

プレートガーダー橋の主桁と横桁の連結部の局部応力と全体挙動の関係

大阪大学工学部 正 員 大倉一郎 大阪大学大学院 学生員○平野 浩
 近畿大学理工学部 正 員 前田幸雄

1. まえがき プレートガーダー橋において主桁と横桁の連結部に図-1に示すような種々のタイプの疲労亀裂が発生している。本報告では、リブプレートの上縁に生じるタイプ1の疲労亀裂の発生原因となった応力を、実橋による静的载荷試験によって明らかにし、さらにこの応力と橋の全体挙動との関係を定式化した。

2. 実橋による静的载荷試験¹⁾ リブプレートの上縁に生じる板曲げ応力は、膜応力よりもかなり小さかった。荷重車の後輪2軸の中心が、横桁の上に存在するときのリブプレートの上縁に生じる各膜応力成分を図-2に示す。図-2の着目点1においては、鉛直方向の膜応力 σ_{my} が他の膜応力成分よりかなり大きいことがわかる。しかも、 σ_{my} はタイプ1の疲労亀裂の進展方向に対して直角に生じる応力である。したがって、タイプ1の疲労亀裂の発生原因となった応力は、膜応力 σ_{my} であると考えられる。

3. σ_{my} と床版の回転および主桁の鉛直変位との関係 σ_{my} がリブプレートの上縁と下縁の水平変位差 Δu によって生じると予想して、両者の関係を式(1)で仮定する。ここで、 k は係数である。床版と横桁がリブプレートの位置でピン結合されていると仮定すると、式(1)は式(2)の形式に整理できる。ここで、 θ_g は主桁位置における横桁の橋軸まわりの回転角であり、 θ_{s0} は主桁が鉛直変位しない場合の床版独自のたわみ角である。また、 A 、 B は係数である。

$$\sigma_{my} = k \Delta u \quad (1)$$

$$\sigma_{my} = A \theta_g + B \theta_{s0} \quad (2)$$

図-3を参照して、主桁が5本の場合には、外主桁と内主桁に対して θ_g と θ_{s0} がそれぞれ次式で与えられる。

外主桁(図-3の節点1)に対して、

$$\theta_{g1} = (-71v_1 + 90v_2 - 24v_3 + 6v_4 - v_5)/(56a) \quad (3)$$

$$\theta_{s01} = \beta_1 Pa / (2\pi^2 D) \sum_{m=1}^{\infty} \sin(m\pi x/a) (1 + m\pi y/a) \exp(-m\pi y/a) / m^2 \quad (4)$$

$$\beta_1 = -0.475 x/a + 1.034 \quad (0 \leq x/a \leq 1)$$

内主桁(図-3の節点2)に対して、

$$\theta_{g2} = (-26v_1 - 12v_2 + 48v_3 - 12v_4 + 2v_5)/(56a) \quad (5)$$

$$\theta_{s02} = \beta_2 Pa / (2\pi^2 D) \sum_{m=1}^{\infty} \sin(m\pi x/a) (1 + m\pi y/a) \exp(-m\pi y/a) \cos(m\pi y/a) / m^2 \quad (6)$$

$$\beta_2 = 0.030 x/a + 0.470 \quad (0 \leq x/a \leq 1)$$

ここに、 v_i ($i=1 \sim 5$): 主桁 G_i の鉛直変位、 a : 主桁間隔、 D : 床版の板曲げ剛性
 式(3)、(4)または式(5)、(6)を式(2)に代入すると、 σ_{my} は次のように表される。

$$\sigma_{my} = k_1 v_1 + k_2 v_2 + k_3 v_3 + k_4 v_4 + k_5 v_5 + k_6 \theta_{s0} \quad (7)$$

Ichiro OKURA, Hiroshi HIRANO and Yukio MAEDA

ここで、 k_i ($i=1\sim6$) は係数である。

4. 式(7)の妥当性の検討 図-3において、荷重車が G_1 桁の近傍を移動する場合には、 v_3, v_4, v_5 の影響が小さいと予想して、これらの鉛直変位を無視する。 v_i は主桁下フランジの応力 σ_i と $v_i = \sigma_i l^2 / (12Ey_i)$ (ここに、 l :支間、 E :鋼のヤング率、 y_i : G_i 桁の中立軸から下フランジまでの距離)の関係があるので、式(7)は v_i の代わりに σ_i を用いて表すことができる。この式に定数 C を加えた式(8)に、図-2に示す静的載荷試験におけるA列載荷の実測値を代入し、これに最小2乗法を適用して係数 k_1', k_2', k_6', C の値を求めると、これらの値は、それぞれ $-1.7500, 1.3678, -1.4497 \times 10^{-4}, 25.2182$ になる。

$$\sigma_{my} = k_1' \sigma_1 + k_2' \sigma_2 + k_6' \bar{\theta}_{s01} + C \quad (8)$$

ここで、 σ_{my} は図-2の着目点1に生じる膜応力である。また、 $\bar{\theta}_{s01}$ は式(4)において $\bar{\theta}_{s01} = \theta_{s01}$ としたものである。膜応力の実測値と式(8)の比較を図-4に示す。実測値と式(8)はよく一致している。

現在、任意の位置に荷重が載荷された場合に対して、式(7)が一般的に成立するか否かを検討中である。

参考文献 1)昭和61年度関西支部講演概要集 I-43。

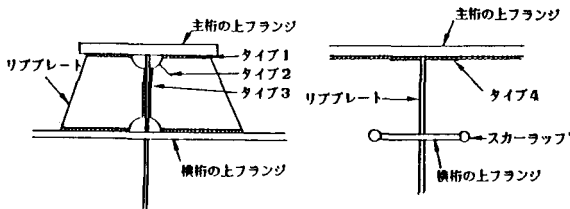


図-1 横桁取付け部に生じる疲労亀裂

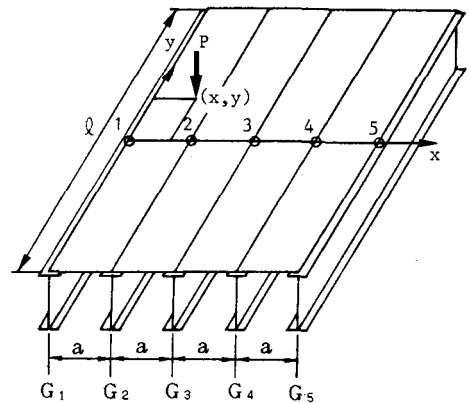


図-3 5本主桁のプレートガーダー橋

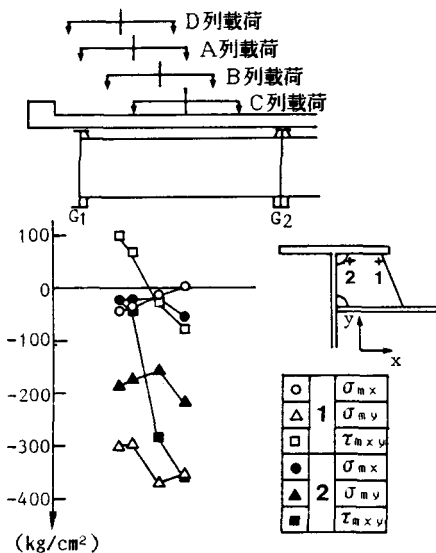


図-2 リブプレート上縁の膜応力 (G_1 桁側)

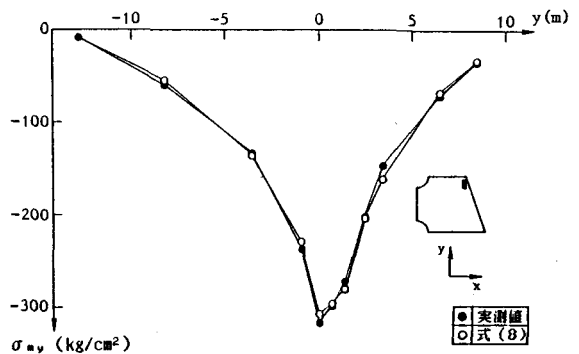


図-4 実測値と式(8)の比較 (A列載荷)