

東京大学工学部土木教室	正員	八十島 義之助
東京大学工学部土木教室	正員	松 本 嘉 司
東京大学工学部土木教室	学生員	西 岡 隆
東京大学工学部土木教室	学生員	○藤 沢 伸 光

まへがき 吊橋のように振動する軌道上を鉄道車輛が安全に走行できるか、否かという問題に対する研究の一環として、模型車輛と軌道振動台を用いて実験を行なった結果、振動する軌道に於いては、車輛は通常の軌道に於ける場合と著しく異なる状態を示す事が明らかとなったので、ここにその結果を報告する。

実験装置及び方法 2段リンク式貨車チラ1型の $\frac{1}{6}$ 模型及び上下左右方向に加速度を発生させる軌道振動台(全長17m,最大加速度0.2g)を用いて走行実験を行い、桁、車輛バネ上、周バネ下り上下左右方向、計6点の加速度を記録、更に16mmシネカメラによって車輪踏面と軌条の接触状態を観察した。又、車輛停止時についても実験し、これについてはスポーク車輪による輪重、横圧の測定も合せ行なった。但し、装置の問題から走行時の輪重、横圧は未だ測定するに至っていない。尚、軌道には波長3.6m全振巾4mmの正弦波近似の通り狂いを設け、車輛には重心の高い荷重を偏心させて載荷する等、脱線に関して不利となるような条件を設定した。

実験結果 実験の結果、振動桁上では、車輛は進行方向に平行な軸を中心とした回転、即ちローリングを起し、今回の実験の条件のもとでは、その程度は通常軌道で見られる程度を遙かに越えたものであって、桁加速度を増すと大となる事が認められた。又、ある程度以上の時間が経過すると定常状態に至る事も判明した。定常状態の振巾が大となると、担バネは伸び切って左右車輪が交互に浮くようになり、甚しい場合は転覆に至るが、転覆に至らぬ場合でも、この状態は極めて不安定なものである。脱線に関して不利な条件を設けたにも拘らず、生じた脱線は全て、このローリングによるもので、車輪が浮き上りや、乗り上りによる脱線は見られなかった。これから直ちに、この程度の軌道狂や、偏荷重は脱線に無関係であると断定するわけにはいかないが、少くとも振動桁上に於いては、直接又は間接にローリングに起因する脱線が圧倒的であると言えそうである。実験で見られたローリングを図式的に表わすと図1のようになる。図に於いて下の矢印が桁の運動の方向を表わしている。図の通り、ローリングは桁振動と約 $\frac{\pi}{2}$ の位相差を持ち、従って車輪が最も浮き上るのは、桁がほぼ中央に来た時である。尚、加速度の記録は、右車輪が軌条上に落下する時期は桁が右に振り切れる約0.15秒前であるのに、左車輪ではほぼ同時である事を示している。これから、右車輪が浮き上っている時間は、左車輪のそれより短かいと推測されるが(実際に浮いていた時間は不明)荷重が左に偏って載荷されていた事実と矛盾するようであり、原因不明である。次にローリングの程度と、桁加速度の関係を図2に示す。図中丸印は16mmフィルムによって車輪の浮き上りが認められたもの、普通の丸は認められなかったものを示す。これより、桁左右加速度とローリングの程度の相関は明白である。桁上下加速度については、加速度大の方が寧ろ安全となる傾向を示しているが、上下動を加えた時、桁

振動自身の波形が悪くなる点を考慮すれば、この事は直ちに認めるわけには
 いかない。図から浮き上りに対する左右加速度の限界を求めると0.135g程度
 と思われる。これは荷重載荷時の車輛重心が床面上9.25cmの時の例であるが、
 同じく5.28cmの時には、0.165g程度となった。これに対して、車輛停止時の輪
 重測定結果からは、この限界は各々0.06~0.07g、0.075~0.1gという値が得ら
 れた。この相違が、車輛走行の影響によるものが、輪重が0になった点と、
 浮き上りが、16mmフィルムによって認められる次の相違を意味するものか
 については、目下の所不明である。速度がローリングの程度に及ばず影響に
 関しては、今回の実験では、はっきりした結果が得られなかった。

ローリングに対する理論について

ローリングは一種の強制振動であるから、これを振動学の立場から解析して、その安全限界を決定する事が考
 えられる。先づ車輛を、上下左右共に線型なバネで支持されているとして図-3
 のようなモデルを考えれば、運動方程式は下のようになる。

$$\begin{cases} m\ddot{y} + R_1(y-a\theta) + R_1(y+b\theta) = 0 \\ m\ddot{x} + 2R_2(x+a\theta) = 0 \\ J\ddot{\theta} - R_1(y-a\theta)a + R_1(y+b\theta)b + 2R_2(x+a\theta)l = 0 \end{cases}$$

この解からは、水平方向の振動に比べて、回転は極く小さいと
 いう結果が得られる。しかし、車体の横動は軸箱守と軸箱の遊
 間に限られるから、振動がそれより大となった場合は、横方向
 のバネ定数が急激に無限大になると見做され、振動の様子は、
 全く事情を異にするものとなる。この場合にはローリングの振
 巾が大となるため担バネの非線型性を無視できなくなるであろ
 うし、リンクやリンク釣受の複雑な、かつ恐らくはランダムな
 運動と相俟って、その理論的考察は極端に困難なものとなる。
 この事は、記録された加速度波形からも充分に推察される。試
 みに、車輛を、輪軸中央にピンでとめられた回転体と考えた
 計算を行ってみたが、良い近似は得られなかった。この項に
 関しては、今後、更に研究を続ける予定である。

図-1

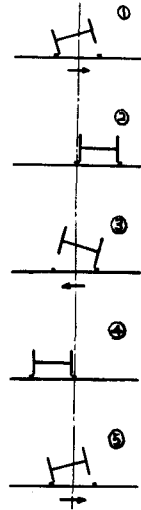


図-2

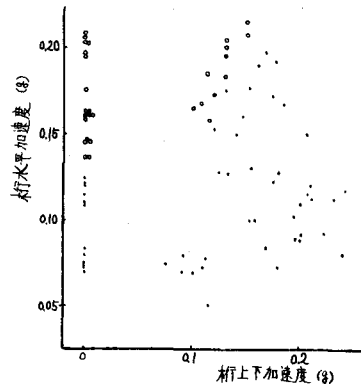


図-3

