

I - 4

フランジに生じる局部板曲げ応力に関する簡易モデルの試み

木更津工業高等専門学校 正会員 ○佐藤恒明
 東 北 大 学 正会員 倉西 茂
 東 北 大 学 正会員 中沢正利

1. まえがき

近年の交通量の増大にともなって、鋼道路橋の各部に疲労損傷が数多く発見・報告されており、それらの中には、上路アーチ橋の補剛桁と支柱との接合部からクラックが発生した事例も含まれている。補剛桁下フランジに生じる損傷は、図 - 1 に示すようにガセット両端部から橋軸直角方向に進行する傾向がある¹⁾。

本研究は、まず補剛桁下フランジに生じる局部板曲げ応力状態を把握するために有限要素法による線形弾性解析を行う。次に、フランジのガセット両端部での応力集中に着目して、フランジの一部を部分分布荷重が作用する 3 辺単純支持 1 辺自由端の平板にモデル化することを試みる。この平板モデルの解が、フランジに生じる局部板曲げ応力を実用的には十分な精度で算定でき有用性が高いことを数値的に検証する。

2. 立体板構造モデル

図 - 2 に示した立体薄板構造を解析対象とし有限要素法による線形弾性解析を行う。図中の記号は

- M_g : 一つのガセットに作用するモーメント荷重
- l_g : 下フランジと接合しているガセットの長さ
- t_g : ガセットプレートの板厚
- b_f : 上・下フランジの板幅
- t_f : 上・下フランジの板厚
- v : ウェブとガセットの距離

を表す。図 - 3 に断面形状とガセット形状を示す。

ガセットが接合するフランジ面を裏面と呼び、反対側の垂直補剛材が接合するフランジ面を表面と呼ぶ。

(1) 境界条件

実橋の補剛桁では、垂直補剛材がほぼ桁高に等しい間隔で設けられることから、図 - 2 に示すように上・下フランジ両端およびウェブプレートの左右両辺について単純支持とする。

(2) 面外力

モーメント荷重は、上路アーチ橋に活荷重が作用しているときに、アーチリブと補剛桁の橋軸方向の相対的な変位差によって支柱上端部のガセットに作用する補剛桁強軸回りの曲げモーメントをモデル化した。

3. 平板モデル

実橋の補剛桁下フランジに生じる損傷は、ガセット両端部近傍に生じており、この部位に応力集中があることを示唆している。下フランジからウェブと垂直補

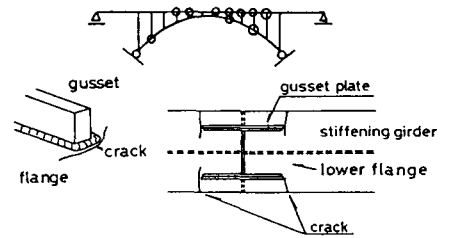


図 - 1 フランジの損傷事例

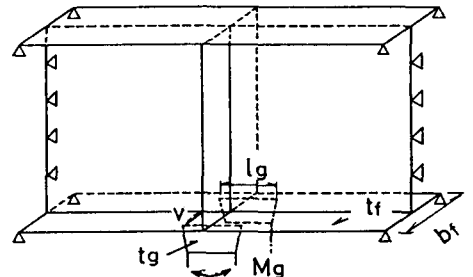


図 - 2 立体板構造モデルと境界条件

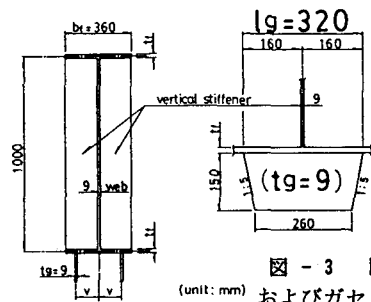


図 - 3 断面形状図
 およびガセット形状図
 (unit: mm)

剛材に接しガセット先端部を中に含んだフランジの一部を取り出す。境界条件は、ウェブと垂直補剛材に接する辺を単純支持とする。補剛材に接する辺に相対する辺も単純支持と仮定し、図 - 4 に示す 3 辺単純支持 1 辺自由端の平板を解く。

(1) 形状

平板の長さ a は、補剛桁の下フランジと接合しているガセットの長さ l_g とする。幅 b はフランジ幅の半分の $b_f / 2$ とする。

(2) 部分分布荷重

ガセットに作用するモーメント荷重 M_g を等価な一対の集中荷重 P で置き換える。ガセットの板厚 t_g を一辺とする正方形の面積にこの集中荷重 P を作用させる。 M_g 値は 32,500 kgf・cm を使用した。

$$P = M_g / l_g$$

$$q = P / t_g^2 = M_g / (l_g \cdot t_g^2)$$

4. 解析結果および考察

橋軸に直交するフランジ断面を橋軸直交断面と呼びフランジの橋軸直交断面に生じる応力を σ_x とする。また、橋軸方向に平行な断面を橋軸平行断面と呼びフランジの橋軸平行断面に生じる応力を σ_y で表わす。

図 - 5 にフランジの表面に生じる応力 σ_x をガセット接合線上に沿って示した。実線は平板モデル解であり点破線は有限要素解である。図中に板厚 10 mm のフランジを用いた载荷試験結果²⁾も示したが有限要素解と平板モデル解のほぼ中間の値になる。この 1 点との比較ではあるが、ガセット先端部の平板モデル解と有限要素解は応力レベルとして妥当と考えられる。

図 - 6 にウェブから橋軸直角方向にガセットの先端部を経て自由端までのフランジ表面に生じる応力 σ_y を示した。図 - 5 および図 - 6 から有限要素解と平板モデル解ともガセット先端部で σ_y よりも σ_x の方が大きい。この結果は、損傷がガセット先端部の橋軸直角方向に生じることからも納得できる。また、フランジ表面のガセット先端部に生じる局部板曲げ応力の平板モデル解は、有限要素解とほぼ一致している。

5. 結論

モーメント荷重と等価な集中荷重を部分分布荷重として作用させる 3 辺単純支持 1 辺自由端の平板モデルは、フランジのガセット先端部に生じる局部板曲げ応力を実用的には十分な精度で算定できる。

参考文献

- 1) 名取暢・浅岡敏明・稲田育朗：鋼橋の補修・補強，横河ブリッジ技報，No. 21，pp. 63～90，1992. 1.
- 2) 星尾司・寺西功・田島二郎：アーチ格点部の疲労試験，構造工学論文集，Vol. 37A，pp. 1107～1113，1991. 3.

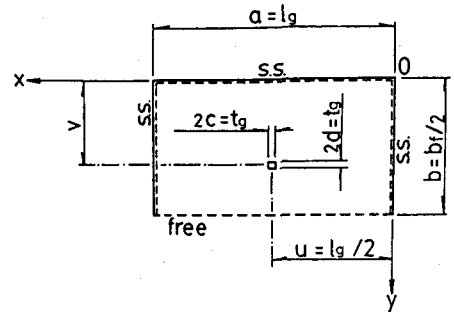


図 - 4 平板モデルと境界条件

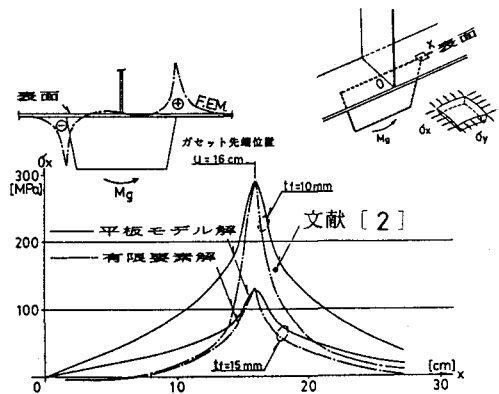


図 - 5 フランジの橋軸直交断面に生じる応力分布（表面）

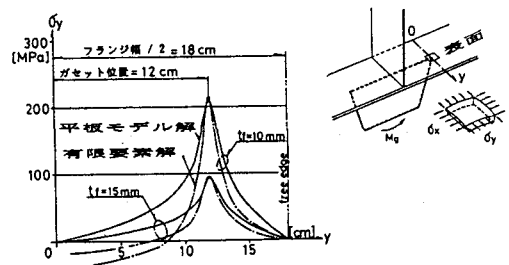


図 - 6 フランジの橋軸平行断面に生じる応力分布（表面）