

# 新版 《建築物耐風設計規範及解說》 之介紹

陳瑞華  
台灣科技大學營建工程系  
Oct. 31, 2014

## 大綱

- 規範修訂之背景
- 規範之架構
- 符合規範之耐風設計
- 新版規範與舊版規範之差異
- 未來展望

## 規範修訂之背景 (1/3)

- 民國95年9月營建署頒佈《建築技術規則》建築構造編之新修訂風力條文，並將章節名稱由「風力」修正為「耐風設計」，同時另外頒佈《建築物耐風設計規範及解說》，並自民國96年1月1日起施行。
- 《建築技術規則》僅提供綱要性的設計原則，而《建築物耐風設計規範及解說》具體提供設計風力之決定方式及耐風性能之檢核標準。

## 規範修訂之背景 (2/3)

- 有鑒於各先進國家之耐風規範日益精進，且國內外累積相當多成熟之研究成果，中華民國風工程學會結合政府、學界與業界之力量，成立規範研修委員會，研擬新版《建築物耐風設計規範及解說》，並於民國103年通過營建署審議，預定於民國104年公佈施行。

## 規範修訂之背景 (3/3)

- 新版規範之訂定綜合考慮
  - 國外規範之規定
  - 國內外成熟之研究成果
  - 設計者之意見回饋
- 新版規範之修訂目標
  - 增加文字之清晰度
  - 提供替代之簡化設計法
  - 修正現有公式及其適用範圍

## 規範之架構

- 第一章 前言
- 第二章 主要耐風系統之設計風力
- 第三章 局部構材及外部被覆物之設計風壓
- 第四章 層間變位與最高居室樓層加速度之檢核
- 第五章 風洞試驗之規定
- 第六章 其他規定

# 符合規範之耐風設計

- 主要耐風系統之耐風設計
- 局部構材及外部被覆物之耐風設計

## 主要耐風系統之耐風設計 (1/3)

- 所謂主要風力抵抗系統，是指提供作為次要構件及外部被覆物支撐之主要結構組合體，如：剛構架及斜撐構架、空間桁架及剪力牆等。

## 主要耐風系統之耐風設計(2/3)

- 作主要風力抵抗系統耐風設計時，必須對每一來風方向，根據規範〈第二章 主要耐風系統之設計風力〉，**決定主結構之總設計風力**；
- 根據規範〈第四章 層間變位與最高居室樓層加速度之檢核〉，檢核在總設計風力下之結構層間變位與頂層加速度是否滿足規定；
- 將總設計風力與其它設計力形成載重組合，以設計結構桿件。

## 主要耐風系統之耐風設計(3/3)

### --主要耐風系統總設計風力之決定

- 根據建築物所在位置查得基本設計風速；
- 根據重要性選擇用途係數；
- 依不同來風方向之地況與地形，分別計算**各來風方向**之設計風速垂直剖面；
- 若結構造型近似規則矩形，分別依**不同來風方向**，判斷建築物之封閉性，再計算順風向設計風力、橫風向設計風力及扭轉向設計風力，最後合成為總設計風力。

## 局部構材及外部被覆物耐風設計(1/2)

- 所謂局部構件及外部被覆物，是指直接承受風力的外部被覆物或構件及接受其附近外部被覆物產生之風力，並將其傳送到主要風力抵抗系統之構材者，例如帷幕牆上的玻璃窗及框架，屋頂被覆物、平行桁條及屋頂桁架等。

## 局部構材及外部被覆物耐風設計 (2/2)

- 根據規範〈第三章 局部構材及外部被覆物之設計風壓〉，決定局部構件或外部被覆物之局部設計風壓；
- 檢核被覆物與其支撐材在局部設計風壓下是否滿足相關之強度與變形規定。

## 新版規範與舊版規範之差異

- 逐章檢視新版規範與舊版規範之差異性，並說明修訂緣由。

## 未來展望

- 明年擬定在不同設計情況下之耐風設計示範例
- 未來定期修訂《建築物耐風設計規範及解說》

## 新版規範本文與解說之修訂部份以底線標示如下：

### 1.2 符號說明

$A$  : 有效受風面積； $m^2$ 。

$A_c$  : 開放式建築物之受風作用特徵面積； $m^2$ 。

~~$A_f$  : 開放式建築物構件投影在與風向垂直之平面上之面積； $m^2$ 。~~

$A_g$  : 迎風向外牆面之總面積； $m^2$ 。

$A_{gi}$  : 非迎風向之各牆面（含屋頂）總面積； $m^2$ 。

$A_0$  : 迎風向外牆面之總開口面積； $m^2$ 。

$A_{0g}$  : 建築物表面總開口面積； $m^2$ 。

$A_{0i}$  : 非迎風向之各牆面（含屋頂）總開口面積； $m^2$ 。

$B$  : 垂直於風向之建築物水平尺寸； $m$ 。

$(BW_{Dz})^*$  : 各向來風高度  $z$  處順風向風力與迎風面寬度乘積之較大值，用以計算式(2.23)之設計扭矩。

$S_{Dz}$  : 低矮建築物  $z$  處順風向風力。

$S_{Lz}$  : 低矮建築物  $z$  處橫風向風力。

$S_{PL}$  : 低矮建築物屋頂女兒牆設計風力。

$S_{RP}$  : 低矮建築物平屋頂之鉛直向上風力。

$S_R$  : 低矮建築物斜屋頂之風力。

$S_{Tz}$  : 低矮建築物  $z$  處扭轉向風力。



### 1.3 專有名詞定義

**開放式建築物。**建築物至少兩個牆面各有 80%以上之面積為開口。

**部分封閉式建築物。**在考量的來風方向下，建築物同時滿足以下各條件：(1) $A_0 > 1.10A_{0i}$ ，(2)  $A_0 > 0.37\text{m}^2$  或  $0.01A_g$ （二者取小值），(3)  $\frac{A_{0i}}{A_{gi}} \leq 0.20$ ；其中， $A_g$  為迎風向外牆面之總面積， $A_0$  為迎風向外牆面之總開口面積， $A_{0i}$  為非迎風向之各牆面（含屋頂）總開口面積， $A_{gi}$  為非迎風向之各牆面（含屋頂）總面積。

**封閉式建築物。**建築物不符合開放式建築物或部分封閉式建築物之定義者。

**開口。**在設計風速下，建築物表面會造成內外空氣流通之開口（包括可能破損之外部被覆物）。

**有效受風面積， $A$ 。**結構構件之有效受風面積為跨距長度與有效寬度之乘積，用來決定( $GC_p$ )值。有效寬度不必小於其跨距長度的 1/3。對外牆扣件而言，有效受風面積不得大於單一扣件之受風面積。

**特徵面積， $A_c$ 。**開放式建築物受風作用的特徵面積依其類型可分為實際表面面積及與風向垂直面上投影面積兩種，其選用方式請參閱表 2.9 至表 2.16 所列各類型開放式建築物設計風力係數之備註說明。

## 2.2 設計風力計算式

開放式建築物或地上獨立結構物所應承受之設計風力  $F$ ，依下式計算：

$$F = q(z_{Ac}) GC_f A_c \quad (2.4)$$

式中， $C_f$  為風力係數，依 2.8 節之規定計算； $A_c$  為開放式建築物受風作用特徵面積； $q(z_{Ac})$  為面積  $A_c$  形心高度  $z_{Ac}$  處之風速壓。

同時滿足以下各條件：(1) 高度(h)小於 18 公尺、(2)  $h/\sqrt{BL} < 3$  且  $0.2 \leq L/B \leq 5$ 、(3) 近似矩形斷面、(4) 封閉式或部分封閉式剛性樓版建築物，可依本章 2.13 節規定的方法計算主要風力抵抗系統所應承受之設計風力。

### 【解說】

開放式建築物受風作用的特徵面積依其類型可分為實際表面面積及與風向垂直面上投影面積兩種，其選用方式請參閱表 2.9 至表 2.16 所列各類型開放式建築物設計風力係數之備註說明。

同時滿足高度(h)小於 18 公尺、 $h/\sqrt{BL} < 3$  且  $0.2 \leq L/B \leq 5$ 、近似矩形斷面、封閉式和部分封閉式剛性樓版建築物，若其外牆、斜屋頂和女兒牆之個別迎風面面積和對應之背風面面積相近，其主要風力抵抗系統所應承受之順風向、橫風向和扭轉向設計風力，可依本章 2.13 節規定的方式計算之。

屋頂突出物之設計風壓與風力設計風力依照本節規定計算之。

針對剛性樓版建築物，若其外牆、斜屋頂和女兒牆之個別迎風面面積和對應之背風面面積相近，可將主要風力抵抗系統所應承受之設計風力簡化如下：

- (1). 封閉式或部分封閉式普通建築物或地上獨立結構物之主要風力抵抗系統外牆、屋頂及屋頂女兒牆所應承受之設計風力，分別計算如下：

- i. 外牆高度  $z$  處承受之順風向風力  $W_{Dz}$ ，依下式計算：

$$W_{Dz} = [0.8q(z) - C_p q(h)] GA_z$$

式中， $C_p$  為背風面外牆之外風壓係數，依表 2.4 背風面之規定計算。 $G$  為普通建築物之陣風反應因子，依 2.7 節之規定

計算。 $A_z$  為高度  $z$  處迎風面牆面積。

- ii. (a) 若為平屋頂時，屋頂處承受之水平向風力為零，鉛直向風力  $W_{RP}$  計算如下：

$$W_{RP} = [GC_p - (GC_{pi})]q(h)BL$$

式中，當  $h/L \leq 2.5$  且  $h/B \leq 2.5$ ，則  $C_p = -0.7$ ；當  $h/L$  或  $h/B \geq 2.5$ ，則  $C_p = -0.8$ 。 $(GC_{pi})$  為內風壓係數，依 2.9 節之規定計算。若計算出的  $W_{RP}$  為正，表示  $W_{RP}$  作用方向為鉛直往下。

- (b) 若為斜屋頂時，當風向垂直於屋脊，屋頂處承受之水平向風力  $W_{RHP}$  及鉛直向風力  $W_{RVP}$ ，分別計算如下：

$$W_{RHP} = \frac{1}{2}(C_p + 0.7)q(h)G B L \tan \theta$$

$$W_{RVP} = \left[ \frac{1}{2}G(C_p - 0.7) - (GC_{pi}) \right] q(h)BL$$

式中，依表 2.5 中風向垂直於屋脊之迎風面外風壓係數決定  $C_p$ 。 $\theta$  為屋頂與水平面所夾的角度。若計算出的  $W_{RHP}$  為正，表示  $W_{RHP}$  作用方向與風向相同。若計算出的  $W_{RVP}$  為正，表示  $W_{RVP}$  作用方向為鉛直往下。

- (c) 若為斜屋頂時，當風向平行於屋脊，屋頂處承受之水平向風力為零，鉛直向風力  $W_{RV}$  計算如下：

$$W_{RV} = [GC_p - (GC_{pi})]q(h)BL$$

式中，當  $h/L \leq 2.5$  且  $h/B \leq 2.5$ ，則  $C_p = -0.7$ ；當  $h/L$  或  $h/B \geq 2.5$ ，則  $C_p = -0.8$ 。若計算出的  $W_{RV}$  為正，表示  $W_{RV}$  作用方向為鉛直往下。

- iii. 屋頂女兒牆之設計風力  $F_p$ ，依下式計算：

$$F_p = 2.9q_p A_p$$

式中， $A_p$  為屋頂女兒牆迎風面面積。

- (2). 封閉式或部分封閉式柔性建築物或地上獨立結構物之主要風力抵抗系統外牆、屋頂及屋頂女兒牆所應承受之設計風力，分別計算如下：

- i. 外牆高度  $z$  處承受之順風向風力以  $G_f$  取代前述(1)(i)中之

$G$ ，計算得之。 $G_f$ ，依 2.7 節解說之規定計算。

ii. (a)若為平屋頂時，屋頂處承受之水平向風力為零，鉛直向風力以  $G_f$  取代前述(1)(ii)(a)中之  $G$ ，計算得之。

(b)若為斜屋頂時，當風向垂直於屋脊，屋頂處承受之水平向風力及鉛直向風力以  $G_f$  取代前述(1)(ii)(b)中之  $G$ ，計算得之。

(c)若為斜屋頂時，當風向平行於屋脊，屋頂處承受之水平向風力為零，鉛直向風力以  $G_f$  取代前述(1)(ii)(c)中之  $G$ ，計算得之。

iii. 屋頂女兒牆之設計風力，與前述(1)(iii)相同。

## 2.4 基本設計風速

### (二)每秒 42.5 公尺區：

新北市：貢寮區、雙溪區、坪林區、瑞芳區、平溪區、石碇區、深坑區、汐止區、萬里區、金山區、石門區、三芝區、淡水區。

### (三)每秒三十七·五公尺區：

新北市：烏來區、新店區、三峽區、五股區、蘆洲區、三重區、泰山區、新莊區、板橋區、中和區、永和區、土城區、樹林區、鶯歌區、林口區、八里區。

臺中市：和平區。

臺南市：七股區、中區、東區、南區、北區、安平區、安南區。

高雄市：林園區、大寮區、大樹區、燕巢區、大社區、仁武區、鳥松區、鳳山區、橋頭區、岡山區、梓官區、彌陀區、永安區、茄萣區、路竹區、湖內區、桃源區、新興區、前金區、苓雅區、鹽埕區、鼓山區、旗津區、前鎮區、三民區、楠梓區、小港區、左營區。

### (四)每秒 32.5 公尺區：

臺中市：東勢區、新社區、太平區、石岡區、豐原區、潭子區、神岡區、大雅區、大肚區、龍井區、沙鹿區、梧棲區、清水區、后里區、外埔區、大安區、大甲區、中區、東區、南區、西區、北區、北屯區、西屯區、南屯區。

臺南市：永康區、歸仁區、新化區、左鎮區、玉井區、楠西區、南化區、仁德區、關廟區、龍崎區、官田區、麻豆區、佳里區、西港區、將軍區、學甲區、北門區、新營區、後壁區、東山區、六甲區、下營區、柳營區、鹽水區、善化區、大內區、山上區、新市區、安定區。

高雄市：阿蓮區、田寮區、旗山區、美濃區、內門區、杉林區、六龜區、茂林區、甲仙區、

三民區。

(五)每秒 27.5 公尺區：

臺中市：烏日區、霧峰區、大里區。

臺南市：白河區。

【解說】

地況 C、離地面 10 公尺高之  $n$  年回歸期風速  $V_n (n \leq 100)$ ，可以下式估計：

$$V_n = V_{10}(C) \times \left[ 0.36 - 0.13 \ln \left( -\ln \left( 1 + 4.22 \ln \left( \frac{n \times 12 - 1}{n \times 12} \right) \right) \right) \right], n \leq 100 \quad \underline{\text{(C2.6)}}$$

$n$  年回歸期風速  $V_n (n \leq 100)$  與基本設計風速之比值， $V_n = \gamma_n V_{10}(C)$

回歸期 年數 $n$	0.5	1	5	10	25	50	100
$\gamma_n$	0.30	0.46	0.70	0.79	0.90	1.00	1.10

## 2.7 陣風反應因子

普通建築物之陣風反應因子可取 1.88，或依下式計算：

$$G = 1.927 \left( \frac{(1 + 1.7g_Q I_z Q)}{1 + 1.7g_V I_z} \right) \dots\dots\dots (2.9)$$

### 【解說】

普通建築物之陣風反應因子 G 亦可依表 C2.9(a)、表 C2.9(b) 或表 C2.9(c) 決定。

同時滿足  $h/\sqrt{BL} = 1 \sim 6$  和  $L/B = 1/5 \sim 5$  之柔性建築物，可依據下式計算 (2.13) 中之共振反應因子的平方  $R^2$ ：

$$R^2 \approx \frac{\bar{K} \eta_B^{-0.598} \eta_L^{-0.100}}{\beta}$$

式中， $\eta_B = 4.6 f_n B / \bar{V}_z$ ； $\eta_L = 15.4 f_n L / \bar{V}_z$ ；地況 A， $\bar{K} = 0.019$ ；地況 B， $\bar{K} = 0.021$ ；地況 C， $\bar{K} = 0.026$ 。

建築物耐風設計建議根據動力分析求得結構物順風向、橫風向與扭轉向之基本自然頻率。針對高度 (h) 小於 122m 之建築物，其順風向基本自然頻率  $f_n$ 、橫風向基本自然頻率  $f_a$  和扭轉向基本自然頻率  $f_t$ ，亦可分別依下列經驗公式估計 (ASCE 7-05)：

$$f_n, f_a = \frac{22.86}{h} \text{ (Hz)}$$

$$f_t = 1.3 f_n$$

另建議鋼構造建築物之阻尼比為  $\beta = 0.01$ ；混凝土構造建築物或鋼骨鋼筋混凝土構造建築物之阻尼比為  $\beta = 0.02$ 。

表 C2.9(a) 普通建築物之陣風反應因子 (地況 A)

地況 A	h (m)										
	h/B	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
	0.2	1.735	1.660	1.607	1.567	1.534	1.507	1.498	1.491	1.484	1.478
	0.3	1.765	1.697	1.650	1.613	1.582	1.555	1.547	1.540	1.533	1.528
	0.35	1.774	1.710	1.664	1.628	1.598	1.572	1.564	1.557	1.551	1.545
	0.4	1.782	1.720	1.676	1.640	1.611	1.586	1.578	1.571	1.565	1.559
	0.5	1.793	1.735	1.693	1.660	1.632	1.607	1.599	1.592	1.586	1.581
	0.55	1.798	1.741	1.700	1.667	1.640	1.616	1.608	1.601	1.595	1.590
	0.6	1.802	1.746	1.706	1.674	1.647	1.623	1.615	1.609	1.603	1.597
	0.65	1.805	1.751	1.711	1.680	1.653	1.630	1.622	1.615	1.609	1.604
	0.7	1.808	1.755	1.716	1.685	1.658	1.635	1.628	1.621	1.615	1.610
	0.75	1.811	1.758	1.720	1.689	1.663	1.640	1.633	1.626	1.620	1.615
	0.8	1.813	1.761	1.724	1.693	1.667	1.645	1.638	1.631	1.625	1.620
	0.9	1.817	1.767	1.730	1.700	1.675	1.653	1.646	1.639	1.633	1.628
	1	1.820	1.771	1.735	1.706	1.681	1.660	1.652	1.646	1.640	1.635
	1.1	1.823	1.775	1.740	1.711	1.687	1.665	1.658	1.652	1.646	1.641
	1.2	1.825	1.778	1.744	1.715	1.691	1.670	1.663	1.657	1.651	1.646
	1.3	1.827	1.781	1.747	1.719	1.695	1.674	1.667	1.661	1.655	1.650
	1.4	1.829	1.784	1.750	1.722	1.699	1.678	1.671	1.665	1.659	1.654
	1.5	1.831	1.786	1.752	1.725	1.702	1.681	1.674	1.668	1.663	1.658
	1.6	1.832	1.788	1.755	1.727	1.704	1.684	1.677	1.671	1.666	1.661
	1.7	1.833	1.789	1.757	1.730	1.707	1.687	1.680	1.674	1.668	1.664
	1.8	1.834	1.791	1.758	1.732	1.709	1.689	1.682	1.676	1.671	1.666
	1.9	1.835	1.792	1.760	1.734	1.711	1.691	1.684	1.678	1.673	1.668
	2	1.836	1.793	1.761	1.735	1.713	1.693	1.686	1.680	1.675	1.670
	2.1	1.837	1.795	1.763	1.737	1.715	1.695	1.688	1.682	1.677	1.672
	2.2	1.838	1.796	1.764	1.738	1.716	1.697	1.690	1.684	1.679	1.674
	2.3	1.838	1.797	1.765	1.740	1.717	1.698	1.691	1.685	1.680	1.676
	2.4	1.839	1.798	1.766	1.741	1.719	1.700	1.693	1.687	1.682	1.677
	2.5	1.840	1.798	1.767	1.742	1.720	1.701	1.694	1.688	1.683	1.678
	2.6	1.840	1.799	1.768	1.743	1.721	1.702	1.695	1.689	1.684	1.680
	2.7	1.841	1.800	1.769	1.744	1.722	1.703	1.696	1.691	1.685	1.681
	2.8	1.841	1.801	1.770	1.745	1.723	1.704	1.698	1.692	1.687	1.682
	2.9	1.842	1.801	1.771	1.746	1.724	1.705	1.699	1.693	1.688	1.683
	3	1.842	1.802	1.771	1.746	1.725	1.706	1.699	1.694	1.689	1.684
	3.25	1.843	1.803	1.773	1.748	1.727	1.708	1.702	1.696	1.691	1.686
	3.5	1.844	1.804	1.774	1.750	1.729	1.710	1.703	1.698	1.693	1.688
	3.75	1.844	1.805	1.776	1.751	1.730	1.711	1.705	1.699	1.694	1.690
	4	1.845	1.806	1.777	1.752	1.731	1.713	1.706	1.701	1.696	1.691



表 C2.9(b) 普通建築物之陣風反應因子 (地況 B)

地況 B	h (m)									
	h/B	5	10	15	20	25	30	35	40	45
0.2	1.774	1.711	1.666	1.648	1.634	1.623	1.613	1.605	1.597	1.591
0.3	1.798	1.742	1.702	1.686	1.673	1.662	1.652	1.644	1.637	1.631
0.35	1.805	1.753	1.714	1.698	1.685	1.675	1.666	1.658	1.651	1.645
0.4	1.812	1.761	1.724	1.708	1.696	1.686	1.677	1.669	1.662	1.656
0.5	1.821	1.774	1.739	1.724	1.712	1.702	1.693	1.686	1.679	1.673
0.55	1.825	1.778	1.744	1.730	1.718	1.708	1.700	1.693	1.686	1.680
0.6	1.828	1.783	1.749	1.735	1.723	1.714	1.706	1.698	1.692	1.686
0.65	1.830	1.786	1.754	1.740	1.728	1.719	1.711	1.703	1.697	1.691
0.7	1.833	1.790	1.757	1.744	1.732	1.723	1.715	1.708	1.702	1.696
0.75	1.835	1.792	1.761	1.747	1.736	1.727	1.719	1.712	1.706	1.700
0.8	1.837	1.795	1.764	1.750	1.740	1.730	1.723	1.716	1.709	1.704
0.9	1.840	1.799	1.769	1.756	1.745	1.736	1.729	1.722	1.716	1.710
1	1.843	1.803	1.774	1.761	1.750	1.741	1.734	1.727	1.721	1.716
1.1	1.845	1.806	1.777	1.764	1.754	1.746	1.738	1.731	1.726	1.720
1.2	1.847	1.809	1.780	1.768	1.758	1.749	1.742	1.735	1.729	1.724
1.3	1.848	1.811	1.783	1.771	1.761	1.752	1.745	1.738	1.733	1.728
1.4	1.850	1.813	1.785	1.773	1.763	1.755	1.748	1.741	1.736	1.730
1.5	1.851	1.815	1.787	1.775	1.766	1.757	1.750	1.744	1.738	1.733
1.6	1.852	1.816	1.789	1.777	1.768	1.759	1.752	1.746	1.741	1.735
1.7	1.853	1.818	1.791	1.779	1.770	1.761	1.754	1.748	1.743	1.738
1.8	1.854	1.819	1.792	1.781	1.771	1.763	1.756	1.750	1.744	1.739
1.9	1.855	1.820	1.794	1.782	1.773	1.765	1.758	1.752	1.746	1.741
2	1.855	1.821	1.795	1.783	1.774	1.766	1.759	1.753	1.748	1.743
2.1	1.856	1.822	1.796	1.785	1.775	1.767	1.761	1.754	1.749	1.744
2.2	1.857	1.823	1.797	1.786	1.776	1.769	1.762	1.756	1.750	1.745
2.3	1.857	1.824	1.798	1.787	1.778	1.770	1.763	1.757	1.752	1.747
2.4	1.858	1.824	1.799	1.788	1.778	1.771	1.764	1.758	1.753	1.748
2.5	1.858	1.825	1.800	1.789	1.779	1.772	1.765	1.759	1.754	1.749
2.6	1.859	1.826	1.801	1.789	1.780	1.773	1.766	1.760	1.755	1.750
2.7	1.859	1.826	1.801	1.790	1.781	1.773	1.767	1.761	1.755	1.751
2.8	1.859	1.827	1.802	1.791	1.782	1.774	1.767	1.762	1.756	1.751
2.9	1.860	1.827	1.803	1.791	1.782	1.775	1.768	1.762	1.757	1.752
3	1.860	1.828	1.803	1.792	1.783	1.775	1.769	1.763	1.758	1.753
3.25	1.861	1.829	1.804	1.793	1.785	1.777	1.770	1.765	1.759	1.755
3.5	1.861	1.830	1.805	1.795	1.786	1.778	1.772	1.766	1.761	1.756
3.75	1.862	1.831	1.806	1.796	1.787	1.779	1.773	1.767	1.762	1.757
4	1.863	1.831	1.807	1.797	1.788	1.780	1.774	1.768	1.763	1.758

表 C2.9(c) 普通建築物之陣風反應因子 (地況 C)

地況 C	h (m)									
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
0.2	1.811	1.769	1.748	1.732	1.719	1.708	1.699	1.691	1.685	1.678
0.3	1.830	1.793	1.774	1.760	1.748	1.738	1.730	1.722	1.716	1.710
0.35	1.836	1.801	1.783	1.769	1.757	1.748	1.740	1.733	1.726	1.720
0.4	1.841	1.807	1.790	1.776	1.765	1.756	1.748	1.741	1.735	1.729
0.5	1.848	1.817	1.800	1.787	1.777	1.768	1.761	1.754	1.748	1.742
0.55	1.850	1.820	1.804	1.792	1.782	1.773	1.766	1.759	1.753	1.748
0.6	1.853	1.824	1.808	1.796	1.786	1.777	1.770	1.763	1.758	1.752
0.65	1.855	1.826	1.811	1.799	1.789	1.781	1.774	1.767	1.761	1.756
0.7	1.857	1.829	1.813	1.802	1.792	1.784	1.777	1.771	1.765	1.760
0.75	1.858	1.831	1.816	1.804	1.795	1.787	1.780	1.774	1.768	1.763
0.8	1.860	1.833	1.818	1.807	1.797	1.789	1.782	1.776	1.771	1.766
0.9	1.862	1.836	1.822	1.811	1.801	1.794	1.787	1.781	1.776	1.771
1	1.864	1.839	1.825	1.814	1.805	1.797	1.791	1.785	1.779	1.775
1.1	1.866	1.841	1.827	1.817	1.808	1.800	1.794	1.788	1.783	1.778
1.2	1.867	1.843	1.829	1.819	1.810	1.803	1.797	1.791	1.786	1.781
1.3	1.868	1.845	1.831	1.821	1.813	1.805	1.799	1.793	1.788	1.784
1.4	1.869	1.846	1.833	1.823	1.814	1.807	1.801	1.795	1.790	1.786
1.5	1.870	1.847	1.834	1.824	1.816	1.809	1.803	1.797	1.792	1.788
1.6	1.871	1.848	1.836	1.826	1.818	1.811	1.804	1.799	1.794	1.789
1.7	1.872	1.849	1.837	1.827	1.819	1.812	1.806	1.800	1.795	1.791
1.8	1.873	1.850	1.838	1.828	1.820	1.813	1.807	1.802	1.797	1.792
1.9	1.873	1.851	1.839	1.829	1.821	1.814	1.808	1.803	1.798	1.794
2	1.874	1.852	1.840	1.830	1.822	1.815	1.809	1.804	1.799	1.795
2.1	1.874	1.853	1.840	1.831	1.823	1.816	1.810	1.805	1.800	1.796
2.2	1.875	1.853	1.841	1.832	1.824	1.817	1.811	1.806	1.801	1.797
2.3	1.875	1.854	1.842	1.832	1.825	1.818	1.812	1.807	1.802	1.798
2.4	1.876	1.854	1.842	1.833	1.825	1.819	1.813	1.808	1.803	1.799
2.5	1.876	1.855	1.843	1.834	1.826	1.819	1.814	1.808	1.804	1.799
2.6	1.876	1.855	1.843	1.834	1.827	1.820	1.814	1.809	1.804	1.800
2.7	1.877	1.856	1.844	1.835	1.827	1.821	1.815	1.810	1.805	1.801
2.8	1.877	1.856	1.844	1.835	1.828	1.821	1.815	1.810	1.806	1.801
2.9	1.877	1.856	1.845	1.836	1.828	1.822	1.816	1.811	1.806	1.802
3	1.877	1.857	1.845	1.836	1.829	1.822	1.816	1.811	1.807	1.803
3.25	1.878	1.857	1.846	1.837	1.830	1.823	1.818	1.812	1.808	1.804
3.5	1.878	1.858	1.847	1.838	1.830	1.824	1.819	1.813	1.809	1.805
3.75	1.879	1.859	1.847	1.839	1.831	1.825	1.819	1.814	1.810	1.806
4	1.879	1.859	1.848	1.839	1.832	1.826	1.820	1.815	1.811	1.807

## 2.8 風壓係數與風力係數

計算建築物或地上獨立結構物主要風力抵抗系統之設計風力時，其所使用之風壓係數  $C_p$ （封閉式或部分封閉式建築物用）及風力係數  $C_f$ （開放式建築物用）見表 2.4 至 2.16。

### 【解說】

開放式建築物所受之風力則為風速壓乘以風力係數  $C_f$  及 ~~與風向垂直方向建築物之投影面積  $A_p$~~ ，~~開放式建築物受風作用的特徵面積  $A_c$~~ ， $A_c$  依其類型可分為實際表面面積及與風向垂直面上投影面積兩種。

表 2.9 取自 ASCE 7-88 規範，提供開放式建築物之單斜式屋頂之風力係數  $C_f$ 。計算設計風力所用的面積為 屋頂面的面積。

表 2.11 取自 ASCE 7-10 規範，並略做修正，提供設計中空式標示物、格子式構架所用之風力係數。修正說明如下：

圓形斷面構材或圓滑邊之構材、圓形斷面結構物，其風力係數  $C_f$  與雷諾數  $R_e$  有關。 $R_e$  可表示為：

$$R_e = \frac{DV}{\nu} \quad (C2.11)$$

其中， $D$  為構材直徑， $\nu$  為空氣運動粘滯係數。在  $22^\circ\text{C}$ ，1 大氣壓下， $\nu = 1.53 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$ ，空氣密度  $1.20 \text{ kg}/\text{m}^3$ 。一旦雷諾數超過圓柱體的臨界雷諾數  $R_e$ ，風力係數  $C_f$  會變小。圓柱體的臨界雷諾數  $R_e$  與其表面粗糙度有關，約為  $2 \times 10^5 \sim 4.5 \times 10^5$ 。美國 ASCE 7-10 規範與加拿大 NBC 規範均以  $D\sqrt{q(z)}$  代表  $R_e$ ， $q(z)$  為風速壓，以  $\text{N}/\text{m}^2$  為單位，ASCE 7-10 規範以  $D\sqrt{q(z)} = 5.3$  做為界分不同雷諾數下所對應的  $C_f$  值。當臨界雷諾

數  $R_e$  訂為  $4.5 \times 10^5$ ，本規範對應之臨界值：

$$D\sqrt{q(z)} = 1.53 \times 10^{-5} \cdot 4.5 \times 10^5 \cdot \sqrt{1.20/9.81/2} = 1.70 \quad (\text{C2.12})$$

其中， $q(z)$  為風速壓，以  $\text{kgf/m}^2$  為單位。

表 2.12 係取自 ASCE 7-10 規範，提供煙囪、圓柱、圓形水塔及其他類似結構物所用之風力係數  $C_f$ 。圓柱形之結構物，其表面粗糙度亦會影響其風力係數  $C_f$  值。對於表面粗糙之圓柱體， $C_f$  值須依據粗糙程度  $D'/D$  略作修正。對於具有角邊的結構物，如方形體等，其表面之粗糙度並不會影響風力係數。

表 2.14 係取自 NBC 規範，提供竿、管、繩之風力係數  $C_f$ 。由於竿、管、繩皆具圓斷面，其  $C_f$  值與雷諾數有關，以  $D\sqrt{q(z)} = 1.70$  為臨界值，做為界分不同風速下所對應的  $C_f$  值。

## 2.10 橫風向之風力

當建築物近似規則矩形柱體，且  $h/\sqrt{BL} < 3$  時，得依式 (2.21) 計算高度  $z$  處橫風向風力  $W_{Lz}$  如下：

$$W_{Lz} = 0.87 \frac{L}{B} W_{Dz} \quad (2.21)$$

式中， $W_{Dz}$  為高度  $z$  處順風向風力，依 2.2 節計算。

當建築物近似規則矩形柱體，符合  $3 \leq h/\sqrt{BL} \leq 6$  且  $0.2 \leq L/B \leq 5$  且  $V_h/(f_a \sqrt{BL}) \leq 10$  時(其中  $f_a$  為建築物橫風向基本自然頻率， $V_h$  為高度  $h$  處之風速，可依據 2.6 節之解說計算，亦可依表 2.20、表 2.21 或表 2.22 決定)，得依式 (2.22) 計算高度  $z$  處橫風向風力  $W_{Lz}$  如下：

$$W_{Lz} = 3q(h)C_L' A_z \frac{Z}{h} g_L \sqrt{1 + \frac{1}{\beta} R_{LR}} \quad (2.22)$$

式中，

$A_z$  為高度  $z$  處迎風面面積；

$$g_L = \frac{\sqrt{2 \ln(3600 f_a)} + 0.577}{\sqrt{2 \ln(3600 f_a)}}$$

$$\beta_1 = \frac{\left(\frac{L}{B}\right)^4 + 2.3\left(\frac{L}{B}\right)^2}{2.4\left(\frac{L}{B}\right)^4 - 9.2\left(\frac{L}{B}\right)^3 + 18\left(\frac{L}{B}\right)^2 + 9.5\left(\frac{L}{B}\right) - 0.15} + \frac{0.12}{\left(\frac{L}{B}\right)}$$

當建築物同時滿足以下各條件：(1)  $h/\sqrt{BL} \geq 4$ 、  
(2)  $V_h/f_a \sqrt{BL} > 8.3$  時，應進一步檢核避免在設計風速內發生渦散頻率與建築物自然頻率接近而產生之共振及空氣動力不穩定現象，必要時應進行風洞試驗。

【解說】

橫風向風力之相關規定如下：

(1) 建築物或地上獨立結構物為矩形柱體：

(a) 矩形斷面建築物之高寬比小於  $3(h/\sqrt{BL} < 3)$ ，其橫風向風力受到來風紊流的影響很大，渦散特性較不明顯，與高寬比較大之建築物有明顯差異，橫風向風力依規範 2.10 節式(2.21)計算之。

(b) 矩形斷面建築物滿足高寬比介於 3 至 6 之間( $3 \leq h/\sqrt{BL} \leq 6$ )，斷面深寬比介於 0.2 至 5 之間( $0.2 \leq L/B \leq 5$ )，無因次風速小於  $10(V_h/(f_a \sqrt{BL}) \leq 10)$ 時，其橫風向風力依規範 2.10 節式(2.22)計算之。此部分橫風向風力之主要依據為風洞模型實驗數據。

(c) 矩形斷面建築物符合下列條件： $h/\sqrt{BL} \geq 4$  且  $V_h/f_a \sqrt{BL} > 8.3$ （史特赫數 0.1，安全係數 1.2）時，應進一步檢核避免在設計風速內發生渦散頻率與建築物自然頻率接近而產生之共振及空氣動力不穩定現象，必要時應進行風洞試驗。

(2) 建築物為圓柱體：

(a) 圓柱斷面建築物滿足  $h/D \geq 7$  與  $V_h/f_a D > 4.2$ （史特赫數  $S=0.2$ ，安全係數 1.2）時，應依據式(C2.16)考慮建築物因渦散共振引起的橫風向風力。

$$W_{rz} = 0.8 \rho U_r^2 C_r \frac{Z}{h} A \quad (C2.16)$$

$W_{rz}$ ：為高度  $z$  (m) 之橫風向風力(N)；

$\rho$ ：為空氣密度(= 1.20 kg/m<sup>3</sup>)；

$U_r = 5 f_a D_m$  為渦散共振風速；

$D_m$ ：為  $2/3 h$  高度處之圓柱直徑；

$C_r$ ：為渦散共振之風力係數，如下表；

$A$ ：為高度  $z$  處之投影面積。

$U_r D_m$ (m <sup>2</sup> /s)	$\rho_f \sqrt{\beta} < 0.5$	$\rho_f \sqrt{\beta} \geq 0.5$
$U_r D_m < 3$ (亞臨界流 $Re < 2 \times 10^5$ )	$\frac{1.3}{\sqrt{\beta}} + \frac{0.15}{\beta} \frac{\rho}{\rho_f}$	$\frac{1.7}{\sqrt{\beta}}$
$3.0 \leq U_r D_m < 6.9$ (臨界流 $2 \times 10^5 \leq Re < 4.5 \times 10^5$ )	線性內插	線性內插
$6.9 \leq U_r D_m$ (超臨界流 $4.5 \times 10^5 \leq Re$ )	$\frac{0.53}{\sqrt{\beta}} + \frac{0.02}{\beta} \frac{\rho}{\rho_f}$	$\frac{0.57}{\sqrt{\beta}}$

表中，

$\beta$ ：為基本振態之阻尼比

$\rho_f = M/(hD_m D_B)$  為建築物密度(kg/m<sup>3</sup>)；

$M$ ：為建築物質量(kg)

$D_B$ ：為建築物基底直徑(m)

(b) 當  $V_h L \geq 6$  (m<sup>2</sup>/s)，則圓柱斷面建築物的橫風向風力，可用式(2.22)計

算，其中  $C'_L = 0.06$ ； $S = 1$ ； $\bar{k}_1 = 0.9$ ； $n_1 = 0.15$ ； $\beta_1 = 0.2$ 。

## 2.11 作用在建築物上之扭矩

當建築物近似規則矩形柱體，且  $h/\sqrt{BL} < 3$  時，得依照式(2.23)計算高度  $z$  處扭轉向風力  $M_{Tz}$  如下：

$$M_{Tz} = 0.28(BW_{Dz})^* \dots\dots\dots (2.23)$$

式中， $(BW_{Dz})^*$  為各向來風高度  $z$  處順風向風力與迎風面寬度乘積之較大值，所得之設計扭矩適用於各向來風。

當建築物近似規則矩形柱體，同時滿足以下各條件：

(1)  $3 \leq h/\sqrt{BL} \leq 6$ 、(2)  $0.2 \leq L/B \leq 5$ 、(3)  $V_h/(f_i \sqrt{BL}) \leq 10$  時，得依照式(2.24)計算建築物離地面高度  $z$  處扭轉向風力  $M_{Tz}$ ：

$$M_{Tz} = 1.8q(h)C'_T A_z B \frac{Z}{h} g_T \sqrt{1 + \frac{1}{\beta} R_{TR}} \dots\dots\dots (2.24)$$

式中， $f_i$  為建築物扭轉向基本自然頻率，

$$g_T = \sqrt{2 \ln(3600 f_i)} + \frac{0.577}{\sqrt{2 \ln(3600 f_i)}}$$

### 【解說】

一個矩形柱體且無偏心的建築物之設計扭矩相關規定如下：

- (a) 矩形斷面建築物之高寬比小於 3 ( $h/\sqrt{BL} < 3$ )，其設計扭矩受到來風紊流的影響很大，渦散特性較不明顯，與高寬比較大之建築物有明顯差異，設計扭矩依規範 2.11 節式(2.23)計算之。
- (b) 矩形斷面建築物滿足高寬比介於 3 至 6 之間 ( $3 \leq h/\sqrt{BL} \leq 6$ )，斷面深寬比介於 0.2 至 5 之間 ( $0.2 \leq L/B \leq 5$ )，無因次風速小於  $10(V_h/(f_o \sqrt{BL}) \leq 10)$  時，其設計扭矩依規範 2.11 節式(2.24)計算之。

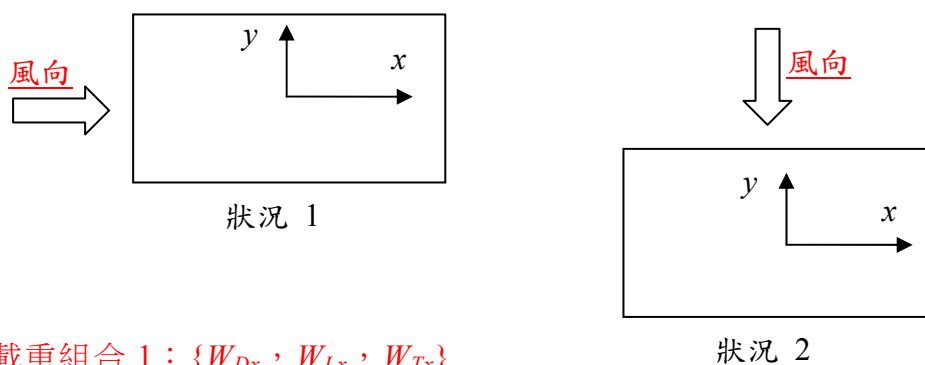


## 2.12 建築物設計風力之組合

建築物同時受到順風向風力、橫風向風力與扭轉向風力的作用，但三種作用風力的最大值並不一定同時發生。設計時應對考量的來風方向，分別計算並組合其所對應的順風向、橫風向以及扭轉向設計風力，作為該來風方向的設計風力組合。

### 【解說】

以下圖中矩形斷面建築結構為例，若各風向下之地況與地形相同，應分別將 x 風向與 y 風向所產生的順風向、橫風向與扭轉向風力組合為二個載重組合，進行結構分析。設計時以二個載重組合計算結果之較大值為設計依據，



### (一) 載重組合 1： $\{W_{Dx}, W_{Lx}, W_{Tx}\}$

$W_{Dx}$ ：x 風向之順風向設計風力

$W_{Lx}$ ：x 風向之橫風向設計風力

$W_{Tx}$ ：x 風向之扭轉向設計風力

### (二) 載重組合 2： $\{W_{Dy}, W_{Ly}, W_{Ty}\}$

$W_{Dy}$ ：y 風向之順風向設計風力

$W_{Ly}$ ：y 風向之橫風向設計風力

$W_{Ty}$ ：y 風向之扭轉向設計風力

構件設計效應：

$$W = \max\{W_1, W_2\}$$

$W_1$  為載重組合 1 之結構效應， $W_2$  為載重組合 2 之結構效應。

## 2.13 低矮建築物設計風力計算式

同時滿足以下各條件：(1) 高度(h)小於 18 公尺、(2)  $h/\sqrt{BL} < 3$ 、(3)  $0.2 \leq L/B \leq 5$  之近似矩形斷面、封閉式或部分封閉式剛性樓版建築物，若其外牆、斜屋頂和屋頂女兒牆之個別迎風面面積和對應之背風面面積相近，得依本節規定，分別計算外牆、斜屋頂及屋頂女兒牆所應承受之順風向、橫風向及扭轉向設計風力。

根據本節計算之順風向、橫風向及扭轉向設計風力，應按 2.12 節進行設計風力之組合，同時依 4.2 節檢核層間變位角。

### 2.13.1 順風向設計風力計算式

(1) 離地面高度  $z$  處外牆承受之順風向風力  $S_{Dz}$  依下式計算：

$$S_{Dz} = 1.49[IV_{10}(C)]^2 \lambda K_{zt}(h) A_z \dots\dots\dots (2.25)$$

式中，若無特殊地形， $K_{zt}(h)=1$ ；若有特殊地形， $K_{zt}(h)$  依 2.6 節之規定計算。 $I$  為用途係數，依 2.5 節決定。 $V_{10}(C)$  為基本設計風速，依 2.4 節決定。 $\lambda$  為建築物高度和地況之調整係數，依表 2.23 決定。 $A_z$  為離地面高度  $z$  處迎風面面積。

(2) 若為平屋頂，其承受之水平向風力為零，鉛直向上風力  $S_{RP}$  依下式計算：

$$S_{RP} = 1.41[IV_{10}(C)]^2 \lambda K_{zt}(h) BL \dots\dots\dots (2.26)$$

(3) 若為斜屋頂，其承受之水平向風力及鉛直向風力依下式計算：

$$S_R = [IV_{10}(C)]^2 \lambda C_{pc}^* K_{zt}(h) BL \dots\dots\dots (2.27)$$

當風向垂直於屋脊時，計算屋頂處承受之水平向風力時， $C_{pc}^*$  取用表 2.24 中的  $C_{pc,1}$ ；計算屋頂處承受之鉛直向風

力時， $C_{pc}^*$  取用表 2.24 中的  $C_{pc,2}$ 。

當風向平行於屋脊時，屋頂處承受之水平向風力為零；計算屋頂處承受之鉛直向風力時， $C_{pc}^*$  取用表 2.24 中的  $C_{pc,3}$ 。

在上述計算中，若所得水平向風力為正，表示其作用方向與風向相同；若所得鉛直向風力為正，表示其作用方向為鉛直往下。

(4) 屋頂女兒牆之設計風力  $S_{pL}$  依下式計算：

$$S_{pL} = 1.54 [IV_{10}(C)]^2 \lambda K_{zt}(h_p) A_p \dots\dots\dots (2.28)$$

式中， $K_{zt}(h_p)$  為屋頂女兒牆頂端  $z = h_p$  處之地形係數，若無特殊地形， $K_{zt}(h_p) = 1$ ；若有特殊地形，依 2.6 節之規定計算。 $A_p$  為屋頂女兒牆迎風面面積。

### 2.13.2 橫風向設計風力計算式

建築物離地面高度  $z$  處之橫風向風力  $S_{Lz}$ ，計算如下：

$$S_{Lz} = \left( 0.6 \frac{L}{B} + 0.05 \right) S_{Dz} \dots\dots\dots (2.29)$$

### 2.13.3 扭轉向設計風力計算式

建築物離地面高度  $z$  處之扭轉向風力  $S_{Tz}$ ，計算如下：

$$S_{Tz} = 0.21 (BS_{Dz})^* \dots\dots\dots (2.30)$$

其中， $(BS_{Dz})^*$  為各向來風高度  $z$  處順風向風力  $S_{Dz}$  與迎風面寬度乘積之較大值，所得之  $S_{Tz}$  適用於各向來風。

**【解說】**

本節低矮建築物順風向設計風力計算式，主要以式(2.1)和式(2.3)為基礎，針對高度小於 18m、 $h/\sqrt{BL} < 3$  且  $0.2 \leq L/B \leq 5$  之近似矩形斷面、封閉式或部分封閉式剛性樓版建築物，若其外牆、斜屋頂和屋頂女兒牆之個別迎風面面積和對應之背風面面積相近，考慮  $G$  的保守值，合成迎風面風力和背風面風力，可得式(2.25)。

橫風向設計風力計算式，主要以式(2.21)和式(2.25)為基礎，針對高度小於 18m、 $h/\sqrt{BL} < 3$  且  $0.2 \leq L/B \leq 5$  近似矩形斷面建築物，計算橫風向風力和順風向風力之比值，再以回歸分析求得式(2.29)。

扭轉向設計風力計算式，主要以式(2.23)和式(2.25)為基礎，針對高度小於 18m、 $h/\sqrt{BL} < 3$  且  $0.2 \leq L/B \leq 5$  近似矩形斷面建築物，來計算扭轉向風力和順風向風力之比值，以求得式(2.30)。

表 2.23  $\lambda$  值

h(m)	地況 A	地況 B	地況 C
5	0.016	0.035	0.092
6	0.018	0.038	0.097
7	0.020	0.042	0.102
8	0.022	0.045	0.106
9	0.024	0.048	0.110
10	0.026	0.050	0.114
11	0.027	0.053	0.117
12	0.029	0.055	0.121
13	0.030	0.058	0.124
14	0.032	0.060	0.127
15	0.033	0.062	0.130
16	0.035	0.064	0.132
17	0.036	0.066	0.135
18	0.037	0.068	0.137
19	0.039	0.070	0.140
20	0.040	0.072	0.142

表 2.24  $C_{pc}^*$  值

風向	$C_{pc}^*$	屋頂與水平面所夾的角度 $\theta$ (度)							
		0	5	10	15	20	30	40	50
垂直於屋脊	$C_{pc,1}$	0	0.019 -0.004	0.079 -0.018	0.120 -0.027	0.164 -0.036	0.289 -0.058	0.462	0.715
	$C_{pc,2}$	-1.410	0.135 -1.360	0.360 -1.410			0.410 -1.410	0.460 -1.135	0.510 -0.860
平行於屋脊	$C_{pc,3}$	-1.410							

### 3.2 封閉式或部分封閉式建築物局部構材及外部被覆物

#### 之設計風壓計算式

封閉式或部分封閉式建築物高度不超過 18 公尺者，其局部構件及外部被覆物之設計風壓  $p$ ，依下式計算：

$$p = q(h)[(GC_p) - (GC_{pi})] \dots\dots\dots(3.1)$$

式中， $q(h)$ 為平均屋頂高度 $h$ 處之風速壓，依2.6節之規定計算； $(GC_p)$ 為外風壓係數，依3.3節之規定計算； $(GC_{pi})$ 為內風壓係數，依2.9節之規定計算。

封閉式或部分封閉式建築物高度超過 18 公尺者，其局部構件及外部被覆物之設計風壓  $p$ ，依下式計算：

$$p = q(GC_p) - q_i(GC_{pi}) \dots\dots\dots(3.2)$$

### 3.4 開放式建築物之斜屋頂局部構材及外部被覆物之設計

#### 風壓

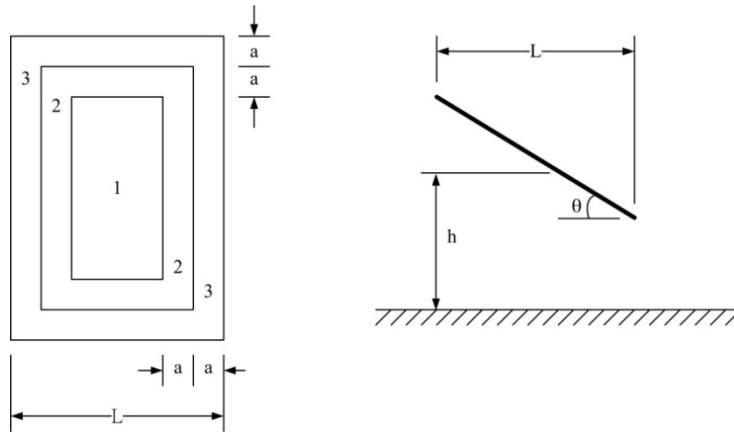
開放式建築物之斜屋頂局部構材及外部被覆物承受之設計風壓  $p$ ，依下式計算：

$$p = q(h)GC_{pn} \dots\dots\dots(3.4)$$

式中  $q(h)$  為平均屋頂高度  $h$  處之風速壓，依 2.6 節之規定計算； $G$  採用普通建築之陣風反應因子，依 2.7 節之規定計算；淨風壓係數  $C_{pn}$  見圖 3.3。

#### 【解說】

本節之計算式係按 ASCE 7-10 規範之規定。對於所有高度之開放式建築物，其屋頂面上各區域所受風壓以淨風壓係數考慮，圖 3.3 為開放式建築物之屋頂局部構材及外部被覆物之淨風壓係數( $C_{pn}$ )示意圖。



$\theta$	有效受風面積	$C_{pn}$											
		屋頂下無阻擋						屋頂下有阻擋					
		區域 3		區域 2		區域 1		區域 3		區域 2		區域 1	
$0^\circ$	$<a^2$	2.4	-3.3	1.8	-1.7	1.2	-1.1	1	-3.6	0.8	-1.8	0.5	-1.2
	$>a^2, \leq 4.0a^2$	1.8	-1.7	1.8	-1.7	1.2	-1.1	0.8	-1.8	0.8	-1.8	0.5	-1.2
	$>4.0a^2$	1.2	-1.1	1.2	-1.1	1.2	-1.1	0.5	-1.2	0.5	-1.2	0.5	-1.2
$7.5^\circ$	$<a^2$	3.2	-4.2	2.4	-2.1	1.6	-1.4	1.6	-5.1	1.2	-2.6	0.8	-1.7
	$>a^2, \leq 4.0a^2$	2.4	-2.1	2.4	-2.1	1.6	-1.4	1.2	-2.6	1.2	-2.6	0.8	-1.7
	$>4.0a^2$	1.6	-1.4	1.6	-1.4	1.6	-1.4	0.8	-1.7	0.8	-1.7	0.8	-1.7
$15^\circ$	$<a^2$	3.6	-3.8	2.7	-2.9	1.8	-1.9	2.4	-4.2	1.8	-3.2	1.2	-2.1
	$>a^2, \leq 4.0a^2$	2.7	-2.9	2.7	-2.9	1.8	-1.9	1.8	-3.2	1.8	-3.2	1.2	-2.1
	$>4.0a^2$	1.8	-1.9	1.8	-1.9	1.8	-1.9	1.2	-2.1	1.2	-2.1	1.2	-2.1
$30^\circ$	$<a^2$	5.2	-5	3.9	-3.8	2.6	-2.5	3.2	-4.6	2.4	-3.5	1.6	-2.3
	$>a^2, \leq 4.0a^2$	3.9	-3.8	3.9	-3.8	2.6	-2.5	2.4	-3.5	2.4	-3.5	1.6	-2.3
	$>4.0a^2$	2.6	-2.5	2.6	-2.5	2.6	-2.5	1.6	-2.3	1.6	-2.3	1.6	-2.3
$45^\circ$	$<a^2$	5.2	-4.6	3.9	-3.5	2.6	-2.3	4.2	-3.8	3.2	-2.9	2.1	-1.9
	$>a^2, \leq 4.0a^2$	3.9	-3.5	3.9	-3.5	2.6	-2.3	3.2	-2.9	3.2	-2.9	2.1	-1.9
	$>4.0a^2$	2.6	-2.3	2.6	-2.3	2.6	-2.3	2.1	-1.9	2.1	-1.9	2.1	-1.9

註：1. 當滿足  $0.25 \leq h/L \leq 1$  且  $\theta \leq 45^\circ$  時，方可使用上表。

2. 屋頂下無阻擋係指屋頂下阻塞比低於 50%，如高於 50% 則視為屋頂下有阻擋。

3. 正值，表示壓力指向表面作用；負號則表示壓力遠離表面作用。

4. 每個部份應依最大正負壓力設計之。

5. 介於表列  $\theta$  間之值，可用線性內插求得。

6. 符號說明：

a：最小寬度的 10%，但不小於 0.9 m。

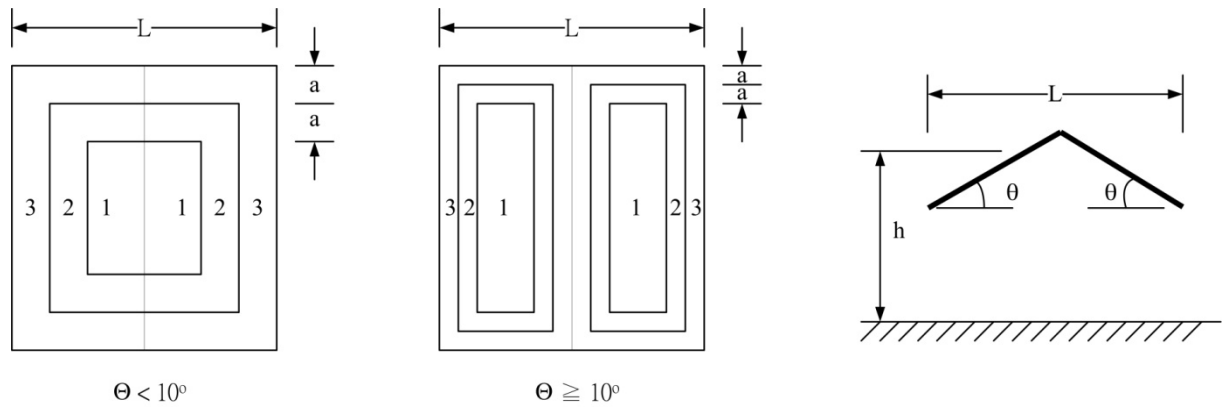
h：平均屋頂高度；若  $\theta \leq 10^\circ$ ，則採用屋簷高度。

L：順風向之建築物水平深度。

$\theta$ ：屋頂斜面與水平面所夾的角度。

圖 3.3(a) 開放式建築物之單斜屋頂局部構件及外部被覆物淨風壓係數





$\theta$	有效受風面積	$C_{pn}$											
		屋頂下無阻擋						屋頂下有阻擋					
		區域3		區域2		區域1		區域3		區域2		區域1	
$0^\circ$	$<a^2$	2.4	-3.3	1.8	-1.7	1.2	-1.1	1	-3.6	0.8	-1.8	0.5	-1.2
	$>a^2, \leq 4.0a^2$	1.8	-1.7	1.8	-1.7	1.2	-1.1	0.8	-1.8	0.8	-1.8	0.5	-1.2
	$>4.0a^2$	1.2	-1.1	1.2	-1.1	1.2	-1.1	0.5	-1.2	0.5	-1.2	0.5	-1.2
$7.5^\circ$	$<a^2$	2.2	-3.6	1.7	-1.8	1.1	-1.2	1	-5.1	0.8	-2.6	0.5	-1.7
	$>a^2, \leq 4.0a^2$	1.7	-1.8	1.7	-1.8	1.1	-1.2	0.8	-2.6	0.8	-2.6	0.5	-1.7
	$>4.0a^2$	1.1	-1.2	1.1	-1.2	1.1	-1.2	0.5	-1.7	0.5	-1.7	0.5	-1.7
$15^\circ$	$<a^2$	2.2	-2.2	1.7	-1.7	1.1	-1.1	1	-3.2	0.8	-2.4	0.5	-1.6
	$>a^2, \leq 4.0a^2$	1.7	-1.7	1.7	-1.7	1.1	-1.1	0.8	-2.4	0.8	-2.4	0.5	-1.6
	$>4.0a^2$	1.1	-1.1	1.1	-1.1	1.1	-1.1	0.5	-1.6	0.5	-1.6	0.5	-1.6
$30^\circ$	$<a^2$	2.6	-1.8	2	-1.4	1.3	-0.9	1	-2.4	0.8	-1.8	0.5	-1.2
	$>a^2, \leq 4.0a^2$	2	-1.4	2	-1.4	1.3	-0.9	0.8	-1.8	0.8	-1.8	0.5	-1.2
	$>4.0a^2$	1.3	-0.9	1.3	-0.9	1.3	-0.9	0.5	-1.2	0.5	-1.2	0.5	-1.2
$45^\circ$	$<a^2$	2.2	-1.6	1.7	-1.2	1.1	-0.8	1	-2.4	0.8	-1.8	0.5	-1.2
	$>a^2, \leq 4.0a^2$	1.7	-1.2	1.7	-1.2	1.1	-0.8	0.8	-1.8	0.8	-1.8	0.5	-1.2
	$>4.0a^2$	1.1	-0.8	1.1	-0.8	1.1	-0.8	0.5	-1.2	0.5	-1.2	0.5	-1.2

註：1. 當滿足  $0.25 \leq h/L \leq 1$  且  $\theta \leq 45^\circ$  時，方可使用上表。

2. 屋頂下無阻擋係指屋頂下阻塞比低於 50%，如高於 50% 則視為屋頂下有阻擋。
3. 正值，表示壓力指向表面作用；負號則表示壓力遠離表面作用。
4. 每個部份應依最大正負壓力設計之。
5. 介於表列  $\theta$  間之值，可用線性內插求得。
6. 符號說明：
  - a：最小寬度的 10%，但不小於 0.9 m。
  - h：平均屋頂高度；若  $\theta \leq 10^\circ$ ，則採用屋簷高度。
  - L：順風向之建築物水平深度。
  - $\theta$ ：屋頂斜面與水平面所夾的角度。

圖 3.3(b) 開放式建築物之雙斜屋頂局部構件及外部被覆物淨風壓係數

### 4.3 建築物最高居室樓層角隅容許側向加速度值

在回歸期為半年的風力作用下，建築物最高居室樓層角隅之側向振動尖峰加速度值不得超過  $0.05\text{m/s}^2$ 。

#### 【解說】

居室係指供居住、工作、集會、娛樂、烹飪等使用之空間。振動引起的不舒適，通常與尖峰加速度值有關。根據文獻對高樓居民受風力擺動引起不舒適感的研究，振動加速度達  $0.05\text{m/s}^2$  時，居民開始感覺到建築物的擺動。

檢核屋頂振動加速度是否超過容許值所使用的風力回歸期，不應是一般強度設計所用的 50 年。50 年回歸期的風力平均 50 年才發生一次，如會發生不舒適也無所謂。控制屋頂振動的風力回歸期採用半年，應該是合理且經濟的。因為一年可能有二次產生不舒適感，還是可以為人們所接受的。

根據研究，50 年回歸期的風速與半年回歸期風速的比值約為 3.34。有些文獻建議屋頂振動加速度要控制在 8 年回歸期風力作用下，加速度均方根值不超過  $0.1\text{m/s}^2$ ；也有文獻建議在 5 年回歸期風力作用下，屋頂振動加速度均方根值不超過  $0.05\text{m/s}^2$ 。尖峰值一般為均方根值的三倍，而 8 年回歸期風速或 5 年回歸期風速若假設為半年回歸期風速兩倍的話，則上述兩文獻在半年回歸期風力作用下，屋頂的容許尖峰加速度值分別為  $0.075\text{m/s}^2$  與  $0.0375\text{m/s}^2$ ，介於本規範建議值  $0.05\text{m/s}^2$  間。此外，本節之容許加速度值，適用於住宅，對辦公大樓言，其值可略予提高。針對非居室用途之建築物，可免除本節側向振動尖峰加速度值之檢核。

建築物滿足下列條件，其頂樓振動加速度應無超過舒適度容許值之慮，可免除最高居室樓層角隅振動尖峰加速度值之檢核：

#### (1) 鋼筋混凝土或鋼骨鋼筋混凝土建築物

建築物高寬比小於  $3 (h/\sqrt{BL} < 3)$ ，且高度在 70 公尺以下者；

#### (2) 鋼骨建築物

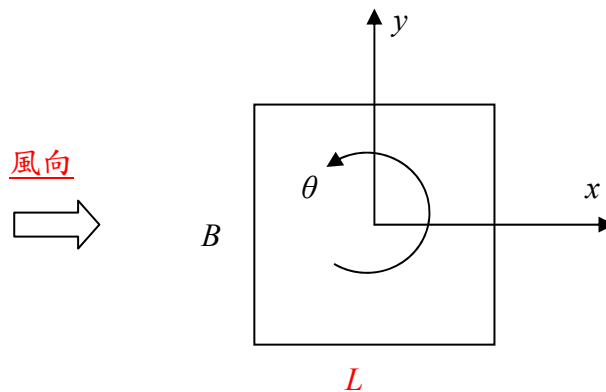
建築物高寬比小於  $3 (h/\sqrt{BL} < 3)$ ，且高度在 70 公尺以下，位於地況 A 或 B 者；或是高寬比小於  $2 (h/\sqrt{BL} < 2)$ ，且高度在 40 公尺以下，位於地況 C 者。

#### 4.4 建築物最高居室樓層角隅側向加速度之計算

建築物最高居室樓層角隅之振動尖峰加速度值，應計及順風向振動、橫風向振動及扭轉振動所產生者，可分別計算，再依合宜的方法求得總加速度，亦可採用風洞試驗結果。

##### 【解說】

下圖為高層建築斷面及順風向、橫風向、扭轉向座標示意圖。



計算順風向加速度、橫風向加速度及扭轉加速度時，僅需考慮回歸期為半年的風速作用下，所產生共振部分風力的影響。令  $D^*$ 、 $L^*$ 、 $\theta^*$  分別是在回歸期為半年的共振部分風力作用下，經結構分析所得建築物最高居室樓層之順風向、橫風向與扭轉向位移，則建築物最高居室樓層形心位置之順風向最大加速度  $A_D$ 、橫風向最大加速度  $A_L$  與扭轉向最大加速度  $A_T$ ，分別為：

$$\underline{A_D = (2\pi f_n)^2 D^*}$$

$$\underline{A_L = (2\pi f_a)^2 L^*} \quad \text{(C4.1)}$$

$$\underline{A_T = (2\pi f_t)^2 \theta^*}$$

其中計算  $D^*$ 、 $L^*$ 、 $\theta^*$  所需之半年回歸期共振部分風力依下列方式計算：

(1) 當建築物之高寬比滿足  $3 \leq h/\sqrt{BL} \leq 6$ ，在回歸期為半年的風速作用下，高度  $z$  處之順風向、橫風向及扭轉向共振部分風力，可依下列計算式求得：

(a) 順風向共振部分風力依 2.2 節之規定計算，但其中陣風反應因子應使用僅包含共振部份之  $\bar{G}$  如下：

$$\bar{G} = 1.927 \left( \frac{1.7 I_z g_R R}{1 + 1.7 g_V I_z} \right) \quad (C4.2)$$

(b) 橫風向共振部份風力依式(C4.3)計算，其中之參數依 2.10 節之規定計算。

$$\bar{W}_{Lz} = 3q(h)C_L' A_z \frac{Z}{h} g_L \sqrt{\frac{1}{\beta} R_{LR}} \quad (C4.3)$$

(c) 扭轉向共振部份風力依式(C4.4)計算，其中之參數依 2.11 節之規定計算。

$$\bar{M}_{Tz} = 1.8q(h)C_T' A_z B \frac{Z}{h} g_T \sqrt{\frac{1}{\beta} R_{TR}} \quad (C4.4)$$

(2) 當建築物之高寬比滿足  $h/\sqrt{BL} < 3$ ，在回歸期為半年的風速作用下，高度  $z$  處之順風向、橫風向及扭轉向共振部分風力，可依下列計算式求得：

(a) 順風向共振部分風力依 2.2 節之規定計算，但其中陣風反應因子應依式(C4.2)計算。

(b) 橫風向共振部份風力依式(C4.5)計算， $W_{Lz}$  為回歸期半年風速作用下，依據式(2.21)所得之  $z$  處高度橫風向風力。

$$\bar{W}_{Lz} = 0.84 W_{Lz} \quad (C4.5)$$

(c) 扭轉向共振部份風力依式(C4.6)計算， $M_{Tz}$  為回歸期半年風速作用下，依據式(2.23)所得之  $z$  處高度扭轉向風力。

$$\underline{\bar{M}_{Tz} = 0.80M_{Tz}} \quad \text{(C4.6)}$$

### 建築物角隅處之順風向、橫風向與扭轉向振動加速度之組合

最高居室樓層角隅之振動尖峰加速度值之計算，是基於順風向振動與橫風向及扭轉向振動不相關，橫風向振動與扭轉向振動完全相關的條件下為之。

## 5.1 適用範圍

建築物之耐風設計，依本規範無法提供所需之主要抗風系統設計風力或是外部被覆物之設計風壓風力資料時，得以風洞試驗作為耐風設計之依據。當建築物之高度超過 100 公尺，或風力效應明顯時，建議進行風洞試驗。凡施行風洞試驗之建築物，其設計風力、設計風壓與舒適性評估得以風洞試驗結果為準。