

格子モデルによる鋼床版解析法

日本鋼管(株) 正員 中西延仁 高井 茂 小泉幹男
日本構造技術(株) 正員 和田忠治 中島広人

1. まえがき; 本解析は Homberg の理論を拡張し主桁および横桁とも曲げ剛性とねじり剛性を有する格子構造にモデル化した鋼床版解析法であり、縦リブと横リブの応力を統一のとれた手法で求めることが可能である。また数種の縦リブ(主桁、縦桁を含む)の混在した系あるいは変断面の横リブやバネ支桌の入力、および移動荷重(輪荷重を対象)の計算が可能である。

2. 解析方法; 本解析方法は単純梁の固有函数による直交マトリックスを利用するため横方向剛性を主桁格点を連結する曲げ剛性のみの格点横桁と、主桁格点を結ぶねじり剛性のみの格点横桁に分離した離散化格子モデルとする。これにより直交マトリックスによる座標変換を利用して、取扱うマトリックスのサイズを著しく縮小することを骨子とするものである。格点横桁より主桁へ伝達されるねじりモーメントはその主桁格点に一様分布するものとし、これによって生じる格点横桁のねじれ角はその主桁格点の部材角と一致させる。その結果、主桁 j 格点のたわみ角 θ_{ij} は

$$\theta_{ij} = (y_{ij} - y_{ij-1}) / \lambda \quad (\lambda; \text{主桁格点長})$$

となり、主桁 i のたわみ y_i 、ねじれ角 φ_i の直交マトリックス α 、たわみ角 θ_i の直交マトリックス β はそれぞれ次のようになる。

$$\alpha = \sqrt{\frac{2}{\pi}} \begin{bmatrix} \sin^{\pi/n} & \sin^{2\pi/n} & \cdots & \sin^{(n-1)\pi/n} \\ \sin^{2\pi/n} & \sin^{4\pi/n} & \cdots & \sin^{2(n-1)\pi/n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \sin^{(n-1)\pi/n} & \sin^{2(n-1)\pi/n} & \cdots & \sin^{(n-1)^2\pi/n} \end{bmatrix}, \quad \beta = \sqrt{\frac{2}{\pi}} \begin{bmatrix} \sqrt{1/2} \cos^{\pi/2n} & \cos^{2\pi/2n} & \cdots & \cos^{(n-1)\pi/2n} \\ \sqrt{1/2} \cos^{3\pi/2n} & \cos^{4\pi/2n} & \cdots & \cos^{3(n-1)\pi/2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \sqrt{1/2} \cos^{(2n-1)\pi/2n} & \cos^{2(2n-1)\pi/2n} & \cdots & \cos^{(2n-1)(n-1)\pi/2n} \end{bmatrix}$$

これらを用いて座標変換を行なうと、非連成の方程式が得られマトリックスのサイズは $2m$ (m ; 主桁本数) まで縮小することができる。

横リブの影響については $2m$ 元の連立方程式を $(n-1)$ 回解き、それらの解を重ね合わせると横リブを取りはずした系の変位～荷重関係式として次式を得る。

$$\begin{bmatrix} y \\ \varphi \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} u & v^T \\ v & w \end{bmatrix} \begin{bmatrix} P & -JY \\ -JT & \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} u \\ v \end{bmatrix} P - \begin{bmatrix} U \\ V \end{bmatrix} Z \quad \left(\begin{array}{l} \because U = [uJ \ v^T J] \\ \quad \quad V = [vJ \ wJ] \end{array} , \quad Z = \begin{bmatrix} Y \\ T \end{bmatrix} \right)$$

ここで Z は横リブによる不静定力であり、 J は本来の横リブが存在する格点の変位のみを取り出すためのマトリックスである。この横リブの格点変位 y^* 、 φ^* は上式と J より、

$$\begin{bmatrix} y^* \\ \varphi^* \end{bmatrix} = Z^* = U^T P - W Z \quad \left(\because y^* = J^T y, \varphi^* = J^T \varphi, W = \begin{bmatrix} U \\ V \end{bmatrix} \right)$$

さらに横リブについての剛性方程式 $A Z^* = Z$ を満たさなければならない。これらより Nobuhito NAKANISHI, Shigeru TAKAI, Mikio KOIZUMI, Tadaharu WADA, Hiroto NAKAJIMA

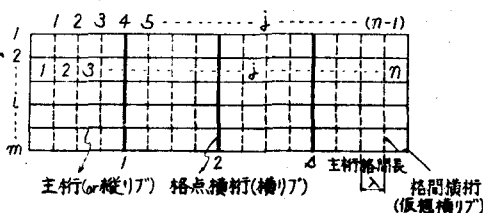


図-1 格子骨組モデル

静定力 Z は P を用いて次のように表わされる。

$$Z = DU^T P \quad (\because D = A(A+W^{-1})^{-1}W)$$

以上より横リブ付鋼床版のたわみ、ねじり角の影響値は次式のようにになる。

$$\tilde{u} = u - UDU^T$$

$$\tilde{v} = v - VDU^T$$

ここで u 、 v は横リブを取りはずした系の影響値である。

3. 解析結果と考察；本解析法は横リブ等

間隔、縦リブと横リブは直交するという

制約を受けるのみで図-2に示す任意の

鋼床版の解析が可能である。本解析は離

散化した骨組モデルを用いているのでプ

ログラム評価として先ず同様な離散化骨

組モデルの解析手法として一般的な変形

法による格子解析プログラムを用いて十

分な精度であることを確認した。

次に鋼床版の設計に広く使用されてい

るPelikan-Esslingerの方法と図-3のモ

デルと比較すると(荷重は輪荷重 $T=20$

のみ)、表-1に示すように全体的に本

解析の方が小さな値となっている。両者

の解析結果に差を生じさせる主要原因と

しては、

- 1). P.E.法は縦リブ剛性を縦リブ間に分布させた理想化モデルを用いており、本解析は縦リブ剛性を各縦リブ位置に集中した離散化モデルである。

- 2). P.E.法では縦リブのねじり剛性は低減係数を乗じて評価を落しているが、本解析では各縦リブのねじり剛性はそのまま評価している。

従って縦リブが密に入った開リブ鋼床版については両者の差が小さくなると考えられる。

今後各種の構造モデルについて比較検討を行な

い、報告の機会を持ちたいと考える。

参考文献

- 1) 山本、上野、後藤 「直交マトリックス法による直交異方性板、格子構造の解析」
第34回年次講演概要集 昭和54年10月

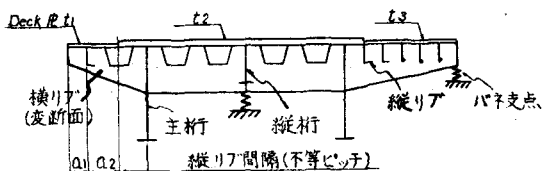
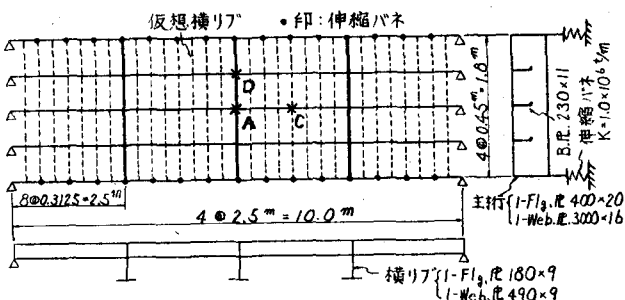
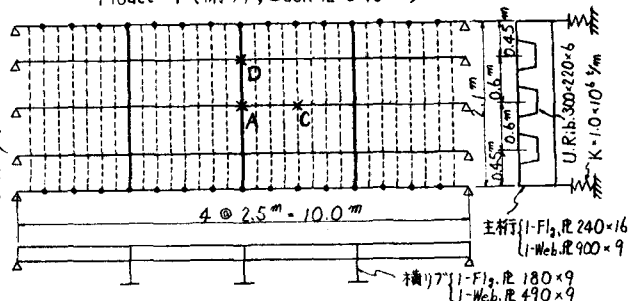


図-2 解析モデル



Model-1 (開リブ, Deck R.t=16mm)



Model-2 (開リブ, Deck R.t=12mm)

図-3 計算モデル

表-1. 横リブ、縦リブの最大、最小曲げモーメント(t.m)

	Model-1(開リブ)		Model-2(開リブ)	
	本解析	P.E.法	本解析	P.E.法
横リブ支間中央(A点)	4.840	5.050	6.127	6.819
縦リブ支間中央(C点)	3.585	4.079	4.288	5.814
縦リブ支点、上(D点)	-1.724	-2.344	-1.903	-2.966