

耐震解析用汎用ソフトの解析結果と構造データを利用した車輦—橋梁の連成解析

オイレス工業株式会社 正会員 ○横川 英彰

1. 目的

最近、橋梁の交通振動に対する関心が再び高まっている。橋梁の交通振動を解析するためには、車輦と橋梁を連成させた解析を行わなくてはならないため、耐震設計に用いるための動的解析の汎用ソフトでは、このような解析が不可能であった。

近年の道路橋示方書の改定により、橋梁の耐震設計に動的解析を行う機会が増加し、橋梁の耐震設計用の解析モデルは、非常に作成しやすい状況となってきた。しかし、それらのモデルは地震応答解析のみにしか用いられていないのが現状である。交通振動解析と地震応答解析は同じ動的解析であり、耐震解析用モデルを橋梁交通振動の解析に用いることは可能であると考えられる。ここでは、既往の文献を参考¹⁾²⁾³⁾にして、耐震解析用の橋梁構造モデルを車輦と橋梁の連成解析に用いるためのソフトウェアを作成し、その後、橋梁に単行車輦が通過する車輦と橋梁が連成する応答解析を行い、静的解析と本ソフトウェアの計算結果の確認を行った。

2. 応答解析手法の選択

車輦—橋梁の連成解析は古くから計算機の制約などからモード法による解析²⁾が多かった。しかし、近年ではFEMによる構造モデルに直接車輦を連成させて解析する事例¹⁾も多くなっているのが現状であるが、本ソフトウェアでは簡易に解析ができることを目標としたためモード法による解析を採用した。モード法は、鉄道車両と構造物が連成するような複雑な分野³⁾で用いられていることを考えると、現在でも実用的な解析方法と考えられる。

3. 解析の手順

解析の手順を図-1に示す。

モード法を採用するにあたり、本ソフトウェアでは固有値解析を行わず、耐震解析ソフトにより計算された橋梁の固有値、固有ベクトル、モード減衰を読み込む。また、それ以外に、構造データとして、節点質量、節点座標を本ソフトウェアに読み込む。それらの値から、モード質量、モード剛性、モード減衰係数を算出する。車輦と橋梁の連成については、両者を別々に計算させ、収束計算を行うことにより連成解析を行う。

なお、車輦は、4自由度モデル、5自由度モデルの2種類のモデルを用いることができる。

4. 試解析

本ソフトウェアの解析結果の検討のために、単行車輦が走行する場合の解析を行った。橋梁モデルと車輦の走行方向は図-2に示すとおりである。車輦として図-3に示すモデルを用いた。車輦の走行速度は2種類とする。ひとつは、準静的挙動を見るために1(m/sec)とし、もうひとつは動的応答を見るために27(m/sec)100(km/sec)とした。解析に考慮するモードは固有値解析結果から、1次モードから16次モードとした。時間積分の時間間隔は0.005秒とし、収束精度は加速度の2乗平均誤差で 10^{-10} と設定した。

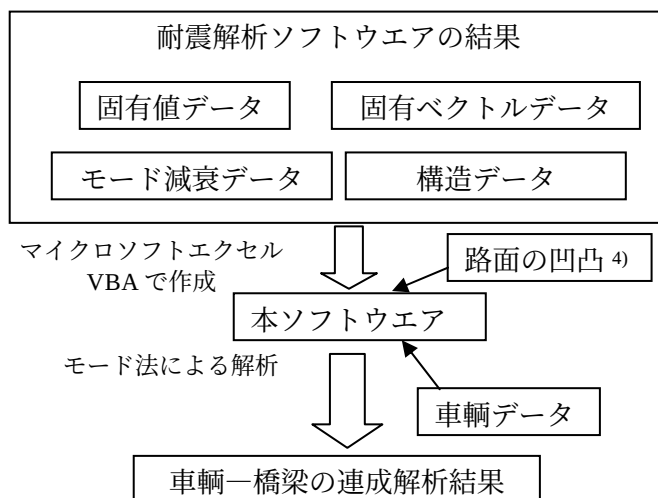


図-1 解析の流れ

キーワード 橋梁交通振動、地震応答解析、汎用耐震解析ソフト、モード法、時刻歴応答解析

連絡先〒105-8584 東京都港区浜松町1-30-5 オイレス工業株式会社 第三事業部 技術部 TEL03-3578-7930

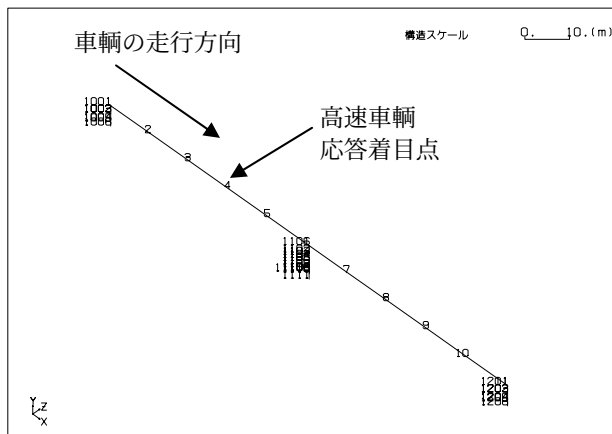


図-2 解析モデル

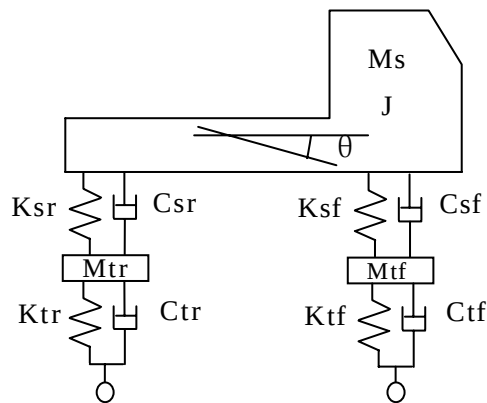


図-3 車両モデル

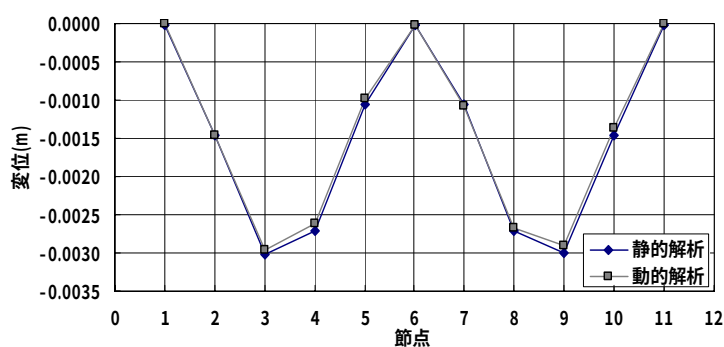


図-4 静的解析結果との変位の比較

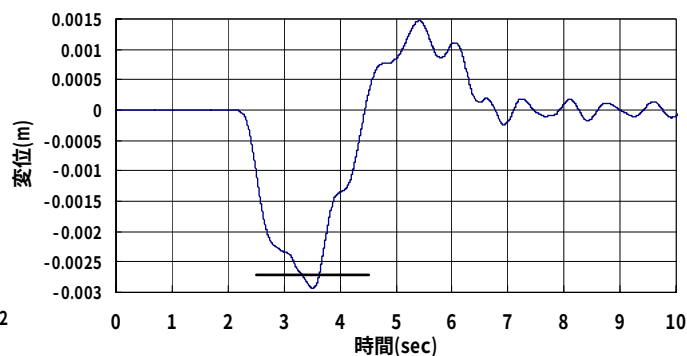


図-5 27(m/sec)走行時

5. 解析結果

車両を 1(m/sec) で移動させたときの応答と静的解析結果との比較を図-4 に、27(m/sec) で車両を移動させた結果を図-5 に示す。図-4 から静的解析結果と比較して本ソフトウェアの結果が若干小さい値を示しているが、概ね一致していることが分かる。付近を直線で示した値である。次に、図-5 から、高速で橋梁上を通過した場合、静的変位と比較して変位が大きくなっていることから、走行する車両からの荷重が橋梁を伝わって橋梁を振動させていることがわかる。

6. まとめ

ここでは、既往の耐震解析ソフトウェアの結果を利用した車両－橋梁連成解析の方法を示し、実際に解析した結果を示した。本ソフトウェアの解析結果を検証するために、静的解析の結果と比較した結果、概ね等しい値となり、高速車両を通過させた場合は静的解析と比較して大きな変位となる結果となった。

今後、他のソフトウェアで計算した結果との比較や、制振装置を取り付けた解析を行えるような改良を行ない、より精度が高く、多様な解析を行えるように本ソフトウェアを改良する所存である。

謝辞: 本ソフトウェアを作成するにあたり、金沢大学の深田准教授、神戸大学の金 COE 研究員から貴重なご意見を頂きました。御礼申し上げます。

参考文献:

- 1) 深田幸史：橋梁の動的な性能照査のための立体解析モデルの確立に関する研究, 金沢大学博士論文, 1999, 1.
- 2) 小松定夫, 川谷充郎：斜張橋の自動車走行による動的応答と衝撃係数に関する研究, 土木学会論文集, No. 275, pp. 13-28, 1979, 7.
- 3) 涌井 一, 松本信之, 松浦章夫, 田辺 誠：鉄道車両と線路構造物の連成応答解析法に関する研究, 土木学会論文集 No. 513/I-31, pp. 129-138, 1995, 4.
- 4) 日野幹雄：スペクトル解析, 朝倉書店, pp. 142-144, 1977, 10.