D2-17

自動二輪車の低速走行における，ライダーの上体の動きと車体安定性に関する研究

A study on the movement of the human upper body in low-speed riding of motorcycles

○横井 元治[1]， 青木 和夫[2]
*Motoharu Yokoi[1], Kazuo Aoki[2]

Abstract : In this study, we compared the movement of the upper body between expert and beginner riders in low-speed riding of the motorcycle. In this task of study, the subjects were riding as slow as possible on a long narrow bridge. Meanwhile, we observed the movement both the upper body and the motorcycle. As a result, there is a difference between the expert and beginner in terms of steering angle and roll angular velocity of head. By slow head movements, it was suggested to effect in low-speed stable riding of motorcycle.

１．はじめに

自動二輪車（以下二輪車）の走行は実際の混合交通において，高速だけでなく低速で走行することも多い．一方，低速走行時の二輪車は 2 つの車輪で走行する特性上，ジャイロ効果を得ることが困難なため，ロール方向の安定性が低くバランスがとりづらいことが一般的に知られている．二輪車の操作を安全かつ正確におこなっていくためには，この低速でのバランス走行は基礎能力として重要な技術であり，二輪車免許を取得するための講習においても必修項目となっている．[1]

二輪車の低速走行における二輪車走行の動作研究としては，辻井らが二輪車の操舵機構を検討していく中で，車両のメカニズムに関する研究をおこなっている[2]が，バランスを失う要素のひとつとして考えられるライダーの動きや操作に着目した研究は少ない．

そこで，低速での二輪車走行において，ライダーの上体の動きと，走行中の安定性との関係を明らかにすることを目的として，走行タイムの違いによる走行時の挙動に違いがあるかどうかを確認するため，熟練度の異なる 17 名を対象として実験をおこなった．

２．実験方法

2-1. 試験条件

二輪車に乗車した状態で，水平な路面に設置された直進狭路（以下一本橋）を 5 回走行した．測定項目は，パフォーマンスとしてライダーの一本橋走行所要時間（以下走行タイム），車体，上体の動作測定として，車体及びライダーの角速度，そしてハンドルの転舵角を測定した．

2-2. ライダー

ライダーは，企業内で二輪車インストラクタとして一本橋走行の訓練経験のあるものを含む大型二輪免許取得者男性 17 名（平均年齢 32. 1±7. 6 歳）とした．それぞれのライダーには事前に本研究の主旨を説明し，十分な理解を得た上で，本研究への参加の同意を得て実験をおこなった．

2-3. 試験装置

A) 二輪車走行用一本橋（**Figure 1.** ）

幅 0.3m 高さ 0.05m 長さ 15m のアルミ製のものとした．また，一本橋の出入口部分はスロープ形状とした．

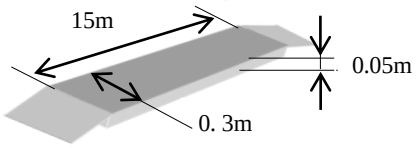

Figure1. 二輪車走行用 1 本橋

B) 試験用二輪車

本試験では排気量 750cc (Honda 社製・CB750)の二輪車を用いた．

C) 角速度センサ (**Figure2.**)

小型ワイヤレスジャイロセンサ TSND121 (ATR-Promotions inc. 製) を 3 箇所①車体中央上部・②ライダー背中・③ライダー頭部に取り付け，それぞれの 3 軸の角速度 (ピッチ，ロール，ヨー) を測定した (Figure2). サンプリング周波数は 50Hz とした．

Figure 2. 各測定加速度

１：日大理工・院(後)・医療， ２：日大理工・教員・医療

D)ハンドル転舵角

ポテンションメータ HSM12 (栄通信工業製)を車体ハンドル中心部に取り付け測定をおこなった．サンプリング周波数は 100Hz とした．

2-4. 走行方法

ライダーには着座状態で正しい乗車姿勢のもと，できる限り長い時間一本橋の上で走行してもらうよう教示をおこなった．その他，走行方法の制限はおこなわず，アクセル，ブレーキ，クラッチ，ハンドル操作などは自由とした．測定データは，一本橋上に二輪車の両輪が乗っている状態を有効データとした(**Figure 3.**).

Figure 3.　試験条件（測定区間）

3．結果

各ライダーの 5 回の試技のうち最も長時間一本橋の上に乗車できた走行を測定データとして採用した．取得したデータは移動平均 3 点法で平滑化をおこなった．

3-1　一本橋走行タイム

解析時の各ライダーの 1 本橋走行タイムから，上位及び下位各 4 名をを A) 初級者 B) 熟練者として分析をおこなった．各群の走行タイムを **Table 1** . に示す．

Table 1.　走行タイムによる分類

分類	平均タイム
A) 初級者	15. 5±2.0sec
B) 熟練者	61. 5±22.0sec

3-2　ハンドル転舵角

初級者において，転舵角度の 0deg 付近にピークがあり，ハンドルが直進方向を向いた状態で走行していることが確認できた．一方，熟練者は初級者のようなピークは見られずハンドルを左右に切った状態で走行していることが確認できた(**Figure 4**.).

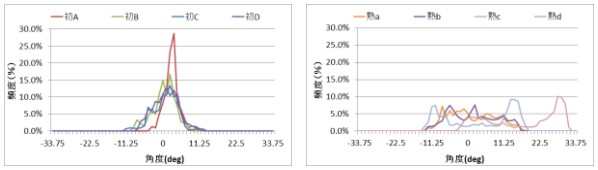

Figure 4. ハンドル転舵角頻度分布（左：初級者　右：熟練者）

3-3　頭部ロール角

初級者は 0dps 付近の動きは少なく，走行中に頭部のロール動作が発生していることが確認できた．一方熟練者は 0dps 付近にピークが発生しており，走行中に急激な頭部のロール動作が発生していないことが確認できた(**Figure 5**.).

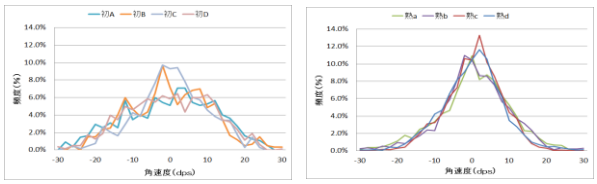

Figure 5.　頭部ロール角頻度分布（左：初級者　右：熟練者）

3-4　車体ロール角，背部ロール角

初級者，熟練者での挙動の目立った差異はなかった．

4．考察

＜ライダー及び車体のロール挙動について＞

安定して一本橋を走行するためには，車体のバランスを保つことが必要である．この点については初級者，熟練者ともに車体ロール加速度で 0dps 付近にピークがあることから，低速走行における必要条件といえる．

一方，ライダーの挙動から検討すると，頭部のロール角速度において初級者は高い加速度領域の発生頻度が多いことが確認できた．車体から離れた部位での急激なロール挙動は，車体を含めた全体のバランスが崩れる原因となる．この崩れたバランスを復元するためにジャイロ効果を活用する必要があり，速度が上がり，低速走行ができなくなっていると考えられる．これに対し熟練者は頭部ロールの急激な動きがなく，ジャイロ効果を活用せずにバランスを保つことができているため，車両を低速にすることが可能となり，ハンドル転舵を使用したバランス保持と走行距離の増加から低速走行につながっていると考えられる．

5．まとめ

二輪車の低速バランス走行における車体の挙動とライダーの上体挙動との関係性の確認をおこない，初級者と熟練者との間で頭部のロール角速度の発生頻度の違いと，ハンドル転舵動作の使用頻度の違いが確認できた．また，このことから頭部ロール角速度を少なくし，車体ロール角速度を上げない走行が，二輪車の安定した低速走行につながることが示唆された．

6．参考文献

[1] 中野 剛士：自動二輪車教習の現状と課題，交通科学 Vol. 38，No. 1，　pp. 9-14，2007

[2]辻井 栄一郎 他：「二輪操舵システムの開発（自動二輪車の低速走行時における安定性評価)」，YAMAHA MOTOR TECHNICAL REVIEW Vol. 47，pp. 67-73, 2011