

北海道大学 正員 芥村 仁

北海道大学 正員 藤澤 薫吉

1. まえがき

曲線桁構造のうち、箱桁や多主桁構造は一般に、水平面内に存する Kreisringplatte とその面に垂直な母線を有する Kreiszyinderschale の2種の構造要素によって構成されていると考えられる。個々の構造要素の解析はすでに広く行われているので、解析の問題点は接合面で伝達されている断面力をいかにして決定するか、にある。

本文では、その断面力決定に、面外力、面内力をともに考慮した折板理論を適用して解析した結果を示す。

2. 解析理論

(1) Kreisringplatte

面内変形と面外変形は互いに独立であると仮定し、基本式として円筒座標系の応力関数を用いた Scheibe の微分方程式 (面内変形) と弾性曲面に関する Platte の微分方程式 (面外変形) を用いる。これらの解を、境界条件を満足するような無限級数展開した形に仮定すると、断面力と変形は積分定数を含んだ級数式で表わされる。

(2) Kreiszyinderschale

基本式として Donnell⁽¹⁾ の平衡条件式を用いる。すなわち、

$$\begin{aligned} \nabla^8 V_{rr} + \frac{12(1-\nu^2)}{\varepsilon^2 h^2} V_{rr, zzzz} &= 0 \\ \nabla^4 V_{zz} &= \frac{1}{\varepsilon} (-\nu V_{rr, zzz} + \frac{1}{\varepsilon^2} V_{rr, z\varphi\varphi}) \\ \nabla^4 V_{\varphi\varphi} &= \frac{1}{\varepsilon^2} \left\{ -(2+\nu) V_{rr, zz\varphi} - \frac{1}{\varepsilon^2} V_{rr, \varphi\varphi\varphi} \right\} \end{aligned}$$

ここで、変数は任意の基準長との比と考えることにより、すべて無次元であって、 $V_{..}$ はそれぞれの方向の変位、 z, φ は座標、 ν はポアソン比、 ε は曲率半径、 h は板厚を表わし、

$$\nabla^2 = \frac{\partial^2}{\partial z^2} + \frac{1}{\varepsilon^2} \frac{\partial^2}{\partial \varphi^2} = \cdot_{zz} + \frac{1}{\varepsilon^2} \cdot_{\varphi\varphi}$$

変位を無限級数展開式に仮定すると、(1)と同様に、断面力と変形は積分定数を含む形の式⁽²⁾で表わされる。

3. 解析方法

接合面で伝達される断面力は、曲げモーメント、せん断力+ねじりモーメント (置換せん断力)、直応力、断面長さ方向に沿う接線力の4種類である。上記(1)(2)の解から Kreisringplatte, Kreiszyinderschale それぞれにおいて、接合端における端変位 (3方向の変位と回転) と端断面力及び面荷重との関係が求められる。従って、各接合面において3方向の変形および回転角に関する幾何的適合条件を与えると (すなわち、接合面において剛接合であると考え)、端断面力量が求められることになる。端断面力量が決まれば、あとは単一板の解析となる。

4. 解析例

解析した1例を右に示す。

Fig. 1. に示すような等分布载荷された単純支持の2室箱形断面曲線桁と、その箱桁の下來版を取り去った形の4本主桁断面曲線桁の2種類に対して計算を行った。そのおののに対して曲率半径を桁長の2倍、4倍、10倍に変化させ、曲率半径無限大と考えられる直線桁の場合も合わせ示してある。Fig. 2. は桁中央断面における断面に垂直方向の直応力分布の曲率による変化であり、Fig. 3. は同じく桁中央断面における曲げモーメント分布の変化を示している。

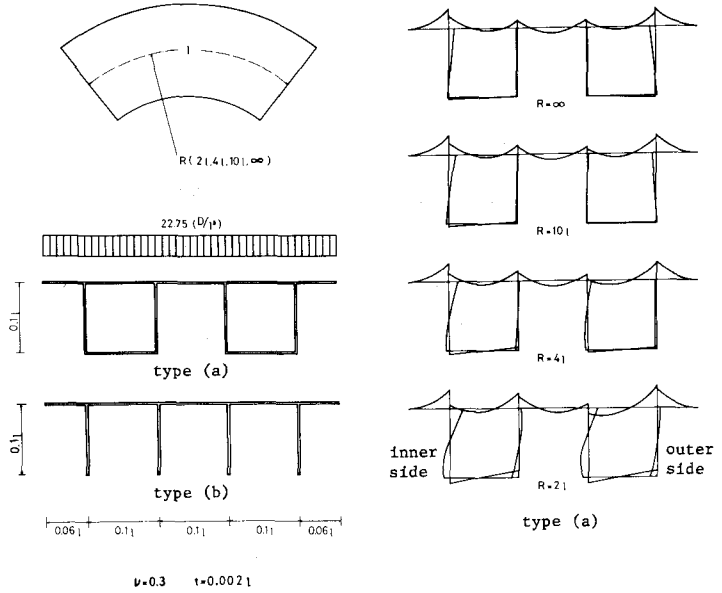


Fig. 1. plan view and cross section

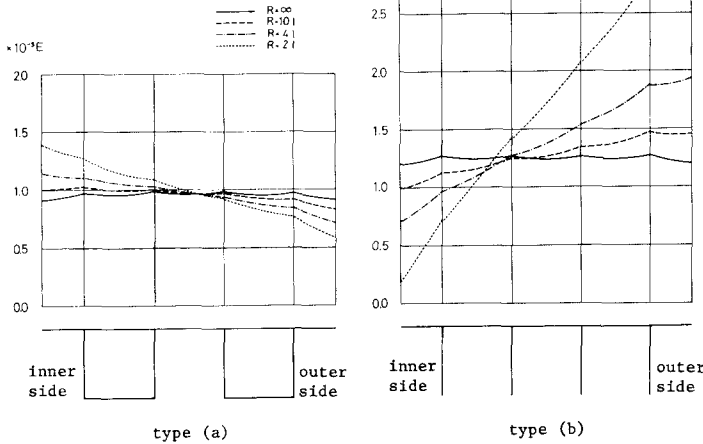


Fig. 2. transverse variation of longitudinal stresses in top slabs at midspan

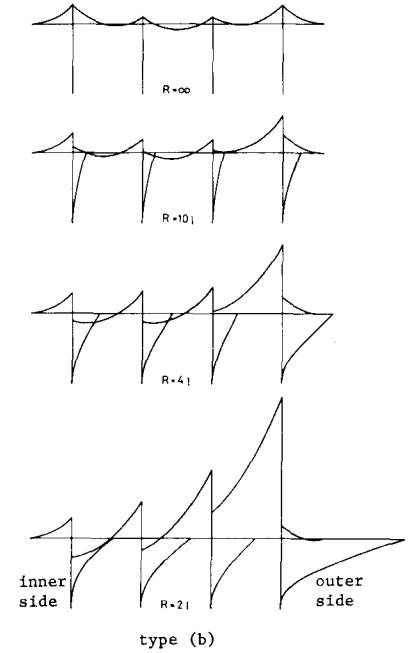


Fig. 3. variation of bending moments in cross section at midspan

参考文献

- (1) L. H. Donnell: Stability of Thin Walled Tubes Under Torsion. NACA Technical Report, No. 479, 1933
- (2) N. J. Hoff: Boundary-Value Problems of the Thin-Walled Circular Cylinder, Journal of Applied Mechanics, December 343, 1954
- (3) 藤沢, 茅村: 折板理論による曲線桁構造の解析について, 第26回年次学術講演会講演集 第1部 569, BB46.