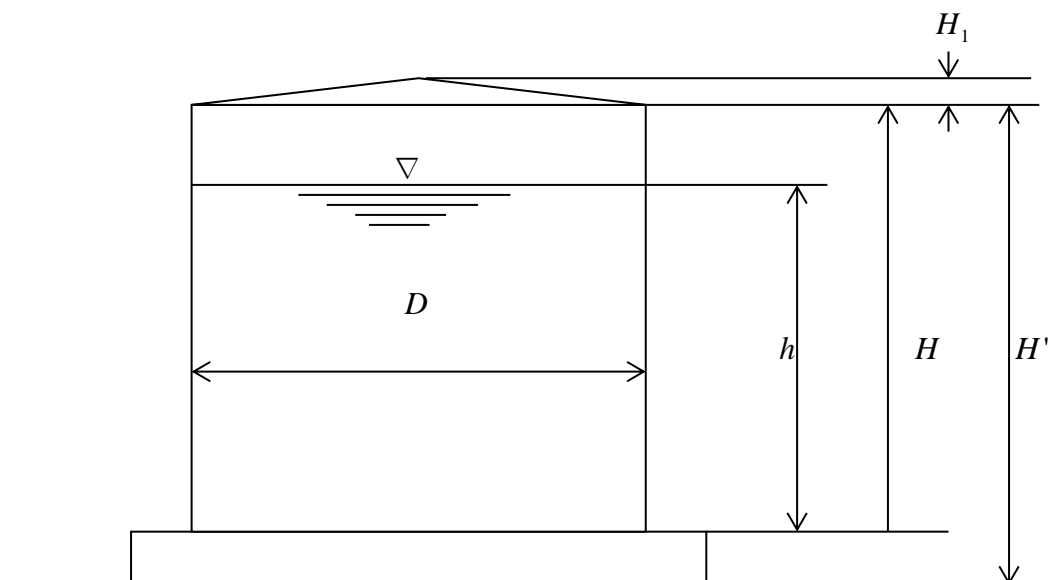


屋外貯蔵タンクの耐震耐風圧構造計算例

地震動による慢性力及び風圧力に対するタンク本体の検討は、転倒と滑動の可能性について行う。

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 (H_1): 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)

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

タンク底板と基礎上面との間の摩擦係数 (μ): 0.5

風荷重 : 危告示第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。

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

$$\begin{aligned} W_L &= (460 \times 10^3 \times 0.93) [\text{kg}] \times 9.8[\text{m} \cdot \text{s}^{-2}] \\ &\doteq 4,192.4[\text{kN}] \end{aligned}$$

4 転倒の検討

(1) 地震時（満液時）

$$\begin{aligned} \text{転倒モーメント} &= (W_T \times Kh \times \frac{H+H_1}{2}) + (W_L \times Kh \times \frac{h}{2}) \\ &= (160.7 \times 0.3 \times \frac{10.27+0.43}{2}) + (4,192.4 \times 0.3 \times \frac{9.4}{2}) \\ &\doteq 6169.2[\text{kN} \cdot \text{m}] \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{抵抗モーメント} &= (W_T + W_L) \times (1 - K_v) \times \frac{D}{2} \\ &\doteq (160.7 + 4192.4) \times (1 - 0.15) \times \frac{7.9}{2} \doteq 14,615.5 (\text{kN} \cdot \text{m}) \end{aligned}$$

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（空液時）

風圧力を P_w とする。

$$\begin{aligned} P_w &= (\text{風荷重}) \times (\text{タンクの垂直断面積}) \\ &= (0.588 \times k\sqrt{H'}) \times (\text{タンクの垂直断面積}) \\ &= (0.588 \times 0.7 \times \sqrt{10.77}) \times (7.9 \times 10.27 + \frac{7.9 \times 0.43}{2}) \\ &\doteq 111.89[\text{kN}] \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{転倒モーメント} &= (P_w \times \frac{H+H_1}{2}) = 111.89 \times (\frac{10.27+0.43}{2}) \\ &= 598.61 (\text{kN} \cdot \text{m}) \end{aligned}$$

$$\text{抵抗モーメント} = W_T \times \frac{D}{2}$$

$$= 160.7 \times \frac{7.9}{2}$$

$$\doteq 634.8 \text{ (kN} \cdot \text{m)}$$

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

$$\mu (1 - K_v) = 0.5 \times (1 - 0.15) = 0.425$$

$$Kh = 0.3$$

$\mu(1 - K_v) > Kh$ 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）

$$\text{滑動力} = P_w = 111.89 \text{ (kN)}$$

$$\text{抵抗力} = W_T \times \mu$$

$$= 160.7 \times 0.5$$

$$= 80.4 \text{ (kN)}$$

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

この場合、タンクの滑動を停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。

$$h' = \frac{(\text{滑動力}) - (\text{抵抗力})}{(\text{タンク底面積}) \times (\text{貯蔵危険物の単位体積重量}) \times \mu}$$

$$= \frac{111.89 - 80.4}{\frac{\pi}{4} \times (7.9)^2 \times 0.93 \times 0.5}$$

$$\doteq 1.38 \text{ (m)}$$