レールの振動の動的特性に関する研究

(A　study of dynamic properties on a rail)

北海学園大学工学部　○学生員　横浜光蔵
北海学園大学大学院　　学生員　植木基晴
北海学園大学工学部　　正　員　上浦正樹

1.　はじめに

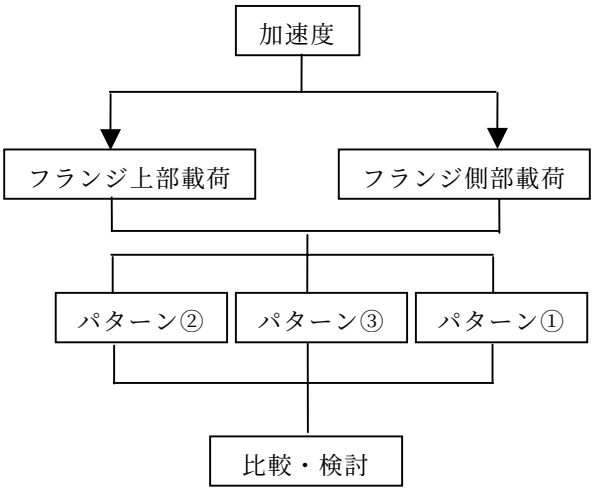
近年、鉄道技術の発達により鉄道高速化に伴う車両の振動による旅客サービスの低下の抑制・鉄道事故ゼロに向けて走行安全性を高めるために、軌道の管理がより重要なものになってくる。

鉄道では、乗り心地の評価法として、車両の振動加速度と周波数の関係によるものがある。

そこで、本研究では、周波数に着目し周波数成分の違いにより修繕箇所を発見することができれば、効率的かつ経済的と考え、締結されていないレールの振動の伝達と締結されているレールでの振動の伝達の関係を把握するとともに、レールに伝達する波長特性について検討を行う。

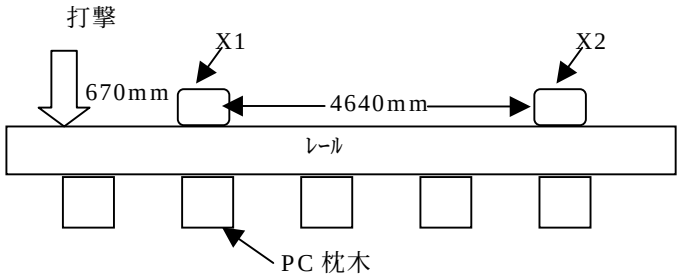
2.　実験概要

北海道札幌市ＪＲ苗穂駅の発着 2 番線において、図－2 のような箇所で実験を行った。加速度計を枕木上のレールフランジ上部に設置し、加速度計 X1 を、載荷点より 670mm 離れた箇所に固定し、X2 は、測定できる最も離れた位置に固定する。X1 と X2 の間のレール振動を比較するため、この間の 3 つのパターンに変化させ実験をおこなった。載荷方法は鉄ハンマーによる打撃とする。路線を変え、レール上部及び側部を叩き載荷、加速度計により加速度の測定を行う。今回の実験で使用した、加速度計の測定データのサンプリング間隔を 0.004ms とし、レール状態は乾燥状態、レール温度は 6.7℃であった。以下に今回測定した 3 つのパターン(表－1)と研究フロー(図－1)を示す。



表－1　測定パターン

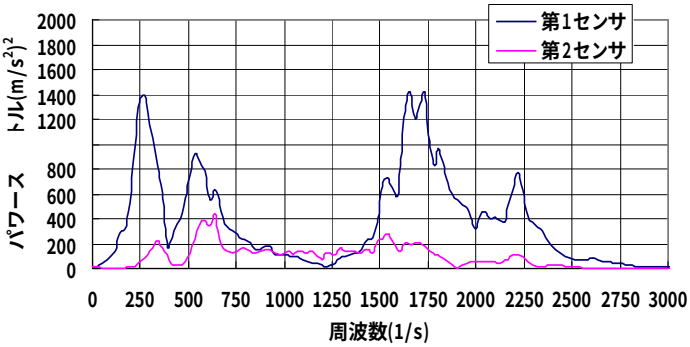
	締結装置	ゴムパット
パターン①	締結	あり
パターン②	はずし	なし
パターン③	はずし	あり



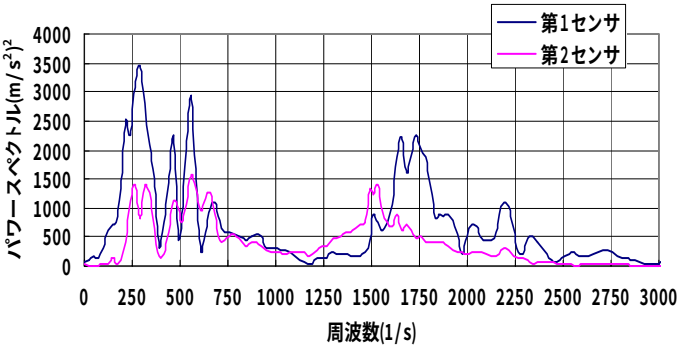
図－Ⅱ　加速度設置概要図

試験結果

今回、比較する周波数成分は、締結装置の有無、ゴムパットの有無以外の条件をそろえ解析をおこなった。



図－3　フランジ側部載荷パターン①



図－4　フランジ側部載荷パターン②

3.1　フランジ側部載荷

まず、レールフランジ側部載荷は、全体的に図－1、図－2、図－3 のグラフから、空間周波数が 250～750(1/s)の所と 1750(1/s)付近に卓越しているのが見られる。しかし、510(1/s)付近の成分に注目してみると、締結されているパターン①（図－1）においては卓越した周波数成分が大きく 510(1/s)の 1 つであるものに対して、締結が無いパターン②(図－2)パターン③(図－3)の場合には、450(1/s)と 510(1/s)の 2 つの卓越が見られる。

周波数成分が卓越している箇所に相違が見られた原因として、締結している常態か締結していない状態が原因である。

3.2　フランジ上部載荷

レールフランジ上部載荷は、全体的に図－4、図－5、図－6 のグラフから、空間周波数が 1500～2250(1/s)付近に卓越していることが見られる。しかし、1600～1900(1/s)付近に注目してみると、締結されているパターン①（図－1）においては卓越した周波数成分が大きく 1900(1/s)の 1 つであるものに対して、締結が無いパターン②(図－2)パターン③(図－3)の場合には 1600(1/s)に卓越が見られる。

周波数成分が卓越している箇所に相違が見られた原因として、締結している状態か締結していない状態が原因である。

4　考察

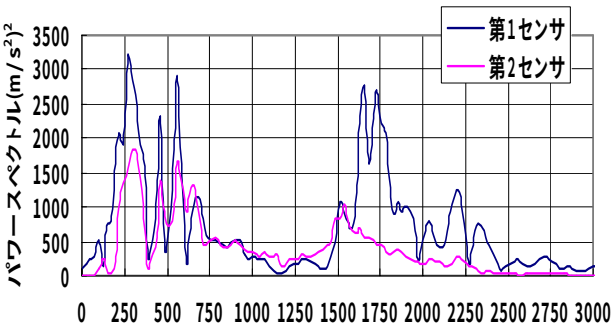
フランジ上部載荷とフランジ側部載荷でも周波数成分に大きく違いが見られた原因として、縦方向の剛性と横方向剛性の違いによるものとして考えられる。縦方向の剛性は $Ely=411.6\times10^{8}N/cm^{2}$ であり、横方向の剛性は $Elx=66.3\times10^{8}N/cm^{2}$ と約 6 倍以上の違いがあるためである。

5　おわりに

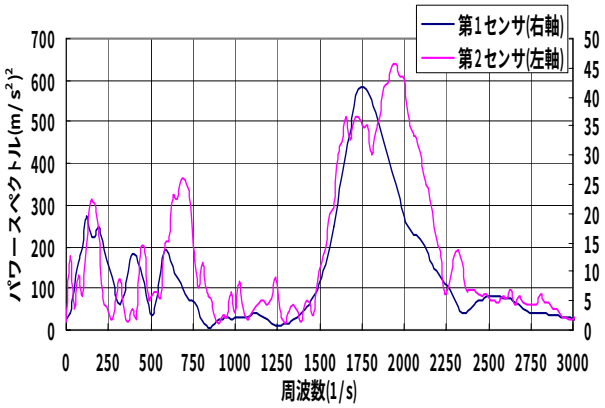
今回の実験により、フランジ上部載荷、フランジ側部載荷はともに、締結している状態と、締結していない状態では、周波数成分の卓越している箇所に相違が見られる、位相に遅れが見られることが、見られた。また、上部載荷、側部載荷では、剛性の違いにより、周波数成分に大きな相違が見られる。

このように、締結をしている状態と締結されていない状態では周波数成分に相違が見られる事がわかり、修繕が必要な箇所の周波数成分の特徴をつかむことを今後の目標とし、研究を深めていく。

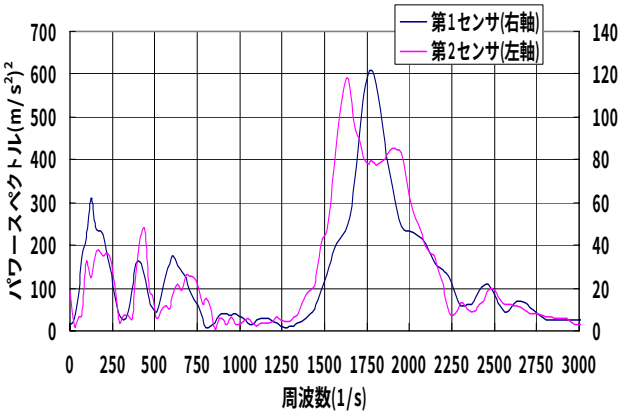
最後に、本研究で実験場所を提供して頂いた JR 貨物に謝意を表す。



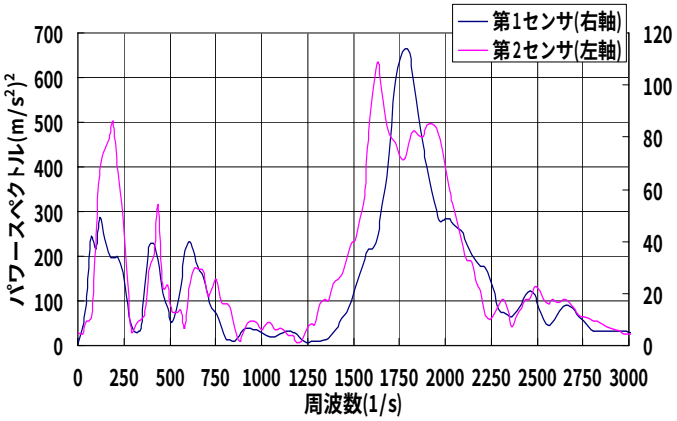
図－5　フランジ側部載荷パターン③



図－6　フランジ上部載荷パターン①



図－7　フランジ上部載荷パターン②



図－8　フランジ上部載荷パターン③

参考文献

1)須田征男、長門彰、徳岡研三、三浦重：新しい線路、社団法人日本鉄道協会、1997.