

### 3.4 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 3.2 至 3.15，其所使用之風壓不可小於  $78.5 \text{ kgf/m}^2$  ( $0.77 \text{ kN/m}^2$ )。

#### 【解說】

如不考慮動態效應，作用在封閉式或部分封閉式建築物上的風壓力為風速壓乘以風壓係數 $C_p$ 。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。如考慮動態效應，則再乘以陣風反應因子。風壓係數與風力係數主要與建築物的幾何形狀有關，少數建築物則尚與風速有關，如圓形斷面之建築物或具有圓滑邊者(round edges)等。風壓係數與風力係數可由風洞試驗求得，本規範所用之 $C_p$ 與 $C_f$ 主要參考美國 ASCE 7 規範，同時亦參考澳、紐 AS / NZS 規範，及加拿大 NBC 規範等。利用本規範提供之風壓係數及風力係數大致可計算一般常見建築物之風力。

表 3.2 及 3.3 取自 ASCE 7-22 規範，提供設計建築物主要風力抵抗系統時，牆與屋頂所用之外風壓係數 $C_p$ 。

表 3.4 取自 ASCE 7-88 規範，提供設計建築物主要風力抵抗系統時，拱形屋頂所用之外風壓係數 $C_p$ 。

表 3.5 取自 ASCE 7-22 規範，提供設計建築物主要風力抵抗系統時，雙斜式屋頂所用之外風壓係數 $C_p$ 。

表 3.6 參考自 ASCE 7-22 及澳、紐 AS / NZS 規範，提供設計建築物主要風力抵抗系統時，連續多跨式斜屋頂所用之外風壓係數 $C_p$ 。

表 3.7 參考自 ASCE 7-22 及澳、紐 AS / NZS 規範，提供設計建築物主要風力抵抗系統時，鋸齒狀屋頂所用之外風壓係數 $C_p$ 。

表 3.8(a)取自 ASCE 7-22 規範，提供開放式建築物之單斜式屋頂之淨風壓係數 $C_N$ ；表 3.8(b)取自 ASCE 7-22 規範，提供開放式建築物之雙斜式屋頂之淨風壓係數 $C_N$ ；表 3.8(c)取自 ASCE 7-22 規範，提供開放式建築物之谷型屋頂之淨風壓係數 $C_N$ ；表 3.8(d)取自 ASCE 7-22 規範，提供風向平行於屋脊時開放式建築物之屋頂的淨風壓係數 $C_N$ 。

表 3.9 取自 ASCE/SEI 7-22 規範(29章29.3.1節及圖29.3-1)，提供設計實體獨立牆及實體標示物所受風力時所用之風力係數 $C_f$ 。由於風向可能垂直或傾斜於獨立牆或標示物，故應考慮以下情況：

Case A：風向垂直於標示物，合力垂直作用於標示物表面並通過其幾何中心。

Case B：風向傾斜於標示物，合力垂直作用於標示物表面，且通過幾何中心與迎風面邊緣 0.2 倍水平尺寸處。

Case C：風向傾斜於標示物，合力垂直作用於標示物表面，且作用於每一個小區塊的幾何中心。

表 3.10 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：

$$R_e = \frac{\rho DU}{\mu} \quad (\text{C3.8})$$

其中，D 為構材直徑， $\mu$ 為空氣粘滯係數。在  $22^\circ\text{C}$ ，1 大氣壓下， $\mu = 1.81 \times 10^{-5} \text{ kg/(m} \cdot \text{s)}$ ，空氣密度 $\rho = 1.22 \text{ kg/m}^3$ 。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， $R_e$ 值約為 $2 \times 10^5 \sim 4.5 \times 10^5$ 。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 $\text{N/m}^2$ 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：

$$\sqrt{q(z)} = \frac{1.81 \times 10^{-5}}{1.22} \cdot 4.5 \times 10^5 \cdot \sqrt{1.20/9.81/2} = 1.70 \quad (\text{C3.9})$$

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

表 3.11 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 3.12 提供結構物具有均勻斷面，且呈角柱體形狀之風力係數 $C_f$ 及其高寬比之修正係數 $R$ 。平面尺寸不變的角柱體結構物，因高度不同而有不同的 $R$ 值，因此其 $C_f$ 值也不同。

表 3.13 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 $D\sqrt{q(z)} = 1.7$ 為臨界值，做為界分不同風速下所對應的 $C_f$ 值。

表 3.14 取自 ASCE/SEI 7-22 規範，提供設計方形高塔及三角形高塔所用之風力係數 $C_f$ ，說明如下：

- (1) 對於拉固索式的高塔，其懸臂部分應以一般高塔之設計風力的 1.25 倍做為設計。
- (2) 選擇適當的 $C_f$ 來決定作用在高塔附屬物，如梯子、電線、燈等之設計風力。

表 3.15 提供高塔拉固索之風力係數 $C_f$ ，說明如下：

- (1) 拉固索所用的受風面積為弦長與拉固索直徑的乘積。
- (2) 作用在拉固索的風力在拉固索與風向形成的平面上，其中一個分量沿風向，另一分量與其垂直。