

速度圧を風速に換算する方法

「シャッター・オーバーヘッドドアの耐風圧強度計算基準」では地上高さ15mの地点での「基準風速」を算出する方法の記述がありました。

しかし、通常は製品の設置高さの風速換算値を求められることが多く、地上高さ15mの地点での風速換算値を提示すると誤解を招くことがありました。

そこで、製品の耐風圧強度はあくまでも風圧力で示すべきであるとの判断から、「シャッター・オーバーヘッドドアの耐風圧強度計算基準」から基準風速計算の項目を削除することとし、速度圧を風速に換算する方法については、別途参考資料としてここに記載することと致しました。

なお、同基準から削除いたしました内容についても新旧対比の意味で参考記載しています。

1. 速度圧を風速に換算する式

ベルヌーイの定理より

$$p_1 + \rho \times V_1^2 / 2 = p_2 + \rho \times V_2^2 / 2 = \text{一定}$$

ここで p : 流体圧力 (N/m²)

ρ : 空気密度 (kg/m³)

V = 流体速度 (m/sec)

故に

$$p_2 - p_1 = \rho \times (V_1^2 - V_2^2) / 2$$

ここで気流がシャッター（オーバーヘッドドア）で完全に止められたとすると

$V_2 = 0$ となり、そのときの圧力増加 = q : 速度圧 は

$$p_2 - p_1 = q = \rho \times V_1^2 / 2$$

よって、その際の風速は

$$V = \sqrt{(2 \times q / \rho)} \quad (\text{m/sec}) \quad \dots (1 \text{式})$$

ここで q : 当該シャッターに生じる速度圧 (N/m²)

ρ : 空気密度 (kg/m³) = 1.22

※ ρ について、「建築物荷重指針・同解説（2004）」（日本建築学会編集）では、気温15℃、気圧1013hPaとし、湿度の影響は通常無視することができる
と記されている。

よって

$$\begin{aligned} \rho &= 1.293 \times 273 / (t + 273) \times A / 1013 \\ &= 1.22 \quad (\text{kg/m}^3) \end{aligned}$$

ここで t : 気温 (℃) = 15

A : 気圧 (hPa) = 1013

2. 参考：「シャッター・オーバーヘッドドアの耐風圧強度計算基準」から削除した内容抜粋

4. 3 速度圧及び基準風速

建築基準法施行令第87条によると

(a) 建築物の地上高16m以下の部分の速度圧は

$$q = 60\sqrt{h} \quad (4.1)$$

(b) 建築物の地上高16mを超える部分の速度圧は

$$q = 120^4\sqrt{h} \quad (4.2)$$

となっているが、上記速度圧算出式は1934年（昭和9年）の室戸台風の最大瞬間風速63m/sec（測定位置：地上高さ $h_0 = 15$ m）を基準にして導かれている。

(c) ベルヌーイの定理より

$$p_1 + \frac{\rho \times V_1^2}{2} = p_2 + \frac{\rho \times V_2^2}{2} = \text{一定}$$

p ：流体圧力

ρ ：流体密度

V ：流体速度

故に

$$p_2 - p_1 = \frac{\rho (V_1^2 - V_2^2)}{2}$$

ここで気流が建物で完全に止められたとすると $V_2 = 0$ となり、そのときの圧力増加（速度圧） q は

$$\begin{aligned} p_2 - p_1 = q &= \frac{\rho \times V_1^2}{2} \\ &= 0.058 V^2 \end{aligned} \quad (4.3)$$

但し、空気密度 $\rho = 0.115 \text{ kg/sec}^2/\text{m}^4$

また風速と地上高の関係は地上高16m以下の部分については

$$V = V_0 \times \left(\frac{h}{h_0} \right)^{\frac{1}{4}} \quad (4.4)$$

を使用し、この(4.4)式を(4.3)式に代入すると

$$q = 0.058 V_0^2 \times \left(\frac{h}{h_0} \right)^{\frac{1}{2}} \quad (4.5)$$

(4.5)式で $V = 63 \text{ m/sec}$ 、 $h_0 = 15 \text{ m}$ とすると

$$\begin{aligned} q &= 59.4\sqrt{h} \\ &\doteq 60\sqrt{h} \quad \text{kgf/m}^2 \end{aligned} \quad (4.1)$$

$$= 9.8 \times 60\sqrt{h} \quad \text{N/m}^2 \quad (4.1)$$

(d) (4.2)式は(4.3)式の V に

$$V = V_0 \times \left(\frac{h}{h_0} \right)^{\frac{1}{8}} \quad (4.6)$$

を代入することにより求まる。

$$q = 0.058 V_0^2 \times \left(\frac{h}{h_0} \right)^{\frac{1}{4}} \quad (4.7)$$

$$\begin{aligned} &= 117^4\sqrt{h} \\ &\doteq 120^4\sqrt{h} \quad \text{kgf/m}^2 \end{aligned} \quad (4.2)$$

$$= 9.8 \times 120^4\sqrt{h} \quad \text{N/m}^2 \quad (4.2)$$

〈基準風速について〉

(e) 地上高が16m以下の場合

(4.5) 式を V_o について解き、 $h_o = 15\text{m}$ を代入する。

$$V_o = \sqrt{\frac{q}{0.0150 \times h^{\frac{1}{2}}}} \quad (4.8)$$

(f) 地上高が16mを超える場合

(4.7) 式を V_o について解き、 $h_o = 15\text{m}$ を代入する。

$$V_o = \sqrt{\frac{q}{0.0295 \times h^{\frac{1}{4}}}} \quad (4.9)$$

(4.8) 及び (4.9) 式の V_o は地上高15mの位置での風速である。また h はシャッター又はオーバーヘッドドアの地盤面からの高さ(H)の数値を代入する。