

弾性車輪の振動特性及び軌道振動に関する研究

九州大学工学部 学生員 永原 一明
 大分高等専門学校 土木工学科 正 員 相川 明
 九州大学大学院 工学研究科 学生員 池田 健一
 九州大学大学院 工学研究科 正 員 角 知憲

1. はじめに

鉄道車輪における弾性車輪とは、一般的にドーナツ状の防振ゴムを車輪の中間部に挟み込んだものであり、騒音や振動の低減を目的として使用されている。

本研究では、弾性車輪の振動特性を把握しその効果を確認するため実測と解析を試みた。車輪の面内・面外方向の振動特性は電車走行時の軌道振動やレール・車輪からの騒音に影響を与えると思われる。この影響の把握のために実測を行い、解析結果より弾性車輪の特性について考察する。併せて通常車輪装備車との比較も行った。

2. 実験・測定概要

実験・測定は、平成9年10月に熊本市交通局の車両基地内において車輪の打撃応答試験を、新町～船場橋電停間においては電車通過時の軌道振動測定を行った。それぞれの測定内容について以下に示す。なお車両の型式については表-1に示す。

表-1 車両型式

型式	車輪	車種	自重(t)
9700	弾性車輪	4輪ボギー連接電動客車	21
8800	普通車輪 (剛体円盤)	全鋼製二軸ボギー電動客車	19.7
8500	スポーク車輪	全鋼製二軸ボギー電動客車	17

(1) 車輪の打撃応答試験

実験は車両番号9701Bと8504を対象とした。車輪の面内方向と面外方向についてインパルス加振を行い、周波数応答関数を求め振動モードの固有値を求めるための実験を行った。加速度計取り付け位置等は、両車両とも図-1に示すとおりである。但し、ゴム層内側の加速度の測定は9701B(弾性車輪)のみである。また、スポーク車輪の方

は制動装置が車輪にかんでいる状態で実験した。測定機器の接続は、圧電式加速度計からチャージアンプを通しデータレコーダーに記録されるようにした。

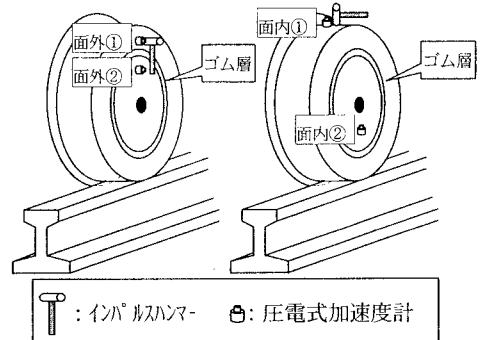


図-1 試験概要

(2) 電車通過時の軌道振動測定

測定現場は熊本市交通局管内で唯一のバラスト軌道区間である。線形は直線である。測定現場概要は表-2に示す。加速度計取り付け位置は、レールの継ぎ目付近で左右、上下で位置を示している。詳細は図-2に示す。測定機器の接続は車輪の打撃応答試験と同様である。

表-2 測定現場概要

種別	データ
レール	50 kg N型
レール長	12.48m
マクラギ	木マクラギ (200×140×2121mm)
締結装置	E型タイプレート、犬釘
道床	砕石(厚 350mm)

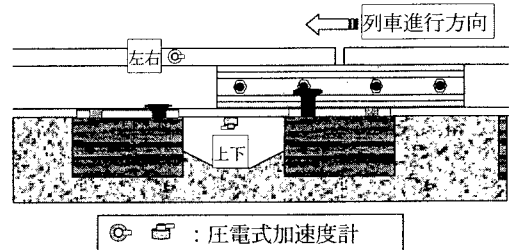


図-2 測定概要

3. 実験・測定の解析結果

車輪の打撃応答試験のデータは、FFTアナライザーにより周波数応答解析を行った。車輪の面外方向は図-3、面内方向は図-4に示す。

電車走行時の軌道振動測定データは、1/3 オクターブバンド分析した。レール頭部左右方向の振動を図-5に示した。これは電車自重と走行速度が等しいものを抽出して分析を行ったものである。レール底部上下方向の振動は、走行速度-振動加速度のグラフにして図-6に示す。

4. 考察

図-3、図-4よりゴム層による内外の振動伝達の遮断が考えられる。面外振動の両車輪の卓越周波数は、図-3より弾性車輪のそれが低周波の方へ移行しているのが分かる。また図-3から高周波域における弾性車輪の面外振動の減少は、面外振動から発生する騒音軽減に関係してくると思われる。

電車走行時の軌道振動は、振動加速度の OVER ALL と 1/3 オクターブバンド分析で比較する。

左右方向については、全体の分析結果より OVER ALL と車輪の種類・自重・走行速度との相関はあまりなかった。これは線形が直線であったため横圧が前述の3要因にあまり影響を受けなかったためだと考えられる。またバンド分析においては、図-5より卓越周波数が 1/3 オクターブバンド帯域で弾性車輪と普通車輪で異なっている。これは多少のずれはあるかと思うが、車輪の面外方向振動特性と関わりがあるように考えられる。

上下方向は、図-6より振動加速度(OVER ALL)はおおよそ速度に比例し、車輪の相違により振動の軽減が図られている。なお自重による影響は読みとれなかった。また軌道破壊についてはレール以下への振動の伝達に関係してくるため、低周波のバンド域での振動加速度が問題になる。そこで全体のバンド分析データを参照すると、ほとんどの卓越周波数は同じ傾向にある。このことより図-6の OVER ALL が軌道破壊に結びつくものと考えれば、弾性車輪の軌道破壊低減効果も考えられる。

5. まとめ

①レール・車輪からの騒音は、弾性車輪の面外振

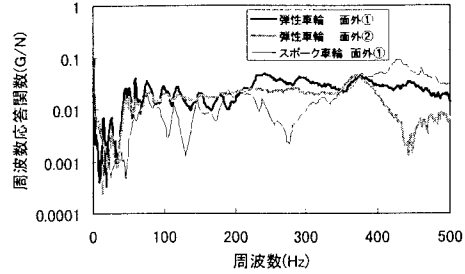


図-3 車輪 面外周波数応答関数

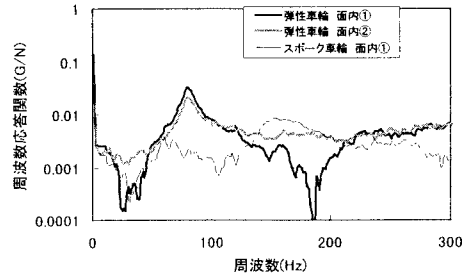


図-4 車輪 面内周波数応答関数

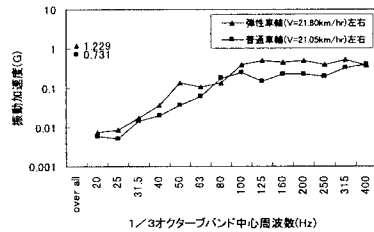


図-5 レール振動 左右方向

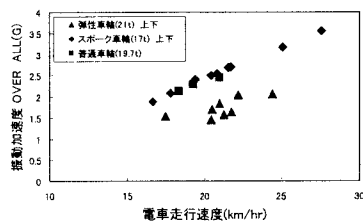


図-6 レール振動 上下方向

(走行速度-振動加速度 OVER ALL)

動特性より低減できると推測できる。

②電車走行時の軌道振動加速度は、上下方向は弾性車輪の方が小さくなる。軌道破壊も抑制できる。左右方向は、車輪の面外振動特性と関係があるようだ。

6. 終わりに

今後、車輪の固有値解析を行う予定である。

最後に本測定にご協力いただいた熊本市交通局のみなさまに御礼申し上げます。