

3304 簡易測定法による輪重・横圧の推定 (第1報：台車枠に発生するひずみによる輪重の推定)

[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(帝都高速度交通営団)
谷本益久, 〇小川弘道、長谷川卓司(住友金属テクノロジー)

Assumption of lateral/vertical wheel/rail-interaction-force by simplified method (1'st report : Assumption of wheel load by measuring strain of bogie frame)

Akira MATSUMOTO, Yasuhiro SATO, Hiroyuki OHNO (NTSEL)
Masao TOMEOKA, Kousuke MATSUMOTO, Tomohisa OGINO (T.R.T.A.)
Masuhisa TANIMOTO, Hiromichi OGAWA, Takuji HASEGAWA (Sumitomo Metal Technology)

Abstract

There are several indexes to evaluate running safety of railway bogie. Some of them are derailment coefficient and wheel-load decreasing rate, 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 bogie frame are discussed, and especially methods of measuring vertical force between wheel and rail are reported.

Key Words: Railway, Derailment, Measurement

1. はじめに

鉄道車両の走行安全性を評価する指標に脱線係数や輪重抜け割合がある。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を用いた計測をす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、車軸に貫通穴を空けるため、長期的には強度上の問題から使用できない。また、車軸の回転信号を計測車両の非回転計に導くためのスリップリングは接点部分の摩耗により、これも長期的には使用できない。これらのことから、著者らは、台車枠等にひずみゲージやその他のセンサーを貼り付け、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。今回はそのうち、輪重推定方法について検討したので結果を報告する。

2. 簡易輪重推定方法

台車枠にひずみゲージや各種センサーを貼り付けて輪重を推定する為には、その計測値が、台車枠に作用する種々の外力に対して影響を受けないようにする必要がある。(例えば、横圧、力行、制動力他)

これらの外力の影響を除外する為に、できるだけ車輪位置に近い以下の位置で輪重相当信号を検出する方向で検討した。

①軸バネに発生するひずみを計測する方法

②台車側梁の上下ひずみを計測する方法

2-1. 軸バネに発生するひずみを計測する方法

軸バネ巻線中央の対称位置にクロスゲージ2枚を貼り付け、図1に示す様なブリッジ回路を構成する。車輪/レール間の輪重が減少/増加することにより、軸バネは伸/縮する。この時に、軸バネに貼り付けられたクロスゲージで、せん断ひずみを検出する。4枚のひずみゲージの信号はブリッジ回路で4倍に増幅されることで、高い感度が確保される。

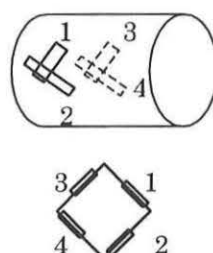


図1 軸ばねひずみ計測

2-2. 台車側梁の上下ひずみを計測する方法

台車側梁中央から400mm位置の上下面にひずみゲージを4枚貼り付け、図2のようにブリッジ回路を組む。輪重が作用することにより、台車側梁が上下に変形する。この変形ひずみを把えて輪重を推定する。4枚の単ゲージを用いる理由は感度を高めることと熱影響をキャンセルしノイズに強くするためである。

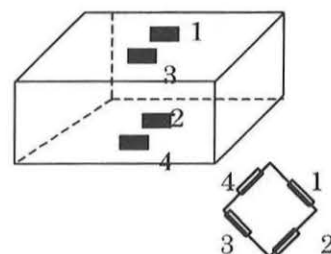


図2 台車側梁ひずみ計測

3. 実験装置

上述したセンサーの測定値で実際に測定された輪重値を推定することができるか評価するためには、主として以下の

事項を確認しておく必要がある。

- ①各測定方法による測定値が輪重に対して線形の関係にあること。また、測定感度が十分に確保されていること。
- ②これらの方法により測定された値は、上述した輪重以外に台車枠に作用する外力に対して反応しないこと。或いは反応しても、その影響が校正感度に対して十分に小さい値であること。

以上の事項を確認するため、曲線走行状態を模擬できる台車試験機を用いて実験を行った。

3-1. 台車試験機¹⁾

実験に用いた台車試験機を図3に示す。軌条輪上に台車を搭載し、台車上に荷重枠が設置されている。

また、軌条輪は曲線走行状態を模擬できる様に左右軌条輪回転差やアタック角を付与することができる。

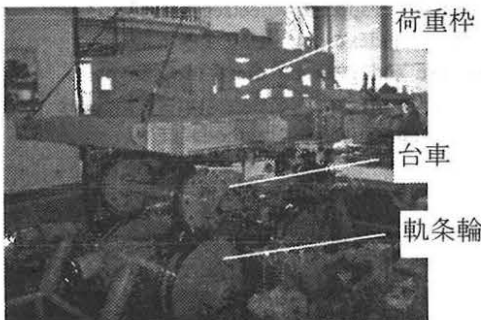


図3 台車試験機

4. 実験方法

4-1. 荷重搭載実験

図3における荷重枠に荷重を段階的に搭載し、各荷重時に直線走行試験を行った。これにより、台車枠の各種センサーの測定値と輪重の関係を評価した。

①荷重搭載要領：0kN→20kN→40kN→60kN→80kN→100kN

4-2. 曲線走行実験

以下に示す曲線半径に相当する曲線状態を台車試験機で模擬し、台車枠の各種センサーの測定値とPQ輪軸における輪重、横圧との関係を評価した。

①曲線条件：・R600 ・R300 ・R200 ・R180

5. 実験結果

5-1. 軸バネひずみと輪重の関係

軸バネひずみとPQ輪軸から求めた輪重との関係を図4に示す。実線と破線は異なる軸箱位置のデータであるが、輪重の初期値に差はあるものの線形性が認められ、またほぼ同様の傾きが得られた。

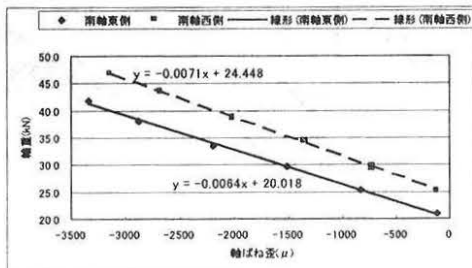


図4 軸バネひずみと輪重との関係

5-2. 台車枠側梁ひずみと輪重の関係

台車枠側梁ひずみとPQ輪軸から求めた輪重との関係を図5に示す。図4と同様に実線と破線で異なる軸箱位置を示すが、線形性が認められ、ほぼ同程度の感度が得られた。

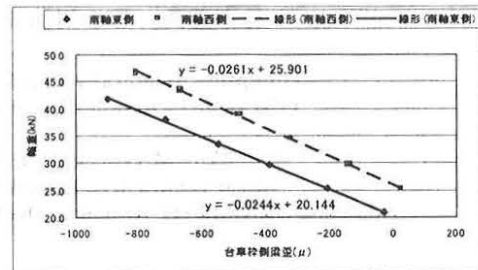


図5 台車枠側梁ひずみと輪重との関係

5-3. 曲線走行実験

台車枠各部のひずみについて、曲線走行時の横圧が作用した時の影響について評価するために、各曲線走行時の脱線係数について、横圧値はPQ輪軸による測定結果を用いて、PQ軸の輪重と今回の簡易計測法による輪重で比較した結果を図6に示す。軸バネひずみによる方法と台車枠側梁ひずみによる方法ともに、PQ輪軸で計測したQ/P値に比較的一致する結果が得られた。しかしながら、小曲線になるにつれてQ/P値に僅かな差が認められる。

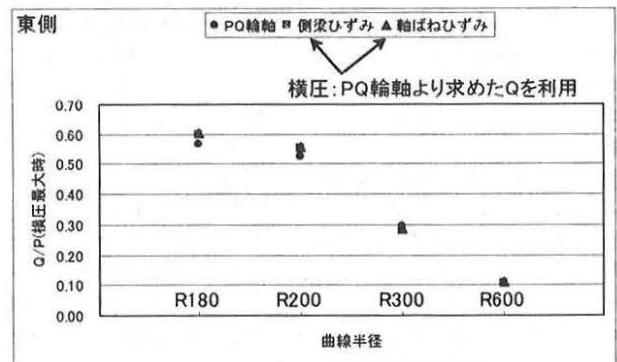


図6 各測定方法による脱線係数の比較

6. まとめ

鉄道車両の走行安全性を評価するために、PQ輪軸を使用せず、台車枠に各種センサーを取り付け、簡便的にこれらの値を推定する方法を研究しているが、今回はその内、特に輪重推定方法について検討した。

ここでは、①軸バネそのものにひずみゲージを貼り付ける方法、更に②台車枠側梁の上下方向にひずみゲージを貼り付ける方法等を提案し実台車を用いて、曲線旋回を模擬できる台車試験機で評価した。その結果、各測定方法ともに、十分な測定感度と線形性及び輪重以外の外力には、反応する様相が認められず、輪重を推定する一つの方法として使える目処が得られた。今後は営業線で実台車を用いて、PQ輪軸を用いた測定結果との検証を行っていく。併せて、車輪・レール間の横圧や前後力について台車枠を用いて推定する方法を研究していく。

7. 参考文献

- 1) 松本ほか、機講論、890-50 (1989)、485