 4.80×10^5 | 9,600 | 3,900 |
| | H-400x400x13x21 | SN490B | 21,870 | 3.33×10^6 | 1.12×10^6 | 16,800 | 5,200 |
| トラス柱 | H-300x300x10x15 | SN490B | 11,850 | 1.35×10^6 | 4.50×10^5 | 9,000 | 3,000 |
| | H-390x300x10x16 | SN490B | 13,330 | 1.94×10^6 | 4.80×10^5 | 9,600 | 3,900 |
| | H-400x400x13x21 | SN490B | 21,870 | 3.33×10^6 | 1.12×10^6 | 16,800 | 5,200 |
| 鉛直ブレース | H-350x350x12x19 | SN490B | 17,190 | 2.28×10^6 | 7.76×10^5 | 13,300 | 4,200 |
| | H-300x300x10x15 | SN490B | 11,850 | 1.35×10^6 | 4.50×10^5 | 9,000 | 3,000 |
| | H-250x250x9x14 | SN490B | 9,143 | 8.60×10^5 | 2.92×10^5 | 7,000 | 2,250 |
| | H-200x200x8x12 | SN490B | 6,353 | 4.72×10^5 | 1.60×10^5 | 4,800 | 1,600 |
| 水平ブレース | H-300x300x10x15 | SN490B | 11,850 | 4.50×10^5 | 1.35×10^6 | 3,000 | 9,000 |
| | H-250x250x9x14 | SN490B | 9,143 | 2.92×10^5 | 8.60×10^5 | 2,250 | 7,000 |

第2.1-3表 荷重の組合せ

| 名称 | 評価対象 | 評価対象部位 | 考慮する荷重 |
|---------------------------------------|------|---|--|
| 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) | 支持架構 | 柱, 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 | <ul style="list-style-type: none"> ・常時作用する荷重 ・降下火砕物の堆積及び積雪による鉛直荷重 ・風（台風）による水平荷重 |

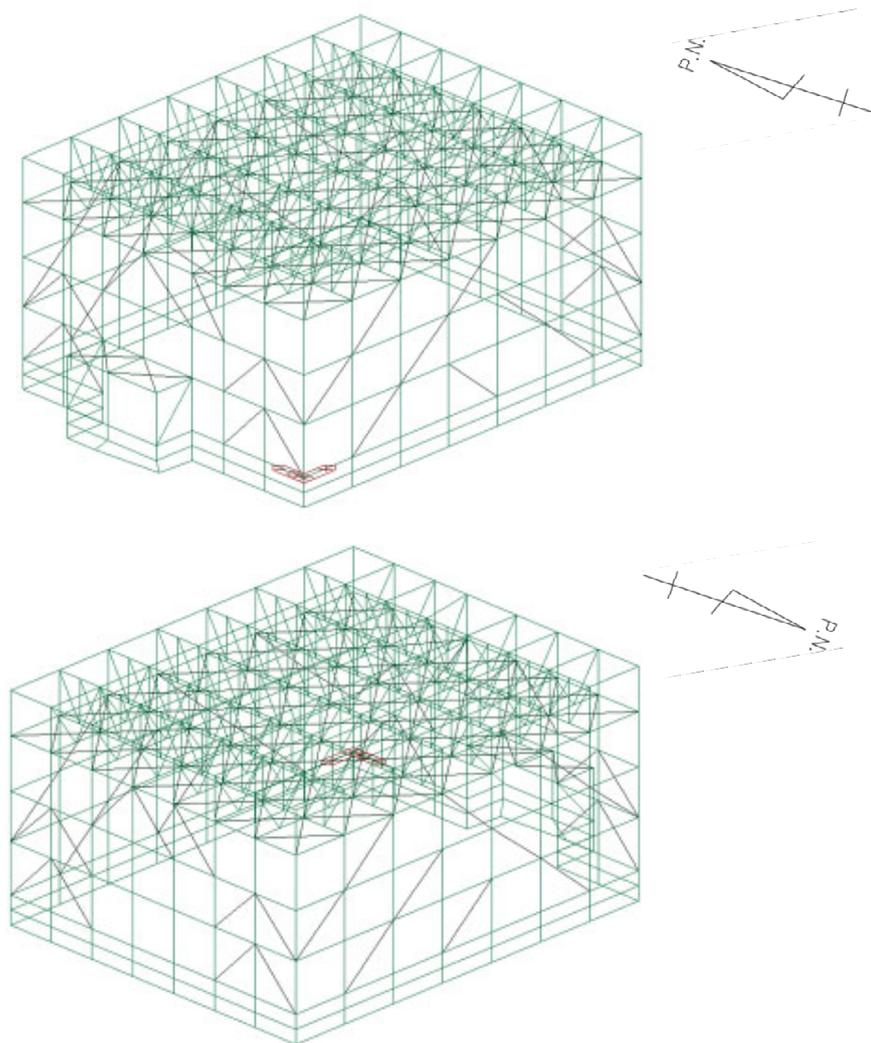
2.2 飛来物防護ネット（再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔A）の解析モデル

解析モデルは、降下火砕物の堆積及び積雪の堆積による鉛直荷重については、飛来物防護ネットの水平投影面に対して算出し、保守的な評価とするため、重心位置が高くなるよう、解析モデルの天面に負荷する。

FEM解析に用いる解析コード「midas iGen (ver.845)」の検証及び妥当性確認等の概要については、「VI-1-1-1-4-5 計算機プログラム(解析コード)の概要」に示す。

拘束条件としては、水平ブレース及び座屈拘束ブレースは両端ピン接合とし、基礎梁下端をピン支持とする。

計算モデルを第2.2-1図に、計算モデルの諸元を第2.2-1表に示す。



第2.2-1図 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)の計算モデル

第2.2-1表 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
計算モデル諸元

| 評価モデル | 節点数 | 要素数 |
|-----------------------------------|-----|-------|
| 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) | 450 | 1,100 |

3. 評価結果

3.1 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）の評価結果

降下火砕物等の堆積時の構造強度評価結果を第3.1-1表及び第3.1-2表に示す。支持架構に発生する応力は、許容応力以下である。また、座屈拘束ブレースに発生するひずみは許容値以下である。

第3.1-1表 支持架構の構造強度評価結果 (1/2)

| 評価対象 部位 | 応力分類 | 発生応力*1*2 (MPa) | 許容応力*2 (MPa) | 応力比*2 | |
|------------|-------------|-------------------|-----------------|-------|------|
| 柱 | 引張 | — | — | — | |
| | 圧縮 | 39.2 | 181 | 0.22 | |
| | 曲げ | X軸廻り | 1.2 | 325 | 0.01 |
| | | Y軸廻り | 93.7 | 325 | 0.29 |
| | せん断 | 7.6 | 187 | 0.05 | |
| | 組合せ (引張+曲げ) | — | — | — | |
| | 組合せ (圧縮+曲げ) | 0.51 | 1.00 | 0.51 | |
| 大はり | 引張 | — | — | — | |
| | 圧縮 | 105.6 | 264 | 0.40 | |
| | 曲げ | X軸廻り | 16.9 | 325 | 0.06 |
| | | Y軸廻り | 7.2 | 325 | 0.03 |
| | せん断 | 1.7 | 187 | 0.01 | |
| | 組合せ (引張+曲げ) | — | — | — | |
| | 組合せ (圧縮+曲げ) | 0.48 | 1.00 | 0.48 | |
| 小はり | 引張 | — | — | — | |
| | 圧縮 | 32.3 | 182 | 0.18 | |
| | 曲げ | X軸廻り | 84.5 | 267 | 0.32 |
| | | Y軸廻り | 43.2 | 325 | 0.14 |
| | せん断 | 18.9 | 187 | 0.11 | |
| | 組合せ (引張+曲げ) | — | — | — | |
| | 組合せ (圧縮+曲げ) | 0.63 | 1.00 | 0.63 | |
| トラス柱 | 引張 | — | — | — | |
| | 圧縮 | 87.0 | 239 | 0.37 | |
| | 曲げ | X軸廻り | 67.8 | 325 | 0.21 |
| | | Y軸廻り | 52.9 | 325 | 0.17 |
| | せん断 | 14.8 | 187 | 0.08 | |
| | 組合せ (引張+曲げ) | — | — | — | |
| | 組合せ (圧縮+曲げ) | 0.74 | 1.00 | 0.74 | |

注記 *1 : 組合せについては応力比を記載

*2 : 組合せについては応力比で評価を行うため単位なし

*3 : 応力比=発生応力/許容応力

第3.1-1表 支持架構の構造強度評価結果 (2/2)

| 評価対象 部位 | 応力分類 | 発生応力*1*2 (MPa) | 許容応力*2 (MPa) | 応力比*3 | |
|------------|-------------|-------------------|-----------------|-------|------|
| 水平ブレ ース | 引張 | 64.3 | 325 | 0.20 | |
| | 圧縮 | — | — | — | |
| | 曲げ | X軸廻り | — | — | — |
| | | Y軸廻り | — | — | — |
| | せん断 | — | — | — | |
| | 組合せ (引張+曲げ) | — | — | — | |
| | 組合せ (圧縮+曲げ) | — | — | — | |
| 鉛直ブレ ース | 引張 | — | — | — | |
| | 圧縮 | 94.7 | 173 | 0.55 | |
| | 曲げ | X軸廻り | 34.6 | 325 | 0.11 |
| | | Y軸廻り | 1.5 | 325 | 0.01 |
| | せん断 | 3.7 | 187 | 0.02 | |
| | 組合せ (引張+曲げ) | — | — | — | |
| | 組合せ (圧縮+曲げ) | 0.66 | 1.00 | 0.66 | |

注記 *1 : 組合せについては応力比を記載
 *2 : 組合せについては応力比で評価を行うため単位なし
 *3 : 応力比=発生応力/許容応力

第3.1-2表 座屈拘束ブレースの構造強度評価結果

| 評価対象 部位 | 評価項目 | 発生ひずみ | 許容ひずみ | 検定比 |
|--------------|------|--------|-------|------|
| 座屈拘束 ブレース | 軸ひずみ | 0.138% | 3.0% | 0.05 |

VI-1-1-1-4-4-2-5-3

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, B）の強度計算書

目 次

| | ページ |
|---|-----|
| 1. 概要 | 1 |
| 2. 評価条件 | 2 |
| 2.1 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, B）の 評価条件 | 2 |
| 2.1 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, B）の 解析モデル | 5 |
| 3. 評価結果 | 7 |
| 3.1 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, B）の 評価結果 | 7 |

1. 概要

本計算書は、降下火砕物防護対象施設である飛来物防護ネット（第2非常用ディーゼル発電機用 安全冷却水系冷却塔A, B）の構造強度評価について、「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」に基づき、算出した結果を示す。

2. 評価条件

2.1 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,B）の
評価条件

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,B）の
評価条件を第2.1-1表から第2.1-3表に示す。

第2.1-1表 評価条件

| q (N/m ²) | G (-) | V _D (m/s) | H (m) | Z _b (m) | Z _G (m) | α (-) |
|--------------------------|----------|-------------------------|----------|-----------------------|-----------------------|----------|
| 1,790 | 2.16 | 34 | 17.1 | 5 | 350 | 0.15 |

| | C* ¹ (-) | A ₁ * ³ (m ²) | |
|---|------------------------|--|---------|
| | | NS方向 | EW方向 |
| 防護ネット* ⁴ | 1.4 | 490.1 | 502.4 |
| 防護板（鋼材）* ⁴ | 1.2 | 229.9 | 721.1 |
| 支持架構 （座屈拘束ブレース以外）* ² * ⁵ | 2.1 | 1,579.6 | 1,671.6 |
| 支持架構* ⁵ （座屈拘束ブレース） | 1.2 | 66.7 | 67.2 |

注記 *1：NS方向，EW方向共に同じ値

*2：柱やはりの幅は取付けている防護板（鋼材）及び補助防護板を考慮して設定する。また，柱やはりに取付けている防護板（鋼材）及び補助防護板の受圧面積は支持架構（座屈拘束ブレース以外）に含める。

*3：防護ネット（補助防護板含む），防護板（鋼材），支持架構部材の交差部では受圧面積を重複させている。

*4：「建設省告示1454号」に基づき設定

*5：「建築物荷重指針・同解説（2004）」に基づき設定

| V _L (N/m ²) | L _c (N/m ²) | S _L (N/m ²) | 受圧部寸法 (mm) | | A ₂ (m ²) |
|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------|--------|-------------------------------------|
| | | | a' | c' | |
| 7,150 | 1,000 | 4,500 | 6,850 | 21,600 | 999.82* |
| | | | 36,275 | 21,050 | |
| | | | 17,400 | 16,350 | |
| | | | 10,000 | 21,600 | |

注記 *：寸法は部材中心間の距離を示しており，寸法に示されていない外周に配置されている部材の幅分（約200mm）の面積を別途考慮する。

第 2.1-2 表 評価条件

| 部材 | 断面形状 | 材料 | A (mm ²) | Z _x (mm ³) | Z _y (mm ³) | As _x (mm ²) | As _y (mm ²) |
|------------|-----------------|--------|-------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| 柱 | □-600x600x28 | BCP325 | 60,030 | 1.05×10 ⁷ | 1.05×10 ⁷ | 25,760 | 25,760 |
| | □-600x600x32 | G385 | 67,430 | 1.15×10 ⁷ | 1.15×10 ⁷ | 28,160 | 28,160 |
| | □-600x600x36 | G385 | 74,540 | 1.24×10 ⁷ | 1.24×10 ⁷ | 30,240 | 30,240 |
| | H-400x400x13x21 | SN490B | 21,870 | 3.33×10 ⁶ | 1.12×10 ⁶ | 16,800 | 5,200 |
| | H-414x405x18x28 | SN490B | 29,540 | 4.48×10 ⁶ | 1.53×10 ⁶ | 22,680 | 7,452 |
| | H-428x407x20x35 | SN490B | 36,070 | 5.57×10 ⁶ | 1.93×10 ⁶ | 28,490 | 8,560 |
| | H-458x417x30x50 | SN490B | 52,860 | 8.17×10 ⁶ | 2.90×10 ⁶ | 41,700 | 13,740 |
| 大はり | H-400x400x13x21 | SN490B | 21,870 | 3.33×10 ⁶ | 1.12×10 ⁶ | 16,800 | 5,200 |
| | H-414x405x18x28 | SN490B | 29,540 | 4.48×10 ⁶ | 1.53×10 ⁶ | 22,680 | 7,452 |
| | H-428x407x20x35 | SN490B | 36,070 | 5.57×10 ⁶ | 1.93×10 ⁶ | 28,490 | 8,560 |
| 小はり | H-390x300x10x16 | SN490B | 13,330 | 1.94×10 ⁶ | 4.80×10 ⁵ | 9,600 | 3,900 |
| | H-400x400x13x21 | SN490B | 21,870 | 3.33×10 ⁶ | 1.12×10 ⁶ | 16,800 | 5,200 |
| トラス柱 | H-390x300x10x16 | SN490B | 13,330 | 1.94×10 ⁶ | 4.80×10 ⁵ | 9,600 | 3,900 |
| 鉛直 ブレース | H-300x300x10x15 | SN490B | 11,850 | 1.35×10 ⁶ | 4.50×10 ⁵ | 9,000 | 3,000 |
| | H-250x250x9x14 | SN490B | 9,143 | 8.60×10 ⁵ | 2.92×10 ⁵ | 7,000 | 2,250 |
| 水平 ブレース | H-300x300x10x15 | SN490B | 11,850 | 4.50×10 ⁵ | 1.35×10 ⁶ | 3,000 | 9,000 |
| | H-250x250x9x14 | SN490B | 9,143 | 2.92×10 ⁵ | 8.60×10 ⁵ | 2,250 | 7,000 |
| | 2L-100x100x10 | SS400 | 3,800 | 4.88×10 ⁴ | 7.49×10 ⁴ | 2,000 | 2,000 |

第2.1-3表 荷重の組合せ

| 名称 | 評価対象 | 評価対象部位 | 考慮する荷重 |
|--|------|---|---|
| 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, B) | 支持架構 | 柱, 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 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 常時作用する荷重 ・ 降下火砕物の堆積及び積雪による鉛直荷重 ・ 風 (台風) による水平荷重 |

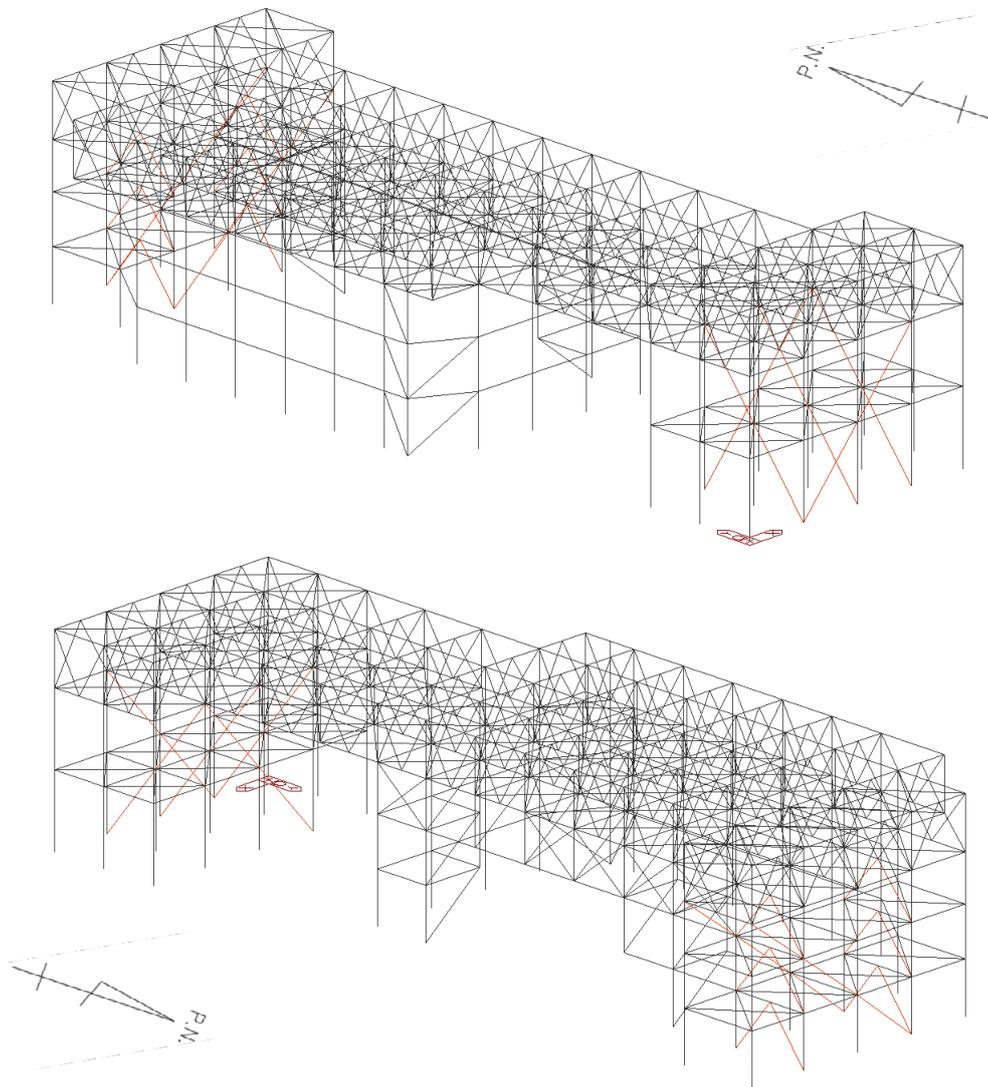
2.2 飛来物防護ネット（第2非常用ディーゼル発電機用 安全冷却水系冷却塔A,B）の解析モデル

解析モデルは、降下火砕物の堆積及び積雪の堆積による鉛直荷重については、飛来物防護ネットの水平投影面に対して算出し、保守的な評価とするため、重心位置が高くなるよう、解析モデルの天面に負荷する。

FEM解析に用いる解析コード「midas iGen (ver.845)」の検証及び妥当性確認等の概要については、「VI-1-1-1-4-5 計算機プログラム(解析コード)の概要」に示す。

拘束条件としては、水平ブレース及び座屈拘束ブレースは両端ピン接合とし、基礎梁下端をピン支持とする。

計算モデルを第2.2-1図に、計算モデルの諸元を第2.2-1表に示す。



第2.2-1図 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,B)の計算モデル

第2.2-1表 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, B) の計算モデル諸元

| 評価モデル | 節点数 | 要素数 |
|--|-----|-------|
| 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, B) | 566 | 1,429 |

3. 評価結果

3.1 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,B）の 評価結果

降下火砕物等の堆積時の構造強度評価結果を第3.1-1表及び第3.1-2表に示す。支持架構に発生する応力は、許容応力以下である。また、座屈拘束ブレースに発生するひずみは許容値以下である。

第5.1-1表 支持架構の構造強度評価結果 (1/2)

| 評価対象 部位 | 応力分類 | 発生応力*1*2 (MPa) | 許容応力*2 (MPa) | 応力比*3 | |
|------------|-------------|-------------------|-----------------|-------|------|
| 柱 | 引張 | — | — | — | |
| | 圧縮 | 24.7 | 95 | 0.26 | |
| | 曲げ | X軸廻り | 16.3 | 325 | 0.06 |
| | | Y軸廻り | 78.7 | 325 | 0.25 |
| | せん断 | 4.4 | 187 | 0.03 | |
| | 組合せ (引張+曲げ) | — | — | — | |
| | 組合せ (圧縮+曲げ) | 0.56 | 1.00 | 0.56 | |
| 大はり | 引張 | — | — | — | |
| | 圧縮 | 1.9 | 271 | 0.01 | |
| | 曲げ | X軸廻り | 78.6 | 325 | 0.25 |
| | | Y軸廻り | 121.4 | 325 | 0.38 |
| | せん断 | 17.5 | 187 | 0.10 | |
| | 組合せ (引張+曲げ) | — | — | — | |
| | 組合せ (圧縮+曲げ) | 0.63 | 1.00 | 0.63 | |
| 小はり | 引張 | — | — | — | |
| | 圧縮 | 47.0 | 207 | 0.23 | |
| | 曲げ | X軸廻り | 14.8 | 301 | 0.05 |
| | | Y軸廻り | 7.4 | 325 | 0.03 |
| | せん断 | 19.4 | 187 | 0.11 | |
| | 組合せ (引張+曲げ) | — | — | — | |
| | 組合せ (圧縮+曲げ) | 0.30 | 1.00 | 0.30 | |
| トラス柱 | 引張 | — | — | — | |
| | 圧縮 | 1.1 | 239 | 0.01 | |
| | 曲げ | X軸廻り | 1.0 | 325 | 0.01 |
| | | Y軸廻り | 63.7 | 325 | 0.20 |
| | せん断 | 2.0 | 187 | 0.02 | |
| | 組合せ (引張+曲げ) | — | — | — | |
| | 組合せ (圧縮+曲げ) | 0.21 | 1.00 | 0.21 | |

注記 *1 : 組合せについては応力比を記載

*2 : 組合せについては応力比で評価を行うため単位なし

*3 : 応力比=発生応力/許容応力

第5.1-1表 支持架構の構造強度評価結果 (2/2)

| 評価対象 部位 | 応力分類 | 発生応力*1*2 (MPa) | 許容応力*2 (MPa) | 応力比*3 | |
|------------|-------------|-------------------|-----------------|-------|------|
| 水平ブレ ース | 引張 | 56.2 | 235 | 0.24 | |
| | 圧縮 | — | — | — | |
| | 曲げ | X軸廻り | — | — | — |
| | | Y軸廻り | — | — | — |
| | せん断 | — | — | — | |
| | 組合せ (引張+曲げ) | — | — | — | |
| | 組合せ (圧縮+曲げ) | — | — | — | |
| 鉛直ブレ ース | 引張 | — | — | — | |
| | 圧縮 | 115.5 | 255 | 0.46 | |
| | 曲げ | X軸廻り | 64.1 | 325 | 0.20 |
| | | Y軸廻り | 5.0 | 325 | 0.02 |
| | せん断 | 8.4 | 187 | 0.05 | |
| | 組合せ (引張+曲げ) | — | — | — | |
| | 組合せ (圧縮+曲げ) | 0.67 | 1.00 | 0.67 | |

注記 *1 : 組合せについては応力比を記載

*2 : 組合せについては応力比で評価を行うため単位なし

*3 : 応力比=発生応力/許容応力

第3.1-2表 座屈拘束ブレースの構造強度評価結果

| 評価対象 部位 | 評価項目 | 発生ひずみ | 許容ひずみ | 検定比 |
|--------------|------|--------|-------|------|
| 座屈拘束 ブレース | 軸ひずみ | 0.108% | 3.0% | 0.04 |

VI-1-1-1-4-5
計算機プログラム（解析コード）の
概要

令和4年12月21日付け原規規発第2212213号にて認可を受けた設工認申請書の「VI-1-1-1-4-5 計算機プログラム（解析コード）の概要」から、今回申請で追加又は変更する箇所を下線で示す。

目 次

| | ページ |
|------------------------|-----|
| 1. はじめに | 1 |
| 別紙 1 MSC NASTRAN | |
| 別紙 2 midas iGen | |
| <u>別紙 3 DYN2E</u> | |
| <u>別紙 4 NX Nastran</u> | |
| <u>別紙 5 NUPP4</u> | |
| <u>別紙 6 MD NASTRAN</u> | |

1. はじめに

本資料は、「VI-1-1-1-4 火山への配慮に関する説明書」において使用した解析コードについて説明するものである。

「VI-1-1-1-4 火山への配慮に関する説明書」において使用した解析コードの使用状況一覧，解析コードの概要を以降に記載する。

別紙1 MSC NASTRAN

1. 使用状況一覧

建設工認

| 使用添付書類 | | バージョン |
|---|--|-----------------|
| <u>VI-1-1-1</u> <u>-4-4-2-</u> <u>2-1</u> | 安全冷却水 B 冷却塔の強度計算書 | Ver. 2008. 0. 4 |
| <u>VI-1-1-1</u> <u>-4-4-2-</u> <u>2-2</u> | 安全冷却水 A 冷却塔の強度計算書 | Ver. 2008. 0. 4 |
| <u>VI-1-1-1</u> <u>-4-4-2-</u> <u>2-3</u> | 冷却塔 A, B の強度計算書 | Ver. 2008. 0. 4 |
| <u>VI-1-1-1</u> <u>-4-4-2-</u> <u>4-1</u> | 飛来物防護板(主排気筒接続用 屋外配管及び屋外ダクト 主排気筒周り)の強度計算書 | Ver. 2008r1 |

2. 解析コードの概要

| | |
|---|---|
| 項目 \ コード名 | MSC NASTRAN |
| 開発機関 | MSC Software Corporation |
| 開発時期 | 1971年（一般商用リリース） |
| 使用したバージョン | Ver. 2008.0.4 <u>Ver. 2008r1</u> |
| 使用目的 | 3次元有限要素法による応力解析 |
| コードの概要 | <ul style="list-style-type: none"> MSC NASTRAN（以下、「本解析コード」という。）は、航空機の機体強度解析を目的として開発された有限要素法による構造解析用の汎用計算機プログラムである。 適用モデル（主にはり要素、シェル要素、ソリッド要素）に対して、静的解析（線形、非線形）、動的解析（過渡応答解析、周波数応答解析）、固有値解析、伝熱解析（温度分布解析）、熱応力解析、線形座屈解析等の機能を有している。 数多くの研究機関や企業において、航空宇宙、自動車、造船、機械、建築、土木など様々な分野の構造解析に使用されている。 |
| 検証 (Verification) 及び 妥当性確認 (Validation) | <p>【検証(Verification)】 本解析コードの検証の内容は以下のとおりである。</p> <ul style="list-style-type: none"> 構造力学分野における一般的知見により解を求めることが出来る体系について、本解析コードを用いた3次元有限要素法による応力解析結果と理論モデルによる理論解の比較を行い、解析解が理論解と一致することを確認している。 本解析コードの運用環境について、開発機関から提示された要件を満足していることを確認している。 <p>【妥当性確認(Validation)】 本解析コードの妥当性確認の内容は以下のとおりである。</p> <ul style="list-style-type: none"> 日本原子力発電株式会社の東海第二発電所の工事計画認可申請において、使用済燃料乾式貯蔵建屋の静的応力解析及び動的応力解析に本解析コードが使用された実績がある。 検証の体系と今回申請で使用する体系が同等であることから、検証結果をもって解析機能の妥当性も確認できる。 今回の申請において使用するバージョンは、他プラントの既工事計画において使用されているものと同じであることを確認している。 本解析コードの適用制限として使用要素数があるが、使用した要素数は適用制限以下であり、本申請における使用用途及び使用方法に関する適用範囲が上述の妥当性確認の範囲内であることを確認している。 |

別紙2 midas iGen

1. 使用状況一覧

建設工認

| 使用添付書類 | | バージョン |
|---|---|-----------------|
| <u>VI-1-1-1</u> <u>-4-4-2-</u> <u>5-1</u> | 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)の強度計算書 | Ver. 845 |
| <u>VI-1-1-1</u> <u>-4-4-2-</u> <u>5-2</u> | 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)の強度計算書 | <u>Ver. 845</u> |
| <u>VI-1-1-1</u> <u>-4-4-2-</u> <u>5-3</u> | 飛来物防護ネット(第 2 非常用ディーゼル発電機用 <u>安全冷却水系冷却塔 A, B)</u> | <u>Ver. 845</u> |

2. 解析コードの概要

| | |
|---|---|
| 項目 \ コード名 | midas iGen |
| 開発機関 | MIDAS IT |
| 開発時期 | 1990年代前半 |
| 使用したバージョン | Ver. 845 |
| 使用目的 | 静的解析 |
| コードの概要 | <ul style="list-style-type: none"> midas iGen（以下「本解析コード」という。）は、建築分野に特化した要素群及び材料非線形モデルを数多くサポートしている構造解析用の汎用計算機プログラムである。 |
| 検証 (Verification) 及び 妥当性確認 (Validation) | <p>【検証(Verification)】 本解析コードの検証の内容は以下のとおりである。</p> <ul style="list-style-type: none"> フレームモデルを対象に、本解析コードによる解析結果と、別計算機コード「汎用計算機コード (TDAPⅢ) による解析結果を比較し、両者の解析結果が概ね一致することを確認している。 本解析コードの運用環境について、開発機関から提示された要件を満足していることを確認している。 <p>【妥当性確認(Validation)】 本解析コードの妥当性確認の内容は以下のとおりである。</p> <ul style="list-style-type: none"> 日本原子力発電株式会社の東海第二発電所の工事計画認可申請において、原子炉建屋の静的解析に本解析コードが使用された実績がある。 検証の体系と今回申請で使用する体系が同等であることから、検証結果をもって解析機能の妥当性も確認できる。 今回の申請において使用するバージョンは、他プラントの既工事計画において使用されているものと異なるが、バージョンの変更において解析機能に影響のある変更が行われていないことを確認している。 今回申請で行う使用用途及び使用方法に関する適用範囲が上述の妥当性確認の範囲内であることを確認している。 |

別紙3 DYN2E

1. 使用状況一覧

施設変更設工認

| 使用添付書類 | | バージョン |
|---|------------|-------------------|
| <u>VI-1-1-1</u> <u>-4-4-2-</u> <u>4-1</u> | 北換気筒の強度計算書 | <u>Ver. 8.1.0</u> |

建設設工認

| 使用添付書類 | | バージョン |
|---|------------|-------------------|
| <u>VI-1-1-1</u> <u>-4-4-2-</u> <u>3-1</u> | 主排気筒の強度計算書 | <u>Ver. 8.1.0</u> |
| <u>VI-1-1-1</u> <u>-4-4-2-</u> <u>3-2</u> | 北換気筒の強度計算書 | <u>Ver. 8.1.0</u> |

2. 解析コードの概要

| | |
|--|--|
| <p>項目 \ コード名</p> | <p>DYNA2E</p> |
| <p>開発機関</p> | <p>伊藤忠テクノソリューションズ株式会社</p> |
| <p>開発時期</p> | <p>2018年(初版開発時期 1972年)</p> |
| <p>使用したバージョン</p> | <p>Ver. 8.1.0</p> |
| <p>使用目的</p> | <p>固有値解析, 地震応答解析, 静的応力解析</p> |
| <p>コードの概要</p> | <p>DYNA2E(以下「本解析コード」という。)は, 土木・建築分野における骨組解析を対象として開発された, 市販されている汎用構造解析コードである。</p> <p>本解析コードは, 2次元/3次元の骨組構造物に対し, 静的な節点力が入力された場合の構造物の変位及び断面力を求めるための静的応力解析, 固有周期, 固有振動モード及びモード減衰定数等を算出する固有値解析, モード法, 直接積分法, 複素応答法及び周波数応答法による線形動的応答解析, 直接積分法による非線形動的応答解析を行うことができる。</p> <p>橋梁, 建築, 機器構造物, 原子力建屋等で豊富な解析実績を有する。</p> |
| <p>検証 (Verification) 及び 妥当性確認 (Validation)</p> | <p>【検証(Verification)】 本解析コードの検証の内容は以下のとおりである。 ・本解析コードによる解析の検証として, 実績ある別解析コードと同一諸元による固有値解析, 地震応答解析及び静的応力解析を行い, 算定結果が一致することを確認している。 ・動作環境を満足する計算機にインストールして用いていることを確認している。</p> <p>【妥当性確認(Validation)】 本解析コードの妥当性確認の内容は以下のとおりである。 ・東北電力株式会社女川原子力発電所2号機の工事計画認可申請において, 本申請と同じ使用目的での実績を有することを確認している。 ・本申請において使用するバージョンは, 上記の先行施設にて使用しているものと同じであることを確認している。 ・上述の検証の内容のとおり, 本申請における使用目的と整合した検証として, 固有値解析, 地震応答解析及び静的応力解析に対して本解析コードと実績ある他コードとの比較を実施し, 本解析コードが他コードと同等の解を与えることを確認していることから, 本解析コードを本申請における固有値解析, 地震応答解析及び静的応力解析に使用することは妥当である。</p> |

別紙4 NX Nastran

1. 使用状況一覧

建設工認

| 使用添付書類 | | バージョン |
|---|---|----------|
| <u>VI-1-1-1</u> <u>-4-4-2-</u> <u>4-2</u> | 飛来物防護板(主排気筒接続用 屋外配管及び屋外ダクト 分離建屋屋外)の強度計算書 | Ver. 7.1 |
| <u>VI-1-1-1</u> <u>-4-4-2-</u> <u>4-3</u> | 飛来物防護板(主排気筒接続用 屋外配管及び屋外ダクト 精製建屋屋外)の強度計算書 | Ver. 7.1 |
| <u>VI-1-1-1</u> <u>-4-4-2-</u> <u>4-4</u> | 飛来物防護板(主排気筒接続用 屋外配管及び屋外ダクト 高レベル廃液ガラス固化建屋屋外)の強度計算書 | Ver. 7.1 |

2. 解析コードの概要

| | | |
|------------------|---|-------------------|
| <u>項目</u> | <u>コード名</u> | <u>NX Nastran</u> |
| <u>開発機関</u> | <u>Siemens PLM(Product Lifecycle Management) Software Inc.</u> | |
| <u>開発時期</u> | <u>1971年 (The MacNeal-Schwendler Corporation)</u> <u>2005年 (Siemens PLM Software Inc.)</u> | |
| <u>使用したバージョン</u> | <u>Ver. 7.1</u> | |
| <u>使用目的</u> | <u>3次元有限要素法による固有値解析, 応力解析</u> | |
| <u>コードの概要</u> | <p><u>NX Nastran (以下「本解析コード」という。)は, 航空機の機体強度解析を目的として The MacNeal-Schwendler Corporation により開発され, Siemens PLM Software Inc.に引き継がれた有限要素法による構造解析用の汎用プログラムであり, MSC NASTRAN と同じ機能を持つ。</u></p> <p><u>適用モデル (主にはり要素, シェル要素, ソリッド要素) に対して, 静的解析 (線形, 非線形), 動的解析 (過渡応答解析, 周波数応答解析), 固有値解析, 伝熱解析 (温度分布解析), 熱応力解析, 線形座屈解析等の機能を有している。</u></p> <p><u>数多くの研究機関や企業において, 航空宇宙, 自動車, 造船, 機械, 建築, 土木など様々な分野の構造解析に使用されている。</u></p> | |

(つづき)

| | |
|---|---|
| <p style="text-align: center;"><u>検証</u> (Verification) <u>及び</u> <u>妥当性確認</u> (Validation)</p> | <p>【<u>検証 (Verification)</u>】 本解析コードの検証の内容は次のとおりである。</p> <ul style="list-style-type: none">・ <u>構造力学分野における一般的な知見により解を求めることができる体系について、本解析コードを用いた3次元有限要素法による固有値解析、応力解析結果と理論モデルによる理論解の比較を行い、解析解が理論解と一致することを確認している。</u>・ <u>本解析コードの運用環境について、開発機関から提示された要件を満足していることを確認している。</u> <p>【<u>妥当性確認 (Validation)</u>】 本解析コードの妥当性確認の内容は以下のとおりである。</p> <ul style="list-style-type: none">・ <u>関西電力株式会社高浜発電所一号機において、使用済み燃料ピット竜巻飛来物防護対策設備の3次元有限要素法による固有値解析、応力解析に本解析コードが使用された実績がある。</u>・ <u>本申請において使用するバージョンは、上記の先行施設にて使用しているものと同じであることを確認している。</u>・ <u>上述の検証の内容のとおり、本申請における使用目的と整合した検証として、3次元有限要素法による固有値解析、応力解析に対して本解析コードと理論解との比較を実施し、本解析コードが理論解と同等の解を与えることを確認していることから、本解析コードを本申請における3次元有限要素法による固有値解析、応力解析に使用することは妥当である。</u> |
|---|---|

別紙5 NUPP4

1. 使用状況一覧

施設変更設工認

| <u>使用添付書類</u> | | <u>バージョン</u> |
|---|-----------------|-------------------|
| <u>VI-1-1-1</u> <u>-4-4-2-</u> <u>4-1</u> | <u>建屋の強度計算書</u> | <u>Ver. 1.4.9</u> |

2. 解析コードの概要

| | |
|---|---|
| 項目 | コード名 NUPP4 |
| 開発機関 | 鹿島建設株式会社 |
| 開発時期 | 1967年 |
| 使用したバージョン | Ver. 1. 4. 9 |
| 使用目的 | 固有値解析, 地震応答解析 |
| コードの概要 | <p>NUPP4 (以下, 「本解析コード」という。) は, 原子力発電所建屋の地震応答解析用として開発された質点系モデルによる解析計算機コードである。</p> <p>静荷重 (節点荷重) 及び動荷重 (節点加振力, 地震入力) を, 扱うことができる。</p> <p>地震応答解析は, 線形解析及び非線形解析を時間領域における数値積分により行うほか, 線形解析を周波数領域で行うことが可能である。</p> |
| 検証 (Verification) 及び 妥当性確認 (Validation) | <p>【検証(Verification)】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 本解析コードの検証の内容は以下のとおりである。 ・ 本解析コードの計算機能が適正であることは, 後述する妥当性確認の中で確認している。 ・ 本解析コードの運用環境について, 動作環境を満足する計算機にインストールして用いていることを確認している。 <p>・</p> <p>【妥当性確認(Validation)】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 本解析コードの妥当性確認の内容は以下のとおりである。 ・ 本解析コードの前バージョンである NUPP 及び NUPP-II (以下, 「前バージョン」という。) は, 日本国内の原子力施設における建築物の地震応答解析において数多くの工事計画認可申請に使用されており, 十分な使用実績がある。本解析コードは使用計算機 (OS) の変更に伴うカスタマイズを施したものであり解析に係る部分は前バージョンから変更していないため, 前バージョン同様, 信頼性があると判断できる。 ・ 本解析コードの前バージョンである NUPP-II は, 中国電力株式会社の『「島根原子力発電所第3号機」の既工事計画認可申請添付資料IV-2-3「原子炉格納容器及び原子炉建物の地震応答計算書」(平成17年12月22日認可)』において, 原子炉建物の地震応答計算書の解析に使用された実績がある。 ・ 本解析コードによる固有値解析, 弾性地震応答解析については, (財)原子力工学試験センターの報告書*1 による解析結果と概ね |

| | |
|--|---|
| | <p><u>一致することを確認している。</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ・ <u>本解析コードによる弾塑性地震応答解析については、(財)原子力発電技術機構の報告書*2 による解析結果と概ね一致することを確認している。</u> <p><u>本申請における用途及び適用範囲が上述の妥当性確認の範囲内であることを確認している。</u></p> |
|--|---|

注記 *1：質点系モデルの線形動的解析プログラムの作成 成果報告書 昭和 56 年 7 月 (財)原子力工学試験センター 原子力安全解析所

*2：質点系モデル解析コード SANLUM の保守に関する報告書 平成 10 年 3 月(財)原子力発電技術機構 原子力安全解析所

別紙6 MD NASTRAN

1. 使用状況一覧

施設変更設工認

| <u>使用添付書類</u> | | <u>バージョン</u> |
|---|--|-----------------------------------|
| <u>VI-1-1-1</u> <u>-4-4-2-</u> <u>2-1</u> | <u>安全冷却水冷却塔 A, B の強度計算書</u> | <u>Version</u> <u>2011.1.0</u> |
| <u>VI-1-1-1</u> <u>-4-4-2-</u> <u>5-1</u> | <u>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)の強度計算書</u> | <u>Version</u> <u>2011.1.0</u> |
| <u>VI-1-1-1</u> <u>-4-4-2-</u> <u>5-2</u> | <u>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)の強度計算書</u> | <u>Version</u> <u>2011.1.0</u> |

2. 解析コードの概要

| | |
|--|---|
| <p>項目 \ 項目</p> | <p>コード名 MD NASTRAN</p> |
| <p>開発機関</p> | <p>MSC. Software Corporation</p> |
| <p>開発時期</p> | <p>2006 年</p> |
| <p>使用したバージョン</p> | <p>Version 2011.1.0</p> |
| <p>使用目的</p> | <p>3次元有限要素法(シェル又ははり要素)による固有値解析, 応力解析</p> |
| <p>コードの概要</p> | <p>MD NASTRAN(以下「本解析コード」という。)は, 世界で圧倒的なシェアを持つ汎用構造解析プログラムのスタンダードである。航空宇宙, 自動車, 造船, 機械, 建築, 土木などの様々な分野の構造解析に広く利用されている。</p> |
| <p>検証 (Verification) 及び 妥当性確認 (Validation)</p> | <p>本解析コードは, 分離建屋の抽出塔, 第1洗浄塔, 第2洗浄塔, プルトニウム分配塔, ウラン洗浄塔及びTBP洗浄塔, 及び高レベル廃液ガラス固化建屋の迷路板(冷却空気入口シャフト側), セル内クーラ, 冷却コイル(高レベル廃液混合槽, アルカリ濃縮廃液中和槽, 供給液槽, 供給槽及び廃ガス洗浄器内の設置), 通風管, 収納管, ガラス熔融炉, 安全冷水冷却器における3次元有限要素法(シェル又ははり要素)による固有値解析及び応力解析に使用している。</p> <p>【検証(Verification)】 本解析コードの検証は, 以下のとおり実施している。</p> <ul style="list-style-type: none"> 材料力学分野における一般的な知見により解を求めることができる体系について, 3次元有限要素法(シェルモデル又ははりモデル)による固有値解析及び応力解析を行い, 解析解が理論モデルによる理論解と一致することを確認している。 本解析コードの適用環境について, 開発機関から提示された要件を満足していることを確認している。 |

(つづき)

| | |
|--|--|
| <p style="text-align: center;">検証 (Verification) 及び 妥当性確認 (Validation)</p> | <p>【妥当性確認(Validation)】</p> <p>本解析コードの妥当性確認の内容は、以下のとおりである。</p> <ul style="list-style-type: none">• <u>本解析コードは、航空宇宙、自動車、造船、機械、建築、土木等の様々な分野における使用実績を有しており、妥当性は十分に確認されている。</u>• <u>日本原子力発電株式会社東海第二発電所の工事計画認可申請において、原子炉建屋内の設備の3次元有限要素法（シェルモデル又ははりモデル）による応力解析に使用された実績がある。</u>• <u>本申請において使用するバージョンは、使用実績のものとは異なるが、バージョンの変更において解析機能に影響のある変更が行われていないことを確認している。</u>• <u>開発機関が提示するマニュアルにより、本申請で使用する3次元有限要素法(シェル又ははり要素)による固有値解析、応力解析に本解析コードが適用できることを確認している。</u>• <u>本申請で使用するバージョンは、理論解と対応可能な簡易モデルについて、理論計算と解析結果の対比による解析結果の妥当性を確認している。</u>• <u>本申請における構造に対し使用する要素、3次元有限要素法(シェル又ははり要素)による固有値解析、応力解析の用途、適用範囲が上述の妥当性確認範囲であることを確認している。</u> |
|--|--|

VI-1-1-1-5

航空機に対する

防護設計に関する説明書

目 次

- VI-1-1-1-5-1 航空機に対する防護設計の基本方針
- VI-1-1-1-5-2 航空機に対する防護設計における分離配置
- VI-1-1-1-5-3 航空機に対する防護設計計算書

VI-1-1-1-5-1

航空機に対する防護設計の基本方針

目 次

| | ページ |
|---------------|-----|
| 1. 概要 | 1 |
| 2. 基本方針 | 1 |

1. 概要

本資料は、再処理施設の航空機に対する防護設計が「再処理施設の技術基準に関する規則」第八条に適合することを説明するものである。

2. 基本方針

再処理施設の上空には三沢特別管制区があり、南方向約10kmの位置には三沢対地訓練区域がある。三沢対地訓練区域で対地射爆撃訓練飛行中の航空機が施設に墜落する可能性は極めて小さいが、当区域で多くの訓練飛行が行われているという立地地点固有の社会環境等を配慮し、仮に訓練飛行中の航空機が施設に墜落することを想定したときに、公衆に対して著しい放射線被ばくのリスクを与えるおそれのある施設は、航空機に対して貫通が防止でき、かつ、航空機による衝撃荷重に対して健全性が確保できる堅固な建物・構築物で適切に保護する等、安全確保上支障がないように設計する。

安全上重要な施設については原則として防護対象とする。

ただし、安全上重要な施設のうち、航空機が墜落する可能性が無視できる施設又は仮に航空機が墜落することを想定しても公衆に対して著しい放射線被ばくのリスクを与えない以下の施設は防護対象外とする。

- ・主排気筒
- ・主排気筒の排気筒モニタ
- ・安全蒸気系のボイラ用燃料ポンペ
- ・第1ガラス固化体貯蔵建屋床面走行クレーンのしゃへい容器

防護方法としては、建物の外壁及び屋根により建物全体を適切に保護する方法を基本とし、放射性物質を内蔵する防護対象施設が一箇所に集中している場合は、建物の壁及び床により防護対象とする区画を適切に保護する方法を用いることにより、施設の安全性を確保する設計とする。

上記防護方法を講じる防護対象は以下のとおり。

- ・使用済燃料受入れ・貯蔵建屋
- ・前処理建屋
- ・分離建屋
- ・精製建屋
- ・ウラン脱硝建屋
- ・ウラン酸化物貯蔵建屋
- ・ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋
- ・ウラン・プルトニウム混合酸化物貯蔵建屋
- ・高レベル廃液ガラス固化建屋
- ・第1ガラス固化体貯蔵建屋
- ・分析建屋
- ・制御建屋

- ・非常用電源建屋
- ・ハル・エンドピース貯蔵建屋
- ・チャンネルボックス・バーナブルポイズン処理建屋

また、安全上重要な施設ではないものの、航空機が墜落することを想定した際のリスクを考慮して、以下の施設に対しても防護設計を行う。

- ・使用済燃料輸送容器管理建屋（使用済燃料収納使用済燃料輸送容器保管庫）
- ・低レベル廃液処理建屋
- ・低レベル廃棄物処理建屋
- ・第2低レベル廃棄物貯蔵建屋

また、放射性物質を内蔵しておらず、かつ、多重化が要求される場合は、同時に2系列破損しないよう十分な離隔距離をとって配置する方法を用いることにより、施設の安全性を確保する設計とする。

上記防護方法を講じる防護対象は以下のとおり。

- ・冷却水設備の安全冷却水系
- ・第2非常用ディーゼル発電機等

上記の防護設計を踏まえ、「実用発電用原子炉施設への航空機落下確率の評価基準について」（平成21・06・25 原院第1号）等に基づき評価した結果、再処理施設への航空機落下確率の総和は、最大の標的面積となるウラン・プルトニウム混合脱硝建屋及びウラン・プルトニウム混合脱硝の安全機能の維持に必要な施設を対象とした場合で 4.6×10^{-8} 回/年となり、防護設計の要否を判断する基準である 10^{-7} 回/年を超えないことを評価して事業指定（変更許可）において確認している。

設工認申請時に、事業指定（変更許可）申請時（令和2年7月13日付け2020再計発第101号による再処理事業所再処理事業変更許可申請書 本文及び添付書類の一部補正）から、航空路を含めた航空機落下確率評価に用いる最新データにおいて、防護設計の要否を判断する基準を超えるような変更がないことを確認している。したがって、航空機の墜落については、安全機能を有する施設に対して追加の防護措置その他適切な措置を講ずる必要はない。

なお、定期的に航空路を含めた航空機落下確率評価に用いる最新データの変更状況を確認し、追加の防護措置の要否を判断することを保安規定に定めて、管理する。

防護設計条件及び防護設計に係る説明は、平成11年1月29日付け10安（核規）第538号にて認可を受けた設工認申請書の「Ⅶ-2-1 航空機に対する防護設計の基本方針」に同じである。

VI-1-1-1-5-2
航空機に対する
防護設計における分離配置

VI-1-1-1-5-2-1
再処理設備本体等に係る航空機に対
する防護設計における分離配置

VI-1-1-1-5-2-1-1
冷却水設備の安全冷却水系の航空機
に対する防護設計における分離配置

目 次

| | ページ |
|------------------------------|-----|
| 1. 基本的な考え方 | 1 |
| 2. 航空機に対する防護設計における分離配置 | 1 |
| 3. 参考文献 | 1 |

1. 基本的な考え方

放射性物質を内蔵しておらず、かつ、多重化が要求される施設で防護対象とする施設は、航空機の最大長さ、2系列間にある建物・構築物等を考慮して、同時に2系列破損しないよう十分な離隔距離をとって配置する。

具体的には、航空機の最大長さを上回る距離をとり、かつ、2系列の間に航空機の最大長さ以上の堅固な建物・構築物を有するように配置する。

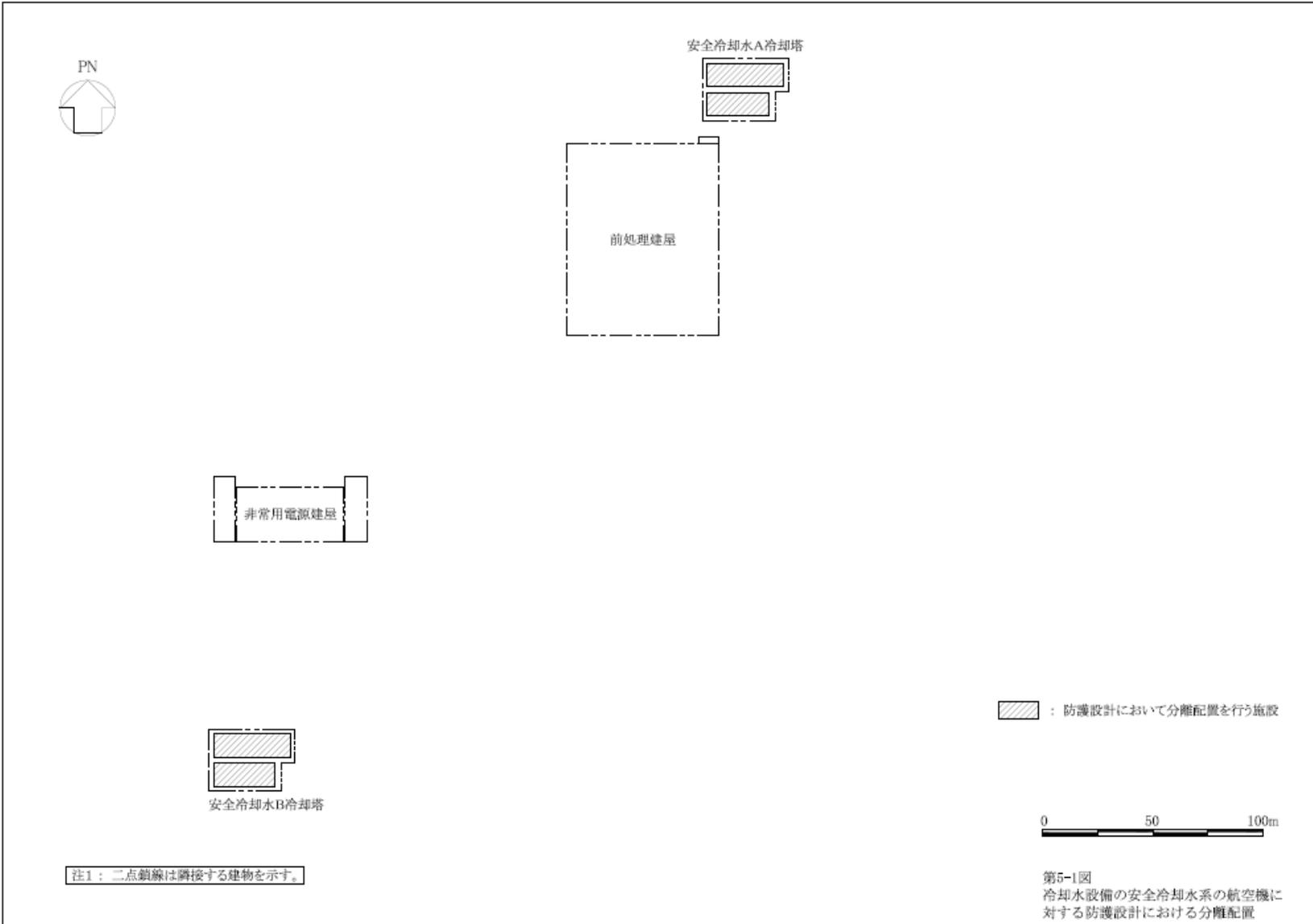
2. 航空機に対する防護設計における分離配置

上記1.の基本的な考え方により配置した冷却水設備の安全冷却水系のうち、安全冷却水A、B冷却塔の配置図を第5-1図に示す。したがって、分離配置を行う施設は、同時に2系列破損しないよう十分な離隔距離をとって配置しており、安全確保上問題がない。

上記1.の基本的な考え方により配置した冷却水設備の安全冷却水系のうち、第2非常用ディーゼル発電機用の冷却塔A、Bの分離配置については、平成11年1月29日付け10安（核規）第538号にて認可を受けた設工認申請書（第7回申請）の添付書類Ⅶ-2-3-2-2「冷却水設備の安全冷却水系の航空機に対する防護設計における分離配置」に記載のとおりである。

3. 参考文献

- (1) “JANE’S All the world’s Aircraft 1979-1960”. Jane’s Publishing Company limited. London



VI-1-1-1-5-2-1-2

第2非常用ディーゼル発電機等の航空機に対する防護設計における分離配置

第2 非常用ディーゼル発電機等の航空機に対する防護設計における分離配置については、平成11年1月29日付け10安（核規）第538号にて認可を受けた設工認申請書（第7回申請）の添付書類Ⅶ-2-3-2-1「第2 非常用ディーゼル発電機等の航空機に対する防護設計における分離配置」に記載に同じである。

VI-1-1-1-5-3

航空機に対する防護設計計算書

航空機に対する防護設計計算書については、平成5年12月27日付け5安(核規)第534号にて認可を受けた設工認申請書(第2回申請)の添付書類Ⅶ-1-3-2「再処理設備本体等に係る航空機に対する防護設計計算書」、平成7年9月26日付け7安(核規)第710号にて認可を受けた設工認申請書(第4回申請)の添付書類Ⅶ-2-2-2「再処理設備本体等に係る航空機に対する防護設計計算書」、平成10年6月9日付け9安(核規)第596号にて認可を受けた設工認申請書(第6回申請)の添付書類Ⅶ-2-2-2「再処理設備本体等に係る航空機に対する防護設計計算書」、平成11年1月29日付け10安(核規)第538号にて認可を受けた設工認申請書(第7回申請)の添付書類Ⅶ-2-2-2「再処理設備本体等に係る航空機に対する防護設計計算書」及び平成11年7月5日付け11安(核規)第135号にて認可を受けた設工認申請書(第8回申請)の添付書類Ⅶ-2-2-2「再処理設備本体等に係る航空機に対する防護設計計算書」に同じである。

VI-1-1-1-6

落雷への配慮に関する説明書

目 次

- VI-1-1-1-6-1 落雷への配慮に関する基本方針
- VI-1-1-1-6-2 落雷の影響を考慮する施設の選定
- VI-1-1-1-6-3 落雷の影響を考慮する施設の設計方針

VI-1-1-1-6-1

落雷への配慮に関する基本方針

目 次

| | ページ |
|------------------------------------|-----|
| 1. 概要 | 1 |
| 2. 落雷防護に係る基本方針 | 1 |
| 2.1 基本方針 | 1 |
| 2.1.1 落雷防護対象施設及び落雷防護に対する設計方針 | 1 |
| 2.1.2 想定する落雷の規模及び荷重の組合せ | 2 |
| 2.1.3 落雷の影響に対する防護設計 | 3 |
| 2.2 準拠規格 | 7 |

1. 概要

本資料は、再処理施設の落雷防護設計が「再処理施設の技術基準に関する規則」（以下「技術基準規則」という。）第八条に適合することを説明するものである。

2. 落雷防護に係る基本方針

2.1 基本方針

安全機能を有する施設は、想定される落雷が発生した場合においても、安全機能を損なわない設計とする。また、直撃雷による再処理施設への影響及び間接雷による雷サージによる影響のそれぞれを考慮するとともに、再処理施設の建物及び構築物は広範囲に分散して設置されていること、それらの中には雷撃を受けやすい高い構築物があること、建屋間には、配管、ケーブルを収納する洞道が設置され、各施設の監視及び制御を制御建屋で集中的に実施するという特徴を踏まえて耐雷設計を行う。

2.1.1 落雷防護対象施設及び落雷防護に対する設計方針

落雷から防護する施設（以下、「落雷防護対象施設」という。）としては、安全評価上その機能を期待する建物・構築物、系統及び機器を漏れなく抽出する観点から、安全上重要な機能を有する建物・構築物、系統及び機器を対象とする。

落雷防護対象施設は、落雷によってもたらされる直撃雷の影響を考慮すると、以下のように施設分類できる。

- ・ 建屋内の落雷防護対象施設
- ・ 屋外の落雷防護対象施設

ただし、屋外の落雷防護対象施設には、金属製の構造体利用の避雷設備を設置する設備があるため、以下に分類されるものがある。

- ・ 金属製の構築物で覆われる屋外の落雷防護対象施設

さらに、落雷防護対象施設は、間接雷によって複数の建屋等の中で生じる電位差の影響を考慮すると、以下のように施設分類できる。

- ・ 建屋間で取り合う落雷防護対象施設

落雷防護対象施設、落雷防護対象施設を収納する建屋及び落雷防護対象施設を覆う金属製の構築物（以下、「落雷防護対象施設等」という。）は、落雷の影響により落雷防護対象施設の安全機能を損なわない設計とする。

また、落雷防護対象施設等に波及的影響を及ぼして安全機能を損なわせるおそれがある施設（以下、「落雷防護対象施設等に波及的影響を及ぼし得る施設」という。）の影響を考慮した設計とする。

落雷防護対象施設等以外の安全機能を有する施設は、落雷の影響に対して機能を維持すること、落雷による損傷を考慮して代替設備により必要な機能を確保す

ること、安全上支障のない期間での修理を行うこと又はそれらを適切に組み合わせることにより、その安全機能を損なわない設計とする。

また、上記の代替設備により必要な機能を確保すること及び安全上支障のない期間での修理を行うことを保安規定に定めて、管理する。

なお、使用済燃料収納キャスクは、再処理施設内に一時的に保管されることを踏まえ、落雷により使用済燃料収納キャスクを収納する建屋が使用済燃料収納キャスクに対して波及的破損を与えない設計とする。

上記に示した設計方針に基づき、落雷防護対象施設が落雷の影響によって安全機能を損なわないように、落雷の影響を考慮する施設を選定して防護設計を行う。落雷の影響を考慮する施設の選定については、「VI-1-1-1-6-2 落雷の影響を考慮する施設の選定」に示す。

2.1.2 想定する落雷の規模及び荷重の組合せ

(1) 想定する落雷の規模

耐雷設計においては、再処理施設が立地する地域の気候、再処理事業所及びその周辺の過去の観測値に安全余裕を見込んで、想定する落雷の規模を設定する。

再処理事業所及びその周辺で過去に観測された最大の落雷の雷撃電流値は211kAである。観測される雷撃電流値の精度は夏季雷と冬季雷で違いがあり、夏季雷はほぼ正確と言われているが、冬季雷では15～20%程度低く算出されるとの報告もある。再処理事業所及びその周辺で観測された最大の雷撃電流値は夏季に観測されたものであるが、観測データは過去約15年間のものであることを考慮し、想定する落雷の規模は安全余裕を見込んで270kAとする。

(2) 荷重の組合せ

落雷と同時に発生する可能性がある竜巻、積雪、降雹及び降水については、これらが落雷防護対象施設等に及ぼす影響を考慮したうえで、落雷との組合せを適切に考慮する。これらの自然現象と落雷の組合せの考え方は以下のとおりである。

a. 竜巻

竜巻による影響は風荷重、飛来物の衝突荷重及び気圧差による機械的な荷重であり、落雷と竜巻の組み合わせを考慮しても、落雷によって流れる雷撃電流及び複数の建屋等の間で生じる電位差を増長させるものではないため、落雷と竜巻の組合せは考慮しない。

b. 積雪

積雪による影響は建屋及び屋外施設に対する堆積荷重であり、落雷と積雪の組合せを想定しても、落雷によって流れる雷撃電流及び複数の建屋等の間で生じる電位差を増長させるものではないため、落雷と積雪の組合せは考慮しない。

c. 降雹

降雹の影響は建屋及び屋外施設に対する衝撃荷重であり、落雷と降雹の組み

合わせを考慮しても、落雷によって流れる雷撃電流及び複数の建屋等の間で生じる電位差を増長させるものではないため、落雷と降雹の組合せは考慮しない。

d. 降水

降水による影響は浸水又は被水であり、落雷と降水の組み合わせを考慮しても、落雷によって流れる雷撃電流及び複数の建屋等の間で生じる電位差を増長させるものではないため、落雷と降水の組合せは考慮しない。

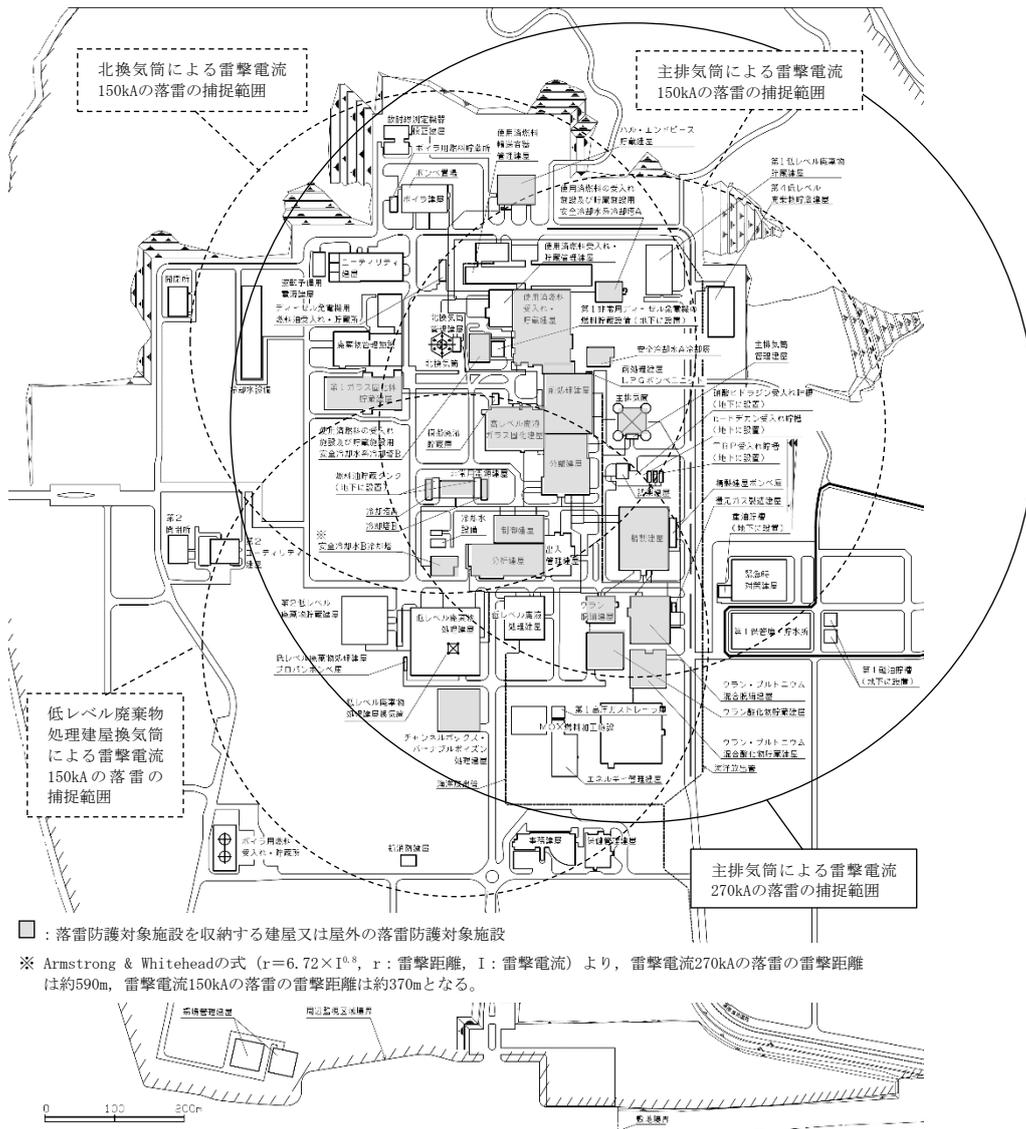
以上より、落雷との組み合わせを考慮すべき自然現象はない。

2.1.3 落雷の影響に対する防護設計

(1) 雷撃点と雷撃電流の設定

一般的に落雷は高い建物及び構築物に対して発生しやすいという特徴があり、再処理施設では最も高い構築物である主排気筒（高さ150m）に落雷が発生しやすい。また、雷撃電流が大きくなるほど雷撃距離が長くなること及び雷撃電流と雷撃距離の関係（Armstrong & Whiteheadの式）を考慮すると、落雷防護対象施設等に対して想定する雷撃電流270kAの落雷は、第2.1.3-1図に示す通り主排気筒にて捕捉されると考えられる。したがって、主排気筒を想定される雷撃電流270kAの落雷の雷撃点として防護設計を行う。

また、落雷が高い建物及び構築物に発生しやすい特徴を踏まえ、主排気筒を除く落雷防護対象施設等は、主排気筒等の高い構築物にて捕捉される落雷を考慮して防護設計を行う。具体的には、雷撃電流150kA以上の落雷は、第2.1.3-1図に示す通り、主排気筒並びに主排気筒の次に高い北換気筒（高さ75m）及び低レベル廃棄物処理建屋換気筒（高さ75m）によって捕捉される。したがって、主排気筒を除く落雷防護対象施設等において想定される落雷の規模は150kAよりも小さくなるが、これらの施設に対しては雷撃電流150kAの落雷を考慮して防護設計を行う。北換気筒及び低レベル廃棄物処理建屋換気筒は、150kAを超え、かつ、主排気筒に捕捉されない落雷を捕捉することを考慮した設計とする。



第2.1.3-1図 落雷の捕捉範囲の概略図

(2) 直撃雷に対する防護設計

落雷防護対象施設等は、直撃雷に対して避雷設備を設置すること等により、落雷防護対象施設の安全機能を損なわない設計とする。

具体的には、屋外の落雷防護対象施設のうち主排気筒は、雷撃電流270kAの直撃雷の影響を考慮して、「原子力発電所の耐雷指針」(JEAG4608)及び建築基準法に基づき、日本産業規格(JIS A4201)に準拠した避雷設備を設置することにより、安全機能を損なわない設計とする。

落雷防護対象施設を収納する建屋、主排気筒を除く屋外の落雷防護対象施設及び落雷防護対象施設を覆う金属製の構築物は、雷撃電流150kAの直撃雷の影響を考慮して、「原子力発電所の耐雷指針」(JEAG4608)、建築基準法及び消防法に基づ

き、日本産業規格（JIS A4201）に準拠した避雷設備を設置することにより、建屋内の落雷防護対象施設、主排気筒を除く屋外の落雷防護対象施設及び金属製の構築物に覆われる落雷防護対象施設の安全機能を損なわない設計とする。落雷防護対象施設を覆う金属製の構築物は、日本産業規格に準拠した金属製の構造体利用の避雷設備とするよう設計する。

また、北換気筒及び低レベル廃棄物処理建屋換気筒は、雷撃電流150kAを超え、かつ、主排気筒に捕捉されない直撃雷を捕捉するため、主排気筒と同等の避雷設備を設ける設計とする。

避雷設備は、構内接地系と接続することにより、接地抵抗の低減及び雷撃に伴う構内接地系の電位分布の平坦化を図る設計とする。

なお、落雷防護対象施設等以外の施設のうち、建築基準法又は消防法の適用を受ける建物・構築物（使用済燃料収納キャスクを収納する建屋を含む）については、落雷防護対象施設等と同様の設計とする。

また、落雷防護対象施設等は、落雷防護対象施設等に波及的影響を及ぼし得る施設の直撃雷による機械的影響を考慮した設計とする。直撃雷による機械的影響としては、落雷防護対象施設等を除く施設の損傷又は避雷設備の温度上昇による損傷の波及的影響を考慮する。

直撃雷の影響に対する防護設計の詳細については、「VI-1-1-1-6-3 落雷の影響を考慮する施設の設計方針」に示す。

(3) 間接雷の設計防護設計

落雷防護対象施設は、間接雷に対して雷サージの影響阻止設計等により、安全機能を損なわない設計とする。

間接雷は、建屋及び屋外施設への落雷により、避雷設備を介して雷撃電流が大地へ拡散及び分流する過程で、雷サージとなって接地系統から侵入し、屋内に設置される設備に対して影響を及ぼし得る。また、再処理施設の建物・構築物は広範囲に分散して設置されており、かつ、再処理施設の建屋間には配管、ダクト及びケーブルを収納する洞道が設置されている。再処理施設では、洞道内に設置されるケーブルを介して、各施設の監視及び制御を制御建屋で集中的に実施する設計としていること並びに高圧主系統から各建屋の高圧系統及び低圧系統への給電が行われるという特徴がある。以上のような落雷の特徴及び再処理施設の特徴を踏まえ、間接雷による雷サージによって各建屋に接地電位の差が生じることによる影響を考慮し、建屋間で取り合う落雷防護対象施設のうち電位差の影響を受けるおそれのある計測制御系統施設、放射線監視設備及び電気設備（以下、「計測制御系統施設等」という。）を対象として間接雷に対する防護設計を行う。また、間接雷による雷サージの影響は、雷撃電流の大きさ及び雷撃点周辺の落雷防護対象施設の設置状況によることから、最も厳しい条件を設定して間接雷に対する防護設計を行う。

建屋間で取り合う落雷防護対象施設の間接雷に対する防護設計としては、想定する雷撃電流270kAの落雷が主排気筒に捕捉され、雷撃電流が拡散及び分流する過程で生じる雷サージの侵入及び伝播経路を考慮し、日本産業規格（JIS A 4201）に準拠した接地設計による間接雷の影響の抑制及び雷サージの影響阻止設計により、落雷防護対象施設の安全機能を損なわない設計とする。

接地設計としては、避雷設備と接続する各接地系を接続することにより構内接地系の電位分布の平坦化を図り、日本産業規格による標準設計値を十分下回り、間接雷の影響を抑制する設計とする。

雷サージの影響阻止設計としては、計測制御系の信号方式等に応じた設計を行うこととし、アナログ信号式の計測制御系統施設は、信号の出力側の建屋と信号の入力側の建屋の両方に保安器を設置し、想定される雷サージ電圧に対して安全機能を損なわない設計とする。また、各建屋から制御建屋への信号出力ラインにアイソレータを設置し、落雷の影響が安全上重要な警報及びインターロック機能に及ぶことのない設計とする。

デジタル信号式の計測制御系統施設及び放射線監視設備は、シールドケーブルの両端接地又は光伝送ケーブルの使用により、想定される雷サージ電圧に対して安全機能を損なわない設計とする。

電気設備は、電気学会電気規格調査会標準規格に準拠した設計とし、雷インパルス絶縁耐力を有することにより、想定される雷サージ電圧に対して安全機能を損なわない設計とする。

また、落雷防護対象施設は、落雷防護対象施設等に波及的影響を及ぼし得る施設の間接雷による機能的影響を考慮する。すなわち、落雷防護対象施設は、雷撃電流が避雷設備を通して分流、拡散していく過程において落雷防護対象施設以外の計測制御系統施設等が機能喪失し、落雷防護対象施設へ波及的影響を及ぼすことを考慮し、電氣的・物理的な独立性を有する設計とする。落雷防護対象施設の電氣的分離対策としては、絶縁増幅器又は継電器により、入力と出力を電氣的に絶縁することで、落雷防護対象施設とそれ以外の施設を電氣的に分離する設計とする。物理的分離対策としては、落雷防護対象施設とそれ以外の施設のケーブルトレイを物理的に分離する設計とする。

間接雷の影響に対する防護設計の詳細については、「VI-1-1-1-6-3 落雷の影響を考慮する施設の設計方針」に示す。

(4) 運用上の措置

落雷に関する設計条件等に係る新知見の収集、落雷の影響が確認された場合の運用上の措置として、以下を保安規定に定めて、管理する。

- ・定期的に落雷の規模、発生頻度、落雷の影響メカニズム等に係る新知見の確認を行うこと。

- ・落雷により、落雷防護対象施設の安全機能への影響のおそれがあると判断された場合には、当該の落雷防護対象施設に関連する工程を停止する措置をとること。

2.2 準拠規格

準拠する規格、基準等を以下に示す。

- ・原子力発電所の耐雷指針（JEAG4608-2007）
- ・建築基準法・同施行令・同告示
- ・消防法・危険物の規制に関する政令・省令
- ・建築物等の避雷設備（避雷針）（JIS A4201-1992）
- ・建築物等の雷保護（JIS A4201-2003）
- ・電気学会電気規格調査会標準規格 交流遮断器（JEC 2300-1998）

VI-1-1-1-6-2

落雷の影響を考慮する施設の選定

今回の申請に係る本説明は、令和4年12月21日付け原規規発第2212213号にて認可を受けた設工認申請書の「VI-1-1-1-6-2 落雷の影響を考慮する施設の選定」に同じである。

VI-1-1-1-6-3

落雷の影響を考慮する施設の
設計方針

目 次

| | ページ |
|--------------------------|-----|
| 1. 概要 | 1 |
| 2. 設計の基本方針 | 1 |
| 3. 要求機能及び性能目標 | 1 |
| 3.1 直撃雷の影響を考慮する施設 | 1 |
| 3.1.1 落雷防護対象施設を収納する建屋 | 1 |
| 3.1.2 屋外の落雷防護対象施設 | 1 |
| 3.1.3 落雷防護対象施設を覆う金属製の構築物 | 2 |
| 3.1.4 使用済燃料収納キャスクを収納する建屋 | 2 |
| 3.2 間接雷の影響を考慮する施設 | 2 |
| 3.2.1 接地設計 | 2 |
| 3.2.2 建屋間で取り合う落雷防護対象施設 | 2 |
| 3.3 主排気筒以外の高い構築物 | 3 |
| 4. 機能設計 | 3 |
| 4.1 直撃雷の影響を考慮する施設 | 3 |
| 4.1.1 落雷防護対象施設を収納する建屋 | 3 |
| 4.1.2 屋外の落雷防護対象施設 | 5 |
| 4.1.3 落雷防護対象施設を覆う金属製の構築物 | 7 |
| 4.1.4 使用済燃料収納キャスクを収納する建屋 | 9 |
| 4.2 間接雷の影響を考慮する施設 | 10 |
| 4.2.1 接地設計 | 10 |
| 4.2.2 建屋間で取り合う落雷防護対象施設 | 10 |
| 4.3 主排気筒以外の高い構築物 | 11 |

1. 概要

本資料は、「VI-1-1-1-6-1 落雷への配慮に関する基本方針」及び「VI-1-1-1-6-2 落雷の影響を考慮する施設の選定」に基づき、落雷防護に関する施設の要求機能及び性能目標を明確にし、各施設の耐雷設計に対する設計方針について説明するものである。

2. 設計の基本方針

「VI-1-1-1-6-1 落雷への配慮に関する基本方針」に基づき、落雷防護対象施設が安全機能を損なわないよう、落雷の影響を考慮する施設に対して防護設計を行う。

落雷の影響を考慮する施設の設計に当たっては、「VI-1-1-1-6-2 落雷の影響を考慮する施設の選定」にて選定した施設に対して、施設分類ごとに要求機能を整理し、設計方針を定める。

3. 要求機能及び性能目標

落雷防護設計を実施する目的は、再処理施設に影響を与える可能性がある落雷の発生に伴い、落雷防護対象施設が安全機能を損なわないようにすることである。落雷の影響を考慮する施設については、「VI-1-1-1-6-2 落雷の影響を考慮する施設の選定」に基づき、落雷防護対象施設を収納する建屋、屋外の落雷防護対象施設、落雷防護対象施設を覆う金属製の構築物、使用済燃料収納キャスクを収納する建屋及び建屋間で取り合う落雷防護対象施設に分類している。また、主排気筒以外の高い構築物についても、主排気筒と同等の避雷設備を設置することとしている。これらを踏まえ、施設分類ごとに要求機能を整理するとともに、要求機能を踏まえた機能設計上の性能目標を設定する。

3.1 直撃雷の影響を考慮する施設

直撃雷の影響を考慮する施設に対する防護設計においては、施設分類ごとに要求機能及び性能目標を設定する。

3.1.1 落雷防護対象施設を収納する建屋

(1) 要求機能

落雷防護対象施設を収納する建屋は、建屋内の落雷防護対象施設への直撃雷を防止する機能を有することが要求される。

(2) 性能目標

落雷防護対象施設を収納する建屋は、建屋内の落雷防護対象施設への直撃雷を防止することができるよう、雷撃を受雷し、雷撃電流を安全に大地へ放流できることを機能設計上の性能目標とする。

3.1.2 屋外の落雷防護対象施設

(1) 要求機能

屋外の落雷防護対象施設は、直撃雷の影響によって安全機能を損なわないことが要求される。

(2) 性能目標

屋外の落雷防護対象施設は、これに設置する避雷設備で雷撃を受雷し、雷撃電流を安全に大地へ放流できることを機能設計上の性能目標とする。

3.1.3 落雷防護対象施設を覆う金属製の構築物

(1) 要求機能

落雷防護対象施設を覆う金属製の構築物は、屋外の落雷防護対象施設に直撃雷が到達するのを防止する機能を有することが要求される。

(2) 性能目標

落雷防護対象施設を覆う金属製の構築物は、屋外の落雷防護対象施設に直撃雷が到達するのを防止することができるよう、雷撃を受雷し、雷撃電流を安全に大地へ放流できることを機能設計上の性能目標とする。

3.1.4 使用済燃料収納キャスクを収納する建屋

(1) 要求機能

使用済燃料収納キャスクを収納する建屋は、建屋内に保管している使用済燃料収納キャスクへの直撃雷を防止する機能を有することが要求される。

(2) 性能目標

使用済燃料収納キャスクを収納する建屋は、建屋内に保管している使用済燃料収納キャスクへの直撃雷を防止することができるよう、雷撃を受雷し、雷撃電流を安全に大地へ放流できることを機能設計上の性能目標とする。

3.2 間接雷の影響を考慮する施設

間接雷の影響を考慮する施設に対する防護設計は、間接雷の影響を抑制するための接地設計及び建屋間で取り合う落雷防護対象施設に対する雷サージの影響阻止設計から構成し、それぞれの要求機能及び性能目標を設定する。

3.2.1 接地設計

(1) 要求機能

接地設計は、建屋間で取り合う落雷防護対象施設への間接雷による雷サージの影響を抑制することが要求される。

(2) 性能目標

接地設計により、構内接地系の接地抵抗が日本産業規格（JIS A4201）に規定される総合接地抵抗 10Ω 以下を満たすことを機能設計上の性能目標とする。

3.2.2 建屋間で取り合う落雷防護対象施設

(1) 要求機能

建屋間で取り合う落雷防護対象施設は、間接雷による雷サージの影響により安全機能を損なわないことが要求される。

(2) 性能目標

建屋間で取り合う落雷防護対象施設は、想定される雷サージ電圧に対して安全機能を損なわないよう、所定の雷インパルス絶縁耐力を有することを機能設計上の性能目標とする。

3.3 主排気筒以外の高い構築物

(1) 要求機能

主排気筒以外の高い構築物は、落雷防護対象施設が安全機能を損なわないよう、雷撃電流が150kAを超えかつ主排気筒に捕捉されない直撃雷を補足することが要求される。

(2) 性能目標

主排気筒以外の高い構築物は、これに設置する避雷設備で雷撃を受雷し、雷撃電流を安全に大地へ放流できることを機能設計上の性能目標とする。

4. 機能設計

「VI-1-1-1-6-1 落雷への配慮に関する基本方針」で設定している想定する落雷の規模に対し、「3. 要求機能及び性能目標」で設定している落雷の影響を考慮する施設の機能設計上の性能目標を達成するために、各施設の機能設計の方針を定める。

4.1 直撃雷の影響を考慮する施設

4.1.1 落雷防護対象施設を収納する建屋

落雷防護対象施設を収納する建屋は、「3. 要求機能及び性能目標」の「3.1.1(2) 性能目標」で設定している機能設計上の性能目標を達成するため、「原子力発電所の耐雷指針」(JEAG4608)、建築基準法及び消防法に基づき、日本産業規格(JIS A4201)に準拠した避雷設備を設置する設計とする。

避雷設備の設計方針は以下のとおりとする。

- a. 各々の落雷防護対象施設を収納する建屋に設置する避雷設備は、当該建屋の構造及び配置を踏まえた上で、日本産業規格(JIS A4201-1992(以下、本添付書類では「1992年版JIS」という。))に準拠したものとする。
- b. 避雷設備の受雷部は、落雷防護対象施設を収納する建屋への雷撃を極力防止するため、以下の設計とする。
 - ・受雷部は、突針又はむね上げ導体を基本とする。
 - ・むね上げ導体は、非保護範囲の部分の各点からの水平距離が10m以下となるように設ける。
 - ・受雷部がひとつの場合を除き、受雷部は、むね、パラペット又は屋根上に設置した避雷導線によって接続するか、又はループ状に接続する。
- c. 避雷設備の受雷部は、雷撃電流を大地に放流するため、銅、鉄等の導体を材料とした引下げ導線(以下、「引下げ導線」という。)によって接地極に接続する。

- d. 避雷設備の引下げ導線は、火花放電の発生の低減を図るため、以下の設計とする。
- ・落雷防護対象施設を収納する建屋の外周に複数本をほぼ均等に配置し、その間隔を50m以下とする。
 - ・短い距離にて接地極へ接続する。
 - ・引下げ導線の材料として、断面積38mm²以上の銅を使用する。
- e. 避雷設備の接地極は、接地抵抗の低減及び雷撃に伴う構内接地系の電位分布の平坦化を図るため、網状接地極を基本とする。

避雷設備を設置する対象となる落雷防護対象施設を収納する建屋を第4.1.1-1表に示す。また、落雷防護対象施設を収納する建屋の避雷設備の概念図を第4.1.1-1図に示す。

第4.1.1-1表 落雷防護対象施設を収納する建屋

| 落雷防護対象施設を収納する建屋 | 受雷部 | 接地極 | 準拠規格 |
|-------------------------|-----|-----|------|
| 使用済燃料受入れ・貯蔵建屋 | ○ | ○ | 1992 |
| ウラン脱硝建屋 | ○ | ○ | 1992 |
| ウラン酸化物貯蔵建屋 | ○ | ○ | 1992 |
| ウラン・プルトニウム混合酸化物貯蔵建屋 | ○ | ○ | 1992 |
| 第1ガラス固化体貯蔵建屋 | ○ | ○ | 1992 |
| チャンネルボックス・バーナブルポイズン処理建屋 | ○ | ○ | 1992 |
| ハル・エンドピース貯蔵建屋 | ○ | ○ | 1992 |
| 分析建屋 | ○ | ○ | 1992 |
| 制御建屋 | ○ | ○ | 1992 |
| 非常用電源建屋 | ○ | ○ | 1992 |
| 主排気筒管理建屋 | × | ○ | 1992 |

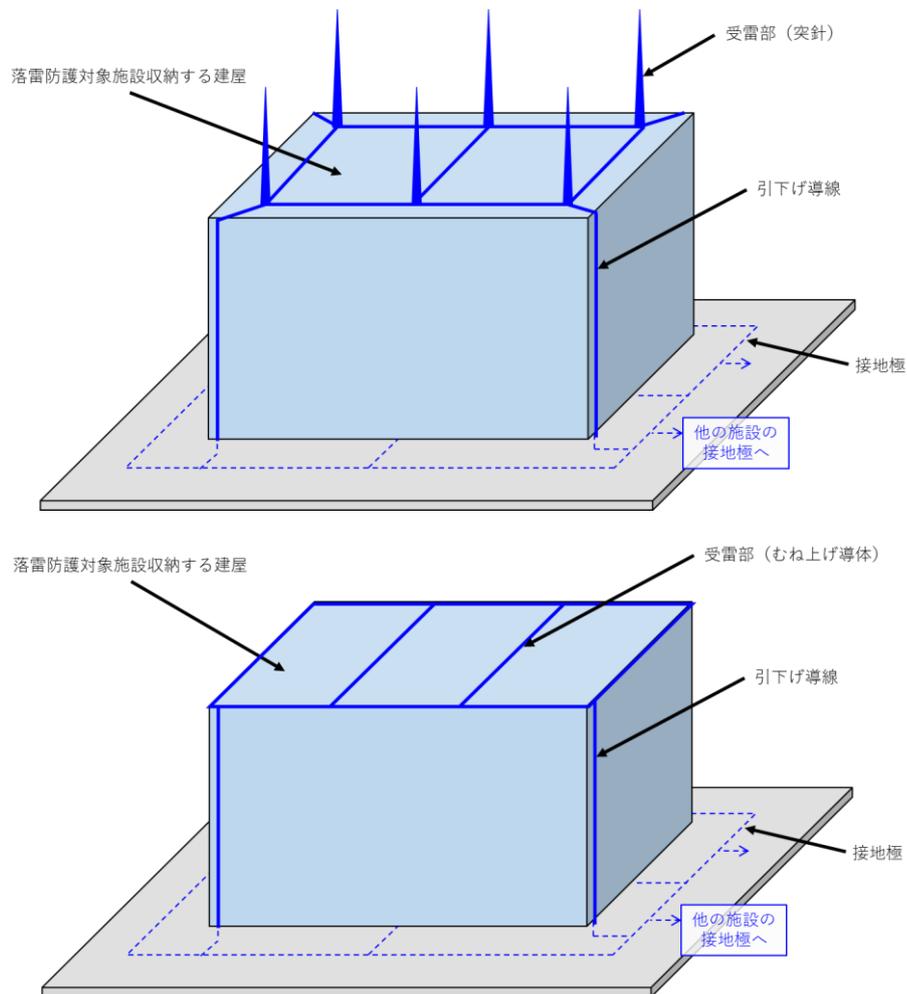
<凡例>

○：受雷部又は接地極の設置対象

△：周辺の避雷設備の保護範囲に入るため、一部が設置対象外

×：周辺の避雷設備の保護範囲に入るため、設置対象外

1992：1992年版JISに準拠した避雷設備を設置



(上：受雷部が突針の場合，下：受雷部がむね上げ導体の場合)

第4.1.1-1図 落雷防護対象施設を収納する建屋の避雷設備の概念図

4.1.2 屋外の落雷防護対象施設

屋外の落雷防護対象施設は、「3. 要求機能及び性能目標」の「3.1.2 (2) 性能目標」で設定している機能設計上の性能目標を達成するため、「原子力発電所の耐雷指針」(JEAG4608)及び建築基準法に基づき、日本産業規格(JIS A4201)に準拠した避雷設備を設置する設計とする。

避雷設備の設計方針は以下のとおりとする。

- 屋外の落雷防護対象施設に設置する避雷設備は、1992年版JISに準拠したものとする。
- 避雷設備の受雷部は、屋外の落雷防護対象施設への雷撃を防止するため、以下

の設計とする。

- ・受雷部は、突針又はむね上げ導体を基本とする。
 - ・受雷部がひとつの場合を除き、受雷部は、避雷導線によって接続するか、又はループ状に接続する。
- c. 避雷設備の受雷部は、雷撃電流を大地に放流するため、引下げ導線又は金属製の構造体利用を採用した引下げ導線（以下、「構造体利用引下げ導線」という。）によって接地極に接続する。
- d. 避雷設備の引下げ導線は、火花放電の発生の低減を図るため、以下の設計とする。
- ・屋外の落雷防護対象施設の外周に複数本をほぼ均等に配置し、その間隔を50m以下とする。
 - ・短い距離にて接地極へ接続する。
 - ・引下げ導線の材料として、断面積38mm²以上の銅を使用する。
- e. 避雷設備の接地極は、接地抵抗の低減及び雷撃に伴う構内接地系の電位分布の平坦化を図るため、網状接地極を基本とする。

避雷設備を設置する対象となる屋外の落雷防護対象施設を第4.1.2-1表に示す。
また、屋外の落雷防護対象施設の避雷設備の概念図を第4.1.2-1図に示す。

第4.1.2-1表 屋外の落雷防護対象施設

| 屋外の落雷防護対象施設 | 受雷部 | 接地極 | 準拠規格 |
|-----------------|-----|-----|------|
| 前処理建屋 | × | ○ | 1992 |
| 分離建屋 | △ | ○ | 1992 |
| 精製建屋 | ○ | ○ | 1992 |
| ラン・ポルトニウム混合脱硝建屋 | ○ | ○ | 1992 |
| 高レベル廃液ガラス固化建屋 | △ | ○ | 1992 |
| 主排気筒 | ○ | ○ | 1992 |

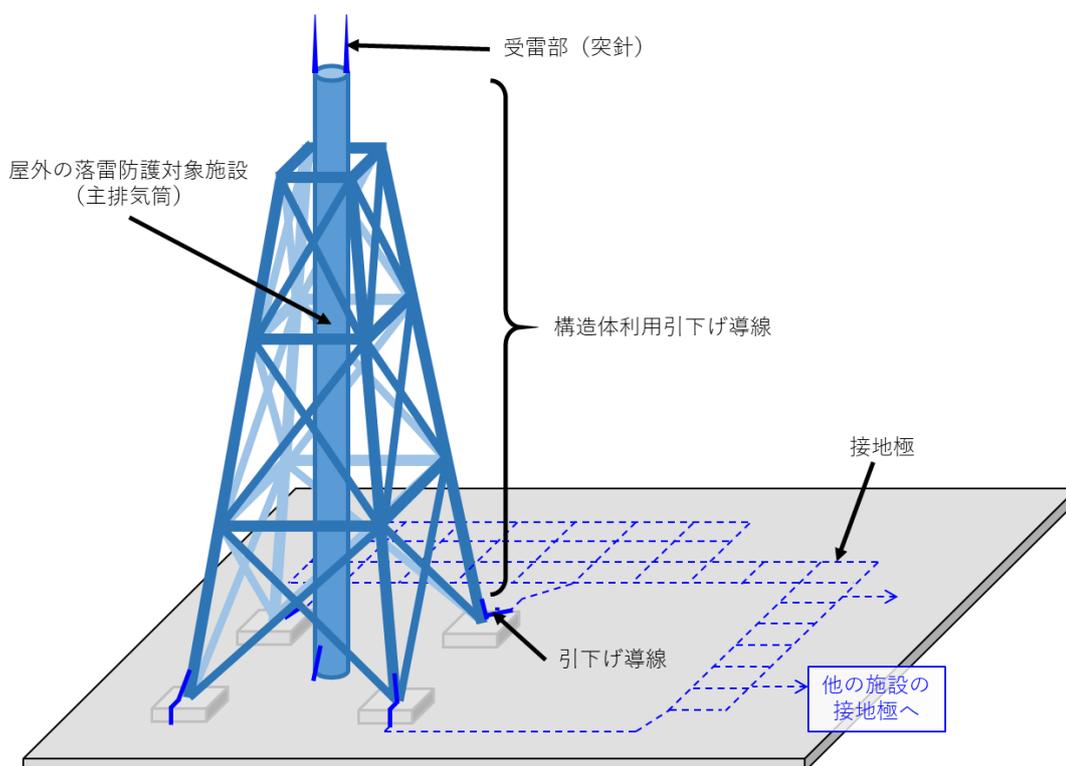
<凡例>

○：受雷部又は接地極の設置対象

△：周辺の避雷設備の保護範囲に入るため、一部が設置対象外

×：周辺の避雷設備の保護範囲に入るため、設置対象外

1992：1992年版JISに準拠した避雷設備を設置



※ 主排気筒以外の屋外の落雷防護対象施設の避雷設備の概念図は、第4.1.1-1図に示す落雷防護対象施設を収納する建屋の避雷設備の概念図と同様である。

第4.1.2-1図 屋外の落雷防護対象施設の避雷設備の概念図

4.1.3 落雷防護対象施設を覆う金属製の構築物

落雷防護対象施設を覆う金属製の構築物は、「3. 要求機能及び性能目標」の「3.1.3 (2) 性能目標」で設定している機能設計上の性能目標を達成するため、「原子力発電所の耐雷指針」(JEAG4608)，建築基準法及び消防法に基づき、日本産業規格 (JIS A4201) に準拠した避雷設備を設置する設計とする。

避雷設備の設計方針は以下のとおりとする。

- a. 各々の落雷防護対象施設を覆う金属製の構築物の避雷設備は、当該施設の構造及び配置を踏まえた上で、日本産業規格 (JIS A4201-2003 (以下、「2003年版JIS」という。)) における保護レベル I に準拠したものとする。
- b. 避雷設備の受雷部は、構築物内側の落雷防護対象施設への雷撃を防止するため、金属製の構造体利用を採用し、材料として断面積 50mm^2 以上又は厚さ 4mm 以上の鉄 (鋼材) を用いるとともに、メッシュ法幅 5m 以下となるようにする。
- c. 避雷設備の受雷部は、雷撃電流を大地に放流するため、引下げ導線又は構造体利用引下げ導線によって接地極に接続する。
- d. 避雷設備の引下げ導線又は構造体利用引下げ導線は、火花放電の発生の低減

を図るため、以下の設計とする。

- ・引下げ導線は、ほぼ均等に、かつ、平均間隔10m以下となるように配置する。
 - ・引下げ導線は、短い距離にて接地極へ接続する。
 - ・引下げ導線の材料として断面積38mm²以上の銅を、構造体利用引下げ導線の材料として断面積50mm²以上の鉄（鋼材）を使用する。
- e. 避雷設備の接地極は、接地抵抗の低減及び雷撃に伴う構内接地系の電位分布の平坦化を図るため、網状接地極を基本とする。

落雷防護対象施設を覆う金属製の構築物を第4.1.3-1表に示す。また、落雷防護対象施設を覆う金属製の構築物の避雷設備の概念図を第4.1.3-1図に示す。

第4.1.3-1表 落雷防護対象施設を覆う金属製の構築物

| 屋外の落雷防護対象施設を覆う構築物 | 受雷部 | 接地極 | 準拠規格 |
|--|-----|-----|------|
| 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） | ○ | ○ | 2003 |
| 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） | × | × | — |
| 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） | × | × | — |
| 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） | ○ | ○ | 2003 |
| 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） | ○ | ○ | 2003 |
| 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） | ○ | ○ | 2003 |

<凡例>

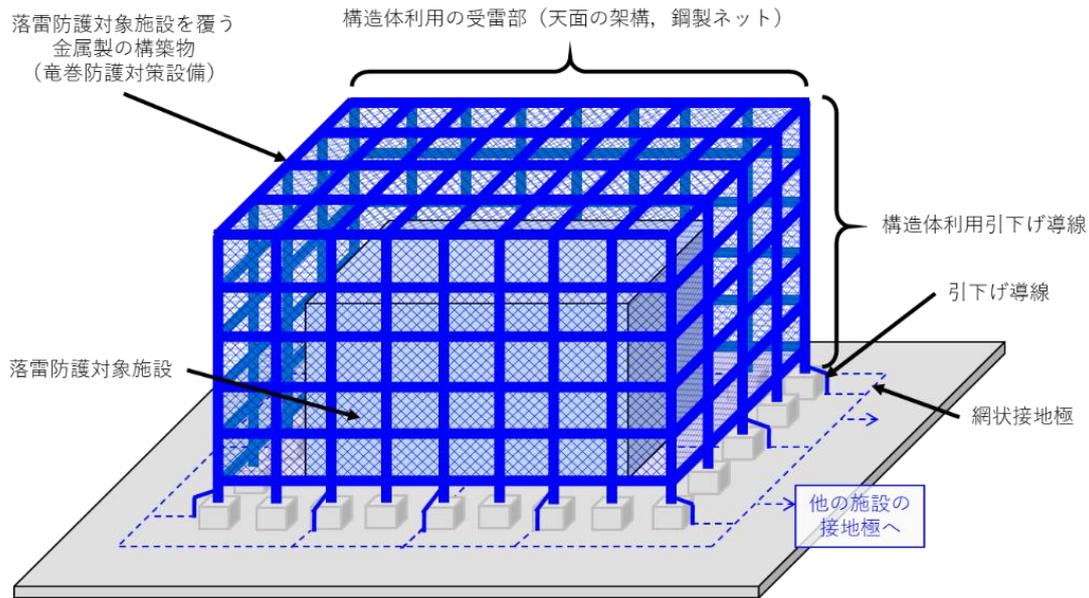
○：受雷部又は接地極の設置対象

△：周辺の避雷設備の保護範囲に入るため、一部が設置対象外

×

2003：2003年版JISに準拠した避雷設備を設置

1992：1992年版JISに準拠した避雷設備を設置



第4.1.3-1図 落雷防護対象施設を覆う金属製の構築物の避雷設備の概念図

4.1.4 使用済燃料収納キャスクを収納する建屋

使用済燃料収納キャスクを収納する建屋は、「3. 要求機能及び性能目標」の「3.1.4 (2) 性能目標」で設定している機能設計上の性能目標を達成するため、「原子力発電所の耐雷指針」(JEAG4608), 建築基準法及び消防法に基づき、日本産業規格 (JIS A4201) に準拠した避雷設備を設置する設計とする。

避雷設備の設計方針は以下のとおりとする。

- a. 使用済燃料収納キャスクを収納する建屋に設置する避雷設備は、1992年版JISに準拠したものとする。
- b. 避雷設備の受雷部は、使用済燃料収納キャスクを収納する建屋への雷撃を極力防止するため、以下の設計とする。
 - ・受雷部は、突針又はむね上げ導体を基本とする。
 - ・むね上げ導体は、非保護範囲の部分の各点からの水平距離が10m以下となるように設ける。
 - ・受雷部がひとつの場合を除き、受雷部は、むね、パラペット又は屋根上に設置した避雷導線によって接続するか、又はループ状に接続する。
- c. 避雷設備の受雷部は、雷撃電流を大地に放流するため、銅、鉄等の導体を材料とした引下げ導線 (以下、「引下げ導線」という。) によって接地極に接続する。
- d. 避雷設備の引下げ導線は、火花放電の発生の低減を図るため、以下の設計とする。
 - ・使用済燃料収納キャスクを収納する建屋の外周に複数本をほぼ均等に配置

- し、その間隔を 50m 以下とする。
 - ・短い距離にて接地極へ接続する。
 - ・引下げ導線の材料として、断面積 38mm² 以上の銅を使用する。
- e. 避雷設備の接地極は、接地抵抗の低減及び雷撃に伴う構内接地系の電位分布の平坦化を図るため、網状接地極を基本とする。

避雷設備を設置する対象となる使用済燃料収納キャスクを収納する建屋を第 4.1.4-1表に示す。使用済燃料収納キャスクを収納する建屋の避雷設備の概念図は、第4.1.1-1図に示す落雷防護対象施設を収納する建屋と同様である。

第4.1.4-1表 使用済燃料収納キャスクを収納する建屋

| 使用済燃料収納キャスクを収納する建屋 | 受雷部 | 接地極 | 準拠規格 |
|------------------------------------|-----|-----|------|
| 使用済燃料輸送容器管理建屋（使用済燃料収納使用済燃料輸送容器保管庫） | ○ | ○ | 1992 |

<凡例>

○：受雷部又は接地極の設置対象

△：周辺の避雷設備の保護範囲に入るため、一部が設置対象外

×：周辺の避雷設備の保護範囲に入るため、設置対象外

1992：1992年版JISに準拠した避雷設備を設置

4.2 間接雷の影響を考慮する施設

4.2.1 接地設計

間接雷による影響を抑制するための接地設計としては、「3. 要求機能及び性能目標」の「3.2.1（2）性能目標」で設定している機能設計上の性能目標を達成するため、「原子力発電所の耐雷指針」（JEAG4608），建築基準法及び消防法に基づき、日本産業規格（JIS A4201）に準拠した接地設計を行う。

接地設計の設計方針は以下のとおりとする。

- a. 各々の接地極は原則として2箇所以上で接続し、構内接地系の電位分布の平坦化を図る。
- b. 構内接地系の接地抵抗は、最大故障電流による最大接地電位上昇値、歩幅電圧及び歩幅電圧の制限によって定められる所定の目標値（JIS A 4201 による標準設計値10Ω）を十分下回る設計とし、3Ω以下となるよう設計する。

4.2.2 建屋間で取り合う落雷防護対象施設

間接雷による雷サージの影響阻止設計としては、「3. 要求機能及び性能目標」の「3.2.2（2）性能目標」で設定している機能設計上の性能目標を達成するため、設計方針を以下のとおりとする。

- a. アナログ信号式の計測制御系統施設は、雷撃電流270kAの落雷によって想定される雷サージ電圧 (3.0kV) に対して安全機能を損なわないよう、信号の出力側の建屋と信号の入力側の建屋の両方に絶縁耐力5.0kV以上の保安器を設置する設計とする。
- b. a. の設計において、万一の場合にも落雷の影響が安全上重要な警報及びインターロック機能に及ぶことのないよう、信号の出力側にアイソレータを設置する。
- c. デジタル信号式の計測制御系統施設及び放射線監視設備は、シールドケーブルを使用したうえで両端接地とするか、又は光伝送ケーブルを使用することにより、雷撃電流270kAの落雷によって想定される雷サージ電圧 (3.0kV) に対して安全機能を損なわない設計とする。
- d. 電気設備については、電気学会電気規格調査会標準規格 (JEC 2300) に準拠した雷インパルス絶縁耐力を有する設計とすることにより、雷撃電流270kAの落雷によって想定される雷サージ電圧 (3.0kV) に対して安全機能を損なわない設計とする。

4.3 主排気筒以外の高い構築物

主排気筒以外の高い構築物は、「3. 要求機能及び性能目標」の「3.3 (2) 性能目標」で設定している機能設計上の性能目標を達成するため、「原子力発電所の耐雷指針」(JEAG4608) 及び建築基準法に基づき、日本産業規格 (JIS A4201) に準拠した避雷設備を設置する設計とする。

避雷設備の設計方針は以下のとおりとする。

- a. 主排気筒以外の高い構築物に設置する避雷設備は、1992年版JISに準拠したものとする。
- b. 避雷設備の受雷部は、屋外の落雷防護対象施設への雷撃を極力防止するため、突針を基本とする。
- c. 避雷設備の受雷部は、雷撃電流を大地に放流するため、避雷導線によって接地極に接続する。
- d. 避雷設備の引下げ導線は、火花放電の発生の低減を図るため、以下の設計とする。
 - ・主排気筒以外の高い構築物の外周に複数本をほぼ均等に配置し、その間隔を50m以下とする。
 - ・短い距離にて接地極へ接続する。
 - ・引下げ導線の材料として、断面積38mm²以上の銅を使用する。
- e. 避雷設備の接地極は、接地抵抗の低減及び雷撃に伴う構内接地系の電位分布の平坦化を図るため、網状接地極又は環状接地極とする。

避雷設備を設置する対象となる主排気筒以外の高い構築物を第4.3-1表に示す。また、

主排気筒以外の高い構築物の避雷設備の概念図を第4.3-1図に示す。

第4.3-1表 主排気筒以外の高い構築物

| 主排気筒を除く高い構築物 | 受雷部 | 接地極 | 準拠規格 |
|----------------|-----|-----|------|
| 北換気筒 | ○ | ○ | 1992 |
| 低レベル廃棄物処理建屋換気筒 | ○ | ○ | 1992 |

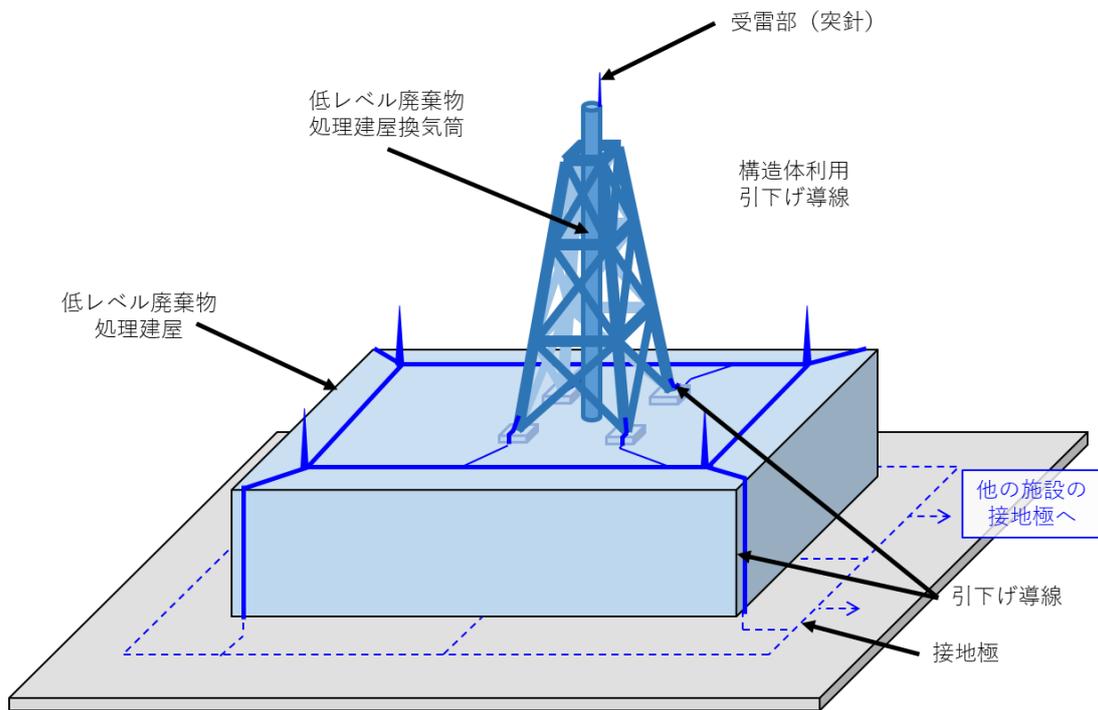
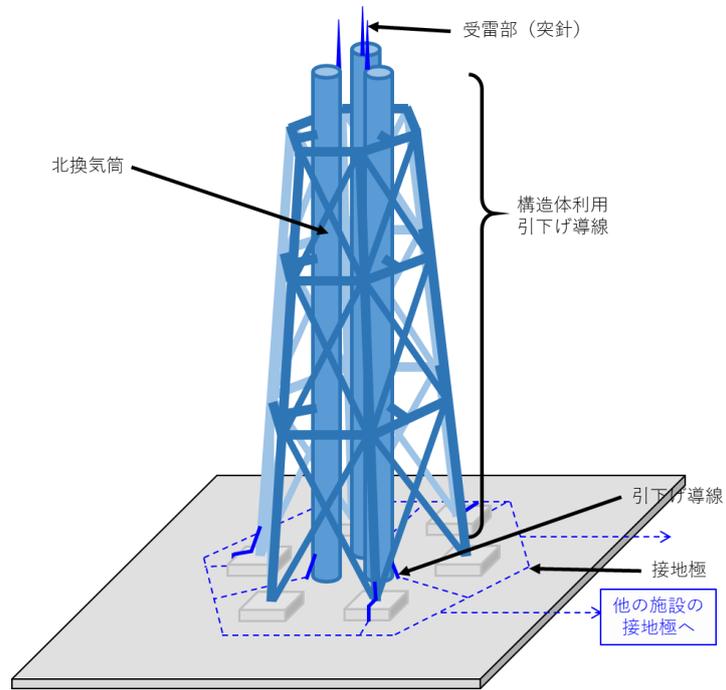
<凡例>

○：受雷部又は接地極の設置対象

△：周辺の避雷設備の保護範囲に入るため、一部が設置対象外

×：周辺の避雷設備の保護範囲に入るため、設置対象外

1992：1992年版JISに準拠した避雷設備を設置



(上：北換気筒，下：低レベル廃棄物処理建屋換気筒)

第4.3-1図 主排気筒以外の高い構築物の避雷設備の概念図

VI-1-1-1-7

津波への配慮に関する説明書

令和4年12月21日付け原規規発第2212213号にて認可を受けた設工認申請書の「VI-1-1-1-7 津波への配慮に関する説明書」から、今回申請で追加又は変更する箇所を下線で示す。

目 次

| | ページ |
|-------------------------|-----|
| 1. 概要 | 1 |
| 2. 耐津波設計の基本方針..... | 2 |
| 3. 津波評価 | 3 |
| 3.1 概要 | 3 |
| 3.2 既往津波に関する検討..... | 3 |
| 3.3 既往知見を踏まえた津波の評価..... | 3 |
| 3.4 施設の安全性評価..... | 6 |

1. 概要

本資料は、津波により再処理施設の安全機能を有する施設の安全性及び重大事故等対処施設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とすることが、「再処理施設の技術基準に関する規則」第七条及び第三十四条（津波による損傷の防止）に適合することを説明するものである。

2. 耐津波設計の基本方針

安全機能を有する施設及び重大事故等対処施設は、津波によりその安全機能又は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。

設計上考慮する津波から防護する施設は、事業指定基準規則の解釈別記 3 に基づき安全機能を有する施設のうち耐震重要施設及び重大事故等対処施設とし、これらの施設に大きな影響を及ぼすおそれがある津波に対して必要な機能が損なわれないよう、耐震重要施設及び重大事故等対処施設のうち常設重大事故等対処設備は津波による影響を受けない位置に設置し、また、可搬型重大事故等対処設備は津波による影響を受けない位置に保管する設計とする。

設計上考慮する津波から防護する施設以外の安全機能を有する施設については、津波に対して機能を維持すること若しくは津波による損傷を考慮して代替設備により必要な機能を確保すること、安全上支障のない期間での修理を行うこと又はそれらを適切に組み合わせることにより、その安全機能を損なわない設計とする。

上記施設のうち液体廃棄物の廃棄施設の海洋放出管については、津波により損傷した場合の措置として、必要に応じて廃液の発生量低減のための工程停止を行ったうえで適切な修理を行うことにより、その安全機能を損なわない設計とする。

また、上記の施設に対する損傷を考慮して代替設備により必要な機能を確保すること、安全上支障のない期間での修理を行うこと及び廃液の発生量低減のため必要に応じて工程停止を行うことを保安規定に定めて、管理する。

なお、可搬型重大事故等対処設備の使用時の据え付け場所に係る設計方針については、「VI-1-1-4 安全機能を有する施設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」に示す。

耐震重要施設及び重大事故等対処施設のうち常設重大事故等対処設備（これらの施設に波及的影響を及ぼして必要な機能を損なわせるおそれがある施設を含む）を設置する敷地並びに可搬型重大事故等対処設備を保管する敷地は、標高約 50m から約 55m 及び海岸からの距離約 4km から約 5km の地点に位置しており、事業指定（変更許可）においては、後述の「3. 津波評価」に示すとおり、断層のすべり量が既往知見を大きく上回る波源を想定した場合でも、より厳しい評価となるように設定した標高 40m の敷地高さへ津波が到達する可能性はなく、また、低レベル廃液処理建屋及び使用済燃料受入れ・貯蔵管理建屋から導かれ、汀線部から沖合約 3km まで敷設する海洋放出管は、低レベル廃液処理建屋及び使用済燃料受入れ・貯蔵管理建屋が標高約 55m の敷地に設置されることから、海洋放出管の経路からこれらの建屋に津波が流入するおそれはないことを確認している。

したがって、津波によって、安全機能を有する施設の安全機能及び重大事故等対処施設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はない。

3. 津波評価

3.1 概要

本章においては、標高 40m の敷地高さへ津波が到達する可能性がないと評価した根拠である、事業指定（変更許可）における津波評価の概要を示す。

事業指定（変更許可）における津波評価においては、既往知見を踏まえた津波の評価を行い、想定される津波の規模観について把握した上で、施設の安全性評価として、すべり量が既往知見を大きく上回る波源モデルによる検討を行い、標高 40m の敷地高さへ津波が到達する可能性について検討を行っている。

3.2 既往津波に関する検討

(1) 近地津波

敷地周辺における主な既往の近地津波の津波高を比較した結果、敷地近傍に大きな影響を及ぼしたと考えられる近地津波は、1856 年の津波、1968 年十勝沖地震に伴う津波及び 2011 年東北地方太平洋沖地震に伴う津波と評価した。

(2) 遠地津波

敷地周辺における主な既往の遠地津波の津波高を比較した結果、敷地近傍に影響を及ぼしたと考えられる遠地津波は 1960 年チリ地震津波であるが、近地津波の津波高を上回るものではないと評価した。

(3) 既往津波の評価

既往津波に関する文献調査の結果、敷地近傍に大きな影響を及ぼしたと考えられる既往津波は、1856 年の津波、1968 年十勝沖地震に伴う津波及び 2011 年東北地方太平洋沖地震に伴う津波と評価した。

3.3 既往知見を踏まえた津波の評価

(1) 地震に起因する津波の評価

① 対象とする地震

地震に起因する津波の評価においては、敷地に影響を与える可能性がある津波の波源として、プレート間地震、海洋プレート内地震及び海域の活断層による地殻内地震について検討した。

② 数値シミュレーション

既往津波の再現性確認を行った計算モデルを用いて数値シミュレーションを行った。評価位置については、尾駱沼の形状を踏まえ尾駱沼奥の地点を選定した。

③ プレート間地震に起因する津波の評価

プレート間地震として、三陸沖北部のプレート間地震、津波地震及び三陸沖北部と隣り合う領域の連動を考慮した連動型地震について検討した。

連動型地震については、三陸沖北部から北方の千島海溝沿いの領域への連動を考

慮した連動型地震（以下、「北方への連動型地震」という。）及び三陸沖北部から南方の日本海溝沿いの領域への連動を考慮した連動型地震（以下、「南方への連動型地震」という。）が考えられるが、南方への連動型地震については青森県海岸津波対策検討会の検討結果の知見があることから、本評価では北方への連動型地震の波源モデルを設定して検討を実施した上で、当該結果と南方への連動型地震に係る青森県海岸津波対策検討会による検討結果を比較することとした。

a. 基本モデル

(a) 三陸沖北部のプレート間地震

三陸沖北部のプレート間地震の波源モデルについては、1856年の津波が古記録より推定されていることから、同一海域で発生し各地の津波高が数多く観測されている1968年十勝沖地震に伴う津波を対象とすることとし、1968年十勝沖地震に伴う津波の波源モデルをもとに、地震規模が既往最大のMw8.4となるようにスケールリング則に基づき設定した。当該波源モデルの位置及び諸元に基づき実施した数値シミュレーションの結果、評価位置における津波高はT.M.S.L. +1.38mであった。

(b) 津波地震

津波地震の波源モデルについては、1896年明治三陸地震津波の波源モデル（地震規模は既往最大のMw8.3）を設定した。当該波源モデルの位置及び諸元に基づき実施した数値シミュレーションの結果、評価位置における津波高はT.M.S.L. +1.28mであった。

(c) 北方への連動型地震

北方への連動型地震の波源モデルについては、敷地前面の三陸沖北部から根室沖までの領域を想定波源域とし、2011年東北地方太平洋沖地震の知見等も踏まえ、すべりの不均質性等を考慮した波源モデル（Mw9.04）を設定した。当該波源モデルの位置及び諸元に基づき実施した数値シミュレーションの結果、評価位置における津波高はT.M.S.L. +2.32mであった。

b. 不確かさの考慮に係る評価

評価位置における津波高が最大となる北方への連動型地震について、波源特性、波源位置及び破壊開始点の不確かさを考慮し評価を実施した。さらに、不確かさの考慮において評価位置における津波高が最大となるケースと、南方への連動型地震である青森県の結果の比較を行い、津波高の高いケースをプレート間地震に起因する津波の最大ケースとして評価した。

波源特性の不確かさについては、すべり量の不確かさを考慮したすべり量割増モデル及びすべり分布の不確かさを考慮した海溝側強調モデルを設定した。数値シミュレーションの結果、評価位置における津波高は、すべり量割増モデルでT.M.S.L. +3.01m、海溝側強調モデルでT.M.S.L. +3.00mであった。

波源位置の不確かさについては、すべり量割増モデル及び海溝側強調モデルのそれぞれについて、北へ約 50km 移動させたケース並びに南へ約 50km, 約 100km 及び約 150km 移動させたケースを設定した。数値シミュレーションの結果、評価位置における津波高が最大となるのは、すべり量割増モデルを南に約 100km 移動させたケースで、T. M. S. L. +3.65m であった。

破壊開始点の不確かさについては、波源位置を変動させた検討において評価位置における津波高が最大となるすべり量割増モデルを南に約 100km 移動させたケースを対象に破壊開始点の異なる複数のケースを設定した。数値シミュレーションの結果、評価位置における津波高は最大ケースで、T. M. S. L. +4.00m であった。

また、以上の北方への連動型地震に係る検討結果と南方への連動型地震に係る検討結果を比較した結果、北方への連動型地震に起因する津波が南方への連動型地震に起因する津波を上回る結果であることを確認した。

以上より、プレート間地震に起因する津波について、評価位置における津波高が最大となるのは、北方への連動型地震に不確かさを考慮したケースであり、その津波高は評価位置において T. M. S. L. +4.00m であった。

④ 海洋プレート内地震に起因する津波の評価

海洋プレート内地震の波源モデルについては、1933 年昭和三陸地震津波の波源モデルをもとに、地震規模が既往最大の Mw8.6 となるようにスケーリング則に基づき設定した。当該波源モデルの位置及び諸元に基づき実施した数値シミュレーションの結果、評価位置における津波高は T. M. S. L. +1.35m であった。以上を踏まえると、海洋プレート内地震に起因する津波は、プレート間地震に起因する津波を上回るものではない。

⑤ 海域の活断層による地殻内地震に起因する津波の評価

海域の活断層による地殻内地震に起因する津波の推定津波高は最大でも 0.3m であり、プレート間地震に起因する津波と比べて影響は非常に小さい。

(2) 地震以外の要因に起因する津波の評価

① 地すべり等に起因する津波の評価

文献調査によると、敷地周辺における陸上及び海底の地すべり並びに斜面崩壊による歴史津波の記録は知られておらず、敷地周辺陸域の海岸付近における大規模な地すべり地形及び敷地周辺海域における海底地すべり地形は認められない。

また、海底地形調査により抽出された地すべり地形に基づく数値シミュレーションにより敷地への影響を評価した結果、評価位置前面における津波高は、最大でも 0.20m であり、プレート間地震に起因する津波と比べて影響は非常に小さいと評価した。

② 火山現象に起因する津波の評価

文献調査によると、敷地周辺に大きな影響を及ぼした、火山現象による歴史津波の

記録は知られていないことから、火山現象に起因する津波については、影響は極めて小さいと評価した。

(3) まとめ

既往知見を踏まえた津波の評価として、地震及び地震以外の要因に起因する津波について評価を行った結果、想定される津波の規模観は評価位置において T. M. S. L. +4.00m程度であった。なお、地震以外の要因に起因する津波の影響は非常に小さいことから、地震に起因する津波との重畳を考慮したとしても想定される津波の規模観への影響はない。

3.4 施設の安全性評価

(1) 評価概要

施設の安全性評価として、標高 40m の敷地高さへ津波が到達する可能性がないことを確認するため、すべり量が既往知見を大きく上回る波源モデルによる検討を実施した。

(2) 波源モデルの設定

すべり量が既往知見を大きく上回る波源モデルについては、国内外の巨大地震のすべり量に関する文献調査結果を踏まえ、既往の巨大地震及び将来予測のモデルにおける最大すべり量を上回るよう、既往知見を踏まえた津波の評価において津波高が最も高いケースの波源モデルの各領域のすべり量を 3 倍にしたモデル（以下、「すべり量 3 倍モデル」という。）を設定した。

また、既往の巨大地震及び将来予測のモデルにおけるすべり分布を見ると、超大すべり域のようなすべりの大きな領域は波源域全体には分布していないことを踏まえ、すべり量が既往知見を大きく上回るもう一つの波源モデルとして、波源域全体を超大すべり域としたモデル（以下、「全域超大すべり域モデル」という。）を設定した。

(3) 評価結果

すべり量が既往知見を大きく上回る「すべり量 3 倍モデル」及び「全域超大すべり域モデル」による検討の結果、津波は標高 40m の敷地高さには到達しておらず、また、海洋放出管を経路として標高 40m の敷地高さに到達する可能性もないことを確認した。