

# ラウンドアバウトの矢羽根の有無による 自転車考慮した自動車挙動の分析

奥山 翔太<sup>1</sup>・康 楠<sup>2</sup>・寺部 慎太郎<sup>3</sup>・柳沼 秀樹<sup>4</sup>・田中 皓介<sup>5</sup>

<sup>1</sup>学生非会員 東京理科大学 理工学部土木工学科 (〒278-8510 千葉県野田市山崎2641)  
E-mail:7615024@ed.tus.ac.jp

<sup>2</sup>正会員 東京理科大学嘱託助教 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

<sup>3</sup>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

<sup>4</sup>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.tus.ac.jp

<sup>5</sup>正会員 東京理科大学嘱託助教 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、安全かつ災害時にも運用できる、円形交差点であるラウンドアバウト(以下RAB)の導入が日本で進んでいる。RABでは自動車も自転車も時計回りに走行することが義務付けられているが、どの位置を走行するかまでは決められていない。そのため、特に自転車はRABの環道中央を走行する場合と環道側端を走行する場合の2パターンがあり、自動車を運転する人からすると自転車は非常に危険な存在である。最近では、RABの環道側端に自転車の通行位置と進行方向を補助する標示として青色の矢羽根を設置した事例がある。本研究では、矢羽根を設置することで自転車と自動車の安全な走行空間を確保できると考え、矢羽根の無いRAB(以下矢羽根なし)と矢羽根のあるRAB(以下矢羽根あり)で被験者にRABの環道側端を自転車で走行してもらい、自転車が自動車に追い越された時の側方間隔の広さを分析することで矢羽根の設置効果を検証した。結果は、矢羽根ありが矢羽根なしに比べて側方間隔が広がったため、矢羽根を設置することで自転車と自動車の安全性は高まると言える。

**Key Words :** roundabout, arrow feather, lateral spacing

## 1. はじめに

日本では現在、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のことを言い、外径、中央島、エプロン、環道、路肩、分離島、流入部、流出部等で構成されている。RABは信号交差点に比べて、交錯点が少ないため事故の発生が低く、環道内では自動車の速度が抑制されるため安全性が高いとされている。また、電力を必要としないため災害時や停電時でも運用することができる。さらに、待ち時間の短縮により自動車はスムーズに交差点を通過できる。自転車においては、道路交通法上「軽車両」に定義されるためRABにおいても環道側端を走行することが望ましいが、法律では決められていない。そのため、自転車はRABの環道中央を走行する場合と環道側端を走行する場合の2パ

ターンがあり、自動車を運転する人からすると自転車は非常に危険な存在である。そのため、環道での自転車の安全な通行の確保から、自転車の通行位置、及び進行方向を示した路面標示を設置することが望ましい。近年では、環道側端に青色の「矢羽根」を設置した事例がある。この矢羽根の設置の狙いは、環道での自転車の逆走防止、自転車の環道通行の混乱の回避、自動車に対する注意喚起であると考えられる。前者二つは効果が期待できると考えられるが、後者の矢羽根が自動車に対する注意喚起につながるかは疑問である。本研究では、矢羽根が自動車に対する注意喚起につながっているかを走行実験を通じて検証していく。

## 2. 既往研究

### (1) 車道における矢羽根型路面標示に関する研究

木村ら<sup>1)</sup>は、車道混在を示す矢羽根型路面表示について望ましい寸法・設置間隔を検討するため、矢羽根型路面表示の寸法・設置間隔の異なる車道混在の自転車通行空間を仮設し、走行実験を行い、自転車・自動車利用者双方からの視認性や、自転車と自動車の混在時の挙動特性等への影響について検証した。結果によると、矢羽根の寸法・設置間隔による、混在走行時における自動車走行挙動への影響は少なかったが、矢羽根の幅が小さい場合に自動車は矢羽根を避けて走行することが確認できた。

### (2) 車道における自転車と自動車の並走に関する研究

紫藤ら<sup>2)</sup>は、自転車と自動車の車道共有に対して、自転車利用者に対する意識調査で車道走行への心理的障壁を解明し、次にドライビングシミュレータと実車による実験で自動車側から見た、一車線共有の危険性を実証した。さらに、自転車と自動車の走行位置の実測も伏せて行い、車道の利用実態を明らかにした。ドライビングシミュレータを使用して、自動車が自転車を追い抜く際の心理的負担の調査では、接近距離が近い程心理的負担が増大していることが分かり、逆に 1.5[m]を超えるとすべての自動車速度(40, 50, 60[km/h])で心理的負担が安全側に移行し、2.5[m]以上で安全側に収束することが分かった。実車を用いた実験では、幅員 345[m]、自動車速度 40[km/h]制限の道路を使用したため、シミュレータ実施したファクターのうち、自動車速度 40[km/h]、接近距離 1・1.5[m]に限定した。その結果、実車とシミュレータの心理的負担値はほぼ同じであった。被験者の実車とシミュレータの平均値に有意差はなかった。実際の接近距離を調べる為、自転車で路上を走り、自動車の追い抜かれる時の距離を測定した結果、接近距離は 1.5[m]程度であった。この 1.5[m]の接近距離はドライバーにとって「安全とは言い切れないが危険でもない」という妥協点であるとしている。

## 3. 本研究の仮説

木村ら<sup>1)</sup>の研究により、片側一車線の道路で矢羽根を設置して自転車を走行させたときに、自動車は矢羽根を避けて走行する傾向がみられた。そのため、「自動車は矢羽根を認識して、そこに自転車が走行してくると予測し矢羽根を避けて走行する」と仮定する。そして、紫藤らは<sup>2)</sup>ドライビングシミュレータを用いて自動車が自転車を追い越すときの側方間隔が 2.5[m]以上になると主観的評価の安全性が安全側に収束する、という研究結果に

より、「矢羽根ありは矢羽根なしに比べて環道で自動車が自転車を追い越すときに、2.5[m]以上の側方間隔がとれる」という仮説を立てる。

## 4. 実験概要

本実験は、本学の 20 代男性 2 名、女性 2 名の被験者に自転車で RAB を交通量の多い枝から均等に流入させ、直進または右折する方向で走行させてデータを取得している。自動車の速度は、自転車が環道を走行している時に、自動車が自転車の後方にいる場合を「追従」、自動車が自転車を追い越した場合を「追い越し」、自動車が自転車を完全に追い越さずに並走している状態を「並走」と定義し、3 つの走行パターンに分けて取得している。さらに、3 つの走行パターンに対して流入部、環道部、流出部の 3 つの断面で速度データを取得している。側方間隔は「追い越し」の場合の、自転車と自動車の重心が中央島からの中心線と重なった時の両者の距離を取得している。これらの実験は 2 地域の RAB で行うため走行挙動に地域性があるか無いかを調べるために、RAB ではない一般道での側方間隔を取得して地域性を考慮している。データの取得に関しては、映像解析ソフト TrafficAnalyzer<sup>3)</sup>を使用した。

### (1) 実験日時と場所

走行実験は、長野県須坂市沼目町 RAB(矢羽根なし)と新潟県南蒲原郡田上町 RAB(矢羽根あり)で行った。実験日はそれぞれ、2018 年 10 月 24 日(水)~25 日(木)の 8 時~15 時(休憩 12 時~13 時)、11 月 6 日(火)~7 日(水)の 8 時~14 時(休憩 12 時~13 時)で行った。矢羽根なしの外径は 27.0[m]、エプロン幅員は 2.0[m]、環道幅員は 5.0 [m]、矢羽根ありの外径は 31.0[m]、エプロン幅員は 2.5[m]、環道幅員は 5.0 [m]である。図-1 に RAB の基本構造を示す。

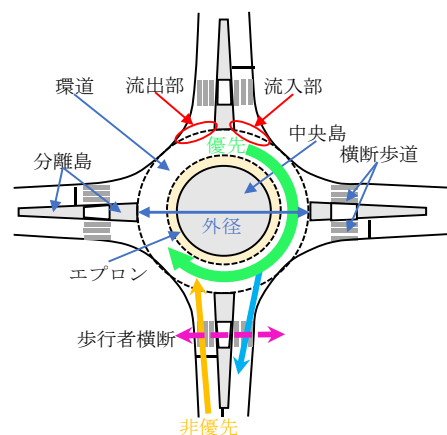


図-1 RAB の基本構造

(2) 実験手順

走行実験の手順を図-2に示す.

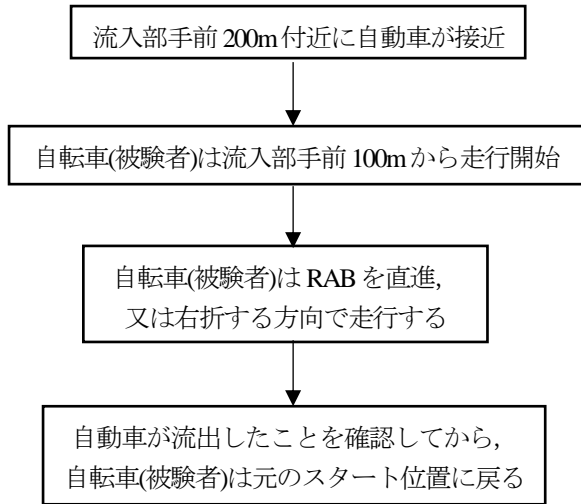


図-2 走行実験の手順

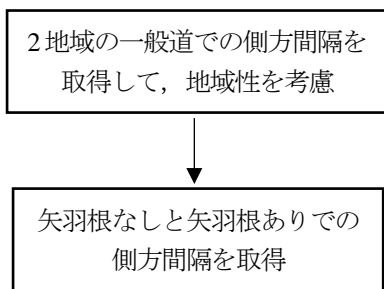
(3) 分析項目

本研究の分析項目は以下に示す通りである. ②から④に関しては自動車が自転車を追い越した際のデータを取得している.

- ① 矢羽根なしと矢羽根ありでの走行パターンの割合
- ② 一般道での側方間隔
- ③ 環道部での側方間隔
- ④ 流入部, 環道部, 流出部での自動車速度

(4) 分析手順

本研究では矢羽根が自動車に対する注意喚起につながるかを検証するために以下の手順で分析を行う.

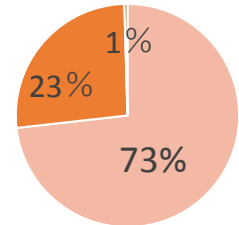


5. 分析結果

矢羽根なしと矢羽根ありでの走行パターンの割合はどちらも「追従」が一番多く, 次に「追い越し」で, 「並走」が一番少なかった. 自動車は無理して自転車を追い越しや並走をしない傾向がある. 矢羽根ありは矢羽根なしに比べて「追い越し」の割合が若干高かった.

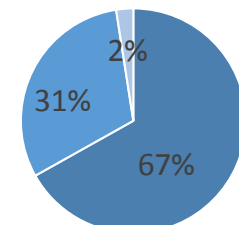
RAB ではない一般道で取得した 2 地域の側方間隔の平均は矢羽根なしで 1.72[m], 矢羽根ありで 1.68[m]とな

った. 実測値と予測値の誤差がどれ程かを調べる指標として RMSE(二乗平均平方誤差)がある. 結果は 0.142 で, 0 に近い程誤差はないと言えるので走行挙動に地域性はないと考えられる. 地域性がないと分かったうえで, 環道部での側方間隔を分析した結果は, 矢羽根なしで 3.02[m], 矢羽根ありで 3.68[m]となり, どちらも安全な側方間隔 2.5[m]の基準をクリアしていたが, 矢羽根を設置することでより安全性は高まると言える.



追従(164) ■ 追い越し(59) ■ 並走(1)

図-1 矢羽根なしの走行パターン



■ 追従(109) ■ 追い越し(50) ■ 並走(4)

図-2 矢羽根ありの走行パターン

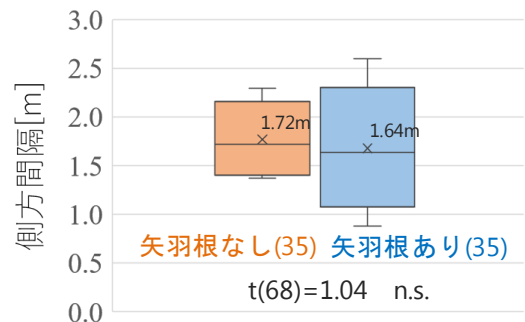


図-3 一般道の側方間隔

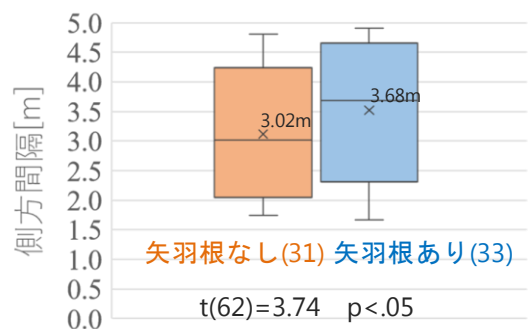


図-4 環道部の側方間隔

「追い越し」の場合の自動車速度は、流入部、環道部、流出部の全ての断面で矢羽根なしより矢羽根ありの方が速かった。環道部の速度に関しては、NCHRP Report 572<sup>4)</sup>より環道部外径が大きくなると車両走行軌跡半径が大きくなり、速度が上がるという研究結果から、矢羽根ありは矢羽根なしに比べて外径が大きく、車両走行軌跡半径も大きかったため環道部の速度が速くなったと言える(図-8 参照)。流入部と流出部の速度に関しては、矢羽根の影響と心理的影響が考えられる。矢羽根があることで、流入部では自転車の挙動を予測し易かったため速度が上昇した可能性がある。一方、自転車を追い越した後の流出部では、矢羽根のある安心感から自転車への注意が低下した可能性が考えられる。

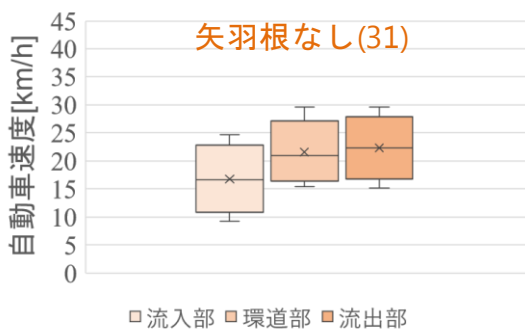


図-6 自動車走行速度(矢羽根なし)

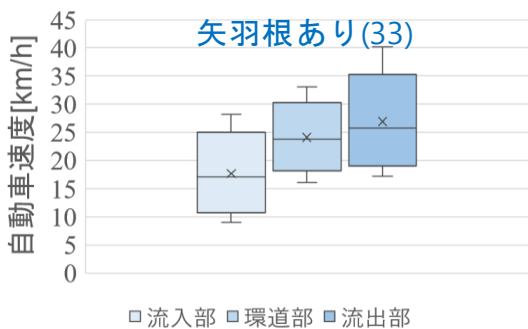


図-7 自動車走行速度(矢羽根あり)

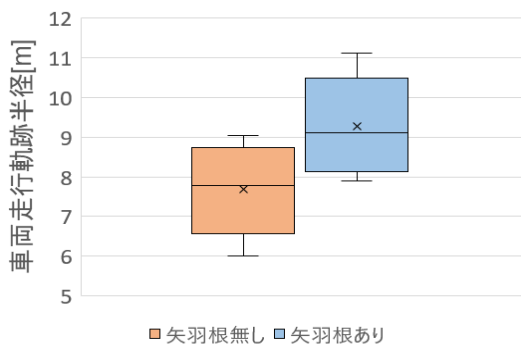


図-8 車両走行軌跡半径

## (1) 結論

本研究は、「矢羽根ありは矢羽根なしに比べて環道で自動車が自転車を追い越すときに、2.5[m]以上の側方間隔がとれる」という仮説を立て、二つの RAB で走行実験を行った。結果は、矢羽根の有無に関わらず、平均で 3.0[m]以上の側方間隔を記録したが、矢羽根ありの方が約 0.7[m]大きかった。しかし、自動車の速度は、「追い越し」の場合で流入部、環道部、流出部の速度が矢羽根ありの方が矢羽根なしに比べて速かった。従って、自転車に対する安全性の評価方法はさらなる検討が必要である。しかし、速度が速いことは安全性の点からは好ましくないが、自動車の円滑性の点から RAB の流入交通容量を増加させることにつながり、RAB の混雑を回避することができる可能性がある。今後は RAB の自転車に対する安全性と、自動車を考慮した円滑性の両方の評価が必要であると言える。

## (2) 今後の展望

本研究は、矢羽根なしと矢羽根ありで走行実験を行い、自動車と自転車の側方間隔を分析して矢羽根の設置効果を検証した。しかし、側方間隔の違いが矢羽根の有無なのか、外径が大きいのからなのか要因が識別できてはいない。今後の展望として、今回の走行実験で得られた挙動の原因が果たして、矢羽根の有無によるものなのかを検証する必要がある。

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) 木村泰 小林寛 鬼塚大輔 今田勝昭 上野朋弥 高宮進：「走行実験を通じた矢羽根型路面標示の寸法・設置間隔に関する一考察」(公社)土木学会，土木計画学研究・講演集 Vol.51, 2015.6
- 2) 紫藤聖也，沼田仲穂，澤田東一，松井雄馬：「車道に於ける自動車と自転車の並走に関する研究」自動車技術会論文集 Vol.44, No.1, 2013.1
- 3) Suzuki, K and Nakamura, H.: TrafficAnalyzer- the integrated video image processing system for traffic flow analysis, 13<sup>th</sup> World Congress on Intelligent Transportation system, London, 2006
- 4) Transportation Research Board: Roundabouts in the United States, NCHRP Report 572, Washington, D.C., 2007