部分荷重が作用する直線形矢板構造の応力解析について

On an Analysis of a part of Surcharge for Linear Sheet pile sfructure

By

Tomoyuki SAWADA　沢　田　知　之*

Sumio G NOMACHI　能　町　純　雄**

要　旨

本稿はおいて，筆者等は，タイ・ロッドを有する直線型矢板構造が，背面の土圧を根入れ部分とタイロッドによって受け持ち，さらに上載に部分荷重等の Surcharge が作用する場合を，モデル化して理論解析を行なったものである。

Syuopsis

In this paper, We taka up Linear Sheet pile Structure, where rear earth pressure is under tahen by the part of the root and Tie-rods, and make another attempt Surchararge that is a partial load acted levee crown. So, we tries to make a theoretical analysis for that modelization.

1. 基　本　式

1) 図—より①（根入れより上の部分）における矢板要素の鉛直方向の曲げと捩りから

$$\frac{EI}{4}\left\{\Delta^2\ddot{\ddot{w}}_1(x_{-1})(x)+4\ddot{\ddot{w}}_{ir}(x)\right\}+\frac{GJ}{\lambda}\Delta^2\ddot{w}_{1\,r-1}(x)=P \quad (1)$$

$P=P_{Tie}+P_{Soil}+P_{SU}$

$P_{Tie}\Rightarrow$ $x=x_0$で P_{Tie}，$x\neq x_0$で 0

$\Delta^2 w_{r-1}=w_{r+1}-2w_r+w_{r-1}$

$w_1(x)$：根入れより上の部分におけるたわみ，(cm)

EI‥曲げ剛性 (kg.m²)，$\ddot{\ddot{w}}(x)=\frac{\partial^4 w}{\partial x^4}$(1/cm₃)

GJ：捩り剛性 (kg cm²)，$\ddot{w}(x)=\frac{\partial^2 w}{\partial x^2}$(1/cm)

λ：矢板幅(cm)

* 助教授　土木工学科

** 教　授　北海道大学工学部土木工学科

又，Tie-rob を固定する水平方向梁における3連モーメント式より

$$P_{Tie}=\frac{\Delta^2 M_{r-1}}{\lambda}-Kw_1^0 \quad (2)$$

$$\frac{\lambda^2}{6EI_0}\left\{6M_r^{(1)}+\Delta M_{r-1}^{(1)}\right\}=-\Delta^2 w_1^0 \quad (3)$$

w_1^0：タイ・ロッドのたわみ (cm)

$M_r^{(1)}$：水平方向梁におけるモーメント (kg・cm)

K：タイ・ロッドのバネ定数 (kg/cm)

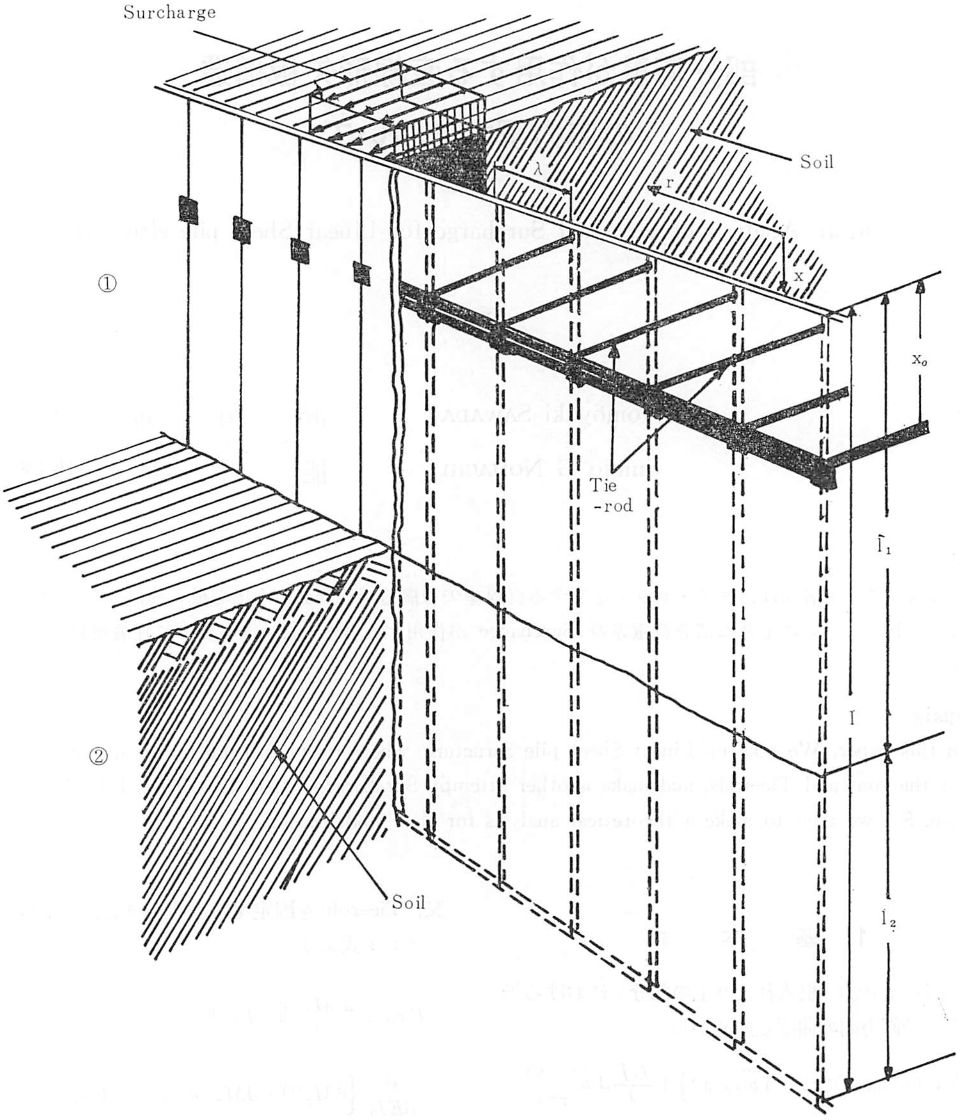
2) 図—1より②（根入れ部分）における基本式は，弾性床上の梁として次の様に示される。

$$\frac{EI}{4}\left\{\Delta^2\ddot{\ddot{w}}_{2r-1}(x)+\ddot{\ddot{w}}_{2r}(x)\right\}+\frac{GJ}{\lambda^2}\Delta^2\ddot{w}_{2r-1}(x)+\frac{K_0}{6}\left\{\Delta w_{2r-1}(x)+6w_{2r}(x)\right\}=0 \quad (4)$$

$w_2(x)$：根入れ部分におけるたわみ(m)

$K_0=k_0\lambda$ (kg/cm²)

k_0：地盤反力係数 (kg/cm³)



図—1　一　般　図

2.　フーリェ定和分変換及び有限フーリェ変換

1)　和分公式（Sine—変換）

$$\bar{f}(r)=\sum_{f=1}^{n-1}f(r)\cdot\sin\frac{i\pi}{n}r \quad \text{とおくと逆変換は} f(r)=\frac{2}{n}\sum_{i=1}^{n-1}\overline{f(r)}\cdot\sin\frac{i\pi}{n}r \tag{5}$$

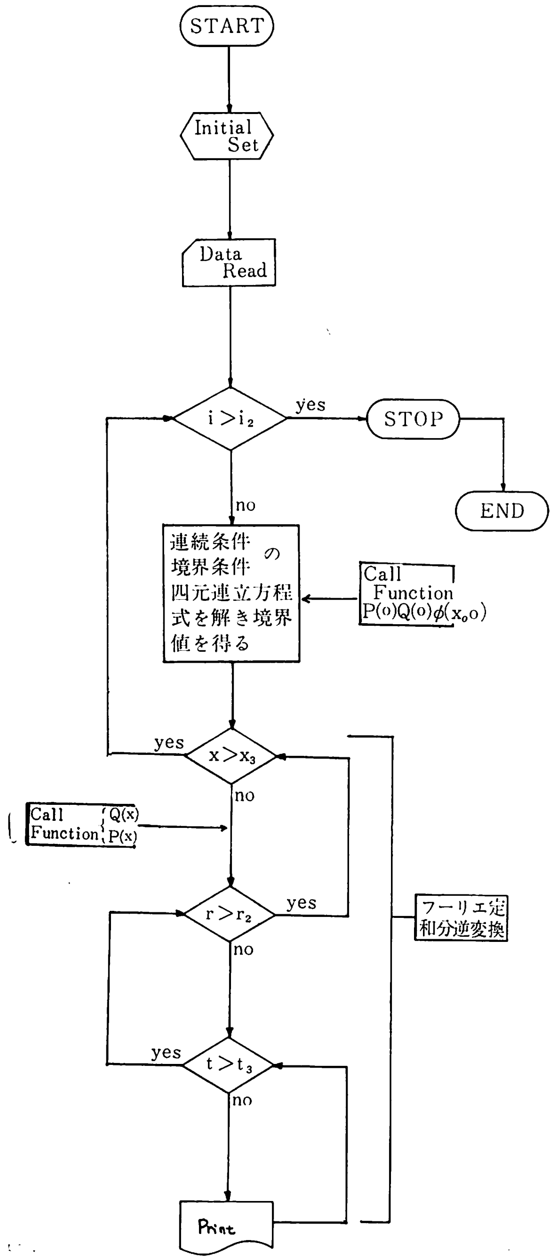
ここで　$\Delta^2\bar{f}(r)=-\sin\frac{i\pi}{i}\left\{(-1)^i\cdot f(n)-f(0)\right\}-D_i\cdot\bar{f}(r)$

$$\Delta^2 f(r)=f(r+1)-2f(r)+f(r+1) \qquad D_i=2(1-\cos\frac{i\pi}{n})$$

2)　有限フーリェ変換公式（Sine—変換）

$$\tilde{f}(x)=\int_0^{\ell}f(x)\cdot\sin\frac{m\pi}{\ell}x\cdot dx \quad \text{とおくと逆変換は} f(x)=\frac{2}{\ell}\sum_{m=1}^{\infty}\tilde{f}(x)\cdot\sin\frac{m\pi}{\ell}x \tag{6}$$

ここで
$$\int_0^\ell \frac{d^4 f(x)}{dx^4}\cdot \sin\frac{m\pi}{\ell}x\cdot dx=\left[-\left(\frac{m\pi}{\ell}\right)f''(x)\cdot\cos\frac{m\pi}{\ell}x\right]_0^\ell$$
$$+\left[\left(\frac{m\pi}{\ell}\right)^3\cdot f(x)\cdot\cos\frac{m\pi}{\ell}x\right]_0^\ell$$
$$+\left(\frac{m\pi}{\ell}\right)^4\cdot\int_0^\ell f(x)\cdot\sin\frac{m\pi}{\ell}x\cdot dx$$
$$\int_0^\ell \frac{d^2 f(x)}{dx^2}\cdot\sin\frac{m\pi}{\ell}x\cdot dx=\left[-\left(\frac{m\pi}{\ell}\right)\cdot f(x)\cdot\cos\frac{m\pi}{\ell}x\right]_0^\ell$$
$$-\left(\frac{m\pi}{\ell}\right)^2\int_0^\ell f(x)\cdot\sin\frac{m\pi}{\ell}x\cdot dx$$



図—2

3)　上記1），2）より式(1)(2)(3)及び(4)に Fowrier-Sine 定和分変換を施こす。

$r=0$, n端で Sine Simple-Suport とすると，(1)(2)(3)より

$$\frac{EI}{4}(4-D_i)\cdot \overline{\ddddot{w}}_{1i}(x)-\frac{GJ}{\lambda^2}D_i\overline{\ddot{w}}_{1i}(x)=\bar{P}_{Soil}+\bar{P}_{Tie}+\bar{P}_{SUr} \tag{7}$$

$$\bar{P}_{Tie}=-\frac{1}{\lambda}D_i\overline{M}_i-K\bar{w}_1{}^0 \tag{8}$$

$$\frac{\lambda^2}{6EI_0}(6-D_i)\cdot\overline{M}_i{}^{(1)}=D_i\cdot\bar{w}_1{}^0 \tag{9}$$

(8), (9)より

$$\bar{P}_{Tie}=\left\{-\frac{1}{\lambda}D_i\frac{6EI_0D_i}{(6-D_i)\lambda^2}-K\right\}\bar{w}_1{}^0 \tag{10}$$

$$F_i=-\left\{\frac{D_i}{\lambda}\ \frac{EI_0D_i}{(1-\frac{D_i}{6})\lambda^2}+K\right\}$$

ここで

$$\bar{w}_{1i}(x)=\sum_{r=1}^{n-1}w_{1i}(x)\cdot\sin\frac{i\pi}{n}r$$

$$\bar{P}=\sum_{r=1}^{n-1}P\cdot\sin\frac{i\pi}{n}r$$

$$\bar{P}_{SU}=\sum_{n=p_1}^{p_2}P_{su}\cdot\sin\frac{i\pi}{n}r$$

同様に(4)より

$$(4-D_i)\cdot\overline{\ddddot{w}}_{2i}(x)-\frac{4GJD_i}{EI\lambda_2}\overline{\ddot{w}}_{2i}(x)+\frac{4K_0}{EI}(1-\frac{D_i}{6})\bar{w}_{2i}(x)=0 \tag{11}$$

ここで

$$\bar{w}_{2i}(x)=\sum_{r=1}^{n-1}w_{2i}(x)\cdot\sin\frac{i\pi}{n}x$$

(7)において $x=0$端（天端）で Free 条件

$x=\ell_1$端でℓ_2の部分と接続するとするよって有限 Fourier-Sine 変換を施こすと

$$\frac{EI}{4}\Big[\Big[(4-D_i)\Big[(-\frac{w\pi}{\ell_1})\Big\{\overline{\ddot{m}}_{1i}(\ell_1)(-1)^m-\overline{\ddot{w}}_{1i}(0)\Big\}+\Big(\frac{m\pi}{\ell_1}\Big)^3\Big\{\overline{w}_{1i}(\ell)(-1)^m-\overline{w}_{1i}(0)\Big\}$$

$$+\Big(\frac{w\pi}{\ell_1}\Big)^4\cdot\tilde{\bar{w}}_{1i}(x)\Big]\Big]+\frac{GJ}{\lambda_2}D_i\Big[\frac{m\pi}{\ell_1}\Big]\Big\{\overline{w}_{1i}(\ell_1)(-1)^{\overline{m}}\overline{w}_{1i}(0)\Big\}$$

$$+\Big(\frac{m\pi}{\ell_1}\Big)^2\cdot\tilde{\bar{w}}_{1i}(x)\Big]=\tilde{\bar{P}}_{Soil}+F_i\overline{w_1}{}^0\sin\frac{m\pi}{\ell_1}x_0+\tilde{\bar{P}}_{SU} \tag{12}$$

ここで

$$\tilde{\bar{w}}_{1i}(x)=\int_0^{\ell_1}\sum_{i=1}^{n-1}w_{1r}(x)\cdot\sin\frac{i\pi}{n}r\cdot\sin\frac{m\pi}{\ell_1}x\cdot dx$$

故に，⑫より

$$\tilde{\bar{w}}_{1i}(x)=\frac{\left\{\frac{\pi^3(1-\frac{D_i}{4})EI}{\ell^3}m^3+\frac{\Pi GJD_i}{\lambda^2\ell_1}m\right\}\overline{w}_{1i}(0)+\left\{\frac{\pi(1-\frac{D_i}{4}EI}{\ell_1}(-1)^m\cdot m\right\}\overline{w}_{1i}(\ell_1)}{EI(1-\frac{D_i}{4})\Big(\frac{m\pi}{\ell_1}\Big)^4\left\{m^4+\frac{D_iGJ\ell_1{}^2}{\lambda^2EI(1-\frac{D_i}{4})\pi^2}m^2\right\}}$$

$$+\frac{-\frac{\pi^3(1-\frac{D_i}{4})EI}{\ell_1{}^3}m^3+\frac{\pi GJD_i}{\lambda^2\ell_1}m\Big\}(-1)^m\cdot\overline{w}_{1i}(\ell_1)+\tilde{\bar{P}}_{Soil}+F_i\overline{w}^{10}\sin\frac{m\pi}{\ell_1}x_0+\tilde{\bar{P}}_{SU}}{EI(1-\frac{D_i}{4})\Big(\frac{\pi}{\ell_1}\Big)^4\cdot\left\{m^4+\frac{D_iGJ\ \ell^2}{\lambda^2EI(1-\frac{D_i}{4})\pi^2}m^2\right\}} \tag{12}$$

よって⒀に Fourier-Sine 逆変換を行なうと

$$\overline{w}_i(x)=\frac{2}{\ell_1}\sum_{m=1}^{\infty}\overline{w_1}_i(x)\cdot\sin\frac{m\pi}{\ell_1}x$$

$$+(1-\frac{x}{\ell_1})\overline{w_1}_i(0)+\frac{x}{\ell_1}\overline{w_1}i(\ell_1)$$

$$+\frac{\ell_1^2}{\pi^2a^2}\left(\frac{\sinh\frac{\pi a}{\ell_1}x}{\sinh\pi a}-\frac{x}{\ell_1}\right)\cdot\ddot{\overline{w}}_{1i}(\ell_1)$$

$$+\frac{C}{\ell_1}F_i\cdot\Phi(x_0,\ x)\cdot\overline{w_1}^0+C\cdot L(x)\cdot\overline{P}_{Soil}$$

$$+C\{L(x)-L(\ell_1-x)\}\overline{P}_{SU} \tag{14}$$

ここで $\Phi(x_0,\ x)=\sum_{m=1}^{\infty}\frac{2}{\pi}\frac{1}{m^4+Am^2}\sin\frac{m\pi}{\ell_1}x\cdot\sin\frac{m\pi}{\ell_1}x_0$

$$=\frac{\pi}{a^2}\left\{\frac{x(\ell_1-x_0)}{\ell_1^2}-\frac{\sinh\pi a\frac{x}{\ell}\cdot\sinh\pi a(1-\frac{x_0}{\ell_1})}{\pi a\sinh\pi a}\right\}\quad x\leqq x_0$$

$$\frac{\pi}{a^2}\left\{\frac{x_0(\ell_1-x)}{\ell_1^2}-\frac{\sinh\pi a\frac{x_0}{\ell_1}\cdot\sinh\pi a(1-\frac{x}{\ell_1})}{\pi a\sinh\pi a}\right\}\quad x\geqq x_0$$

$$L(x)=-\sum_{m=1}^{\infty}\frac{2}{\pi}\frac{(-1)^m\cdot\sin\frac{m\pi}{\ell_1}x}{m(m^4+G^2m^2)}$$

$$=-\sum_{m=1}^{\infty}\frac{2}{\pi}\frac{1}{a^2}\left\{\frac{(-1)^m}{m^3}-\frac{(-1)^m}{m(m^2+a^2)}\right\}\cdot\sin\frac{m\pi}{\ell_1}x$$

$$=\frac{\pi}{6a^2}\frac{x(\ell_1^2-x^2)}{\ell_1^3}+\frac{\pi}{\pi^2a^2}\left(\frac{\sinh\frac{\pi a}{\ell_1}x}{\sinh\pi a}-\frac{x}{\ell_1}\right)$$

$$A=\frac{D_i\ell_1^2\cdot GJ}{\pi^2\lambda^2(1-\frac{D_i}{4})\cdot EI}\qquad a=\sqrt{A}$$

$$C=\frac{\ell_1^4}{\pi^3EI(1-\frac{D_i}{4})}$$

同様に⑴において有限 Fourier-Siue 変換を考える時，今，ℓ_2（根元）で岩盤等に達し，Hinge 状態であると仮定すると

$$\ddot{\overline{w}}_{2i}(\ell_2)=0\qquad\qquad \overline{w}_{2i}(\ell_2)=0$$

⒂と書ける

よって⒂を考慮して上記⒁式を求めたと同様にフーリェ変換を行ない，逆変換を求めると次の如くの閉じた解が求め得る。

$$\therefore\overline{w}_{2i}(x)=-\frac{1}{2\alpha\beta}\frac{\ell_2^2}{\pi^2}\cdot\boldsymbol{P}(\xi)\cdot\ddot{\overline{w}}_{2i}(0)$$

$$+\left\{\boldsymbol{Q}(\xi)+\frac{A1}{4\alpha\beta}\boldsymbol{P}(\xi)\right\}\overline{w}_{2i}(0) \tag{16}$$

ここで $\qquad\xi=\frac{x}{\ell_2}$

$$P(\xi)=\sum_{m=1}^{\infty}\frac{2}{\pi}\frac{2\alpha\beta\cdot m}{(m^2+\alpha^2-\beta^2)^2+4\alpha^2\beta^2}\sin m\pi\xi$$

$$=\frac{\sinh\alpha\pi(2-\xi)\cdot\sin\beta\pi\xi-\sinh\alpha\pi\xi\cdot\sin\beta\pi(2-\xi)}{\cosh 2\alpha\pi-\cos 2\beta\pi}$$

$$Q(\xi)=\sum_{m=1}^{\infty}\frac{2}{\pi}\frac{m(m^2+\alpha^2-\beta^2)}{(m^2+\alpha^2-\beta^2)^2+4\alpha^2\beta^2}\sin m\pi\xi$$

$$=\frac{\cosh\alpha\pi(2-\xi)\cdot\cosh\beta\pi\xi-\cdot\cosh\alpha\pi\xi\cdot\cos\beta\pi(2-\xi)}{\cosh 2\alpha\pi-\cos 2\beta\pi}$$

$$\alpha=\frac{\sqrt{A1+2\sqrt{B1}}}{2}\qquad\beta=\frac{\sqrt{2\sqrt{B1}-A1}}{2}$$

$$A1=\frac{\ell_2{}^2GJ\cdot D_i}{\pi^2(1-\frac{D_i}{4})EI^2\lambda}$$

$$B1=\frac{\ell_2{}^2\cdot K_0(1-\frac{D_i}{6})}{\pi^4EI(1-\frac{D_i}{4})}$$

3.　連続条件及び境界条件

$$\overline{w}_{1i}(\ell_1)=\overline{w}_{2i}(0) \tag{17}$$

$$\dot{\overline{w}}_{1i}(\ell_1)=\dot{\overline{w}}_{2i}(0) \tag{18}$$

$$\ddot{\overline{w}}_{2i}(0)=\ddot{\overline{w}}_{1i}(\ell_1) \tag{19}$$

$$\dddot{\overline{w}}_{2i}(0)=\dddot{\overline{w}}_{1i}(\ell_1) \tag{20}$$

(17), (19) は，そのまま式中において整理する。

1) 連　続　条　件

(18)　$\dot{\overline{w}}_{1i}(0_1)=\dot{\overline{w}}_{2i}(0)$ は (14) (16) を x について1回偏微分することにより次の如く示される。

$$-\frac{1}{\ell_1}\overline{w}_{1i}(0)+\frac{1}{\ell_1}\overline{w}_{2i}(0)+\left(\frac{\ell_1}{\pi\alpha}\right)^2\left\{\left(\frac{\pi a}{\ell_1}\right)\frac{\cosh\pi a}{\sinh\pi a}-\frac{1}{\ell_1}\right\}\ddot{\overline{w}}_{2i}(0)$$

$$+\frac{C}{\ell_1}F_i\cdot\Phi'(x_0,\ell_1)\cdot\overline{w}_1{}^0+C\cdot L'(\ell_1)\cdot\overline{P}_{Soil}+C\{L'(\ell_1)-L'(0)\}\cdot\overline{P}_{SU}$$

$$=-\frac{1}{2\alpha\beta}\left(\frac{\ell_2}{\pi}\right)^2\cdot P'(0)\cdot\ddot{\overline{w}}_{2i}(0)+\left\{Q'(0)+\frac{A1}{4\alpha\beta}P'(0)\right\}\cdot\overline{w}_{2i}(0) \tag{21}$$

(20)　$\dddot{\overline{w}}_{1i}(\ell_1)=\dddot{\overline{w}}_{2i}(0)$ より同様に

$$\frac{\pi a}{\ell_1}\frac{\cosh\pi a}{\sinh\pi a}\cdot\ddot{\overline{w}}_{2i}(0)+CF_i\,\Phi'''(x_0,\ell_1)\,\overline{w}_1{}^0+CL'''(\ell_1)\cdot\overline{P}_{Soil}$$

$$+C\{L'''(\ell_1)-L'''(0)\}\overline{P}_{SU}$$

$$=-\frac{1}{2\alpha\beta}\left(\frac{\ell_2}{\pi^2}\right)^2P'''(0)\cdot\ddot{\overline{w}}_{2i}(0)+\left\{Q'''(0)+\frac{A1}{4\alpha\beta}P'''(0)\right\}\cdot\overline{w}_{2i}(0) \tag{22}$$

2) 境 界 条 件

2)—1. $x=x_0$ での Tie-rod と Sheet-Pile の変位は一致することより，

$$\overline{w}_1{}^0=(1-\frac{x_0}{\ell_1})\cdot\overline{w}_{1i}(0)\frac{x_0}{\ell_1}\overline{w}_{2i}(0)$$

$$+\frac{\ell_1{}^2}{\pi^2a^2}\left(\frac{\sinh\frac{\pi a}{\ell_1}x}{\sinh\pi a}-\frac{x_0}{\ell_1}\right)\cdot\ddot{\overline{w}}_{2i}(0)$$

$$+\frac{CF_i}{\ell_1}\Phi(x_0,\ x_0)\overline{w}_1{}^0+C\cdot L(x_0)\cdot\overline{P}_{Soil}$$

$$+C\{L(x_0)-L(\ell_1-x_0)\}\overline{P}_{SU} \tag{23}$$

2)—2. $x=0$（天端）における剪断力の均り合いより，

$$\frac{EI}{4}(4-D_i)\cdot\dddot{\overline{w}}_{1i}(0)-\frac{GJ}{\lambda^2}D_i\cdot\dot{\overline{w}}_{1i}(0)=0 \tag{24}$$

よって一般式(14)を各々3回微分，1回微分（x軸方向）して$x=0$とおいて(24)に代入，

$$\therefore\ \ EI(1-\frac{D_i}{\ell_1})\Big[\frac{\pi a}{\ell_1}\frac{1}{\sinh\pi a}\ddot{\overline{w}}_{2i}(0)+\frac{C}{\ell_1}F_i\cdot\Phi'''(x_0,0)\cdot\overline{w}_1{}^0$$

$$+CL'''(0)\cdot\overline{P}_{Soil}+C\cdot+\{L'''(0)-L'''(\ell_1)\}\overline{P}_{SU}\Big]$$

$$-\frac{GJ}{\lambda^2}D_i\Big[-\frac{1}{\ell_1}\overline{w_i}(0)+\frac{1}{\ell_1}\overline{w}_{2i}(0)+\left(\frac{\ell_1}{\pi a}\right)^2\left(\frac{\pi a}{\ell_1}\frac{1}{\sinh\pi a}-\frac{1}{\ell_1}\right)\ddot{\overline{w}}_{2i}(0)$$

$$+\frac{C}{\ell_1}F_i\Phi'(x,\ 0)\cdot\overline{w}^0{}_1+CL'(0)\overline{P}_{Soil}+C\{L'(0)-L'''(\ell_1)\}\overline{P}_{SU}\Big]=0 \tag{25}$$

よって，(21)(22)(23)(25)式より，境界値を知ることが出来る。整理して Matsix 表示をすると次の様に示し得る。

$$
\begin{bmatrix}
\dfrac{1}{\ell_1}, & -\dfrac{C}{\ell_1}F_i\cdot\Phi'(x_0,\ell),\left\{Q'(0)+\dfrac{A1}{4\alpha\beta}P'(0)\right\}-\dfrac{1}{\ell_1}, & -\dfrac{1}{2\alpha\beta}\left(\dfrac{\ell_2}{\pi}\right)^2 P'(0)-\left\{\dfrac{\ell_1}{\pi}\,\dfrac{ch\pi a}{sh\pi a}-\dfrac{\ell_1}{\pi_2\ a_2}\right\}, \\
O, & -\dfrac{C}{\ell_1}F_i\cdot\Phi'''(x_0,\ell_1),\ \left\{Q'''(0)+\dfrac{A1}{4\alpha\beta}P'''(0)\right\}, & -\dfrac{1}{2\alpha\beta}\left(\dfrac{\ell_2}{\pi}\right)^2 P'''(0)-\dfrac{\pi a}{\ell_1}\,\dfrac{\mathrm{ch}\ \pi a}{\mathrm{sh}\ \pi a}, \\
\left(1-\dfrac{x_0}{\ell}\right), & \dfrac{C}{\ell_1}F_i\ \Phi(x_0,x_0)-1,\qquad \dfrac{x_0}{\ell_1}, & \left(\dfrac{\ell_1}{\pi a}\right)^2\cdot\left(\dfrac{\sinh\dfrac{\pi a}{\ell_1}x_0}{\sinh\ \pi a}-\dfrac{x_0}{\ell_1}\right), \\
\dfrac{GJ}{\ell_1\lambda^2}D_i, & \dfrac{EI}{4}(4-D_i)\dfrac{CF_i}{\ell_1}\Phi'''(x_0,0)\quad -\dfrac{GJ}{\lambda^2\ell_1}D_i, \\ & -\dfrac{GJ}{\lambda^2}D_i\dfrac{CF_i}{\ell_2}\Phi'(x_0,0), & \left(1-\dfrac{D_i}{4}\right)\dfrac{EI}{\ell_1}\,\dfrac{\pi a}{\mathrm{sh}\pi a}-\dfrac{GJ}{\lambda_2}D_i\left(\dfrac{\ell_1}{\pi a}\right)^2 \\ & & x\left\{\dfrac{\pi a}{\ell_1}\,\dfrac{1}{\mathrm{sh}\pi a}-\dfrac{1}{\ell_1}\right\},
\end{bmatrix}
\times
\begin{bmatrix}
\overline{w}_{1i}(0) \\ \overline{w}_1{}^0 \\ \overline{w}_{2i}(0) \\ \ddot{\overline{w}}_{2i}(0)
\end{bmatrix}
=
\begin{bmatrix}
CL'(\ell_1)\cdot\overline{P}_{Soil} + C\left\{L'(\ell_1)-L'(0)\right\}\overline{P}_{SU} \\
CL'''(\ell_1)\cdot\overline{P}_{Soil} + C\left\{L'''(\ell_1)-L'''(0)\right\}\overline{P}_{SU} \\
-CL(x_0)\overline{P}_{Soil} - C\left\{L(x_0)-L(\ell_1-x)\right\}\times\overline{P}_{SU} \\
-EI(1-\dfrac{D_i}{4})CL'''(0)\overline{P}_{Soil} + \dfrac{GJ}{\lambda_2}D_iCL'(0)\overline{P}_{Soil} - EI(1-\dfrac{D_i}{4})C\left\{L'''(0)L'''(\ell_1)\right\}\cdot\overline{P}_{SU} + \dfrac{GJ}{\lambda_2}D_iC\left\{L'(0)-L'(\ell_1)\right\}\cdot\overline{P}_{SU}
\end{bmatrix}
\qquad (26)
$$

故に前式(26)より境界値を求め，次に示す。Fourier-Sine 定和分逆変換を施こすことにより変位を知る。

$$w_{1r}(x)=\frac{2}{n}\sum_{i=1}^{n-1}\overline{w_{1i}}(x)\cdot\sin\frac{i\pi}{n}r \tag{27}$$

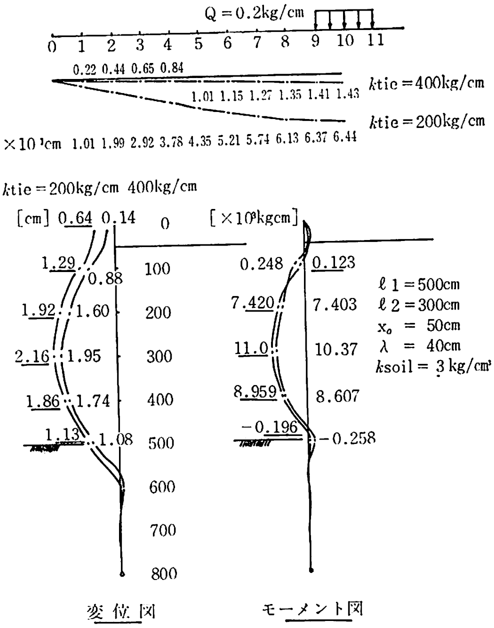
$$w_{2r}(x)=\frac{2}{n}\sum_{i=1}^{n-1}\overline{w_{2i}}(x)\cdot\sin\frac{i\pi}{n}r \tag{28}$$

4. 数値計算例

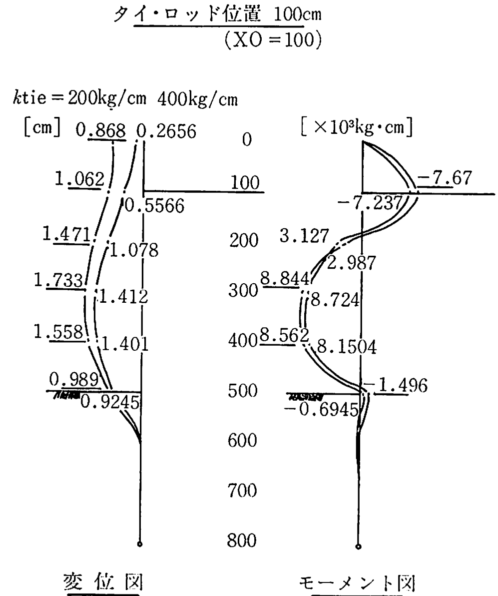
今，例として　$\ell_1=500$cm　$k=40$cm　$k=3.0$kg/cm
$\ell_2=$ 3cm　$t=$ 3cm　$Q=0.2$kg/cm
の場合の変位図，モーメント図を(図—3，図—4，図—5)に示す。

又，$\ell_1=10$m (1,000cm) の場合の部分荷重の範囲を各々，$P_1=6\sim P_2=14$, $P_1=8\sim P_2=12$, $P_1=9\sim P_2=11$の場合の変位図を(図—3と図—6)に及びタイロッド位置x_0を天端より 50cm，100cm，150cm，200cm に置いた場合の 100cm 点の変位図を，タイ・ロッドのバネ定数とした k Tie が 200kg/cm と 400kg/cm について図—7に示した。計算はフローチャート図—2に従って行なわれる。

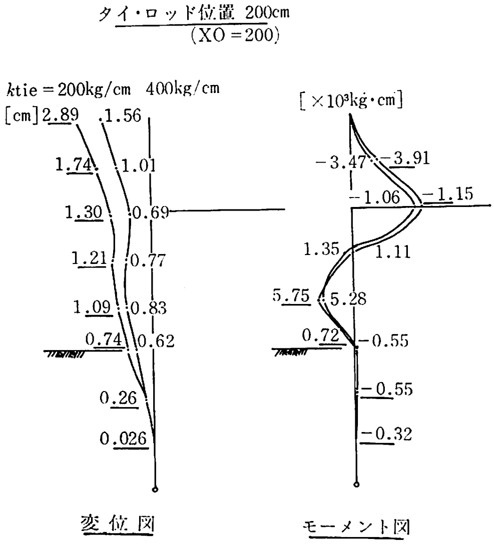
尚，数値計算は苫高専 HITAC 8250，及び北大 FACOM 230—75 の各電子計算機を利用した。



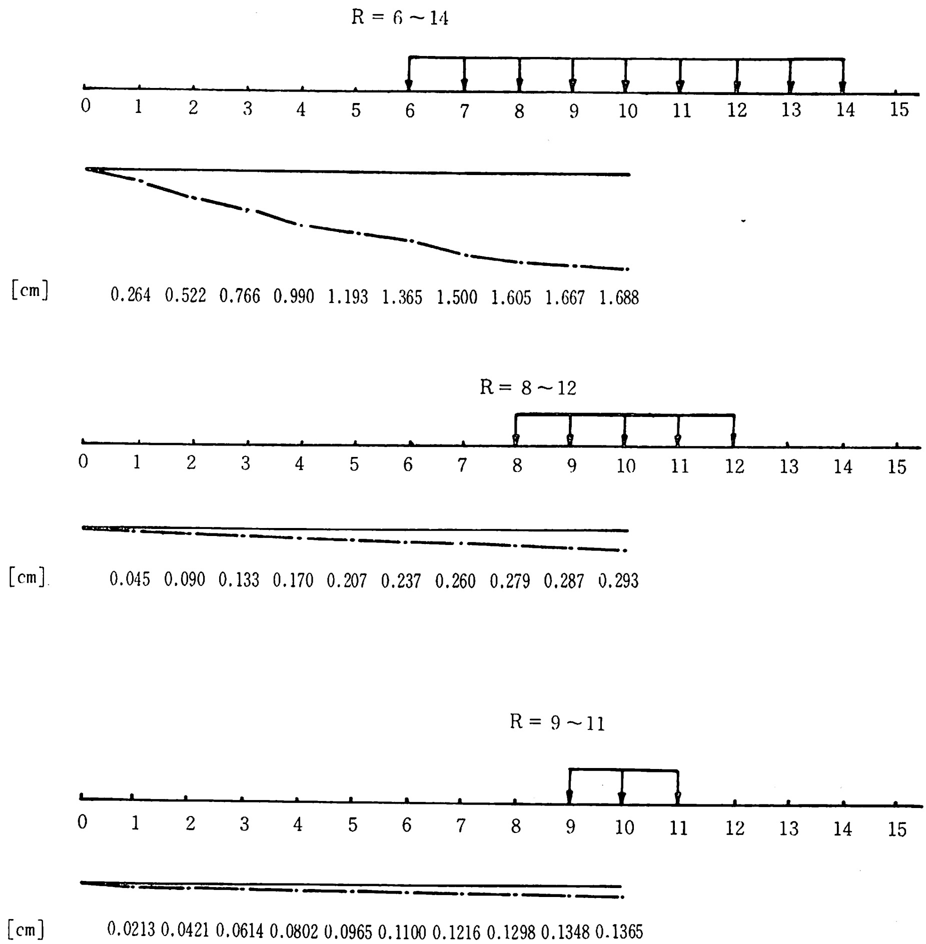
図—4



図—3



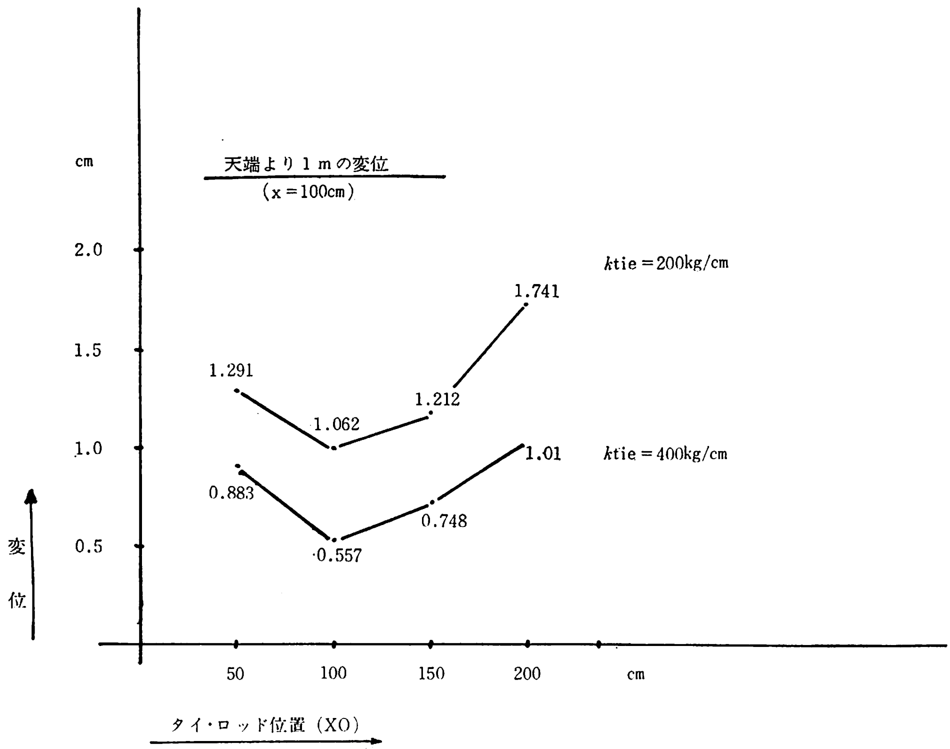
図—5



ℓ 1 = 10m　　　タイ・ロッド位置　50cm
ℓ 2 = 3m　　　(XO = 50)

変位図 at 天端

図—6



図—7

*参 考 文 献

1) S. G. Nōmachi : A note on Finite Founer Transforms Concering Finite Integration
(The Transcript fron the Memories of the Muroran Institnte of Technology Vol5 No.2)

2) S. G. Nōmachi and K. G. Matsuoka : Some Formulas Derived from Finite Integration
(The Transcript from the Memories of the Muroran Instilute of Technology Vol. No. 3

3) 能町・松岡・沢田：タイ・ロッドを有する矢板の応力解析について
（土木学会　第29回年次学術講演会概要集Ｉ—11）

4) 能町・沢田：軸方向にヒンヂで結合されたタイ・ロッドを有する矢板の応力解析について
（土木学会北海道支部　論文報告集第31号　昭和49年度）

5) 能町・沢田：矢板構造物の ISurcharge 荷重分担について
（土木学会　第30回年次学術講演会概要集Ｉ—96）

（昭和50年11月29日受理）