

上路アーチ橋補剛桁下フランジの 局部板曲げ応力評価モデルの検証

木更津工業高等専門学校 正会員 佐藤 恒明
関 東 学 院 大 学 正会員 倉西 茂
東 北 大 学 正会員 中沢 正利
神奈川県津久井土木事務所 非会員 田嶋昌八郎

1. まえがき

補剛桁と支柱はガセットプレートを通じて接合されており、設計時のピン結合の仮定に対して曲げモーメント M_g が伝達される構造である¹⁾。橋梁全体の三次元的変形に伴ってガセットプレートに作用する曲げモーメント M_g をガセットプレートの両端部に換算集中荷重 P を作用させてモデル化し、ガセット端部の下フランジに生じる局所的な板曲げ応力を評価する平板モデルの検証を行う。

2. 3 辺単純支持 1 辺自由端の平板モデルの解

境界条件を満足するたわみ形を式(1)に示す。

内力ポテンシャル及び外力ポテンシャルは各々式(2), (3)で表される。

$$w(x, y) = t \sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} a_{mn} \sin\left(\frac{m\pi x}{a}\right) \left\{ \sin\left(\frac{\beta_{mn}y}{b}\right) + \xi(m, n) \sinh\left(\frac{\beta_{mn}y}{b}\right) \right\}, \quad (1)$$

ここで $\xi(m, n)$ は

$$\xi(m, n) = \frac{\left(\frac{\beta_{mn}}{b}\right)^2 + v\left(\frac{m\pi}{a}\right)^2}{\left(\frac{\beta_{mn}}{b}\right)^2 - v\left(\frac{m\pi}{a}\right)^2} \cdot \frac{\sin \beta_{mn}}{\sinh \beta_{mn}},$$

また、固有関数 β_{mn} は

$$\frac{\sin \beta_{mn}}{\tanh \beta_{mn}} - \frac{\left\{ \left(\frac{\beta_{mn}}{b}\right)^2 - v\left(\frac{m\pi}{a}\right)^2 \right\}}{\left\{ \left(\frac{\beta_{mn}}{b}\right)^2 + v\left(\frac{m\pi}{a}\right)^2 \right\}} \cdot \frac{\left\{ \left(\frac{\beta_{mn}}{b}\right)^2 + (2-v)\left(\frac{m\pi}{a}\right)^2 \right\} \cos \beta_{mn}}{\left\{ \left(\frac{\beta_{mn}}{b}\right)^2 - (2-v)\left(\frac{m\pi}{a}\right)^2 \right\}} = 0,$$

$$U = \frac{D}{2} \int_0^b \int_0^a \left[\left(\frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} \right)^2 - 2(1-\nu) \left\{ \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} - \left(\frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y} \right)^2 \right\} \right] dx dy, \quad (2)$$

$$V = -q \int_{-d}^{u+d} \int_{-c}^{u+c} w(x, y) dx dy, \quad (3)$$

ポテンシャルエネルギーの停留原理から式(4)より不定係数を決定する。板曲げモーメントは式(5)から求められる。

$$\frac{\partial(U+V)}{\partial a_{mn}} = 0, \quad (4)$$

$$M_x = -D \left(\frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \nu \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} \right) = Dt \sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} a_{mn} \sin\left(\frac{m\pi x}{a}\right) \left[\sin\left(\frac{\beta_{mn}y}{b}\right) \left\{ \left(\frac{m\pi}{a}\right)^2 + v\left(\frac{\beta_{mn}}{b}\right)^2 \right\} + \xi(m, n) \sinh\left(\frac{\beta_{mn}y}{b}\right) \left\{ \left(\frac{m\pi}{a}\right)^2 - v\left(\frac{\beta_{mn}}{b}\right)^2 \right\} \right], \quad (5)$$

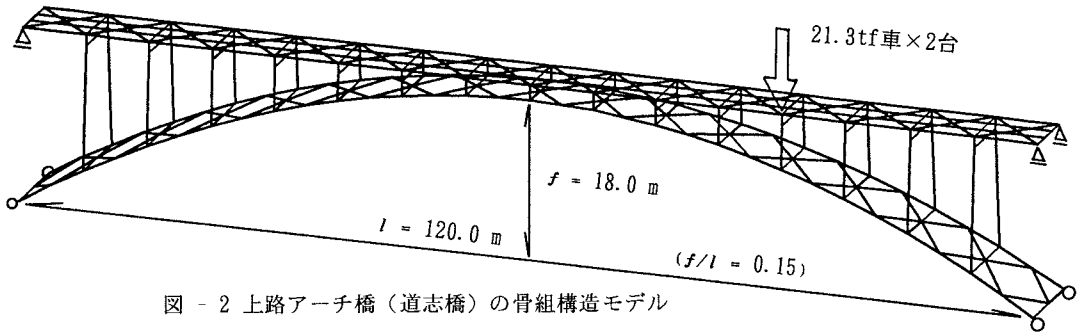


図 - 2 上路アーチ橋（道志橋）の骨組構造モデル

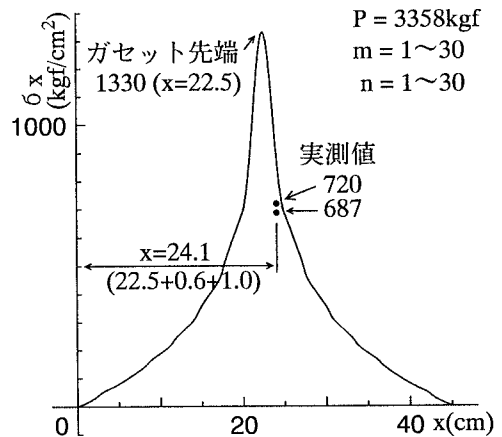
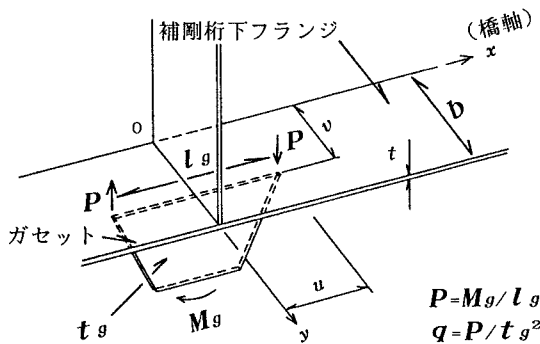


図 - 3 平板モデルによる板曲げ応力の検証
(x^* 位置:溶接止端部から10mm;溶接サイズ6mm)

3. 平板モデルの検証

図 - 2 に示す骨組構造モデルを作成し、荷重試験時²⁾の21.3tf車2台をスパンの1/4点に荷重して直下のガセット一対に作用する $2 \cdot M_g \approx 3.0 \text{ tf} \cdot \text{m}$ を得た。これを集中荷重に置き換え、図 - 1 に示すガセットの板厚 t_g を一辺の長さとする正方形の面積に荷重して、補剛桁下フランジ橋軸直交断面に生じる板曲げ応力 q_x を図 - 3 に示す。また、実橋荷重試験時の測定データ²⁾を図中に示す。平板モデルは局所的な板曲げ応力を再現している。

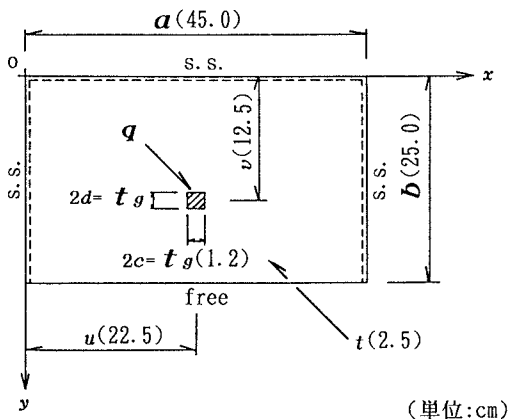


図 - 1 平板モデルと境界条件

4. まとめ

ガセットが垂直補剛材を支点として剛体的な回転変形をし、ガセット端部の下フランジに局所的な板曲げ変形を強制することに着目した平板モデルの妥当性を実橋の測定データを用いて検証した。3 辺単純支持1 辺自由端の平板モデルは、ガセット先端部に生じる局所的な板曲げ応力の性状評価手法として有効である。

参考文献

- 1) 土木学会鋼構造委員会鋼橋の余寿命評価小委員会:鋼橋の劣化現象と損傷の評価, 土木学会論文集, No. 501 /I-29, pp. 21~36, 1994.10.
- 2) 神奈川県津久井土木事務所:道志橋現況調査報告書, 第3章 実橋挙動調査, pp. 119~140, 1991.12.