

論文の内容の要旨

論文題目 鉄道車両におけるクリープ力測定とその走行安全性評価への適用

氏 名 金原 弘道

クリープ力とはレールと車輪の接触面内に作用する力であり、鉄道車両のダイナミクスの重要な因子である。しかし、この力を走行中に直接測定することは困難であるため、脱線現象が起こるメカニズム等車両の運動に関しては未解明のことが多く残されている。そこで、走行中の車輪に働くクリープ力とレールとの接触位置を測定する手法を開発し、測定データに基づいた車両運動の研究を行うこととした。

まず、車輪の表面に生じるひずみを測定する前提で、クリープ力とレール・車輪間接触位置測定方法の検討を行った。そして、測定すべきひずみの種類やひずみゲージの貼付位置を決めるために、有限要素法による車輪の応力計算を行った。そして、

- (1) 車輪板部のせん断ひずみを測定することによって前後クリープ力を測定できる
- (2) 輪重の作用による上下方向の圧縮ひずみは常に板厚方向に均等に作用しているのではなく、輪重が負荷される位置によって分布が変化する。そのため、横圧が作用しても車輪の表面にひずみが発生しない位置を特定し、その位置で輪重による圧縮ひずみの板厚方向の分布を調べれば輪重の作用位置 (=レールとの接触位置) が特定でき、その値から左右クリープ力を計算により求めることができること。

という結論を得た。

この考え方の妥当性を、実物の輪軸を用いた静荷重実験を行うことによって確認し、実

軌道上における走行試験を行うのに適した測定ブリッジの組み方、測定データの処理・誤差補正の手法を確立した。図1に示すのが前後クリープ力測定のためのひずみゲージの貼付位置・ブリッジの組み方であり、図2に示すのが車輪・レール間の接触位置を検知するためのひずみゲージの貼付位置・ブリッジの組み方である。いずれも車輪1回転につき2組の間欠的データ測定を行うものである。

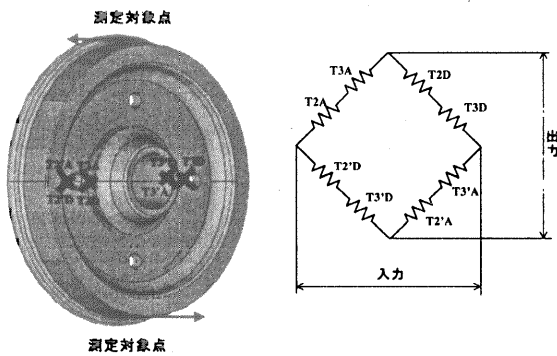


図1

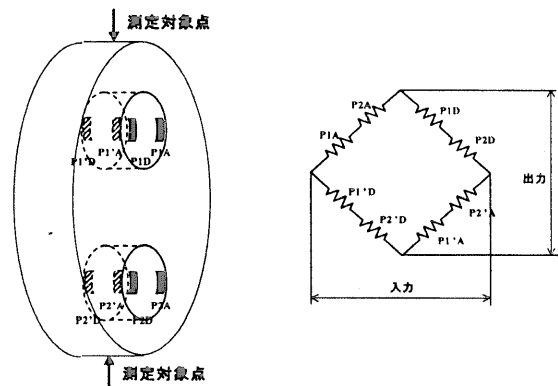


図2

そして、この方法により実際に測定用の輪軸を作成し、実車走行試験を行ってデータの収集を行った。また、走行試験と同じ条件で車両運動のコンピュータシミュレーションを行い、実測データと比較・検証を行い、概ね一致することを確認した。図3に示すのが前後クリープ力の測定波形例、図4に示すのが、レールとの接触位置移動量の測定波形例である。

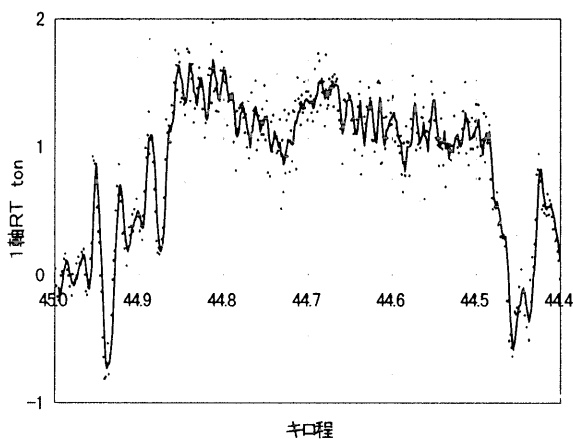


図3

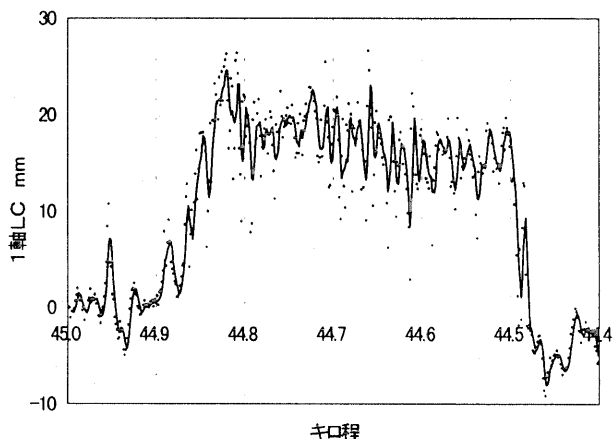


図4

次に、測定が可能となったクリープ力と車輪・レール間接触位置と輪軸の挙動の関係を明らかにしようとしたが、今回の走行試験においては輪軸に大きな動きが無かったため、以前に実施された脱線再現試験における、輪重、横圧、前後クリープ力、車輪の乗り上がり高さの試験データを用いて左右クリープ力の算出を試み、輪軸の挙動との関連を調べた。

その結果、以下のことを明らかにした。(図5)

- (1) 車輪のレールへの乗り上がり開始する時には脱線係数が1以上の大きな値を示す。
- (2) 車輪の乗り上がりが進行する過程では横圧や脱線係数は小さくなり、左右クリープ力が大きくなっていく。
- (3) さらに乗り上がりが続くと、急曲線であるにもかかわらず前後クリープ力は小さくなり、左右クリープ力だけでクリープ力が飽和状態になる状態が続く。

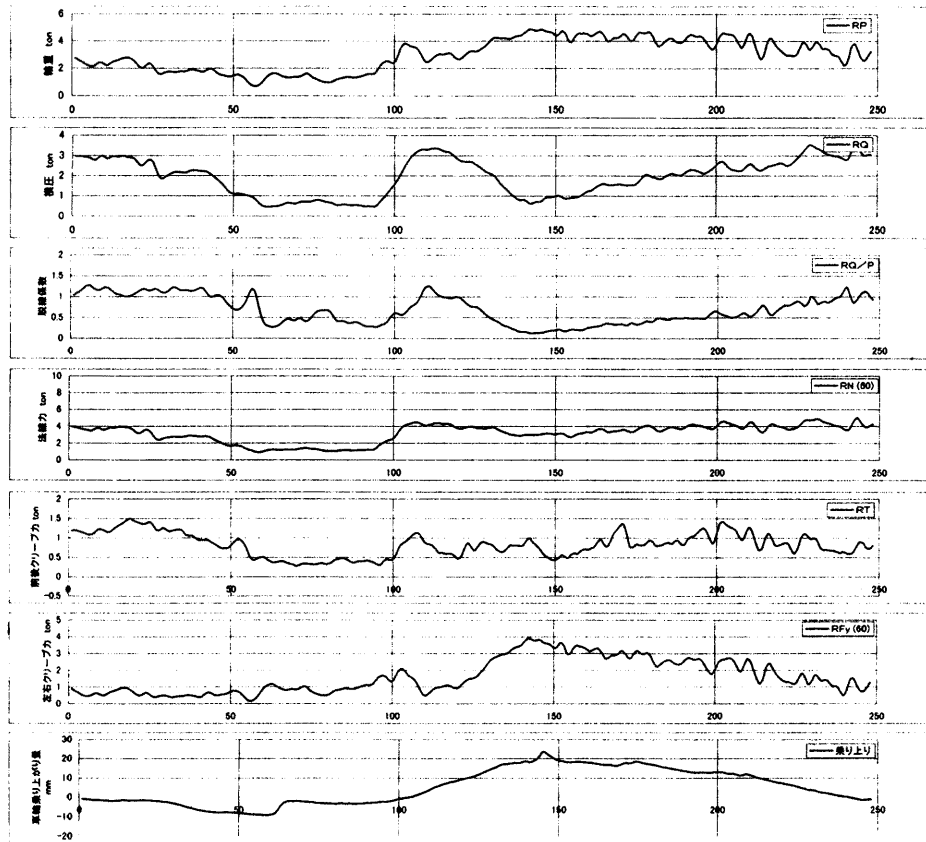


図5

また、輪重、横圧に加え、前後クリープ力、左右クリープ力、輪軸のアタック角が測定できる場合の車両の走行安全性評価を考察し、

- (1) 脱線係数が常に基準値以内であれば問題なく安全である。
- (2) 脱線係数が基準値を越えた場合は、脱線係数を見ただけでは車輪の乗り上がり継続するかの判断はできず、脱線が起こる可能性を判断するには左右クリープ力またはレールとの接触位置の推移に注目する必要がある。
- (3) 従来のように脱線係数のみで安全性を判断する場合には、前後クリープ力やアタック角の影響を考慮し、基準値は台車形式、曲線半径、走行速度によって変えるのが合理的である。

という提言を行うことができた。