

複合構造形式橋梁の衝撃係数の検討

鹿児島高専 正員 内谷 保
九州産業大学 正員 水田 洋司
住友建設(株) 正員 瓜生 正樹

1. はじめに

近年、異なった構造形式の橋梁を併合した複合構造形式橋梁が架設されている。図-1は現在架設供用されている柔な斜張橋と剛なY型橋脚を持つラーメン橋が連続した3径間の特異な複合構造形式橋梁の一例を示す。この橋梁の地震や風に対する動的応答は通常の斜張橋やラーメン橋などの単一形式橋梁とは異なった複雑な挙動を示すことが予想されることから、振動特性や動的挙動の把握を目的として架設段階から一連の実橋振動試験が実施された。本報告は、その一環として行われた自動車走行試験の結果を踏まえ、かかる橋梁の衝撃係数の検討を動的増幅率に基づいて行なったものである。

2. 解析モデル

図-1に示す橋梁は図-2に示すような集中質量系平面骨組構造にモデル化し、自動車は同図に示すような1自由度のばね-質量系にモデル化する。自動車は図-2に示す矢印の方向に走行させ、この時の質点12(斜張橋部側径間)、42(斜張橋部中央径間)、54(斜張橋とラーメン橋の併合部近傍)および77(ラーメン橋部側径間)における曲げモーメント応答に基づく動的増幅率を検討する。なお、解析にはモーダルアナリシスを用い、車両-橋梁系の連成微分方程式はニューマークβ法($\beta=1/4$)を用いて逐次積分して動的応答を求める。橋梁の使用モード次数は50次で、減衰定数は実橋振動試験結果から得られた0.012を次数に関係なく一定とする。動的増幅率は $dM/M_{st, \max}$ ($M_{st, \max}$: 静的最大曲げモーメント、 dM : $M_{st, \max}$ を生ずる位置における動的成分の絶対値)で求め、20ケースの路面凹凸に対する平均値で評価する。

3. 衝撃係数の検討

図-3に自動車走行試験結果(総重量21.23tf、固有振動数3.03Hz、減衰定数0.06の大型ダンプトラック1台が速度36.48km/hで走行)から得られた質点12と77における主桁下フランジの

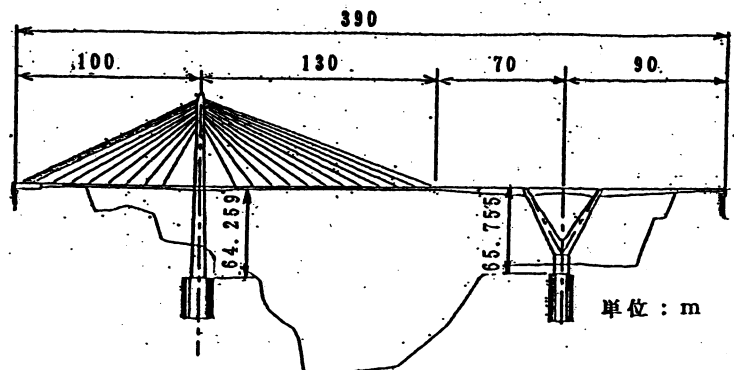


図-1 複合構造形式橋梁の一例

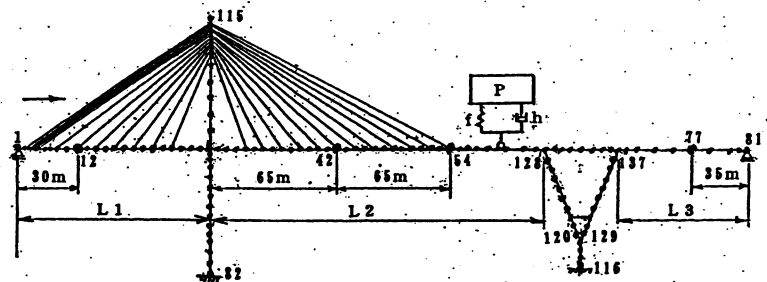


図-2 橋梁および自動車の解析モデル

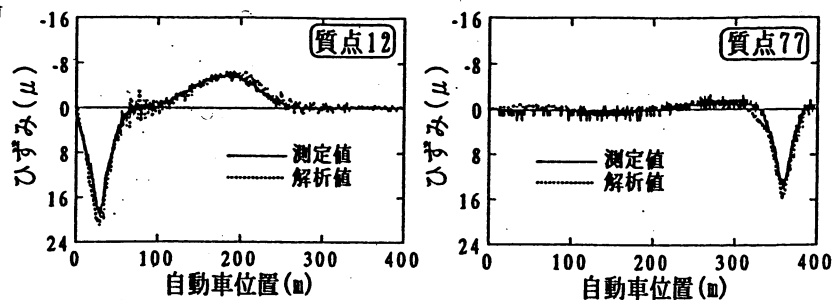


図-3 主桁下フランジのひずみ応答波形

キーワード：橋梁振動、衝撃係数、走行荷重応答、動的増幅率、

連絡先：〒899-5193 鹿児島県姶良郡隼人町真孝1460-1 鹿児島高専 TEL&FAX 0995-42-9115

ひずみ応答波形と本解析法を用いて求められた応答波形を示すが、試験結果の波形と解析結果の波形はよく一致している。また、図-4には自動車走行試験結果から得られたひずみ応答波形を用いて求めた動的増幅率と解析結果から求めた動的増幅率を示すが、動的増幅率の値には若干の相違が見られるものの走行速度に対する傾向はほぼ一致している。

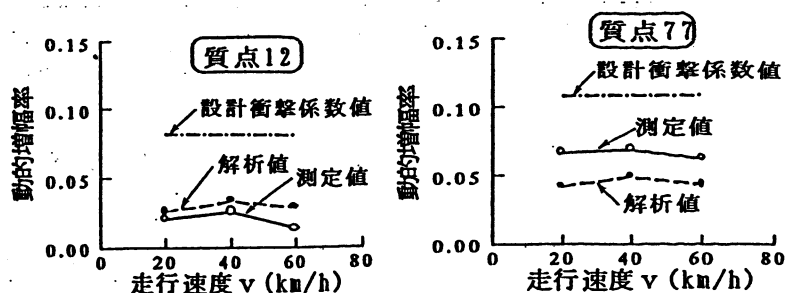


図-4 動的増幅率の測定値と解析値の比較

さらに1台走行の場合ではあるが、動的増幅率は道路橋示方書に規定されている $i=10/(L+25)$ を用いて求められた設計衝撃係数値(Lは図-2のL1、L3を使用)よりかなり小さな値となっている。

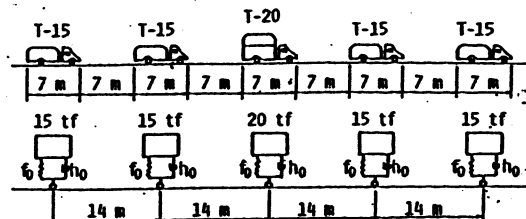


図-5 L-20荷重相当連行自動車荷重の数値解析モデル

設計に用いられる衝撃係数の評価は、複数の自動車が連行して走行する場合の動的応答結果を用いて行なうのが妥当であろう。そこで、図-5に示すようなL-20荷重相当の連行自動車荷重列(図-1の橋梁は旧規定のTL-20荷重で設計されている)を用いて動的増幅率を求めた。なお、各車両の固有振動数($f_0=3.0\text{Hz}$)および減衰定数($h_0=0.03$)は一定とし、路面凹凸は極めて良好な状態を想定した。図-6に走行速度を変化させときの動的増幅率を示す。なお、図中の衝撃係数1はLとして図-2のL1、L2、L3を用いた場合(実際の設計に使用された値)を示し、衝撃係数2は図-7に示す影響線が正值を示す区間の長さを用いた場合を示す。また、現行規定のL-25相当の連行自動車荷重列による結果も示してある。一般に走行速度が大きくなれば動的増幅率も大きくなる傾向を示すが、前述のように斜張橋部側径間やラーメン橋部側径間では衝撃係数1、2よりもかなり小さな値となっている。これに対して、中央径間側の質点42や54では走行速度が大きくなれば衝撃係数1の値よりも大きくなる。しかし、衝撃係数2の値よりは一般に小さい。このことより、中央径間部での衝撃係数の算定にあたっては影響線を用いて評価するのが妥当ようである。

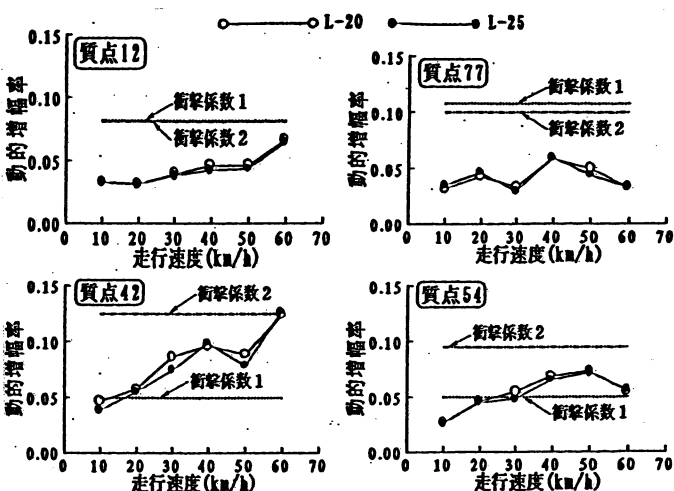


図-6 走行速度に対する動的増幅率

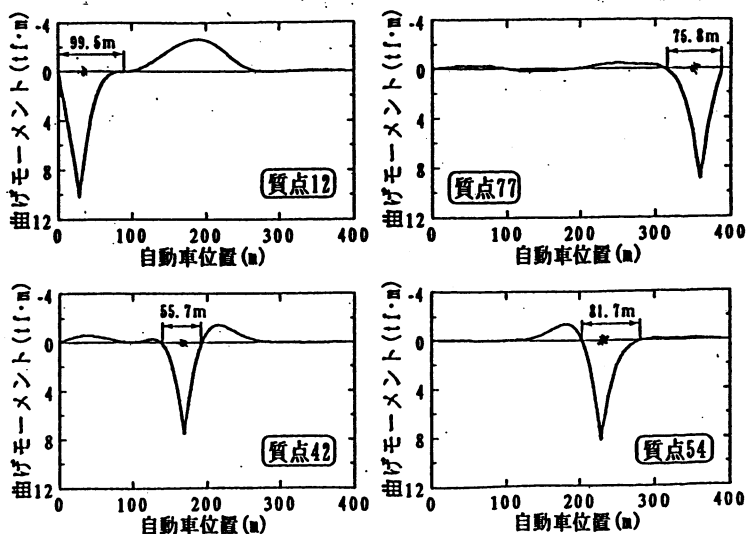


図-7 曲げモーメント影響線

4. あとがき

斜張橋とラーメン橋を併合したような複合構造形式橋梁において、側径間部の衝撃係数は単一形式橋梁と同様に支間長を用いて評価しても差し支えないと思われるが、併合点を含む中央径間部では単に支間長のみを用いるのではなく、影響線なども顧慮した慎重な配慮が必要と思われる。