加速度測定による自転車の走行特性の定量的評価に関する研究 Numerical Evaluation of Bike Riding Characteristics by Accelerometer

○加藤 麻樹, 伊藤 輔, 宮武昌裕 (早稲田大学), 佐藤 健 (実践女子大学)

A Study of Traveling Quality Evaluation of Bicycle by Accelerometer

Macky KATO, Tasuku ITO, Masahiro Miyatake (Waseda University)

Takeshi SATO (Jissen Women's University)

1. はじめに

自転車の運転は一般的に幼少時の家庭でのトレーニングによって習得されることが多く、標準的な習得過程や運転技術評価尺度に基づいておらず、個々の経験則に基づくことが多い。このとき交通規則の遵守による安全確保が望まれるが、自転車には運転免許制度等がないため習得レベルを把握することは困難である。自転車を運転する技術についても、走る、曲がる、止まるという基本操作に関する習得レベルは主に当事者の主観的な判断に依存している。一方で自転車は搭乗者の身体的特性の影響を直接的にうけるため、そのマッチングは運転に大きく影響するため、安定走行のためには適切な条件を整え、その効果を評価することが望ましい。姿勢の安定性を評価する研究では加速度計が用いられる場合がある。例えば身体の振動波形による姿勢維持能力の評価や¹⁾、自転車走行時の外的要因による振動特性の測定などがあげられる²⁾。またハンドルの振動特性測定により路面状況の評価を行う研究も行われているが³⁾、通常の走行安定性を測定して、自転車の走行特性を評価する研究はあまり見られない。本研究では走行条件ごとの振動特性を比較し、評価尺度としての有効性を検討することを目的とする。

2. 方法

本研究では実験走行を示す図1で示されるように、使用される機会が多い一般的なシティサイクルを対象に、知見でも用いられ³⁾、運転中の挙動が直接反映されると考えられるハンドル中央部に3軸の加速度計(Microstone, MVP-RF8)を取り付け、20Hzのサンプリング速度で測定する。

コースはアスファルトで舗装された50mの直線路および4.5m間隔で直線的に目印を10個並べた蛇行路を用いる。また自転車の挙動に影響を与える要因として重量物を3つの条件で積載する。すなわち自転車が想定する最大重量18kgのバラストを

ハンドル前部のカゴ、サドル後部の荷台に取り付けたカゴにそれぞれ積載する場合と、9kgずつに分けて前後両方に積載する場合である。比較対象として無積載走行も実施する。被験者は自転車の運転経験を有する平均年齢22.8歳(SD1.25歳)の男子大学生10名である。

測定区間は自転車発進からの5秒間、その後の巡航時の5秒間、停止時から手前の5秒間とし、前後左右の振動特性を示す値としてx軸の振動と、前後の振動特性を示す値としてy軸の振動を取り上げ、RMS積算値を抽出して条件間で比較する。

図1 蛇行コース上の走行

3. 結果

図2に無積載条件下での直線走行時のx軸およびy軸の振動波形の例を示す。x軸のグラフは発進時の振幅が最も大きく、y軸は発進時に正の方向へ、逆に停止時に負の方向に偏ることがわかる。

図2 無積載直線走行の振動例(上:x軸,下:y軸)

図3に直線路を用いたときの発進時，巡航時，停止時における振動量の積算値の比較結果を示す．二元配置分散分析の結果，3種類の測定区間 ($F(2, 108)=10.9, p<0.01$) および荷物の積載条件 ($F(3, 108)=16.6, p<0.01$) のそれぞれで有意差が認められたが交互作用についても有意であった ($F(6, 108)=2.2, p<0.05$)．多重比較の結果，発進時の値が他の区間よりも有意に大きく，また後カゴ並びに両積載の2条件と，前カゴ並びに無積載の2条件との間で有意差が認められた．

図3 直線走行時の振動量の積算値

また図4に蛇行時の発進時，巡航時，停止時における振動量の積算値の比較結果を示す．二元配置分散分析の結果，積載条件についてのみ有意差が認められた ($F(3, 96)=12.4, p<0.01$)．多重比較の結果，特に前カゴ条件と他の条件間で有意差が認められた．

図4 蛇行路走行時の振動量の積算値

図5に無積載条件下における直進と蛇行との振動量を抽出して積算値を比較した結果を示す．二元配置分散分析の結果，走行路間で有意差が認められた ($F(1, 54)=8.9, p<0.01$)．

図5 無積載条件下の直線と蛇行の比較

4. 考察

左右方向および前方向にかかる値が発進時に高い値を示すのは安定走行に入るまでにある程度の時間が必要であることを示していると考えられる，また直進路と蛇行路のいずれの場合も前カゴに荷物を積載した時の値が低くなっているのは，自転車全体の重心が前に移動するとともに，積載物がハンドル周囲の細かい振動を抑制するスタビライザとしての役割を果たしたことが原因ではないかと考えられる．一方で後カゴならびに前後両方のカゴに積載した場合と比較して有意差が生じたのは後カゴへの積載により自転車全体の重心が後方へ動くことで，ハンドルの安定性が低下したと考えることができる．また無積載条件において故意に進路を変更する蛇行運転に直進時と比較して振動量の積算値に有意な差があることから，ハンドルに生じる加速度変化が安定性を示す尺度として有効であることを示していると言える．

実験の結果，重量物による影響ならびに走行路の影響について，加速度計による定量的な記述が可能であることが示されたため，加速度測定による自転車運転の安定性に関する評価尺度の有効性が示されたとと言える．

参考文献

- 1) M. KATO, et.al., COMPARISON OF POSTURAL CONTROL ABILITY AMONG THREE AGE GROUPS USING ACCELERATION MEASUREMENT, J. of Human Ergology, 40, 101-108, 2011
- 2) 加藤麻樹, 下平佳江, 自転車走行時の車体および人体への段差の影響, 人間工学, 43Suppl., 126-127, 2007
- 3) 北澤淳, 他, 路面の凹凸が自転車走行と安全性に及ぼす影響に関する研究, 土木計画学研究, 26, Pt. 1, KOEMBANG0149, 2002