

IV-189

レール振動の基本特性に関する実験

国鉄鉄道技術研究所 正会員 須永陽一

国鉄鉄道技術研究所 正会員 佐藤吉彦

1. 目的

車輪／レール間騒音に関する軌道側における対策は、レール頭頂面凹凸の管理手法が明らかにされ、その技術的条件の確立が進められつつあるが、今後より一層の騒音低減の深度化を図るためには、さらに詳細に軌道における各種要素(レール形状、支持ばね係数、支持条件等)が騒音に及ぼす影響を追求する必要がある。

このため、これら諸係数のレール振動への寄与と実態を解明し、レール振動の基本的な特性を明らかにすることを目的として、実物軌道上において高周波領域におけるレール加振実験を行った。以下にこの実験の結果について述べる。

2. 実験の概要

この実験は図1に示すように動電型振動発生機をレール上に逆に設置し、50Nの静的荷重を加え加振力を100Nの一定動的加振力とし、31.5～2500Hzの領域で振動加速度応答を求めることにより行った。実験は有道床ならびにスラブ軌道で行ったが、スラブ軌道上における条件は表1に示す通りである。実験に使用した50N, 70Sのレール断面を図2に示す。

表1 実験条件

番号	実験	軌道	加振位置	レール	軌道パッド	支持間隔
1	加振実験	スラブ軌道	上下	50N	60 MN/m	60 cm
2	—	—	水平	—	—	—
3	—	—	上下	—	110	—
4	—	—	—	—	60	30
5	—	—	—	70S	—	60
6	—	—	水平	—	—	—
7	輪軸落下試験	—	—	50N	—	—
8	—	—	—	70S	—	—

3. 実験結果

周波数応答の実験結果をレールの加速度アドミタンス(加速度振幅／荷重振幅)で表示したのが図3～6で、図3は上下加振時の50N, 70S レールの関係で●は50N, ○は70Sで、図中の実線は50N レールの連続弾性支持モデル¹⁾による理論解析結果、破線は同じく70S レールの結果を示している。この実験結果から、レールの加速度アドミタンスは周波数とともに漸増し、かつ200～250Hzにピークを有するのが認められる。また、理論解析によると、その傾向は実験結果と良く一致しているが、顕著なピークは現れていない。50N と70S レールでは騒音に関係の深い1000Hz以上の領域において70S レールが若干小さい傾向が得られた。これは図7に示す輪軸落下試験のレール、スラブ振動加速度のピーク値においても同様であり、この場合50N に比べ70S レールは約20%の振動低減を示す。

図4は水平加振時の50N, 70S レールの応答で上下加振に比べ全体的に4倍程度大きい値を示した。

図5は軌道パッドのばね定数を60、110MN/m

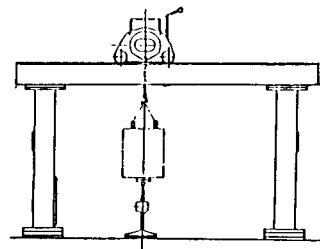


図1 加振装置

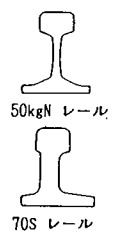


図2 実験に用いたレール断面

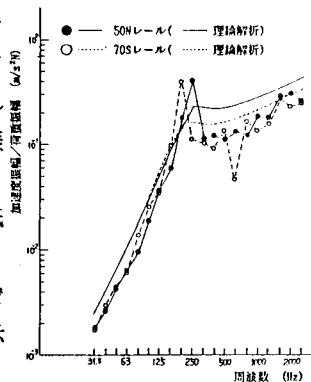


図3 50N, 70Sレールの上下加振による周波数応答

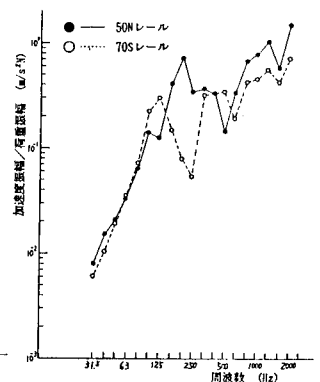


図4 50N, 70Sレールの水平加振による周波数応答

とした結果で、両者の間には差は認められなかった。

図6は支持間隔だけを1/2に変更した結果との比較で、200Hz付近のピーク値が1/2程度になり、その他の周波数では同様の傾向を示す。

レール長手方向の距離減衰については、図8に125、1000Hzの周波数の場合について示したが、125Hzに比べて1000Hzの場合に距離減衰は小さくなり、5m離れでは1000Hzで5～10dB、125Hzで20～30dBの減衰となる。

また、他の実験結果との比較を図9に示す。

この図は、50N レールの上下加振実験結果とレミントンによる実験結果²⁾を比べたものであり、レールのインピーダンス（荷重振幅/速度振幅）で表示し、●が50N レールの実験結果、○がレミントンによる100 lb/yd (50kg/m) レールの実験結果、実線が理論解析結果である。この結果によれば、500Hz以上の領域においては両者とも同様の傾向を示したが、250 Hz付近に生じるレール締結装置上の剛体としてのレールの固有振動はレミントンの実験結果では現れていない。

4. まとめ

以上の結果から、現在までに判明していることをまとめる、

- (1) レール加速度アドミッタンスは200～250Hzにピーク値を持ち、周波数が大きくなるに従い漸増する。
- (2) 50N, 70S レールの結果では、騒音に關係の深い高周波領域において70S レールの加速度アドミッタンスが約20%小さい。
- (3) 軌道パッドのばね定数(60, 110MN/m)によっては差は認められなかった。
- (4) 支持間隔(1/1, 1/2)の変更による加速度アドミッタンスは、1/2の間隔の場合に250Hz付近のピーク値が1/2になるが、その他の周波数では同様の傾向を示した。
- (5) 上下、水平加振の結果を比較すると、水平加振が大きく、1000Hz付近では約4倍となる。
- (6) レール長手方向の距離減衰は周波数が高くなると小さくなる傾向を示し、5m離れでは1000Hzで5～10dB、125Hzで20～30dBの減衰となる。

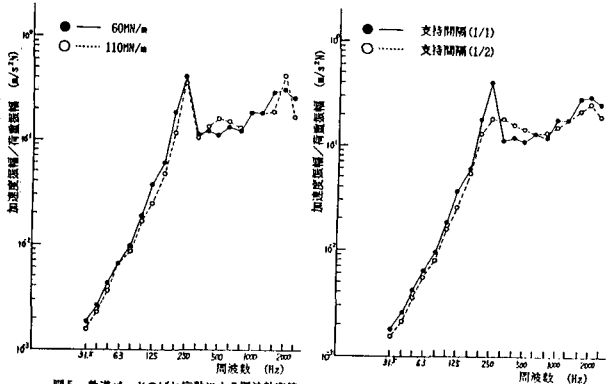


図5 軌道パッドのばね定数による周波数応答

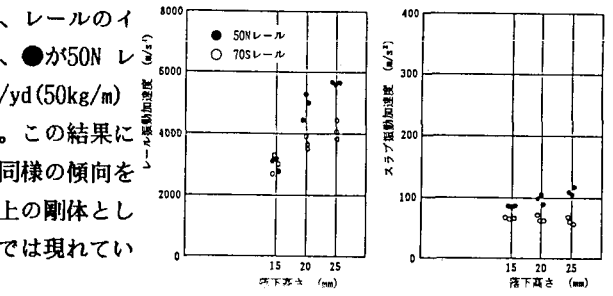


図6 支持間隔による周波数応答

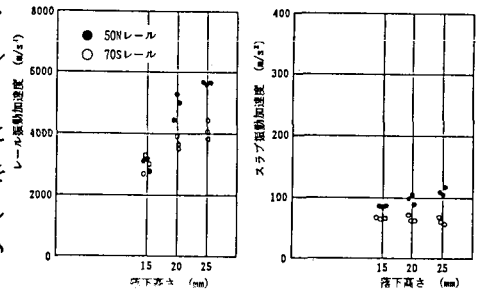


図7 輪軸落下試験による結果

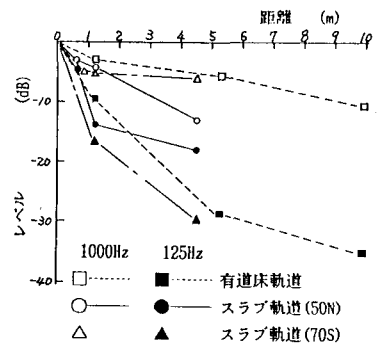


図8 レール長手方向の距離減衰

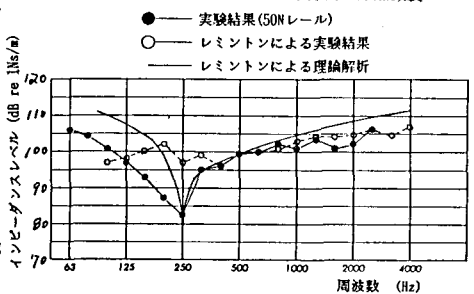


図9 50Nレールのインピーダンス

文 献

- 1) 佐藤吉彦: "軌道高周波振動の理論解析" 鉄道技術研究報告 NO.1013 (1976)
- 2) P.J.Remington, E.K.Bender: "The Influence of Rail on Train Noise" J. of Sound and Vibration Vol 37 No.3 (1974)