

車両走行実験による集成材林道橋の動的応答解析

岩手大学工学部 学生員 ○鈴木秀市

岩手大学工学部 正員 宮本 裕 岩崎正二 出戸秀明

日本大学工学部 正員 五郎丸英博

1. はじめに

秋田県内に架設された集成材林道橋 3 橋（鶴養橋、坊川橋、揚ノ沢橋）に対して、乗用車による車両走行実験を行い、動的変位計を用いた動的変位波形を測定し、同時に測定した静的変位から動的応答係数（動的増幅率）を求めた。また、集成材橋と車両との相互作用を考慮した動的応答解析の数値シミュレーションを行うために、試験車の段差試験を行い、試験車モデルの諸定数を求めた。シミュレーション計算結果と実測値を比較検討することにより、本研究で提案した解析手法が木橋に対して十分適用できるかどうかを検討した。

2. 段差試験結果

試験車の段差試験では、図-1 に示すように加速度ピックアップ（リョ製、PV-36）を乗用車（三菱 CHARIOT）の前輪・後輪の車体フレームと車軸に取り付け、車軸のバネ上、バネ下の上下方向の振動加速度を測定した。動的応答解析に用いる試験車は 2 軸 4 自由度モデルとし、モデルのバネ定数は、前輪と後輪をそれぞれ 20cm の踏み台から落下させた後の減衰自由振動波形を測定し、スペクトル解析を行い求めた。前輪のスペクトル解析結果の一部を図-2、3 に示す。表-1 はそれぞれ加速度波形、およびスペクトル解析から得られた試験車モデルの諸定数である。 f , h , k , c は固有振動数、減衰定数、バネ定数(kgf/cm)、減衰係数(kgfs/cm)を表している。

表-1 段差試験による試験車の諸定数

	f (Hz)	h	k	c
前輪バネ上	1.563	0.051	86.9	0.906
前輪バネ下	11.953	0.106	241.7	0.682
後輪バネ上	2.344	0.290	118.0	4.646
後輪バネ下	13.281	0.141	298.4	1.005

3. 車両走行時の動的応答解析

まず車両のモデル化にあたっては、写真-1 に示す鶴養橋のように、今回の実測橋梁はすべて短スパン橋（鶴養橋 13.6m、坊川橋 5.6m、揚ノ沢橋 7.6m）であるため、車両の前輪と後輪の影響を無視できない。従って、図-4 に示すような前後の車軸間距離を考慮しバネ上質量の上下振動と回転振動及びバネ下質量前後の上下振動を基本とする 2 軸 4 自由度系で

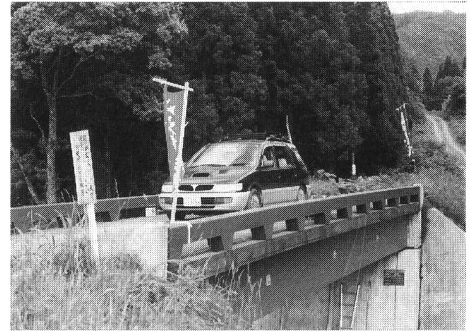


写真-1 車両走行実験状況

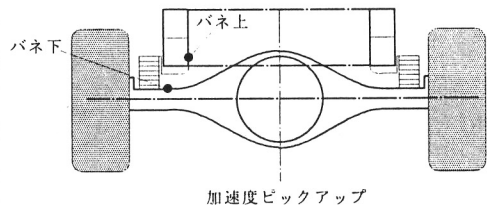


図-1 試験車の加速度ピックアップ取り付け位置

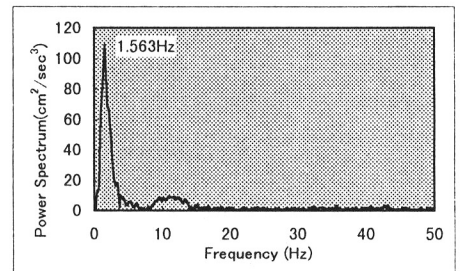


図-2 前輪バネ上振動のパワースペクトル図

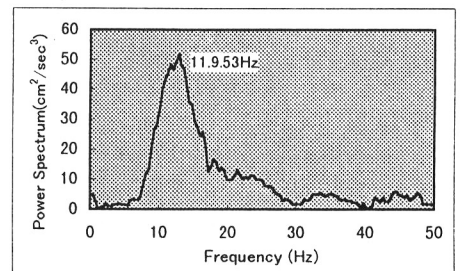


図-3 前輪バネ下振動のパワースペクトル図

モデル化し、解析を行った。図-4に示す橋梁-車両連成系モデルにおける運動方程式は、橋梁と車両に関する5つの変位 v, z_1, z_2, z_3, θ についての2階5元連立微分方程式¹⁾で与えられる。式の内容については省略する。時間で変化する変数係数を持つ連立微分方程式であるため、解析的に解くことは困難であるので、Newmarkの β 法を用いて数値的に動的応答値を求めた。

橋梁のモデル化に際しては、実橋に合うように格子桁や板にモデル化して各モードベクトルを用いて計算を行うことが一般的であるが、解析は複雑になる。本研究では、対象橋梁をすべて梁モデルとし、その曲げ剛度を静的載荷実験から得られた静的最大たわみから逆算して求めた。同時に実測から得られた橋梁の1次固有振動数、1次減衰定数を梁理論を用いた式に代入することにより、パソコンで簡単に動的応答解析が行えるようになった。

図-5は車両速度 34.20km/h 時の揚ノ沢林道橋における動的応答解析および実測から得られた動的変位波形を比較したものである。図-6は揚ノ沢林道橋の実測から得られた動的応答係数と解析から得られた乗用車(1.8t)モデル、大型車(20t)モデルの動的応答係数を比較したものである。図-7は同様に坊川林道橋の動的応答係数を比較したものである。ここで動的応答係数は、最大動的変位と静的最大変位の差を静的最大変位で割ったものである。ただし、両橋とも設計衝撃係数は($i=0.25$)を採用している。

4. あとがき

本研究は、集成材林道橋3橋に対して乗用車による走行実験を行い、動変位計を用いて変位波形を測定し、これらの橋梁の動的応答特性を明らかにするとともに、木橋に対する動的応答解析の手法について検討したものである。以下に本研究から得られた結果を示す。

- (1) 本実測と解析により、短スパン集成材林道橋の動的応答特性が明らかになった。
- (2) 車両走行時の動的応答解析においては、梁モデルの諸係数の算定にあたって静的載荷実験による最大たわみ、また、1次の固有振動数、1次の減衰定数の実測値を利用するならば、本解析手法を用いても妥当な応答結果を得られることが明らかになった。
- (3) 本論文での集成材林道橋3橋の数値解析結果より、大型車両による動的応答係数は設計衝撃係数($i=0.25$)より大きいことが明らかになった。

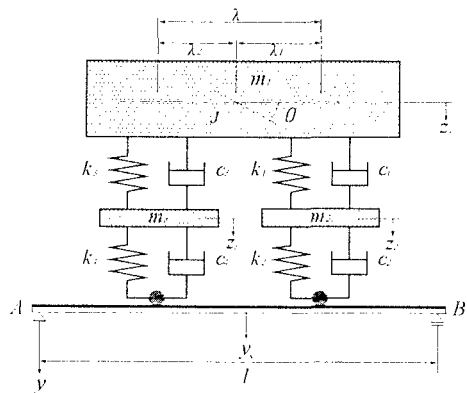


図-4 解析モデル図(2軸4自由度系)

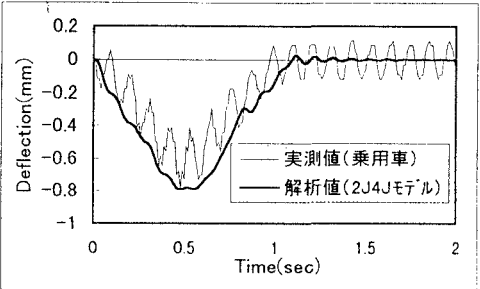


図-5 揚ノ沢林道橋の動的変位波形

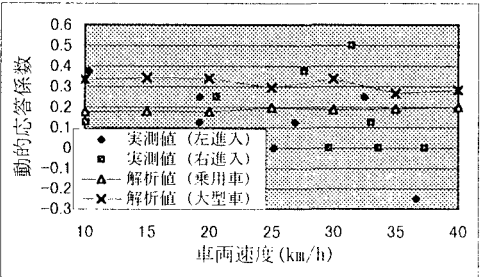


図-6 揚ノ沢林道橋の動的応答係数

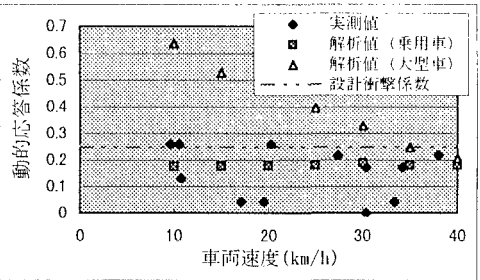


図-7 坊川林道橋の動的応答係数