

建設省 正員 賀村 幹 夫
山口大学 正員 倉田 忠 義

1. まえがき 荷重復量の運行に伴う橋げたの単純パラメトリック共振は、鉄道橋では、その可能性は小さいことがすでに示されている¹⁾。現実には、荷重復量のみでなく、車両はばね及びばね上復量を有するので、復量のみでの運行による共振と異なった振動挙動が予想される。本研究は、荷重復量のみが運行する場合及び車両モデルが等間隔に運行する場合について、それらの係数励振振動の挙動を示すとともに、単純パラメトリック共振領域の存在とその境界を明らかにするのをも目的とする。

2. 解析モデルとけたの安定図 対象の橋げたは主けた間隔を1.9mに修正したKS-18用上路プレートガージ(スパン $l=12.9m$)に相当するけたである。車両モデルは鉄道車両の半車両モデル(モデル間隔 $a=12.5m$, 図-1, 2)を用いた。この場合、荷重復量(M_0)と橋げたの全復量($m \cdot l$)との比(M_0/lm)及び荷重復量の慣性モーメント(J_0)と橋げた全復量の慣性モーメント($\mu I_{ps} l$)との比($J_0/\mu I_{ps} l$)は、車輪のみが付加復量の場合は $M_0/lm=0.627$, $J_0/\mu I_{ps} l=0.286$, 車輪と台車が付加復量の場合は $M_0/lm=1.327$, $J_0/\mu I_{ps} l=0.700$ である。

上記のけたについて、車輪のみが付加復量と考える場合の鉛直振動の安定図を図-3に示す。図中の横軸の $\omega_0/2\Omega_0$ は無次元走行速度を表わす($\omega_0=2\pi v/a$, v は走行速度, $a=12.5m$, Ω_0 : 平均荷重復量付加時のけたの固有振動数)。車輪と台車が付加復量である場合の水平・ねじり振動の安定図を図-4に示す。図-4は $M_0/lm=1.327$ のときの $J_0/\mu I_{ps} l$ の変化に伴う安定図である。これはすべて Bolotin 法も適用して求められたものである¹⁾。

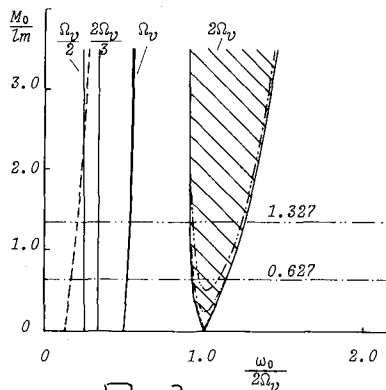


図-3

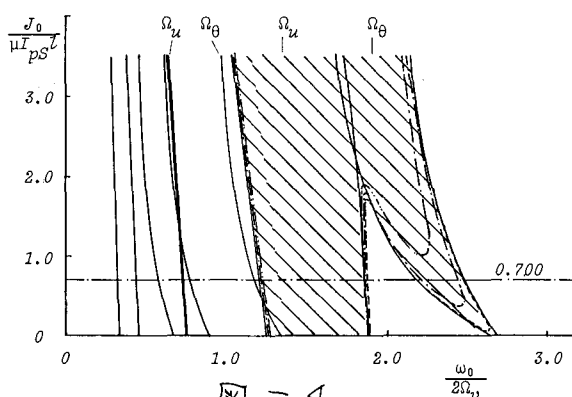


図-4

3. 鉛直係数励振振動 図-1に示すモデルの車輪のみが運行する場合の共振曲線、すなわち、 $M_0/lm=0.627$ のときの各速度における応答変位を図-5に示す。図中、縦軸は最大動的変位 v_{max} と初期変位 v_0 との比を示している。図には、図-3の不安定領域の位置及び幅も記入してある。図より Bolotin 法により求めた領域が運動方程式の数値積分による結果と比較的よく一致していることがわかる。図-6に図-1の半車両モデルの運行による共振曲線を示す。図-5の共振曲線と比較すると、不安定領域は

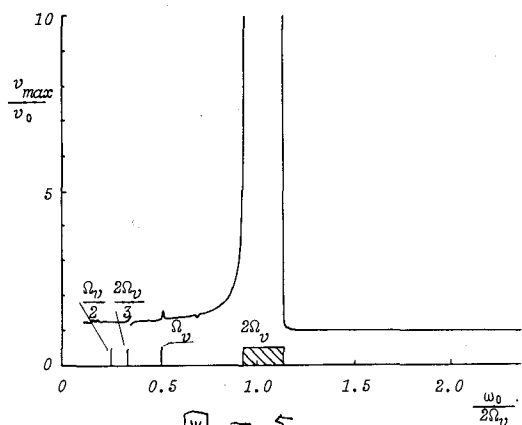


図 - 5

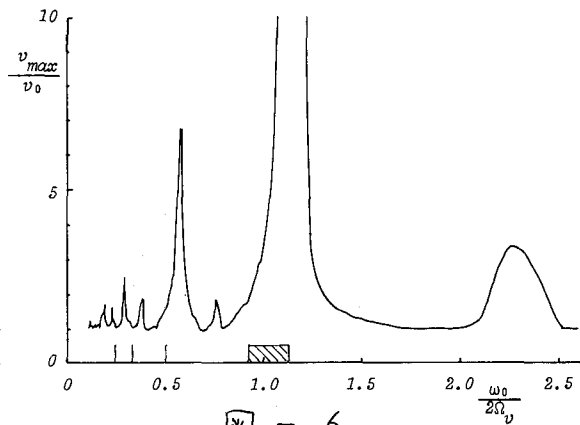


図 - 6

やや右(高速側)に寄るとともに、領域もやや狭小化することがわかる。特に $\omega_0/2\Omega_v=0.5$ の近傍で大きな応答が見られるが、これはけたの単純パラメトリック共振と軸距と速度に起因する強制振動に対する共振が組み合わさったものである。その他、図-6には小さなピークが表われているが、これは半車両モデルの効果と考えられる。

4. 水平・ねじり係数振振動 図-2に示す半車両モデルの車輪と台車がけたの付加復量となり連行する場合の共振曲線、すなわち、 $M_0/k_m=1.327$, $J_0/\mu I_{psl}=0.700$ のときの各速度における応答変位を図-7に示す。図中に、図-4の一点鎖線上の不安定領域の位置と幅が記入してある。これとと比較的よく一致していることがわかる。ただし、 $\omega_0/2\Omega_v=2.1$ 近傍に新たなピークが現われており結合共振によるものと考えられる。図-8に、図-2の半車両モデルの連行による共振曲線を示す。

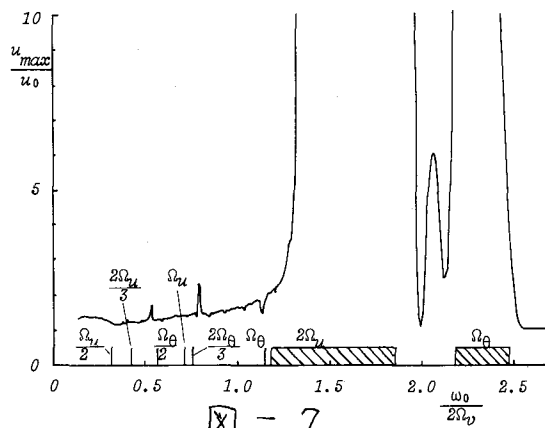


図 - 7

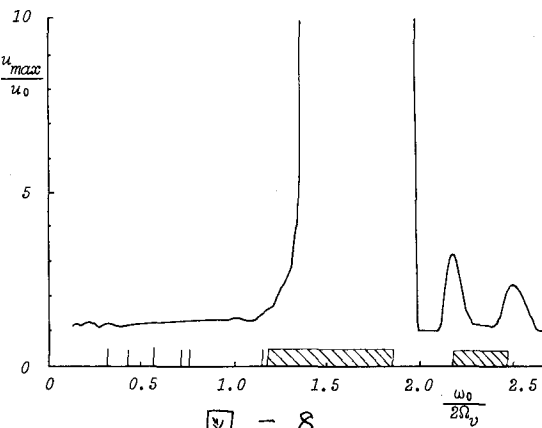


図 - 8

図-7と図-8を比較すると、 $\omega_0/2\Omega_v=1.5$ の近傍の領域がよく一致しているのがわかる。しかし、 $\omega_0/2\Omega_v=2.2 \sim 2.3$ の近傍の領域は一致が見られる。これはねじり振動が卓越する部分であることから、ねじり振動に対しては車輪のみが付加復量とすると考える方が妥当であることを示している。

以上の結果より、車両モデルの連行に伴う係数振振動の大きな不安定領域は、鉛直振動に対しては車輪のみが、水平振動に対しては車輪と台車、ねじり振動に対しては車輪が付加復量と見なして解析することが可能で、ばねばね上復量を考慮しなくてよいといえる。また、実橋の単純パラメトリック共振は可能性小といえる。

1) 細木・倉田：連行荷重復量による橋げたの単純パラメトリック共振について、土木学会40回年次学術講演会講演概要集。