

【公開版】

日本原燃株式会社	
資料番号	外竜巻 05 R <u>6</u>
提出年月日	令和4年 <u>6</u> 月 <u>7</u> 日

設工認に係る補足説明資料

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

1. 文章中の下線部は、R 5 から R 6 への変更箇所を示す。
2. 本資料（R 6）は、令和4年3月30日に提示した「竜巻への配慮が必要な施設の強度計算書に関する構造強度評価における評価対象部位の選定について R 5」に対し、ヒアリングにおける主な指摘事項である評価対象部位選定の充実化について、評価対象部位選定方法を見直したものである。

目 次

1. 概要	1
2. 評価対象部位の選定方法について	1
3. 荷重の組合せについて	1
4. 参考文献	<u>5</u>

■ : 商業機密の観点から公開できない箇所

1. 概要

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

- ・再処理施設 添付書類「VI-1-1-1-2-5-1 竜巻への配慮が必要な施設の強度計算書」

本資料では、竜巻防護対象施設に設計竜巻を作用させた構造強度評価における評価対象部位の選定方法を示す。

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

2. 評価対象部位の選定方法について

竜巻防護対象施設に設計竜巻荷重（風圧力による荷重，気圧差による荷重，飛来物による衝撃荷重）が作用することに対して，竜巻防護対象施設に要求される安全機能が維持されることを確認するため，構造健全性の確認が必要な機器（以下，「構造健全性評価対象機器」という。）を選定し，選定した機器ごとに構造強度評価を実施する部位（以下，「構造強度評価対象部位」という。）を選定する。

構造健全性評価対象機器及び構造強度評価対象部位の選定方法を以下に示す。

- (1) 竜巻防護対象施設を構成する機器のうち，設計竜巻荷重が作用することにより，竜巻防護対象施設に要求される安全機能へ影響を及ぼしえる機器を構造健全性評価対象機器として選定する。
- (2) 選定した構造健全性評価対象機器を構成する部位のうち，構造や設置環境を踏まえて，設計竜巻荷重が直接作用する部位を構造強度評価対象部位として選定する。

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

考慮する荷重の組合せについては3項のとおりとする。

3. 荷重の組合せについて

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

(1) 荷重の種類

a. 常時作用する荷重

常時作用する荷重は、添付書類「VI-1-1-1-2-4-1 竜巻への配慮が必要な施設の強度計算の方針」にて設定している常時作用する荷重に従い、持続的に生じる荷重である、固定荷重(自重)及び積載荷重とする。

b. 設計竜巻荷重

竜巻による荷重は、添付書類「VI-1-1-1-2-4-1 竜巻への配慮が必要な施設の強度計算の方針」に従い、設計竜巻の以下の特性値を踏まえ、風圧力による荷重、気圧差による荷重及び飛来物による衝撃荷重とする。設計竜巻の特性値を第3-1表に示す。

- ・ 竜巻の最大気圧低下量 (ΔP_{max})

$$\Delta P_{max} = \rho \times V_{Rm}^2$$

ρ : 空気密度 (1.22 (kg/m³))

- ・ 竜巻の最大接線風速 (V_{Rm})

$$V_{Rm} = V_D - V_T$$

- ・ 竜巻の移動速度 (V_T)

$$V_T = 0.15 \times V_D$$

V_D (m/s) : 設計竜巻の最大風速

第3-1表 設計竜巻の特性値

最大風速 V_D (m/s)	移動速度 V_T (m/s)	最大接線風速 V_{Rm} (m/s)	最大気圧低下量 ΔP_{max} (N/m ²)
100	15	85	8,900

(a) 風圧力による荷重

風圧力による荷重は、竜巻の最大風速による荷重である。竜巻による最大風速は、一般的には水平方向の風速として設定されるが、鉛直方向の風圧力による荷重に対して脆弱と考えられる評価対象施設が存在する場合には、鉛直方向の最大風速等に基づいて算出した鉛直方向の風圧力による荷重についても考慮する。

風圧力による荷重は、施設の形状により変化するため、施設の部位ごとに異なる。そのため、各施設及び評価対象部位に対して厳しくなる方向からの風を想定し、各施設の部位ごとに荷重を設定する。

ガスト影響係数（G）は設計竜巻の風速が最大瞬間風速をベースとしていること等から、施設の形状によらず「原子力発電所の竜巻影響評価ガイド」（改定 令和元年9月6日 原規技発第1909069号 原子力規制委員会決定）（以下、「竜巻ガイド」という。）を参照して、 $G=1.0$ とする。空気密度（ ρ ）は「建築物荷重指針・同解説（2015改定）」より $\rho=1.22 \text{ kg/m}^3$ とする。

設計用速度圧（ q ）については施設の形状に影響を受けないため、設計竜巻の設計用速度圧（ q ）は施設の形状によらず $q=6,100 \text{ N/m}^2$ と設定する。

(b) 気圧差による荷重

外気と隔離されている区画の境界部など、気圧差による圧力影響を受ける設備及び竜巻防護対象施設を収納する建屋の壁、屋根等においては、設計竜巻による気圧低下によって生じる施設等の内外の気圧差による荷重が発生する。閉じた施設（通気がない施設）については、この気圧差により閉じた施設の隔壁に外向きに作用する圧力が生じるとみなし、設定することを基本とする。

部分的に閉じた施設（通気がある施設等）については、施設の構造健全性を評価する上で厳しくなるよう作用する荷重を設定する。

気圧差による荷重は、施設の形状により変化するため、施設の部位ごとに異なる。そのため、各施設の部位ごとに荷重を算出する。

最大気圧低下量（ ΔP_{max} ）は空気密度及び最大接線風速から、 $\Delta P_{max}=8,900 \text{ N/m}^2$ とする。

(c) 飛来物による衝撃荷重

飛来物による衝撃荷重は、添付書類「VI-1-1-1-2-4-1 竜巻への配慮が必要な施設の強度計算の方針」に従い、設計飛来物である鋼製材及び鋼製パイプのうち、運動エネルギー及び貫通力が大きい鋼製材にて飛来物による衝撃荷重を算出する。飛来物防護ネットを設置する竜巻防護対象施設は、鋼製パイプを通過させないために網目40mmの補助防護ネットを設置していることから、鋼製パイプによる衝撃荷重は考慮しない。

また、防護ネットの網目40mmを通過し得る飛来物として砂利のような極小飛来物が考えられる。しかし、砂利のような極小飛来物の衝突時間は極めて短く、また質量差もあることから、竜巻防護対象施設に有意な変形を生じさせることはないため、極小飛来物による衝撃荷重は考慮しない。

一方、極小飛来物の衝突による貫通現象は想定されることから、貫通影響評価として、網目40mmと同サイズの砂利を想定する。

鋼製材が衝突した場合において、影響が大きくなる向きで評価対象施設に衝突した場合の飛来物による衝撃荷重を算出する。衝突評価においては、飛来物の衝突による影響が大きくなる向きで衝突することを考慮して評価を行う。

飛来物の寸法、質量及び飛来速度を第3-2表に示す。設計飛来物の飛来速度については、事業(変更)許可を受けたとおり設定する。その他の飛来物として、防護ネットを通過する砂利については、解析コード「TONBOS」を用いて算出した速度を飛来速度として設定する。

なお、評価に用いた解析コード「TONBOS」の検証及び妥当性確認等の概要については、添付書類「V-4 計算機プログラム(解析コード)の概要・TONBOS」に示す。

第3-2表 飛来物の諸元

飛来物の種類	鋼製材	砂利
寸法 (m)	長さ×幅×奥行 4.2×0.3×0.2	0.04×0.04×0.04
質量 (kg)	135	0.18
最大水平速度 (m/s)	51	62
最大鉛直速度 (m/s)	34	42

c. 運転時荷重

運転時の状態で作用する荷重として、配管等にかかる内圧等を運転時荷重とする。

d. 積雪荷重

組み合わせる積雪は、「青森県建築基準法施行細則」による六ヶ所村の垂直積雪量190cmに平均的な積雪荷重を与えるための係数0.35を考慮し66.5cmとする。積雪荷重については、建築基準法施行令第86条第2項により、積雪量1cmごとに30N/m²の積雪荷重が作用することを考慮し設定する。

(2) 荷重の組合せ

評価対象施設の設計に用いる設計竜巻荷重は、竜巻ガイドを参照に設計竜巻の風圧力による荷重(W_w)、気圧差による荷重(W_p)及び設計飛来物による衝撃荷重(W_M)を組み合わせた複合荷重とし、下式より算出する。

$$W_{T1} = W_P$$

$$W_{T2} = W_w + 0.5 \cdot W_P + W_M$$

評価対象施設にはW_{T1}及びW_{T2}の両荷重をそれぞれ作用させる。各施設の設計竜巻による荷重の組合せについては、施設の設置状況及び構造を踏まえ適切な組合せを設定する。

4. 参考文献

- ・原子力発電所の竜巻影響評価ガイド 令和元年9月6日 原規技発第1909069号 原子力規制委員会決定
- ・建築物荷重指針・同解説（2015改定）日本建築学会
- ・六ヶ所村統計書
- ・建築基準法施行令
- ・青森県建築基準法施行細則（昭和36年2月9日青森県規則第20号）

別紙

外竜巻05 【竜巻への配慮が必要な施設の強度計算書に関する構造強度評価における評価対象部位の選定について】

別紙				備考
資料No.	名称	提出日	Rev	
別紙-1	安全冷却水B冷却塔の構造強度評価対象部位選定結果	6/7	3	
別紙-2	竜巻の影響を考慮する施設のうち配管の構造強度評価対象部位選定結果	6/7	0	
別紙-3	安全冷却水A冷却塔の構造強度評価対象部位選定結果			後次回で示す範囲
別紙-4	冷却塔Aの冷却性能の構造強度評価対象部位選定結果			後次回で示す範囲
別紙-5	冷却塔Bの冷却性能の構造強度評価対象部位選定結果			後次回で示す範囲
別紙-6	安全冷却水冷却塔Aの構造強度評価対象部位選定結果			後次回で示す範囲

別紙-1

安全冷却水B冷却塔の構造強度評価対象部位
選定結果

目 次

1. 概要	1
2. <u>安全冷却水 B 冷却塔</u> について	1
3. <u>構造強度評価対象部位の選定</u> について	4
3.1 <u>構造健全性評価対象機器の選定</u>	4
3.2 <u>構造強度評価対象部位の選定</u>	6
3.3 荷重の組合せ	15
4. <u>構造強度評価対象部位の選定結果一覧</u>	16

別添-1 外殻に覆われる部位に対する竜巻の風圧力による荷重の影響
について

参考-1 安全冷却水 B 冷却塔のその他付属部位の竜巻評価について

参考-2 安全冷却水 B 冷却塔のケーブルに対する竜巻評価について

1. 概要

本資料は、安全冷却水B冷却塔について、設計竜巻を作用させた構造強度評価における評価対象部位の選定方法及び選定結果を示す。

2. 安全冷却水B冷却塔について

(1) 安全冷却水B冷却塔の機能について

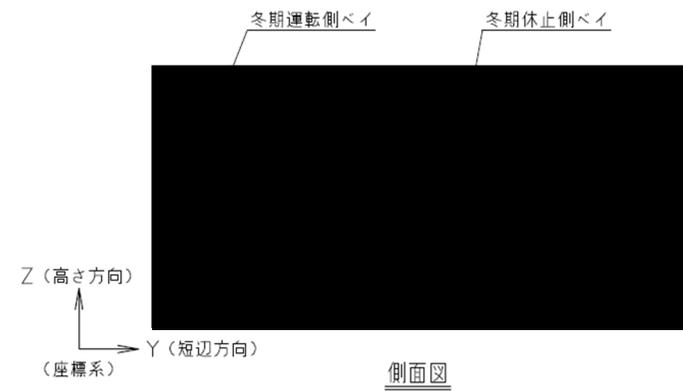
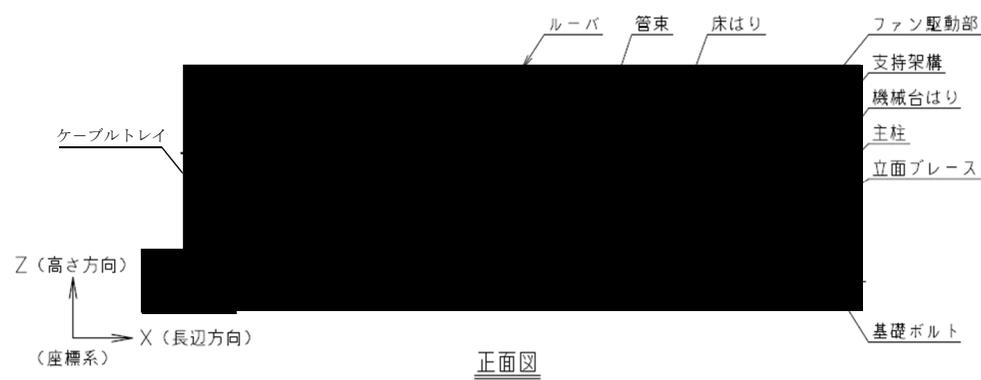
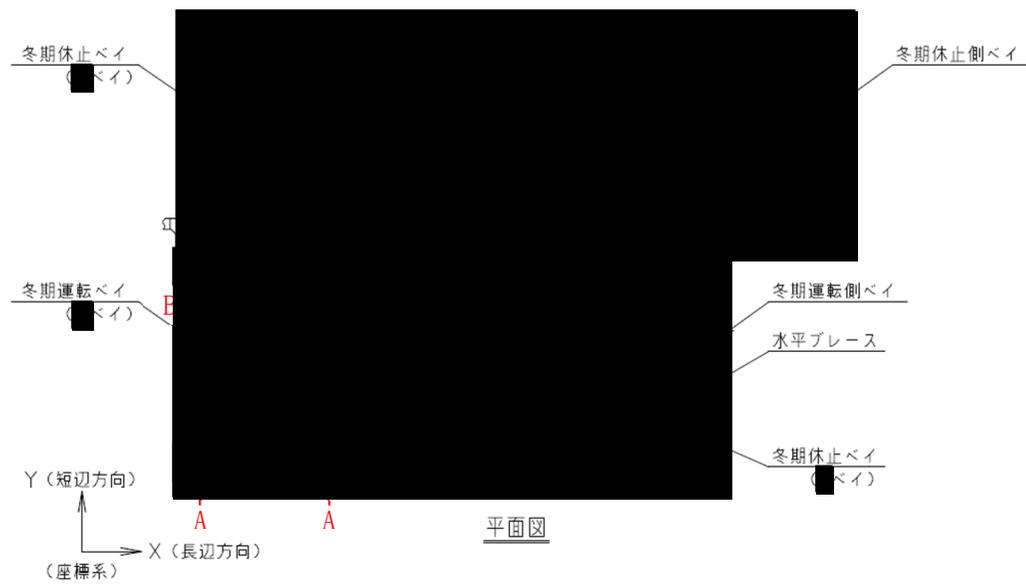
安全冷却水B冷却塔は、再処理施設内の各施設を冷却した後の冷却水を、空気と熱交換することで冷却するための設備である。そのため、安全冷却水B冷却塔は崩壊熱により溶液が沸騰するおそれのある機器の崩壊熱を除去するための冷却機能を有しており、その冷却機能の維持に必要な機器として、支持架構、ファン駆動部及び管束により構成される。

(2) 安全冷却水B冷却塔の構造について

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

第2-1表 安全冷却水B冷却塔を構成する機器と部位

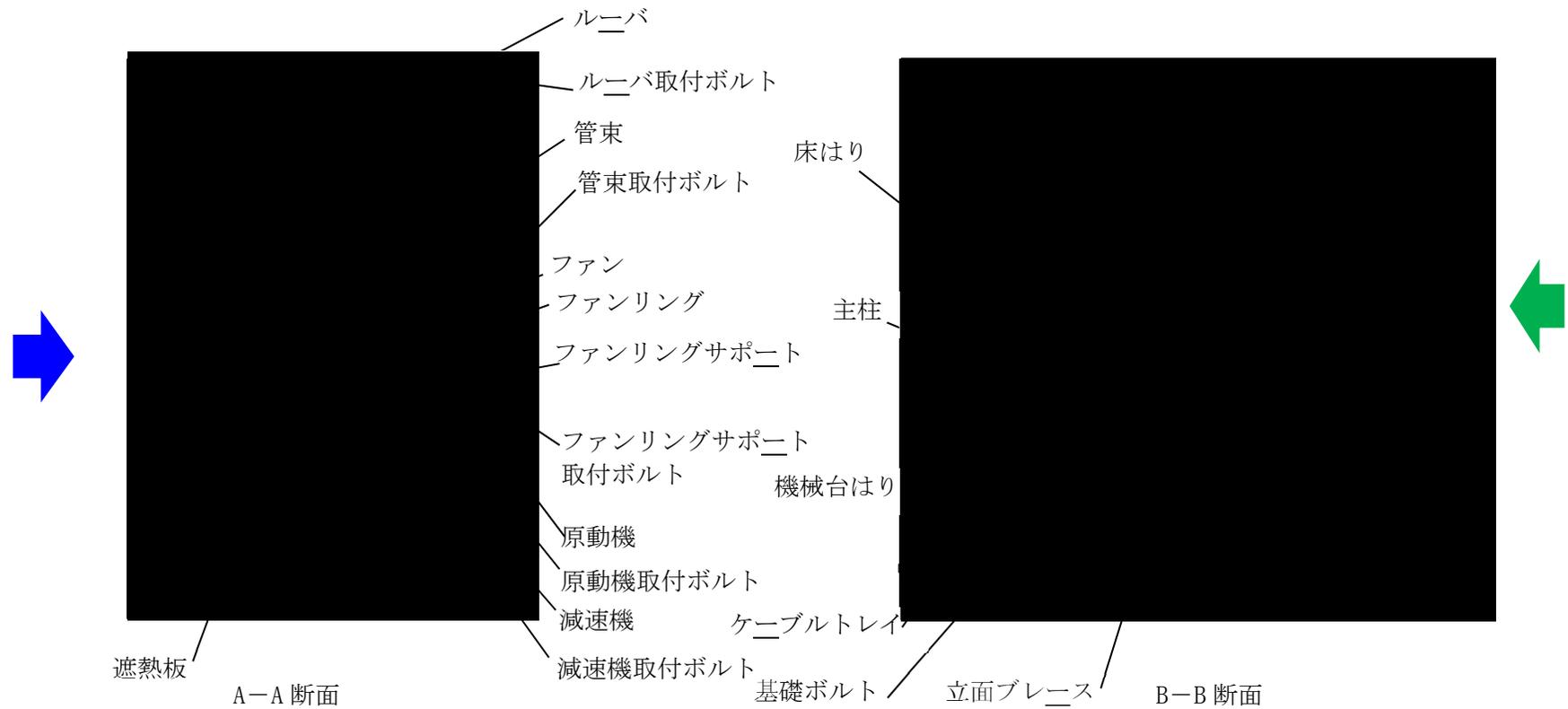
機器	部位
ルーバ	ルーバ、ルーバ取付ボルト
管束	管束フレーム、チューブサポート、伝熱管、ヘッダー、管束取付ボルト
ファン駆動部	ファン、ファンリング、ファンリングサポート、原動機、減速機、ケーブル及び各取付ボルト
支持架構 (基礎ボルト含む)	主柱、床はり、機械台はり、立面ブレース、水平ブレース、基礎ボルト
遮熱板	遮熱板、遮熱板取付ボルト



第2-1図 安全冷却水B冷却塔 概要図

➡ 竜巻風の作用方向 (NS 方向)

➡ 竜巻風の作用方向 (EW 方向)



第 2-2 図 安全冷却水 B 冷却塔 断面概要図

3. 構造強度評価対象部位の選定について

3.1 構造健全性評価対象機器の選定

竜巻時及び竜巻通過後において、安全冷却水 B 冷却塔の安全機能が維持されていることを確認するため、構造健全性評価対象機器を選定する。

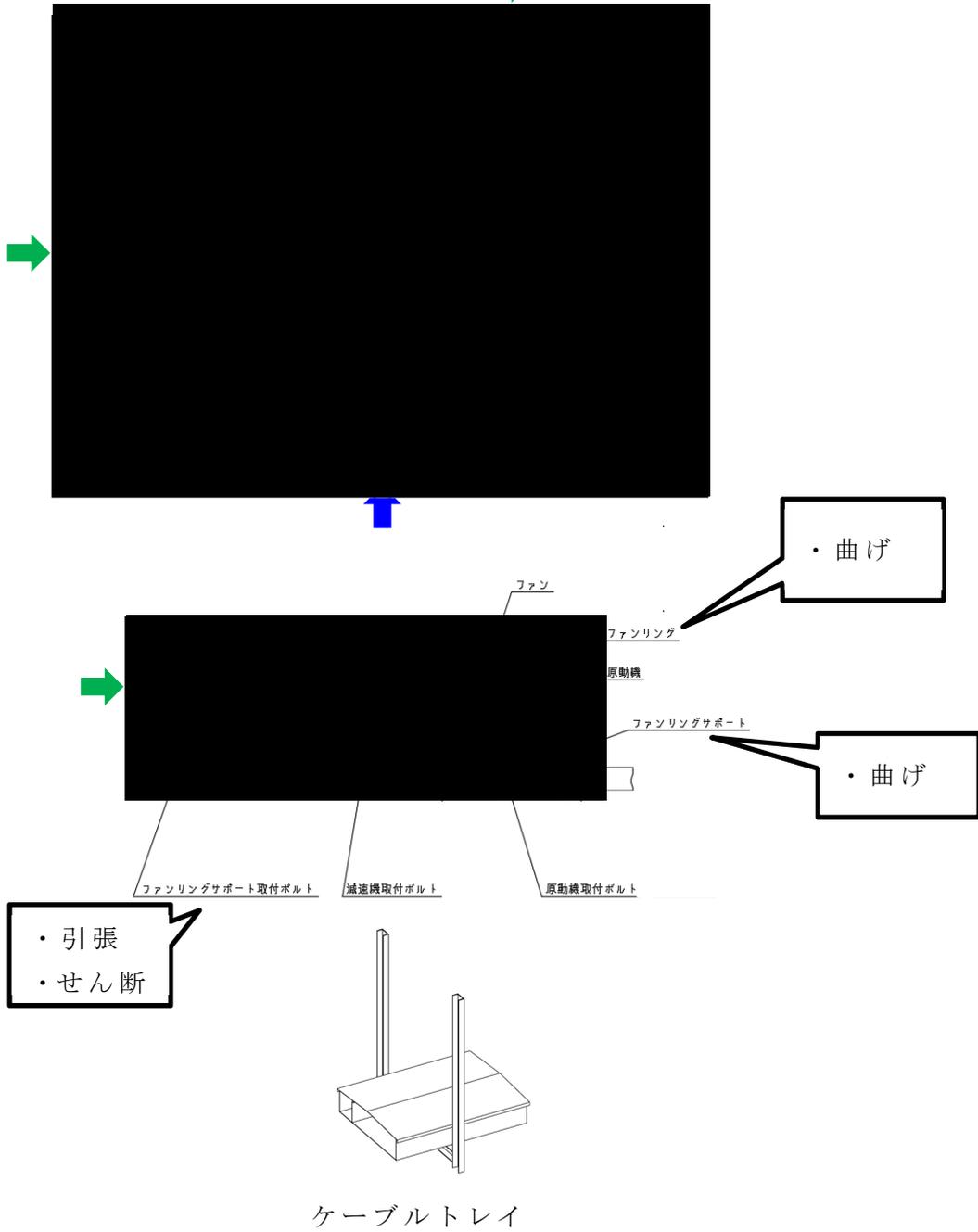
構造健全性評価対象機器は、

が作用する機器のうち、冷却機能への影響を踏まえて選定する。選定結果を第 3-1 表に示す。

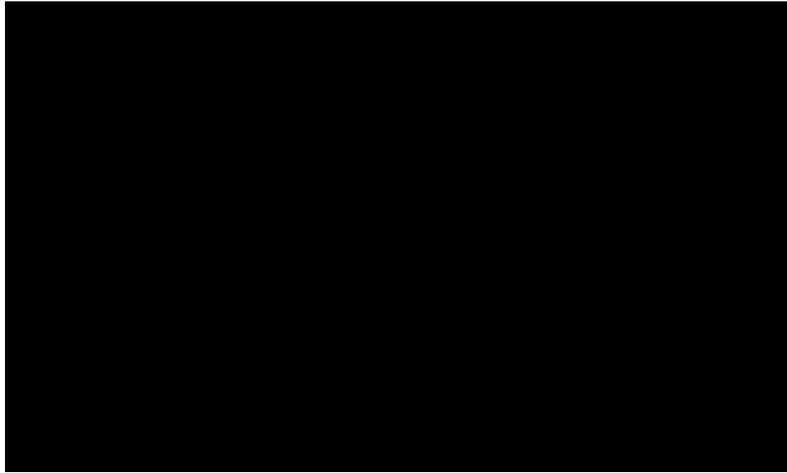
なお、冷却機能へ寄与が無い安全冷却水 B 冷却塔を構成するその他付属機器についても、機器ごとに冷却機能への影響がないことを確認している（参考-1 参照）。

➡ 竜巻風の作用方向 (NS 方向)

➡ 竜巻風の作用方向 (EW 方向)



第3-1図 ファン駆動部構造概要図

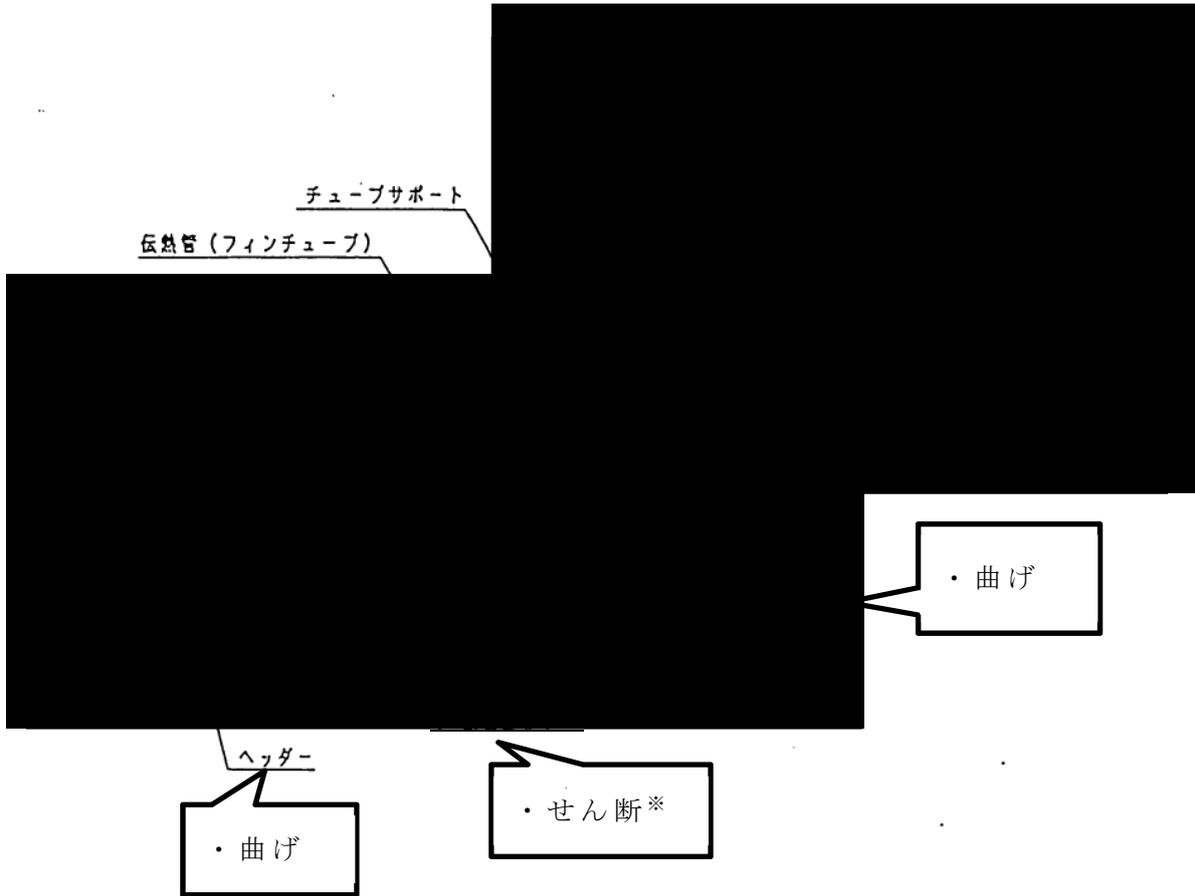


第3-2図 ファン駆動部下部の状況

b. 管束

管束構造図を第3-3図に示す。管束の評価対象部位の選定理由を第3-3表に示す。

- ➡ 竜巻風の作用方向 (NS 方向)
- ➡ 竜巻風の作用方向 (EW 方向)



※：管束取付ボルトの評価において、
 せん断応力のみ評価を行う。

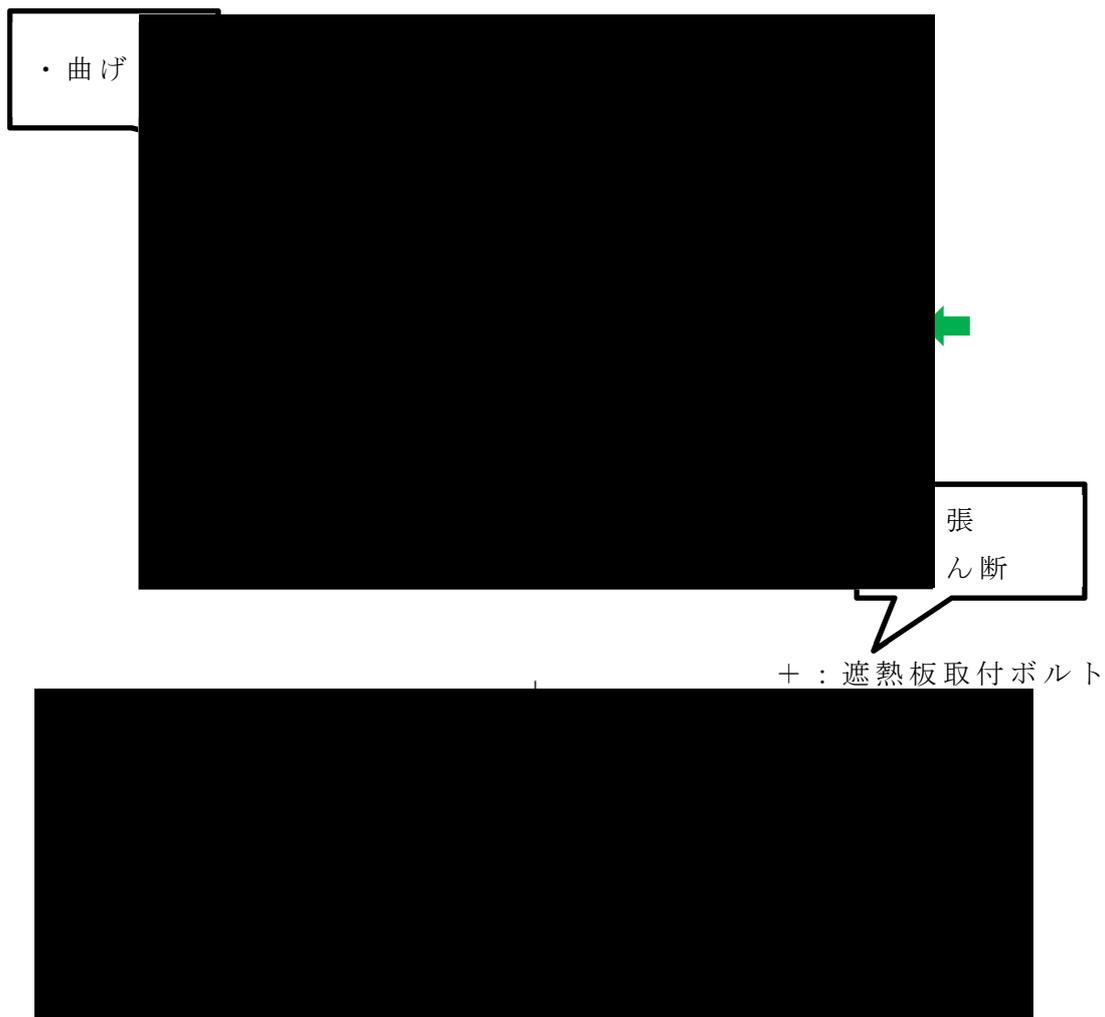
第3-3図 管束構造図

c. 遮熱板

遮熱板構造図を第3-4図に示す。また、遮熱板の評価対象部位の選定理由を第3-4表に示す。

➡ 竜巻風の作用方向(NS方向)

➡ 竜巻風の作用方向(EW方向)



第3-4図 遮熱板構造図

3.3 荷重の組合せ

安全冷却水B冷却塔に関しては、
 の組合せとする。なお、運転時荷重として、
 を考慮する。

評価対象施設の評価項目ごとの荷重の組合せについて第3-5表に示す。

第3-5表 評価対象施設の荷重の組合せ

評価対象施設 の分類	施設 名称	評価 項目	荷重の種類					
			風圧力 による 荷重	気圧差 による 荷重	飛来物に よる衝撃 荷重	積雪 荷重	常時作 用する 荷重	運転時 荷重
屋外の 竜巻防 護対象 施設	安全冷 却水B 冷却塔	構 造 強 度						

○：考慮する荷重を示す。

注1：

注2：

注3：

4. 構造強度評価対象部位の選定結果一覧

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

第4-1表 安全冷却水B冷却塔 構造強度評価対象部位の選定結果

<u>構造健全性</u> <u>評価対象機器</u>		<u>構造強度</u> 評価対象部位	<u>主な応力の種類</u>
支持架構		主柱	引張 圧縮
		床はり，機械台はり	せん断 曲げ
		水平ブレース，立面ブレース	組合せ（引張+曲げ） 組合せ（圧縮+曲げ）
		基礎ボルト	引張 せん断
支持架構 搭載 機器	ファン 駆動部	<u>ファンリング</u>	<u>曲げ</u>
		<u>ファンリングサポート</u>	<u>曲げ</u>
		ファンリングサポート取付ボルト	引張 せん断
	管束	<u>管束フレーム</u>	<u>曲げ</u>
		<u>ヘッダー</u>	<u>曲げ</u>
		管束取付ボルト	せん断
	遮熱板	<u>遮熱板</u>	<u>曲げ</u>
		遮熱板取付ボルト	引張 せん断

外殻に覆われる部位に対する竜巻の風圧力による荷重の影響について

1. 概要

設計竜巻による風圧力による荷重が作用した際、外殻に覆われている部位については、外殻が風防の役割を果たし、内部への風圧力による荷重の影響は軽減される。そのため、竜巻防護対象施設の構造健全性評価においては、外殻による風防効果を踏まえた評価を実施していることから、外殻に覆われた部位の風圧力による荷重の影響について説明する。

2. 外殻に覆われた部位の風力係数について

外殻に覆われている部位に対し、設計竜巻の風圧力による荷重の影響について、「APPLIED FLUID DYNAMICS HANDBOOK」(著：ROBERT D. BLEVINS)を参照し、風力係数へ与える影響を確認する。

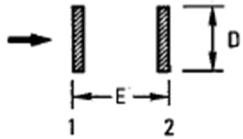
(1) 外殻が風力係数へ及ぼす影響について

図1に流れの上流と下流に配置された2枚の板について、それぞれの板に加わる風力を基にした風力係数評価を示す。図1に示す板1(上流側に配置された板)を外殻を構成する板、板2(下流側に配置された板)を外殻により防護される板とすると、板2の風力係数(C_{D2})は外殻を構成する板の風力係数(C_{D1})に対し、小さくなることが分かる。

これは、2枚の板が近づくと、上流側の板1に衝突したはく離の影響を受け、下流側の板2には直接流れが衝突しないが、2枚の板が離れると上流側の板1に衝突したはく離の影響が小さくなり、下流側の板2にも流れが直接衝突し始めることを示している。

よって、板1と板2が近づいた場合、上流側の板1に衝突した流れ(はく離)の影響を受け、下流側の板2との間の空間には、横風が顕著に影響しないと考えられる。

Table 10-18. Drag of Two-Dimensional Bluff Sections. (Continued)

Geometry	Drag Coefficient, C_D , and Remarks	
	E/D	C_{D1} C_{D2}
21. Two Thin Plates in Tandem 	2	1.80 0.10
	3	1.70 0.67
	4	1.65 0.76
	6	1.65 0.95
	10	1.9 1.00
	20	1.9 1.15
	30	1.9 1.33
	∞	1.9 1.9

Re = 4×10^3 , Ref. 10-170.

図1 並んだ2枚の板のそれぞれの風力係数
 (「APPLIED FLUID DYNAMICS HANDBOOK」抜粋)

(2) 適用条件について

「APPLIED FLUID DYNAMICS HANDBOOK」の適用条件として、以下の2点がある。

- ①板1に比べ、板2の高さは同等以下であること。
- ②乱流域であること。

安全冷却水B冷却塔の構造健全性評価に「APPLIED FLUID DYNAMICS HANDBOOK」が適用可能か検討をした結果を以下に示す。

ファン駆動部及び管束の構造健全性評価においては、図2に示す安全冷却水B冷却塔の構造図のとおり

この構造は、図1に示す板1と板2のような位置関係となっており、外殻となる部位の高さは同じであることから、①の適用条件を満足している。

また、竜巻の風は不規則な流れであり、乱流と判断できることから、②の適用条件を満足している。

以上のことから、ファン駆動部及び管束の評価は、「APPLIED FLUID DYNAMICS HANDBOOK」を適用することは可能である。

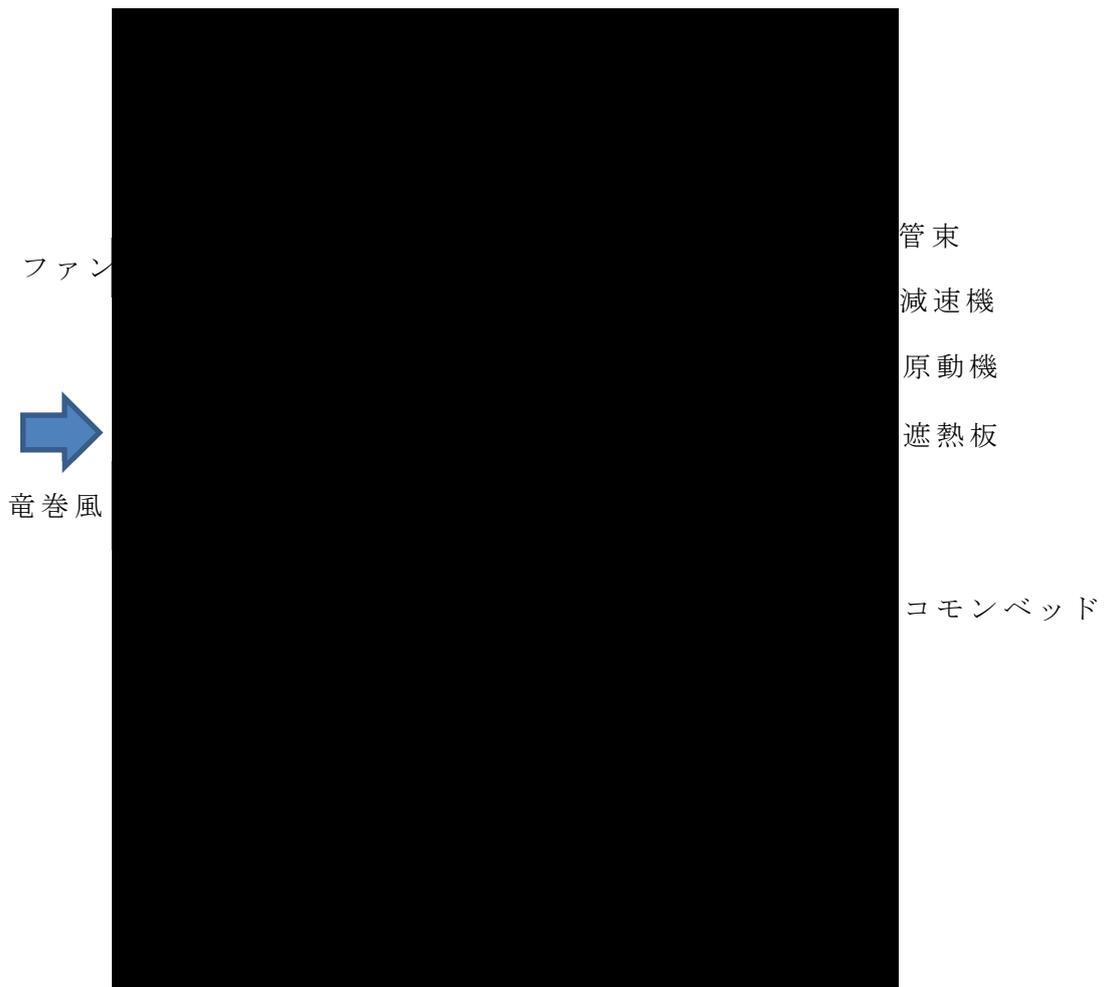


図 2 安全冷却水 B 冷却塔 構造図

(3) 風力係数への影響

安全冷却水 B 冷却塔において、外殻に覆われる部位の風力係数への影響を評価する。外殻となる部位と外殻に覆われている部位の関係を表 1 に示す。

表 1 外殻となる部位と外殻に覆われている部位

構造健全性評価 対象機器	外殻となる部位	外殻に覆われている部位
ファン		
管束		

参考－1

安全冷却水B冷却塔のその他付属機器の竜巻評価について

目 次

1. 安全冷却水B冷却塔のその他付属機器の竜巻評価について……………1

1. 安全冷却水B冷却塔のその他付属機器の竜巻評価について

安全冷却水B冷却塔の冷却機能へ寄与が無いその他付属機器について、冷却機能に影響を及ぼし得る機器に該当するか確認した。

第1表に竜巻影響評価の結果を示す。

なお、これらは重量や寸法の大きいものを選定しており、その他の PHS アンテナのような軽量の機器は冷却機能に影響を及ぼすおそれがないことから、記載していない。

第1表 安全冷却水B冷却塔のその他付属機器の竜巻評価結果

No.	機器	対応
1	側部ルーバ	■■■■ 構造健全性に問題ないことを確認している。
2	ファンガード	■■■■ ■■■■ 風の影響は受けにくい。
3	上部プレナム (デッキプレート)	■■■■ 構造健全性に問題ないことを確認している。
4	歩廊	■■■■ ■■■■ 構造健全性に問題ないことを確認している。
5	盤 (照明、スペース ヒータ)	■■■■ 構造健全性に問題ないことを確認している。
6	照明	■■■■ 冷却機能に悪影響を与えないことを確認している。

参考－２

安全冷却水B冷却塔のケーブルに対する竜巻評価について

目 次

1. 竜巻に対するケーブルの構造健全性評価結果……………1

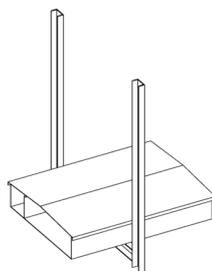
1. 竜巻に対するケーブルの構造健全性評価結果

冷却塔の

そのため、ケーブルの外殻となるケーブルトレイに対する竜巻影響を確認する。ケーブルトレイの鳥瞰図を第1図に示す。

、ケーブルトレイの変形による影響を受けない。

また、砂利による衝撃荷重に対してケーブルトレイへの影響を想定した場合については、補足説明資料「外竜巻 20 竜巻への配慮が必要な施設の強度計算書に関する砂利等の極小飛来物による竜巻防護対象施設への影響について」に示す貫通限界厚さ 1.0mm 以上の板厚を有していることから、砂利の衝突による影響は受けない。



第1図 ケーブルトレイ鳥瞰図

以上

別紙-2

竜巻の影響を考慮する施設のうち配管の
構造強度評価対象部位選定結果

目 次

1. 概要	1
2. 配管の機能について	1
2.1 安全冷却水 B 冷却塔周りの配管	1
3. 構造強度評価対象部位の選定について	1
3.1 構造健全性評価対象機器の選定	1
3.2 構造強度評価対象部位の選定	2
3.3 荷重の組合せ	2
4. 構造強度評価対象部位の選定結果一覧	3

1. 概要

本資料は、竜巻防護対象施設のうち配管（安全冷却水冷却塔～安全冷却水冷却塔供給配管合流点及び安全冷却水冷却塔供給配管分岐点～安全冷却水冷却塔）（以下、「配管」という。）について、設計竜巻を作用させた構造強度評価における評価対象部位の選定方法及び選定結果を示す。

2. 配管の機能について

2.1 安全冷却水B冷却塔周りの配管

安全冷却水B冷却塔周りの配管は、安全冷却水B冷却塔及び崩壊熱により溶液が沸騰するおそれのある機器と接続し、安全冷却水B冷却塔にて冷却した冷却水を機器まで移送する流路である。そのため、安全冷却水B冷却塔周りの配管は崩壊熱により溶液が沸騰するおそれのある機器の崩壊熱を除去するための冷却機能を有している。

3. 構造強度評価対象部位の選定について

3.1 構造健全性評価対象機器の選定

竜巻時及び竜巻通過後において、配管の安全機能が維持されていることを確認するため、構造健全性評価対象機器を選定する。

構造健全性評価対象機器は、設計竜巻荷重（風圧力による荷重，気圧差による荷重，飛来物による衝撃荷重）が作用する機器のうち，冷却機能への影響を踏まえて選定する。選定結果を第3-1表に示す。

第3-1表 構造健全性評価対象機器の選定結果

機器	選定結果	選定理由
配管	○	設計竜巻荷重が作用する機器であり，冷却機能に必要な機器（冷却水の流路）であることから，構造健全性評価の対象とする。

<凡例> ○：評価対象，×：評価対象外

3.2 構造強度評価対象部位の選定

「3.1 構造健全性評価対象機器の選定」にて選定された機器を構成する部位のうち、構造健全性を確認するために、構造強度評価対象部位を選定する。

構造強度評価対象部位は、構造健全性評価対象機器を構成する部材のうち、設計竜巻荷重が直接作用する部位とする。

(1) 配管

配管に設計竜巻の風圧力による荷重及び気圧差による荷重が直接作用するため、構造強度評価の対象とする。

なお、弁を設置している箇所においては、弁の断面係数は配管に比べて大きく、配管の評価に包絡される。支持構造物については、地震に対して耐荷重設計を行っており、配管本体に設計竜巻の風圧力による荷重が作用した場合でも、作用する荷重は耐荷重以下であるため、設計竜巻の風圧力による荷重に対する支持構造物の設計は耐震設計に包絡される。

3.3 荷重の組合せ

配管に関しては、設計竜巻荷重（風圧力による荷重，気圧差による荷重，飛来物による衝撃荷重），積雪荷重，常時作用する荷重及び運転時荷重の組合せとする。なお，運転時荷重として，配管内圧を考慮する。

評価対象施設の評価項目ごとの組合せについて第3-2表に示す。

第3-2表 評価対象施設の荷重の組合せ

評価対象施設 の分類	施設 名称	評価 項目	荷重の種類					
			風圧力 による 荷重	気圧差 による 荷重	飛来物に よる衝撃 荷重	積雪 荷重	常時作 用する 荷重	運転時 荷重
屋外の 竜巻防 護対象 施設	配管	構造 強度	○	○	- (注1)	- (注2)	○	○ (注3)

○：考慮する荷重を示す。

注1：設計飛来物は飛来物防護ネットで受け止めるため，設計飛来物による衝撃荷重は見込まない。

注2：積雪の影響を受けにくい構造（堆積しにくい）であることから，積雪荷重は見込まない。

注3：配管内圧による荷重

4. 構造強度評価対象部位の選定結果一覧

配管における構造強度評価対象部位の選定結果一覧を第4-1表に示す。

第4-1表 構造強度評価対象部位の選定結果

構造健全性 評価対象機器	構造強度評価対象選定部位	主な応力の種類
配管	配管本体	一次応力 (曲げ応力を含む)