

北海道大学 正 員 能町純雄
苫小牧高専 正 員 〇澤田知之

1 まえがき

本論文は円形に地盤中に打ち込まれた鋼管も互いに連結させ、鋼管矢板群として一体的に外力に抵抗する機能を持った構造物の解析に関する研究である。この構造は近來、橋梁基礎のケーソンに代わるものとして用いられたり、溶鉱炉等の大型構造物の基礎として相当数の例を見ることが出来る。本構造における問題点の1つは鋼管と鋼管の継手効果であらう。従来の設計指針等では、井筒を一体のものとして考え、合成効率により継手処理の状態に応じて換算断面二次モーメントを用いて試算を行なっている。(例えば継手部をモルタル充填などで処理している時は $\beta = 0.5$ として、割増し断面二次モーメントを計算する。)

ここでは、互いに隣接する各杭要素の継手に一種のパネ定数も考えて、各杭の継手を介する伝達力

の評価を行なうことも特長

とするもので、図-1,3に示

す様な変位間の関係、及び

図-2,3に示す如くの節点

力と節点変位の関係を考える。

軸方向力を考慮しない

場合は3個、考慮する場合

は4個の連立微分方程式が導出される。これを構造物の周辺方

向にはフーリエ変換、軸方向に有限フーリエ変換

を施すことにより、未知数を容易に減少せしめ、収束の速い簡

単な解を求め得るものである。今回の報告は、2,3の実験結果

と理論計算との比較検討を中心に行なうものである。

2 解析概要

図より節点力は、継手のずれに比例すると仮定して次の如く表わすことが出来る。

$$P_{r\pm} = K_r [\{\Delta U_r(\alpha) - \nabla \Theta_r(\alpha) \cdot a\} \cos \alpha + \nabla U_r(\alpha) \cdot \sin \alpha]$$

$$T_{r\pm} = K_T [\{-\nabla U_r(\alpha) + \Delta \Theta_r(\alpha) \cdot a\} \sin \alpha + \Delta U_r(\alpha) \cdot \cos \alpha]$$

$$S_r^R = K_S [\Delta W_r(\alpha) + \nabla V_r(\alpha) \cdot a]$$

ここで Δ , ∇ は一次差分及び和分を示し $\Delta U_r(\alpha) = U_r(\alpha) - U_r(\alpha)$
 $\nabla \Theta_r(\alpha) = \Theta_r(\alpha) + \Theta_r(\alpha)$ 等である。 $\dot{V}_r(\alpha) = \frac{dV_r(\alpha)}{d\alpha}$ である。

尚、 K_R は構造の半径方向の継手係数、 K_T は接線方向、 K_S は軸方向の継手係数であり、単位は kg/cm である。

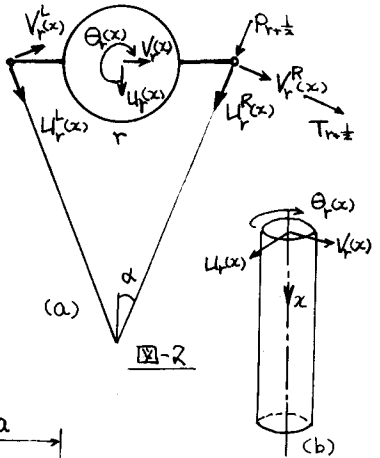


図-1

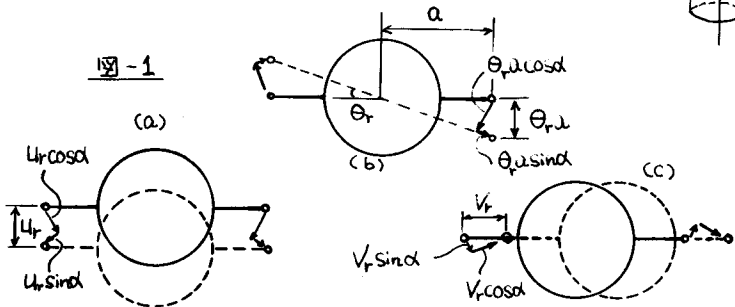
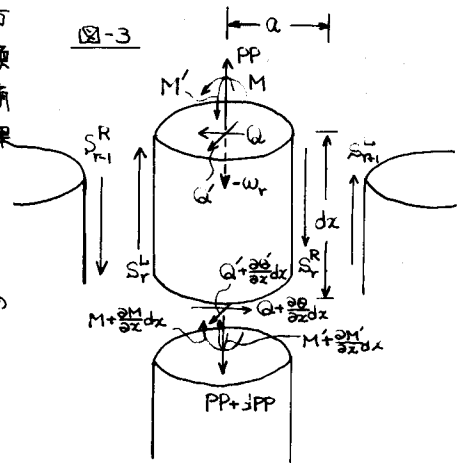


図-3



よって、構造全体としての半径方向の力の均り合い、接線方向の均り合い、捩りの均り合い及び軸方向の力の均り合いを取るための4本の連立微分方程式を得る。

$$EI \cdot \ddot{U}_r(x) + K \cdot D \cdot U_r(x) = N_r(x) + K_N [\{ \Delta^2 U_{r-1}(x) - \Delta \theta_{r-1}(x) \cdot a \} \cdot \cos \alpha + \Delta V_{r-1}(x) \cdot \sin \alpha] \cdot \cos \alpha + K_T [\{ -\nabla^2 U_{r-1}(x) + \Delta \theta_{r-1}(x) \cdot a \} \cdot \sin \alpha + \Delta U_{r-1}(x) \cdot \cos \alpha] \cdot \sin \alpha \quad (4)$$

$$EI \cdot \ddot{V}_r(x) + K \cdot D \cdot V_r(x) = T_r(x) - K_N [\{ \Delta U_{r-1}(x) - \nabla^2 \theta_{r-1}(x) \cdot a \} \cdot \cos \alpha + \nabla^2 V_{r-1}(x) \cdot \sin \alpha] \cdot \sin \alpha + K_T [\{ -\Delta U_{r-1}(x) + \Delta^2 \theta_{r-1}(x) \cdot a \} \cdot \sin \alpha + \Delta^2 V_{r-1}(x) \cdot \cos \alpha] \cdot \cos \alpha - K_S [\Delta \omega_{r-1}(x) \cdot a + \nabla^2 \ddot{V}_{r-1}(x) \cdot a^2] \quad (5)$$

$$-GJ \cdot \ddot{\theta}_r(x) = M_r(x) + K_N [\{ \Delta U_{r-1}(x) - \nabla^2 \theta_{r-1}(x) \cdot a \} \cdot \cos \alpha + \nabla^2 V_{r-1}(x) \cdot \sin \alpha] \cdot a \cos \alpha + K_T [\{ -\Delta U_{r-1}(x) + \Delta^2 \theta_{r-1}(x) \cdot a \} \cdot \sin \alpha + \Delta^2 V_{r-1}(x) \cdot \cos \alpha] \cdot a \sin \alpha \quad (6)$$

$$EA \cdot \ddot{\omega}_r(x) = P_r(x) + K_S [\Delta^2 \omega_{r-1}(x) + \Delta V_{r-1}(x) \cdot a] \quad (7)$$

故に上式に構造固定方向(r-方向)に(4)(5)をフーリエ Cosine 定和変換及び(5)(6)にはフーリエ Sine 定和変換を施し、軸方向(x-方向)には(4)(5)(6)を有限フーリエ Sine 変換(7)を有限フーリエ Cosine 変換を行なうと境界条件を考慮することにより、多元連立代数方程式を解くことに帰着する。

3 実験概要及び理論との比較

図-4に示す様な供試体をアクリル樹脂、塩化ビニールのパイプ及び鋼管で作製した。(写真参照) 各パイプは、互いに写真に示す様で継手とし、ボルトを締めることにより、継手効果が高める。荷重は水平載荷も行ない、ダイヤルゲージ、ストレインゲージによって、変位、応力を知った。境界条件は、天端(x=0)で自由端、根入れ部は固定端として行なった。図-5に塩化ビニール板の場合のゆるく継手を行なった場合(理論計算においては $K_T = K_N = K_S = 3.5 \text{ kg/cm}^2$)の実験結果と解析結果の比較を示す。この場合、理論と実験はほぼ合致する。これにより、継手効果が確かめられ、又、わずかながら、軸力の存在が認められる。その他の結果は当日発表の予定である。

《写真：塩化ビニールの供試体全体及び継手状態》

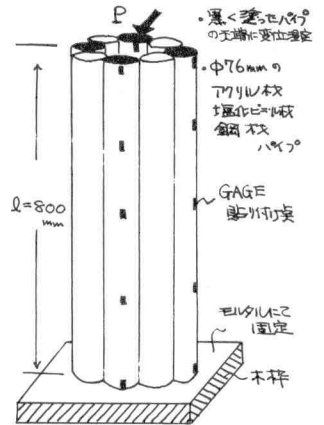


図-4 供試体全体図

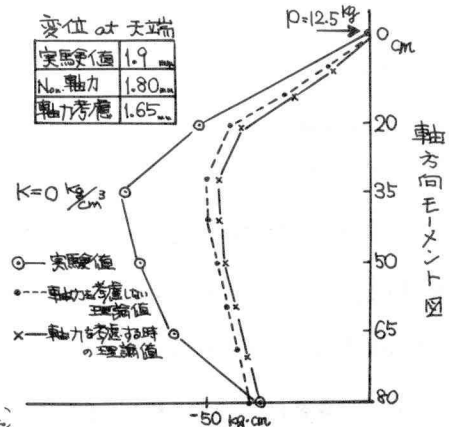


図-5 実験値と理論値の比較図

※参考文献：・「板式基礎の設計と施工指針」同前建設(板式基礎研究会)

- ・鋼管矢張り基礎の施工法は水平載荷試験(藤田, 土と基礎1973, p. 2)
- ・橋梁基礎の新工法—仮設の鋼管矢張り基礎に法—(山崎, 土木)
- ・川鉄の鋼管矢張り井筒工法(技術資料)(川鉄会誌1972 Aug.)