

低速時における二輪車ライダーの挙動分析

Analysis of Behavior in Two-wheeled Vehicle Rider at Low Speeds

○増田 成晃¹, 田中 穰², 高野 浩之², 富永 茂³, 岡野 道治³

Shigeaki Masuda¹, Yutaka Tanaka², Hiroyuki Takano², Shigeru Tominaga³, Michiharu Okano³

Abstract: The purpose of this report is to analyze motion of rider control at a low speeds in experiment. The rider model is treated at a middle and high speed, but this model is not treated under 20km/h. In particular, two-wheel vehicle has characteristic that is not stability at a low speed and falls over when stopping. Therefore, motion of rider control was verified by experiment in straight running at low speed. As a result, the rider to steer large in 10km/h or less, the variation of the steering angle increases. Phase difference between the Roll rate and Yaw rate is reduced at low speed.

1. はじめに

二輪車は車両質量がライダーの質量に近く、車両運動にライダーの影響が大きく現れる。そのためライダーの特性を含めたライダー・二輪車系の運動解析が行われてきた^[1]。

片山らはライダーの身体を上体と下体に分けた 2 自由度のリーンモデルを提案し^[2]、車線変更等の各走行形態に適していることを示している。しかし取り扱う速度域は中高速域を主とし、低速域については 20km/h を対象にしている。そのため、20km/h 以下の検討はなされていない。

本報告では低速時のライダーの操縦動作を明らかにするため、低速直進走行実験によって車両状態量から低速時のライダーの挙動の考察を行った。

2. 実験

本実験に使用した車両は、スクーター型の電動二輪車(最高出力 1.4kw,車両質量 55.2kg)である。走行路は平坦なアスファルト舗装路の直進路であり、測定区間は 40 m、助走区間と減速区間は速度に応じた十分な区間を設けた。目標走行速度は、ライダーが最も低速で走行可能な速度 5km/h から 10,20,30km/h の 4 条件とし、直進コースを追従することとした。測定項目は車速、操舵角、ロールレート、ヨーレートである。

車速はストップウォッチで通過区間の時間を計測し、計算により平均速度として求めた。操舵角は回転式ポテンシオメータを用いて測定し、右回りを正とした。ロールレートとヨーレートはジャイロセンサを用いて測定した。座標系は SAE 系で x 軸は前進方向を正とし、z 軸は鉛直下向きを正とした。

ライダーは自動二輪車の運転経験のある 1 名(ライダー

A)と運転経験のない 1 名(ライダー B)の計 2 名の男子学生とし各速度 1 試行ずつ、計 8 試行を行った。

3. 実験結果と考察

3. 1. 時系列変化例

Figure1., Figure2.にライダー A の目標速度 5km/h と 30km/h の時の操舵角、ロールレートおよびヨーレートの時系列変化例を示す。

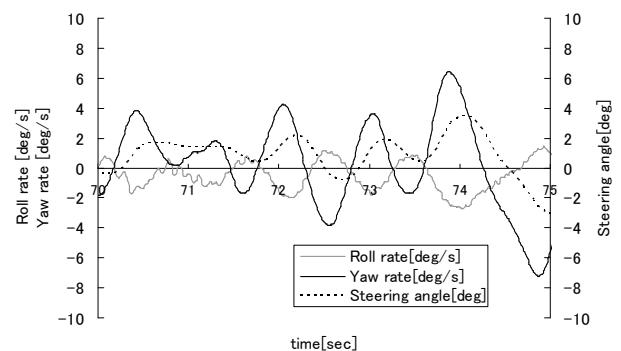


Figure1. Time series diagram of Roll rate, Yaw rate and Steering angle (Rider: A / Velocity: 5km/h)

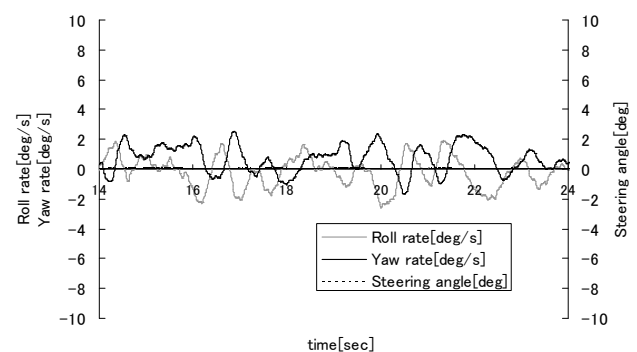


Figure2. Time series diagram of Roll rate, Yaw rate and Steering angle (Rider: A / Velocity: 30km/h)

Figure1.と Figure2.を比較すると速度が 5km/h で走行すると操舵を大きく切っていて、操舵角のばらつきが大きい。また速度 30km/h で走行すると操舵角は小さく、一定の波形となっている。

また Figure1.,Figure2.共にロールレートとヨーレートの波形に位相差が生じていることがわかる。

3. 2. 操舵角の最大値と標準偏差

Figure1.と Figure2.より速度の変化によって操舵角の最大値とばらつきに違いがあることがわかったので、車速ごとに、その測定区間の操舵角の最大値と操舵角の標準偏差を求めた。Figure3.に速度に対する操舵角の最大値を示し、Figure4.に速度に対する操舵角の標準偏差を示す。

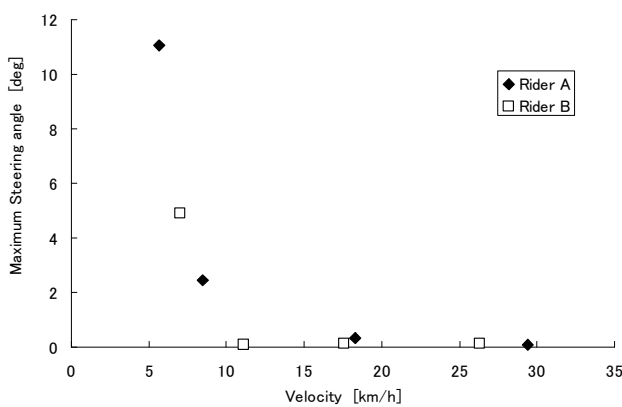


Figure3. Velocity versus Maximam Steering angle

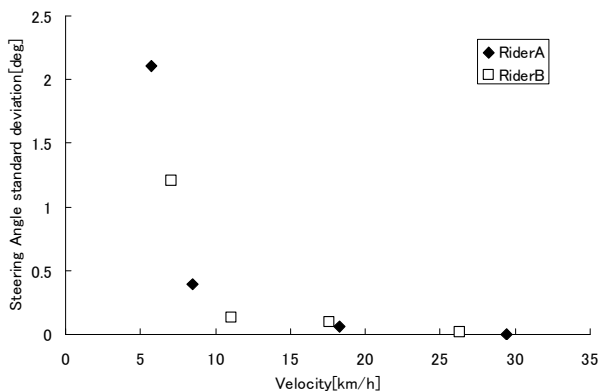


Figure4. Velocity versus Steering angle standard deviation

Figure3.より 10km/h 以上ではほとんど操舵せず、10km/h 以下では操舵を大きく切っていることがわかる。Figure4.より、操舵角の標準偏差は 10km/h 以下では大きく、ばらつきが大きい事がわかる。15km/h 以上になると操舵角の標準偏差は小さく、ばらつきが小さいことがわかる。以上より、ライダーは約 10km/h 以下から操舵を大きく切り操舵角にばらつきが生じる事がわかる。

3. 3. ロールレートとヨーレートの位相差

Figure.1,Figure2.よりロールレートとヨーレートの間には位相差が生じていることがわかる。そこで、測定区間でのロールレートとヨーレートのピーク値を読み取り、位相差を求めた。Figure5.に速度に対するロールレートとヨーレートの位相差を示す。

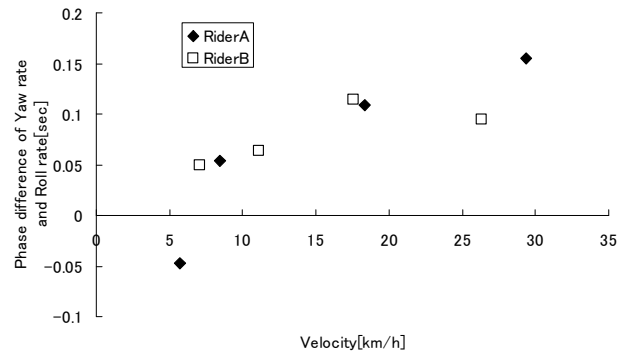


Figure5. Phase difference of Yaw rate and Roll rate

位相差の値が正ならばロールレートがヨーレートに対して先行し、値が負であればヨーレートがロールレートに対して先行していることになる。

Figure5.より速度が増加すると位相差は正の方向に増加している事がわかる。また、今回の実験で最も低い車速 5.69km/h で走行した結果からは負の値を示し、位相が入れ替わることがわかる。

4. まとめ

本報告では、スクータ型電動二輪車で行った低速直進走行実験により、低速時におけるライダーの挙動について、操舵角、ロールレート、ヨーレートの関係から検討を行った。

本報告で得られた事を以下にまとめる。

1. 速度 10km/h 以下ではライダーは操舵を大きく切り、操舵角のばらつきが大きくなる。
2. ヨーレートとロールレートの位相差は低速になるにつれて差が少なくなり、低速で位相が入れ替わることがわかった。

5. 参考文献

- [1]長江 啓泰:「二輪車の運動とライダー特性」,自動車研究, Vol.9, No.5, pp.157-161, 1987
- [2]片山 硬ら:「二輪車ライダーの操縦動作モデル」,自動車研究, Vol.18, No.7, pp.254-257, 1996