

I-18 支点拘束を有する既設鋼鈑桁橋の支点近傍動的ひずみ挙動について

岩手大学工学部 正会員 ○岩崎 正二
 (株)土木技術コンサルタント 正会員 山村 浩一
 岩手大学工学部 学生会員 上野 大介

1. まえがき

経済情勢の変化に伴う国,地方自治体の公共事業縮小のため,社会資本の更新は難しくなり既設橋梁を補修・補強しながら,いかに長寿命化させるかが課題となっている。そのためには,既存橋梁の健全度評価が必要であり,簡易的な計測技術の開発が望まれている。本研究ではこのような状況を踏まえ,岩手県内の2連単純合成鋼鈑桁橋で20tf車両を用いた走行試験を実施し,支点近傍動的ひずみの試験結果と応力解析結果を比較検討することにより,支点拘束状態が支点近傍の動的ひずみ挙動にどのような影響を与えるかを検討する。

2. 車両走行試験の概要と試験結果

車両走行試験を実施する下梅田橋は,岩手県紫波町(岡田梅田線)にある架設年度昭和57年3月の2連単純活荷重合成鋼鈑桁橋(3主桁)である。図-1に示すように支間長2@27.74m,橋長56.68m,幅員5.08m,桁高1.5mの二等橋(TL-14)である。車両走行試験では,20tfトラックを耳桁及び中桁上に10km/h及び20km/hで走行させ,3主桁すべてに対して変位,ひずみ,振動加速度の応答波形を測定した。図-2は,20tfの試験車両が橋面中央を走行した時の,耳桁の固定及び可動支点近傍(支点から30cmの点)の動的ひずみの時刻歴応答曲線を示したものである。図より応答曲線は二つの山を持ち試験車両が測定径間を通過して隣接径間を走行した際にも,本来生じるはずのない圧縮ひずみが計測されている。

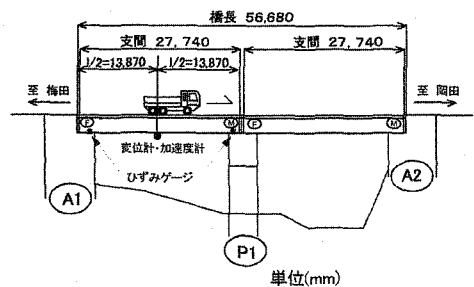


図-1 下梅田橋側面図

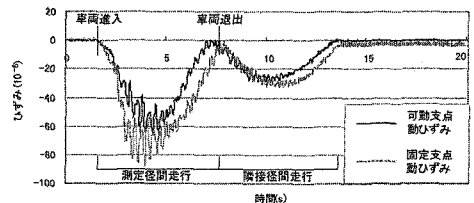


図-2 可動支点動ひずみと固定支点動ひずみの比較図

3. 応力法による動的ひずみの推定法

図-3に示すような下部構造を含めた全体系モデルを考え,支承に発生する水平反力を求める。支承水平反力 X_1 が作用したときの第一径間の桁の下フランジの伸び ΔL_1 は,式(1)のようになる。

$$\Delta L_1 = \alpha A - \beta X_1 \quad (1)$$

ここで,

$$\alpha = y^2 L / E_s I \quad A = m M_0 / y \quad \beta = \left(\alpha + \frac{r^2 L}{E_s I} \right) (1 + \gamma)$$

M_0 : 単純梁としたときの最大曲げモーメント(N・m), m : 弾性荷重の形状による係数, y : 中立軸から下フランジまでの距離(m), L : 支間長(m), I : 上部工の断面二次モーメント(m⁴), E_s : 鋼の弾性係数(N/m²), r : 断面二次半径(m), γ : 水平反力により生じる下フランジ変位の補正係数($\gamma = 0.13$)である。

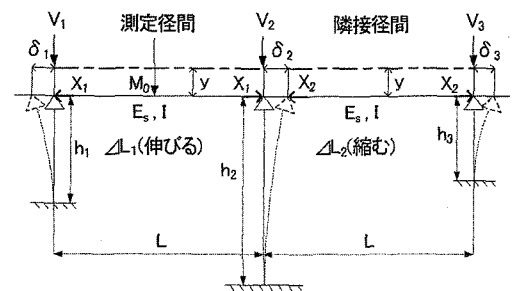


図-3 応力法の解析モデル

第二径間には支承に水平反力 X_2 のみしか作用していないので、第二径間の桁の下フランジの伸び ΔL_2 は、

$$\Delta L_2 = \beta X_2 \quad (2)$$

下部構造を軸方向 V と水平荷重 X を受ける片持梁と考えると、左側橋台、中央橋脚、右側橋台の上端変位 $\delta_1, \delta_2, \delta_3$ は以下になる。

$$\delta_1 = \frac{X_1}{V_1 K_1} (\tan k_1 h_1 - k_1 h_1) = \alpha_1 X_1 \quad (3)$$

$$\delta_2 = \frac{X_1 - X_2}{V_2 K_2} (\tan k_2 h_2 - k_2 h_2) = \alpha_2 (X_1 - X_2) \quad (4)$$

$$\delta_3 = \frac{X_2}{V_3 K_3} (\tan k_3 h_3 - k_3 h_3) = \alpha_3 X_2 \quad (5)$$

ここで、 δ_i : 下部構造上端の水平変位(m), X_i : i 径間の支承に作用する水平反力(N), V_i : i 支承に作用する鉛直力(N), h_i : 下部構造の高さ(m), I_i : 下部構造の断面二次モーメント(m^4), E_c : 下部構造の弾性係数(N/m^2), $k_i: \sqrt{V_i/E_c I_i}$ である。

第一径間の適合条件から、

$$\Delta L_1 = \delta_1 + \delta_2 \quad (6)$$

第二径間の適合条件より、

$$\Delta L_2 = \delta_2 - \delta_3 \quad (7)$$

式(1),(2),(3),(4),(5)を式(6),(7)に代入して連立して解くと、 X_1, X_2 は次式のようにになる。

$$X_1 = \frac{\alpha/\alpha_2}{\{(\beta + \alpha_1 + \alpha_2)/\alpha_2\} - \{\alpha_2/(\beta + \alpha_2 + \alpha_3)\}} A \quad (8)$$

$$X_2 = \frac{\alpha_2}{\beta + \alpha_2 + \alpha_3} X_1 \quad (9)$$

第一径間主桁の任意点のひずみ ε は、

$$\varepsilon = \frac{My}{E_s I} - \frac{X_1(y^2 + r^2)}{E_s I} \quad (10)$$

4. 解析結果と実測値との比較

図-4 に計算条件を示す。図-5 は、20tf の試験車両が時速 20km/h で橋面中央を走行した場合の、耳桁での可動支点近傍の動的ひずみの数値解析結果と実測結果を比較した図である。図より応力法による数値解析結果は、全体的に実測応答曲線の上限值に良く近似しているようである。精度確認のため橋脚上端の水平変位 δ_2 を計算すると 0.374mm となり、実測値の 0.384mm に近い値になった。図-6 は同じ試験での耳桁支間中央の動的たわみの解析結果を実測結果と比較したものである。計測径間走行時は、応力法による解析結果は実測結果に比べやや大きめの値になっているが、隣接径間走行時は、実測結果とほぼ一致する結果となった。本手法は、今後さらに改善していく予定であるが、支点近傍の応力状態を明らかにする有効な手法であると思われる。

謝辞：本研究は、平成 17 年度科学研究費補助金(基盤研究(C)、代表：岩崎正二)から援助を受けました。ここに記して謝意を表します。

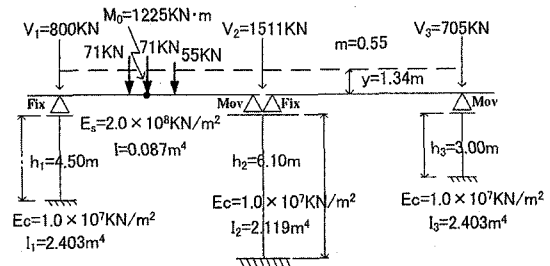


図-4 解析モデルの計算条件

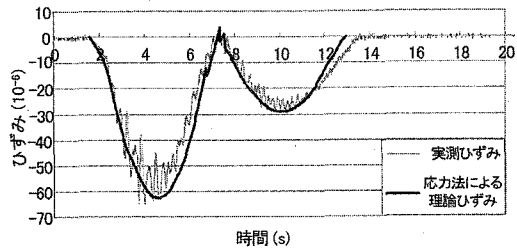


図-5 可動支点動ひずみの解析結果と実測結果の比較図

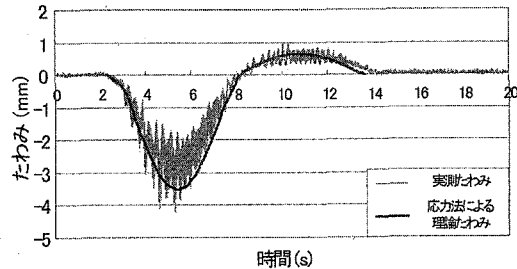


図-6 支間中央の動たわみの解析結果と実測結果の比較図