

記 号

- A : 貯槽水平断面積 (m^2)
- B : 構造物の保有水平耐力の短期許容耐力に対する比率
- C_d : 排出時の動的圧力係数
- C_f : 粉体の壁面摩擦に対する安全係数 (長期)
- C_i : 投入時衝撃圧力係数
- d : 円筒槽壁の内径 (m)
- H : サイロ高さ (m)
- h_m : 内容物高さ (m)
- K_s : 水平圧力の鉛直圧力に対する比 ($=P_h/P_v$, ランキン係数)
- dN_m : 槽壁の単位長さあたりの設計母線方向力 (N/mm)
- P_f : 深さ x における槽壁単位面積あたりの摩擦力 (N/mm^2)
- P_h : 深さ x における槽壁単位面積あたりの水平圧力 (N/mm^2)
- P_v : 深さ x における単位面積あたりの鉛直圧力 (N/mm^2)
- P_a : ホッパー壁面に垂直に作用する圧力 (N/mm^2)
- dP_h : 槽壁への水平方向の単位面積あたりの設計圧力 (N/mm^2)
- dP_v : 槽壁への鉛直方向の単位面積あたりの設計圧力 (N/mm^2)
- dP_a : ホッパー壁への垂直方向の単位面積あたりの設計圧力 (N/mm^2)
- r : 円筒槽壁の内半径 (m)
- r_w : 水圧半径 (m)
- x : 内容物の自由表面からの深さ (m)
- α : ホッパー壁面の水平面に対する傾斜角 ($^\circ$)
- γ : 内容物のかさ密度 (N/mm^3)
- μ_f : 槽壁面摩擦係数
- ϕ_i : 内容物の内部摩擦角 ($^\circ$)
- ϕ_r : 内容物の安息角 ($^\circ$)

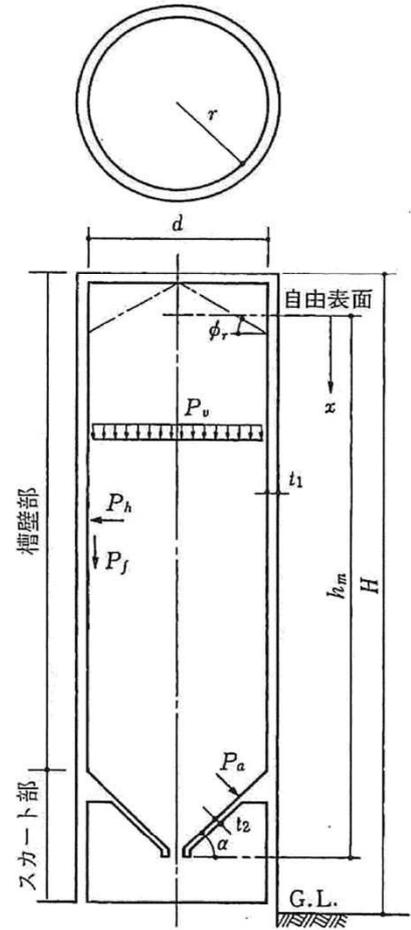


図 5.1 サイロ断面

静置粉体による圧力と摩擦力

静置している粉体の圧力は以下により算定する。

- (1) 内容物の自由表面から深さ x における単位面積あたりの鉛直圧力は(5.1)式により算定する。

$$P_v = \frac{\gamma \cdot r_w}{\mu_f \cdot K_s} \cdot (1 - e^{-\mu_f \cdot K_s \cdot x / r_w}) \quad (5.1)$$

ここで、 K_s 、 r_w は(5.2)および(5.3)式により算定する。

$$K_s = \frac{1 - \sin \phi_i}{1 + \sin \phi_i} \quad \text{ただし } K_s \geq 0.3 \text{ とする。} \quad (5.2)$$

$$r_w = A / l_c \quad (5.3)$$

記号 ϕ_i : 内容物の内部摩擦角 (°)

γ : 内容物のかさ密度 (N/mm³)

μ_f : 槽壁面摩擦係数

x : 内容物の自由表面からの深さ (mm)

P_v : 深さ x における単位面積あたりの鉛直圧力 (N/mm²)

r_w : 水圧半径 (mm)

A : 貯槽水平断面積 (mm²)

l_c : 貯槽内法周長 (mm)

- (2) 深さ x における単位面積あたりの水平圧力 P_h は(5.4)式により算定する。

$$P_h = K_s \cdot P_v \quad (5.4)$$

- (3) 深さ x における槽壁に働く単位面積あたりの摩擦力 P_f は(5.5)式により算定する。

$$P_f = \mu_f \cdot P_h \quad (5.5)$$

- (4) 深さ x において、ホッパーなど水平面に対して角度 α で傾斜している面に垂直に作用する単位面積あたりの圧力 P_a は(5.6)式により算定する。

$$P_a = P_h \cdot \sin^2 \alpha + P_v \cdot \cos^2 \alpha \quad (5.6)$$

5.2.2.3 設計荷重

- (1) 槽壁等に作用する内容物による長期設計圧力は、内容物の粉体物性・貯槽形状・投入および排出速度などを考慮して、静置粉体圧力に投入時の衝撃圧力係数 C_i 、および排出時の動的圧力係数 C_d を乗じて(5.7)、(5.8)、(5.9)式により算定する。

$$\left. \begin{array}{l} dp_v = C_i \cdot P_v \quad \text{槽壁の場合} \\ dp_v = C_i \cdot P_v \\ dp_v = C_d \cdot P_v \end{array} \right\} \text{ホッパー壁の場合、いずれか大きい方の値とする。} \quad (5.7)$$

$$dP_h = C_d \cdot P_h \quad (5.8)$$

$$\left. \begin{array}{l} dP_a = C_i \cdot P_a \\ dP_a = C_d \cdot P_a \end{array} \right\} \text{のいずれか大きい方の値とする。} \quad (5.9)$$

記号 dP_v : 槽壁等への鉛直方向の単位面積あたりの設計圧力 (N/mm²)

dP_h : 槽壁への水平方向の単位面積あたりの設計圧力 (N/mm²)

dP_a : ホッパー壁への垂直方向の単位面積あたりの設計圧力 (N/mm²)

- (2) 衝撃圧力係数 C_i は、粉体物性・投入方法・投入速度（単位時間あたりの内容物の貯槽への投入重量）・落下高さなどを考慮して値を決める。ただし、 C_i の値は 1.0~2.0 の値とする。
- (3) 動的圧力係数 C_d は、図 5.2 に示す最小必要値以上の値とする。ただし、 $1.5 \geq h_m/d$ の小規模サイロにあっては $P_v = \gamma \cdot x$ で算定して $C_d = 1.0$ としてよい。

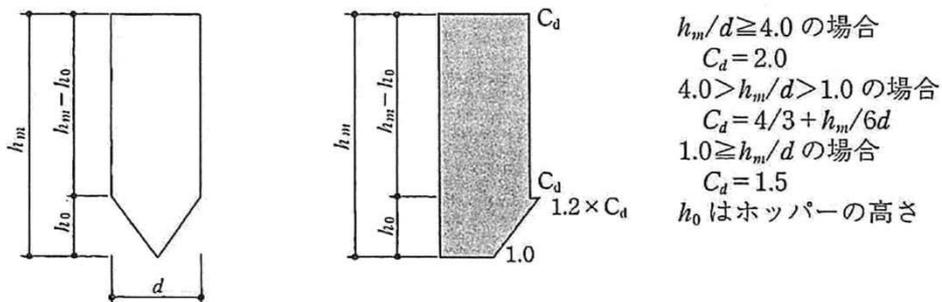


図 5.2 排出時の動的圧力係数 C_d の最小必要値

- (4) アーチングおよびアーチの崩壊などによる圧力増加や負圧に関しては、上記 C_d 、 C_i による設計圧力に加え、以下に示す長期局所圧力を考慮するものとする。
- 1) 局所圧力は幅 $0.1d$ 、大きさは排出口の偏心に依存する係数 ($C_L = 0.15 \sim 0.4$) を $C_d \cdot P_h$ に乗じた値とし、 180° の関係にある両側に正と正、負と負の組み合わせで作用させる。 $C_d \cdot P_h$ は設計水平圧力である。
 - 2) 排出口の偏心の無い場合には係数 $C_L = 0.15$ 、槽壁いっぱいまで偏心のある場合には係数 $C_L = 0.4$ 、その中間の偏心 (e) の場合には線形補間の値による係数 $C_L = 0.15 + 0.5(e/d)$ を用いる。
 - 3) 偏心 e が $0.1d$ 以下の場合に限り、係数 $C_L = 0.15 + 0.5(e/d)$ を底部から $1.5d$ の高さの点まで用い、上部に関しては、頂部で 0、 $1.5d$ 高さ点で $0.15 + 0.5(e/d)$ とした、高さで線形関係にある係数を用いる。以上をまとめ、(5.10)式および図 5.5 に示す。

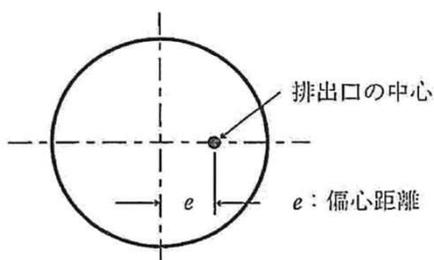


図 5.3 偏心距離 e の定義

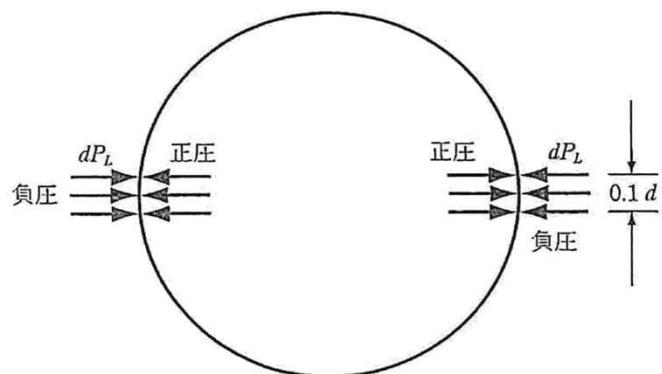


図 5.4 局所圧力

$$\left. \begin{aligned} dP_L &= C_L \cdot C_d \cdot P_h \\ C_L &= 0.15 + 0.5(e/d) \end{aligned} \right\} \quad (5.10)$$

記号 dP_L : 槽壁への水平方向の単位面積あたりの局所圧力

C_L : 設計水平圧力に対する局所圧力の係数

- (5) 深さ x での槽壁断面に作用する粉体の壁面摩擦力による長期設計母線方向力 dN_m は、下式により求めた値とする。

$$dN_m = (\gamma \cdot x - P_v) \cdot r_w \cdot C_f \quad (5.11)$$

ただし、 C_f の値としては 1.0 および 1.5 以上の 2 つの値を用い検討する。

記号

dN_m : 槽壁周長の単位長さあたりの長期設計母線方向力 (N/mm)

C_f : 粉体の壁面摩擦力に対する安全係数 (長期)

- (6) 槽壁断面に作用する地震力などによる短期設計母線方向力は、(5.12)式により算定する。

$$dN_m = (\gamma \cdot x - P_v) \cdot r_w \quad (5.12)$$

- (7) ホッパー壁に作用する母線方向の単位長さあたりの軸力 N_ϕ および円周方向の単位長さあたりの引張力 N_θ は、それぞれ下式(5.13)、(5.14)により求める。

$$N_\phi = \frac{(W_h + W_s)}{l_c \cdot \sin \alpha} + \frac{dP_v \cdot d'}{4 \cdot \sin \alpha} \quad (5.13)$$

$$N_\theta = \frac{dP_a \cdot d'}{2 \cdot \sin \alpha} \quad (5.14)$$

記号 (図 5.6 参照)

W_h : 検討断面より下のホッパー内の内容物重量 (N)

W_s : 検討断面より下のホッパー自重 (N)

l_c : 検討断面におけるホッパー壁周長 (mm)

d' : 検討断面におけるホッパー壁直径 (mm)

α : ホッパー壁の傾斜角 (°)

dP_v : 検討断面における鉛直方向の単位面積あたりの設計圧力 (N/mm²)

dP_a : 検討断面におけるホッパー壁への垂直方向の単位面積あたりの設計圧力 (N/mm²)

ただし、ホッパー・槽壁接合部の設計においては、(5.13)式による N_ϕ をゼロとした場合についても検討する

5.2.2.2 静置粉体による圧力と摩擦力

(5.3)式で与えられる r_w は水圧半径と呼ばれ、貯槽の水平断面積 A とその内法周長 l_c との比で求まる。円形貯槽においては、その直径を d とすれば、 $r_w = d/4$ であり、正多角形断面の貯槽においてはその内接円直径 d_0 を用いて、 $r_w = d_0/4$ としてよい。また、長方形断面貯槽では、長辺側壁面の圧力算定には短辺内法長さ a を用いて $r_w = a/4$ とし、短辺側壁面の圧力算定に対しては、下式で示す a' として、 $r_w = a'/4$ としてよい。

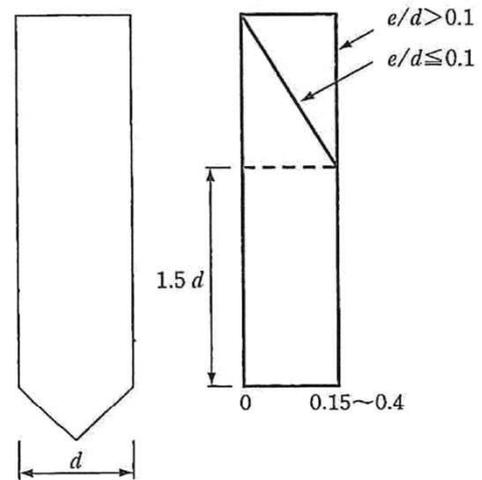


図 5.5 局所圧力係数 C_L

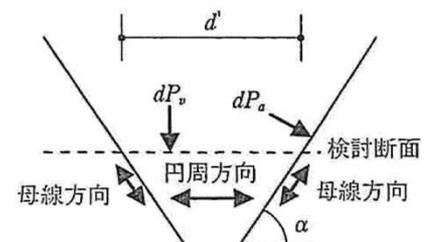


図 5.6 ホッパー壁に作用する力