

信号交差点とラウンドアバウトにおける安全確認挙動に関する比較分析

森本 清誠¹・鈴木 弘司²・泉 典宏³・榊井 敦⁴

¹学生会員 名古屋工業大学大学院 博士前期課程学生 (〒466-8555 愛知県名古屋市昭和区御器所町)
E-mail: cjk18567@stn.nitech.ac.jp

²正会員 名古屋工業大学大学院准教授 工学研究科 (〒466-8555 愛知県名古屋市昭和区御器所町)
E-mail: suzuki.koji@nitech.ac.jp

³株式会社オリエンタルコンサルタンツ (〒450-0003愛知県名古屋市中村区名駅南2-14-19)
E-mail: izumi@oriconsul.com

⁴株式会社オリエンタルコンサルタンツ (〒450-0003愛知県名古屋市中村区名駅南2-14-19)
E-mail: masui@oriconsul.com

本研究では、信号制御からラウンドアバウト制御に変更された長野県飯田市東和町交差点において実態調査を行い、流入部、流出部での運転者の安全確認挙動について、信号交差点時とラウンドアバウト時の比較を行った。流入部での安全確認動作回数の比較より、ラウンドアバウト時において安全確認動作回数が増加することがわかった。また、流出部での安全確認時の走行速度に関する比較より、ラウンドアバウト時において、左折安全確認時の走行速度が低下し、右折安全確認時の走行速度が上昇することがわかった。さらに、流出部での安全確認時の位置に関する比較より、ラウンドアバウト時において、左折安全確認時の位置が横断歩道開始地点に近づくこと、右折安全確認時の位置が横断歩道から遠ざかることがわかった。

Key Words : roundabout ,vehicle behavior,signalized intersection,safety confirmation

1. はじめに

平成 24 年の日本の交通事故死者数は、4411 件¹⁾であり、道路形状別に見ると、無信号交差点での交通死亡事故構成率が高いことがわかる。これより、無信号交差点での安全対策が必要であるといえる。

ここで、無信号交差点などの比較的交通量の少ない交差点制御方式として欧米では、ラウンドアバウト（以降、RBT）が導入されている。RBTとは、中央島、環道、流入部、流出部で構成され、環道交通流に優先権があり、かつ環道交通流は、信号機や一時停止などにより中断されない円形の平面交差点の一方通行制御方式である。進行方向が一方のため、交差点内での安全確認動作が容易であること、さらに、環道走行による走行速度抑制などの特徴があり、運転者の負担軽減や安全性の向上が期待できる²⁾。また、無信号制御のため、被災時において、人力や電力なしに交通運用が行えるため、近年注目を集めている³⁾。わが国では、長野県飯田市にある東和町交差点において、初めて信号交差点からRBTへ交差点構造

変更が行われ、2013年2月5日よりRBT運用が開始されている⁴⁾。

これまで、日本においても、RBT導入のために、様々な技術的検討⁵⁾が行われている。しかし、信号交差点とRBTにおける歩行者の安全性に関して、滝川ら⁶⁾は外部観測によりRBT流入部の運転者の安全確認動作を分析しているものの、車両挙動も考慮して両者の比較を行ったものは少ないのが現状である。そこで、本研究では、長野県飯田市東和町交差点の信号交差点時とRBT時におい

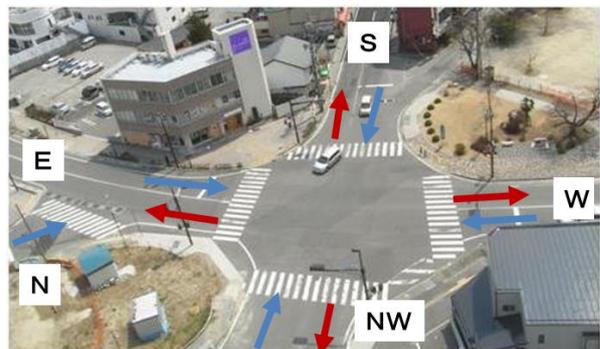


図-1 信号交差点時状況例⁷⁾ (青矢印：流入，赤矢印：流出)

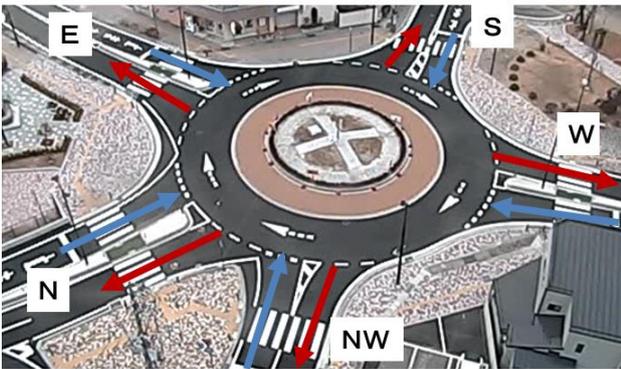


図-2 RBT時状況例⁷⁾ (青矢印：流入，赤矢印：流出)

て、外部観測，走行調査を行い，交差点構造改良前後での，横断歩道付近における歩行者の安全性に関する挙動特性を比較する。

2. 東和町交差点概要

本研究で調査する東和町交差点は，図-1，図-2に示す東部（以降，E），西部（以降，W），南部（以降，S），北部（以降，N），北西部（以降，NW）の5流入出路で構成された5枝交差点である。また，交差点の状態としてWからEにかけて上り勾配となっている。

図-1に示すように，信号交差点時において，N流入部は，それぞれ一車線の一方通行制御で運用され，N流入部は，E流出路に合流し，N流出部はNW流出路に合流した構造である。RBT時において，全流入部一時停止制御で運用され，N流入部が片側一車線の二車線道路に構造改良された。また，EとWとNには，分離島が設置され，横断歩行者が二段階横断できる構造である。

3. 外部観測概要

本研究では，東和町交差点にて，信号交差点時，RBT時において，交差点隅角部から双眼鏡を用いて，調査員の目視により，交差点流入車両の安全確認動作回数のデータを取得している。ここで，安全確認動作回数とは，交差点に流入した車両の運転者が安全確認のために首を左右に振った回数であり，その回数を調査員が数取器を用いて記録している。また，観測時において，信号交差点時は，信号待ちの有無，歩行者の有無，RBT時は，歩行者の有無，環道車両の有無について交通状況を取得している。外部観測は，信号交差点時1回とRBT時2回（以降，1回目：運用直後，2回目：運用経過後）の合計3回行い，データを取得している。データは，信号交差点時において，交差点流入部，交差点内部の2区間，RBT時

表-1 外部観測日程

制御方式	日時
信号交差点時	2013/2/4 7:30～17:00
	2013/2/5 7:30～8:30
RBT時(運用直後)	2013/2/6 13:00～17:00
RBT時(運用経過直後)	2013/3/25 12:00～17:00
	2013/2/26 7:30～17:00
	2013/2/27 7:30～18:00



図-3 外部観測状況例

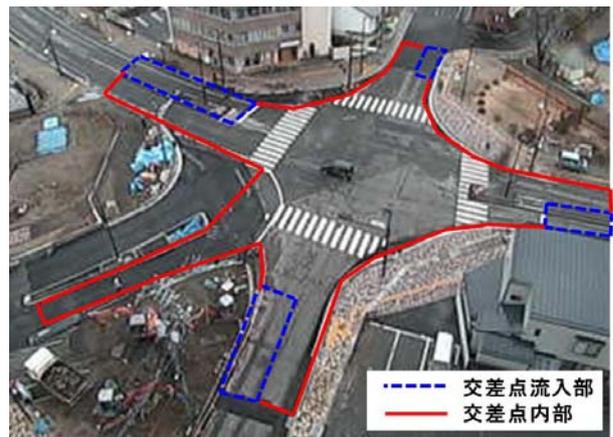


図-4 信号交差点時データ取得区間⁷⁾



図-5 RBT時データ取得区間⁸⁾

において，交差点流入部，交差点内部1，交差点内部2の3区間に分け取得している。ここで，観測日程を表-1に，観測状況を図-3に，データ取得区間の詳細を図-4，図-5

表-2 走行調査日程

制御方式	日時
信号交差点時	2012/5/8 16:30~19:30
	2012/5/9 6:30~16:00
RBT時 (運用直後)	2013/2/5 16:30~18:00
	2013/2/6 10:30~17:00



図-8 ドライブレコーダー概要⁹⁾



図-6 調査車両



図-7 カメラ設置状況

に示す。

なお、信号交差点時、さらに、RBT運用直後の外部観測において、N流入部が工事作業により通行止めであったため、Nからの流入のみ観測対象から除外し、外部観測を行っている。

4. 走行調査概要

本研究では、東和町交差点にて、信号交差点時、RBT時において普通自動車を実際に走行させ、車内に設置したビデオカメラ2台とドライブレコーダー（SRcomm）によって交差点走行時の周辺の交通状況および運転者の安全確認等のデータを取得している。走行調査は、信号交差点時1回とRBT時（RBT運用直後）1回の合計2回実施し、信号交差点時は、成人男性4名、RBT時は、成人男性2名の被験者とする。ここで、走行調査日程を表-2に、調査車両を図-6に、ビデオカメラ設置状況を図-7に、

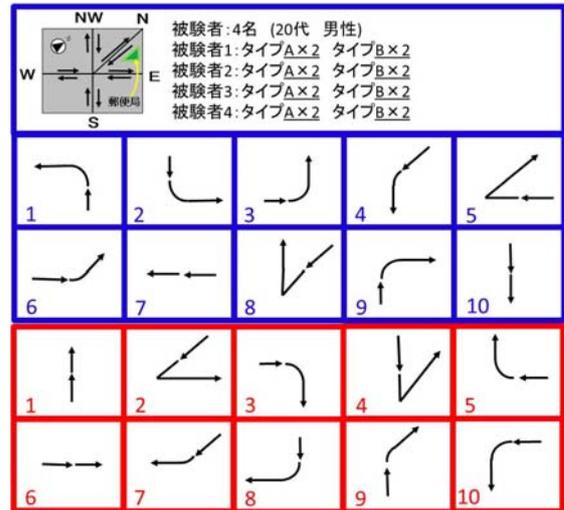


図-9 走行調査ルート (信号交差点時)

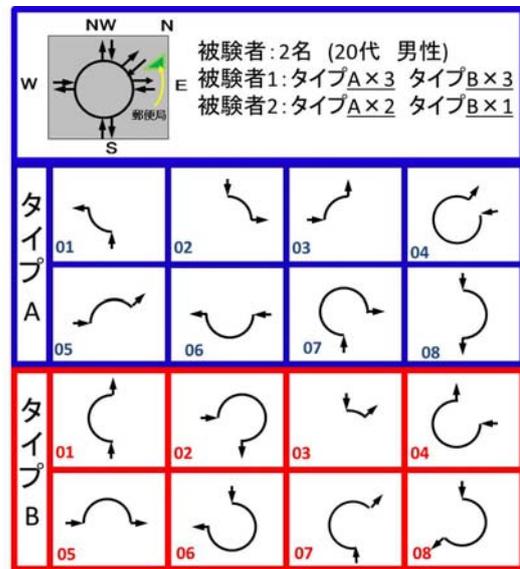


図-10 走行調査ルート (RBT時)

ドライブレコーダーの概要を図-8に示す。

東和町交差点は、5流出入口で構成されているため、走行ルートは、Uターンを除く5流入路×4流出路の合計20ルートとしている（図-9）。しかし、RBT時走行調査において、N流入部が工事作業により通行止めであったため、Nからの流入のみ走行ルートから除外した4流入路×4流出路の合計16ルートで走行調査を行う（図-10）。走行調査は、被験者の疲労を考慮し、全走行ルートを半

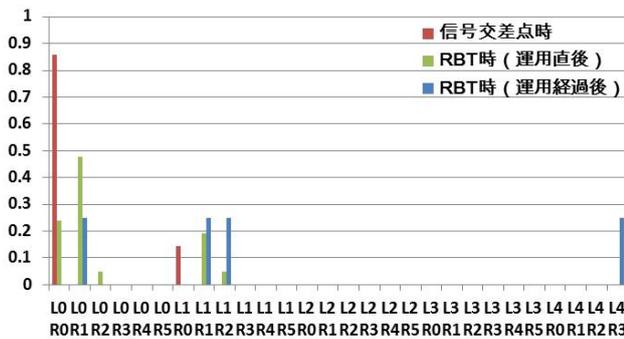


図-11 流入部での左折時 (S→W) の安全確認動作回数の相対度数分布

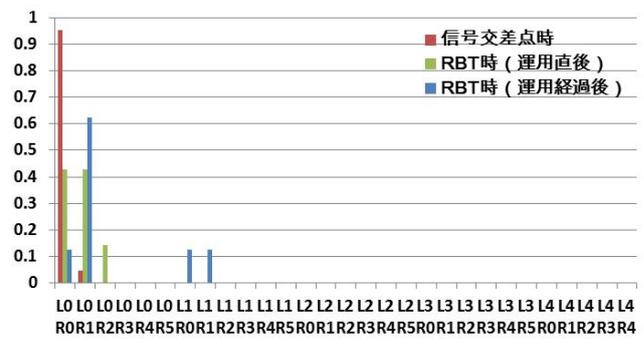


図-13 流入部での右折時 (W→S) の安全確認動作回数の相対度数分布

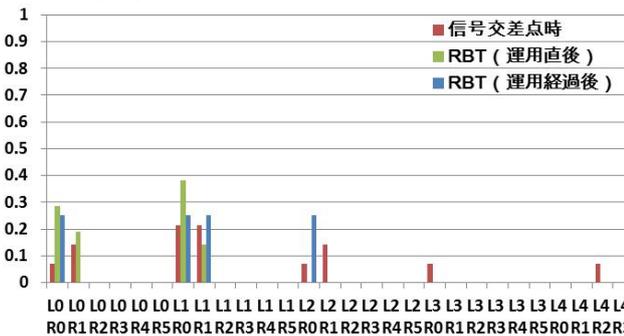


図-12 交差点内部 (信号交差点時) と交差点内部2 (RBT時) での左折時 (S→W) の安全確認動作回数の相対度数分布

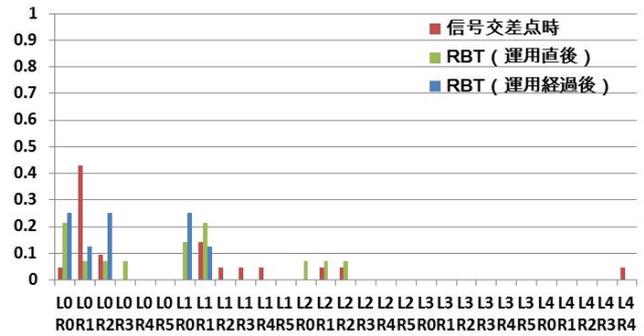


図-14 交差点内部 (信号交差点時) と交差点内部2 (RBT時) での右折時 (W→S) の安全確認動作回数の相対度数分布

分に分けた経路 (信号時：10ルート，RBT時：8ルート) で行う。

ここで、安全確認挙動に関して、被験者は交差点流出右左折時の横断歩道直近到達時、歩行者等への安全確認をした時点 (以降、安全確認時) に合図を出してもらい、そのタイミングを車両に同乗した記録員がドライブレコーダーを用いて記録する。

5. 安全確認動作回数に関する比較

本章では、外部観測により取得した流入部と交差点内部での運転者の安全確認動作回数のデータを用いて、信号交差点時とRBT時における安全確認動作回数の比較を行う。

(1) 左折時安全確認動作回数に関する比較

流入部での左折時安全確認動作回数の相対度数分布を図-11に、交差点内部 (信号交差点時) と交差点内部2 (RBT時) での左折時安全確認動作回数の相対度数分布を図-12に示す。ここで、横軸の表記について、L0は、首を左へ振った回数が0回、R0は、首を右に振った回数が0回と定義する。

図-11より、安全確認動作回数の相対度数分布が信号交差点時は、左方確認のみ、運用直後は、右方確認回数が増加し、運用経過後は、右方確認回数が増加していることがわかる。これは、RBT化により、流入時、横断歩

道付近にて歩行者等への安全確認が必要であり、安全確認動作回数が増加したこと、また、運用経過後においては、運用直後と比較して環道走行車両を注意するようになったためと考えられる。

図-12より、安全確認動作回数の相対度数分布が信号交差点時は、左方確認回数が多く、また、回数のばらつきがみられること、運用直後は、左方確認回数が減少し、運用経過後は、左方、右方確認の回数が増加していることがわかる。これは、RBT化により、流出時の巻き込み確認を大きな動作なしに行うことができたためと考えられる。また、運用経過後においては、運用直後と比較して安全確認動作をより意識して行うようになったためと考えられる。

(2) 流入部での右折時安全確認動作回数に関する比較

流入部での右折時安全確認動作回数の相対度数分布を図-13に、交差点内部 (信号交差点時) と交差点内部2 (RBT時) での右折時安全確認動作回数の相対度数分布を図-14に示す。

図-13より、安全確認動作回数の相対度数分布が信号交差点時は、安全確認動作がほぼなく、運用直後は、右方確認回数が増加し、運用経過後は、左方確認回数が増加していることがわかる。これは、左折時と同様に、RBT化により、流入時、横断歩道付近にて歩行者等への安全確認が必要であり、安全確認動作回数が増加したためと考えられる。

図-14より、安全確認動作回数の相対度数分布が信号

交差点時は、右方確認回数が多く、運用直後は、左方、右方確認の回数が減少し、運用経過後は、左方、右方確認回数が減少していることがわかる。これは、RBT化により信号機や対向直進車両への注意が必要ないためと考えられる。

6. 流出部での安全確認時の車両速度に関する比較分析

本章では、走行調査により取得した流出部における安全確認時の車両挙動データを用いて、信号交差点時とRBT時における流出部での安全確認時の走行速度に関する比較を行う。

(1) 流出部での左折安全確認時の速度特性

流出部での左折安全確認時の平均走行速度の差の検定結果を表-3に示す。

表-3より、RBT時におけるSW→W、W→NWの左折安全確認時の平均走行速度がともに低く、統計的にも有意な結果であることがわかる。これは、RBT時において、環道流入時に停止または減速し、その状態のまま流出部において安全確認を行い、交差点を流出したためと考えられる。一方、信号交差点時においては、流入部走行中に流出部の歩行者等への安全確認を行うことができ、流入部走行速度を保ったまま流出部の安全確認を行ったためと考えられる。また、RBT時における変動係数の値がS→W、W→NWともに低いことがわかる。これは、信号機への注意が必要なく、注意すべき対象物が限定された状況で歩行者等への安全確認を行うことができ、車両挙動が安定したためと考えられる。

(2) 流出部での右折安全確認時の速度特性

流出部での右折安全確認時の平均走行速度の差の検定結果を表-4に示す。

表-4より、左折とは異なり、RBT時におけるW→Sの右折安全確認時の平均走行速度が高く、統計的にも有意な結果であることがわかる。これは、RBT時において、環道内走行速度を保ったまま流出部にて安全確認を行い、交差点を流出したためと考えられる。一方、信号交差点時においては、交差点内部にて対向直進車両を確認するため、一旦停止または、大きく減速した状態のまま安全確認を行い、交差点を流出したためと考えられる。また、RBT時における変動係数の値がS→E、W→Sともに低いことがわかる。これは、左折時と同様に信号機や対向車両への注意が必要なく、注意すべき対象物が限定された状況で歩行者等への安全確認を行うことができ、車両挙動が安定したためと考えられる。

表-3 流出部左折安全確認時の平均走行速度の差の検定結果

OD	制御方式	サンプル数	平均(km/h)	変動係数	t値
S→W	信号交差点時	8	21.26	0.18	3.87
	RBT時	5	14.14	0.12	
W→NW	信号交差点時	7	18.83	0.32	1.82
	RBT時	5	13.54	0.17	

表-4 流出部右折安全確認時の平均走行速度の差の検定結果

OD	制御方式	サンプル数	平均(km/h)	変動係数	t値
S→E	信号交差点時	8	17.45	0.30	0.70
	RBT時	5	15.62	0.19	
W→S	信号交差点時	8	10.96	0.36	-2.54
	RBT時	4	16.38	0.12	

表-5 流出部左折安全確認時の平均位置の差の検定結果

OD	制御方式	サンプル数	平均(m)	変動係数	t値
S→W	信号交差点時	8	18.77	0.21	4.60
	RBT時	5	10.00	0.16	
W→NW	信号交差点時	7	11.42	0.39	0.01
	RBT時	5	11.41	0.42	

表-6 流出部での左折安全確認時の平均位置から安全確認時の平均走行速度で横断歩道開始地点まで走行した場合の所要時間

OD	制御方式	時間(s)
S→W	信号交差点時	3.18
	RBT時	2.55
W→NW	信号交差点時	2.18
	RBT時	3.03

7. 流出部での安全確認時の車両位置に関する比較分析

本章では、走行調査により取得した流出部における安全確認時の車両挙動データを用いて、信号交差点時とRBT時における流出部での安全確認時の車両位置に関する比較を行う。ここで、安全確認時の車両位置とは、流出部環道ドット線からみて進行方向側の横断歩道開始地点から運転者が安全確認を行った位置までの距離と定義する。

(1) 流出部での左折安全確認時の位置特性

流出部での左折安全確認時の平均位置の差の検定結果を表-5に、流出部での左折安全確認時の平均位置から安全確認時の平均走行速度で横断歩道開始地点まで走行した場合の所要時間を表-6に示す。

表-5より、RBT時におけるS→Wの左折安全確認時の平均位置が横断歩道開始地点に近く、統計的にも有意な結果であることがわかる。これは、RBT時において、左

折する際、流入部にて、歩行者等への安全確認、環道流入時において、環道車両に対する安全確認を行い、流出部の安全確認は、流出部横断歩道付近でなければ行えないためと考えられる。一方、信号交差点時においては、流出先の横断歩道のセットバックが小さく、左折する際、流入部走行中に流出部の歩行者等への安全確認ができたためと考えられる。

表-6より、RBT時におけるW→NWの安全確認時の平均位置から安全確認時の平均走行速度で横断歩道開始地点まで走行した場合の所要時間が増加していることがわかる。これより、RBT化によって、安全確認を行う時間が増加したといえる。

(2) 流出部での右折安全確認時の位置特性

流出部での右折安全確認時の平均位置の差の検定結果を表-7に、流出部での右折安全確認時の平均位置から安全確認時の平均走行速度で横断歩道開始地点まで走行した場合の所要時間を表-8に示す。

表-7より、RBT時におけるW→Sの右折安全確認時の平均位置が横断歩道開始地点から遠く、統計的にも有意な結果であることがわかる。これは、RBT時において、右折する際、環道走行中に流出部の歩行者等への安全確認を行うことができたためと考えられる。一方、信号交差点時においては、右折する際、対向直進車両への注意が必要であり、流出部の横断歩道付近まで到達しなければ歩行者等への安全確認を行うことができないためと考えられる。また、RBT時における変動係数の値がS→E、W→Sともに低いことがわかる。これは、信号機や対向車両への注意が必要なく、注意すべき対象物が限定された状況で歩行者等への安全確認を行うことができ、車両挙動が安定したためと考えられる。

表-8より、RBT時におけるS→E、W→Sの安全確認時の平均位置から安全確認時の平均走行速度で横断歩道開始地点まで走行した場合の所要時間が増加していることがわかる。これより、RBT化によって、安全確認を行う時間が増加したといえる。

8. まとめ

本研究では、東和町交差点にて信号交差点時、RBT時において走行調査、外部観測を行い、運転者の安全確認挙動、車両挙動に着目し、横断歩道付近における歩行者の安全性に関する挙動特性の比較を行った。

本研究より得られた知見を以下に示す。

- ・流入部での左折安全確認動作回数に関する比較より、安全確認動作回数の相対度数分布が信号交差点時は、左方確認のみ、運用直後は、右方確認回数が増加し、

表-7 流出部右折安全確認時の平均位置の差の検定結果

OD	制御方式	サンプル数	平均(m)	変動係数	t値
S→E	信号交差点時	8	13.56	0.48	-0.61
	RBT時	5	15.46	0.18	
W→S	信号交差点時	8	9.36	0.72	-2.19
	RBT時	4	17.31	0.19	

表-8 流出部での右折安全確認時の平均位置から安全確認時の平均走行速度で横断歩道開始地点まで走行した場合の所要時間

OD	制御方式	時間(s)
S→E	信号交差点時	2.80
	RBT時	3.56
W→S	信号交差点時	3.07
	RBT時	3.81

運用経過後は、右方確認回数が増加していることがわかった。

- ・交差点内部での左折安全確認動作回数に関する比較より、安全確認動作回数の相対度数分布が信号交差点時は、左方確認回数が多く、運用直後は、左方確認回数が減少し、運用経過後は、左方、右方確認の回数が増加していることがわかった。
- ・流入部での右折安全確認動作回数に関する比較より、安全確認動作回数の相対度数分布が信号交差点時は、安全確認動作がほぼなく、運用直後は、右方確認回数が増加し、運用経過後は、左方確認回数が増加していることがわかった。
- ・交差点内部での右折安全確認動作回数に関する比較より、安全確認動作回数の相対度数分布が信号交差点時は、右方確認回数が多く、運用直後は、左方、右方確認の回数が減少し、運用経過後は、左方、右方確認回数が減少していることがわかった。
- ・流出部での左折安全確認時の速度特性に関する比較より、S→W、W→NWでは、信号交差点時よりRBT時の安全確認時の平均走行速度が低いことがわかった。また、信号交差点時よりRBT時の安全確認時の平均走行速度の変動係数が小さいことがわかった。
- ・流出部での右折安全確認時の速度特性に関する比較より、W→Sでは、信号交差点時よりRBT時の安全確認時の平均走行速度が高いことがわかった。また、W→S、S→Eでは、信号交差点時よりRBT時の安全確認時の平均走行速度の変動係数が小さいことがわかった。
- ・流出部での左折安全確認時の車両位置に関する比較より、S→Wでは、信号交差点時よりRBT時の安全確認時の平均位置が横断歩道開始地点から近いことがわかった。
- ・流出部での右折安全確認時の車両位置に関する比較より、

り、W→Sでは、信号交差点時よりRBT時の安全確認時の平均位置が横断歩道開始地点から遠いことがわかった。また、W→S，S→Eでは、信号交差点時よりRBT時の安全確認時の平均位置の変動係数が小さいことがわかった。

今後の課題として、交差点構造の違いによる安全確認挙動への影響を分析するため、信号交差点時、RBT時における交差点構造を精査し、さらに分析を深めていく必要がある。

謝辞：本研究の遂行に当たり、飯田市および、(公財)国際交通安全学会H2420・H2425プロジェクト関係各位の多大なご協力とご支援を賜りました。ここに深謝致します。

参考文献

1)警察庁 HP 統計，平成 24 年中の交通事故の発生状況，
<http://www.npa.go.jp/sitemap/index.htm>

- 2)安全でエコなラウンドアバウトの実用展開に関する研究報告書(Ⅱ) 公益財団法人国際交通安全学会
- 3)安全でエコなラウンドアバウトの実用展開に関する研究報告書(Ⅲ) 公益財団法人国際交通安全学会
- 4)飯田市HP
<http://www.city.iida.lg.jp>
- 5) 中村英樹，大口敬，馬淵太樹，吉岡慶祐：日本におけるラウンドアバウトの計画・設計ガイドの検討，交通工学Vol.44, No.3, 2009
- 6) 滝川遼，大口敬，小根山裕之，鹿田成則：ラウンドアバウトと一般無信号交差点における安全確認行動，土木計画学研究・講演集Vol.41, No.289, 2010
- 7)飯田ケーブルテレビwebカメラ映像
<http://www.iidacable.tv/index.htm>
- 8)飯田市建設部地域計画課土地利用計画係 測量図面
- 9)datatecHP, SRcommの特徴，
<http://www.datatec.co.jp/index.html>