

測定精度を向上した新しい輪重・横圧測定システムの開発

正[機] ○鈴木 貢 (鉄道総研)

正[機] 遠竹 隆行 (鉄道総研)

Mitsugi SUZUKI, RTRI

Takayuki TOHTAKE, RTRI

A PQ continuous measuring method, by which wheel/rail contact forces can be measured continuously, is useful, but an electric disturbance has great influence on the accuracy measured data. We developed a new measurement system which conquered this weak point. The new measurement system enabled it to measure wheel/ rail contact force with still more sufficient accuracy.

Keywords: Running Safety, New Continuous Measuring Method, Wheel Load, Improvement of Measurement Accuracy

1. はじめに

輪重、横圧などの車輪/レール間作用力を測定する手法の一つに新連続測定法(以下、新連続法と記す)がある。測定用輪軸(以下、PQ 軸と記す)から得られたひずみ信号を車輪回転角に応じた演算処理(以下、連続処理と記す)をすることで、輪重、横圧、脱線係数および前後接線力の連続的な測定を実現した精度良い測定手法である。その一方で、新連続法では他の測定法に比べ特に輪重が電気的外乱(以下、ノイズと記す)の影響を受けやすい弱点を持つ。この主な原因としては、連続処理を行うために採用された輪重測定用ホイートストンブリッジ(以下、輪重ブリッジと記す、図 1)の独特な結線法により、ひずみ信号の S/N 比が低いことが挙げられる。ノイズの影響を受けた輪重の測定データには時として、軸箱上下振動加速度のレベルに照らして不合理な著大値の発生や、測定そのものが困難となるような高周波成分の重畳などの事象が確認されている。このような現象により測定データに対する信頼性が損なわれ、測定精度が著しく低下する場合がある。

そこで、新連続法の更なる精度向上を目的に、輪重ブリッジの結線法の見直し、ひずみ信号の S/N 比の改善を図るとともに、要素技術を整備し、ノイズの影響を受けにくい測定システムの開発を行った。以下にその内容を報告する。

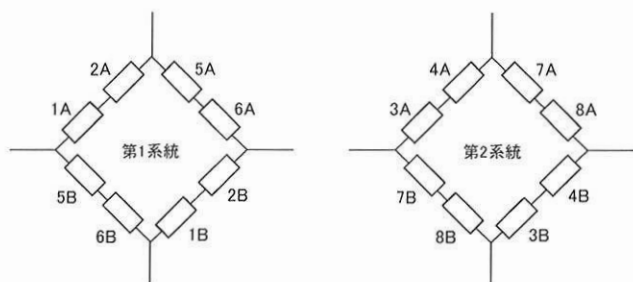


図 1 新連続測定用輪重ブリッジ結線図

2. 要素技術の開発

ノイズの影響を受けにくい測定システムを実現するため、これに対応した新たな PQ 軸、スリップリング装置および連続処理する装置(以下、処理装置と記す)の開発を行った。

2.1 PQ 軸

一定荷重あたりのひずみ出力の向上により輪重ブリッジの S/N 比の改善を図るため、間欠法と同様のブリッジを 4 系統有す PQ 軸を作製した。作製した PQ 軸を静荷重試験に供し、一定荷重あたりのひずみ出力が従来の 2 倍程度に向上していることを確認した。

2.2 スリップリング装置

一車輪の PQ 測定系は、ブリッジ 1 系統で 4 極を必要とし、輪重 4 系統、横圧 2 系統、計 6 系統である。従来の輪重ブリッジ 2 系統から 4 系統への多系統化に対応するため、20 極から 24 極に極数を増加したスリップリング装置を開発した(図 2)。この際、極数増加による高速回転時における信号伝達の信頼性を確保するため、摺動接触方式の変更や緩衝機構の改良を行った。また、振動試験機により耐振試験を実施し、JIS E 4031 6 種 6B を満たす性能を有していることを確認した。

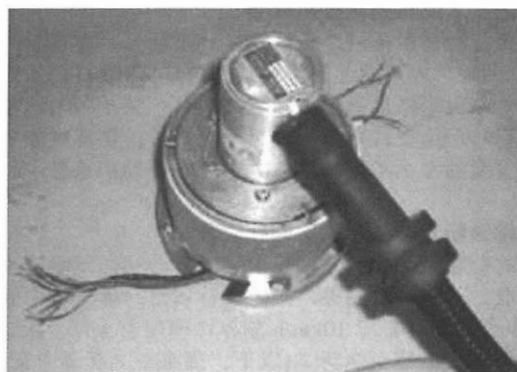


図 2 多極輪重対応の新しいスリップリング装置

2.3 処理装置

多系統化した輪重ブリッジからのひずみ信号を連続処理する新しい処理装置の開発では、ハードウェアには大幅な変更を行わず主に処理プログラムの変更でこれに対応した。新しい処理プログラムは、連続処理の前段に輪重の原波形(以下、原波形と記す)を加算するルーチンを設けることで、実績のある現行の演算ロジックをそのまま使用した(図 3)。開発したプログラムによる連続処理の妥当性を確認するため、輪軸転走装置による回転試験を行い、これにより得られた連続処理波形と原波形の離散的なピークを照合した。その結果、両者の大きさはもと

より変動の様子まで良く一致しており、妥当な処理がなされていることを確認した(図 4)。

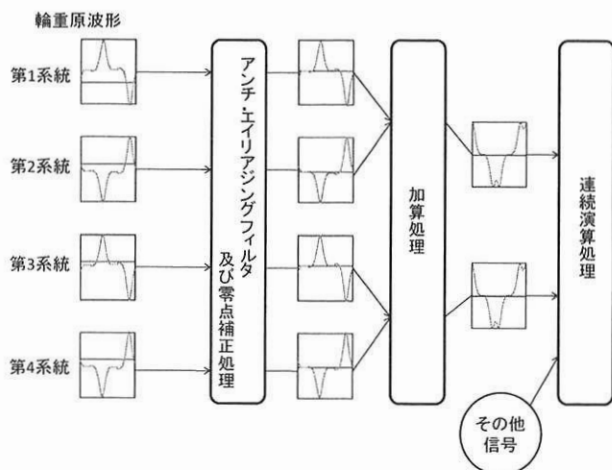


図 3 新しい処理装置による連続処理フロー

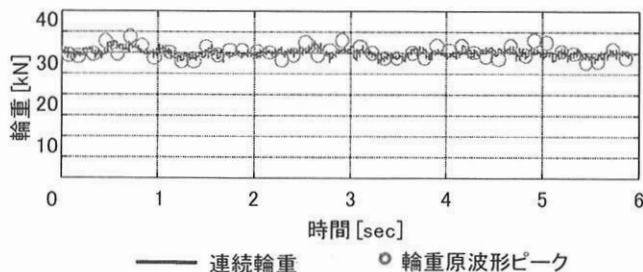


図 4 連続処理波形と原波形ピークの比較

3. ノイズ低減効果確認試験

開発した要素技術から構成される新しい測定システム（以下、新システムと記す）を輪軸転送装置による回転試験および現車による走行試験に供し、ノイズの低減効果を確認した。これらの測定データには、物理現象としての輪重変動とノイズによる見かけの変動が重畳されている。

3.1 輪軸転走装置による回転試験

外的影響の少ない輪軸転走装置での回転試験により基礎的なノイズ低減効果の確認を行った。軌条輪の回転速度 10~120km/h まで 10km/h 刻みに速度を上げ、新システムと従来の測定システム（以下、従来システムと記す）で各速度での輪重を同時に測定した。測定データに混入したノイズの影響を調査するため、原波形の周波数特性（パワースペクトル密度）を求めた¹⁾。その結果、全ての速度において新システムに混入したノイズ成分は従来システムのものに比べ小さく、最大で従来システムの 3 割程度まで小さくなっていた。更に、外的影響を受けにくいという利点を生かし、主にノイズにより生じたと考えられる変動成分の大きさを比較するため、各システムで連続処理された輪重を標準偏差により整理した(図 5)。その結果、全ての速度で新システムの標準偏差は従来システムのものに比べ小さく、効果が顕著なところでは従来システムの 5 割程度まで小さくなっていた。

3.2 現車による走行試験

鉄道総研構内試験線での走行試験により現車環境下におけるノイズ低減効果の確認を行った。測定データに混

入したノイズの影響を調査するため、原波形の周波数特性（パワースペクトル密度）を求めた(図 6)。その結果、新システムと従来システムのひずみ信号によるピークの大きさはほぼ同じであるのに対し、それ以外の、特に 10Hz 以上のノイズと考えられる成分については、新システムの方が従来システム比べ小さく、最大で 3 割程度まで小さくなっていた。

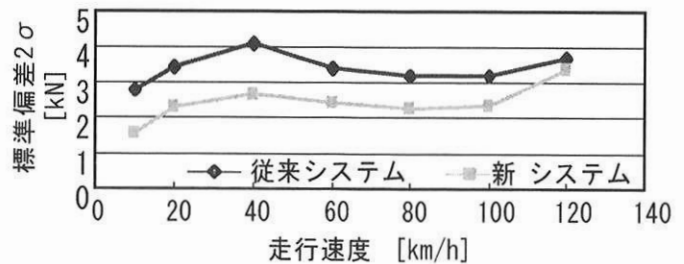
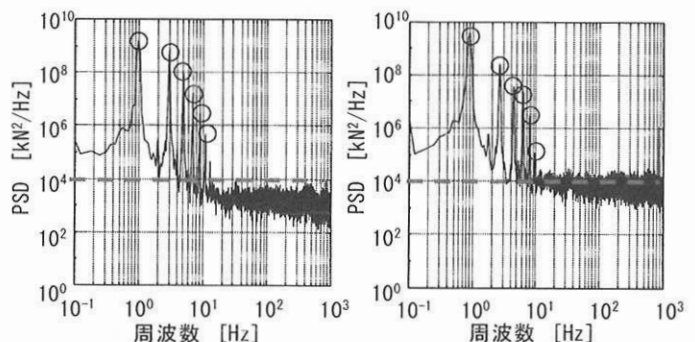


図 5 連続処理結果標準偏差の比較



(a) 新システム (b) 従来システム
図 6 輪重原波形の周波数特性(速度 10km/h)
○印のピークがひずみ信号成分によるもの

4. まとめ

新連続法の更なる精度向上を目的に、輪重ブリッジの結線法を見直すことによりひずみ信号の S/N 比を改善した新しい連続処理方法を提案し、これを実現する新しい測定システムを開発した。開発した測定システムを用いて輪軸転送装置による回転試験および現車による走行試験を実施した。その結果、新システムに混入するノイズは従来システムに比べ小さくなっており、ノイズの低減効果が認められた。現在は、本測定システムが安定したシステムとして運用できるよう、データの蓄積を行っている。

参考文献

- 1) 石田, 植木, 深澤他 : 輪重、横圧、脱線係数連続測定装置の開発, 鉄道総研報告 Vol.7, No.8, 1993.8