

IV 空気環境 3 換気と通風の力学（教科書 pp.138～143）

1. 今日目標
 - 1) 流れの基礎式を知ろう。
 - 2) 風力換気と温度差換気の仕組みを理解しよう。
 - 3) 換気風量を計算しよう。

2. 流れの基礎式

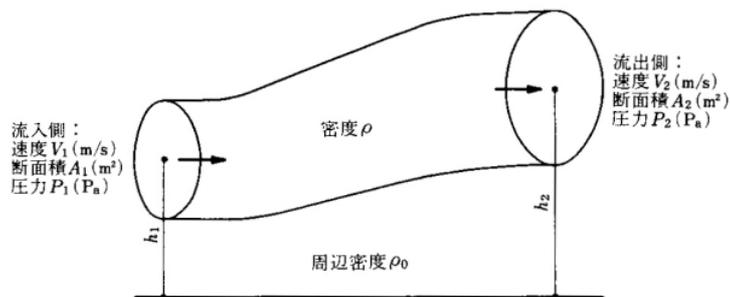


図 連続式とベルヌーイの式の説明（教科書 p.139 の図 3-3）

1) _____ の式

$$\rho V_1 A_1 = \rho V_2 A_2 \quad (1) \quad (\text{教科書 p.139 の (3.5) 式})$$

定常状態では、流れの要素に両断面から流入もしくは流出する単位時間当たりの _____ は等しい。

2) _____ の式

$$\left(\rho V_1 A_1\right) \frac{V_1^2}{2} + \left(\rho V_1 A_1\right) g h_1 + P_1 A_1 V_1 = \left(\rho V_2 A_2\right) \frac{V_2^2}{2} + \left(\rho V_2 A_2\right) g h_2 + P_2 A_2 V_2$$

(2) (教科書 p.139 の (3.6) 式)

$$\left\{ \frac{\rho V_1^2 A_1}{2} \right\} + \left\{ \rho V_1 A_1 g h_1 \right\} + \left\{ P_1 A_1 V_1 \right\} = \left\{ \frac{\rho V_2^2 A_2}{2} \right\} + \left\{ \rho V_2 A_2 g h_2 \right\} + \left\{ P_2 A_2 V_2 \right\}$$

3) _____の式

$$\frac{r V_1^2}{2} + P_1 + r g h_{11} = \frac{r V_2^2}{2} + P_2 + r g h_{12} = const \quad (3) \quad (\text{教科書 p.139 の (3.7) 式})$$

(2) 式を(1)式を用いて変形したもの。

$$\{ \text{_____} \} + \{ \text{_____} \} + \{ \text{_____} \} = \{ \text{_____} \} = \text{一定}$$

ただし、実際は、

$$\{ \text{動圧1} \} + \{ \text{静圧1} \} + \{ \text{位置圧1} \} =$$

$$\{ \text{動圧2} \} + \{ \text{静圧2} \} + \{ \text{位置圧2} \} + \{ \text{_____} \}$$

となる。この圧力損失は、_____抵抗と_____抵抗などにより失うエネルギーを圧力に換算したものである。

3. 風力換気

_____換気：

_____から空気が流入し、_____から空気が流出する現象。風上側（風の当たる側）では、建物の_____から_____に_____がかかり、風下側（風の当たらない側）では、建築物の_____から_____に_____が加わる（教科書 p.140 の図 3-5 を参照のこと）。

この時の _____ p_w [Pa] は、以下のように表される。

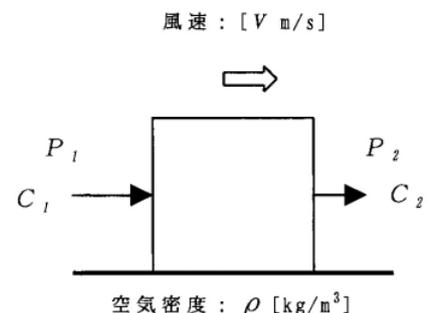
$$p_w = C \frac{r V_r^2}{2} \quad (4) \quad (\text{教科書 p.140 の (3.11) 式})$$

ただし、

C : _____ (下図を参照。出典：参考文献 [1], p.74)

r : 密度 [kg/m³]

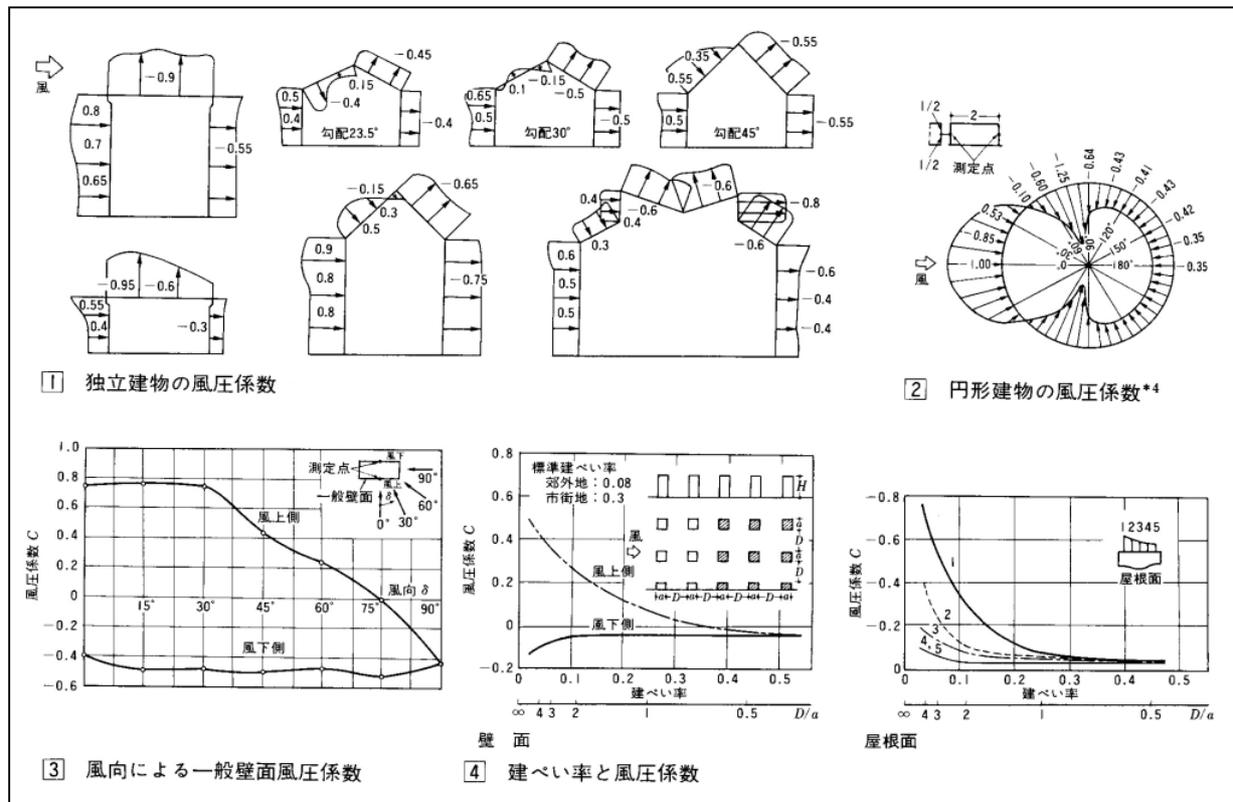
V_r : (建物軒高における上流側の点の) 風速 [m/s]



したがって、風上（地点1）と風下（地点2）の圧力差は、

$$P_{w1} - P_{w2} = \frac{(C_1 - C_2) r V_r^2}{2} \quad (5) \quad (\text{教科書 p.140 の (3.12) 式})$$

となり、これかが風力換気の駆動力となる。



4. 温度差換気

換気：

室温と外気温に_____があるとき、空気の_____が異なるために、室周壁の内外に_____が生じる。この_____により、室内の方が、屋外よりも温度が高い場合、室の上部では_____から_____に向かって空気が流れ、室の下部では、_____から_____に空気が侵入する現象。_____換気とも言う。

注) 比重：ある物質の質量と、それと同体積の基準物質の質量との比。普通、基準物質として摂氏4の純水をとる。

室内外の圧力差が0となる_____の高さが、地表面から h_N [m] であるとき、下部の開口部における内外差圧は

$$p_{b1} = (r_0 - r) (h_1 - h_N) g \quad (6) \text{ (教科書 p.141 の (3.13) 式の変形)}$$

上部の開口部における内外差圧は、

$$p_{b2} = (r_0 - r) (h_2 - h_N) g \quad (7) \text{ (教科書 p.141 の (3.13) 式の変形)}$$

とかける。

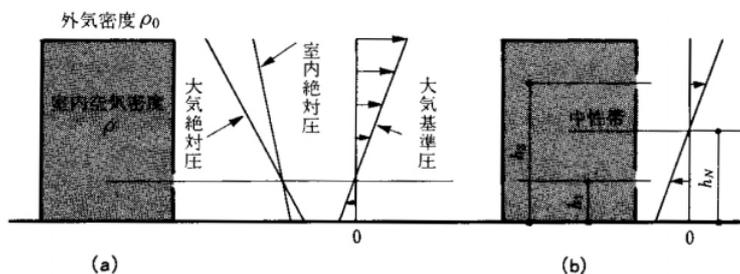


図 内外に温度差のある場合の圧力分布（教科書 p.140 の図 3-6）

これらの差が，温度差換気の駆動力となる。

$$p_{b2} - p_{b1} = (r_0 - r) (h_2 - h_1) g \quad (8) \quad (\text{教科書 p.141 の (3.14) 式})$$

5. 換気風量の計算

面積 A [m^2] の開口を通過する空気の流量 Q [m^3/s] は，

$$\underline{\hspace{10em}} \quad (9) \quad (\text{教科書 p.142 の (3.22) 式})$$

ただし，

V : 開口を通過する風速 [m/s]

a : _____ [単位なし] (普通の開口では，0.65 ~ 0.7 程度)

Dp : 開口前後での圧力差 [Pa]

r : 空気の密度 [kg/m^3]

$a A$: _____ [m^2] どれだけ隙間があるかを表す。

誘導の仕方は，教科書 p.142 の右側の欄を参照。(3.20) 式の誘導は，(3.17) 式の誘導も参照。

風力換気の場合は，(9) 式の Dp に (5) 式を入れれば良いので，

$$\underline{\hspace{10em}} \quad (10)$$

となり，

温度差換気の場合は，(9) 式の Dp に (8) 式を入れれば良いので，

(11)

となる。

開口部の合成

壁面に開口部が複数ある場合は、それらを合成する必要がある。

1) 並列合成

下図の(a)のように、同一壁面内に2つ以上の開口部があるときは、壁面を通過する風量はそれぞれの開口を通過する風量の和に等しい。

(12)

2) 直列合成

下図(b)のように、いくつかの開口部を順次通過するときは、各開口部を通過する質量は等しい。

(12)

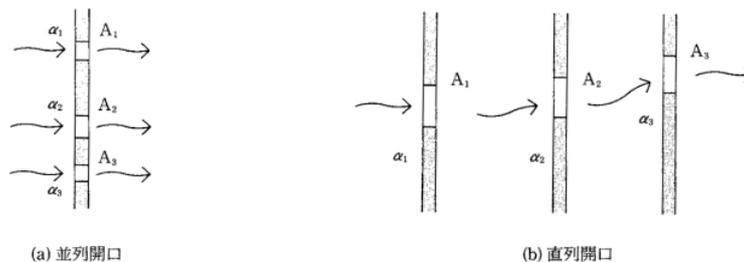


図 開口部の合成 (出典：参考文献 [2], p.69)

6. 参考文献 ([] 内は、熊本県立大学附属図書館所蔵情報)

- [1] 『建築環境工学用教材 環境編』(日本建築学会, 日本建築学会(丸善), 1995年2月, ¥1,937, ISBN: 4-8189-0442-2) [開架2, 525.111N 77, 000236338]
- [2] 『初めての建築環境』(建築のテキスト 編集委員会編, 学芸出版社, 1996年11月, ¥2,940, ISBN: 4-7615-2162-7) [開架2, 525.111Ke 41, 000216584, 0000216585, 0000216586]

7. 参考 URL

- [1] 講義資料のダウンロード

<http://www.pu-kumamoto.ac.jp/m-tsuji/kougi.html/genron.html/setubigen.html>