

台車旋回抵抗を考慮した ボギー車の左右強制振動解析

(第1報、側受け摩擦力の影響)

正員 谷藤 克也 (新潟大)

1. 目的

新幹線電車の車輪フランジの摩耗と左右振動増大の関連が明らかになり、フランジ摩耗の軽減が望まれている。方策の一つとして、側受け摩擦力和ボルスタアンカ前後剛性から成る台車旋回抵抗の低減により、ポイントを含む急曲線通過の際に生ずる車輪フランジ・レール間のきしりを減少させることが考えられる。しかし、台車旋回抵抗は走行安定性の向上に寄与する重要な因子であり、その低減が走行振動を悪化させることが懸念されるため、軌道不整に対する応答特性を主体に、その影響を定量的に解析する。

2. 解析の方法

鉄道車両の左右振動系に包含される複雑な非線形性を考慮するため、数値積分による時系列シミュレーションを用いる。考慮した非線形性は、車体支持装置について側受け摩擦力、車輪とレール間の作用力についてレール反力、フランジ摩擦力およびクリープ力の飽和特性である。特に、側受け摩擦力の非線形性は影響が大きいものの一つである。ここでは、3波連続する正弦波形状の通り狂いに起因する走行振動に着目し、ボギー車1両の運動をシミュレーションする。本報では、走行速度および狂い波高との関連を含めて側受け摩擦力の影響を第1報として報告する。

3. 解析結果

(1) 狂い波高が大きい(6mm)場合、前側の車体振動は側受け摩擦係数 μ_s の影響を強く受け、 μ_s が小さくなるほど加速度は増大する。一方、後側では加速度が小さく、 μ_s による変化も小さい。この傾向は前後各台車の側受けすべり状況に対応する。 μ_s が基本値($\mu_{s0}=0.12$)の0.5倍に減少すると、後位台車でもすべりが急増して減衰性が低下するが、3倍まで増大すると、側受けのすべりは生じない。速度の向上に対しては、側受けすべり状況の拡大に対応して車体加速度が増大し、後側でも μ_s の影響が顕著になる。

(2) 狂い波高が小さい(2mm)場合、 μ_s が $0.5\mu_{s0}$ 以上では車体振動に変化は認められない。すなわち、前位、後位両台車ともに、まったくフランジ接触が生じないか、または側受けをすべらせるほどの台車旋

回力を生ずるまでの接触には至らない。

(3) すべりの実態を考慮した条件(波高4mm)の場合、側受けすべりが生ずるのは速度210km/hで摩擦係数が $1.25\mu_{s0}$ 以下、同じく300km/hで $1.5\mu_{s0}$ 以下(図1参照)の範囲となる。

以上、振動を増大させる側受けすべりが摩擦力だけでなく、走行速度および軌道狂い波高とも強く関連することが定量的に明らかにされた。フランジ摩耗軽減を目的とする台車旋回抵抗の低減については、側受け摩擦力のみを対象とした場合、車体左右振動増大をもたらすため不利であることが示される。また、今後のスピードアップも考慮すれば、現状より摩擦力を低下させるより、むしろ $2\mu_{s0}$ 程度の安定した摩擦係数を確保することのほうが望ましいと言える。

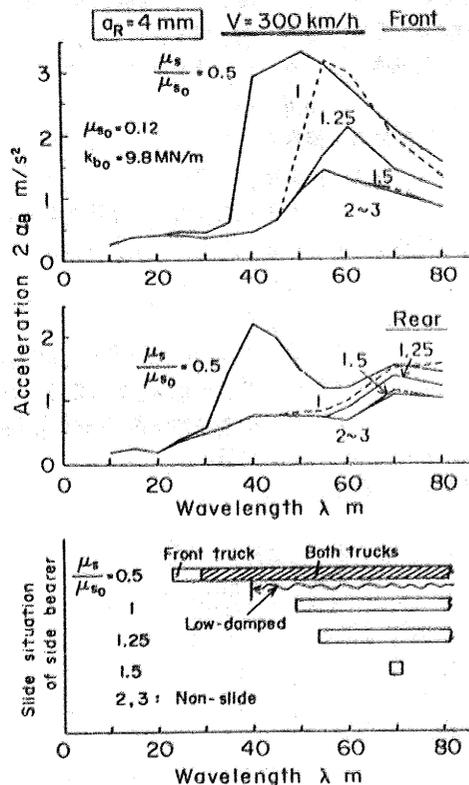


図1 側受け摩擦力の影響(狂い波高が中間の場合)