

# 覆工板強度計算書

**住吉重工業株式会社**

752-0927 下関市長府扇町 8 - 4 6

TEL ; 0832-48-4111 , FAX ; 0832-48-4112

## 1. 覆工板の強度に関する計算式

強度

適用荷重 = 覆工板破壊荷重 ÷ 4 > 衝撃を考慮した後輪受圧

$$= \text{積載重量} + \text{車両重量} \times 0.4 \times 1.4$$

接触面 200 mm × 500 mm

適応荷重 : T - 25

車種 : 大型トレーラー

総重量 : 25,000 kg

衝撃を考慮した後輪受圧 : 14,000 kg

強度計算

《一般式》

円板が半径  $r$  の周辺で支えられ、半径  $r_0$  の同心円に等分布荷重を受ける場合を考えると、第1図に於いて直線上で固定された半円板の「はり」を考え、等分布荷重の総計を  $P$  とする。

荷重  $P/2$  の集中点を  $G$ 、反力  $P/2$  の集中点を  $G_1$  とすると固定断面の曲げモーメント  $M$  は、

$$M = \frac{P}{2} (OG_1 - OG) = \frac{P}{2} \left( \frac{2r}{2} - \frac{4r_0}{3} \right) = \frac{Pr}{2} \left( 1 - \frac{2r_0}{3r} \right) \quad (1)$$

となり(1)式が第2図でも成立するものと仮定する。

次に計算値と非破壊試験値とのズレを防ぐため補正係数を  $\mu$  として

(1)式は

$$M = \mu \frac{Pr}{2} \left( 1 - \frac{2r_0}{3r} \right) \quad (1)$$

\*  $\mu$  の値 周辺自由支持  $\mu = 1.2$

周辺固定支持  $\mu = 0.8$

また曲げ応力を、断面係数を  $Z$  とすると  $\sigma = M/Z$  の関係から(1)式は

$$P = \frac{Z}{\mu r \left( 1 - \frac{2r_0}{3r} \right)} \quad (2) \quad \text{と書くことができる。}$$

ここで第3図のような断面形状をもった円板の断面係数  $Z$  を考えると引張力を受けける下部を基準とすると中立軸  $e$  は

$$P = \frac{A_1 d_1 + A_2 d_2 + A_3 d_3}{A_1 + A_2 + A_3} \quad (3)$$

$A_1$ : の断面積  $d_1$ :  $A_1$ の重心の位置

$A_2$ : の断面積  $d_2$ :  $A_2$ の重心の位置

$A_3$ : の断面積  $d_3$ :  $A_3$ の重心の位置

さらに中立軸  $e$  と  $d_1$ ,  $d_2$  及び  $d_3$  までの距離を  $L$ 、 $A_1$ 、 $A_2$  及び  $A_3$  於ける各断面2次モーメントを  $I_y$  とすると中立軸  $e$  に於ける各断面の断面2次モーメント  $I_x$  は

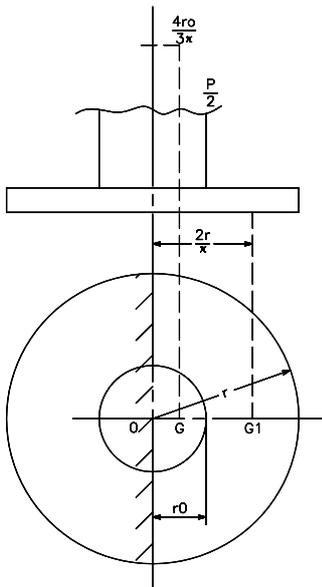
$$I_x = L^2 A + I_y$$

故に全体の断面 2 次モーメントは

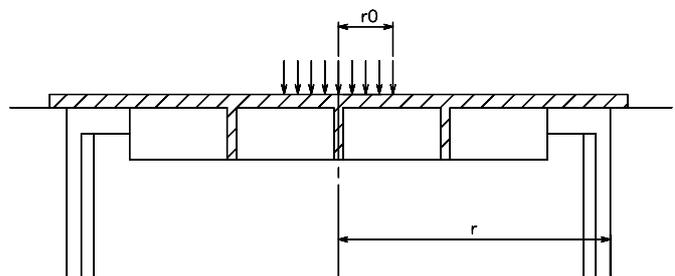
$$I = I_{x_1} + I_{x_2} + I_{x_3} \quad (4)$$

よって断面係数  $Z$  は (3) 式、(4) 式より

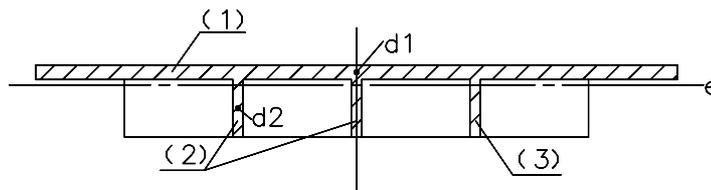
$$Z = I / e \quad (5)$$



第 1 図



第 2 図



第 3 図

## 2. 1590用円形覆工板強度計算

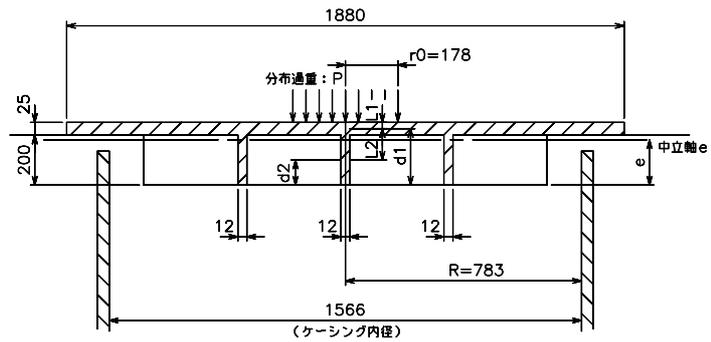
右図の覆工板において、

上板板厚み  $t_1 = 25\text{mm}$

リブ板厚み  $t_2 = 12\text{mm}$

リブ板高さ  $h_2 = 200\text{mm}$

立坑内径  $\phi = 1566\text{mm}$



曲げモーメントMは

$$M = \mu \frac{Pr}{3r} \left( 1 - \frac{2r_0}{3r} \right)$$

$$= \frac{1.2 \times 14000 \times 78.3}{3} \times \left( 1 - \frac{2 \times 17.8}{3 \times 78.3} \right)$$

$$= 355259 \text{ kgcm}$$

ここで、  $\mu = 1.2$

$P = 14000 \text{ kg}$

$r = 78.3 \text{ cm}$

$r_0 = 17.8 \text{ cm}$  (200mm × 500mm の接触面に相当する円の半径)

中央断面における断面係数Zを考えると、引張力を受ける下部を基準とする中立軸eは

$$e = \frac{A_1 \cdot d_1 + 3 \cdot A_2 \cdot d_2}{A_1 + 3 \cdot A_2}$$

$$= \frac{2.5 \times 188 \times 21.25 + 3 \times 1.2 \times 20 \times 10}{2.5 \times 188 + 3 \times 1.2 \times 20}$$

$$= 19.76 \text{ cm}$$

また、中立軸eとd1、d2までの距離をL、A1、A2における各断面2次モーメントを、 $I_y$ とすると、中立軸eにおける各断面の断面2次モーメント $I_x$ は、

$$I_x = L^2 A + I_y$$

$$I_{x1} = 1.49^2 \times 2.5 \times 188 + (1/12) \times 188 \times 2.5^3$$

$$= 1288 \text{ cm}^4$$

$$I_{x2} = 9.76^2 \times 3 \times 1.2 \times 20 + 3 \times (1/12) \times 1.2 \times 20^3$$

$$= 9259 \text{ cm}^4$$

$$I = 1288 + 9259$$

$$= 10547 \text{ cm}^4$$

よって、断面係数Zは

$$Z = I / e$$

$$= 10547 / 19.76$$

$$= 534 \text{ cm}^3$$

したがって、中央断面における最大曲げ応力 は(2)式より

$$= M / Z$$

$$= 355259 / 534$$

$$= 665 \text{ kg/cm}^2 < 800 \text{ kg/cm}^2 \text{ (鋼材の許容曲げ応力)}$$

### 3. 1890用円形覆工板強度計算

右図の覆工板において、

上板板厚み  $t_1 = 25\text{mm}$

リブ板厚み  $t_2 = 16\text{mm}$

リブ板高さ  $h_2 = 200\text{mm}$

立坑内径  $1 = 1866\text{mm}$

曲げモーメント  $M$  は

$$M = \mu \frac{Pr}{3r} \left( 1 - \frac{2r_0}{3r} \right)$$

$$= \frac{1.2 \times 14000 \times 93.3}{3 \times 93.3} \times \left( 1 - \frac{2 \times 17.8}{3 \times 93.3} \right)$$

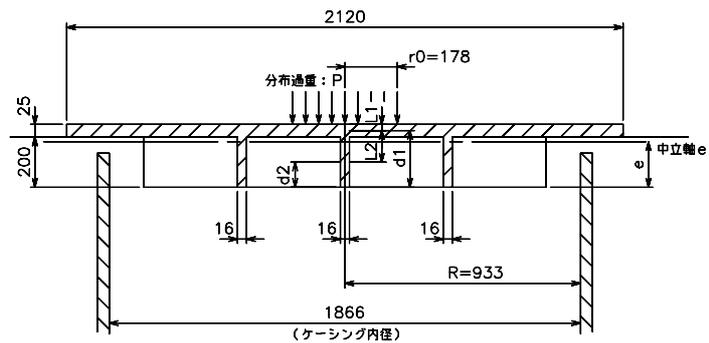
$$= 435473 \text{ kgcm}$$

ここで、  $\mu = 1.2$

$P = 14000 \text{ kg}$

$r = 93.3 \text{ cm}$

$r_0 = 17.8 \text{ cm}$  (  $200\text{mm} \times 500\text{mm}$  の接触面に相当する円の半径 )



中央断面における断面係数  $Z$  を考えると、引張力を受ける下部を基準とする中立軸  $e$  は

$$e = \frac{A_1 \cdot d_1 + 3 \cdot A_2 \cdot d_2}{A_1 + 3 \cdot A_2}$$

$$= \frac{2.5 \times 212 \times 21.25 + 3 \times 1.6 \times 20 \times 10}{2.5 \times 212 + 3 \times 1.6 \times 20}$$

$$= 19.52 \text{ cm}$$

また、中立軸  $e$  と  $d_1$ 、 $d_2$  までの距離を  $L$ 、 $A_1$ 、 $A_2$  における各断面 2 次モーメントを、 $I_y$  とすると、中立軸  $e$  における各断面の断面 2 次モーメント  $I_x$  は、

$$I_x = L^2 A + I_y$$

$$I_{x1} = 1.73^2 \times 2.5 \times 212 + (1/12) \times 212 \times 2.5^3$$

$$= 1860 \text{ cm}^4$$

$$I_{x2} = 9.52^2 \times 3 \times 1.6 \times 20 + 3 \times (1/12) \times 1.6 \times 20^3$$

$$= 11900 \text{ cm}^4$$

$$I = 1860 + 11900$$

$$= 13760 \text{ cm}^4$$

よって、断面係数  $Z$  は

$$Z = I / e$$

$$= 13760 / 19.52$$

$$= 706 \text{ cm}^3$$

したがって、中央断面における最大曲げ応力 は(2)式より

$$= M / Z$$

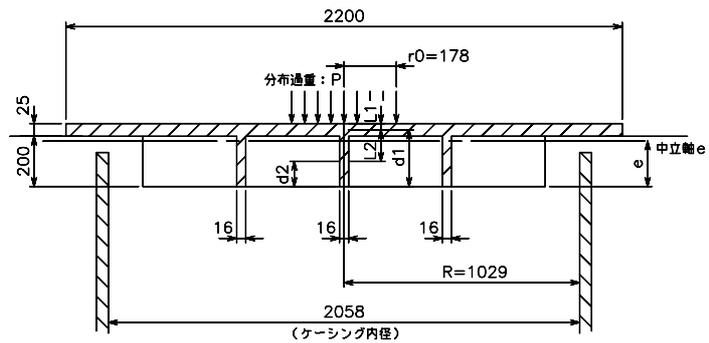
$$= 435473 / 705$$

$$= 618 \text{ kg/cm}^2 < 800 \text{ kg/cm}^2 \text{ (鋼材の許容曲げ応力)}$$

#### 4. 2090用円形覆工板強度計算

右図の覆工板において、

上板板厚み  $t_1 = 25\text{mm}$   
 リブ板厚み  $t_2 = 16\text{mm}$   
 リブ板高さ  $h_2 = 200\text{mm}$   
 立坑内径  $l = 2058\text{mm}$



曲げモーメントMは

$$M = \mu \frac{Pr}{3} \left( 1 - \frac{2r_0}{3r} \right)$$

$$= \frac{1.2 \times 14000 \times 102.9}{3} \times \left( 1 - \frac{2 \times 17.8}{3 \times 102.9} \right)$$

$$= 486810 \text{ kgcm}$$

ここで、  $\mu = 1.2$

$P = 14000 \text{ kg}$

$r = 102.9 \text{ cm}$

$r_0 = 17.8 \text{ cm}$  (200mm × 500mm の接触面に相当する円の半径)

中央断面における断面係数Zを考えると、引張力を受ける下部を基準とする中立軸eは

$$e = \frac{A_1 \cdot d_1 + 3 \cdot A_2 \cdot d_2}{A_1 + 3 \cdot A_2}$$

$$= \frac{2.5 \times 220 \times 21.25 + 3 \times 1.6 \times 20 \times 10}{2.5 \times 220 + 3 \times 1.6 \times 20}$$

$$= 19.58 \text{ cm}$$

また、中立軸eとd1、d2までの距離をL、A1、A2における各断面2次モーメントを、 $I_y$ とすると、中立軸eにおける各断面の断面2次モーメント $I_x$ は、

$$I_x = L^2 A + I_y$$

$$I_{x1} = 1.67^2 \times 2.5 \times 220 + (1/12) \times 220 \times 2.5^3$$

$$= 1820 \text{ cm}^4$$

$$I_{x2} = 9.58^2 \times 3 \times 1.6 \times 20 + 3 \times (1/12) \times 1.6 \times 20^3$$

$$= 12010 \text{ cm}^4$$

$$I = 1820 + 12010$$

$$= 13830 \text{ cm}^4$$

よって、断面係数Zは

$$Z = I / e$$

$$= 13830 / 19.58$$

$$= 706 \text{ cm}^3$$

したがって、中央断面における最大曲げ応力 は(2)式より

$$= M / Z$$

$$= 486810 / 706$$

$$= 690 \text{ kg/cm}^2 < 800 \text{ kg/cm}^2 \text{ (鋼材の許容曲げ応力)}$$

5. 2590用円形覆工板強度計算

右図の覆工板において、

上板板厚み  $t_1 = 25\text{mm}$

リブ板厚み  $t_2 = 16\text{mm}$

リブ板高さ  $h_2 = 250\text{mm}$

立坑内径  $1 = 3046\text{mm}$

曲げモーメント  $M$  は

$$M = \mu \frac{Pr}{3r} \left( 1 - \frac{2r_0}{3r} \right)$$

$$= \frac{1.2 \times 14000 \times 127.6}{3 \times 127.6} \times \left( 1 - \frac{2 \times 17.8}{3 \times 127.6} \right)$$

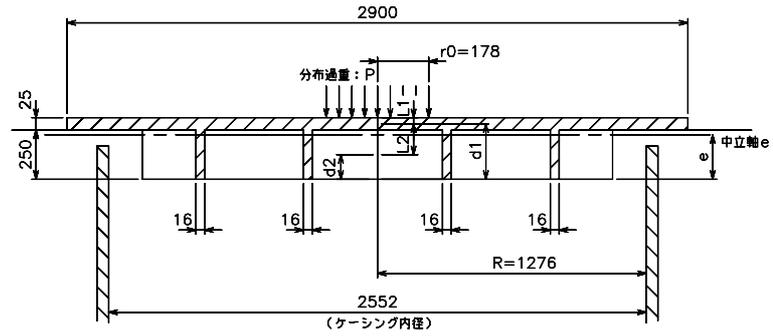
$$= 618896 \text{ kgcm}$$

ここで、  $\mu = 1.2$

$P = 14000 \text{ kg}$

$r = 127.6 \text{ cm}$

$r_0 = 17.8 \text{ cm}$  (200mm × 500mm の接触面に相当する円の半径)



中央断面における断面係数  $Z$  を考えると、引張力を受ける下部を基準とする中立軸  $e$  は

$$e = \frac{A_1 \cdot d_1 + 4 \cdot A_2 \cdot d_2}{A_1 + 4 \cdot A_2} \quad \text{ここで、} \quad d_1 = 25 + 2.5/2 = 26.25 \text{ cm}$$

$$d_2 = 25/2 = 12.5 \text{ cm}$$

$$= \frac{2.5 \times 290 \times 26.25 + 4 \times 1.6 \times 25 \times 12.5}{2.5 \times 290 + 4 \times 1.6 \times 25}$$

$$= 23.76 \text{ cm}$$

また、中立軸  $e$  と  $d_1$ 、 $d_2$  までの距離を  $L$ 、 $A_1$ 、 $A_2$  における各断面 2 次モーメントを、 $I_y$  とすると、中立軸  $e$  における各断面の断面 2 次モーメント  $I_x$  は、

$$I_x = L^2 A + I_y$$

$$I_{x1} = 2.49^2 \times 2.5 \times 290 + (1/12) \times 290 \times 2.5^3 \quad \text{ここで、} \quad L_1 = d_1 - e$$

$$= 4862 \text{ cm}^4 \quad = 26.25 - 23.76$$

$$I_{x2} = 11.26^2 \times 4 \times 1.2 \times 25 + 4 \times (1/12) \times 1.6 \times 25^3 \quad = 2.49 \text{ cm}$$

$$= 28098 \text{ cm}^4 \quad L_2 = e - d_2$$

$$I = 4862 + 28098 \quad = 23.76 - 12.5$$

$$= 32960 \text{ cm}^4 \quad = 11.26 \text{ cm}$$

よって、断面係数  $Z$  は

$$Z = I / e$$

$$= 32960 / 23.76$$

$$= 1387 \text{ cm}^3$$

したがって、中央断面における最大曲げ応力 は(2)式より

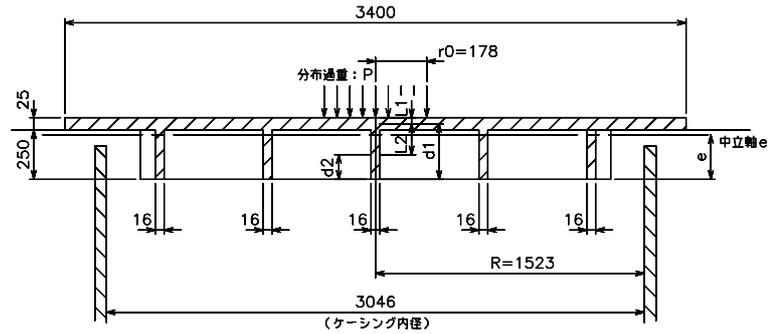
$$= M / Z$$

$$= 618896 / 1387$$

$$= 446 \text{ kg/cm}^2 < 800 \text{ kg/cm}^2 \text{ (鋼材の許容曲げ応力)}$$

6. 3090用円形覆工板強度計算

右図の覆工板において、  
 上板板厚み  $t_1 = 25\text{mm}$   
 リブ板厚み  $t_2 = 16\text{mm}$   
 リブ板高さ  $h_2 = 250\text{mm}$   
 立坑内径  $1 = 3046\text{mm}$



曲げモーメントMは

$$M = \mu \frac{Pr}{3r} \left( 1 - \frac{2r_0}{3r} \right)$$

$$= \frac{1.2 \times 14000 \times 152.3}{3 \times 152.3} \times \left( 1 - \frac{2 \times 17.8}{3 \times 152.3} \right)$$

$$= 750982 \text{ kgcm}$$

ここで、  $\mu = 1.2$

$$P = 14000 \text{ kg}$$

$$r = 152.3 \text{ cm}$$

$$r_0 = 17.8 \text{ cm (200mm} \times \text{500mm の接触面に相当する円の半径)}$$

中央断面における断面係数Zを考えると、引張力を受ける下部を基準とする中立軸 e は

$$e = \frac{A_1 \cdot d_1 + 5 \cdot A_2 \cdot d_2}{A_1 + 5 \cdot A_2} \quad \text{ここで、} \quad d_1 = 25 + 2.5/2 = 26.25 \text{ cm}$$

$$d_2 = 25/2 = 12.5 \text{ cm}$$

$$= \frac{2.5 \times 340 \times 26.25 + 5 \times 1.6 \times 25 \times 12.5}{2.5 \times 340 + 5 \times 1.6 \times 25}$$

$$= 23.63 \text{ cm}$$

また、中立軸 e と  $d_1$ 、 $d_2$  までの距離を  $L_1$ 、 $L_2$  とし、 $A_1$ 、 $A_2$  における各断面 2 次モーメントを、 $I_{y1}$  とすると、中立軸 e における各断面の断面 2 次モーメント  $I_x$  は、

$$I_x = L^2 A + I_y$$

$$I_{x1} = 2.62^2 \times 2.5 \times 340 + (1/12) \times 340 \times 2.5^3 \quad \text{ここで、} \quad L_1 = d_1 - e$$

$$= 6277 \text{ cm}^4 \quad = 26.25 - 23.63$$

$$I_{x2} = 11.13^2 \times 5 \times 1.6 \times 25 + 5 \times (1/12) \times 1.6 \times 25^3 \quad = 2.62 \text{ cm}$$

$$= 41469 \text{ cm}^4 \quad L_2 = e - d_2$$

$$I = 1860 + 11900 \quad = 23.63 - 12.5$$

$$= 13760 \text{ cm}^4 \quad = 11.13 \text{ cm}$$

よって、断面係数Zは

$$Z = I / e$$

$$= 41469 / 23.63$$

$$= 1755 \text{ cm}^3$$

したがって、中央断面における最大曲げ応力 は(2)式より

$$= M / Z$$

$$= 750982 / 1755$$

$$= 428 \text{ kg/cm}^2 < 800 \text{ kg/cm}^2 \text{ (鋼材の許容曲げ応力)}$$