

5. 2. 3 板厚計算

地震動レベル1によるアニュラプレートの検討

アンカーの無い場合アニュラプレートに生ずる曲げ応力範囲は、次式を満足しなければならない。

$$\Delta \sigma_{BL} = \sqrt{(\Delta \sigma_{B-H})^2 + (\Delta \sigma_{B-V})^2} \leq 2 \sigma_y \quad \dots\dots\dots (例 5-22)$$

ここに、 $\Delta \sigma_{BL}$ ：地震時に生じるアニュラプレートの曲げ応力範囲

σ_y ：アニュラプレートの降伏点

$\Delta \sigma_{B-H}$ ：水平地震動によるアニュラプレートの曲げ応力範囲

$\Delta \sigma_{B-V}$ ：鉛直地震動によるアニュラプレートの曲げ応力範囲

(1) 水平地震動による応力

$$\Delta \sigma_{B-H} = \frac{12}{t_B^2} [M_m \cdot M_0 + M_v V_1 + M_q \frac{P_1}{K_B} D_B] \quad \dots\dots\dots (例 5-23)$$

側板下端に生じる不静定モーメント

$$M_0 = \frac{1}{\left(\frac{\theta_m}{D_B} + \frac{1}{2K_s D_s}\right)} \left\{ \frac{P_1 R^2 K_s}{E_t} \theta_v \frac{V_1}{D_B} - \theta_q \frac{P_1}{K_B} \right\} \quad \dots\dots\dots (例 5-24)$$

V_1 ：地震時の転倒モーメントに係る側板下端の鉛直力 (kgf/mm) [N/mm]

$$\theta_m = \frac{1}{2f^2} (2c^2 + f^2 + 1 + 2cs) \frac{1}{2\beta}$$

$$K_s = \sqrt[4]{\frac{3(1-\nu^2)}{R^2 t^2}}$$

$$\theta_v = \frac{c^2}{f^2} \frac{1}{2\beta^2}$$

$$D_s = \frac{E \cdot t^3}{12(1-\nu^2)}$$

$$\theta_q = \left\{ \frac{1}{2f} \left(f - \frac{1}{f} \right) + \frac{sc}{f^2} + \frac{s^2}{f^2} \right\} \beta$$

t ：側板最下段の板厚さ
(腐れ代を除く) (mm)

$$M_m = -\frac{1}{2f^2} (f^2 + 1 + 2cs)$$

R ：貯槽の半径 (mm)

$$M_v = -\frac{1}{4f^2} (c^2 - s^2 + 2cs - f^2) \frac{1}{\beta}$$

P_1 ：隅角部動液圧 (kgf/mm²) [MPa]

E ：ヤング率 (kgf/mm²) [MPa]

ν ：ポアソン比

$$M_q = \frac{2S^2}{f^2} \beta^2$$

$$c = \cos \beta \ell$$

$$s = \sin \beta \ell$$

$$f = e^{\beta \ell}$$

$$\beta = \sqrt[4]{\frac{K_B}{4D_B}}$$

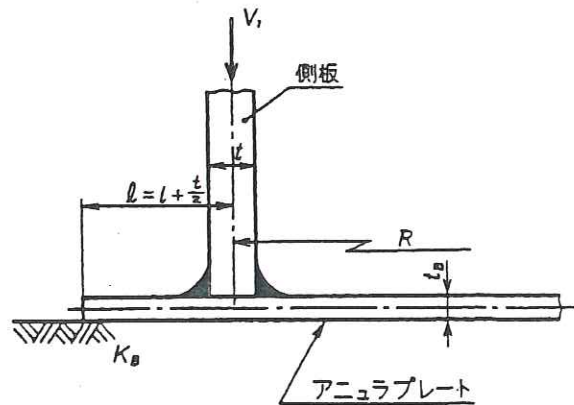
$$D_B = \frac{E t_B^3}{12(1-\nu^2)} \quad \dots\dots\dots (例 5-25)$$

K_B ：地盤係数 (kgf/mm²) *

t_B ：アニュラプレート板厚 (mm)

ℓ ：アニュラプレート張出し長さ (mm)

注* 一般に0.015kgf/mm²をとる。



図・例5-4 アニュラプレートの板厚計算に用いる方法

~~$D_B = 1.923$~~

$t_B = 10\text{mm}$

$K_B = 0.015 \text{ (kgf/mm)}$

$l = 75 + 18/2 = 84\text{mm}$

を代入し

$D_B = 1.923 \times 10^6 \text{ (kgf} \cdot \text{mm)}$

$\theta_m = 78.61$

$\theta_v = 2657.9$

$\theta_q = 3.824 \times 10^3$

$M_m = 0.810$

$M_v = 21.16$

$Mq = 8.122 \times 10^6$ となる。

また、 $K_s = 2.4656 \times 10^3 \text{ (mm}^{-1}\text{)}$

$D_s = 11.215 \times 10^6 \text{ (kgf} \cdot \text{mm)}$

$\frac{\theta_m}{D_s} + \frac{1}{2K_s D_s} = 58.96 \times 10^{-6} \dots\dots\dots \text{(例 5-26)}$

となる。 D_B

$P_1 = 2.906 \times 10^3 \text{ (kgf/mm}^2\text{)}$

$V_1 = \frac{4 \times 7,666.1}{\pi \times 30.2^2}$

$= 10.71 \text{ (tf/m)} = 10.71 \text{ (kgf/mm)}$

を代入して

$M_o = 165.2 \text{ (kgf} \cdot \text{mm)}$

$\Delta \sigma_{B-H} = \frac{12}{10^2} \left| M_m \cdot M_o + M_v \cdot V_1 + Mq \frac{P_1}{K_B} D_B \right| \dots\dots\dots \text{(例 5-27)}$
 $= 43.4 \text{ (kgf/mm}^2\text{)}$

(2) 鉛直地震動による応力

鉛直地震動作用時の

$$P_1 = 1.763 \times 10^3 \text{ (kgf/mm}^2\text{)}$$

$$V_1 = 0.125 \times \frac{121.8 + 117.6}{\pi \times 30.2} \\ = 0.316 \text{ (tf/m)} = 0.316 \text{ (kgf/mm)}$$

を代入して

$$M_0 = 63.2 \text{ (kgf} \cdot \text{mm)}$$

$$\Delta \sigma_{B-V} = \frac{12}{10^2} \left[M_m \cdot M_0 + M_\nu \cdot V_1 + M_q \frac{P_1}{K_B} D_B \right] \dots\dots\dots \text{(例 5-28)} \\ = 5.5 \text{ (kgf/mm}^2\text{)}$$

となる。

(3) 地震動作用時の応力評価

地震時の曲げ応力範囲は次式より求める。

$$\Delta \sigma_B = \sqrt{(\Delta \sigma_{B-H})^2 + (\Delta \sigma_{B-V})^2} \dots\dots\dots \text{(例 5-29)} \\ = \sqrt{43.4^2 + 5.5^2} \\ = 43.7 \text{ (kgf/mm}^2\text{)} < 2 \sigma_y = 2 \times 25 = 50 \text{ (kgf/mm}^2\text{)}$$

計算上アニュラプレートの板厚は、10mmでよいことになる。

側板最下段板厚は18mmであるのでアニュラプレートの最小板厚は12mmであるので、アニュラプレートの板厚は、12mmとする。