

東京大学工学部 正員 松本嘉司
 同上 正員 大嶋孝二
 同上 学生員 〇橋本涉一

1. 概説

鉄道車輛の走行安定性に関する問題としては、長大吊橋が風荷重・地震動を受けた場合等の振動軌道上での車輛運動が研究されており、2軸車輛の運動については従来より多くの研究報告がなされている。本研究では直線軌道と通り狂い軌道上での2軸車の車輛運動、さらに各軌道が振動した場合の車輛運動について模型実験を行ない、比較検討を行なった。

2. 直線振動軌道における車輛運動

ワラー1形 1/5 模型車輛による直線振動軌道上の走行実験より車体側面の水平・鉛直方向加速度を測定した。車体加速度の平均パワー(R.M.S.値) α_B と軌道加速度 α_r の比 α_B/α_r の共振曲線を、走行速度 V をパラメータとして図-2に示す。

軌道加速度は0.8~4.5 Hzについて $\alpha_r = 0.05G$ の一定とした。2.0~2.5 Hzに共振尖ピークが存在し、これは車体横変位と車体ローリングとが同位相の、いわゆる低心ローリングと言われる運動である。共振尖より低振動数域では高速になるにつれ、車体振動は大きくなっていく。

2.0~2.5 Hzの共振尖付近での軌道加速度 $\alpha_r = 0.10, 0.15G$ の実験は車体のロッキング現象が生じ転倒に至るので、不可能であった。

2軸車輛の振動モデルとして、軌道が進行直角方向に振動した場合に連成する、車体・車軸の横変位 (y_1, y_2, y_3)、車体ローリング (θ_1, θ_2)、車体・車軸のヨーイング

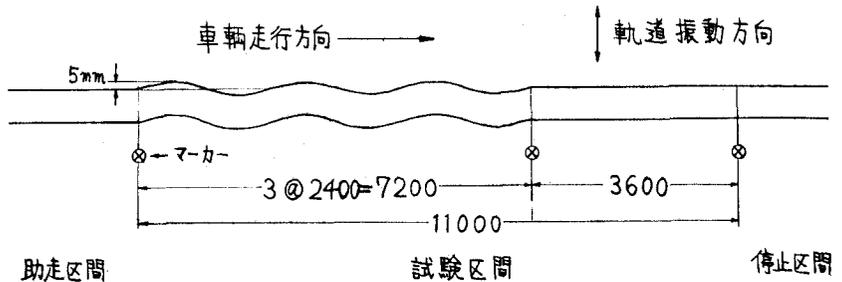


図-1 通り狂いをつけた振動軌道

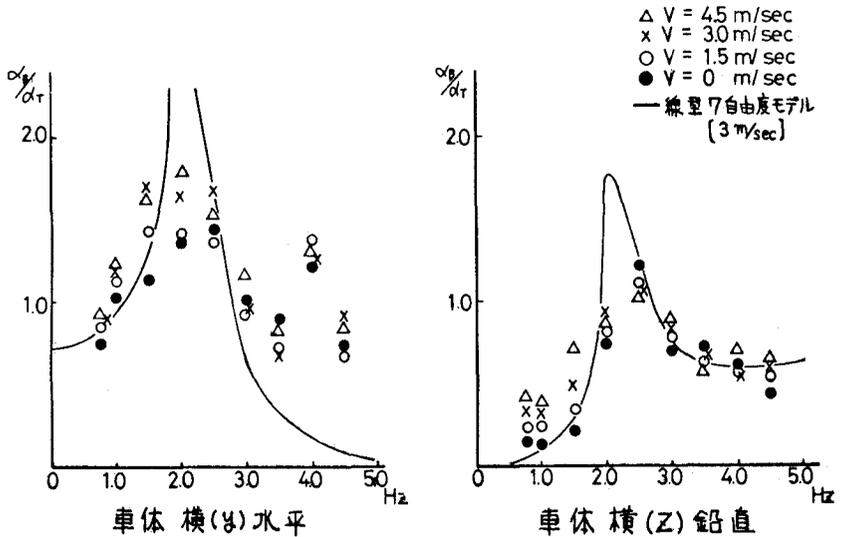


図-2 ワラー1 1/5 模型 共振曲線 直線軌道 軌道加速度 0.05G

($\theta_{12} \cdot \theta_{22} \cdot \theta_{32}$)の7自由度線形振動モデルを考えた。ワラー1形1/5模型車輛の満車状態、 $V=3.0 \text{ m/sec}$ の加速度共振曲線と同じく図-2に示す。これより、現象を簡略化した線形振動モデルを用いて、ある程度の説明がつくと言える。高心ローリングと言われる2番目の共振点は7.5 Hz付近に存在すると予想される。

3. 通り狂い振動軌道における車輛運動

1/5模型軌道に図-1に示すような波長 $\lambda=2.4 \text{ m}$ の正弦波形通り狂いを3波つけ、直線部分3.6 mと合計11.0 mの試験区間を設けた。この通り狂い軌道上で、軌道静止状態での走行実験、さらに進行直角方向に軌道全体が振動する場合の走行実験を行なった。片振幅は5 mmである。

通り狂い波長 λ と走行速度 V とにより決まる、軌道から車輛に入力される振動数と加速度の関係は、

$V=1.5 \text{ m/s}$	$f=0.625 \text{ Hz}$	$\alpha_r=0.008 \text{ G}$
3.0	1.250	0.032
4.5	1.875	0.071

軌道振動のない場合の直線軌道と通り狂い軌道の

比較を図-3に示す。車体の水平・鉛直方向とも速度が高くなるにつれ、明らかに振動が大きくなっている。これは高速になるにつれ、

共振振動数に近づくことと、加速度が大きくなることにより当然である。

軌道振動がある場合の、通り狂い軌道における共振曲線を図-4に示す。直線軌道の共振曲線(図-2)と比較して、水平(ヤ)・鉛直(ズ)方向ともに共振ピークが不明確になり、応答が均一化していることがわかる。共振点付近の定常状態に対して、外乱が加わることになると考えられる。また、高速になるにつれ、車体振動は大きくなっている。

4. 結論

(i)静止軌道で通り狂いがある場合、軌道からの外力により明らかに車体振動は大きくなる。(ii)振動軌道では通り狂いが、共振状態に外乱を与える効果を持つ。しかし、軌道の振動・通り狂いによる振動の位相関係により、励起・減衰は個々に異なるものと考えられる。

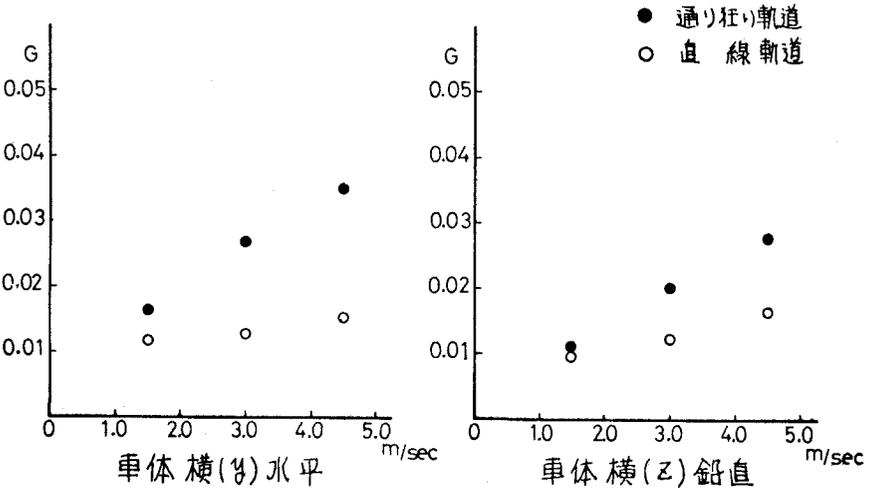


図-3 ワラー1/5模型 直線軌道と通り狂い軌道 軌道振動なし

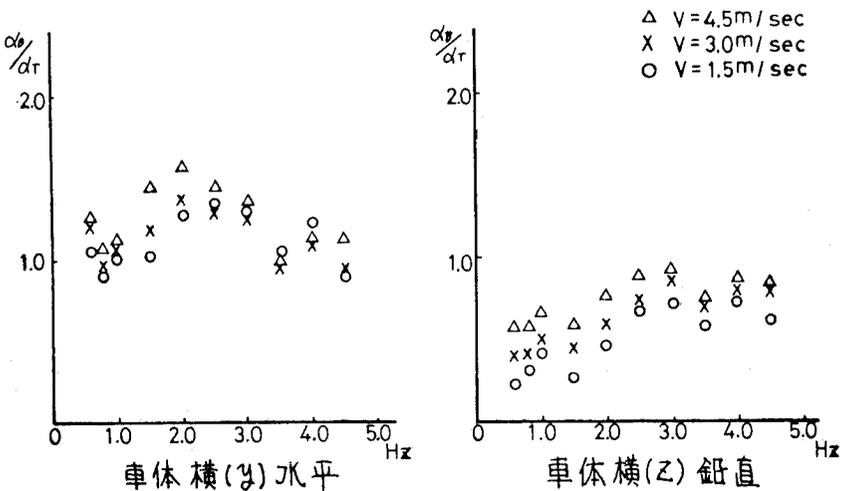


図-4 ワラー1/5模型 共振曲線 通り狂い軌道 軌道加速度0.05G