

I-262 プレートガーダー橋の主桁と横桁の連結部の疲労亀裂と橋の全体剛性の関係

大 阪 府 正 員 平野 浩
 大阪大学工学部 正 員 大倉一郎
 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。著者らは既報¹⁾で、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明らかにし、この応力と橋の全体挙動との関係を定式化した。本報告では、リブプレートに生じるタイプ1～3の疲労亀裂の発生と橋の全体剛性との関係を明らかにした。

2. リブプレートの上縁に生じる膜応力 σ_{my} と橋の全体挙動との関係

著者らは、実橋による静的載荷試験の結果より、タイプ1の疲労亀裂の発生原因となった応力は、鉛直方向の膜応力 σ_{my} であることを明らかにした¹⁾。さらに、この σ_{my} がリブプレートの上縁と下縁の水平変位差によって生じると予想し、また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して、主桁5本を有するプレートガーダー橋の σ_{my} と主桁の鉛直変位および床版の回転角との関係を式(1)で与えた¹⁾。

$$\sigma_{my} = k_1 v_1 + k_2 v_2 + k_3 v_3 + k_4 v_4 + k_5 v_5 + k_6 \theta_{s0} \quad (1)$$

ここで、図-2を参照して、 v_i ($i=1\sim5$)は横桁の取り付け位置における主桁 G_i の鉛直変位、 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、 k_i ($i=1\sim6$)は係数である。

3. 式(1)の妥当性の検討

図-2において、荷重車が G_1 桁の近傍を移動する場合には、外主桁のリブプレートに生じる σ_{my} に対して、式(1)の v_3, v_4, v_5 の項の影響が小さいと予想して、これらの項を無視する。 v_i は主桁下フランジの応力 σ_i と $v_i = \sigma_i \ell^2 / (12 E y_i)$ (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(1)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(2)に、静的載荷試験の実測値を代入し、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, -1.4497×10^{-4} , 25.2182になる。

$$\sigma_{my} = k_1' \sigma_1 + k_2' \sigma_2 + k_6' \bar{\theta}_{s0} + C \quad (2)$$

ここで、 $\bar{\theta}_{s0}$ は式(1)において $\bar{\theta}_{s0} = 0$ (θ_{s0} :床版の板曲げ剛性)としたものである。実測値と式(2)の比較を図-3に示す。実測値と式(2)はよく一致している。荷重車が横桁の近傍に存在するとき、床版の回転と主桁の鉛直変位のそれぞれによって生じる σ_{my} の値を式(2)より求めると、両者は、ほぼ等しくなる。したがって、外主桁のリブプレートに発生する疲労亀裂に対しては、床版の回転と主桁の鉛直変位の両方が同程度に影響していると考えられる。

4. 橋の全体剛性と疲労損傷の関係

都市内の高速道路では、同一路線においては床版厚、主桁間隔などが同一であることが多い。その場合、式(2)の $\bar{\theta}_{s0}$ は一定になる。他方、主桁の鉛直変位 v_i は主桁に分配される荷重 X_i と $v_i = X_i \ell^3 / (48 E I_i)$ (ここに、 X_i : G_i 桁への分配荷重、 I_i : G_i 桁の合成断面2次モーメント)の関係がある。ここで、 X_i は活荷重と曲げ格子剛度 Z の関数である。同一路線では活荷重の特性が同一であると見なせるので、 X_i は Z のみによって変動すると考えられる。したがって、式(2)において変動するパラメータは Z と ℓ^3 / I のみになる。そこで、高速道路のある路線の主桁5本を有する241径間について、 Z および ℓ^3 / I と疲労亀裂の発生との関係を調べた結果を図-4に示す。ここで、疲労亀裂は図-1のタイプ1の他にタイプ2、3の疲労亀裂も含んでいる。これは、現在、タイプ2、3の疲労亀裂を発生させた応力は明らかにされていないが、これらの疲労亀裂を発生させた応力も式(2)の形式で与えられるであろうと予想したからである。図-4

において、疲労亀裂が発生する領域と疲労亀裂が発生しない領域とが、図の中の直線を境にして明確に区分される。したがって、橋の全体剛性を表す曲げ格子剛度および主桁の剛性が外主桁のリブプレートに生じる疲労亀裂の発生に大きく影響していたと考えられる。

現在、内主桁のリブプレートに発生する疲労亀裂に対しても、橋の全体剛性が影響するかどうかを検討中である。

謝辞 疲労損傷データの整理において御協力頂いた阪神高速道路公団の林秀侃氏に感謝の意を表す。

参考文献 1)昭和61年度関西支部講演概要集 I-44。

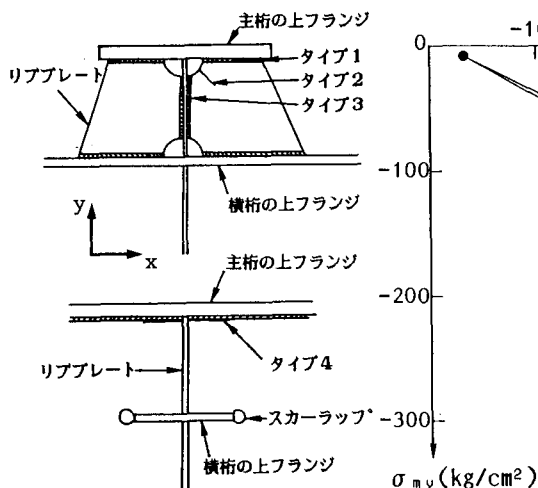


図-1 横桁取り付け部に生じる疲労亀裂

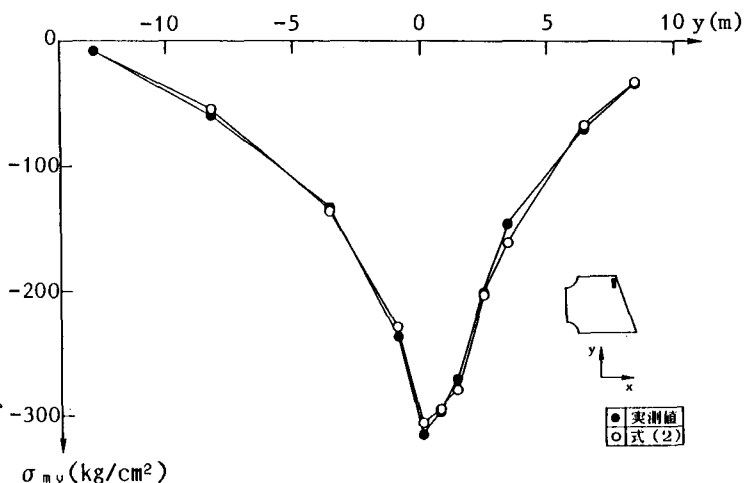


図-3 実測値と式(2)の比較

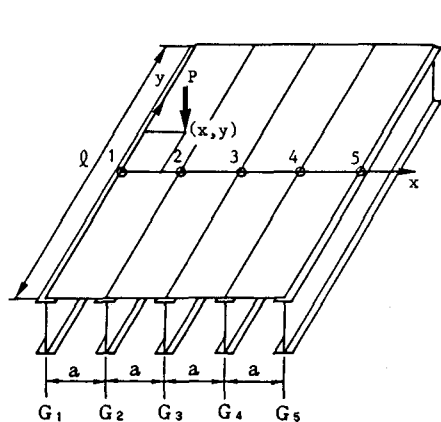


図-2 5本主桁のプレートガーダー橋

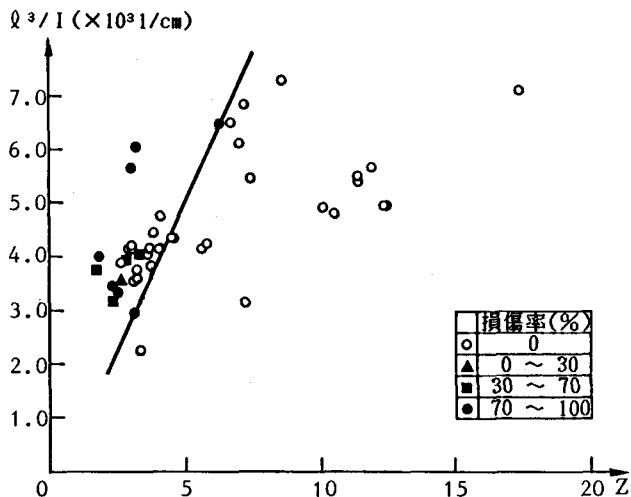


図-4 全体剛性と疲労損傷の関係