

I-207

水平鋼管矢板斜角構造の継手による荷重分配作用の解析

名古屋工業大学	学生員	松村暢久
名古屋工業大学	正 員	後藤芳顕
住友金属工業(株)	正 員	近藤邦明
住友金属工業(株)	正 員	高瀬幸紀

【1. まえがき】 線路下横断構造物建設のための支保工として用いられる図-1に示す水平鋼管矢板構造は、従来、道路と鉄道が斜角を有して交差する場合、図-2(a)に示す直角構造で施工されていたが、図-2(b)に示す道路に平行な斜角構造を用いると鋼管矢板本数が節減でき、工期、工費の低減につながるためこのような構造の施工例が増加している。直角構造に対する鋼管矢板の継手による荷重分配作用を考慮した解析法¹⁾、設計法は既に確立されているが、大きな角度の斜角構造では直角構造と異なった力学特性を示すと考えられ、従来の解析法の適用には問題がある。本報告では、斜角構造をはじめ任意の支持条件を考慮する汎用性を持った解析法の定式化を境界要素法を用いて行ない、実験との比較により解析法の妥当性ならびに若干の斜角構造の力学特性を検討したものである。なお本解析法の特長は、鋼管矢板1本を単位として境界要素法により離散化式を導くもので、少ない自由度で精度の良い応力解析が可能となることにある。

【2. 解析法】 解析モデルは文献1)と同様、図-3, 4に示すように各鋼管矢板は弾性基礎上のはりとし、これらが継手をモデル化した分布ばね(ばね定数 K_v)で長さ方向に相互に連結されたものを用いる。図-3(a)に示す外力と継手力が作用した場合の支配方程式は

$$EI \frac{d^4 v_0^i(z)}{dz^4} = p_y^i(z) - K_y v_0^i(z) + q_y^i(z) + q_y^{i+1}(z) \quad (1.a)$$

$$GJ \frac{d^2 \phi_0^i(z)}{dz^2} = -m_z^i(z) + K_\phi \phi_0^i(z) + r_j \{q_y^i(z) - q_y^{i+1}(z)\} \quad (1.b)$$

また図-4より継手位置の変位 v_j^i , v_j^{i+1} は鋼管矢板断面中心の変位 v_0^i , ねじれ角 ϕ_0^i , 継手力 q_y^i , q_y^{i+1} 継手ばね定数 K_v を用いて次のように表わされる。

$$v_j^i(z^i) = v_0^i(z^i) - r_j \phi_0^i(z^i) + q_y^i(z^i) / 2K_j \quad (2.a)$$

$$v_j^{i+1}(z^{i+1}) = v_0^{i+1}(z^{i+1}) + r_j \phi_0^i(z^{i+1}) + q_y^{i+1}(z^{i+1}) / 2K_j \quad (2.b)$$

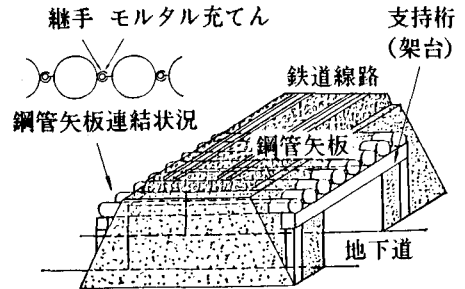


図-1 水平鋼管矢板構造概略図

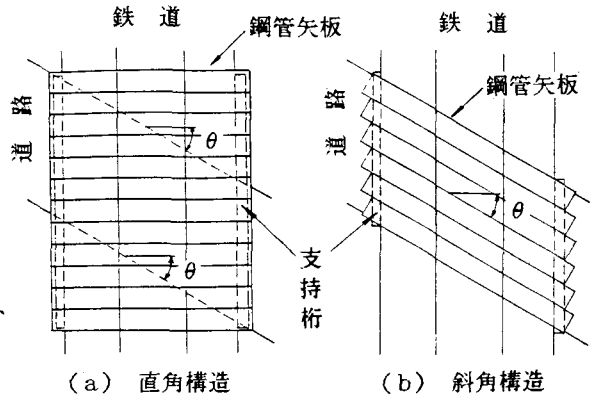


図-2 支持構造

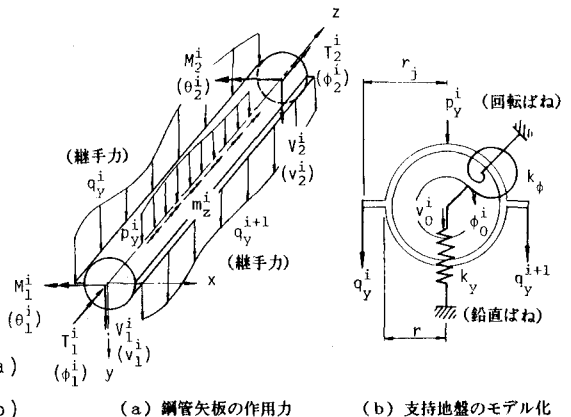


図-3 鋼管矢板の解析モデル

以上が本構造の支配方程式となる。
ここでは任意の構造を解析するため、
文献1) のような解析解が利用でき
ないので近似的な離散化手法による。
即ち、図-5, 6に示すように継手上
に n 個の節点を設け、節点区間の継
手力 q_y^i, q_y^{i+1} を2次関数で補間す
ることで誘導する。まず各節点値で
表わされた継手力を式(1)に代入し曲げとねじり問題に
関する境界要素法²⁾を用いると、鋼管矢板断面中心の変
位 $v_o^i(\eta)$, $\phi_o^i(\eta)$ が継手力の節点値の関数で表わさ
れる。さらに、この式に式(2)を用い継手節点の座標値
を代入すると1本の鋼管矢板に関する継手力の各節点値
 $\{q_{yk}^i\}$, $\{q_{yk}^{i+1}\}$, ($k=1\dots n$) と対応する位置の
継手変位 $\{v_{jk}^i\}$, $\{v_{jk}^{i+1}\}$ の関係を次のように
数値的に求めることができる。

$$\begin{Bmatrix} \{v_k^i\} \\ \{v_k^{i+1}\} \end{Bmatrix} = [A] \begin{Bmatrix} \{q_{yk}^i\} \\ \{q_{yk}^{i+1}\} \end{Bmatrix} + \begin{Bmatrix} \{f_k^i\} \\ \{f_k^{i+1}\} \end{Bmatrix} \quad (3)$$

ここに $[A]$ は係数行列、 $\{f_k^i\}$
 $\{f_k^{i+1}\}$ は分布荷重(p_y^i, m_z^i)に
起因する外力ベクトルである。最終的
な鋼管矢板1本に関する剛性方程式型
の離散化式は式(3)の両辺に逆行列を
乗ずることにより次のようになる。

$$\begin{Bmatrix} \{q_{yk}^i\} \\ \{q_{yk}^{i+1}\} \end{Bmatrix} = [A]^{-1} \begin{Bmatrix} \{v_k^i\} \\ \{v_k^{i+1}\} \end{Bmatrix} - [A]^{-1} \begin{Bmatrix} \{f_k^i\} \\ \{f_k^{i+1}\} \end{Bmatrix} \quad (4)$$

全体構造の解析は、通常の剛性マトリ
ックス法と同様、各継手力、継手変位
に関してそれぞれ平衡条件と適合条件
を考慮して行なう。

【3. 実験との比較】 図-7の斜角構
造の実験³⁾と本解析値との図-8に示
す比較からわかるように両者はほぼ一
致し、本解析法の妥当性が確認される。
なお、本解析で用いた継手の節点数は
収束性を考慮し15点とした。次に斜角構造の力学特性を調べる
ために同一スパン(4350mm)の直角構造についても解析した。
図-8, 9に示すように、斜角構造では直角構造に比べ変位およ
び緑応力は低減されるが、端部ねじりモーメントが増大するこ
とが判明した。

【参考文献】 1) 山川, 後藤; 水平鋼管矢板構造の荷重分配作
用の解析, 土木学会論文報告集, No. 301, 1980年9月; 2) 田中,
田中; 境界要素法-基礎と応用, 1982年; 3) 喜田, 飯田, 高瀬
近藤; パイプビーム斜角構造の力学性状, 土木学会第40回年
次講演会III-127, 1985年

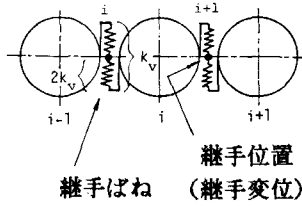


図-4 継手のモデル

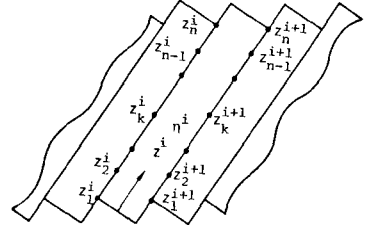


図-5 継手節点

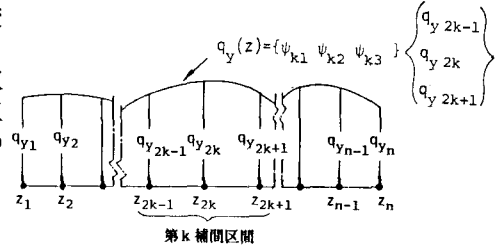
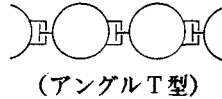


図-6 継手力の補間



継手形状

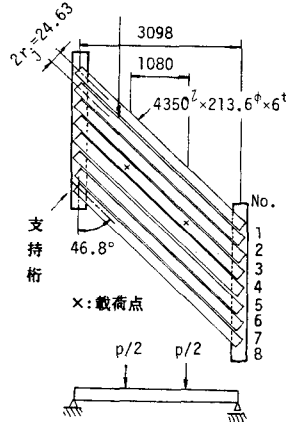


図-7 解析例

○-○	46.8°(斜角)	実験値
△-△	46.8°(斜角)	計算値
□-□	90°(直角)	計算値

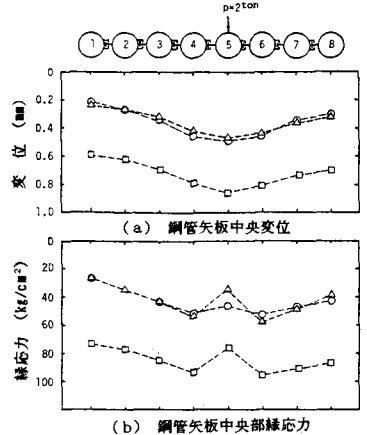


図-8 実験値と解析値の比較

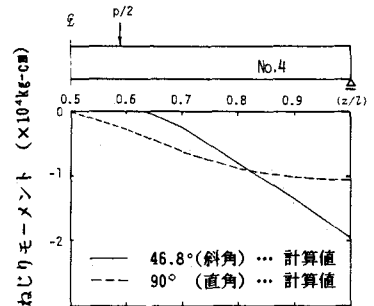


図-9 No. 4鋼管ねじりモーメント分布