

# 単路部における自転車と自動車の錯綜モデルの構築

秋田大学 学生会員 ○佐藤恵大

秋田大学 正 会 員 浜岡秀勝

## 1. 背景

近年、交通事故件数全体に占める自転車事故の割合が増加する中、自転車対歩行者の錯綜や、交差点部での自転車対自動車の錯綜に関する研究が行なわれてきた。しかし単路部での自転車対自動車の錯綜を対象にした研究は少ない。本研究では単路部の車道を走行する自転車と自動車の錯綜モデルを構築する。

## 2. 目的

単路部において自転車と自動車の動線は平行である。つまり両者の錯綜はどちらかがハンドルを切らないかぎり生じない。ゆえに、実験では自転車の限界右折行動による、最大ハンドル切り角度を調査し、現実に関わりえる現象の中で最も危険な状態を調査する。試験場内の車道で自転車走行実験を行い、自転車の走行速度別最大ハンドル切り角度を調査する。また、モデル道路において自転車が車道走行した時の自動車との錯綜の危険性を、TTC により評価する。

## 3. 実験について

実験の概要を表 1 に示す。実験は、自転車走行速度 10・15・20[km/h]の 3 パターンで行なう。被験者は決められた速度で直進走行した後、ハンドルを限界まで右に切る。

表 1 実験概要

|        |                                                               |
|--------|---------------------------------------------------------------|
| 日時     | 2011年9月14日(水)                                                 |
| 場所     | 北海道苫小牧市 苫小牧寒地試験場                                              |
| 被験者    | 2名 (40代男性1名 20代男性1名)                                          |
| 内容     | 単路部の車道を走行する自転車が右にハンドルを切り自動車と錯綜する状況を想定し、走行速度別の最大ハンドル切り角度を分析する。 |
| 実験時間   | 一人につき30分程度                                                    |
| 実験パターン | 被験者一人につき 10[km/h]×5回<br>15[km/h]×5回 20[km/h]×5回 計15回          |

## 4. 自転車走行速度別ハンドル切り角度分析

自転車の運転技術は、身体能力などの個人特性に左右されるため、両被験者のデータには大きなバラつきが見られた。そこで、最大ハンドル切り角度は被験者別に分析する。

図 1 は直進走行速度と最大ハンドル切り角度をグラフ化したものである。最大ハンドル切り角度は直進走行速度が上がるにつれ減少していく傾向がある。また、20 代被験者と 40 代被験者を比較すると、全体的に 20 代被験者の最大ハンドル切り角度が大きいことが分かる。

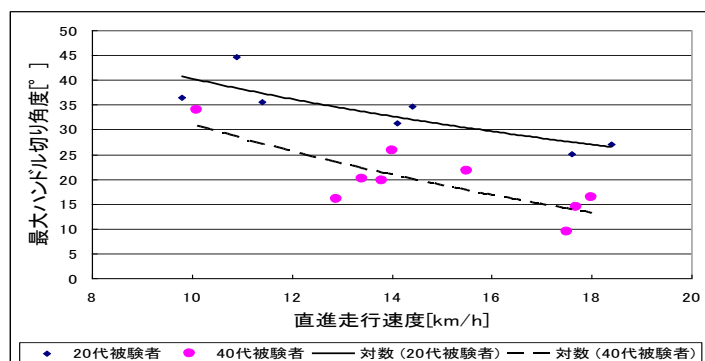


図 1 ハンドル切り角度分布

近似式と決定係数は表 2 のようになる。決定係数をみると、データの当てはまりは悪くない。また、自転車走行速度と最大ハンドル切り角度には相関性があるといえる。以上より、表 2 の近似式を用いて、走行速度が 10~20[km/h]の場合の最大ハンドル切り角度を予想する。その際、近似式(1)を若年者、近似式(2)を中高年者の最大ハンドル切り角度予想に用いる。

表 2 近似式と決定係数

|        | 近似式                              | 決定係数  |
|--------|----------------------------------|-------|
| 20代被験者 | (1) $y = -22.66\ln(x) + 92.453$  | 0.704 |
| 40代被験者 | (2) $y = -30.476\ln(x) + 101.34$ | 0.647 |

## 5. TTC について

TTC は自動車が自転車の存在に気づいてブレーキを踏み停止した時点での自転車までの距離を、自動車が初速  $v_c$  で通過したとしたら、衝突までに何秒余裕があるかをみる指標である。したがって、TTC が大きいほど安全であるといえる。

表 3 は TTC 算出の際に必要な仮定である。また、図 2 は TTC を算出する際の状況イメージである。

キーワード：自転車 錯綜 TTC

連絡先：〒010-8502 秋田県秋田市手形学園町 1-1 TEL (018)-889-2979 FAX (018)-889-2975

表3 仮定条件

|                                                                                     |                                                                |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| Vb                                                                                  | 右折直前の自転車走行速度[m/s]                                              |
| Vbx                                                                                 | 右折後の縦方向走行速度 [m/s]                                              |
| Vby                                                                                 | 右折後の横方向走行速度 [m/s]                                              |
| Vc                                                                                  | 自動車直進速度[m/s]                                                   |
| $\theta$                                                                            | 自転車右折角度 (=最大ハンドル切り角度[°])                                       |
| y1                                                                                  | 自転車右折行動する瞬間の自動車までの縦距離[m]                                       |
| x1                                                                                  | 自転車右折行動する直前の自動車までの横距離[m]<br>$x1 = (\text{路肩幅員[m]} \div 2 + 1)$ |
| S                                                                                   | 右折行動してから自転車が停止するまでの時間[s]                                       |
| D                                                                                   | 自動車制動停止距離[m]                                                   |
| TTC                                                                                 | $TTC = ((y1 + Vbx \cdot S) - D) \div Vc$ [s]                   |
| ・右折行動をしても自転車の走行速度は変化しない。<br>・自転車は自動車の接近に気づきx1=0となると停止する。<br>・自動車は一定の速度で直進走行しているとする。 |                                                                |

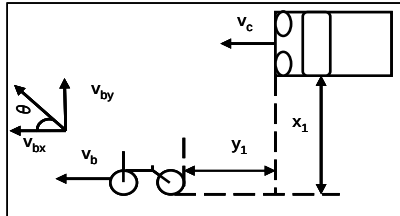


図2 状況イメージ

## 6. TTC 評価対象モデル道路

表4の三つの地点を用いて、車道を走行している自転車と自動車の錯綜の危険性をTTCにより評価する。このとき  $v_c=40\text{km/h}$  とする。

表4 モデル道路

|                  | 地点1   | 地点2   | 地点3   |
|------------------|-------|-------|-------|
| 自転車平均走行速度 [km/h] | 17.6  | 18.7  | 17.4  |
| 歩道               | ○     | ○     | ×     |
| 自転車レーン           | ×     | ○     | ×     |
| 車道幅員             | 355cm | 300cm | 250cm |
| 路肩幅員             | 120cm | 134cm | 110cm |

## 7. TTC 分析

図3は自転車が右折行動する直前での自転車と自動車の縦距離  $y_1$  を変化させたときのTTCについて、評価地点別にグラフ化したものである。

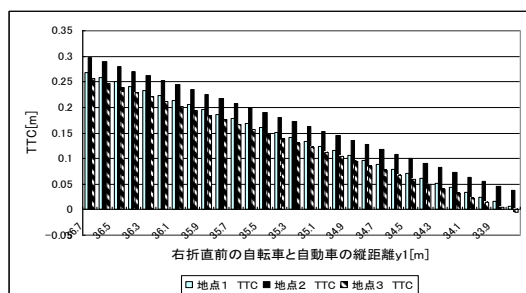


図3 地点別TTC 若年者

$y_1$ が変化しても地点2のTTCが最も高いことが分かる。ゆえに、自転車が自動車と錯綜する危険性は地点2が最も低いといえる。また両地点とも  $y_1$ が減少するにつれてTTCも減少していくことが分かる。この傾向は若年者・中高年者の両者にみられた。

図4は地点1の若年者と中高年者のTTCを比較したものである。

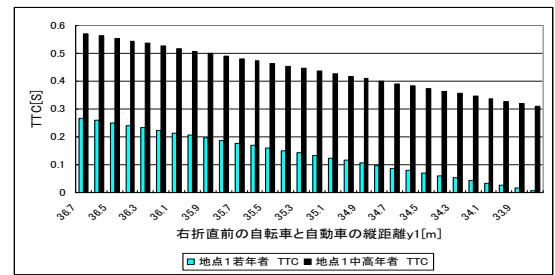


図4 被験者別TTC  $y_1$ を変化させて

若年者より中高年者のTTCが高いことが分かる。若年者と中高年者の違いが身体能力にあるとすると、若年者は自転車走行速度が速くてもハンドルを自由に動かせる。そのため走行速度が速くてもハンドルは安定せず、自動車の前方に飛び出す可能性が高いため、TTCが低下したと推測できる。

図5は自転車と自動車ちょうど錯綜するときの  $y_1$  について、若年者・中高年者の平均を地点別に比較したものである。

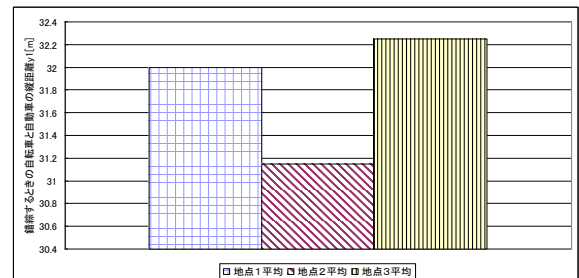


図5 錯綜時の  $y_1$

錯綜時の  $y_1$  は地点2が最も短いことが明らかである。つまり、評価地点の中で地点2は自動車が接近してきても錯綜の危険性が低いといえる。また地点1と地点3は走行速度と道路構造に大きな差はないが、総合的に地点1が安全であるといえる。

## 8. おわりに

以上から、TTCを用いて安全評価した結果、地点2が最も安全であるといえる。要因として、地点2は自転車レーンが整備されており、他の地点より平均走行速度が高く、ハンドル切り角度が低下したことが挙げられる。また、路肩幅員が最も広いことから、路肩幅員も自転車と自動車の錯綜に影響を及ぼす因子であると推測できる。

## <参考資料>

元田良孝・岩立忠夫・上田敏：交通工学（森北出版）  
 原田康介：自転車の車道走行時における安全性  
 平成22年度秋田大学卒業論文