

レール波状磨耗区間の軌道パットの低バネ化による効果

九州大学工学部 ○学生員 箱田 厚
九州大学工学部 正 員 大枝 良直

九州大学工学部 正 員 角 知憲
九州大学工学部 学生員 井崎 博史

1. はじめに

レールの波状磨耗とは、レールの頭部頂面が数 cm から数十 cm の波長をもって正弦波状に磨耗するもので、これが発生すると早急な軌道破壊や列車の通過時に騒音を発し乗り心地を害するものである。これは、車輪の内軌と外軌のすべり率の差のために、車輪が周期的に極微量に滑りを起こしているために発生すると考えられている。その中で、輪重変動は軌道の振動特性に大きく関係している。

そこで、本研究では軌道の振動特性が輪重変動の周波数特性に与える影響を考察しようとするものである。

2. 輪重変動の計算方法

輪重変動の周波数特性を求めるために、図-1のような状態を考えて接触点内力(輪重)を考える。ここで次の式が成り立つ。

$$\begin{aligned} \text{レールに加わる接触点内力: } F1 &= -m\omega^2 Y1 \\ F2 &= K(\omega) Y2 \end{aligned}$$

$$\text{作用・反作用: } F1 = -F2$$

$$\text{車輪とレール間の凸凹: } Y = Y1 + Y2$$

ここで、 $K(\omega)$ はレール踏面の動的剛性である。

以上の4式から輪重変動 W は次式で表される。

$$W = \frac{m\omega^2 K(\omega)}{m\omega^2 + K(\omega)} Y$$

||
H(ω) とする

$H(\omega)$ に特有の卓越した周波数成分があれば、この周波数の接触点内力が強調される。 $K(\omega)$ は、枕木と道床をばねと質点で表した図-2のモデルで計算されることが多い。

3. 測定概要

図-2のモデルの妥当性を確かめるために、レールと枕木の間にある軌道パッドを 25 tf/cm 、 50 tf/cm 、 110 tf/cm と変化さ

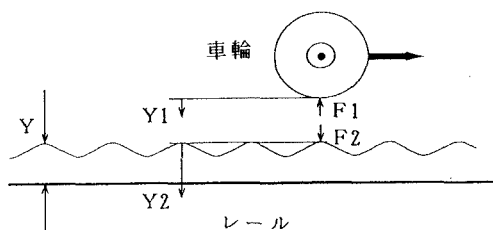


図-1 レール車輪間の接触点内力

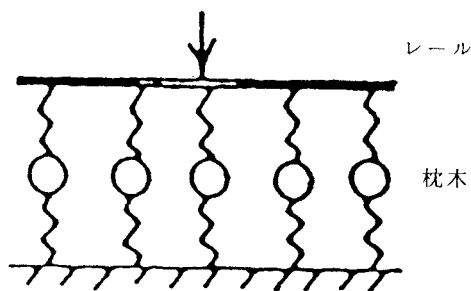


図-2 振動加速度解析モデル

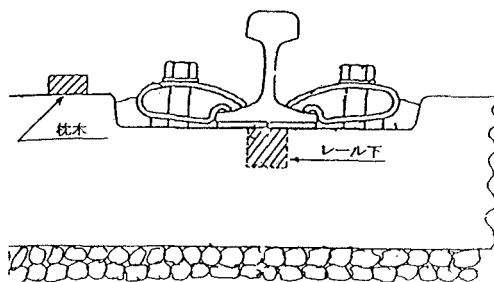


図-3 加速度計の設置

せてレールと枕木の振動加速度の測定を行った。

測定場所はJR長崎本線の肥前大浦-土井崎信号所間(R=300M, 鳥栖起点より77K675M付近)で、平成7年8月26日に行った。

測定は、軌道パットのバネ定数を変化させた3カ所で、それぞれ内軌側と外軌側のレール底部と枕木上面に加速度計を取り付けを行った。加速度計は、レール底部に圧電式加速度計を、枕木上面にはひずみ式加速度計を用い、それぞれチャージアンプと動ひずみ計を通してデータレコーダーに記録した。加速度計は、レールの継ぎ目の影響の少ないレールの中央部に設置した。

加速度計設置状況を図-3で紹介する。

4. 測定結果の分析方法

データレコーダーで記録したレール底部と枕木の加速度データを、1/3オクターブバンドパスフィルターを用いて周波数分析を行った。それにより加速度レベルの実測値と振動伝達率を求めた。

5. 考察

各測定点における振動伝達率の実測値と理論値は、図-4, 5, 6 のようであった。

理論値と実測値を比較すると、3つの場合を通じて100Hzから400Hzで枕木の振動の大きな部分(振動伝達率が小さなもしくは負になる部分)が見られる。ここでは枕木は共振しており、3つの図で共振周波数は変化している。このことから、パッドの変化によって軌道の振動特性を変化させる効果があると言える。またこの部分は、理論値よりも実測値の方が、低周波の領域で見られる。これは、理論値の計算を行う上で枕木を質点とみなしており、現実には枕木の曲げによる振動があり、理論値を計算する上でその現象を無視することができないのではないかと考えられる。

6. 終わりに

今回の研究で、枕木を質点としてではなく、梁として扱い曲げによる振動などを考慮に入れた研究を行っていく必要があると考えられる。本測定・研究を行うに当たって御協力・御助言をいただいたJR九州施設部保線課の皆様に御礼申し上げます。

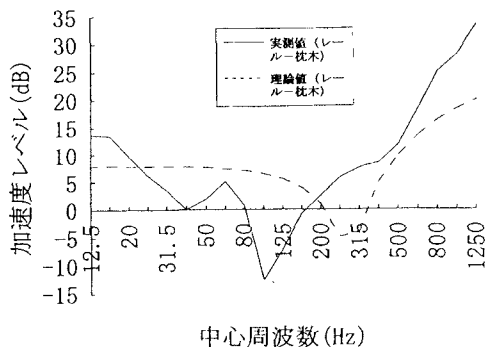


図-4 25 tf/cm地点の振動伝達率

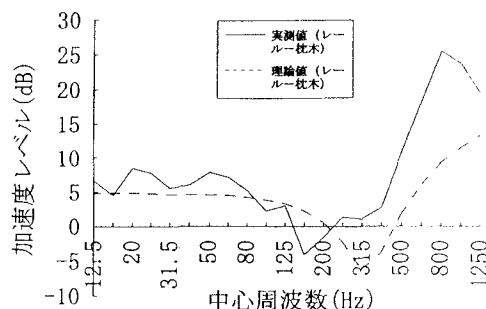


図-5 50 tf/cm地点の振動伝達率

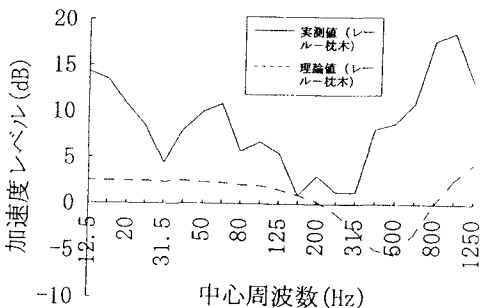


図-6 110 tf/cm地点の振動伝達率

(参考文献)

- 1) 佐藤 吉彦他, 軌道高周波振動の理論解析
No. 1013, 1976
- 2) 伊藤 孝弘, レール波状摩耗区間の軌道振動特性
九州大学卒業論文, 1994