

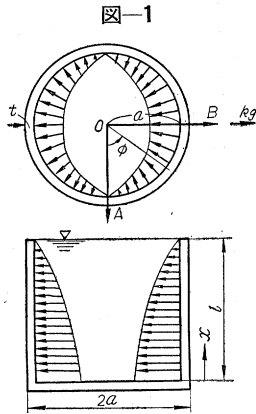
# 円筒シェル水槽の耐震計算について\*

飯 島 延 恵\*\*  
萩 原 敏 雄\*\*\*

**要 旨** 円筒シェル水槽が満水時に水平震度  $k$  なる地震力を受けた場合に、壁体に生ずる応力を求める一般解式を誘導した。あわせて鉄筋コンクリートあるいはプレストレスト コンクリートの円筒シェル水槽の地震応力をただちに算定できるように、応力解式を図表化し、この種水槽の設計の便に供するものである。

## 1. 地震時動水圧

図-1 のごとき円柱座標  $x, \phi$  を用いる。円柱の半径を  $a$ 、壁厚を  $t$ 、高さを  $l$  にて表わす。水槽側壁が満水のまま  $OB$  方向に一定水平加速度  $kg$  で動いている場合、壁面に生ずる動水圧は近似的に(1)式<sup>1)</sup>により表わされる。

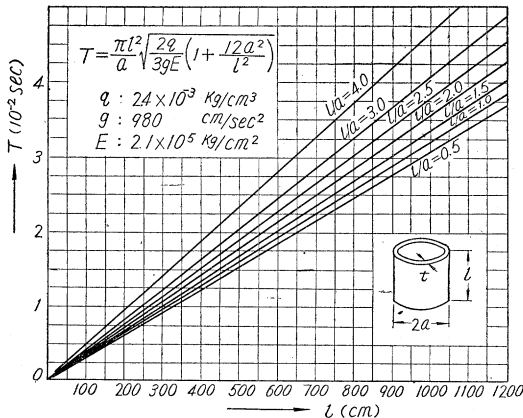


$p_0$ : 動水圧  
 $q_0$ : 液体の単位容積重量とすると、

$$p_0 = q_0 k \frac{\sqrt{3}l}{2} \tanh\left(\frac{\sqrt{3}a}{l}\right) \cdot \left\{1 - \left(\frac{x}{l}\right)^2\right\} \sin \phi \dots (1)$$

## 2. 固有振動周期

図-2 空虚時円筒シェル水槽の固有周期



\* 土木学会第 14 回年次学術講演会に一部発表  
\*\* 東京電力 KK 工務部水路課長  
\*\*\* 正員 東京電力 KK 工務部水路課

### (1) 空虚時円筒シェル水槽の固有振動周期<sup>2)</sup>

$$T = \frac{\pi l^2}{a} \sqrt{\frac{2q}{3gE} \left\{1 + 12 \left(\frac{a}{l}\right)^2\right\}} \dots (2)$$

ただし  $q$ : 壁体(コンクリート)の単位容積重量  
 $E$ : ヤング率  
 $g$ : 重力の加速度

### (2) 満水時円筒シェル水槽の固有振動周期

$$T = \frac{\pi l^2}{a} \sqrt{\frac{2q'}{3gE} \left\{1 + 12 \left(\frac{a}{l}\right)^2\right\}} \dots (3)$$

ここに  $q' = q + \frac{q_0 a \tanh \sqrt{3} a / l}{2t \sqrt{3} a / l}$

### (3) 貯留液体の固有振動周期

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{a \coth(0.586 \pi l / a)}{0.586 \pi g}} \dots (4)$$

図-3 満水時円筒シェル水槽の固有周期

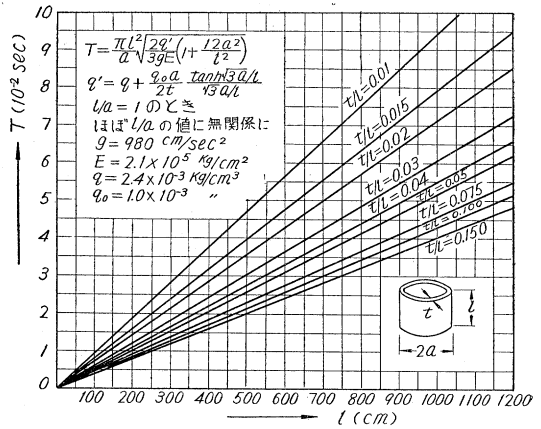
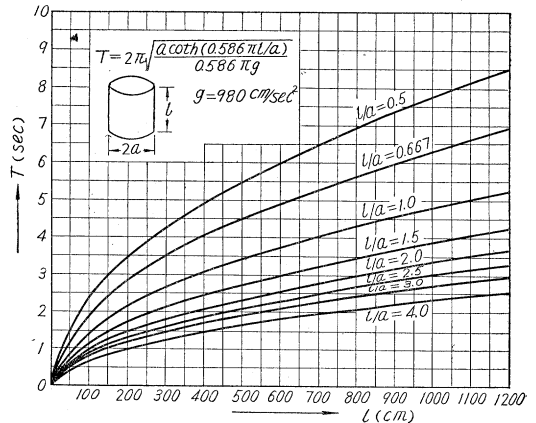
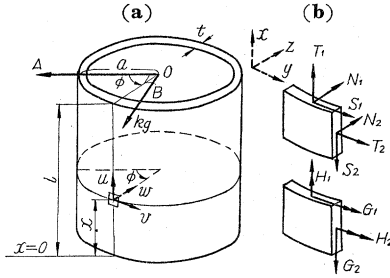


図-4 貯留液体の固有周期



### 3. 応力解式

図-5



#### (1) 平衡方程式

壁体の一部をとり母線方向を  $x$ 、壁面に垂直方向を  $z$ 、切線方向を  $y$  とし、各方向の応力、変位および変形を次のごとく表わす (図-5 参照)。

$T, N, S$  : 合応力 (巾単位長さ、厚さ  $t$ )

$H, G$  : 合応力モーメント ( " )

$u, v, w$  : 変位

なおその他に次の常数を用いる。

$$D = \frac{Et^3}{12(1-\sigma^2)}, \quad \sigma : \text{ポアソン比}$$

平衡方程式を求めるにあたり、外力として動水圧および壁体の慣性力をとる。弾性理論により変位の基本形は  $u = U(x) \cdot \sin \phi$ ,  $v = V(x) \cdot \cos \phi$ ,  $w = W(x) \cdot \sin \phi$  により与えられる。壁体の一部の平衡を考え、かつ力と変形、変位と変形との関係を用いれば、次のごとく  $U, V, W$  で表わされる平衡方程式をうる。

$$\left. \begin{aligned} & \frac{24D}{t^3} \left[ \frac{d^2 U}{dx^2} - \frac{1-\sigma}{2a^2} U - \frac{1+\sigma}{2a} \frac{dV}{dx} - \frac{\sigma}{a} \frac{dW}{dx} \right] \\ & + \frac{2D}{t} \left[ \frac{2-2\sigma-3\sigma^2}{2(1-\sigma)a} \frac{d^3 W}{dx^3} \right] = 0 \\ & \frac{24D}{t^3} \left[ \frac{1+\sigma}{2a} \frac{dU}{dx} - \frac{1}{a^2} (W+V) + \frac{1-\sigma}{2} \frac{d^2 V}{dx^2} \right] \\ & + \frac{2D}{t} \left[ \frac{3-5\sigma-\sigma^2}{2(1-\sigma)a^2} \frac{d^2 W}{dx^2} + \frac{3(1-\sigma)}{2a^2} \frac{d^2 V}{dx^2} \right] \\ & = -2qk \frac{24D}{t^3} \left[ \frac{\sigma}{a} \frac{dU}{dx} - \frac{1}{a^2} (W+V) \right] \\ & - \frac{2D}{t} \left[ \frac{d^4 W}{dx^4} - \frac{4-5\sigma-2\sigma^2}{2(1-\sigma)a^2} \frac{d^2 W}{dx^2} - \frac{2-\sigma}{a^2} \frac{d^2 V}{dx^2} \right] \\ & = 2qk + q_0 k \frac{\sqrt{3}l}{t} \tanh\left(\frac{\sqrt{3}a}{l}\right) \cdot \left\{ 1 - \left(\frac{x}{l}\right)^2 \right\} \end{aligned} \right\} (5)$$

#### (2) 平衡方程式の一般解

(5) 式を解くと  $U, V, W$  はそれぞれ次式で与えられる。

$$\left. \begin{aligned} U &= \left(\frac{a}{l}\right) C_2 + 6\left(\frac{a}{l}\right)^3 (2+\sigma) C_4 + \frac{2a}{l^2} C_3 x \\ &+ \frac{3a}{l^3} C_4 x^2 - \frac{B}{60al^2(1-\sigma^2)} x^5 \\ &+ e^{\alpha x} [(\beta C_5 - r C_6) \cos \alpha x + (r C_5 + \beta C_6) \sin \alpha x] \\ &+ e^{-\alpha x} [(-\beta C_7 - r C_8) \cos \alpha x \end{aligned} \right\}$$

$$\left. \begin{aligned} & + (r C_7 - \beta C_8) \sin \alpha x \\ V &= -C_1 + 2\left(\frac{a}{l}\right)^2 \sigma C_3 + \left(-\frac{1}{l} C_2 + \frac{6a^2 \sigma}{l^3} C_4\right) x \\ & - \frac{1}{l^2} C_3 x^2 - \frac{1}{l^3} C_4 x^3 + \frac{1}{24(1-\sigma^2) a^2} \\ & \left\{ A + \frac{2(2+\sigma)a^2}{l^2} B \right\} x^4 + e^{\alpha x} [(-\delta C_5 - \zeta C_6) \\ & \cos \alpha x + (\zeta C_5 - \delta C_6) \sin \alpha x] \\ & + e^{-\alpha x} [(-\delta C_7 + \zeta C_8) \cos \alpha x + (-\zeta C_7 \\ & - \delta C_8) \sin \alpha x] \\ W &= C_1 + \frac{1}{l} C_2 x + \frac{1}{l^2} C_3 x^2 + \frac{1}{l^3} C_4 x^3 \\ & - \frac{1}{24(1-\sigma^2) a^2} \left\{ 2A + \left(1 + \frac{4a^2}{l^2}\right) B \right\} x^4 \\ & + \frac{B}{360(1-\sigma^2) a^2 l^2} x^5 + e^{\alpha x} (C_5 \cos \alpha x \\ & + C_6 \sin \alpha x) + e^{-\alpha x} (C_7 \cos \alpha x + C_8 \sin \alpha x) \end{aligned} \right\} (6)$$

$$\left. \begin{aligned} \text{ただし } \alpha^4 &= \frac{3(1-\sigma^2)}{a^2 t^2}, \quad \beta = \frac{\sigma}{2a\alpha} - \frac{1}{4a^3 \alpha^3}, \\ \tau &= \frac{\sigma}{2a\alpha} + \frac{1}{4a^3 \alpha^3}, \quad \delta = \frac{1+2\sigma}{4a^4 \alpha^4}, \\ \zeta &= \frac{2+\sigma}{2a^2 \alpha^2}, \quad A = -\frac{qkt^3}{12D}, \\ B &= -\frac{t^3}{24D} q_0 k \frac{\sqrt{3}l}{t} \tanh\left(\frac{\sqrt{3}a}{l}\right), \\ C_i (i=1, 2, \dots, 8) & \text{は積分常数である。} \end{aligned} \right\} (7)$$

#### (3) 積分常数の決定

$C_1 \sim C_8$  なる積分常数は次の境界条件により決める。 $x=0$  において

$$U=0, V=0, W=0, \frac{d^2 W}{dx^2} = 0 \text{ (ヒンジ)}$$

$$\text{あるいは } \frac{dW}{dx} = 0 \text{ (固定)}$$

$x=l$  において

$$\frac{dU}{dx} - \frac{\sigma}{a} (W+V) = 0, \frac{d^2 W}{dx^2} - \frac{\sigma}{a^2} (W+V) = 0, \quad (8)$$

$$\frac{d^3 W}{dx^3} - \frac{\sigma}{a^2} \left( \frac{dW}{dx} + \frac{dV}{dx} \right) = 0,$$

$$\frac{1}{a^2} \frac{dW}{dx} + \left( \frac{4}{t^2} + \frac{1}{a^2} \right) \frac{dV}{dx} + \frac{4}{t^2} \frac{U}{a} = 0$$

これら 8 コの条件式に (6) 式を代入し、微小項を省略してこれを解くと次のごとく積分常数が決定できる。なお積分常数を nondimension にするため

$$c_i = \frac{E}{kl^2 q_0} C_i \text{ を用いる。}$$

$$e^{\alpha l} c_6 = \frac{1}{\mu w - \mu' w'} \left\{ \frac{q}{q_0} + \left( \frac{1}{3} + \frac{2a^2}{l^2} \right) K \right\}$$

$$\left( \mu \cos \alpha l + \mu' \sin \alpha l \right) - \frac{\alpha}{l} \left\{ \left( 2 + \frac{1-3\sigma}{12} \frac{l^2}{a^2} \right) \frac{q}{q_0} \right.$$

$$\left. + \left( 1 + \frac{4a^2}{l^2} - \frac{\sigma}{6} + \frac{\sigma^2}{6} - \frac{1+17\sigma}{120} \frac{l^2}{a^2} \right) K \right\}$$

$$\begin{aligned}
& (w' \cos \alpha l + w \sin \alpha l) \Big] \\
e^{\alpha l} c_5 = & \frac{1}{\mu w - \mu' w'} \left[ \left\{ \frac{q}{q_0} + \left( \frac{1}{3} + \frac{2a^2}{l^2} \right) K \right\} \right. \\
& (\mu' \cos \alpha l - \mu \sin \alpha l) - \frac{a}{l} \left\{ \left( 2 + \frac{1-3\sigma}{12} \frac{l^2}{a^2} \right) \right. \\
& \left. \left. \frac{q}{q_0} + \left( 1 + \frac{4a^2}{l^2} - \frac{\sigma}{6} + \frac{\sigma^2}{6} - \frac{1+17\sigma}{120} \frac{l^2}{a^2} \right) K \right\} \right. \\
& \left. (w \cos \alpha l - w' \sin \alpha l) \right] \\
c_4 = & -\frac{1}{12(1+\sigma)} \left( \frac{l}{a} \right)^3 \left\{ (\lambda_1 \cos \alpha l - \lambda_1' \sin \alpha l) \right. \\
& \left. e^{\alpha l} c_5 + (\lambda_1' \cos \alpha l + \lambda_1 \sin \alpha l) e^{\alpha l} c_6 \right\} \\
& - \frac{q/q_0 + \{ -1/10 + 2(2+\sigma)a^2/l^2 \} K}{72(1-\sigma^2)(1+\sigma)} \left( \frac{l}{a} \right)^4 \\
c_3 = & -3c_4 - \frac{1}{2(1-\sigma^2)} \left( \frac{l}{a} \right)^2 \left\{ (\psi' \cos \alpha l \right. \\
& \left. - \psi' \sin \alpha l) e^{\alpha l} c_5 + (\psi' \cos \alpha l + \psi' \sin \alpha l) \right. \\
& \left. e^{\alpha l} c_6 \right\} + \frac{K}{24} \left( \frac{l}{a} \right)^2 - \frac{\sigma(q/q_0 + 14K/15)}{48(1-\sigma^2)} \left( \frac{l}{a} \right)^4
\end{aligned} \tag{9}$$

底辺ヒンジの場合

$$\begin{aligned}
c_1 = & \left\{ 2 \left( \frac{a}{l} \right)^2 \sigma + \frac{\zeta}{l^2 \alpha^2} \right\} c_3, \quad c_7 = -c_1 - c_5, \\
c_8 = & \frac{c_3}{l^2 \alpha^2} + c_6, \quad c_2 = -6 \left( \frac{a}{l} \right)^2 (2+\sigma) c_4 \\
& - \left( \frac{l}{a} \right) \beta (c_5 - c_7) + \left( \frac{l}{a} \right) r (c_6 + c_8)
\end{aligned}$$

底辺固定の場合

$$\begin{aligned}
c_8 = & \frac{1}{\zeta + \frac{a\alpha + r}{a\alpha - \beta}} \left\{ -2 \left( \frac{a}{l} \right)^2 \sigma c_3 + 6 \left( \frac{a}{l} \right)^3 \frac{2+\sigma}{a\alpha - \beta} c_4 \right. \\
& \left. - 2c_5 + \left( \zeta - \frac{a\alpha + r}{a\alpha - \beta} \right) c_6 \right\} \\
c_7 = & -2 \left( \frac{a}{l} \right)^2 \sigma c_3 - c_5 + \zeta (c_6 - c_8), \quad c_1 = -c_5 - c_7, \\
c_2 = & l \alpha (-c_5 - c_6 + c_7 - c_8)
\end{aligned}$$

ただし  $\psi = a \alpha (\beta + r) - \sigma (1 - \delta)$ ,

$$\psi' = a \alpha (\beta - r) \sigma \zeta;$$

$$w = 2a^2 \alpha^2 + \sigma \zeta, \quad w' = \sigma (1 - \delta);$$

$$\mu = 2a^3 \alpha^3 - a \alpha (-1 + \delta - \zeta),$$

$$\mu' = 2a^3 \alpha^3 - a \alpha (1 - \delta - \zeta);$$

$$\lambda_1 = \frac{t^2}{4a^2} a \alpha + \beta - a \alpha \delta + a \alpha \zeta,$$

$$\lambda_1' = \frac{t^2}{4a^2} a \alpha - r - a \alpha \delta - a \alpha \zeta;$$

$$K = \frac{2}{3} \frac{a \tanh \sqrt{3} a/l}{t \sqrt{3} a/l}$$

#### (4) 合応力および合応力モーメントの解式

上記の諸式を応力と変位の関係式に代入すれば、次のごとく主要な応力を求める一般解式が得られる。

$$\begin{aligned}
G_1 = & -D \left[ \frac{d^2 W}{dx^2} - \frac{\sigma}{a^2} (W + V) \right] \sin \phi \\
= & -\frac{t^3 k q_0}{12(1-\sigma^2)} \left[ 2(1-\sigma^2) c_3 + 6(1-\sigma^2) c_4 \frac{x}{l} \right. \\
& \left. - \left\{ \frac{q}{q_0} + \left( \frac{1}{2} + \frac{2a^2}{l^2} \right) K \right\} \frac{l^2}{a^2} \frac{x^2}{l^2} \right. \\
& \left. + \frac{1}{24} \left\{ \sigma \frac{q}{q_0} + \left( \sigma + 2 \frac{1-\sigma}{1-\sigma^2} \frac{a^2}{l^2} \right) K \right\} \frac{l^4}{a^4} \frac{x^4}{l^4} \right. \\
& \left. - \frac{\sigma K l^4}{360 a^4} \frac{x^5}{l^5} + \frac{l^2}{a^2} e^{\alpha x} \{ (-w' c_5 + w c_6) \right. \\
& \left. \cos \alpha x + (-w c_5 - w' c_6) \sin \alpha x \} \right. \\
& \left. + \frac{l^2}{a^2} e^{-\alpha x} \{ (-w' c_7 - w c_8) \cos \alpha x + (w c_7 \right. \\
& \left. - w' c_8) \sin \alpha x \} \right] \sin \phi \\
N_1 = & -D \left[ \frac{d^3 W}{dx^3} - \frac{1}{a^2} \left( \frac{dW}{dx} + \frac{dV}{dx} \right) \right] \sin \phi \\
= & -\frac{t^3 k q_0}{12(1-\sigma^2) l} \left[ 6(1-\sigma) c_4 - \frac{2q}{q_0} \right. \\
& \left. + \left( 1 + \frac{4a^2}{l^2} \right) K \right] \frac{l^2}{a^2} \frac{x}{l} + \frac{1}{6} \left\{ \frac{q}{q_0} \right. \\
& \left. + \left( 1 + \frac{2(1-\sigma)a^2}{l^2} \right) K \right\} \frac{l^4}{a^4} \frac{x^3}{l^3} - \frac{K l^4}{60 a^4} \\
& \frac{x^5}{l^5} + \frac{x^3}{a^3} e^{\alpha x} \{ (-\mu c_5 + \mu' c_6) \cos \alpha x \\
& + (-\mu' c_5 - \mu c_6) \sin \alpha x \} \\
& + \frac{l^3}{a^3} e^{-\alpha x} \{ (\mu c_7 + \mu' c_8) \cos \alpha x + (-\mu' c_7 \\
& + \mu c_8) \sin \alpha x \} \sin \phi \\
T_1 = & \frac{12D}{t^2} \left[ \frac{dU}{dx} - \frac{\sigma}{a} (W + V) \right] \sin \phi \\
= & \frac{t k q_0 l}{(1-\sigma^2)} \left[ 2(1-\sigma^2) \frac{a}{l} c_3 + 6(1-\sigma^2) \frac{a}{l} c_4 \frac{x}{l} \right. \\
& \left. + \frac{1}{24} \left\{ \sigma \frac{q}{q_0} + \left( \sigma - 2 \frac{1+\sigma^2}{1-\sigma^2} \frac{a^2}{l^2} \right) K \right\} \frac{l^3}{a^3} \frac{x^4}{l^4} \right. \\
& \left. - \frac{\sigma K l^3}{360 a^3} \frac{x^5}{l^5} + \frac{l}{a} e^{\alpha x} \{ (\psi c_5 + \psi' c_6) \cos \alpha x \right. \\
& \left. + (-\psi' c_5 + \psi c_6) \sin \alpha x \} + \frac{l}{a} e^{-\alpha x} \{ (\psi c_7 \right. \\
& \left. - \psi' c_8) \cos \alpha x + (\psi' c_7 + \psi c_8) \sin \alpha x \} \right] \\
& \sin \phi \\
S_1 = & \frac{2D(1-\sigma)}{t^2} \left[ 3 \left( \frac{dU}{dx} + \frac{U}{a} \right) - \frac{t^2}{4a^2} \left( \frac{dW}{dx} \right. \right. \\
& \left. \left. + \frac{dV}{dx} \right) \right] \cos \phi \\
= & \frac{t k q_0 l}{6(1+\sigma)} \left[ 36(1+\sigma) \frac{a^2}{l^2} c_4 + \left\{ \frac{2q}{q_0} \right. \right. \\
& \left. \left. + \frac{(2+\sigma)a^2}{l^2} K \right\} \frac{l^2}{a^2} \frac{x^3}{l^3} - \frac{K l^2}{20 a^2} \frac{x^5}{l^5} \right. \\
& \left. + \frac{l}{a} e^{\alpha x} \{ (-\lambda_2' c_5 - \lambda_2 c_6) \cos \alpha x + (\lambda_2 c_5 \right. \\
& \left. - \lambda_2' c_6) \sin \alpha x \} \right]
\end{aligned} \tag{11}$$

$$\left. \begin{aligned} & + \frac{l}{a} e^{-\alpha x} \{ (\lambda_2' c_7 - \lambda_2 c_8) \cos \alpha x + (\lambda_2 c_7 \\ & + \lambda_2' c_8) \sin \alpha x \} \cos \phi \end{aligned} \right\} (11)$$

$$\left. \begin{aligned} \text{ただし } \lambda_2 &= \frac{t^2}{4a^2} a\alpha + 3(r + a\alpha\delta + a\alpha\zeta), \\ \lambda_2' &= \frac{t^2}{4a^2} a\alpha - 3(\beta - a\alpha\delta + a\alpha\zeta) \end{aligned} \right\} (12)$$

#### (5) 計算例題

$l=1000 \text{ cm}$ ,  $a=1500 \text{ cm}$ ,  $t=30 \text{ cm}$ ,  $E=3 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$ ,  
 $\sigma=0.2$ ,  $q=2.4 \times 10^{-3} \text{ kg/cm}^3$ ,  $q_0=1 \times 10^{-3} \text{ kg/cm}^3$

なる円筒シェル水槽が満水時に水平震度  $k=0.35$  なる地震力を受けた場合の応力を求め、ただし水槽側壁下端支承部はヒンジ構造であると仮定する。

$$\alpha=0.6141 \times 10^{-2} / \text{cm}, \quad \beta=0.1058 \times 10^{-1}$$

$$r=0.1118 \times 10^{-1}, \quad \delta=0.0005 \times 10^{-1}, \quad \zeta=0.1295 \times 10^{-1}$$

$$\mu=1572, \quad \mu'=1553, \quad \lambda_1=0.130, \quad \lambda_1'=-0.130$$

$$\psi=0.075, \quad \psi'=-0.0033, \quad w=169.6, \quad w'=0.2,$$

$$\lambda_2=0.391, \quad \lambda_2'=-0.391, \quad K=28.6$$

$$e^{\alpha l} c_6=0.747, \quad e^{\alpha l} c_5=0.656, \quad c_4=-0.671,$$

$$c_3=2.518, \quad c_1=2.268, \quad c_7=-2.270,$$

$$c_8=0.0684, \quad c_4=19.95$$

以上により決定された常数を用い応力を求めることができる。下部における水平断面内の応力を計算し表示すれば表-1のごとくなる。

表-1 巾  $1 \text{ cm}$ , 厚さ  $t$  に対する最大応力

$x \text{ (cm)}$	0	50	100	150	200	300	400
$G_1 \text{ (kg-cm)}$	0	32.2	45.4	46.2	39.5	19.1	4.8
$N_1 \text{ (kg)}$	0.85	0.39	0.11	-0.06	-0.13	-0.13	-0.07
$S_1 \text{ (kg)}$	96.0	95.6	95.3	94.7	94.3	92.7	89.2
$T_1 \text{ (kg)}$	74.4	71.7	68.0	66.2	63.5	57.3	51.2

#### 4. 応力計算図表

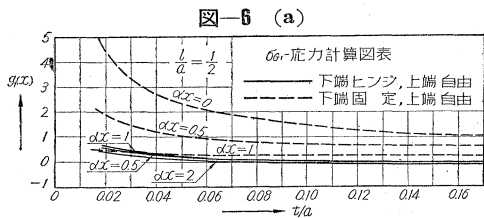
単位面積に対する応力を直接求めるために

$$\sigma_{G_1} = \frac{6}{t^2} G_1, \quad \sigma_{T_1} = \frac{T_1}{t}, \quad \tau_{N_1} = \frac{N_1}{t}, \quad \tau_{S_1} = \frac{S_1}{t} \quad \dots \dots \dots (13)$$

なる関係を用いれば

$$\left. \begin{aligned} \sigma_{G_1} &= kq_0 g_1(x) \cdot \sin \phi, & \sigma_{T_1} &= kq_0 t_1(x) \cdot \sin \phi, \\ \tau_{N_1} &= kq_0 n_1(x) \cdot \sin \phi, & \tau_{S_1} &= kq_0 s_1(x) \cdot \cos \phi \end{aligned} \right\} (14)$$

と表わすことができる。 $g_1(x)$ ,  $t_1(x)$ ,  $n_1(x)$ ,  $s_1(x)$  なる nondimension の関数を、 $l/a$  および  $a\alpha$  を param-



eter として各  $t/a$  の値に対し計算し、図表化したものを次にかかげる。

図-6 (b)

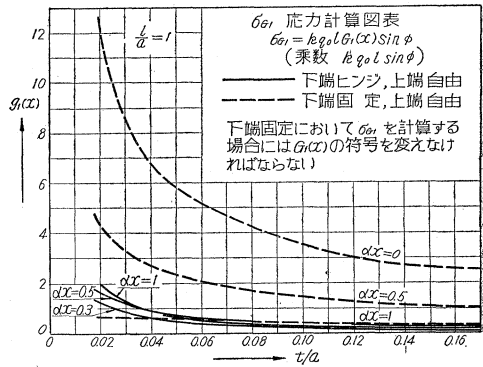


図-6 (c)

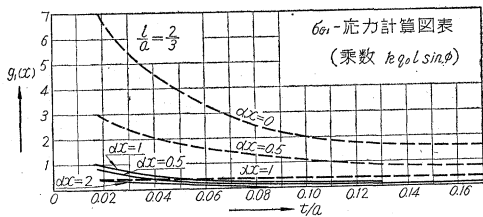


図-6 (d)

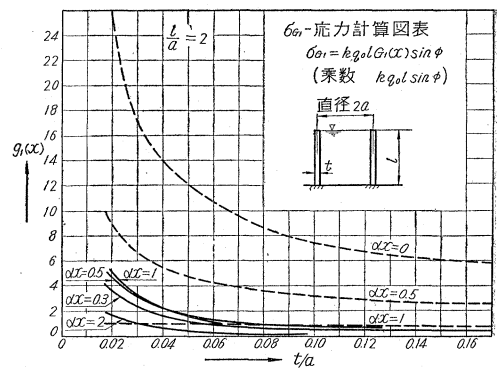


図-6 (e)

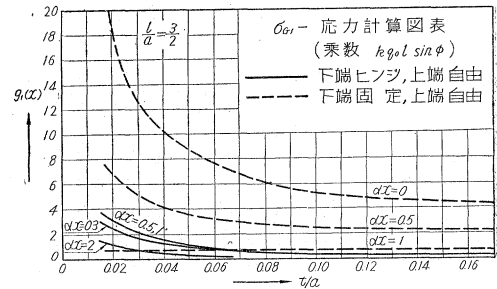


図-6 (f)

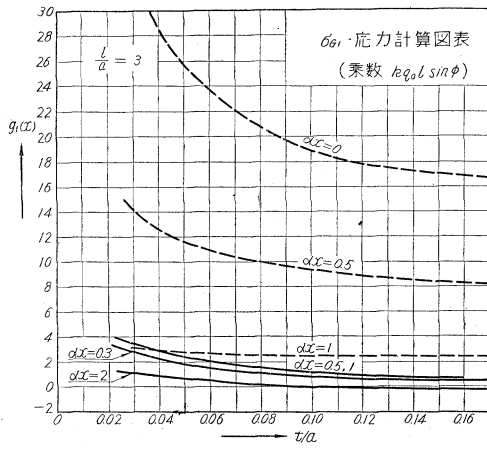


図-6 (g)

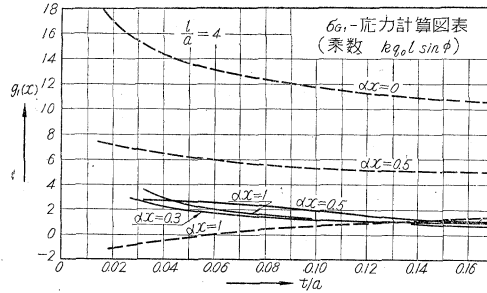


図-7 (a)

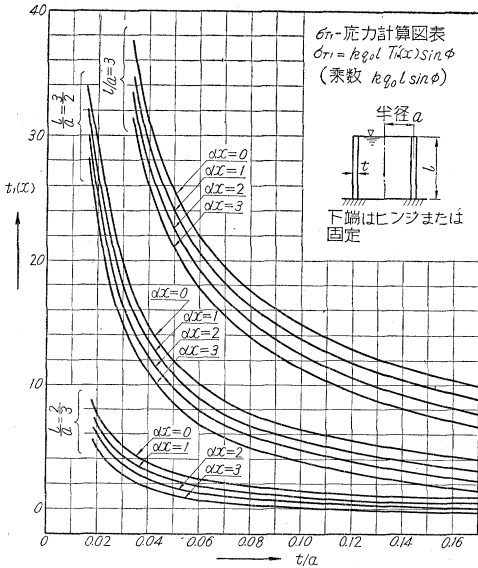


図-7 (b)

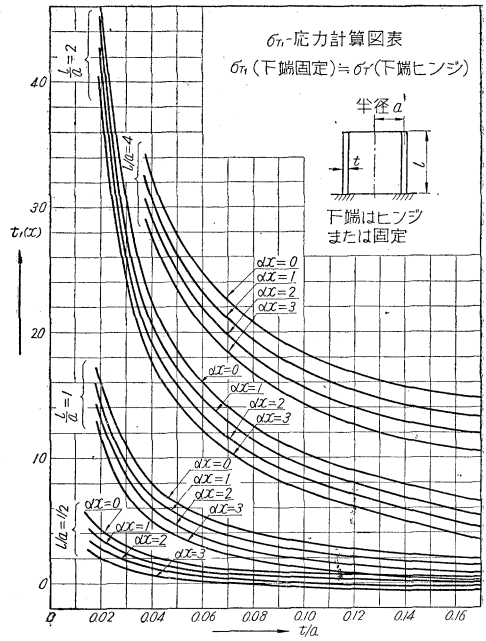


図-8 (a)

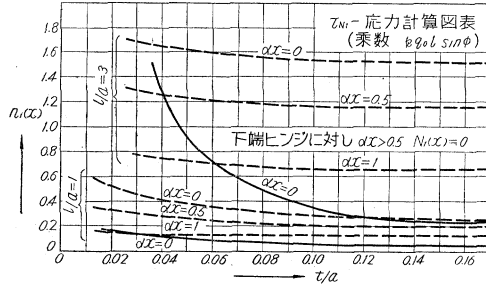


図-8 (b)

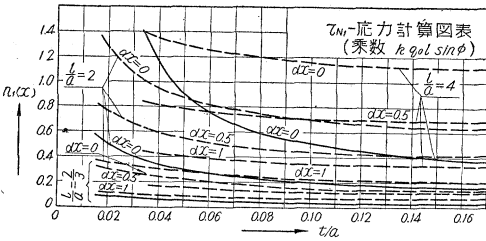


図-8 (c)

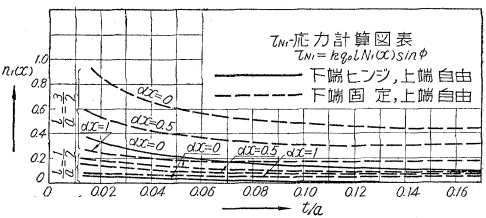


図-9 (a)

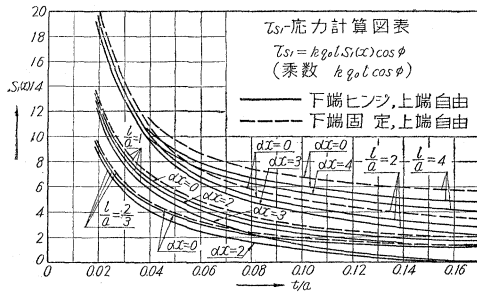
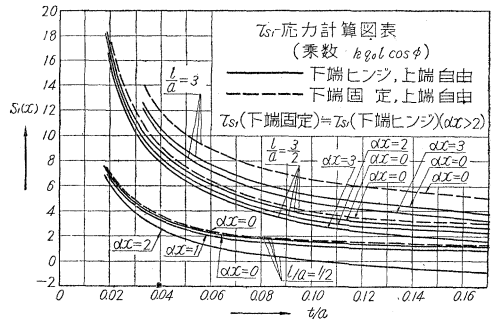


図-9 (b)



参考 文 献

- 1) G.W. Housner: "Earthquake Pressure on Fluid Containers." Cal. Ins. of Tech. Aug. 1954  
 2) 酒井忠明: 「中空円筒殻体の強制振動による応力の一般解式及び実用解式」, 土木学会論文集第 18 号

日本学術会議第 5 期会員候補者推薦

当学会は、来る 11 月 20 日の日本学術会議第 5 期会員選挙に次の者を候補者として推薦した。

(全国区・第 5 部 土木工学)

石原 藤次郎 工学博士

工学博士

主な勤務先・職名

京都大学工学部 防災研究所

京都大学教授 工学部長

(全国区・第 5 部 土木工学)

福 田 武 雄 工学博士

工学博士

主な勤務先・職名

東京大学 教授

東京大学 生産技術研究所長

コンクリート講習会テキスト

(昭和 34 年 8 月京都市において開催のもの)

B・5 判 124 ページ

定価 150 円 十 20 円

(内 容)

1. セメント 概論..... 田中 太郎
2. コンクリート概論..... 岡田 清
3. コンクリートの配合..... 明石外世樹
4. ダムコンクリートの施工における問題点..... 関 慎 吾
5. 舗装工種の選定について..... 谷藤 正三
6. セメント系材料による路盤路床の安定処理工法... 田中淳七郎
7. コンクリート舗装の急速施工..... 井上 孝
8. 新しいコンクリート舗装..... 近藤 泰夫
9. P.C. 橋ゲタの工業標準規格化について..... 田原 保二
10. 鉄筋コンクリート床板橋と斜板橋について..... 成岡 昌夫

東京都港区赤坂台町 1 番地 日本セメント技術協会 振替東京 196803 電話 (48) 8541~3