

I - 33 動的載荷試験に基づく既設合成鋼鉄桁橋の水平支承反力推定に関する一考察

岩手大学工学部 正員 ○岩崎 正二 出戸 秀明

岩手大学工学部 沼田 光徳

兼子 清

(株)土木技術コンサルタント 正員 山村 浩一

1. まえがき

社団法人岩手県土木技術センターが主催する共同研究では、既設橋梁の耐荷力評価を目的として平成11年から静的・動的実橋載荷試験を行なっている。このうち、岩手県雫石町に架設されている鋼2連単純合成鉄桁橋(3本主桁)である正徳橋(図-1)では、動的載荷試験において試験車両が測定区間を通過して隣接径間を走行した際、測定径間の下フランジで、本来生じるはずのない圧縮ひずみと上向きの変位が計測された。これは、主桁の変形が可動支承の摩擦抵抗によって拘束され軸方向に水平反力が生じ、この水平反力が下部工を介して隣接径間に伝達されたと考えられる。著者等は、昨年度の報告¹⁾においてこれらの水平支承反力を、下部構造も含めた全体骨組モデルを作成し、変位法を用いて推定した。そこで本報告では、簡易的に水平支承反力を推定できる応力法的な解法を提案するとともに、本手法の結果を変位法や実測の結果と比較検討した。

2. 応力法的な水平支承反力の推定法

支承に発生する水平反力を求めるために図-2に示すような全体系のモデルを考え、各径間の下フランジの伸びと、橋脚、橋台の下部構造上端の水平変位の適合条件から水平支承反力を求めた。厳密な応答値を得るためには、構造物の慣性力や衝撃を考慮しなければならないが、簡易的な手法のためこれらは無視した。支承に水平反力 X_1 が作用したときの第1径間の桁の下フランジの伸び Δl_1 は、式(1)のようになる。

$$\Delta l_1 = \alpha A - \alpha X_1 \quad (1)$$

$$\alpha = y^2 \ell / E_s I, \quad A = m M_0 / y$$

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(m^4)、 E_s : 鋼の弾性係数(N/ m^2)である。

第2径間には支承に X_2 のみしか作用していないので、第2径間の桁の下フランジの伸び Δl_2 は、

$$\Delta l_2 = \frac{X_2 y^2 \ell}{E_s I} = \alpha X_2 \quad (2)$$

下部構造を軸方向 V と横荷重 X を受ける片持梁と考えると、左側橋台、中央橋台、右側橋台の上端水平変位 δ_1 、 δ_2 、 δ_3 は以下のようになる。

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

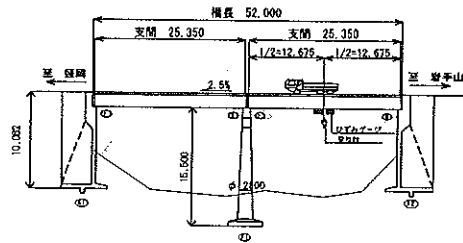


図-1 正徳橋の側面図

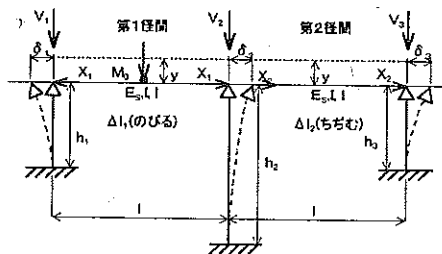


図-2 応力法の解析モデル

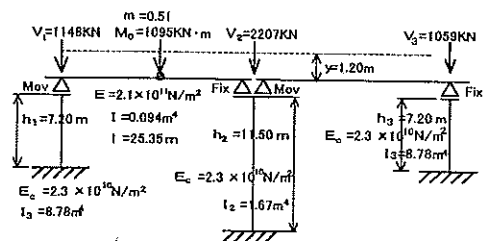


図-3 計算条件

下部構造も含めた全体系
本手法は半静的なもので

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

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

ここで、 δ : 片持梁のたわみ (m)、 X_i : 支承に作用する水平反力 (N)、 V : 支承に作用する鉛直力 (N)、 h : 下部構造の高さ (m)、 $k = \sqrt{V/E_c I}$ 、 I : 断面二次モーメント (m⁴)、 E_c : 下部構造の弾性係数 (N/m²) である。

$$\text{第1径間から、} \Delta l_1 = \delta_1 + \delta_2 \quad \text{の適合条件} \quad (6)$$

式(1)、(3)、(4)を式(6)に代入すると、

$$X_2 = \frac{\alpha + \alpha_1 + \alpha_2}{\alpha_2} X_1 - \frac{\alpha}{\alpha_2} A \quad (7)$$

$$\text{第2径間より、} \Delta l_2 = \delta_2 - \delta_3 \quad \text{の適合条件} \quad (8)$$

式(2)、(4)、(5)を式(8)に代入すると、

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

式(7)、(9)から X_2 を消去すると、

$$X_1 = \frac{\alpha/\alpha_2}{\left\{ (\alpha + \alpha_1 + \alpha_2)/\alpha_2 \right\} - \left\{ \alpha_2/(\alpha + \alpha_2 + \alpha_3) \right\}} A \quad (10)$$

となり、計算に用いる諸数値は図-3のようになる。

3. 支承部分に剛体要素を用いた変位法による解析¹⁾

図-4に示すような27節点、26要素からなる支承境界条件を考慮した全体系モデルを作成し、橋台の支承を剛結合、その他をピン結合でモデル化した。床版剛性を考慮して合成断面とし、基礎バネの影響については無視することとした。また、図-5は20tトラック荷重が測定径間の桁中央に載った時の全体系モデルの曲げモーメントの分布を示したもので、支承部分に大きな負の曲げモーメントが生じていることが分かる。

4. 解析結果と実測値との比較

図-6は20tの試験車両が時速20km/hで橋面中央部を走行した際の、主桁での応力度の数値解析結果と実測結果を比較した図である。図より、応力法による結果は、隣接径間では変位法や実測の結果に比べやや大きめの値となっているが、全体的に変位法や実測の結果と近い値を示している。今回、変位法は応力法と比較するため、上部工を合成等断面桁としてモデル化した。変断面桁としても大きな応力度の違いは生じなかった。

5. あとがき

本手法は、今後さらなる改善を必要とするが、支承部分の計測を必要としない手法であるため、極めて簡単に解析ができ、工学的に有効であると思われる。また、主桁の支承部分は他の部分に比べ、剛性が小さく過酷な環境に置かれることが多いため、水平反力によって支承部分に生じる応力状態を今後明らかにすることは、主桁の耐荷力評価に有効であると考えられる。

参考文献

- 1) 山口和広、兼子清、平洋文、山村浩一、岩崎正二：正徳橋の動的載荷試験結果に及ぼす水平支承反力の影響について、平成12年度土木学会東北支部技術研究発表会講演概要、I-42、PP、86-87

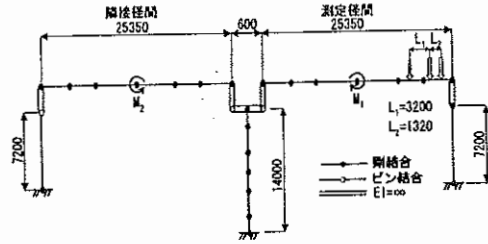


図-4 変位法の解析モデル

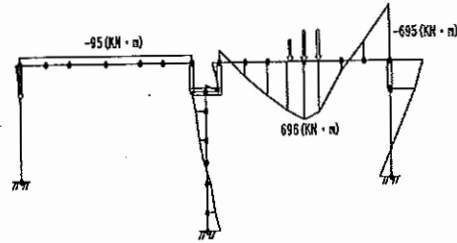


図-5 主桁の曲げモーメント図

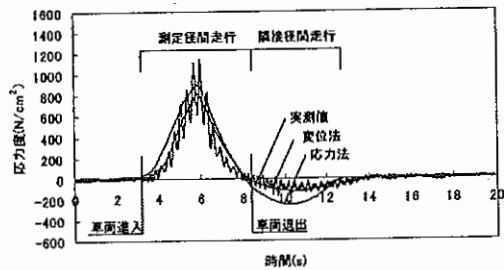


図-6 解析結果と実測結果の比較図