

名古屋工業大学 学生員 ○森本 伸治

名古屋工業大学 正員 後藤 芳顕

名古屋工業大学 正員 松浦 聖

1. まえがき

鋼管矢板構造は、鋼管矢板を継手により互いに連結し、継手内にモルタルを充てんすることにより形成される面構造であり、鋼管矢板相互間の継手による荷重分配作用が存在する。

しかしながら、このような荷重分配作用を考慮した鋼管矢板構造の解析法としては、鋼管矢板基礎を対象とした、巨視的には構造全体を棒と^{1) 2)}考える拡張化棒理論による2,3の解析法を除き、一般的なものはほとんど検討されていないのが現状である。

ここでは、鋼管矢板構造をなるべく一般的に、しかも精度と効率良く解析することを目的として、構造ならびに基本式の板殻理論との類似性³⁾に着目した有限帯板法と等価な手法を提案する。本報告では図-1に示すような鋼管矢板を円形に連結した、いわゆる鋼管矢板基礎を対象とした構造に本手法を適用した結果について述べる。

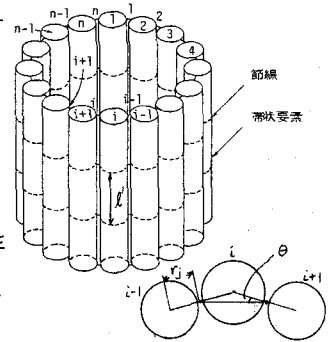


図-1 解析モデル(1)

2. 解析モデル及び解析手法

継手を含めた鋼管矢板一本を最小構成単位とし、以下のようなモデル化を行う。

- ①個々の鋼管矢板は、地盤のモデル化を含め曲げと単純ねじりを考慮した弾性基礎上のはり¹⁾と考える。②継手は継手中心に存在し、鋼管相互を長さ方向に一樣に連結する分布ばね²⁾と考える。このとき、ばねは継手自体の変形と継手部分の鋼管の局部変形を合わせて表わすものとし、表-1の方法で評価する。

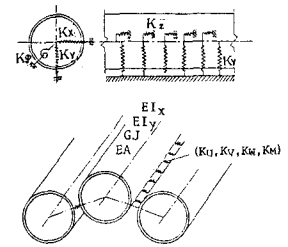


図-2 解析モデル(2)

図-1に示すような帯状要素の、トータルポテンシャルエネルギー、 $\Pi (=U-W)$ は、次のようになる。

$$U = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \int_0^l \left\{ EI_y (\ddot{u}_0^i)^2 + EI_x (\ddot{v}_0^i)^2 + EA (\dot{w}_0^i)^2 + GJ (\dot{\varphi}^i)^2 + K_x (u_0^i)^2 + K_y (v_0^i)^2 + K_z (w_0^i)^2 + K_\varphi (\varphi^i)^2 \right\} dz$$

$$+ \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \int_0^l \left\{ K_\theta \left\{ (u_0^{i-1} - u_0^i) \cos \theta - (v_0^{i-1} - v_0^i) \sin \theta \right\}^2 + K_M (\varphi^{i-1} - \varphi^i)^2 + K_\psi \left\{ (u_0^{i-1} + u_0^i) \sin \theta + (v_0^{i-1} + v_0^i) \cos \theta - r_j (\varphi^{i-1} + \varphi^i) \right\}^2 + K_w \left\{ (u_0^{i-1} - w_0^i) + r_j \cos \theta (u_0^{i-1} - u_0^i) - r_j \sin \theta (v_0^{i-1} - v_0^i) \right\}^2 \right\} dz$$

$$W = \sum_{i=1}^n \left\{ \bar{V}_x^{(i)} \cdot u_0^i + \bar{V}_x^{(i)} \cdot u_0^i + \bar{V}_y^{(i)} \cdot v_0^i + \bar{V}_y^{(i)} \cdot v_0^i + \bar{N}^{(i)} \cdot u_0^i + \bar{N}^{(i)} \cdot u_0^i + \bar{M}_x^{(i)} \cdot v_0^i + \bar{M}_x^{(i)} \cdot v_0^i + \bar{M}_y^{(i)} \cdot u_0^i + \bar{M}_y^{(i)} \cdot u_0^i + \bar{M}_z^{(i)} \cdot \varphi^i + \bar{M}_z^{(i)} \cdot \varphi^i + \int_0^l \left\{ p_x^{(i)} u_0^i + p_y^{(i)} v_0^i + p_z^{(i)} w_0^i + m_x^{(i)} u_0^i + m_y^{(i)} v_0^i + m_z^{(i)} \varphi^i \right\} dz \right\}$$

ここで、 $u_0^i, v_0^i, w_0^i, \varphi^i$ は*i*番目の鋼管矢板の変位を、 $\bar{V}_x \sim \bar{M}_z$ は節線荷重を、 $p_x \sim m_z$ は帯状要素に作用する分布荷重をそれぞれ表わす。

継手部分の変形 K1	鋼管の局部変形 K2
K_u	K_2
K_v	K_2
K_w	
K_φ	

$$\text{全ばね定数 } K = \frac{K1 \cdot K2}{K1 + K2}$$

表-1. 継手ばねの評価

図-3に示すように、荷重を対称と逆対称の荷重に分けると、それぞれの場合について各鋼管矢板の変位は、 i に関する有限三角級数で次のように表わせる。

$$\left. \begin{aligned} u_0^i &= \sum_{m=n_1}^{n_2} u_{0m} \cdot S_1 & v_0^i &= \sum_{m=n_1}^{n_2} v_{0m} \cdot S_2 \\ w_0^i &= \sum_{m=n_1}^{n_2} w_{0m} \cdot S_2 & \varphi_0^i &= \sum_{m=n_1}^{n_2} \varphi_{0m} \cdot S_1 \end{aligned} \right\} (3)$$

ここで、 S_1, S_2 は

$$\text{対称荷重: } S_1 = \sin \frac{2\pi m}{n} (i-1), S_2 = \cos \frac{2\pi m}{n} (i-1)$$

$$\text{逆対称荷重: } S_1 = \cos \frac{2\pi m}{n} (i-1), S_2 = \sin \frac{2\pi m}{n} (i-1)$$

であり、 $n_1 \sim n_2$ は鋼管矢板数に関係し、荷重形式により決まる定数である。また、通常のはりの変位関数と同様に、 u_{0m}, v_{0m} は3次、 w_{0m}, φ_{0m} は1次関数で近似する。

式(3)の変位とともに、有限三角級数展開した荷重を、

トータルポテンシャルエネルギーの式(1)(2)に代入し、この停留条件により、帯状要素の剛性方程式が求まる。このとき、三角級数の直交性により、各級数項ごとに分離された、次のような剛性方程式が得られる。

$$\{F_m\} + \{f_m\} = [K_m] \{dl_m\} \quad (4)$$

$$\{dl_m\}^T = \{u_{0m}^1, v_{0m}^1, w_{0m}^1, u_{0m}^2, v_{0m}^2, \varphi_m^1, u_{0m}^2, v_{0m}^2, w_{0m}^2, u_{0m}^2, v_{0m}^2, \varphi_m^2\} \quad (5)$$

3. 計算例

本解析法を用い、従来鋼管矢板基礎の解析に用いられている全体をはりとした設計指針のモデルと、継手の連結を無視した多柱基礎タイプのモデルの妥当性を検討してみる。

図-4,5には頂板に2種類の異なる荷重(水平力、ねじりモーメント)が作用した場合の、各モデルによる頂板の変位と鋼管矢板基礎の形状比(l/D)の関係を示している。なお、縦軸の変位は継手の連結を無視した多柱基礎モデルの値で除している。

これから、本モデルの計算値は l/D が大きくなるとはりのモデルに漸近し、逆に l/D が小さくなると多柱基礎モデルに近づくことがわかる。

参考文献 1) 矢板式基礎委員会：矢板式基礎の設計と施工指針

1972

2) 駒田, 阪原, 高尾, 倉方：円筒形鋼管矢板井筒基礎の解析

土木学会論文報告集 第316号 1981/12

3) 山川, 後藤：水平鋼管矢板構造の継手による荷重分配作用の解析

土木学会論文報告集 第301号 1980/9

4) 笹戸, 江見：矢板式基礎の構造特性に関する模型実験

橋梁と基礎 1976.5, 6

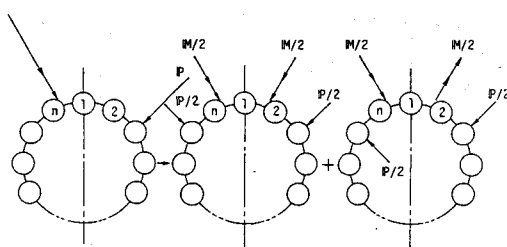


図-3 荷重モード

n	D(cm)	r(cm)	r _y (cm)	t(cm)	I(cm ⁴)	J(cm ⁴)	A(cm ²)
30	875.2	40.64	45.74	1.9	373400	746800	473.8
B(kg/cm ³)	ν	K _w (kg/cm ²)	K _v (kg/cm ²)	K _w (kg/cm ²)	K _v (kg/cm ²)	K _m (kgcm/cm/rad)	
2100000	0.3	119.9	533.5	2500.0	0.0		

地盤については考慮しない

表-2 材料定数

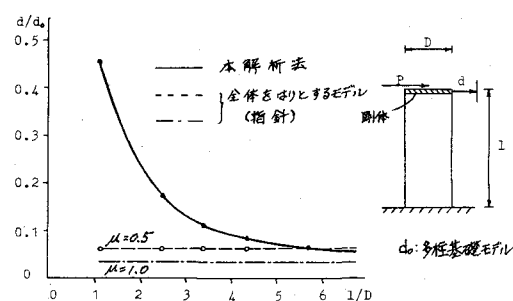


図-4 水平荷重による変形

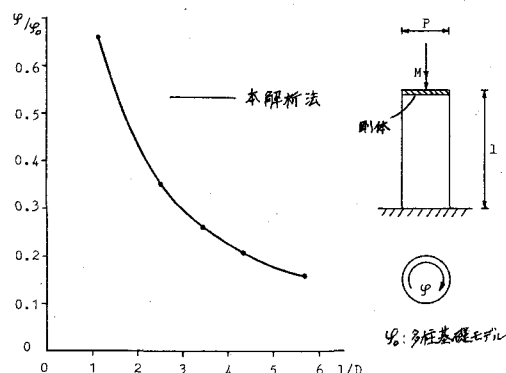


図-5 ねじりモーメントによる変形