

第14 屋外貯蔵タンクの耐震及び耐風圧構造計算例

1 構造計算の基礎

(1) 構造計算の考え方は、まず危険物規則第21条第2項の式によって算出された地震力又は風圧力が、タンクの重心（中心点）にかかるものとし、タンクを転倒させようとする外力（タンクの重心にかかった地震力又は風圧力による転倒モーメント）と、これに抵抗する力（タンク自重による抵抗モーメント）を求める。

(2) この結果、抵抗力が転倒力よりも大きい場合は、補強の要はない。

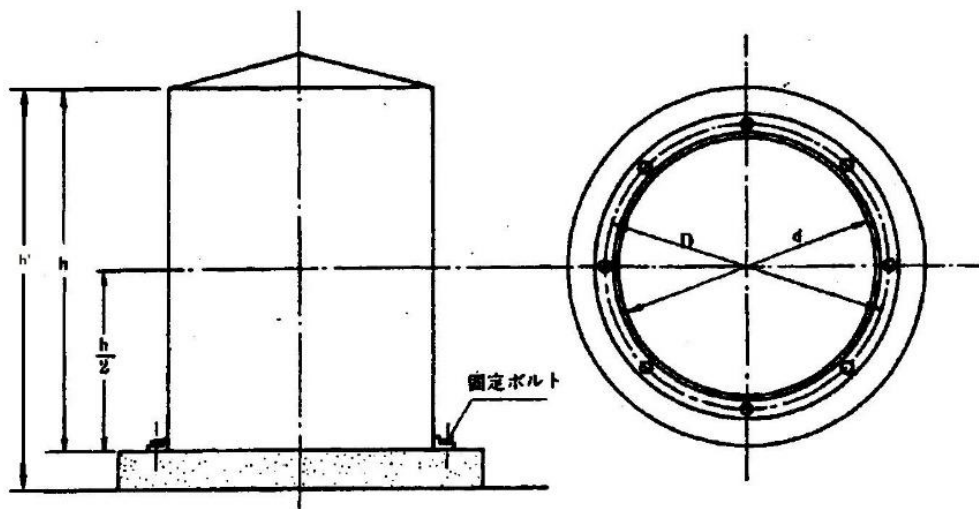
転倒力が抵抗力よりも大きい場合は、ボルト等により、タンクの周囲を基礎に固定し、ボルトの強度が転倒力によって生ずる応力に耐えうるようにその数及び径（谷径）を決定する。

(3) ボルトの強度は、引張応力を受ける場合を考慮すればよい。軟鋼の場合の許容応力は60から150ニュートン毎平方ミリメートルであるが、この場合100ニュートン毎平方ミリメートル程度とするのが妥当である。

2 計算例

— 想 定 —

(1) タンクの構造



側板の高さ	h : 9.14 m			
タンクの直径	d : 3.4 m			
固定ボルト間の直径	D : 3.54 m			
板厚	<table border="0"> <tr> <td rowspan="2"> $\left\{ \begin{array}{l} \text{底, 側板} \\ \text{屋根板} \end{array} \right.$ </td> <td>: 6 mm</td> </tr> <tr> <td>: 3.2 mm</td> </tr> </table>	$\left\{ \begin{array}{l} \text{底, 側板} \\ \text{屋根板} \end{array} \right.$: 6 mm	: 3.2 mm
$\left\{ \begin{array}{l} \text{底, 側板} \\ \text{屋根板} \end{array} \right.$: 6 mm			
	: 3.2 mm			
地盤面からのタンク高さ	h' : 9.64 m			

(2) 貯蔵危険物ベンゾール

ー計算方法ー

ア 風圧力に対する計算

タンク 1 平方メートルあたりの風荷重 P は

$$P = 0.7 \times 0.588 \sqrt{h'} = 0.7 \times 0.588 \sqrt{9.64} \doteq 1.28 \text{ kN/m}^2$$

タンクに対する風圧力 P_w は

$$P_w = P \times h \times d$$

風圧力による転倒モーメント M_w は

$$M_w = P_w \times \frac{h}{2} = 39.78 \times 4.57 \doteq 181.79 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

転倒に対するタンク自重の抵抗モーメント R_w は

$$R_w = W_t \times \frac{D}{2}$$

W_t : タンク自重 (鋼材の比重は 7.85 とし屋根板は平板として計算する。)

W_t = (屋根板の重量) + (底板の重量) + (側板の重量)

$$\doteq 2.24 + 4.19 + 45.09 \doteq 51.52 \text{ kN}$$

$$R_w = W_t \times \frac{D}{2} \doteq 91.19 \text{ kN}$$

したがって M_w > R_w となり、このタンクは補強しないと転倒のおそれがある。

イ 風圧力に対する補強ボルト

転倒モーメント M_w によって生ずるボルト 1 本あたりの荷重 F は

$$F = \frac{1}{N} \left(\frac{4 M_w}{D} - W_t \right)$$

N : ボルトの数 (8 本)

ボルトの谷径の必要断面積 a は

$$\begin{aligned} a &= \frac{F}{\sigma_t} \\ &= \frac{18430}{100} \doteq 184 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

σ_t : ボルトの許容引張応力 100 N/mm² とする。

断面積 184 mm² のボルトの直径 d_b は

$$d_b = \sqrt{\frac{4a}{\pi}} \doteq 15.3 \text{ mm}$$

[d_b = 1.12481 √a でも可]

以上の結果、谷径が 15.3 ミリメートルより大きいボルト 8 本で固定すればよい

こととなる。

ウ 地震力に対する計算

水平力 P_e は

$$P_e = W \times K$$

K : 水平震度 0.3

W : $W_t + W_o$

W_o : 危険物重量 (比重 0.88)

$W = W_t + W_o$ (貯蔵量は空間容積を 5% とした)

$$= 51.52 + (773.10 \times 0.88)$$

$$= 731.85 \text{ kN}$$

$$P_e = 731.85 \times 0.3 \doteq 219.56 \text{ kN}$$

地震による転倒モーメント M_e は

$$M_e = P_e \times \frac{h}{2} \doteq 1003.39 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

転倒に対する自重の抵抗モーメント R_e は

$$R_e = W \times \frac{D}{2} \doteq 1295.37 \text{ kN}$$

従って $M_e < R_e$ となり、このタンクは地震力に対する補強は要しない。この算定は、貯蔵状態として行ったものであるが、タンクが空の場合もほぼ同様の比率が得られるものと考えてよい。

エ 地震力に対する補強ボルト

$M_e > R_e$ となった場合、 M_e によって生ずるボルト 1 本あたりの荷重 F は

$$F = \frac{1}{N} \left(\frac{4 M_e}{D} - W \right)$$

N : ボルトの数

W : 総自重、ただしタンクが空の場合の計算は、タンク自重 W_t とする。

で求められる。

以降は「風圧力に対する補強ボルト」の例により算定する。