

ケーブルトラス橋の自動車走行による動的応答性状の検討

鹿児島高専 学生員 有田 征史
鹿児島高専 正 員 内谷 保

1. はじめに

徳島自動車道に架設供用されている鋼桁とケーブルでトラス構造を形成したケーブルトラス橋は、本格的な道路橋としては我国では初めての橋梁(図-1 参照)である。この橋梁形式は支間中央付近に配置した支柱を介してケーブルが主桁端部に定着されているため、主桁は中央付近で弾性支持され、かつ主桁には曲げモーメントの他にケーブルに与えられたプレストレスによる軸力が生じている。このため、通常の単純桁橋や連続桁橋とは異なった動的性状を呈すると思われ、かかる橋梁の自動車走行による動的応答性状などの検討をしておくことは、今後類似の形式橋梁が架設される際の一資料として意味のあることと考えられる。本報告は、自動車走行による動的応答性状の検討として、特に設計衝撃係数に相当する動的増幅率の検討を行う。

2. 解析モデル

図-1の橋梁を図-2に示すような集中質量系平面骨組構造にモデル化する。本橋の主桁は非合成鋼桁として設計されているが、本解析では床版の剛性も考慮した完全合成とする。表-1に1~5次までの固有振動数の解析値を示す。表中には実験値^{1), 2)}も示して

表-1 固有振動数(Hz)

次数	1次	2次	3次	4次	5次
解析値	1.41	4.49	8.41	14.78	15.48
実験値	1.49	—	—	—	—

あるが良く一致している。また、自動車は図-2に示すような1自由度のばね-質量系にモデル化し、図に示す矢印の方向に走行させた時の○印で示した着目質点7、13、15、17および23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、各着目質点の曲げモーメント影響線を示すと図-3のようになる。図中には非合成の場合も示してあるが、非合成の場合はケーブル張力による軸力の影響が大きく現れている。動的応答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($\beta = 1/4$)を用いて逐次積分する。橋梁の使用モード次数は10次で、減衰定数は振動実験から得

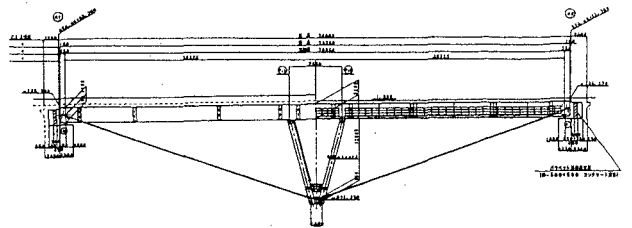


図-1 ケーブルトラス橋

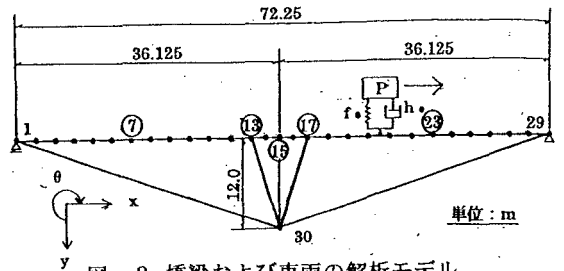


図-2 橋梁および車両の解析モデル

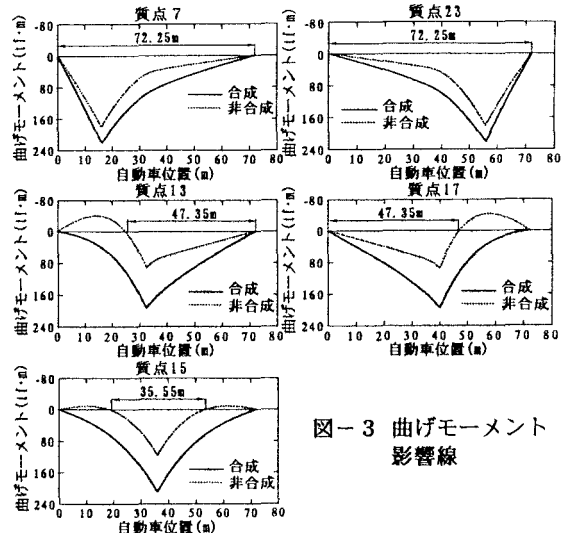


図-3 曲げモーメント影響線

られた 0.01^{13} をモード次数に関係なく一定として用いる。動的増幅率は $\sigma_M/M_{ST,MAX}$ で評価する。ここに、 $M_{ST,MAX}$ は主桁着目質点における静的最大曲げモーメント、 σ_M は $M_{ST,MAX}$ が生ずる載荷状態における動的成分の40ケースの路面凹凸に対する2乗平均値(動的応答の標準偏差)である。

3. 動的増幅率の検討

ここでは図-4に示すようなB活荷重相当の連行自動車荷重列を用いて動的増幅率を検討する。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、路面凹凸は既設の道路橋における測定結果を

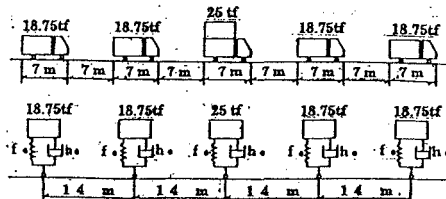


図-4 B活荷重相当の連行自動車荷重列モデル

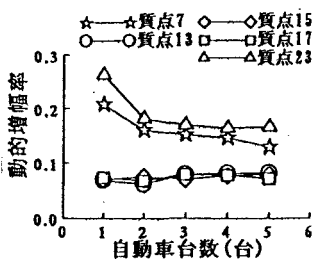


図-5 自動車台数に対する動的増幅率

参考にして比較的良好な状態を想定した。図-5は連行自動車台数を走行速度 40km/h で1~5台まで変化させたときの各着目質点における動的増幅率を示す。自動車台数が増加すると静的最大値は当然増加するが、動的応答値は連行自動車間の連成作用などの影響で必ずしも増加するとは限らない。この図を見る限りにおいては、支柱位置およびその近傍の質点13、17、15における静的最大値と動的応答値の増加割合はほぼ等しく、自動車台数による動的増幅率の変化は小さいことがわかる。これに対して、支柱位置から離れている質点7と23では動的応答の増加割合が静的最大値の増加割合に比べて小さく、自動車台数の増加とともに動的増幅率は減少傾向を示す。これは質点13、17および15が支柱による弾性支持の影響を強く受けるのに対して、質点7および23はその影響が小さいためこのような異なった傾向を示したものと思われる。図-6は走行速度を変化させときの各質点における動的増幅率を示す。なお、図中の衝撃係数1および2は道路橋示方書に規定されている $20/(50+L)$ を用いて求められた値であり、衝撃係数1は L として支間長の $1/2$ 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は支間長を用いた場合を示す。各質点とも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しているが、衝撃係数1よりはかなり小さな値となっている。また、支柱位置とその近傍の質点13、17および15では径間長を用いた衝撃係数2の値よりもさらに小さくなっている。これに対して、支柱位置から離れた質点7および23では走行速度が大きくなると衝撃係数2の値よりも大きくなっている。

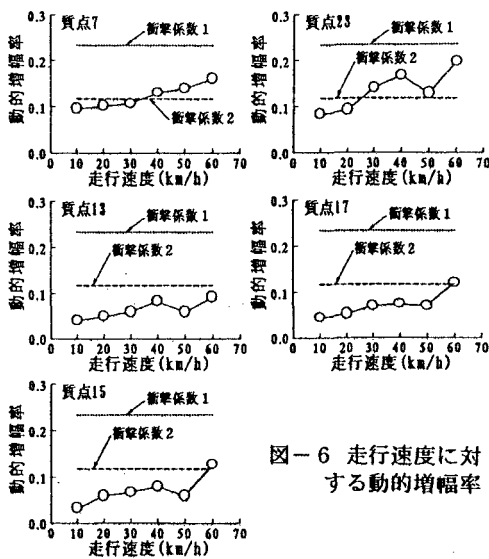


図-6 走行速度に対する動的増幅率

4. あとがき

ここで対象としたケーブルトラス橋において、単純桁として衝撃係数を評価すれば支柱位置より離れた支間 $1/4$ および $3/4$ 点近傍では若干過少評価する恐れがあるが、支柱を中間支点とする連続桁として評価すれば全支間に渡ってかなりの過大評価となるようであり、今後さらに検討が必要と思われる。

【参考文献】

- 1) 望月^田：ケーブルトラス橋の振動特性，土木学会第55回年次学術講演会概要集，I-B99，2000
- 2) 花田^田：ケーブルトラス橋の減衰特性に及ぼす舗装の影響，土木学会第55回年次学術講演会概要集，I-B100，2000