

S2-3-5. PQ 輪軸を用いない車輪／レール接触力の測定方法 (簡易横圧推定法)

[機] 松本 陽, [土] 佐藤 安弘, [機] 大野 寛之 (交通安全環境研究所)
 留岡 正男, [機] 松本 耕輔, 荻野 智久, ○栗原 純 (東京地下鉄)
 [機] 谷本 益久, 岸本 康史 (住友金属テクノロジー)
 佐藤 與志, [機] 中居 拓自 (住友金属)

Assumption of Lateral/vertical/rail-interaction-force by simplified method

Akira MATSUMOTO, Yasuhiro SATO, Hiroyuki OHNO (National Traffic Safety and Environment Laboratory)

Masao TOMEOKA, Kosuke MATSUMOTO, Tomohisa OGINO, Jun KURIHARA (Tokyo Metro)

Masuhisa TANIMOTO, Yasufumi KISHIMOTO (Sumitomo Metal Technology)

Yoshi SATO, Takuji NAKAI (Sumitomo Metal Industries)

There are several indexes to evaluate running safety of railway bogie. Some of them are derailment coefficient, which must be measured by special wheelset named PQ wheelset. However preparing this PQ wheelset and measuring these indexes by using PQ wheelset are very expensive and difficult, so simplified methods to measure and evaluate these indexes must be desired without using PQ wheelset. In this study, several methods to evaluate these safety indexes by measuring equipped sensors on the axle box are discussed, and especially methods of measuring lateral force between wheel and rail are reported.

キーワード: 鉄道, 脱線係数, 計測

Keywords: Railway, Derailment Coefficient, Measurement

1. はじめに

鉄道車両の走行安全性を評価する指標の一つとして脱線係数がある。これらを計測するためには PQ 輪軸という特殊な輪軸が必要となる。しかしながら、この PQ 輪軸は製作するために大変多くの工数を要し、また、計測にはスリップリングやテレメータを用いる必要から非常に取り扱いが難しい。さらに、車輪に貼り付けられたひずみゲージの測定用配線を車軸の中央を貫通させる必要があり、長期的には車軸の強度上の問題から使用できない。また、スリップリングは接点部分の摩耗により、これも長期的な使用が難しい。これらのことから著者らは、台車枠等の非回転系に計測器を取り付け、簡易的に輪重や横圧が推定できないか研究を行っている。これまでの実験により、台車枠側はりに貼り付けたひずみゲージにより、輪重を推定する一定の知見が得られた¹⁾。そこで、本報では軸箱に取り付けた非接触式変位計を用いて車輪の曲げたわみを測定し、横圧を推定する方法について報告する。

2. 簡易横圧推定法

本研究で行った簡易横圧推定法の原理は、車輪に作用する横圧量とそれによる車輪板部の変形量が比例関係にあることも用いたものである。従来の PQ 輪軸を用いた横圧測定法は横圧により変形する車輪板部の変形量を板部に貼り付けた歪ゲージにより検出するものであるが、今回提案する方法はその変形量を台車枠側から非接触変位計により検出するものである。車輪板部の変形量は、軸箱に取り付けた渦電流式変位計により最も変位量が

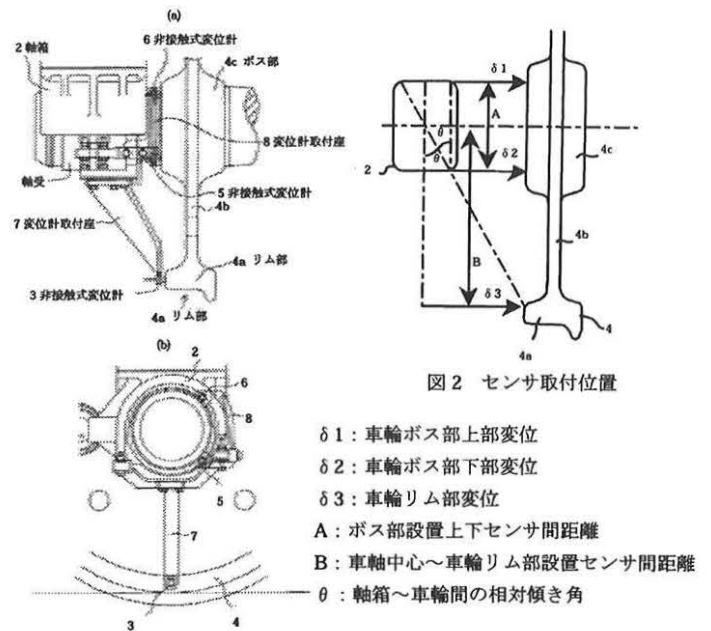


図 1 センサ取付図

きくなる車輪リム部で測定した。輪軸及び軸箱と渦電流式変位計の位置関係を図 1、相対的な位置関係を模式的に示したものが、図 2 である。

横圧による車輪板部の変形が車輪リム部に変位として現れるが、軸箱～車輪間にも相対変位が発生する。そのため測定した変位量のうち軸箱～車輪間の相対変位分を補正する必要がある。変位補正量には大きく分けて 2 つある。1 つは車軸を支持するベアリングのスラスト隙間

などにより、輪軸が軸箱に対してスラスト方向に移動することである。もう 1 つは台車枠にかかる横方向力などにより、軸箱が輪軸に対して傾くことである。スラスト方向の移動量補正 $\delta 4$ 、傾き補正量 $\delta 5$ とするとき、補正後の車輪板部の変形量 δ は次式で表すことができる。

$$\delta 4 = (\delta 1 + \delta 2) / 2 \cdots \cdots \cdots \textcircled{1}$$

$$\delta 5 = B \cdot \tan \theta = (B/A) (\delta 2 - \delta 1) \cdots \cdots \cdots \textcircled{2}$$

$$\delta = \delta 3 - (\delta 4 + \delta 5) \\ = \delta 3 - (\delta 1 + \delta 2) / 2 - (B/A) (\delta 2 - \delta 1) \textcircled{3}$$

3. 実験による検証と実験台車

3-1. 台車試験装置と実験台車

提案の簡易横圧推定法を検証するために台上実験を行った。実験には実際の曲線走行状態で台車に横圧を作用させることができる交通安全環境研究所に設置されている台車試験装置を用いた²⁾。また、今回提案の測定方法と併せて従来の PQ 輪軸を用いた方法による計測を行い、両者を比較した。

実験に用いた台車試験機と実験台車の主仕様及び実験条件を表 1 に示す。本実験では台車に横圧を発生させる必要があるため本試験機最大の特徴である曲線走行状態を模擬できる機能を用いた。(左右軌条輪回転差やアタック角、横方向力を付与)

3-2. 実験方法

実験では以下に示す項目を評価する必要がある。

(1) 車輪に作用する横圧と車輪板部の変形量との相関性

(2) 横圧に対する車輪板部の変形量の感度と線形性

これらの項目を評価するために台車に発生する横圧量を変化させる目的で、緩曲線から急曲線に相当する曲線半径での実験を行った。

表 1 台車試験装置と実験台車の主仕様及び実験条件

台車試験機	軸距	1.9m
	軌間	1435mm
実験台車	レール形状	S50N
	台車形式	SS130(モノリシックボスレス台車)
	路面形状	鋸・丸型円盤
実験条件	曲線半径	600, 300, 180, 120
	走行速度	20km/h
	車輪/レール摩擦状態	Dry

3-3. 実験結果

(1) 車輪板部変形量と横圧の相関性

図 3 に R120 における内軌側及び外軌側の車輪板部変形量と PQ 輪軸による横圧波形を示した。PQ 軸測定によって曲線入口で横圧が立ち上がり、曲線出口で横圧が立ち下がっているが、それに応じて簡易測定による車輪板部変形量が概ね追従していることがわかる。両者の相関性をさらに詳しく評価するために曲線入口から出口に至るまでを同一時間でサンプリングし、横軸に車輪板部変形量、縦軸に横圧をとり作成したグラフを図 4 に示す。(サンプリングは車輪 1 回転毎)

横圧が増加するにつれて、車輪板部変形量が増加している相関がとれており、提案する方法によって横圧が推定しうることがわかった。

両者は比例関係にあり、1 次近似しそれらの比例係数を求めると、横圧 10kN に対して測定された車輪板部の変形量は、0.09mm であった。今回用いた渦電流式変位計の測定分解能は 0.002mm であり、測定感度は低いものの測定が可能な範囲であると考えられる。

(2) 横圧推定

図 4 で求めた横圧に対する較正值を用いて、同タイミングで実験されたその他の曲線半径での横圧値を推定した結果を図 5 に示す。(PQ 輪軸で求めた横圧との比較)

一般的に走行する曲線の曲率が小さくなるにつれて、発生する横圧が低下するが、それぞれの曲線においても提案する方法により求めた横圧と PQ 輪軸により測定した横圧は比較的合致しており、本方法によって簡易的に横圧が推定できると考えられる。

(3) 輪重に対する影響

台車に作用するほかの荷重による影響として、特に輪重に対する影響を評価するために荷重枠に荷重を 20～100kN まで搭載して直線状態で台車を走行させたが、それによる車輪板部の水平方向の変形は計測されず、輪重に対して今回測定の方法は影響を受けないと考えられる。

4. まとめ

鉄道車両の走行安全性を評価するためには、PQ 輪軸を用いた輪重・横圧測定を実施しているが、PQ 輪軸を用いず、台車枠側に取り付けた非接触式変位計を用いることで横圧を推定する各種実験を実施した。その結果、軸箱に取り付けた渦電流式変位計により横圧の推定ができることが確認できた。今後は営業線で実台車を用いて、実用上の速度や軌道敷設状態においても提案する簡易測定法が適用可能かについて、PQ 輪軸による測定結果との検証を行っていく必要があると考える。

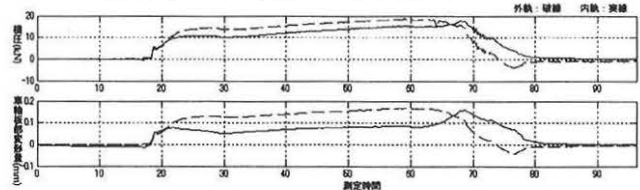


図 3 測定波形(R120)

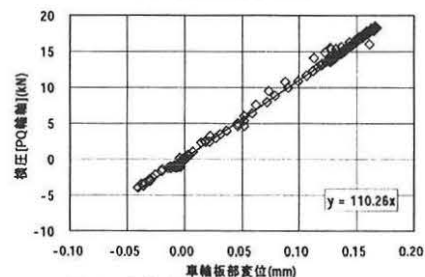


図 4 車輪板部変形量と横圧の関係

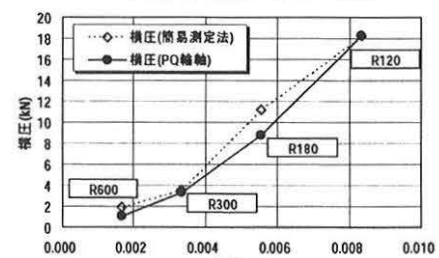


図 5 曲率変化に対する横圧推定値の関係

5. 参考文献

- 1) 松本ほか, J-Rail2003,3304(2001),p195-196
- 2) 松本ほか, 機講論,890-50(1989),485