

交通荷重を受ける道路橋上照明柱の振動応答

大阪産業大学 正員 飯田 毅 鹿児島大学 正員 河野健二
立命館大学 正員 伊津野和行

1. まえがき

近年、交通荷重の重量化、支承の弾性化などの傾向から、車両走行に起因した道路橋の振動によって橋上に設置された照明柱がより振動し、柱基部の疲労損傷、灯具の短命化などが懸念されている。しかし、交通荷重による照明柱の動的応答に関しては十分検討されてきたとは言い難い。そこで、車両走行による橋上照明柱の振動応答評価に関し F E Mモデルを用いて、実測データの存在する橋梁の固有振動解析、実測データから逆算された走行荷重による橋梁・照明柱の応答解析並びに実測値との比較検討、照明柱と橋梁の振動が共振した際の走行荷重による応答レベルの把握などを行い、走行荷重を受ける道路橋上照明柱の動的挙動の解明と振動予測システムの構築を目的に解析検討を進めつつある。ここでは、結果概要の一部について報告する。

2. 振動解析

2.1 検討対象の道路橋例¹⁾と解析モデル

対象の道路橋は実測データのあるもので、支間 30 m の単純合成 I 桁形式（RC床版、I 桁 6 本、ゴム支承）であり、橋脚は T 型である。橋上には門型標識柱と照明柱が設置されている。解析に用いた 3 次元 F E Mモデルは図 1 に示す通りであり、桁及び照明柱を梁要素、床版及び橋脚補強板を板要素、橋脚をソリッド要素としてモデル化した。橋脚基礎は固定とし、橋脚には隣接橋梁重量の 1 / 2 を負荷させた。

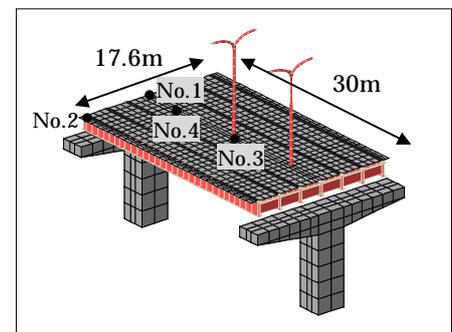


図1 FEM解析モデル

2.2 固有振動解析

解析には、3次元 F E M汎用プログラムの「MIDAS GEN」を使用した。解析の結果、当然ながら支承部の剛性変化が橋桁全体の固有振動数に与える影響は大きい。支承条件として、橋軸・橋軸直角方向剛性；鉛直方向；ゴム支承設計値を用いると鉛直方向の基本モードの固有振動数は 3.29 Hz となり、実測値¹⁾の 3.27 Hz とほぼ一致する。よって、実際の支承条件も本条件に近い状態と考えられ、以降、本条件で応答解析を行った。橋梁鉛直方向の基本振動モードの一例を図 2 に示す。

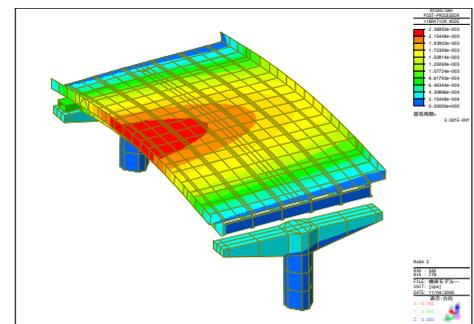


図2 基本振動モード(f = 3.29 Hz)

2.3 走行荷重の逆算解析と設定

(1) 走行荷重の逆算解析；荷重の載荷パターンを次のように仮定し解析した。本解析及び後の応答解析には「SuperFLUSH/3DS」を使用した。【仮定】 走行車線単独走行と追越車線単独走行の 2 種類、走行スピードは時速 80 Km、荷重は点荷重で鉛直方向のみに作用、逆算解析に用いる測定記録は支間中央の中央分離帯部 (No.3) の鉛直成分、走行荷重の振動数領域；0.5 Hz ~ 1.0 Hz

追越車線単独走行を例とし、得られた荷重時刻歴を図 3 に、得られた荷重による応答結果の例を図 4 に示す。これらの図より次のことがわかる。走行荷重の最大加振力は 19.9tf である。フーリエスペクトルによると卓越振動数は 1.8Hz であった。走行荷重による他点（中央分離帯 床版計測点 No. 4）での加速度波形は概ね実測波形と一致しており、この傾向は他の各実測ケースでの比較でも言えた。

(2) 走行荷重の設定；(1) で得た走行荷重を元に、走行荷重の元波形及びスペクトル曲線を模擬するように図 5 に示す加振波形及びスペクトル形状を設定した。最大加振力を 10tf としている。

キーワード：照明柱、交通荷重、振動、道路橋、FEM 解析

連絡先：〒574-8530 大阪府大東市中垣内 3 1-1 大阪産業大学 Tel 072-875-3001

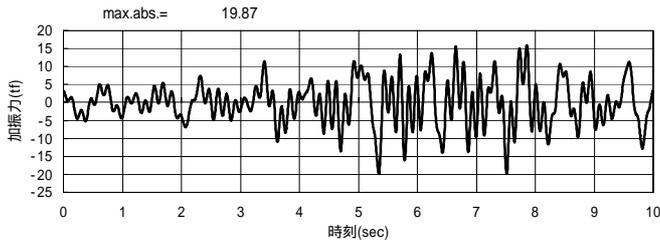


図3 走行荷重の時刻歴

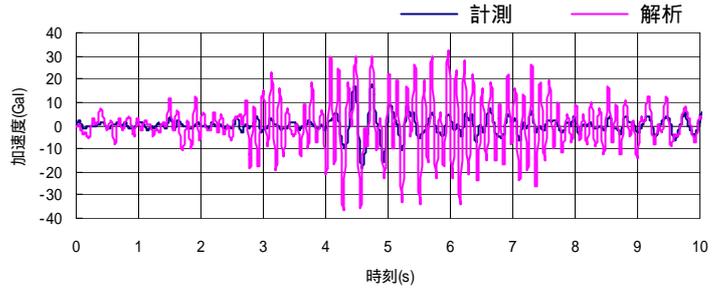


図4 床版の鉛直応答波形(中央分離帯 計測点No.4)

3. 車両走行時のシミュレーション解析

図1の解析モデル、2.3(2)での設定荷重を用いてシミュレーション解析を実施し、実測データとの比較を行った。ここでは、2.3で例示したケース(追越単線走行)について、得られた加速度時刻歴波形及びその加速度フーリエスペクトルを図6、7に示す。これらの図より、解析波形及びそのフーリエスペクトルは実測値とほぼ一致している。他の例でも概ね良い一致をみた。このことから、本シミュレーション解析にて車両走行による橋梁照明柱の応答挙動をある程度推定可能と考えられる。

次に、上記で検討した解析モデルや設定走行荷重を用いて橋上照明柱(標準 12-28Y (H = 12m))の応答解析を行った。なお、照明柱の設置位置は中央分離帯の支間中央とし減衰定数は0.3%とした。本条件における照明柱頭部の鉛直方向最大加速度は185galであった。

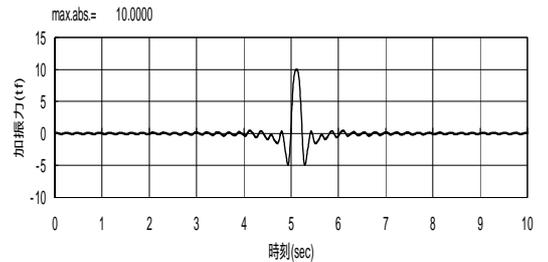
4. あとがき

実測データのある橋梁に関して3次元FEMモデルを用いてシミュレーション解析などを実施し、各部応答に関し実測値と概ね良い一致がみられた。

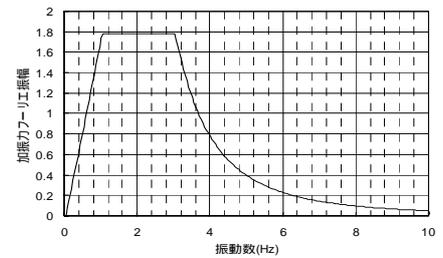
今後の課題として、他実測データによる解析の妥当性検討並びに照明柱の耐振性評価・振動予測システムの構築などが挙げられる。なお、本研究は「動荷重を受ける照明柱の耐振性評価委員会」(委員長; 飯田毅)の元に行われている。

謝辞; 実測データの提供を阪神高速道路(株)技術管理室技術開発グループ高田佳彦係長から提供戴いたこと、並びにFEMによる振動解析で(株)地震工学研究所に協力戴いたことに対し、ここに記して感謝の意を表します。

参考文献; 1) 井舎ら; 道路橋の門型標識柱の振動要因に関する研究、構造工学論文集、Vol.51A, pp.43-50, 2005



a) 時刻歴波形



b) フーリエスペクトル

図5 設定した走行荷重

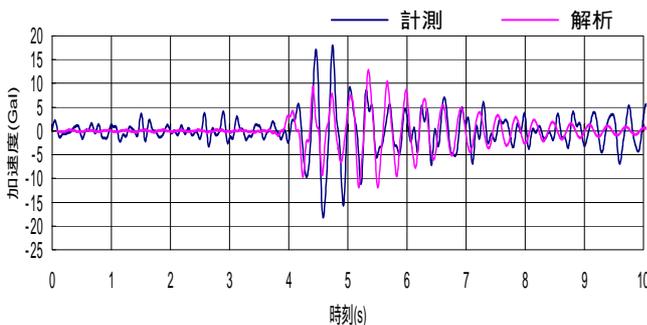


図6 設定荷重による鉛直加速度時刻歴
(中央分離帯 床版計測点No.4)

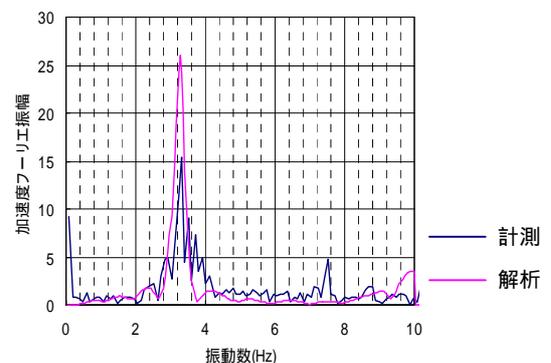


図7 加速度フーリエスペクトル