

【公開版】

日本原燃株式会社	
資料番号	外竜巻 08 R <u>3</u>
提出年月日	令和 3 年 <u>9</u> 月 <u>10</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

風力係数について

文中の 線部は R2 から R3 への差替え箇所を示す。

目 次

1. 概要……………1
2. 風力係数の選定根拠……………1

別紙-1 安全冷却水B冷却塔における風力係数について

別紙-2 安全冷却水B冷却塔 飛来物防護ネットにおける風力係数について

1. 概要

本資料は、再処理施設の設計基準対象施設に対する第1回申請（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について補足説明するものである。

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

本資料では、再処理施設の風力係数(Cf)について、選定根拠を説明する。

本資料で示す風力係数の選定根拠は、後次回申請の再処理施設の竜巻防護対象施設及び竜巻防護対策設備に対しても適用されるものである。

本資料は、第1回設工認申請対象施設を対象とした記載であり、第2回設工認申請時に申請対象施設を踏まえ記載を拡充する。

2. 風力係数の選定根拠

風力係数の選定は、評価対象部位の形状から「平成12年5月31日建設省告示1454号」（以下「建設省告示1454号」という。）を用いて選定する。

また、「建設省告示1454号」に記載のない形状については、「建築物荷重指針・同解説（2004）日本建築学会」（以下「建築物荷重指針・同解説（2004）」という。）を用いて選定する。

各施設の具体的な風力係数の選定結果については、別紙に示す。

別紙

別紙－ 1

安全冷却水 B 冷却塔における風力係数について

目 次

1. 概要	1
2. 風力係数の選定根拠	1
3. 参考文献	13

1. 概要

本資料は、再処理施設の安全冷却水B冷却塔の風力係数(Cf)について、選定根拠を説明する。

2. 風力係数の選定根拠

風力係数の選定は、「建設省告示 1454 号」より以下の値を用いる。また、「建設省告示 1454 号」に記載のない形状については、「建築物荷重指針・同解説（2004）」より、以下の値を準用する。

第2-1表 平成12年5月31日建設省告示1454号

第3表1 [壁面の C_{pe}], 表5 [閉鎖型及び開放型の建築物の C_{pe}] (1/2)

$$C_f = C_{pe} - C_{pi}$$

この式において、 C_f 、 C_{pe} 及び C_{pi} は、それぞれ次の数値を表すものとする。

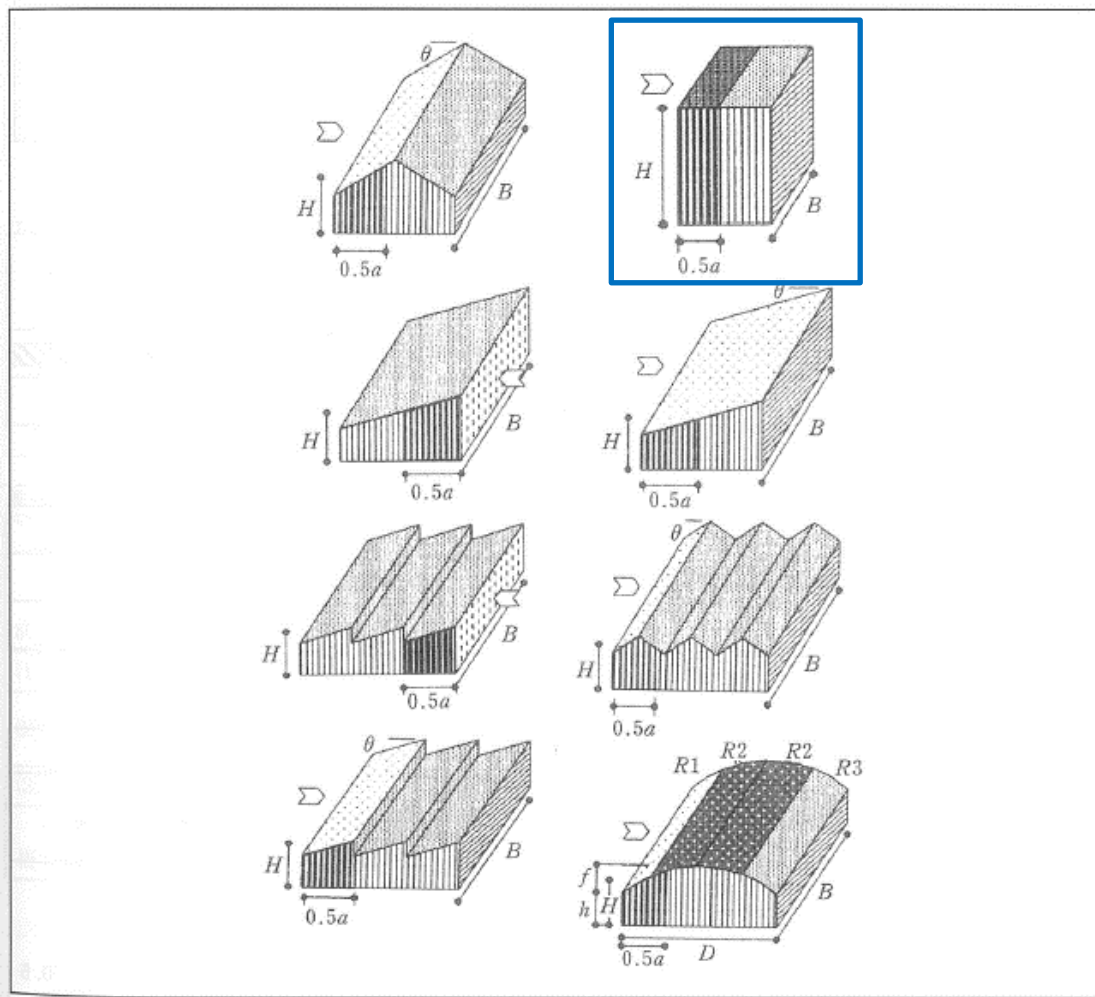
C_f 風力係数

C_{pe} 閉鎖型及び開放型の建築物の外圧係数で、次の表1から表4までに掲げる数値（屋外から当該部分を垂直に押す方向を正とする。）

C_{pi} 閉鎖型及び開放型の建築物の内圧係数で、次の表5に掲げる数値（室内から当該部分を垂直に押す方向を正とする。）

ただし、独立上家、ラチス構造物、金網その他の網状の構造物及び煙突その他の円筒形の構造物にあつては、次の表6から表9までに掲げる数値（図中の→の方向を正とする。）を C_f とするものとする。

図1 閉鎖型の建築物（張り間方向に風を受ける場合。表1から表5までを用いるものとする。）



第2-1表 平成12年5月31日建設省告示1454号

第3表 表1 [壁面の C_{pe}], 表5 [閉鎖型及び開放型の建築物の C_{pe}] (2/2)

図2 閉鎖型の建築物 (けた行方向に風を受ける場合。表1, 表2及び表5を用いるものとする。)

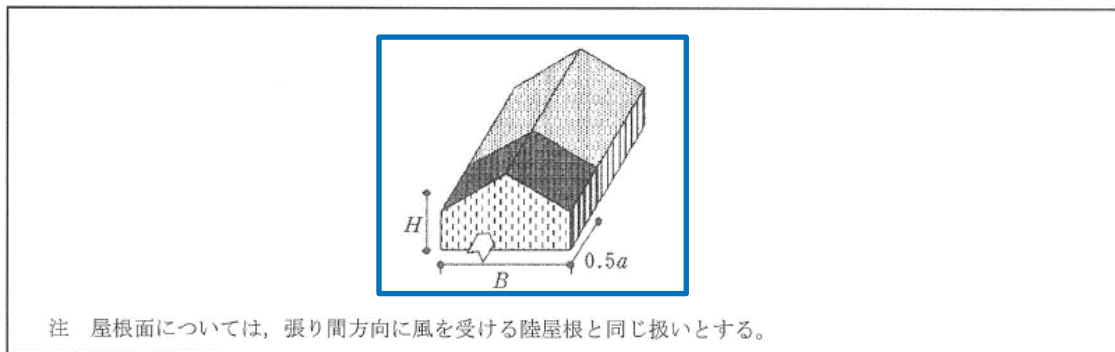


表1 壁面の C_{pe}

部位	風上壁面	側壁面		風下壁面
		風上端部より $0.5a$ の領域	左に掲げる領域以外の領域	
C_{pe}	0.8kz	① -0.7	-0.4	-0.4 ②

表5 閉鎖型及び開放型の建築物の C_{pi}

型式	閉鎖型	開放型	
		風上開放	風下開放
C_{pi}	0及び-0.2 ③	0.6	-0.4

第2-2表 平成12年5月31日建設省告示1454号
 第3 図5 [ラチス構造物], 表7 [ラチス構造物のC_f]

図5 ラチス構造物 (表7を用いるものとする。)

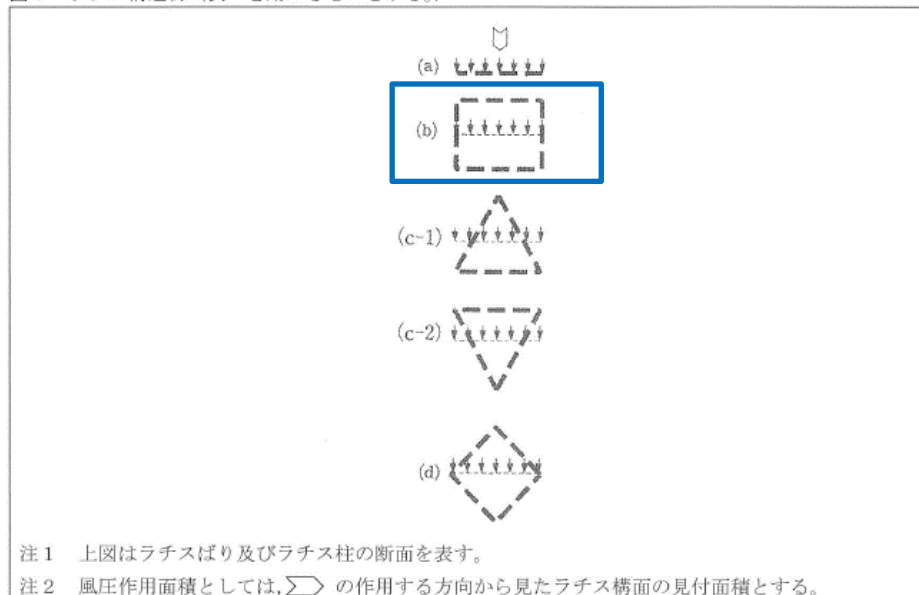


表7 ラチス構造物のC_f

種類		ϕ	(1)	(2)	(3)
		0.1以下	0.1を超え0.6未満		0.6
鋼管	(a)		1.4kz	(1)と(3)とに掲げる数値を直線的に補間した数値	1.4kz
	(b)		2.2kz		1.5kz
	(c-1, 2)		1.8kz		1.4kz
	(d)		1.7kz		1.3kz
形鋼	(a)		2.0kz		1.6kz
	(b)		3.6kz		2.0kz
	(c-1, 2)		3.2kz		1.8kz
	(d)		2.8kz		1.7kz

※記号の説明及びkzは、第2-3表に示す。

第2-3表 平成12年5月31日建設省告示1454号

記号の説明及びkz算出式

前項の図表において、 $H, Z, B, D, kz, a, h, f, \theta$ 及び ϕ はそれぞれ次の数値を、 \searrow :風向を表すものとする。

H	建築物の高さと軒の高さとの平均 (単位:メートル)
Z	当該部分の地盤面からの高さ (単位:メートル)
B	風向に対する見付幅 (単位:メートル)
D	風向に対する奥行 (単位:メートル)
kz	次に掲げる表によって計算した数値

Hが Z_b 以下の場合		1.0
Hが Z_b を超える場合	Zが Z_b 以下の場合	$\left(\frac{Z_b}{H}\right)^{2\alpha}$
	Zが Z_b を超える場合	$\left(\frac{Z}{H}\right)^{2\alpha}$
この表において、 Z_b 及び α は、それぞれ次の数値を表すものとする。 Z_b 第1第2項の表に規定する Z_b の数値 α 第1第2項の表に規定する α の数値		

- a B と H の2倍の数値のうちいずれか小さな数値 (単位:メートル)
- h 建築物の軒の高さ (単位:メートル)
- f 建築物の高さと軒の高さとの差 (単位:メートル)
- θ 屋根面が水平面となす角度 (単位:度)
- ϕ 充実率 (風を受ける部分の最外縁により囲まれる面積に対する見付面積の割合)

Z_b, Z_G 及び α 地表面粗度区分に応じて次の表に掲げる数値

地表面粗度区分		Z_b (単位:メートル)	Z_G (単位:メートル)	α
I	都市計画区域外にあって、極めて平坦で障害物がないものとして特定行政庁が規則で定める区域	5	250	0.10
II	都市計画区域外にあって地表面粗度区分Iの区域以外の区域 (建築物の高さが13メートル以下の場合を除く。)又は都市計画区域内にあって地表面粗度区分IVの区域以外の区域のうち、海岸線又は湖岸線 (対岸までの距離が1,500メートル以上のものに限る。以下同じ。)までの距離が500メートル以内の地域 (ただし、建築物の高さが13メートル以下である場合又は当該海岸線若しくは湖岸線からの距離が200メートルを超え、かつ、建築物の高さが31メートル以下である場合を除く。)	5	350	0.15
III	地表面粗度区分I, II又はIV以外の区域	5	450	0.20
IV	都市計画区域内にあって、都市化が極めて著しいものとして特定行政庁が規則で定める区域	10	550	0.27

H 建築物の高さと軒の高さとの平均 (単位:メートル)

第 2-4 表 建築物荷重指針・同解説 (2004) 抜粋

C_x	θ	C_x	C_y	θ	C_x	C_y	θ	C_x	C_y		
1.2	0°	2.1	0	0°	2.4	①0	0°	2.1	0		
	45°	1.6	1.6	45°	1.6	0.7	30°	2.1	-0.2		
				90°	0	0.8	60°	0.7	1.1		
θ	C_x	C_y	θ	C_x	C_y	θ	C_x	C_y	θ	C_x	C_y
0°	1.2	0	0°	1.1	0	0°	2.0	0	0°	1.9	2.2
45°	0.8	0.8	45°	0.8	0.7	45°	1.8	0.1	45°	2.3	2.3
90°	0.6	0.5	90°	0.9	0.5	90°	0	0.1	90°	2.2	1.9
135°	-1.7	0.6	135°	-2.3	0.6				135°	-1.9	-0.6
180°	-2.3	0	180°	-2.5	0				180°	-2.0	0.3
									225°	-1.4	-1.4
θ	C_x	C_y	θ	C_x	C_y	θ	C_x	C_y	θ	C_x	C_y
0°	2.0	1.1	225°	-1.5	-0.6	0°	2.1	0	0°	2.6	②0
45°	2.3	1.1	270°	0.6	-0.8	45°	2.1	0.6	45°	2.0	0.8
90°	1.8	0.8	315°	1.2	-0.2	90°	± 0.6	0.7	90°	± 0.6	0.8
135°	-1.7	0							135°	-1.6	0.6
180°	-2.0	0.1							180°	-2.0	0

2.1 安全冷却水 B 冷却塔

a. 支持架構

安全冷却水 B 冷却塔の概要を第 2-1 図に示す。

支持架構の風力係数を第 2-5 表及び第 2-6 表に示す。支持架構の風力係数は、第 2-1 表、第 2-2 表及び第 2-3 表に示す「建設省告示 1454 号」を準用し算出する。



第 2-5 表 安全冷却水 B 冷却塔 冬期運転側ベイ 支持架構風力係数

冬期運転側ベイ 支持架構		NS方向 ^(注1)	EW方向 ^(注1)
■	建物の高さ[m]	■	■
	軒の高さ[m]		
	建築物の高さと軒の高さとの平均 H[m]		
	地表面粗度区分：Ⅱより $\alpha = 0.15$		
■	当該部分の地盤面からの高さ Z[m]		
	C_{pe} (風上)：第 2-2 表①より		
	C_{pe} (風下)：第 2-2 表②より		
	C_{pi} ：第 2-2 表③より		
■	風力係数 Cf $Cf = C_{pe}(\text{風上}) + C_{pe}(\text{風下}) + C_{pi}$ $= 0.8kz + (-(-0.4))$ $= 0.8 \times (Z/H)^{2\alpha} + 0.4$		
	当該部分の地盤面からの高さ Z[m]		
	充実率 ϕ ^(注2)		
	$C1$ ^(注3)		
■	風力係数 Cf $Cf = C1 \times kz = C1 \times (Z/H)^{2\alpha}$		

注 1：風が作用する方向を示す

注 2：風を受ける部分の最外縁により囲まれる面積に対する見付面積の割合

注 3：第 2-2 表より直線的に補間した数値

第 2 - 6 表 安全冷却水 B 冷却塔 冬期休止側ベイ 支持架構風力係数

冬期休止側ベイ 支持架構		NS 方向 <small>(注 1)</small>	EW 方向 <small>(注 1)</small>
概要	建物の高さ [m]		
	軒の高さ [m]		
	建築物の高さと軒の高さとの平均 H [m]		
	地表面粗度区分：II より $\alpha = 0.15$		
	当該部分の地盤面からの高さ Z [m]		
	充実率 ϕ <small>(注 2)</small>		
	C1 <small>(注 3)</small>		
	風力係数 Cf $Cf = C1 \times kz = C1 \times (Z/H)^{2\alpha}$		

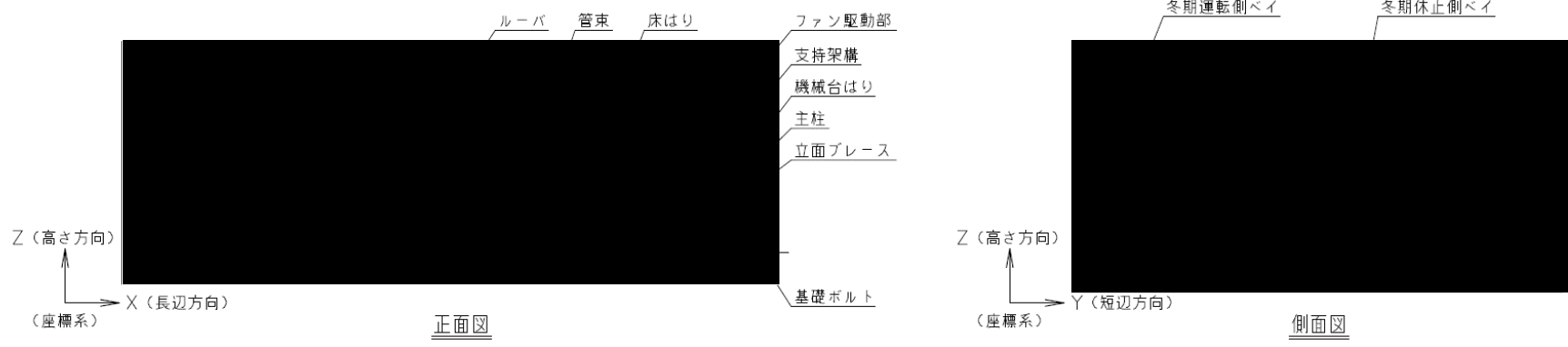
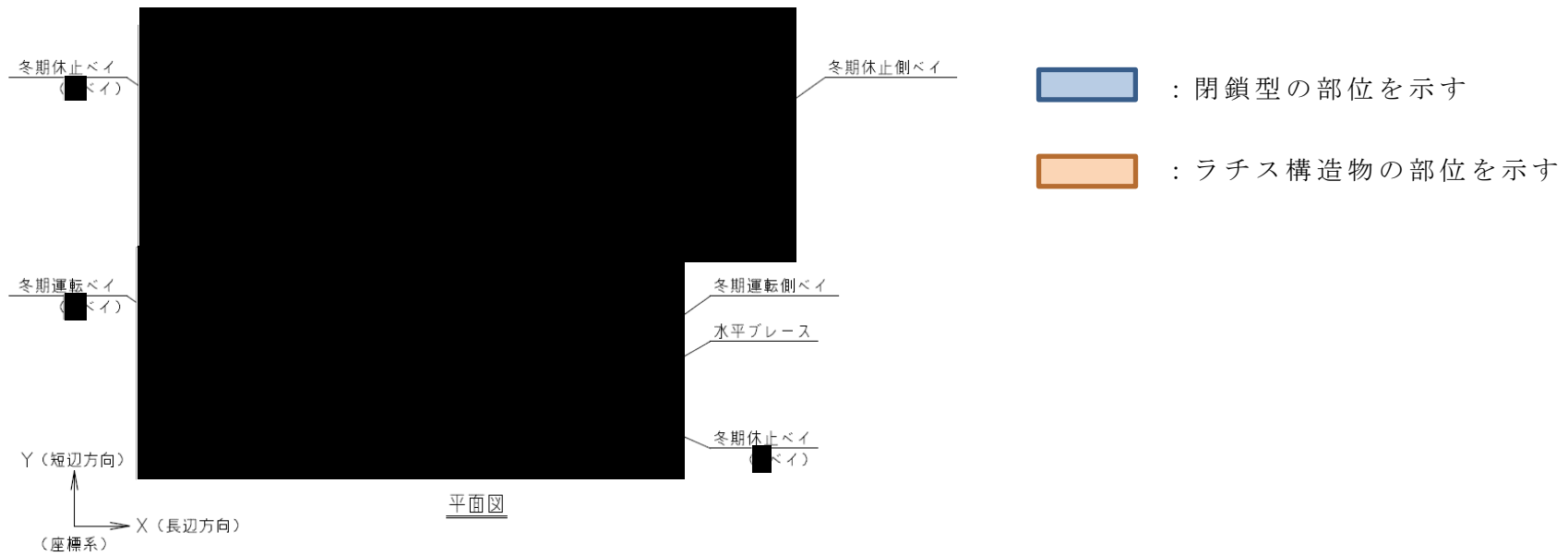
注 1：風が作用する方向を示す

注 2：風を受ける部分の最外縁により囲まれる面積に対する見付面積の割合

注 3：第 2 - 2 表より直線的に補間した数値

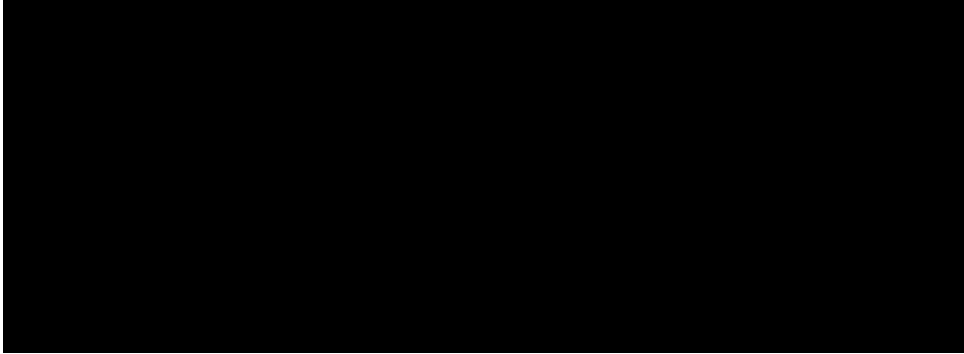
また、受圧部の範囲を第 2 - 2 図，第 2 - 3 図に示す。

については商業機密の観点から公開できません。



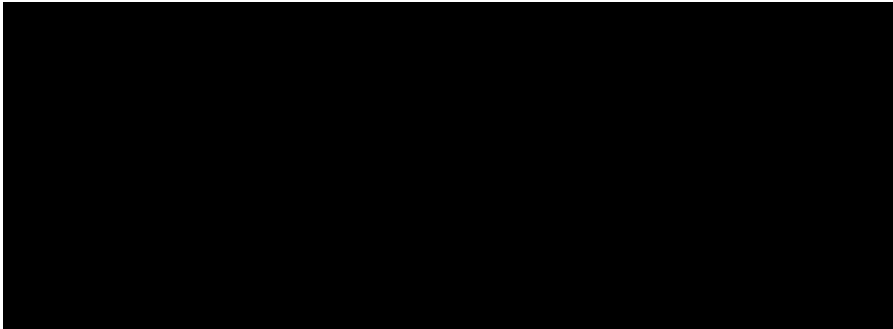
第2-1図 安全冷却水B冷却塔 概要図

■については商業機密の観点から公開できません。

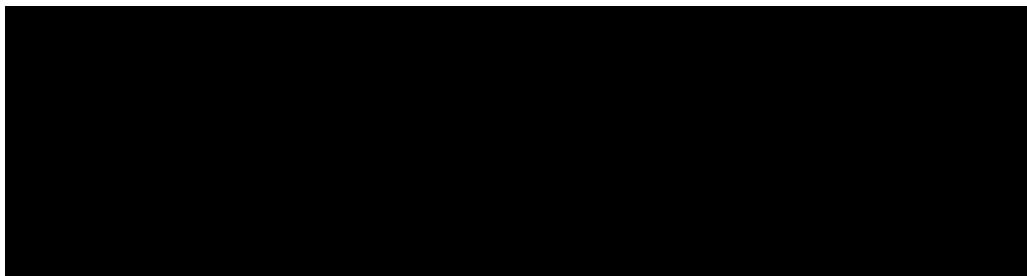


冬期運転側ベイ 冬期休止側ベイ

第2-2図 支持架構のEW方向*受圧部範囲



冬期運転側ベイ



冬期休止側ベイ

第2-3図 支持架構のNS方向*受圧部範囲

*：風が作用する方向を示す

b. 機器

機器の風力係数を第2-7表に示す。機器の風力係数は、第2-4表の「建築物荷重指針・同解説（2004）」を準用する。

第2-7表 安全冷却水B冷却塔 機器の風力係数

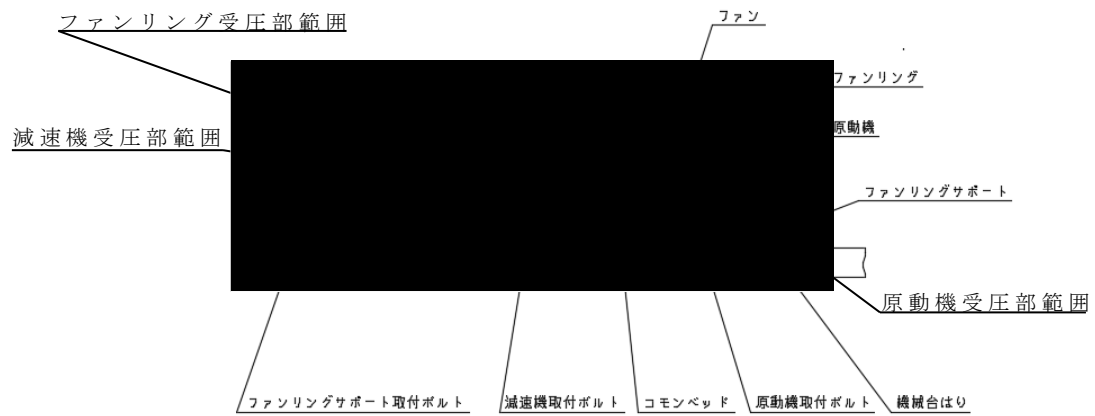
部材	風力係数(Cf)
原動機取付ボルト	2.4 (注1)
減速機取付ボルト	2.4 (注1)
ファンリングサポート取付ボルト	2.6 (注2)
管束取付ボルト	2.4 (注1)

注1: ██████████
(第2-4表①)

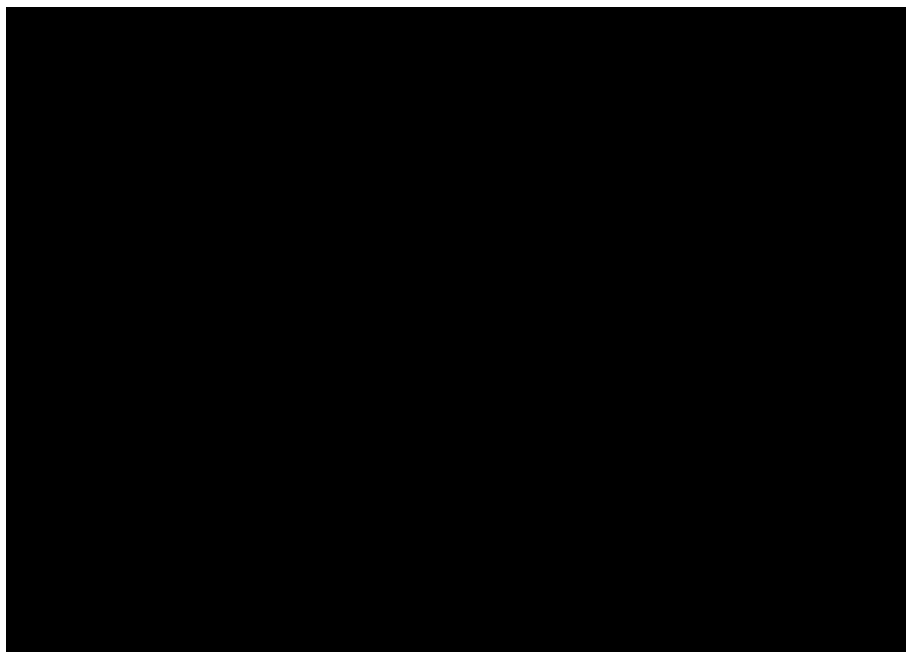
注2: ██████████
(第2-4表②)

また、受圧部の範囲を第2-4図及び第2-5図に示す。

██████ については商業機密の観点から公開できません。



第 2-4 図 減速機，原動機及びファンリングの受圧部範囲



第 2-5 図 管束の受圧部範囲

3. 参考文献

- 建築物荷重指針・同解説（2004）日本建築学会
- 建築基準法施行令
- 平成 12 年 5 月 31 日 建設省告示 1454 号

別紙－ 2

安全冷却水 B 冷却塔 飛来物防護ネットにおける風力係数について

目次

1. 概要.....1
2. 風力係数の選定根拠.....1
3. 参考文献.....9

1. 概要

本資料は、再処理施設の安全冷却水B冷却塔 飛来物防護ネットの風力係数(Cf)について、選定根拠を説明する。

2. 風力係数の選定根拠

風力係数の選定は、「建設省告示 1454 号」より以下の値を用いている。「建設省告示 1454 号」に記載のない形状については、「建築物荷重指針・同解説（2004）」より、以下の値を準用する。

第2-1表 平成12年5月31日建設省告示1454号

第3表1 [壁面の C_{pe}], 表5 [閉鎖型及び開放型の建築物の C_{pe}] (1/2)

$$C_f = C_{pe} - C_{pi}$$

この式において、 C_f 、 C_{pe} 及び C_{pi} は、それぞれ次の数値を表すものとする。

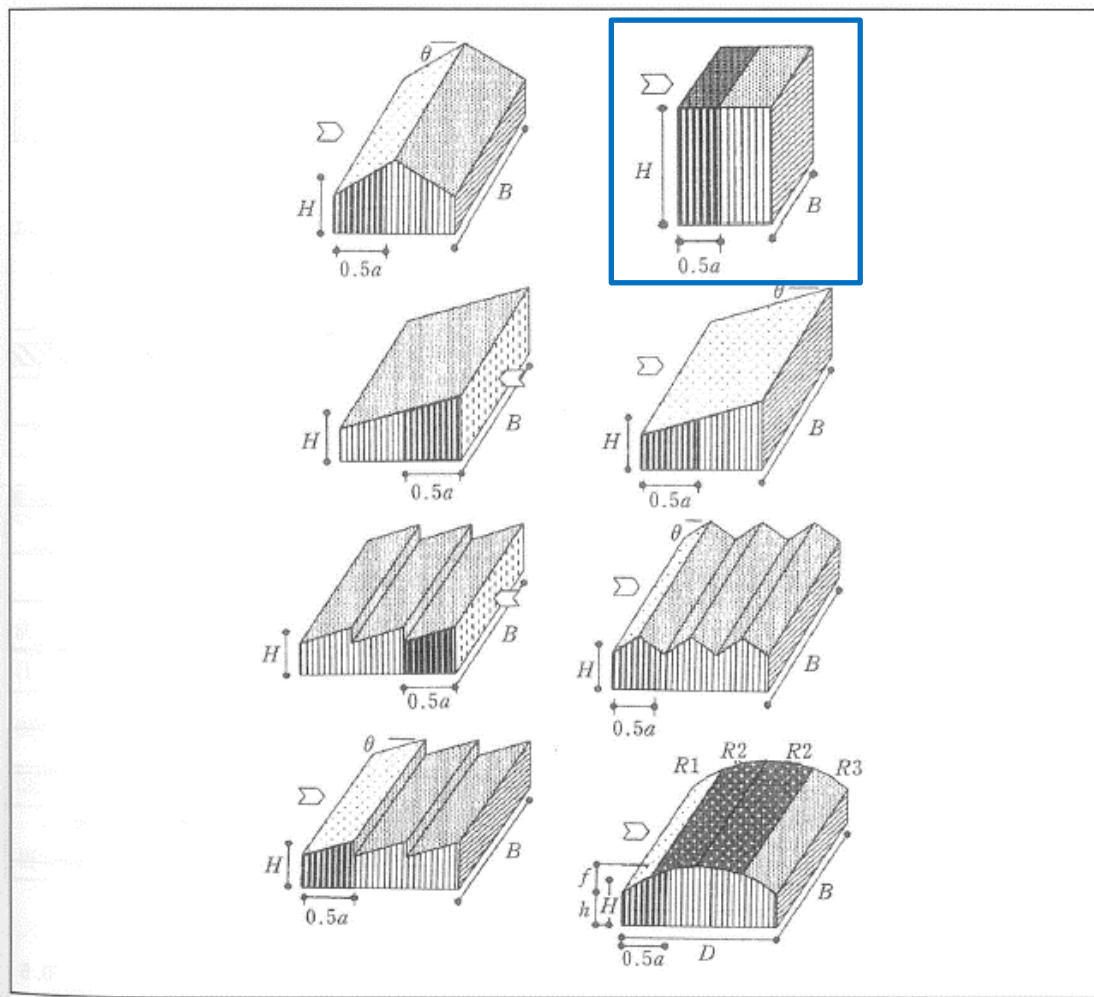
C_f 風力係数

C_{pe} 閉鎖型及び開放型の建築物の外圧係数で、次の表1から表4までに掲げる数値（屋外から当該部分を垂直に押す方向を正とする。）

C_{pi} 閉鎖型及び開放型の建築物の内圧係数で、次の表5に掲げる数値（室内から当該部分を垂直に押す方向を正とする。）

ただし、独立上家、ラチス構造物、金網その他の網状の構造物及び煙突その他の円筒形の構造物にあつては、次の表6から表9までに掲げる数値（図中の→の方向を正とする。）を C_f とするものとする。

図1 閉鎖型の建築物（張り間方向に風を受ける場合。表1から表5までを用いるものとする。）



第2-1表 平成12年5月31日建設省告示1454号

第3表 表1 [壁面の C_{pe}], 表5 [閉鎖型及び開放型の建築物の C_{pe}] (2/2)

図2 閉鎖型の建築物 (けた行方向に風を受ける場合。表1, 表2及び表5を用いるものとする。)

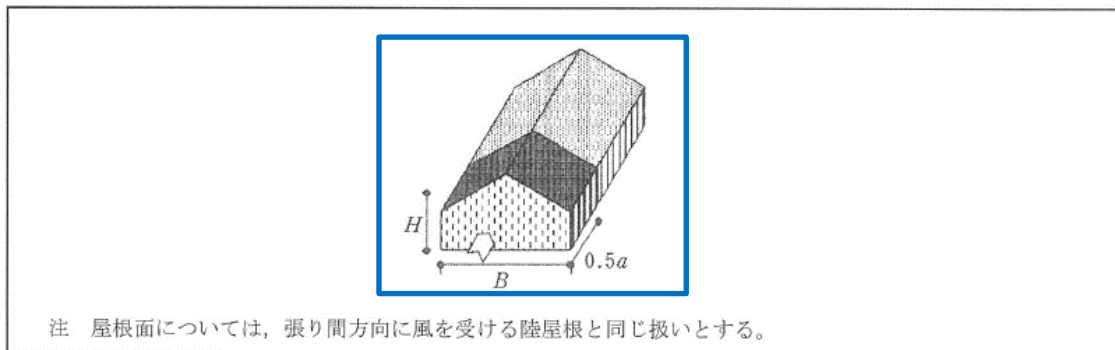


表1 壁面の C_{pe}

部位	風上壁面	側壁面		風下壁面
		風上端部より $0.5a$ の領域	左に掲げる領域以外の領域	
C_{pe}	0.8kz	① -0.7	-0.4	-0.4 ②

表5 閉鎖型及び開放型の建築物の C_{pi}

型式	閉鎖型	開放型	
		風上開放	風下開放
C_{pi}	0及び-0.2 ③	0.6	-0.4

第 2-2 表 平成 12 年 5 月 31 日建設省告示 1454 号

第 3 図 6 [金網その他の網状の構造物],

表 8 [金網その他の網状の構造物の C_f]

図 6 金網その他の網状の構造物 (表 8 を用いるものとする。)

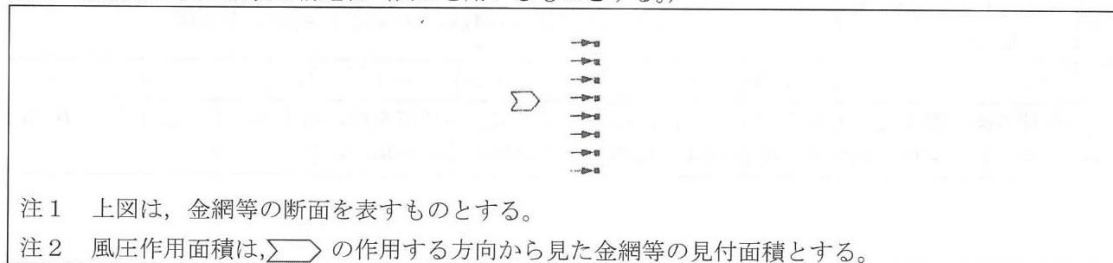


表 8 金網その他の網状の構造物の C_f

C_f	1.4kz
-------	-------

※記号の説明及び kz は, 第 2-3 表に示す。

第2-3表 平成12年5月31日建設省告示1454号

記号の説明及びkz算出式

前項の図表において、 $H, Z, B, D, kz, a, h, f, \theta$ 及び ϕ はそれぞれ次の数値を、 \searrow :風向を表すものとする。

H	建築物の高さと軒の高さとの平均 (単位:メートル)
Z	当該部分の地盤面からの高さ (単位:メートル)
B	風向に対する見付幅 (単位:メートル)
D	風向に対する奥行 (単位:メートル)
kz	次に掲げる表によって計算した数値

Hが Z_b 以下の場合		1.0
Hが Z_b を超える場合	Zが Z_b 以下の場合	$\left(\frac{Z_b}{H}\right)^{2\alpha}$
	Zが Z_b を超える場合	$\left(\frac{Z}{H}\right)^{2\alpha}$
この表において、 Z_b 及び α は、それぞれ次の数値を表すものとする。 Z_b 第1第2項の表に規定する Z_b の数値 α 第1第2項の表に規定する α の数値		

- a B と H の2倍の数値のうちいずれか小さな数値 (単位:メートル)
- h 建築物の軒の高さ (単位:メートル)
- f 建築物の高さと軒の高さとの差 (単位:メートル)
- θ 屋根面が水平面となす角度 (単位:度)
- ϕ 充実率 (風を受ける部分の最外縁により囲まれる面積に対する見付面積の割合)

Z_b, Z_G 及び α 地表面粗度区分に応じて次の表に掲げる数値

地表面粗度区分		Z_b (単位:メートル)	Z_G (単位:メートル)	α
I	都市計画区域外にあって、極めて平坦で障害物がないものとして特定行政庁が規則で定める区域	5	250	0.10
II	都市計画区域外にあって地表面粗度区分Iの区域以外の区域 (建築物の高さが13メートル以下の場合を除く。)又は都市計画区域内にあって地表面粗度区分IVの区域以外の区域のうち、海岸線又は湖岸線 (対岸までの距離が1,500メートル以上のものに限る。以下同じ。)までの距離が500メートル以内の地域 (ただし、建築物の高さが13メートル以下である場合又は当該海岸線若しくは湖岸線からの距離が200メートルを超え、かつ、建築物の高さが31メートル以下である場合を除く。)	5	350	0.15
III	地表面粗度区分I, II又はIV以外の区域	5	450	0.20
IV	都市計画区域内にあって、都市化が極めて著しいものとして特定行政庁が規則で定める区域	10	550	0.27

H 建築物の高さと軒の高さとの平均 (単位:メートル)

第 2-4 表 建築物荷重指針・同解説 (2004) 抜粋

C_x	C_y	θ	C_x	C_y	θ	C_x	C_y	θ	C_x	C_y	
1.2	0	0°	2.1	0	0°	2.4	0	0°	2.1	0	
		45°	1.6	1.6	45°	1.6	0.7	30°	2.1	-0.2	
		90°			90°	0	0.8	60°	0.7	1.1	

C_x	C_y	θ	C_x	C_y	θ	C_x	C_y	θ	C_x	C_y	
1.2	0	0°	1.1	0	0°	2.0	0	0°	1.9	2.2	
0.8	0.8	45°	0.8	0.7	45°	1.8	0.1	45°	2.3	2.3	
0.6	0.5	90°	0.9	0.5	90°	0	0.1	90°	2.2	1.9	
-1.7	0.6	135°	-2.3	0.6	135°			135°	-1.9	-0.6	
-2.3	0	180°	-2.5	0	180°			180°	-2.0	0.3	
								225°	-1.4	-1.4	

C_x	C_y	θ	C_x	C_y	θ	C_x	C_y	θ	C_x	C_y
2.0	1.1	0°	-1.5	-0.6	0°	2.1	0	0°	2.6	0
2.3	1.1	45°	0.6	-0.8	45°	2.1	0.6	45°	2.0	0.8
1.8	0.8	90°	1.2	-0.2	90°	±0.6	0.7	90°	±0.6	0.8
-1.7	0	135°			135°			135°	-1.6	0.6
-2.0	0.1	180°			180°			180°	-2.0	0

2.1 安全冷却水B冷却塔 飛来物防護ネット

安全冷却水B冷却塔 飛来物防護ネットの風力係数を第2-5表及び第2-6表に示す。

また、防護ネット及び防護板の受圧部の範囲を第2-1図に示す。なお、支持架構の全部材を受圧部としている。

第2-5表 安全冷却水B冷却塔 飛来物防護ネット支持架構の風力係数

部材	部材形状	風力係数 C_f (注2)
支持架構部材 (座屈拘束ブレース以外)	角形鋼管 又はH形鋼	2.1 (注1)
支持架構部材 (座屈拘束ブレース)	円筒	1.2 (注1)

注1：角形、H形断面、円筒を有する部材より選定(第2-1表①, ②, ③)

注2：NS方向、EW方向共に同じ値

第2-6表 安全冷却水B冷却塔 飛来物防護ネットの風力係数

安全冷却水B冷却塔 飛来物防護ネット		値 (注4)
防護板 (閉鎖型として計算)	C_{pe} (風上)：第2-2表①より	0.8 (注1, 2)
	C_{pe} (風下)：第2-2表②より	-(-0.4) (注1)
	C_{pi} ：第2-2表③より	0
	風力係数 C_f $C_f = C_{pe}(\text{風上}) + C_{pe}(\text{風下}) + C_{pi} =$ $0.8 + (-(-0.4))$	1.2
ネット	風力係数 C_f	1.4 (注2, 3)
	充実率 ϕ (注5)	0.39

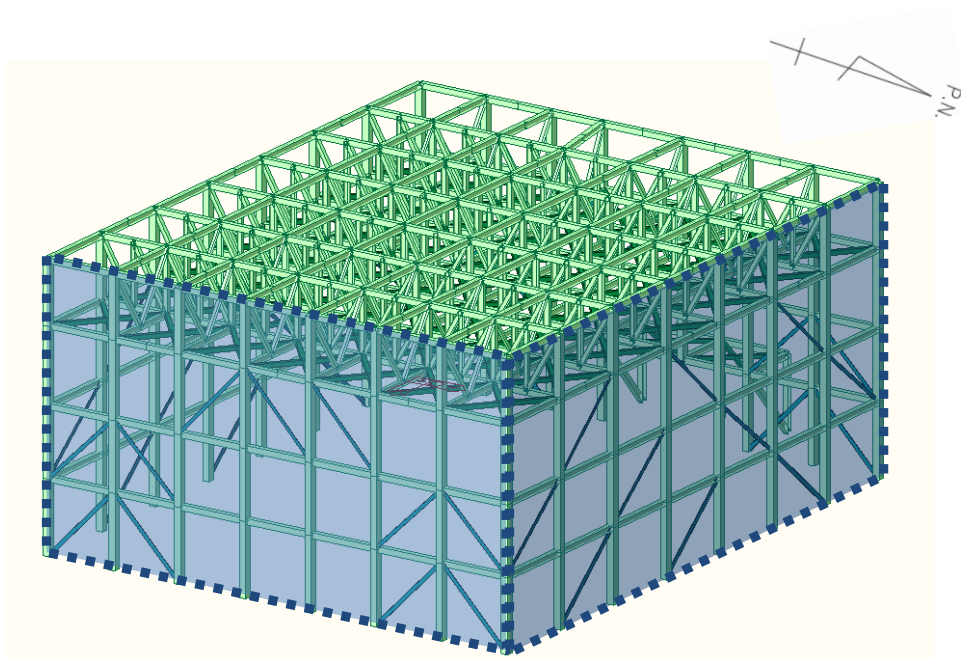
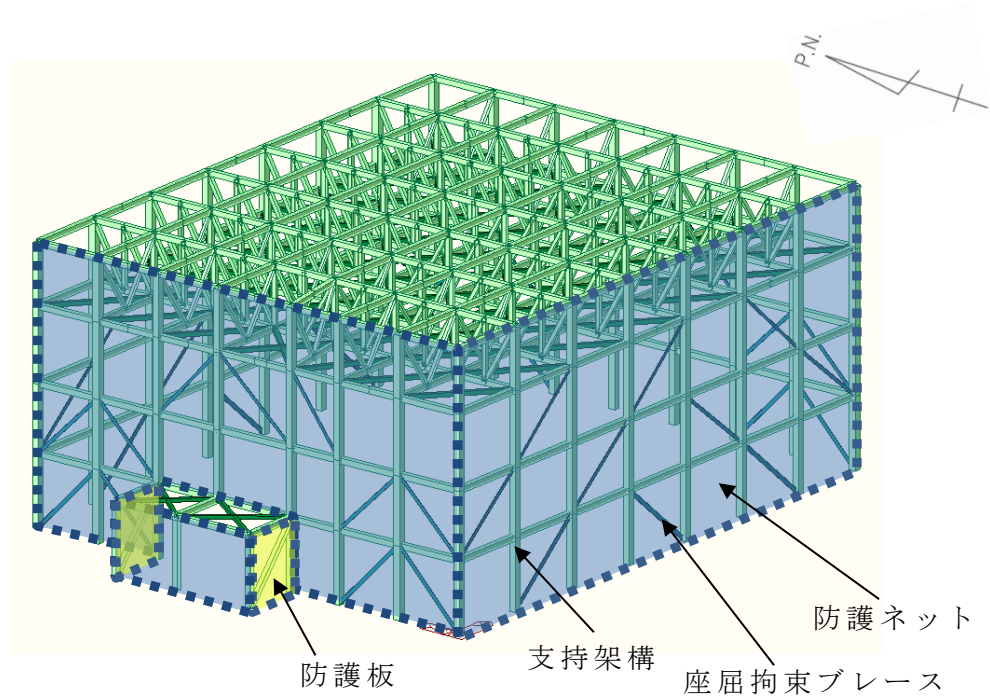
注1：第2-4表に示す「平成12年5月31日建設省告示1454号」による

注2：保守的に k_z は最大値の1と設定

注3：第2-2表に示す「平成12年5月31日建設省告示1454号」による

注4：NS方向、EW方向共に同じ値

注5：風が受ける部分の最外縁により囲まれる面積に対する見付面積の割合



第 2 - 1 図 安全冷却水 B 冷却塔 飛来物防護ネットにおける防護ネット及び防護板の受圧部範囲

3. 参考文献

- 建築物荷重指針・同解説（2004）日本建築学会
- 建築基準法施行令
- 平成 12 年 5 月 31 日 建設省告示 1454 号