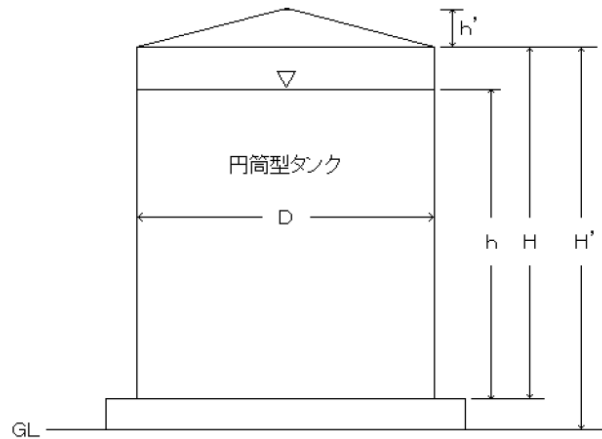


## 別記5 容量500キロリットル未満の屋外貯蔵タンクの耐震及び耐風圧構造計算例

地震動による慣性力及び風圧力に対するタンク本体の安全性の検討は、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：460.00(kl)  
タンク内径(D)：7.90(m)  
タンク高さ(H)：10.27(m)  
地盤面からのタンク高さ(H')：10.77(m)  
液面高さ(h)：9.40(m)  
タンク屋根高さ(h')：0.50(m)  
タンク板厚さ 底板・側板：6.00(mm)  
屋根板：4.50(mm)

### 2 計算条件

貯蔵危険物：A重油(比重 0.93)  
設計水平震度(Kh)：0.21  
設計鉛直震度(Kv)：0.1275  
タンク底板と基礎上面との  
間の摩擦係数( $\mu$ )：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 WT、危険物の重量を WL とする。  
 $WT = (\text{底板}) + (\text{側板}) + (\text{屋根板}) + (\text{屋根骨}) + (\text{附属品})$   
 $= 23.0 + 120.0 + 17.0 + 3.0 + 1.0 = 164.0(\text{kN})$   
 $WL = 4600.0 \times 0.93 = 4278.0(\text{kN})$

### 4 転倒の検討

#### (1) 地震時(満液時)

転倒モーメント  $= (WT \times Kh \times H / 2) + (WL \times Kh \times h / 2)$   
 $= (164.0 \times 0.21 \times 10.27 / 2) + (4,278.0 \times 0.21 \times 9.4 / 2)$   
 $= 176.8494 + 4222.386$   
 $= 4,399.2354$   
 $\doteq 4,399.2 (\text{kN}\cdot\text{m})$

$$\begin{aligned}
\text{抵抗モーメント} &= (WT + WL) \times (1 - Kv) \times D / 2 \\
&= (164.0 + 4,278.0) \times (1 - 0.1275) \times 7.9 / 2 \\
&= 4,442.0 \times 0.8725 \times 3.95 \\
&= 15,308.797 \\
&\doteq 15,308.8(\text{kN}\cdot\text{m})
\end{aligned}$$

「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。

(2) 風圧時(空液時)

$$\begin{aligned}
\text{風圧力}(PW) &= (\text{風荷重}) \times (\text{タンクの垂直断面積}) \\
&= (0.588 \times 0.7 \times \sqrt{10.77}) \times (7.9 \times 10.27 + 7.9 \times 0.5 / 2) \\
&= 1.351 \times 83.108 \\
&= 112.2789 \\
&\doteq 112.3(\text{kN})
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{転倒モーメント} &= [PW \times (H + h') / 2] \\
&= 112.28 \times (10.27 + 0.5) / 2 \\
&= 604.6278 \\
&\doteq 604.6(\text{kN}\cdot\text{m})
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{抵抗モーメント} &= WT \times D / 2 \\
&= 164.0 \times 7.9 / 2 \\
&= 647.8(\text{kN}\cdot\text{m})
\end{aligned}$$

「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

$$\begin{aligned}
\mu(1 - Kv) &= 0.5 \times (1 - 0.1275) = 0.43625 \\
&\doteq 0.436 \\
Kh &= 0.21
\end{aligned}$$

「 $\mu(1 - Kv) > Kh$ 」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)

$$\begin{aligned}
\text{滑動力} &= PW = 112.3(\text{kN}) \\
\text{抵抗力} &= WT \times \mu \\
&= 164.0 \times 0.5 \\
&= 82.0(\text{kN})
\end{aligned}$$

「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は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。

$$\begin{aligned}
\text{必要液面計高さ}(h'') &= \frac{(\text{滑動力}) - (\text{抵抗力})}{(\text{タンク底面積}) \times (\text{貯蔵危険物の単位体積重量})} \\
&= (112.3 - 82.0) / (3.95 \times 3.95 \times \pi \times 0.93) \\
&= 30.3 / 45.56242 \\
&= 0.6650217 \\
&\doteq 0.67(\text{m})
\end{aligned}$$

※転倒及び滑動すると判定された場合には、アンカーボルト等による固定が必要となる。

なお、転倒及び滑動しないと判定された場合にも、津波等による浮動も考えられるので、積極的にアンカーボルトによる固定を指導する。

## 6 アンカーボルト等

タンクの転倒又は滑動を防止するためアンカーボルト等を用いる場合は、次によること。

### (1) 構造

- a タンク本体の安全確保 アンカーボルト等をタンク本体に結合する場合にはブラケット等を用い、かつ、ブラケットを取り付ける側板又は底板の破壊を防止するための対策を行うこと。
- b ブラケットの強度 ブラケットの強度はアンカーボルトの破断強度以上とすること。
- c アンカーボルトの固定 アンカーボルトは基礎に堅固に固定すること。
- d アンカーボルトは側板に取り付けたブラケットに取り付け、底板に穴をあけて取り付けないこと。

### (2) 計算方法

- a 側板の浮上りを防止する場合 転倒モーメントによる底板の浮上りを防止するため、アンカーボルト等を用いる場合には、抵抗モーメントの算定に危険物の重量を考慮してはならない。
- b タンクのすべりを防止する場合 アンカーボルトでタンク本体と基礎とのせん断力を持つ場合は、※1ボルト締付け力によるタンク本体と基礎との摩擦抵抗を考慮してはならない。

※1 タンク本体及び危険物の重量によるタンク本体と基礎の摩擦抵抗は、考慮することができる。