

自転車の走行位置を考慮した ラウンドアバウトの安全性評価

立岩 華英¹・康 楠²・寺部 慎太郎³・柳沼 秀樹⁴・田中 皓介⁵

¹学生非会員 東京理科大学大学院 理工学研究科土木工学専攻 (〒278-8510 千葉県野田市山崎2641)
E-mail:7618521@ed.tus.ac.jp

²正会員 東京理科大学助教 理工学部土木工学科 (〒278-8510 千葉県野田市山崎2641)
E-mail: kangnan@rs.tus.ac.jp

³正会員 東京理科大学教授 理工学部土木工学科 (〒278-8510 千葉県野田市山崎2641)
E-mail:terabe@rs.noda.tus.ac.jp

⁴正会員 東京理科大学講師 理工学部土木工学科 (〒278-8510 千葉県野田市山崎2641)
E-mail: yaginuma@rs.noda.tus.ac.jp

⁵正会員 東京理科大学助教 理工学部土木工学科 (〒278-8510 千葉県野田市山崎2641)
E-mail:tanaka.k@rs.tus.ac.jp

近年日本では、ラウンドアバウト（以下RAB）の導入が進んでいる。RAB内で自転車は側端を走行することが原則であるが、安全性の問題点が挙げられる。自転車利用者も安全にRABを利用できるような走行位置の提案をすることを本研究の目的とし、軽井沢町にある六本辻RABにおける自転車の走行実態の調査と定量的な安全性評価を行う。六本辻RABにおけるビデオ調査により、RABを走行する自転車の走行傾向を知ることが出来た。また、仮想の条件下における定量的な安全性評価を行った。今後はRABで起こりうるすべての条件下におけるRAB全体の安全性評価をすることが課題として挙げられる。

Key words: Roundabout, Bicycle, Time to Collision

1. はじめに

日本では現在、ラウンドアバウト(以下RAB)の導入が進められている。RABは環道の交通が優先される環状交差点であり、安全性が高い交差点として注目されている。

現在は、RAB内で自転車は側端を走行することが原則である。しかし、安全性や交通の円滑性に関しては特に根拠があるわけではない。側端を走行する場合、交差点が増加する他、自転車の巻き込み事故が発生する可能性がある等の安全性における問題点も挙げられるため、走行位置の見直しが必要であると考えられる。そこで、自転車利用者も安全にRABを利用できるような走行位置の提案をすることを本研究の目的とし、RABにおける自転車の走行実態調査と定量的な安全性評価を行う。



図-1 軽井沢町六本辻RAB環道に表示された矢羽

2. RAB 内における自転車走行の危険性

自転車が RAB を走行する場合、走行位置によって様々な危険がある。自転車が RAB の環道の側端を走行する場合、中央を走行する場合のそれぞれの危険性を以下に示す。

(1) 環道側端を走行する場合

自転車が環道側端を走行する場合の自転車および自動車の走行位置を図-2 に示す。環道内で自動車と自転車が並走しており、自動車が流出しようとする場合は、一般の交差点における左折と同様に自転車の巻き込み事故が発生する危険があると考えられる。RAB をから流出する場合は、流出口の手前で左ウィンカーを出すことが法律で定められているが、自転車が自動車の真横、もしくは斜め後ろを走行している場合、自転車からは自動車のウィンカーの視認が困難である。また自動車からも自転車の存在を確認し辛いので、巻き込み事故につながりやすい。

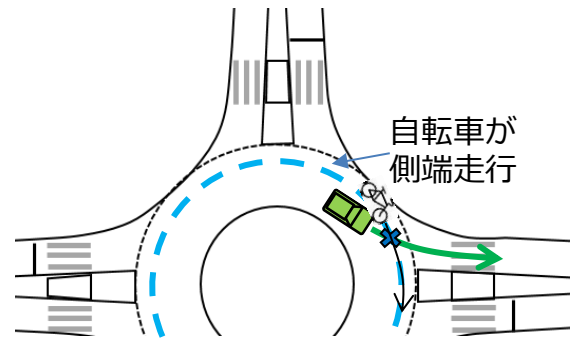


図-2 自転車が側端走行する場合

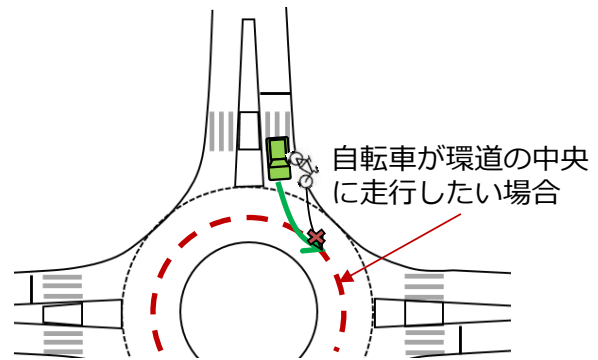


図-3 自転車が環道内に中央に走行する場合

(2) 環道中央を走行する場合

自転車が環道中央を走行する場合の自転車および自動車の走行位置を図-3 に示す。環道内を走行する自転車と自動車は交錯しにくい、流入する際に交錯が生じる危険性がある。自動車と自転車が同時に環道内に流入しようとする際には、図-3 のような交錯が生じる可能性がある。RAB に流入する際は、環道内の車両が優先されるが、自動車と自転車の優先性は決まっていない。RAB の多いイギリスでは、自転車の走行が優先されており、自転車に道を譲ることが当たり前となっているが、現在の日本ではそういった意識は決して高くはないと考えられる。今後、環道中央を自転車が走行するようなルールを定めることになるのならば、自動車と自転車の優先性も考慮されるべきであると考えられる。

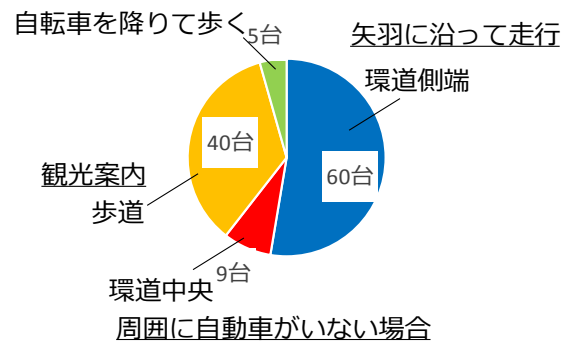


図-4 六本辻 RAB 自転車走行位置の調査結果

3. 六本辻 RAB における自転車の走行実態調査

(1) 六本辻 RAB 概要

六本辻 RAB は、長野県北佐久郡軽井沢町にある 6 枝の RAB である。軽井沢駅の北に位置し、周囲には雲場池などの有名な観光スポットがある。また、付近にはレンタルサイクルの店も多数あり、自転車で通行する観光客も多い。六本辻 RAB の幾何構造は、環道外径 27m、環道幅員 5m、エプロン幅員 3m、中央島の直径 10m で、環道側端には自転車通行用の矢羽が設置されている。

(1) 調査概要

調査場所：長野県北佐久郡軽井沢町六本辻ラウンドアバ

ウト

調査日時：2017 年 10 月 14 日（土） 10:45～12:30

調査方法：交差点内の歩道上の 3 箇所にビデオカメラを設置し、交差点内を撮影する。

(2) 調査結果

図-4 に示すように、RAB 内には、道路側端に自転車通行位置を示す矢羽の表示があるため、矢羽に従い側端を走行する自転車 60 台と多くみられた。また、観光案内が歩道上にあるため、歩道を走る自転車も 40 台と少なくない。中央を走行する自転車は 9 台と決して多くはないが、自転車の周囲に自動車がない場合、環道の中央付近を走行する自転車もいる。

4. 定量的な安全性評価

図-5 のような RAB を仮定して定量的な安全性評価を行う。環道を走行する自転車は、環道側端では半径 12.5m、環道中央では半径 9.5m で走行するものとする。環道内を自転車が行き、自動車が入る場合を想定する。

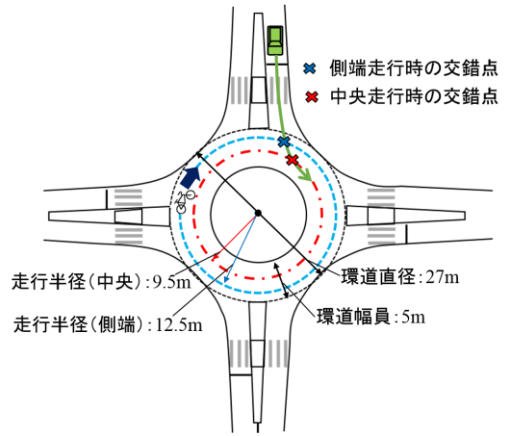


図-5 RAB の概要と自転の走行位置

(1) 衝突余裕時間

自動車が 20km/h で環道内に流入し、自転車が 10km/h で環道内を走行していると仮定して衝突余裕時間(TTC)を算出する。TTCは自動車、自転車の時速と交差点までの距離を v, d として、式(1)によって算出する。

$$TTC = t_{car} - t_{bike} = \frac{d_{car}}{v_{car}} - \frac{d_{bike}}{v_{bike}} \quad (1)$$

TTC の結果の一部は表 1 に示す。算出した TTC の値に応じて以下のように危険度を設定する。

- 1<TTC<1: 危険度数 3
- 2<TTC<-1, 1<TTC<2: 危険度数 2
- 3<TTC<-2, 2<TTC<3: 危険度数 1

自動車と交差点間の距離を固定し、中央島の中心点を基準として、環道内を走行する自転車と交差点間の角度を 30°から 150°まで 10°刻みで変動させ、算出した危険度数の合計を危険度とした。

危険度の結果は図-6 のようになった。今回の条件下では、自動車が交差点から 10~40m の距離にいる場合、危険度は環道中央を走行する場合の方が高くなるが、50m よりも距離が遠くなると環道側端のほうが危険度が高くなると言える。

(2) 衝突時のエネルギー変化量

環道内を自転車が走行している際に、環道内に流入してきた自動車(15km/h)と衝突した際のエネルギー変化量を式(1)で算出することにより¹⁾、自転車の走行位置の違いによる衝撃の大きさで安全性を評価する。

$$\Delta K_e = \frac{1}{2} M v_{car}^2 + \frac{1}{2} m v_{bike}^2 - \frac{1}{2} (M + m) v^2 \quad (1)$$

ここに、 ΔK_e はエネルギー変化量、 M は自動車の質量、 m は自転車の質量、 v_{car} は自動車の速度(km/h)、 v_{bike} は自転車の速度(km/h)、 v は衝突後の速度(km/h)である。また、自転車と人の質量の合計を 80kg、自動車の質量を 1250kg と仮定する。

算出した結果を図-7 に示す。図-7 より、環道中央を走行の方が衝突した際の衝撃は小さくなるのがわかる。よって、今回仮定した条件下では、環道中央を走行したほうが安全であると考えられる。

表 - 1 TTC の結果の例

	交差点から自動車までの距離[m]		
	10	20	
交差点と自転車の角度[度]	30	-0.56	1.25
	40	-1.34	0.46
	50	-2.13	-0.33
	60	-2.91	-1.11
	70	-3.70	-1.90
	80	-4.48	-2.68
	90	-5.27	-3.47
	100	-6.05	-4.25

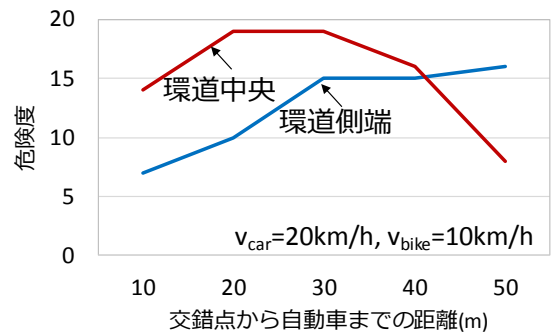


図-6 TTC から算出した危険度

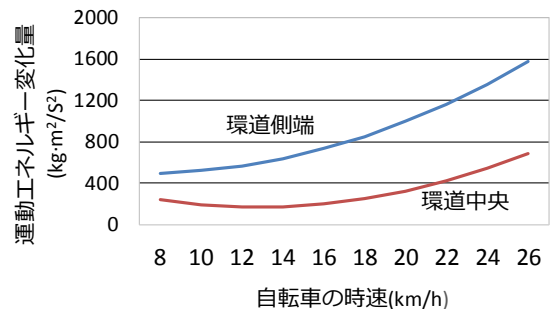


図-7 自転車と車衝突時の運動エネルギー変化

5. まとめ・今後の課題

本研究では、六本辻 RAB 内における自転車の走行の傾向を知ることができた。また、特定の条件下で自転車と自動車と衝突した場合の定量的な安全性評価を行うことができた。しかし、今回の条件以外でも RAB 内で自動車と自転車が交錯し得る状況は存在するため、すべての状況においての定量的な安全性評価を行うことが必要である。さらに、事故が発生する危険度と重大度を同時に評価することが可能な新たな安全性指標をつくることによって、RAB 内における自転車の適切な走行位置の提案につなげていきたい。

謝辞

本研究は、(独)日本学術振興会・科学研究費若手研究(B) NO.17K14743 による研究助成を受けている。ここに記して謝意を表する。

参考文献

- 1) (公財)国際交通安全学会：ラウンドアバウトの社会実装と普及促進に関する研究(Ⅱ)報告書，2014

SAFETY EVALUATION OF ROUNDABOUT CONSIDERING TRAVELING POSITION OF BICYCLE

Hanae TACHIWA , Nan KANG, Shintaro TERABE, Hideki YAGINUMA,
Kosuke TANAKA

Bicycle is one of the most important users at roundabout (RAB hereafter). Although bicycle traveling position in roundabout is not formally regulated, currently, in principle bicycles run at the side edge, especially in circulating roadway. However, when traveling at the side edge, not only the number of conflict points to vehicles increases, but there is also a possibility that bicycle involvement accident occurs. So it is necessary to review the traveling position of bicycle in RAB. Therefore, this research aims to make a proposal of a traveling position where bicycle users can safely travel in RAB and investigate the real conditions of bicycle traveling and then quantitatively evaluate the safety. Based on the observations at Roppontsuji RAB, under the condition without vehicles, it is found that the fewer bicycle travels near the center of circulating roadway but tends to run at a faster speed than the that traveling at the side edge. Moreover, through setting up the speeds and relative distances of vehicle and bicycle, the index of “Time-to-collision” and collision energy are calculated for evaluating safety performance.