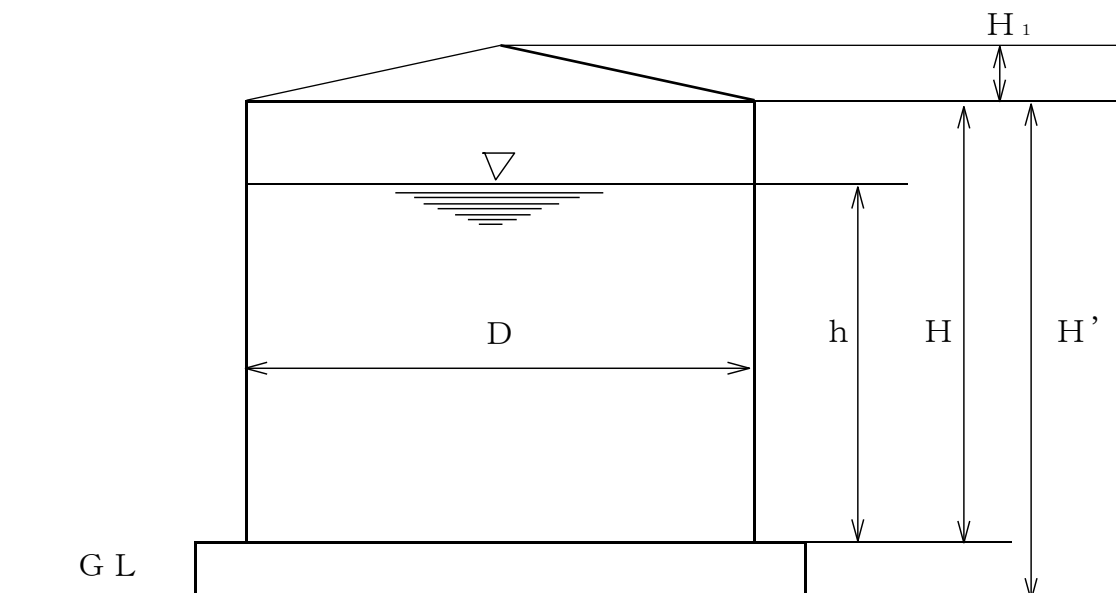


第 1 9 容量500kℓ 未満の屋外貯蔵タンクの耐震及び耐風圧構造計算例

1 タンク構造



タンクの容量 : 460 [kℓ]

タンク内径 (D) : 7.9 [m]

タンク高さ (H) : 10.27 [m]

屋根の高さ (H₁) : 0.43 [m]

地盤面からのタンクの高さ (H') : 10.77 [m]

液面高さ (h) : 9.4 [m]

板厚 { 底板・側板 : 6 [mm]

{ 屋根板 : 4.5 [mm]

鋼材の比重 : 7.85

2 計算条件

貯蔵危険物：重油（比重0.93）

設計水平震度（K_h）：0.3

設計鉛直震度（K_v）：0.15

風力係数（k）：0.7

タンク底板と基礎上面との間の摩擦係数（μ）：0.5

風荷重：危険物の規制に関する技術上の基準の細目を定める告示（以下「告示」という。）第4条の19第1項により算出したもの。

3 自重の計算

タンクの自重をW_T、危険物の重量をW_Lとする。

$$\begin{aligned} W_T &= (\text{底板}) + (\text{側板}) + (\text{屋根板}) + (\text{屋根骨}) + (\text{付属品}) \\ &= (2.3 + 11.0 + 1.5 + 0.4 + 1.2) \times 10^3 [\text{kg}] \times 9.8 [\text{m} \cdot \text{s}^{-2}] = 160.7 [\text{kN}] \end{aligned}$$

$$W_L = (460 \times 10^3 \times 0.93) [\text{kg}] \times 9.8 [\text{m} \cdot \text{s}^{-2}] = 4192.4 [\text{kN}]$$

4 転倒の検討

(1) 地震時（満液時）

$$\begin{aligned} \text{転倒モーメント} &= (W_T \times K_h \times \frac{H + H_1}{2}) + (W_L \times K_h \times \frac{h}{2}) \\ &= (160.7 \times 0.3 \times \frac{10.27 + 0.43}{2}) + (4192.4 \times 0.3 \times \frac{9.4}{2}) \\ &= 6129.2 [\text{kN} \cdot \text{m}] \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{抵抗モーメント} &= (W_T + W_L) \times (1 - K_v) \times \frac{D}{2} \\ &= (160.7 + 4192.4) \times (1 - 0.15) \times \frac{7.9}{2} \\ &= 14615.5 [\text{kN} \cdot \text{m}] \end{aligned}$$

抵抗モーメント > 転倒モーメントとなるので転倒しないものと考えられる。

(2) 風圧時（満液時）

風圧力を P_w とする。

$$\begin{aligned} P_w &= (\text{風荷重}) \times (\text{タンクの垂直断面積}) \\ &= (0.588 \times k \sqrt{H'}) \times (\text{タンクの垂直断面積}) \\ &= (0.588 \times 0.7 \times \sqrt{10.77}) \times (7.9 \times 10.27 + \frac{7.9 \times 0.43}{2}) \\ &= 111.9 [\text{kN}] \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{転倒モーメント} &= P_w \times \frac{H+H_1}{2} = 111.9 \times \frac{10.27 \times 0.43}{2} \\ &= 598.7 [\text{kN} \cdot \text{m}] \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{抵抗モーメント} &= W_T \times \frac{D}{2} \\ &= 160.7 \times \frac{7.9}{2} \\ &= 634.8 [\text{kN} \cdot \text{m}] \end{aligned}$$

抵抗モーメント > 転倒モーメントとなるので転倒しないものと考えられる。

5 滑動の検討

(1) 地震時

$$\begin{aligned} \mu (1 - K_v) &= 0.5 (1 - 0.15) = 0.425 \\ K_h &= 0.3 \end{aligned}$$

$\mu (1 - K_v) > K_h$ となるので、空液時及び満液時ともに滑動しないものと考えられる。

(2) 風圧時（空液時）

$$\begin{aligned} \text{滑動力} &= P_w = 111.9 [\text{kN}] \\ \text{抵抗力} &= W_T \times \mu = 160.7 \times 0.5 = 80.4 [\text{kN}] \end{aligned}$$

抵抗力 < 滑動力となるので、このタンクは強風が予想されるときに空液としてはならない。

この場合、タンクの滑動を防止するために必要な貯蔵危険物の液面高さ h' は、次のようになる。

$$\begin{aligned} h' &= \frac{(\text{滑動力}) - (\text{抵抗力})}{(\text{タンク断面積}) \times (\text{貯蔵危険物の単位体積重量}) \times \mu} \\ &= \frac{111.9 - 80.4}{\frac{\pi}{4} \times (7.9)^2 \times 0.93 \times 0.5} = 1.4 [\text{m}] \end{aligned}$$