

軸対称荷重を受けるセル型杭基礎構造 の実験的研究について

澤 田 知 之*

能 町 純 雄**

On Experimental Study in Pile well Foundation made up Cell-from structure
which is loaded axial Symmetry pressure around.

Tomoyuki SAWADA

Sumio.G. NOMACHI

要 旨

本研究は、水圧等の軸対称荷重が作用する場合の軸方向にヒンデ結合された鋼管矢板井筒基礎構造における継手の評価をモデル化して実験を行なったものである。

Synopsis

In this study, We try to value for joints in Steel Pile Well-Foundation connected Hinged longwise each another in agreement with making some experiments. And so, it is taken up acrylite Cylindrical bar elements being laded axial symmetry hydraulic pressure around.

I. ま え が き

大規模構造物が増加している現在、軟弱地盤上に構築する場合の基礎構造として鋼管矢板井筒基礎が比較的多く使用されてきている。この基礎は、鋼管矢板を継手で連結しながら円形等の閉鎖形状に打ち込み、継手部をモルタル等で処理を行ない各矢板にある程度の一体性を持たせた基礎であり、この形式の持つ構造特性は、ケーソン基礎と杭基礎の中間的な力学特性を有する構造といえる。

これまでに 50 基以上が橋梁基礎として施工されたが、明確な基準が確立されているとは言い難い。今日の設計指針においては、鋼管矢板井筒を一体性のものと考え、各矢板の一体効果すなわち合成効率を用いて設計している。合成効率は、各種模型実験と実物実験を指針で定めた設計法と地盤反力係数の推定法をもとに解析した結果に安全

率を考慮し、矢板式基礎が確保し得る最小限の値を暫定的に示された値で断面 2 次モーメントを換算して示される。本解析はこの概念と変えて、互いに隣接する杭の継手に一種のバネ定数を考えて、個々の杭が受け持つ力及び個々の杭要素をその継手による力の伝達を含めて評価を行なおうとするもので、有限 Fourier 変換、Fourier 定和分変換を行って誘導された基本微分差分方程式を処理する収束性の速い簡単な解を知り得る解析法である。今回の報告は、周辺から水圧等の軸対称荷重が作用する時の理論解析と実験値の比較検討で Ring-Beam で補強する効果も含めて行なったものである。又、軸方向にヒンデ結合されていると仮定した場合である。すなわち、軸方向の剪断力やずれは考慮されていない場合で、施工時においては、継手処理のまだ完全に効果の表われない最も危険時の解析と言える。

尚、軸方向の断面力を考慮した場合には、次の機会に発表する予定である。

* 助教授 苫小牧工業高等専門学校土木工学科

** 教授 北海道大学工学部土木工学科

II. 理論解析

前回の報告に概に解析の詳細を述べているので
今回は、実験に合わせた解析概要を簡単に述べ図
- 1 にその断面図を示す。

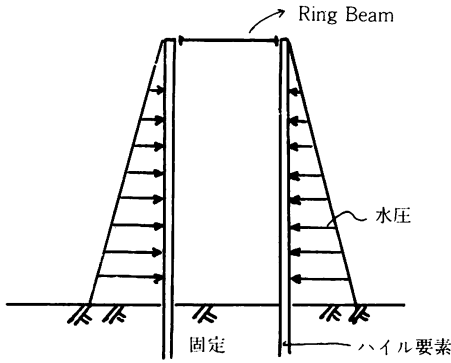


図-1 本解析構造断面のモデル図

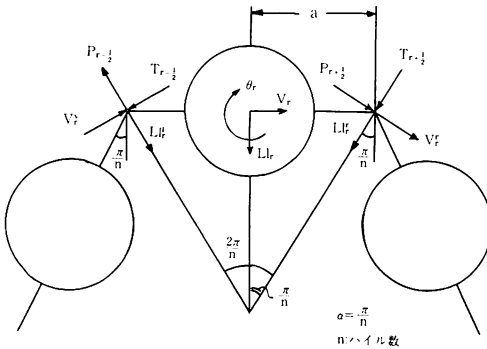


図-2 要素図

【変位の関係】 図-2 より

$$U_r^t = (U_r + \theta_r \cdot a) \cos \alpha - V_r \sin \alpha \quad (1)$$

$$U_r^b = (U_r + \theta_r \cdot a) \cos \alpha + V_r \sin \alpha \quad (2)$$

$$V_r^t = (U_r + \theta_r \cdot a) \sin \alpha + V_r \cos \alpha \quad (3)$$

$$V_r^b = -(U_r - \theta_r \cdot a) \sin \alpha + V_r \cos \alpha \quad (4)$$

【節点力と節点変位の関係】

$$P_{r+\frac{1}{2}} = K_N (U_{r+1}^t - U_r^t) \quad (5)'$$

$$T_{r+\frac{1}{2}} = K_T (V_{r+1}^t - V_r^t) \quad (6)'$$

$K_N, K_T \rightarrow \text{joint係数}$

(1)~(4)と(5)'(6)'より

$$P_{r+\frac{1}{2}} = K_N \{ (U_{r+1} - U_r) - (\theta_{r+1} + \theta_r) a \} \cos \alpha + (V_{r+1} + V_r) \sin \alpha \quad (5)$$

$$T_{r+\frac{1}{2}} = K_T \{ (U_{r+1} + U_r) + (\theta_{r+1} - \theta_r) a \} \sin \alpha + (V_{r+1} - V_r) \cos \alpha \quad (6)$$

【力のつり合い式】

$$EI \cdot \ddot{U}_r + K_D \cdot U_r = N_r + (P_{r+\frac{1}{2}} - P_{r-\frac{1}{2}}) \cos \alpha + (T_{r+\frac{1}{2}} + T_{r-\frac{1}{2}}) \sin \alpha \quad (7)$$

$$EI \cdot \ddot{V}_r + K_D \cdot V_r = T_r + (-P_{r+\frac{1}{2}} - P_{r-\frac{1}{2}}) \sin \alpha + (T_{r+\frac{1}{2}} - T_{r-\frac{1}{2}}) \cos \alpha \quad (8)$$

$$GJ \cdot \ddot{\theta}_r = M_r + (P_{r+\frac{1}{2}} + P_{r-\frac{1}{2}}) a \cos \alpha + (T_{r+\frac{1}{2}} - T_{r-\frac{1}{2}}) a \sin \alpha \quad (9)$$

よって(7)~(9)の関係に(5)~(6)を代入すると

$$EI \cdot \ddot{U}_r + K_D \cdot U_r = N_r + K_N \cdot \Delta (\Delta U_{r-1} \cos^2 \alpha - \nabla \theta_{r-1} a \cos^2 \alpha + \nabla V_{r-1} \sin \alpha \cos \alpha) + K_T \cdot \nabla (-\nabla U_{r-1} \sin^2 \alpha + \nabla \theta_{r-1} a \sin^2 \alpha + \Delta V_{r-1} \sin \alpha \cos \alpha) \quad (10)$$

$$EI \cdot \ddot{V}_r + K_D \cdot V_r = T_r - K_N \cdot \nabla (\Delta U_{r-1} \sin \alpha \cos \alpha - \Delta \theta_{r-1} a \sin \alpha \cos \alpha + \Delta V_{r-1} \sin^2 \alpha) + K_T \cdot \Delta (-\nabla U_{r-1} \sin \alpha \cos \alpha + \theta_{r-1} a \sin \alpha \cos \alpha + \Delta V_{r-1} \cos^2 \alpha) \quad (11)$$

$$GJ \cdot \ddot{\theta}_r = M_r + K_N \cdot \nabla (\Delta U_{r-1} a \cos^2 \alpha - \nabla \theta_{r-1} a^2 \cos^2 \alpha + \nabla V_{r-1} a \sin \alpha \cos \alpha) + K_T \cdot \Delta (-\nabla U_{r-1} a \sin^2 \alpha + \Delta \theta_{r-1} a^2 \sin^2 \alpha + \Delta V_{r-1} a \sin \alpha \cos \alpha) \quad (12)$$

今、周辺に半径方向に一樣な土圧(外力 $\sqrt{r}$)が
作用する場合

$$U_{r+1} = U_r = U_{r-1} = U(x)$$

$$\theta_r = 0 \quad V_r = 0$$

よって、基本微分方程式は(10)のみで表わされ次の
如く示される。

$$EI \cdot \ddot{U}(x) + K_D \cdot U(x) + 4K_T \sin^2 \alpha U(x) = N_r \quad (13)$$

(13)において $\beta^4 = \frac{4K_T \sin^2 \alpha + K_D}{EI}$ とおき、有

限 Fourier-sine 変換を施す。

逆変換を施こして整理すると

$$U(x) = Q(1-\xi) \cdot U(l) - \left(\frac{l}{\pi \lambda} \right)^2 P(\xi) \cdot U(o) - \left(\frac{l}{\pi \lambda} \right)^2 P(1-\xi) \cdot \dot{U}(l) - \left(\frac{l}{\pi \lambda} \right)^2 P(\xi) \cdot \dot{U}(o) + \frac{2}{l} \sum_{m=1}^{\infty} \left(\frac{l}{\pi} \right)^4 \frac{1}{EI} \cdot \frac{\tilde{N}_r}{m^4 + \lambda^4} \sin m\pi \xi \quad (14)$$

付 1

$$\xi = \frac{x}{l}$$

$$P(\xi) = \frac{\pi}{2\lambda^2} \cdot \frac{1}{C} \left\{ \sin h \frac{\pi\lambda}{\sqrt{2}} (2-\xi) \sin \frac{\pi\lambda}{\sqrt{2}} \xi - \sin \frac{\pi\lambda}{\sqrt{2}} (2-\xi) \sin h \frac{\pi\lambda}{\sqrt{2}} \xi \right\}$$

$$C = \cos h \sqrt{2} \pi \lambda - \cos \sqrt{2} \pi \lambda$$

$$Q(\xi) = \frac{\pi}{2} \cdot \frac{1}{C} \left\{ \cos h \frac{\pi\lambda}{\sqrt{2}} (2-\xi) \cdot \cos \frac{\pi\lambda}{\sqrt{2}} \xi - \cos \frac{\pi\lambda}{\sqrt{2}} (2-\xi) \cdot \cos h \frac{\pi\lambda}{\sqrt{2}} \xi \right\}$$

$$\Phi(\xi) = \frac{1}{C} \left\{ \cos h \frac{\pi\lambda}{\sqrt{2}} (1+\xi) \cdot \cos \frac{\pi\lambda}{\sqrt{2}} (1-\xi) - \cos \frac{\pi\lambda}{\sqrt{2}} (1+\xi) \cos h \frac{\pi\lambda}{\sqrt{2}} (1-\xi) \right\}$$

付 2

荷重項

$$\begin{aligned} & \frac{2}{l} \sum_{m=1}^{\infty} \left(\frac{l}{\pi} \right)^4 \frac{1}{EI} \frac{\tilde{N}_r}{m^4 + \lambda^4} \sin m\pi\xi \\ &= \frac{1}{\pi} \frac{1}{EI} \left(\frac{l}{\pi} \right)^2 \sum_{m=1}^{\infty} \frac{q_0 - q_l(-1)^m}{m(m^4 + \lambda^4)} \sin m\pi\xi \\ &= \frac{2}{\pi} \frac{1}{EI} \left(\frac{l}{\pi} \right)^4 \sum_{m=1}^{\infty} \frac{1}{\lambda^4} \left\{ \frac{1}{m} - \frac{m^3}{m^4 + \lambda^4} \right\} \\ & \quad \left\{ q_0 - q_l(-1)^m \right\} \sin m\pi\xi \\ &= \frac{1}{EI} \left(\frac{l}{EI} \right)^4 \left[\left\{ (1-\xi) - Q(\xi) \right\} q_0 + \left\{ \xi - Q(1-\xi) \right\} q_e \right] \\ &= \frac{1}{EI\beta^4} \left[\left\{ (1-\xi) - Q(\xi) \right\} q_0 + \left\{ \xi - Q(1-\xi) \right\} q_l \right] \end{aligned}$$

【境界条件】

$x = l$ 端で固定, $x = 0$ 端で自由とし, 荷重は水圧が周辺より作用し, 天端 ($x = 0$) に Ring-Beam の入った時を考える。

$$U(l) = 0 \quad U(0) = 0 \text{ であるから}$$

水圧では $q_0 = 0$ である。

$$U(x) = Q(\xi) \cdot U_0 - \left(\frac{l}{\pi\lambda} \right)^2 \Phi(\xi) \cdot U_l + \frac{1}{4K_r \sin^2 \alpha} \left\{ \xi - \Phi(\xi) \right\} q_e \quad (15)$$

天端での剪断力の均り合いより

$$-\ddot{U}(0) - \frac{K_R}{EI} U(0) = 0 \quad (16)$$

K_R : Ring-Beam の定数

固定端でたわみ角が無いことより

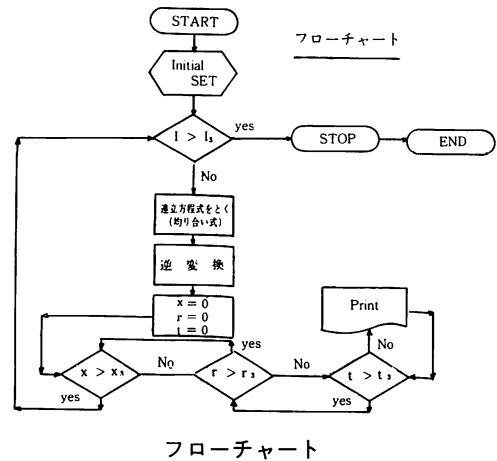
$$\dot{U}(l) = 0 \quad (17)$$

(16)(17)を(15)により整理して書く

$$-\left\{ \ddot{Q}(0) + \frac{K_R}{EI} \right\} U(0) + \left(\frac{l}{\pi\lambda} \right)^2 \ddot{\Phi}(0) \cdot \dot{U}(l) = -\frac{1}{4K_r \sin^2 \alpha} \left\{ -\ddot{\Phi}(0) \right\} \cdot q_e \quad (18)$$

$$Q(l) \cdot U(0) - \left(\frac{l}{\pi\lambda} \right)^2 \dot{\Phi}(l) \cdot \dot{U}(l) = \frac{1}{4K_r \sin^2 \alpha} \left\{ \frac{1}{l} - \dot{\Phi}(l) \right\} \cdot q_e \quad (19)$$

(18)(19)より境界値を知り, 求める断面力を知り得る。尚, 数値計算におけるフローチャートを次に示す。



III. 実験

【実験要旨】

本研究の理論解析の妥当性を裏づけるために実験を行なった。理論で仮定した境界条件を満足するような供試体作製を行ない理論計算と比較検討したものである。

【実験模型】

図-3の様な模型を作り実験を行なった。図中①がアクリル樹脂パイプ②がパイルを固定させるためのセメント部分, 斜線部③がベニヤ板の型枠

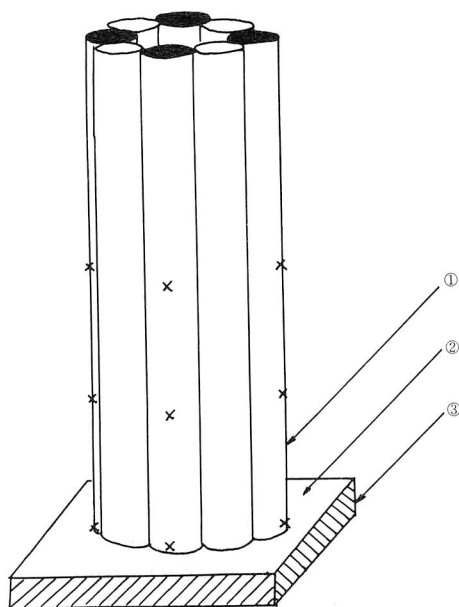


図-3 実験模型図

である。

黒くポイントされた部分が $\phi 90$ mm, 8本の実験時の Strain-Gage を貼ったパイプを示し、一番下の×印が固定部分で水深が90 cmになる点、次の×印が固定部分から25 cmの所で水深が65 cmになる点、一番上の×印が固定部分から50 cmの所で水深が40 cmとなる位置であり、gage 貼付位置である。又、パイプ内側にも固定部分と固定部分から50 cmの所に各々 Gage を付けた。

$\phi 40$ mm, 8本の実験も同様に4本のパイプ(互いに対称位置を成す2対のパイプ)に Gage をつけた訳であるが、最大曲げモーメントを生ずであろう固定部分に外側と内側合わせて8枚の Gage をとり付けて行なった。

【実験概要】

実験は3種類、3回を消化した。

- ▶ 第1は $\phi 90$ mm, 8本で Ring-Beam で補強されていない場合で、前模型図そのものの形である。加えて、当初の計画では、joint 係数 $KT = 0$ の場合というものであったが、これは、模型作成が難しく、パイプとパイプが接触しているというだけのものであるから、内側に水が侵入するため、防水用としてパイプとパイプの接触部にパテをつけたものとし、結局 KT の入った場合の Ring-Beam 無という条件の実験となった。(写真1 参照)

- ▶ 第2は、第1の場合に Ring-Beam を取り付けて

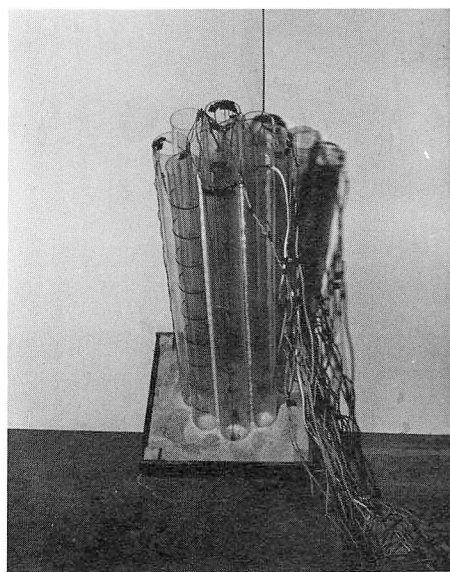


写真-1

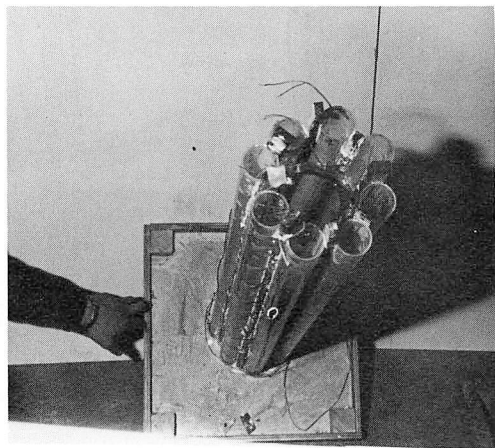


写真-2

補強した場合である。Ring-Beam は断面積 1 cm^2 のゴムでつくり、90 cm 水が入った場合の水面の位置すなわち天端に取り付けた。(写真-2 参照)

前回発表した結果等から理論的には、Ring-Beam 1本で補強する場合は、パイル中央点に取り付ける時が、その効果は最大であるという結論であったが、パイル中央に Ring-Beam を取り付けることは模型供試体作製上困難な為、変位の大きい部分であり、克つ比較的 Ring-Beam を取り付けやすい天端を選んだものである。

又、以上の2つの実験には、Ring-Beam の効果を知る為と、天端における変位より、joint 係

数 K_T を理論値から捜し、ひずみによる応力と理論値のモーメントからの応力の比較により与えられる K_T を比較検討するという意味で、パイプラインの天端部分に、第1の実験では、内、外両側、第2の実験では外側に各ダイヤル・ゲージを取りつけた。

▶第3は、 $\Phi 40$ mm, 8本 Ring-Beam 有の実験である。尚、パイプとパイプは、ゴム板により結合されており、1種のヒンデ結合状態になっているものとし、ゴムの joint 係数 K_T の入った場合の実験である。(写真3, 4参照)

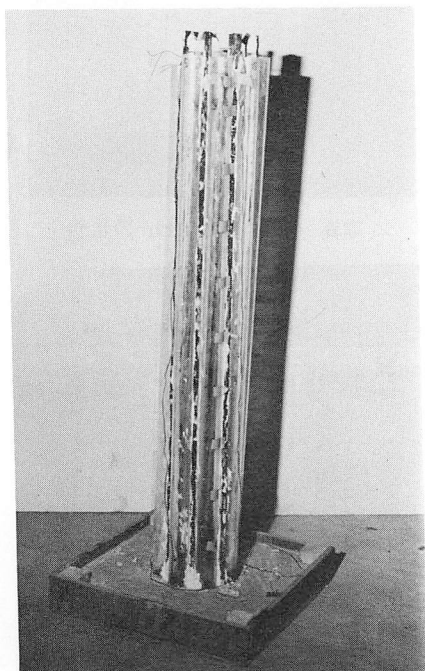


写真-3

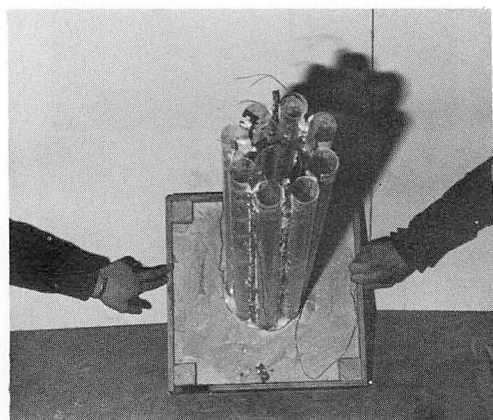


写真-4

以上の3種の実験は、共に模型を、約遠径1 mのアクリル製水槽の中に設置し水を徐々に60 cmの水深まで水槽内に入れ、水压をかけ、各10 cmの水深が増すごとに、Strain-Gage, ダイアル, ゲージの値を測定し、構造物の応力状態を知るという方向で実験を行なった。その状態を写真(5)～(10)に示す。

【実験使用機器】

▶ダイヤル・ゲージ

鐘通工業株式会社

MB-FX マグネチックベース フレック

チェッカー

▶Strain-Gage

株式会社シンコー BONDED STRAIN GAGE

TYPE : M 102 - WP

QUANTITY : 5 PCS

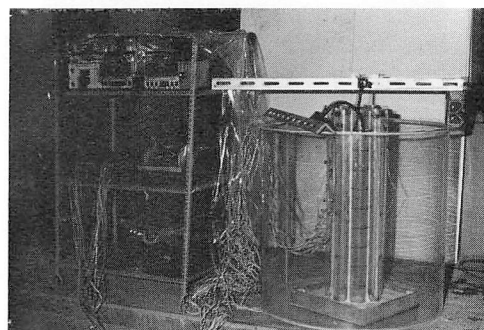


写真-5 測定器及び供試体設置図

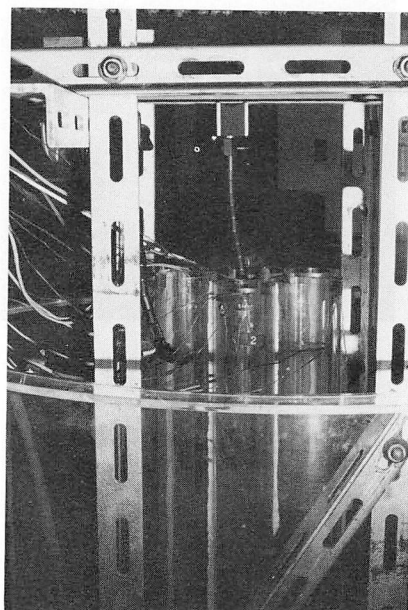


写真-6 鉄骨でアームを組んだ状態図

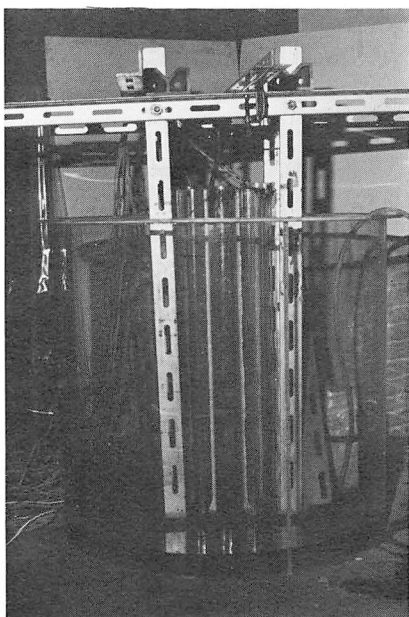


写真-7 水圧をかける直前状態

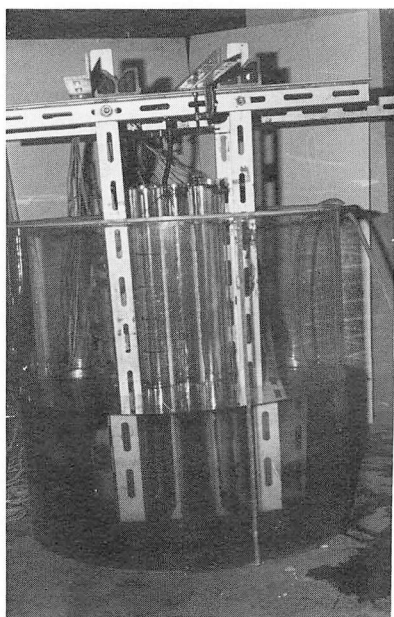


写真-9 水深 40 cm の状態

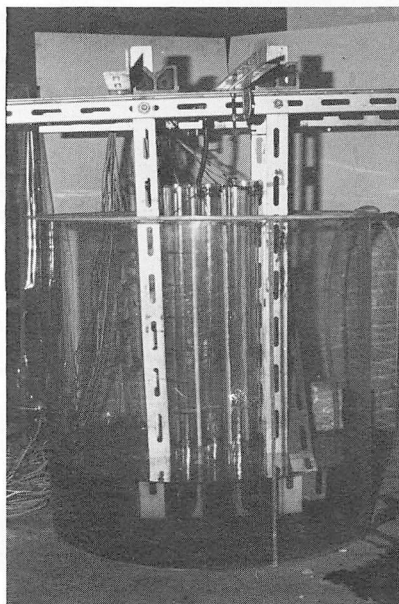


写真-8 水深 10 cm の状態

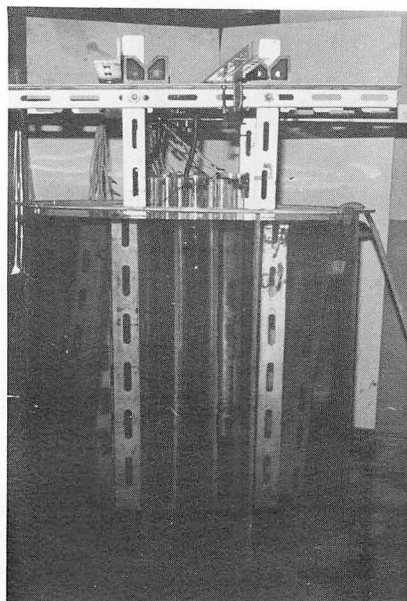


写真-10 水深 90 cm の状態

GAGE RESIST : $120\ \Omega \pm 0.3\ \%$

GAGE FACTOR : 2.14

LOT NO : 0151

▶ Strain Gage 測定器

株式会社東京測器研究所

テムエル

TDS-256 DC : AUTOMATIC STRAIN

T-24 P : DIGITAL TIMER

PC 20-02 : TAPE PERFORATOR

【STRAIN GAGE 位置】

番号 : GAGE NUMBER

▶ $\Phi 90\ \text{mm}$ 8 本 Ring-Beam 無

▶ $\Phi 90\ \text{mm}$ 8 本 Ring-Beam 有

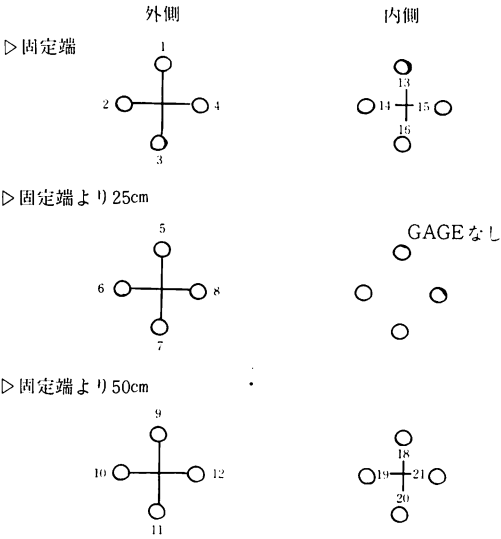


図-4

▶ $\phi 40 \text{ mm}$ 8 本 Ring-Beam 有

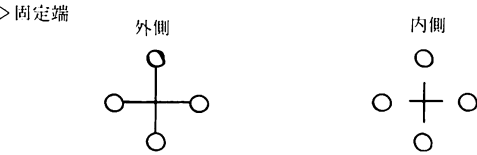


図-5

【実験結果と理論値の比較】

▶ $\phi 90 \text{ mm}$ 8 本 Ring Beam 無

固定端 (内側)

ゲージ No.	$\epsilon (\times 10^{-6})$
13	-496
14	-412
16	-768
17	-74

at x=80cm

実験値	理論値 (l=80cm)
$\epsilon = -768 \times 10^{-6}$	K_T $M = -350.400 \text{ (kg}\cdot\text{cm)}$
$\sigma = -24.58 \text{ (kg/cm}^2\text{)}$	$\sigma = -26.28 \text{ (kg/cm}^2\text{)}$
$E = 32000 \text{ (kg/cm}^2\text{)}$	K_T $M = -335.017 \text{ (kg}\cdot\text{cm)}$
$I = 58.51 \text{ (cm}^4\text{)}$	$\sigma = -25.13 \text{ (kg/cm}^2\text{)}$
$y_{\max} = 4.39 \text{ (cm)}$	K_T $M = -322.160 \text{ (kg}\cdot\text{cm)}$
$y/I = 0.075 \text{ (1/cm)}$	$\sigma = -24.16 \text{ (kg/cm}^2\text{)}$

表-1

▶ $\phi 90 \text{ mm}$ 8 本 Ring Beam 有

固定端 (内側)

ゲージ No.	$\epsilon (\times 10^6)$
13	-723
14	-744
16	-916
17	-245 ⊗
平均	-794.33

実験値	理論値 (l=80cm)
$\epsilon = -79.433 \times 10^{-6}$	K_T $M = -341.456 \text{ (kg}\cdot\text{cm)}$
$\sigma = -2.542 \text{ (kg/cm}^2\text{)}$	$\sigma = -25.61 \text{ (kg/cm}^2\text{)}$
	K_T $M = -331.102 \text{ (kg}\cdot\text{cm)}$
	$\sigma = -24.83 \text{ (kg/cm}^2\text{)}$
	K_T $M = -321.102 \text{ (kg}\cdot\text{cm)}$
	$\sigma = -24.13 \text{ (kg/cm}^2\text{)}$

表-2

▶ ϕ 40mm 8 本ゴム板 (ヒンズ) Ring Beam 有
固定端 (内側)

ゲージ No.	$\varepsilon (\times 10^{-6})$
1	—
2	-460
3	-503
4	-453
平均	-472

実験値	理論値 ($l=80\text{cm}$)	
$\varepsilon = -503 \times 10^{-6}$	K_T	$M = -42.3836 (\text{kg}\cdot\text{cm})$
$\sigma = -1.610 (\text{kg}/\text{cm}^2)$	$\frac{20}{(\text{kg}/\text{cm})}$	$\sigma = -17.12 (\text{kg}/\text{cm}^2)$
$\varepsilon = -477 \times 10^{-6}$	K_T	$M = -35.2763 (\text{kg}\cdot\text{cm})$
$\sigma = -15.10 (\text{kg}/\text{cm}^2)$	$\frac{30}{(\text{kg}/\text{cm})}$	$\sigma = -14.25 (\text{kg}/\text{cm}^2)$

$$E = 32000 (\text{kg}/\text{cm}^2)$$

$$l = 4.682 (\text{cm}^4)$$

$$y_{\max} = 1.89 (\text{cm})$$

$$y/l = 0.404 (1/\text{cm})$$

表-3

変位 (天端)

▶ ϕ 90mm 8 本 Ring Beam 無

実験値 (mm)	理論値 (mm)	
10.0	$K_T = 2.5 \text{ kg}/\text{cm}^2$	17.49
	$K_T = 3.0$	14.62
	$K_T = 3.5$	12.46
	$K_T = 4.0$	10.79
	$K_T = 4.5$	9.46
	$K_T = 5.0$	8.37
	$K_T = 5.$	7.47

表-4

▶ ϕ 90mm 8 本 Ring Beam 有

実験値 (mm)	理論値 (mm)	
0.7	$K_T = 3.5 \text{ kg}/\text{cm}^2$	1.10
	$K_T = 4.0$	0.97
	$K_T = 4.5$	0.87
	$K_T = 5.0$	0.78
	$K_T = 5.5$	0.71

IV. 結果及び考察

表-1は、第1として説明を述べた $\Phi 90 \text{ mm}$ 8 本 Ring Beam 無の場合の実験データと実験値及び理論値の比較である。

表に於いて固定端 (内側) と書いてある下に示されている表で水深 60 cm 時のひずみゲージ値を上げてある。この表の中から最大の ε を生じた No.16 のゲージの -768×10^{-6} を実験値としてその値の近傍の理論計算値を比較したものである。 $\varepsilon = -768 \times 10^{-6}$ から、 $\sigma = E \cdot \varepsilon$ より $\sigma = -24.58 \text{ kg}/\text{cm}^2$ となるがこの実験においてパイルの内側に水深 90 cm 時点で 10 cm の水が侵入した。そこで理論値は、実際にはパイル長 $l = 90 \text{ cm}$ であるが、10 cm の侵入水を考慮し $l = 80 \text{ cm}$ の場合と比較した。厳密に言うと、実験値は、水深 90 cm の値を取り、理論計算の固定点では水深 80 cm の値を取ったものを表-1に示した。この表からはパテの joint 係数 K_T が $4.0 \sim 4.5 \text{ kg}/\text{cm}^2$ の間にあるという結果を得た。

固定端より 50 cm (内側) とある表の部分は、水深 40 cm の位置のゲージ測定値が示されている。この表における最大の ε を取って計算したものが、 $\varepsilon = 141 \times 10^{-6}$ 、 $\sigma = 4.51 \text{ kg}/\text{cm}^2$ となり、前述と同様に理論値との比較により、ここでは K_T が $5.5 \sim 6.0 \text{ kg}/\text{cm}^2$ にあるという結果を得た。表の下側に示す値は、実測値 ε の平均値を取って計算した場合であり K_T は $2.5 \sim 3.0 \text{ kg}/\text{cm}^2$ の間の理論計算値と一致する。

又、この実験において天端に取り付けたダイヤルゲージの読みから変位は 10 mm であり、理論値の天端の変位 10 mm となる K_T を捜すと $K_T = 3.5 \sim 4.5 \text{ kg}/\text{cm}^2$ となることが表-4よりわかる。以上の結果を総括すること。

○ 応力の比較からパテの K_T は $2.5 \sim 6.0 \text{ kg}/\text{cm}^2$ の間である。

○ 変位の比較からパテの K_T は $3.5 \sim 4.5 \text{ kg}/\text{cm}^2$ の間である。

と言える。

次に、表-2は第2の実験として前述した $\Phi 90 \text{ mm}$ 8 本で Ring-Beam 有の場合の実験結果である。示された値より前述同様 ε の平均の -794.33×10^{-6} を取り計算し、比較すると K_T は $3.5 \sim 4.0 \text{ kg}/\text{cm}^2$ の間という結果を得る。

又、天端変位は 0.7 mm であり、この値から第1の実験の場合と同様に $K_T = 5.0 \sim 5.5 \text{ kg}/\text{cm}^2$ 程度にあるという結果を表-5より得る。

この実験の結果を総括すると

○ 応力の比較からパテの K_T は $3.5 \sim 4.0 \text{ kg/cm}^2$ の間である。

○ 変位の比較からはパテの K_T は $5.0 \sim 5.5 \text{ kg/cm}^2$ 程度である。

ということができる。

続いて表-3は第3の実験の場合のものであるが、Gage 1 の ε の値がないのは、接着不良により測定不能となった為である。実測値 ε の最大を取って計算したものが上部分に記してあり、下が平均を取った場合である。これからいずれも、ゴム板の K_T は $20 \sim 30 \text{ kg/cm}^2$ の間であるという結果を得た。

以上のことから明らかになったことを述べると、天端でダイヤルゲージによって変位を取った値は、Ring Beam 無で 10 mm 、有で 0.7 mm となり、Ring Beam の変位に対する効果が明らかになった。又 $\Phi 40 \text{ mm}$ の場合のゴム板による joint 係数 K_T は $20 \sim 30 \text{ kg/cm}^2$ 程度、 $\Phi 90 \text{ mm}$ の方のパテの K_T が $2.5 \sim 6.0 \text{ kg/cm}^2$ 程度という傾向で、ゴム板の値が大なることは、理にかなっている。加えて考えるに $\Phi 40 \text{ mm}$ のパテだけの時は $\Phi 90 \text{ mm}$ の場合の K_T より小さくなるであろうし、逆に $\Phi 90 \text{ mm}$ の場合にゴム板を用いれば、 $\Phi 40 \text{ mm}$ の場合よりもっと大なる K_T が表われたであろうと推測できる。

このことは、すでに発表した本解析法による実際例の数値解析結果⁽²⁾と同傾向を示しており、本理論解析の妥当性を示す一助と考えられる。

※ 尚、数値計算に於いては、本校電子計算機 HITAC 8250 及び北大大型電子計算機 FACOM 230-75 を使用した。

参 考 文 献

- 1) 澤田・能町：Ring Beam で補強された軸対称荷重を受ける鋼管 Well 構造の継手係数について（苫高専紀要第 13 号 1978）
- 2) 能町・澤田：継手の効率を考えた鋼管 Well 基礎の水平抵抗の理論的研究（土木学会、第 33 回年次学術講演会講演概要集 I - 99）
- 3) 能町・澤田：鋼管杭によるセル型基礎の応力解析について（第 12 回日本道路会議一般論文集）
- 4) 建設省矢板式基礎研究委員会：矢板式基礎の設計施工指針（昭 47）
- 5) 能町・澤田：リング・ビームで補強された鋼管井筒基礎の応力解析について（土木学会、北海道支部論文報告集第 33 号）

☆記

尚、本研究にあたっては、昭和 53 年度、北海道科学研究補助金を受けて行なったことを付記する。

（昭和 53 年 11 月 29 日受理）

