

鉄道技術研究所 正員 松浦章夫

まえがき

鉄道橋に載荷する瞬間の車両の運動(初期振動)は、けたの衝撃係数、車両の走行安全性などによって決定する重要な要素である。従来、車両の運動性状そのものが複雑であり、実測にも非常に困難がともなうので、実在のけたの衝撃係数の実験では、初期振動に対する特性がほとんど考慮されていない。設計に必要な合理的な衝撃係数を得るためには、実在の橋における車両の初期振動と衝撃との関係と明らかにすべきであるが、その準備として模型けたによる実験により理論解析の妥当性を検討し、基礎資料を得るのも一つの方法である。

本実験では、模型装置により、2軸車の運動と単純支持けたの中央たわみとを同時に測定し、この測定により得られる車両の初期振動を理論式の初期条件として考えた場合の理論計算結果と、実測したたわみとを比較することをその目的とした。

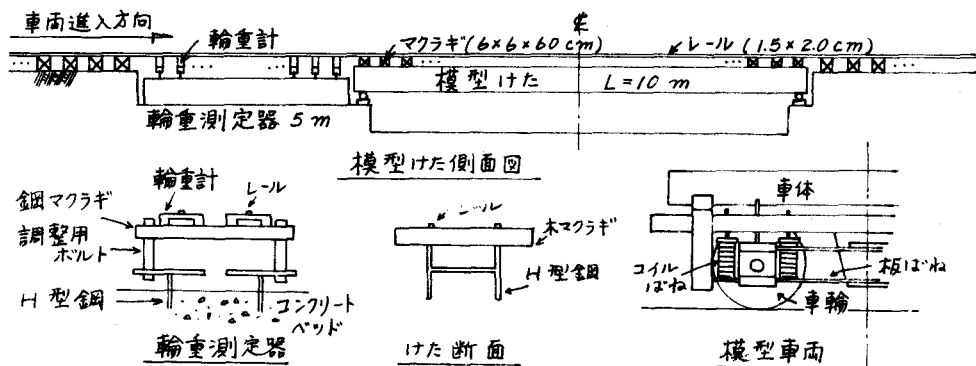
実験概要

図-1 模型装置概略図

模型装置の概要を図-1に示した。けたはH型钢製で、縮尺1/5、一次固有振動数4.47 c/s、自重882 kg、車両は軸距60 cm、固有振動数4.30 c/s、自重256 kgで、けた、車両とも本実験では減衰は無視できる程度に十分小さい。車両の運動は、25 cm 間隔に並べた鉛直方向に調整可能な鋼製マクラギとレールとの中間にそう入した輪重計により検出する。

実験における走行速度は4.0~10.0 m/s、軌間は標準軌1435 mmの1/5である。

理論式

単純支持けた系の運動方程式は、たわみのオーモードのみを考えると、 $\{M_b + 2M_L \sum \xi_i \sin^2(\pi v t_i / L)\} \ddot{y} + 2\{K + k \sum \xi_i \sin(\pi v t_i / L)\} y = 2k \sum \xi_i \sin(\pi v t_i / L) Z + 2k \sum \xi_i \sin(\pi v t_i / L) \theta / \ell + 2g(M_u + M_L) \sum \xi_i \sin(\pi v t_i / L)$

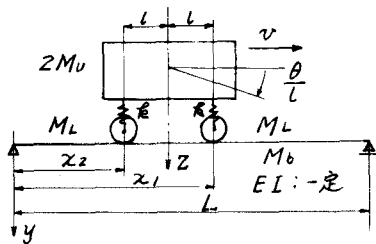


図-2 2軸車両

$$Mu\ddot{Z} + kZ = k\sum \varepsilon_i \sin(\pi v t_i / L) y / 2$$

$$Mu\ddot{\theta} + k\theta = k\sum \varepsilon_i (-1)^i \sin(\pi v t_i / L) y L / 2$$

ただし、慣性モーメント $J = MuL^2$

$$\delta = 2MbgL^3 / (\pi^4 EI), \quad K = Mb\gamma / \delta$$

なお、この式は文献(2)において2次曲線で表わしている解的たわみを、sin曲線でおきかえれば、その結果と全く一致する。

実験結果と計算結果

図-3は、輪重測定記録の一例で、高周波の存在など多少の装置上の問題点はあるが車両の運動をこの記録から推定することは可能である。

図-4に実験結果と計算結果の一例を示す。たわみの動的影響線波形の車両の初期振動を無視した計算値は、実験値と非常に異なるが、初期値を考慮すると比較的よく一致し、車両の上下変位の計算値は初期値により非常に異なり、初期振動の影響の大きいことがわかる。

上記理論式が実際に応用できることがこのような実験により確かめられれば、図-5に示すような、車両の初期振動とけたたわみの衝撃係数との関係を計算することができる。

なお、40回程程度の走行試験のうち、けた中央のたわみ波形が計算値とあまりよく合わないものもあったが、この場合の記録波形には、けたの2次以上の高次振動が比較的多く含まれていること、またけた上レールの形状の測定精度が低かったことなどが問題点として残っている。

結 語

模型実験で得られた動的たわみ応答は、車両の初期振動により大きな影響を受け、理論的に説明ができそうである。

参考文献

- 1) 鉄道技研：「こた玉号」による高速度試験 鉄研速報 No. 61-50
- 2) R. K. Wen : Dynamic Response of Beam Traversed by Two-Axle Load ASCE, EMD.
- 3) 大地羊三：鉄道橋の衝撃係数 鉄研報告 No. 370, Oct. 1963

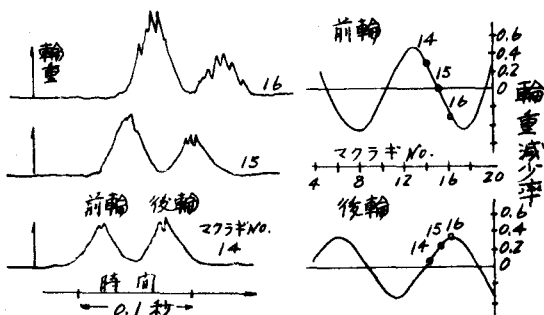


図-3 輪重測定記録例

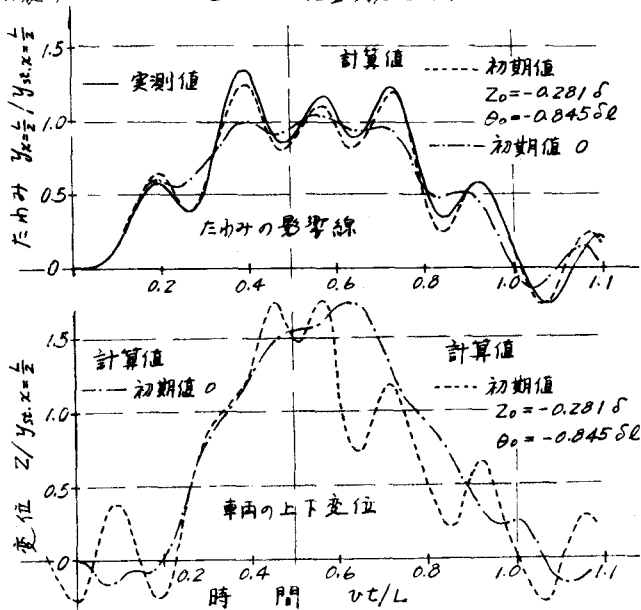


図-4 実験結果と計算結果の例

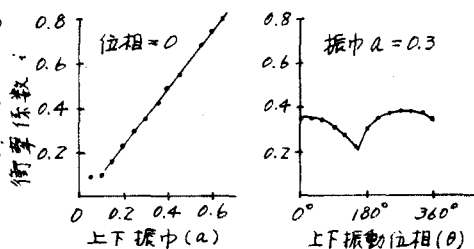


図-5 初期振動と衝撃係数