

工大工学部 正員 能町純雄

工見工業大学 同 大島俊之

北海道開発工科大学 同 〇佐藤 隆

1. まえおき

鋼管杭による井筒基礎等の矢板構造は最近、橋脚P字柱に多用されているが、構造や変形の複雑なため、理論的に解析されている例はあまりない。¹⁾

本論文は、文献(1)の手法を応用、改良して、実際の構造状況に近づけた解析を論ずる。

即ち、Cニミは鋼管の直径の両端に付いているものとし、杭杭頭はコンクリート基礎と一体となっており、平面保持のまま変形するものと仮定する。

基本式は、Cニミの両端のつり合いから、微分差分方程式として求め、杭の軸方向にフーリエ変換平面上で積分変換して、解く。本論文は水平力による曲げと回転による軸ひずみを考慮する。

2. 解析

1) 節点力と節点変位

$$g_{n,r+1} = \frac{S_r}{2} - T_r \quad (1), \quad g_{n+1,r} = \frac{S_r}{2} + T_r \quad (2)$$

$$T_r = \frac{GJ}{4a^2} (U_{r+1}'' - U_r'') \quad (3) \quad z \approx z_n L \quad U' = \frac{\partial U}{\partial z}$$

$$S_r = \frac{1}{2} EI (U_{r+1}'''' + U_r''') + \frac{ka}{2} (U_{r+1} + U_r) \quad (4)$$

$$P_r = EI U_{r+1}''' + ka U_{r+1} \quad (5)$$

$z \approx z_n L$ k = 地盤反力係数 (Kg/cm^3)

故に

$$g_{n,r+1} = \frac{1}{4} EI (U_{r+1}'''' + U_r''') + \frac{1}{2} ka (U_{r+1} + U_r) - \frac{GJ}{4a^2} (U_{r+1}'' - U_r'') \quad (6)$$

$$g_{n,r-1} = \frac{1}{4} EI (U_r'''' + U_{r-1}''') + \frac{1}{2} ka (U_r + U_{r-1}) + \frac{GJ}{4a^2} (U_r'' - U_{r-1}'') \quad (7)$$

$$P_{r-1} = EI U_{r-1}''' + ka U_{r-1} \quad (8)$$

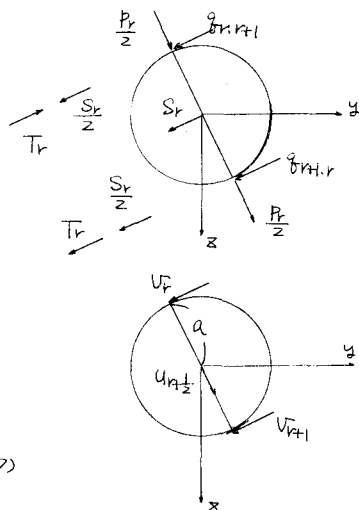


図1. 節点力と節点変位

2) 節点 $z_n a > 1/2$ の場合

$$(g_{n,r+1} + g_{n,r-1}) \cos \alpha + \frac{1}{2} (P_r - P_{r-1}) \sin \alpha = 0 \quad (9)$$

$$-(g_{n,r+1} - g_{n,r-1}) \sin \alpha + \frac{1}{2} (P_r + P_{r-1}) \cos \alpha = 0 \quad (10)$$

(5), (6), (7), (8) 式を代入して

$$U_{n+1/2}(x) = \sum_{i=1}^{n-1} U_i(x) \sin \frac{2\pi i}{n} (x + \frac{1}{2}) \quad (11)$$

$$U_r(x) = \sum_{i=1}^{n-1} U_i(x) \cos \frac{2\pi i}{n} r \quad (12)$$

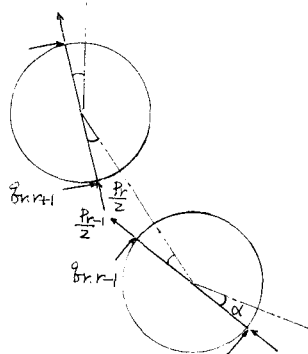


図2. 節点 $z_n a > 1/2$ の場合

とあるとき、(9), (10) 式より

$$\frac{1}{2}EI \cos \alpha (1 + \cos \frac{2\pi i}{n}) \overset{''''}{V}_i(x) + ka \cos \alpha (1 + \cos \frac{2\pi i}{n}) \overset{''}{V}_i(x) + \frac{GJ}{2a^2} \cos \alpha (1 - \cos \frac{2\pi i}{n}) \overset{'''}{V}_i(x) + \frac{1}{2}EI \sin \alpha \sin \frac{\pi i}{n} \overset{''''}{U}_i(x) + ka \sin \alpha \sin \frac{\pi i}{n} \overset{''}{U}_i(x) = 0 \quad (13)$$

$$\frac{1}{2}EI \sin \alpha \sin \frac{2\pi i}{n} \overset{''''}{V}_i(x) + ka \sin \alpha \sin \frac{2\pi i}{n} \overset{''}{V}_i(x) - \frac{GJ}{2a^2} \sin \alpha \sin \frac{2\pi i}{n} \overset{'''}{V}_i(x) + \frac{1}{2}EI \cos \alpha \cos \frac{\pi i}{n} \overset{''''}{U}_i(x) + ka \cos \alpha \cos \frac{\pi i}{n} \overset{''}{U}_i(x) = 0 \quad (14)$$

= a 2本a 式を有限フーリエ変換(x方向) L, $\overset{''}{V}_i(x)$, $\overset{''}{U}_i(x)$ により解き, フーリエ変換する。次の様に閉じる式を求める。

$$\overset{''}{U}_i(x) = - \frac{2l^7}{b_{10}\pi^8} [R_1(\xi) \overset{''}{V}_i(l) + R_1(1-\xi) \overset{''}{V}_i(0) + R_2(\xi) \overset{''}{U}_i(l) + R_2(1-\xi) \overset{''}{U}_i(0) - R_3(1-\xi) \overset{''}{V}_i(0) - R_4(1-\xi) \overset{''}{U}_i(x)] \quad (15)$$

$$\overset{''}{V}_i(x) = - \frac{2l^7}{c_{10}\pi^8} [S_1(\xi) \overset{''}{V}_i(l) + S_1(1-\xi) \overset{''}{V}_i(0) + S_2(\xi) \overset{''}{U}_i(l) + S_2(1-\xi) \overset{''}{U}_i(0) - S_3(1-\xi) \overset{''}{V}_i(0) - S_4(1-\xi) \overset{''}{U}_i(0)] \quad (16)$$

さらに, $\overset{''}{U}_i(x) = \int_0^l \overset{''}{U}_i(x) \sin \frac{m\pi x}{l} dx$, $\overset{''}{V}_i(x) = \int_0^l \overset{''}{V}_i(x) \sin \frac{m\pi x}{l} dx$, $\xi = \frac{x}{l}$, b_{10} , c_{10} はそれぞれ a 本の項 a 係数, $R_1(\xi)$, $S_1(\xi)$ などは部分分數に分けて, 級数収束しない式をすべて含みこむ。

3) 境界条件:

$x=l$ (杭先) での $\overset{''}{U}_i(l) = \overset{''}{V}_i(l) = 0$ の条件は (15), (16) 式で x を 1 度微分して得られる。 $x=0$ (杭頭) での剪断力 τ は自由は水平力 H 各杭に等しく作用するから, $\tau = H$ である。

$$\frac{1}{2}EI \cos \alpha (1 + \cos \frac{2\pi i}{n}) \overset{''''}{V}_i(0) + \frac{GJ}{2a^2} \cos \alpha (1 - \cos \frac{2\pi i}{n}) \overset{'''}{V}_i(0) + \frac{1}{2}EI \sin \alpha \sin \frac{\pi i}{n} \overset{''''}{U}_i(0) = C_i[\bar{\tau}] \quad (17)$$

$$\frac{1}{2}EI \sin \alpha \sin \frac{2\pi i}{n} \overset{''''}{V}_i(0) - \frac{GJ}{2a^2} \sin \alpha \sin \frac{2\pi i}{n} \overset{'''}{V}_i(0) + \frac{1}{2}EI \cos \alpha \cos \frac{\pi i}{n} \overset{''''}{U}_i(0) = S_i[\bar{P}] \quad (18)$$

さらに $C_i[\bar{\tau}]$, $S_i[\bar{P}]$ は水平力 H の成分を交換して得る。

杭頭 a H 方向の回転を θ とする。

$$\theta = \frac{-\sum_r H_r^*(n+\frac{1}{2}) \sin \frac{2\pi r}{n} (n+\frac{1}{2}) - \frac{1}{2} \sum_r [H_r^*(n,0) + H_r^*(n,\pi)] \cos \frac{2\pi r}{n}}{\sum_r A_r^*(n+\frac{1}{2}) \sin \frac{2\pi r}{n} (n+\frac{1}{2}) + \frac{1}{2} \sum_r [A_r^*(n,0) + A_r^*(n,\pi)] \cos \frac{2\pi r}{n} + A_r^* \sum_r \sin \frac{2\pi r}{n} (n+\frac{1}{2})} \quad (19)$$

さらに, H_r^* , H_r^* は H の成分に関する値。

A_r^* , A_r^* は境界値を求める式 a θ の係数, $A_r^* = \frac{4\pi}{r\pi}$ 。

r: 鋼管厚, n: 鋼管 a 半径, l: 鋼管 a 長さ。

3. まとめ

数値計算例は図 3 の組合せ省略する。毎日発表する予定である。図 3 の説明も端折である。この当日発表しない。この種 a 構造 a 理論的解析 a 一助にならうと望む。

参考文献:

1) 能町松岡, 沢田: 鋼管パイロ基礎 a 応力解析について 工本学会北海道支部研究発表会論文集 (昭 46 年度) 第 28 号。

2) 能町松岡, 沢田: 矢板 a 側方不安定構造解析について

工本学会北海道支部研究発表会論文集 (昭 47 年度) 第 29 号

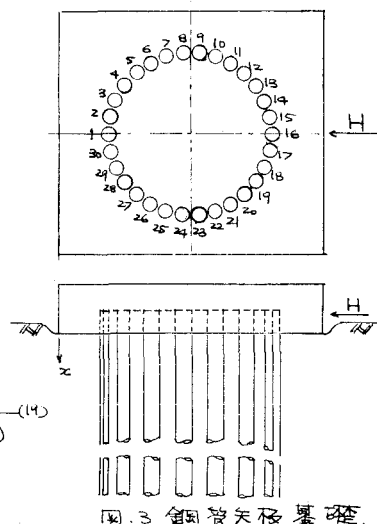


図 3 鋼管矢板基礎