

I-A 341

PC床版2主桁橋「ホロナイ川橋」の載荷試験

川田工業 正会員 ○橋 吉宏 川田工業 正会員 吉岡 昭彦
 日本道路公団 高橋 昭一 川田工業 正会員 牛島 祥貴
 日本道路公団 山中 治 川田工業 正会員 辻角 学

1. はじめに 高速道路橋としてわが国初の本格的な2主桁橋「ホロナイ川橋」では、床版剛性を期待して横構を省略した横桁のみの構造を採用している。この構造を採用するにあたり設計時の解析・試験検討として、プレーシングシステムの相違(横構の有無や横桁の配置)が全体挙動に与える影響の把握や、横桁取付部に発生する応力レベルの把握をFEM立体解析により行い、また、この解析検討を参考に、横桁取付構造の安全性を確認するための実物大および1/2模型による載荷試験を実施したり。これら一連の検討においてはFEM立体解析に頼るところが大きく、解析検討の妥当性および2主桁橋の安全性を検証するために、ホロナイ川橋完成後に実橋載荷試験を実施した。本文は、載荷試験として実施した静的および振動試験の結果と、FEM立体解析による解析結果との比較を報告するものである。

2. 静的載荷試験**(1) 試験および解析方法**

試験は10tf積みダンプトラック3台を支間中央に載荷して行った。図-1にA1~P1支間中央の載荷状態を示す。幅員方向の載荷位置は、図-2に示すように、幅員中央およびG1桁上に載荷した。この載荷状態について、設計時の検討と同様のFEM解析モデル、すなわち、MSC-NASTRANを用い、床版はソリッド要素、鋼桁部はシェル要素で分割し、床版と鋼桁とは完全合成として解析を行った。なお、載荷試験時のコンクリートのヤング係数は $3.2 \times 10^4 \text{ kgf/cm}^2$ であり、壁高欄の剛性も考慮してFEM立体解析を行った。

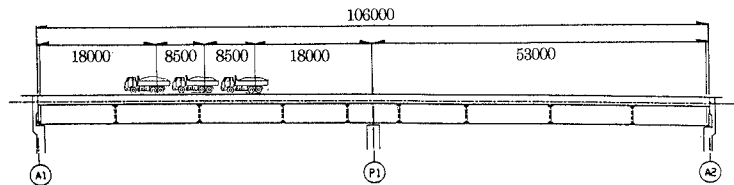


図-1 橋軸方向載荷位置

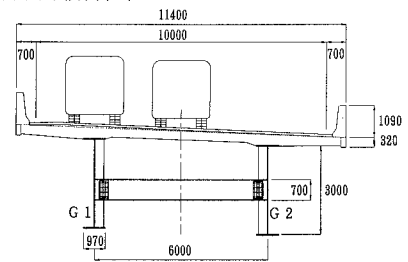


図-2 幅員方向載荷位置

(2) 載荷試験結果 a) たわみ 試験結果の一部として、図-3、4に、幅員中央載荷時およびG1桁上載荷時のG1側壁高欄位置のたわみの計測結果を、FEM解析結果とともに示す。図-3に示した結果より、曲げ剛性についてはFEM解析モデルは適切に評価していると言えた。一方、図-4に示した偏心載荷では、解析値と実測値とはほぼ一致しているが、載荷した支間では解析値のほうが実測値より大きい結果となった。文献2)における開断面2主桁橋の理論解によると、純ねじれ剛性が大きいほど、また、純ねじれ剛性に対する曲げねじれ剛性の比が大きいほどねじりモーメントに対する回転変形は小さくなる。このように、純ねじれ剛性に加え曲げねじれ剛性に対する比も回転変形に影響するため、FEM解析モデルでそれぞれの剛性評価に誤差を含んでいればそれが敏感に回転変形に反映され、図-4に示すように、解析値と試験値とに誤差が生じたものと考えられた。

b) 局部応力 設計時の解析・試験の検討で着目項目のひとつであったのは、横桁位置の垂直補剛材上端部の応力集中であった。図-5に、幅員中央載荷時の応力計測結果および解析結果を示す。実測値と解析値とはほぼ一致し、トラック3台の連行荷重下でも発生する応力は 346 kgf/cm^2 程度であり、文献1)で報告したこれまでの検討結果と合わせて評価しても、首振りにより発生する応力は疲労に対して十分に安全であると言えた。

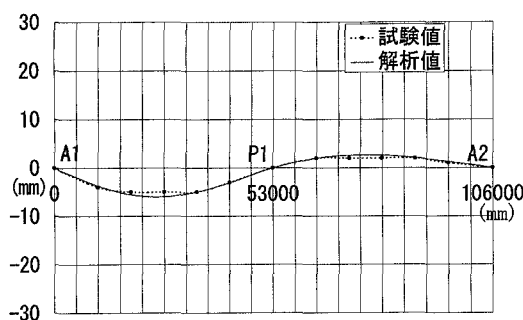


図-3 たわみ（幅員中央載荷）

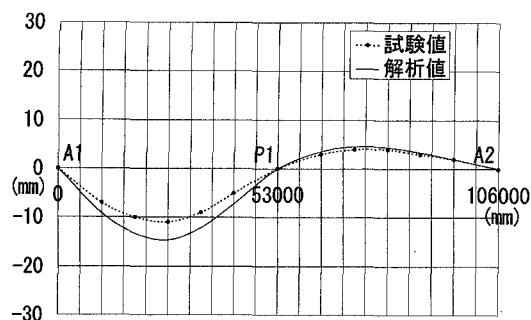


図-4 たわみ（G1 桁上載荷）

3. 振動試験

(1) 試験および解析方法

試験は、静的載荷試験に用いたトラック 1 台による車両踏台落下法で行い、サーボ型加速度計を主桁下フランジ 4 箇所を設置して、波形データ処理を行った。また、静的載荷試験時と同様に、FEM 立体解析として固有振動数を求めた。

(2) 試験結果

固有振動数の試験結果および解析結果を表-1 に示す。たわみおよびねじれ振動の区別は、各測点における波形の位相差から判断しており、これは図-6 に示した FEM 解析によるモード図と一致した。固有振動数の試験結果は表-1 に示すように、たわみの 1 次固有振動数は 2.3Hz、ねじれの 1 次固有振動数は 2.6Hz であり、静的載荷試験と同様に解析値と実測値とは一致し、FEM 解析は曲げおよびねじれ剛性を適切に評価していると言えた。ここで、ねじれの固有振動数は理論解によれば、純ねじれ剛性と曲げねじれ剛性の寄与分の和から算定されるため、上記の固有振動数によるねじれ剛性の評価は、これら剛性の和を評価していることになる。なお、対数減衰率 δ は、曲げ振動に対して $\delta = 0.045$ 、ねじれ振動に対して $\delta = 0.040$ であった。

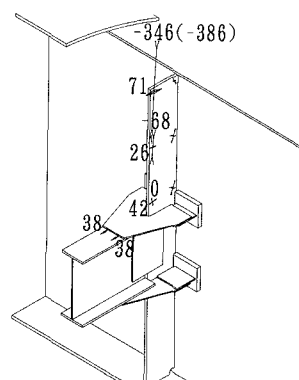


図-5 局部応力（幅員中央載荷）

()は解析値 単位(kgf/cm²)

表-1 固有振動数(Hz)

	試験結果	解析結果
たわみ一次振動	2.26～2.30	2.17
ねじれ一次振動	2.60～2.64	2.55

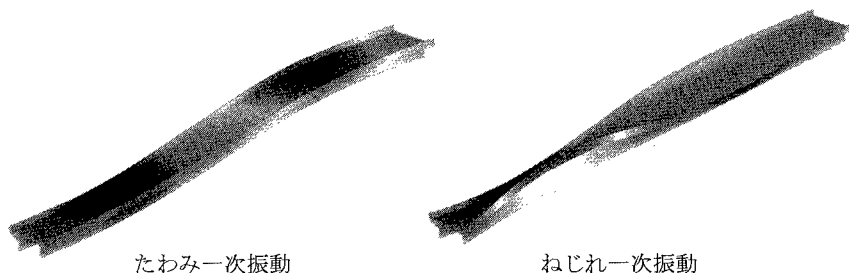


図-6 FEM 解析によるモード

4. まとめ

実橋載荷試験として静的および振動試験を実施し、設計検討時と同様の FEM 立体解析モデルによる解析との比較を行った。その結果、解析値と実測値とはほぼ一致し、設計時の解析検討の妥当性および 2 主桁橋「ホロナイ川橋」の安全性を検証することができた。

【参考文献】 1) 高橋、橋、志村、小西；PC 床版 2 主桁橋「ホロナイ川橋」の設計および解析・試験検討、橋梁と基礎、Vol.30, No.2, 1996. 2) A.Jutila; The Effect of Bracing on the Behaviour of Double Girder Slab Bridge, Civil Engineering and Building Construction Series No.84, ACTA POLYTECHNICA SCANDINAVICA, 1985.