

I-27

走行荷重による集成材橋の動的応答解析

岩手大学工学部 学生員 ○千葉 郁雄 高橋 俊彦

岩手大学工学部 正 員 宮本 裕 出戸 秀明

岩手大学工学部 正 員 岩崎 正二

1. まえがき

これまで走行荷重による橋梁の動的応答に関する研究は、主に鋼橋やコンクリート橋などをその対象としてきた。しかし、近年の大断面集成材作成技術の向上は木橋を車道橋として使用するのに十分可能なものとした。この様な状況の中で増加しつつある木車道橋に対して、車両走行による動的応答に関する理論的及び実験的研究の報告がきわめて少ないようである。したがって、数値解析を用いて木車道橋に対しての車両走行時の動的応答解析を行い、その動的応答特性を把握することが重要になってくるものと思われる。本研究では、集成材を主材料に用いた桁橋をモデル化し橋梁-車両モデルの連成振動方程式をNewmarkの β 法を用いて数値積分を行うことにより、動的応答解析を行った。動的応答特性の検討に当たっては、橋梁-車両モデルに関する任意のパラメータを選出し、それら動的応答に与える影響を衝撃係数の立場より考察した。

2. 橋梁-車両系モデル

本研究では、文献1)より橋梁-車両系モデルを図-1のように考える。ただし、橋梁モデルは単純梁として扱い、車両モデルは1軸2自由度系モデルとした。このモデルにおける橋梁の運動方程式と車両の運動方程式は、次式で表される

$$\ddot{y}_c + 2h\omega \dot{y}_c + \omega^2 y_c = \frac{1}{M} p(t) \sin \frac{n\pi vt}{l} \quad (1)$$

$$P(t) = (m_1 + m_2)g - m_1 \ddot{z}_1 - m_2 \ddot{z}_2 \quad (2)$$

$$m_1 \ddot{z}_1 + k_1(z_1 - z_2) + c_1(\dot{z}_1 - \dot{z}_2) = 0 \quad (3)$$

$$m_2 \ddot{z}_2 + k_1(z_2 - z_1) + c_1(\dot{z}_2 - \dot{z}_1) + k_2 z_2 + c_2 \dot{z}_2 = 0 \quad (4)$$

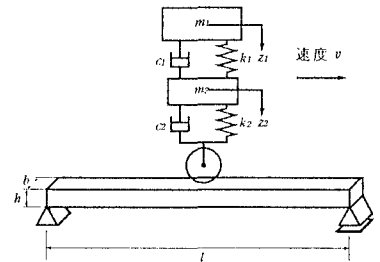


図-1 梁-車両モデル (1軸2自由度系)

また、 y_c は梁中央部の変位、 ω 、 h は、それぞれ橋梁における固有円振動数、減衰定数、 m_1 、 c_1 、 k_1 は、車体部における質量、粘性減衰係数、バネ定数、 m_2 、 c_2 、 k_2 は、タイヤ部における質量、粘性減衰係数、バネ定数、さらに z_1 、 z_2 は、車体部（バネ上部）とタイヤ部（バネ下部）の鉛直方向変位である。(1)(2)(3)及び(4)の運動方程式の数値解析では、数値計算法としてニューマーク(Newmark) β 法を使って数値積分を行い、橋梁-車両モデルの動的応答解析をした。また、基本モデルの数値を選択するに当たっては、非現実的なものにならないように実際の木橋に近いと考えられる値を採用した。表-1及び表-2に、それぞれ数値計算に用いた橋梁、車両のデータを示す。

表-1 車両のデータ

速度	(km/h)	40
車両重量(上)	(kg)	1800
車両重量(下)	(kg)	200
バネ上定数	(kg/cm)	6970
バネ下定数	(kg/cm)	13600
減衰係数上	(kg・s/cm)	25
減衰係数下	(kg・s/cm)	30

3. 解析結果及び考察

本研究では、橋梁-車両系モデルの中から任意に選出したパラメータについて動的応答解析を行い、それが木橋の衝撃係数にどのような影響を与えるかを検討した。使用したパラメータは、車両速度、車両重量、橋梁の減衰定数、及び桁高の4種類を採用した。得られた結果は、それぞれ以下の図-2、図-3、図-4及

び図-5に示す通りである。まず、図-2について、速度の増加にともない衝撃係数が大きくなる傾向が見られる。図-3については、車両重量の増加にともなって衝撃係数は小さくなる傾向が見られる。この理由としては、車両重量の増加に伴い動的たわみは、増加するが静的たわみ値も同様に増加するためと考えられる。しかし、静的たわみ値に比べて動的たわみの増加の割合が小さいため、衝撃係数は減少傾向になるものと考えられる。図-4より、橋梁の減衰定数が大きくなると衝撃係数は減少傾向となるがその割合は小さい。本解析での木橋の減衰定数は、衝撃係数にほとんど影響を与えないものと考えられる。支間長を一定に桁高を変化させて計算した図-5の結果は、桁高が大きくなると衝撃係数は減少する傾向になった。これは、断面積及び断面2次モーメントが増加することにより固有振動数が大きくなり橋梁モデルが丈夫になったためと思われる。

表-2 橋梁のデータ

橋長	(cm)	2000
単位重量	(kg/cm ²)	0.0008
減衰定数		0.03
ヤング係数	(kg/m ²)	80000
高さ	(cm)	100
幅	(cm)	400
断面積	(cm ²)	40000
2次モーメント	(cm ⁴)	33333333

4. あとがき

本研究では、走行荷重下の単径間木橋の変位応答が各パラメータによって、どのような影響を受けるか検討したものである。以下に、本研究の結果を述べる。

(1) 車両速度の増加は、衝撃係数の増加につながる事が分かった。

(2) 車両重量の増加は、衝撃係数の減少につながる。

(3) 木橋の減衰係数が大きくなると、衝撃係数は小さくなる傾向がある。しかし、このような傾向はあるが、減衰係数による衝撃係数への影響は少ない。(4) 橋梁の桁高の増加は、衝撃係数を低下させる傾向がある。最後に、今回の動的応答解析では1軸2自由度系の車両モデルを使用した

が、今後の課題は多自由度系での動的応答解析を行いたい。本論文では、一般に鋼橋などに用いる数値解法が木橋の動的応答解析にも適用できることが明らかになった。今後はさらにパラメータの数を増やして計算を行い、集成材橋の走行荷重時の動的特性を解明したいと考えている。

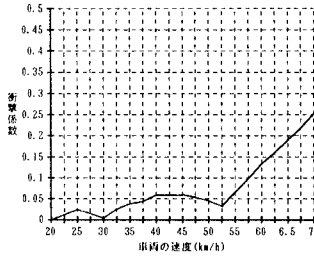


図-2 車両速度-衝撃係数との関係

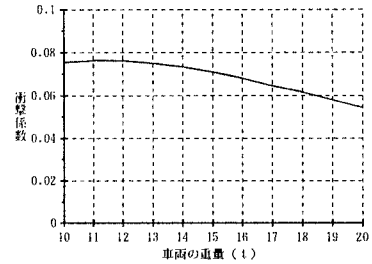


図-3 車両重量-衝撃係数との関係

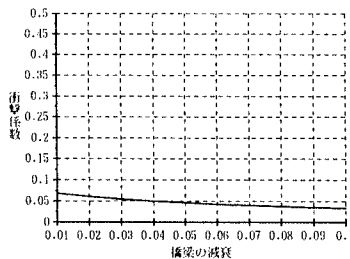


図-4 橋梁の減衰係数-衝撃係数との関係

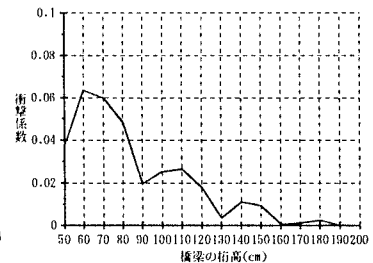


図-5 橋梁の桁高-衝撃係数との関係

参考文献

- 1) 橋梁振動研究会編：橋梁振動の計測と解析、技報堂出版、1993・10