

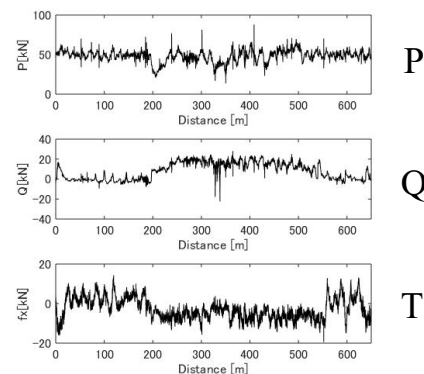
PQ輪軸測定値からのレール・車輪間の状態推定

Estimation of Condition Between Rail and Wheel from Measured Values of a PQ Wheel

Partner: Railway Technical Research Institute

概要 Introduction

横圧Qを輪重Pで割った値、Q/Pは脱線係数と呼ばれ脱線危険性の評価に用いられる。その計測にはPQ輪軸（右図）が用いられるが、鉄道総研が所有するものは、前後接線力を計測することも可能になっているため、同時に、アタック角、摩擦係数を推定することを試みる。



手法 Method

鉄道総研より提供

右図に示す一輪軸モデルを用いて、横圧を入力、前後接線力を出力とするカルマンフィルタを組み、輪軸の左右方向変位yとアタック角ψの推定を行い、滑り率を求める。輪軸モデルを用いた運動方程式は以下のように表される。

$$m\ddot{y} + \frac{2k_{22}}{v} + k_y y - 2k_{22}\Psi = 0$$

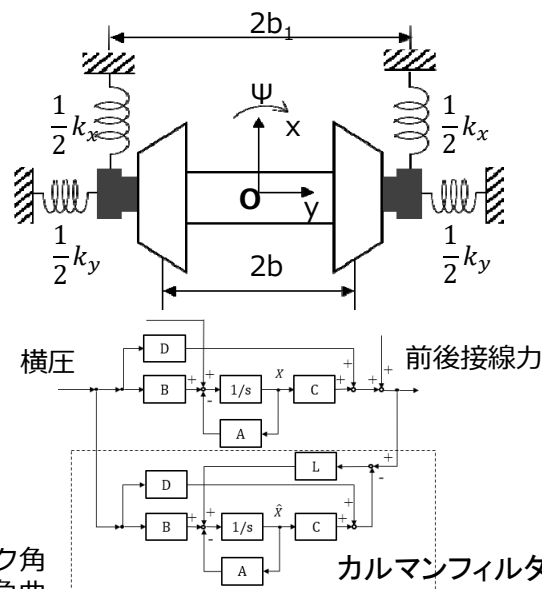
$$mi^2\ddot{\Psi} + \frac{2k_{11}b^2}{v} + k_x b_1^2 \Psi + \frac{2k_{11}by}{r_0} = 0$$

k_{11}, k_{22} は縦クリープ率、横クリープ率で接触面の楕円形状により計算される。 m は輪軸質量、 v は輪軸の移動速度、 i は慣性半径、 γ は踏面勾配、 r_0 は中立点での車輪の回転半径である。

曲線部では、輪軸の左右変位およびアタック角は、それぞれ、純粋転がり変位および、定常分からの差 Δy および $\Delta \Psi$ を運動方程式の変数として利用した。

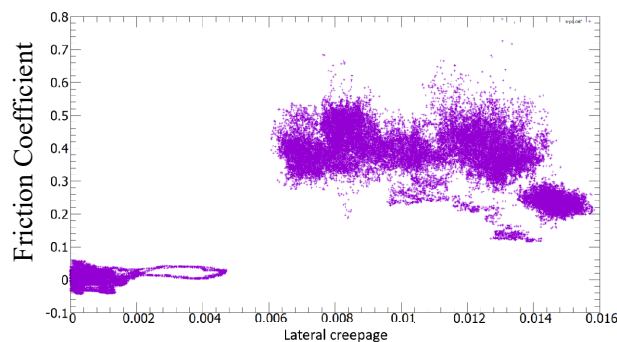
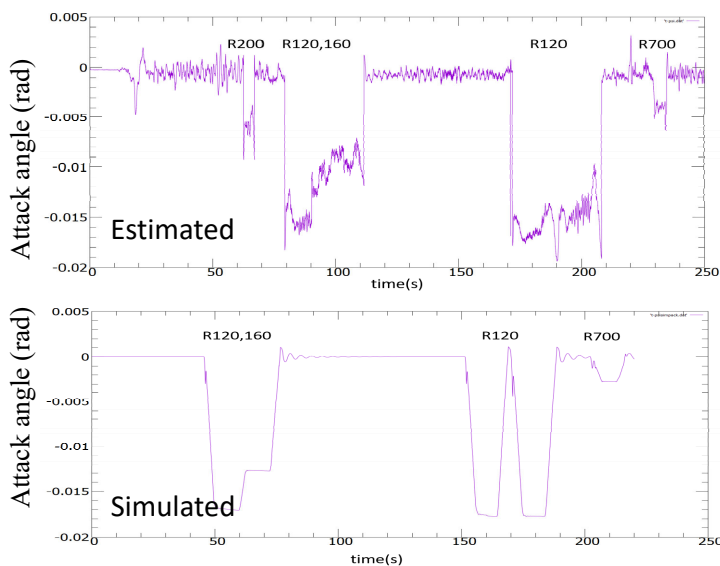
$$\Psi = \Psi_0 + \Delta \Psi, \quad y = y_0 + \Delta y$$

ただし、 Ψ_0 : アタック角定常分、 y_0 : 純粋転がり変位



結果と考察 Results and discussion

様々な曲率のカーブを含む試験線のPQ輪軸測定値から推定したアタック角（上段）と、同条件を走行した時の数値計算結果を以下に示す。また、急曲線（R120mとR160m）において、推定された摩擦係数を示す。



急曲線において、推定されたアタック角と数値計算結果が良く一致しており、妥当性が示された。摩擦係数についても、0.5付近で飽和している様子が観測され、妥当な値が推測されていると思われる。

Publications

- Murata K., Kaizuka T., Suzuki M., Hondo T., Miyamoto T., Nakano K., State Estimation Between Rail and Wheel from Values of a PQ Wheelset Measured in Passing a Curve Using Lateral-force Estimation Equation, J-Rail2018
- Murata K., Takemura Y., Suzuki M., Miyamoto T., Nakano K., Estimation of Friction Coefficient between Rail and Wheel from Measured Values of PQ Wheelset Using Kalman Filter, The Fourth International conference on Railway Technology RAILWAYS 2018, 3-7 September, 2018
- Murata K., Takemura Y., Kaizuka T., Suzuki M., Miyamoto T., Nakano K., Estimation of Friction Coefficient between Rail and Wheel in curve of various curvature from Measured Values by PQ wheelset Using Kalman Filter, J-RAIL2017