

歩行者挙動と車両挙動の関連から見る ラウンドアバウトの歩行者安全性分析

安田 宗一郎¹・鈴木 弘司²

¹正会員 株式会社長大（〒104-0054 東京都中央区勝どき1丁目13番1号）
E-mail: yasuda-s@chodai.co.jp

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

本研究では、異なる幾何構造の複数のラウンドアバウト（以下、RAB）において外部観測調査を行い、RABの横断歩道付近の挙動データを取得し、歩行者安全性に関する分析を行った。その結果、RABへの流入角が大きいと流入車両の走行速度が低下し、環道外側線と横断歩道との距離が離れているほど流出車両の走行速度が高まることがわかった。また、停止線と横断歩道の距離が長いと歩行者の首振り安全確認がされにくく、歩行者と車両の潜在的な交錯危険性が高まることがわかった。さらに、感度分析を行うことで、歩行者の安全性を向上するための交差点構造改良案について検討した。

Key Words: roundabout, traffic safety, intersection geometry, statistical analysis

1. はじめに

わが国の平成27年の交通事故死者数は4,028件であり、道路形状別に見ると、半数程度が交差点および交差点付近で発生している。その中でも、無信号交差点での交通死亡事故が最も高く、発生件数自体は年々減少しているものの、依然として無信号交差点での交通安全対策が必要といえる¹⁾。

ここで、欧米では比較的交通量の少ない無信号交差点においてラウンドアバウト（以下、RAB）が積極的に整備されている。わが国においても、近年RAB導入のために様々な技術的検討^{2), 3), 4)}が行われており、整備事例も徐々に増えつつある。

しかしながら、現時点ではわが国におけるRABの導入実績が少なく、統計データも限られているため、海外では多くなされている事故に着目して安全性評価を行った研究事例^{5), 6)}はみられず、歩行者関連の研究も限られている。歩行者に着目した事例について、康ら⁷⁾は、交通流シミュレーションによって、様々な条件での流入車両のギャップアクセプタンス挙動を再現し、ラウンドアバウトの流入交通容量に横断歩行者が及ぼす影響について明らかにしている。また、今田ら⁸⁾は交通流シミュレーションによって、歩行者・自転車がRABの交通容量に与える影響を検証し、歩行者交通量が100人/時、自転車交通量が

100台/時であるような比較的交通量の多い交差点では、その交通量を事前に調査し、自動車の交通容量を適切に評価する必要があることを明らかにしている。このように歩行者が交通容量に与える影響の検討はなされているものの、わが国のRABにおいて、歩行者挙動に着目し、歩行者の安全性について研究した事例は少ないといえる。

そこで、本研究では、長野県飯田市東和町RAB（以下、東和町RAB）、長野県北佐久郡軽井沢町六本辻RAB（以下、六本辻RAB）、沖縄県糸満市糸満RAB（以下、糸満RAB）にて外部観測調査を行い、RABの流入出路横断歩道付近の歩行者挙動データならびに車両挙動データを取得、分析し、RABにおける歩行者挙動の特徴や幾何構造の違い、交通状況による影響、また、潜在的な歩行者と車両に関連する危険性について明らかにすることで、どのような構造や交通状況で歩行者が安全にRABを利用できるのかについて論ずることを目的とする。

2. 調査対象交差点の概要

本章では、調査対象RABの概要について述べる。また、RABの構造諸量計測基準を図-1に示す。なお、流入部幅員は流入部停止線の長さ、流出部幅員は各流出部環道外側線端点間の直線距離、横断歩道長は分離島を含めた全



図-1 RAB 構造諸量計測基準

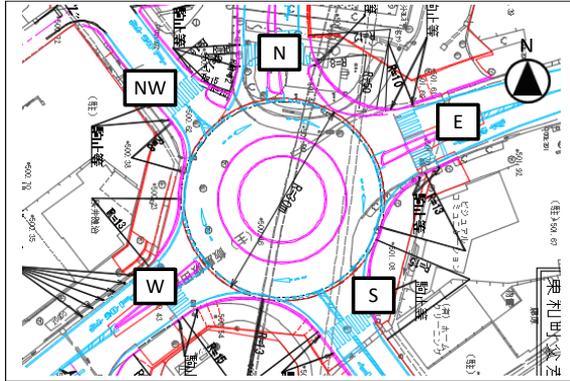


図-2 東和町 RAB 構造図面⁹⁾と構造諸量

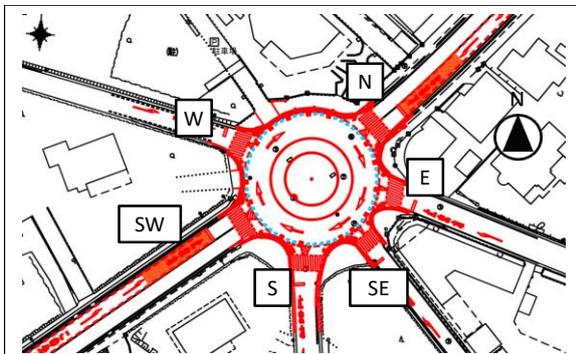


図-3 六本辻 RAB 構造図面¹⁰⁾と構造諸量

体の長さ、流入部側の長さ、流出部側の長さの計測をし、横断歩道面積は横断歩道帯全体の面積としている。停止線-横断歩道間距離は停止線から横断歩道までの直線距離とし、環道外側線-横断歩道間距離は環道外側線から横断歩道までの距離とし、流入角は車両が環道に流入するために要する角度、流出角は車両が環道から流出するために要する角度として計測を行う。

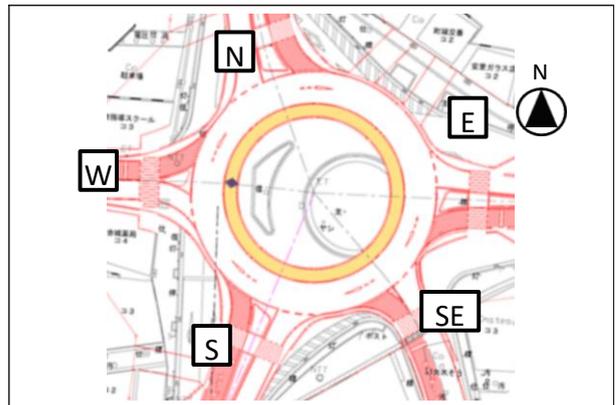


図-4 糸満 RAB 構造図面¹¹⁾と構造諸量

表-1 外部観測調査概要

交差点	調査日	調査時間帯	撮影箇所	調査内容
東和町 RAB	平成26年9月1日	9:00~17:00		車両挙動 歩行者挙動
	平成28年11月14日	8:00~14:00	マンションディスカンソ東和町屋上から撮影	
	平成28年11月16日	7:00~19:00	飯田ケーブルテレビWEBカメラ ¹²⁾	
	平成28年11月18日	8:00~16:00		
六本辻 RAB	平成26年9月6日	7:00~18:00	全天候型高所ビデオ撮影装置「View Pole ¹³⁾ 」にて撮影	車両挙動 歩行者挙動
糸満 RAB	平成28年12月16日	7:00~14:00	さんていんもう公園にてHDDカメラを2台設置し撮影	

東和町 RAB は、5 枝の流入出部で構成された外径 30m の構造を有する。構造図面⁹⁾と構造諸量を図-2 に示す。六本辻 RAB は、6 枝の流入出部で構成された外径約 27m の構造を有する。構造図面¹⁰⁾と構造諸量を図-3 に示す。なお、六本辻 RAB では、道交法が改正された平成 26 年 9 月以降も「一時停止」により流入時制御を行っている。さらに、本研究での六本辻 RAB の扱いについて、枝 N、E を対象にデータ取得を行い、分析をしている。

糸満 RAB は、5 枝の流入出部で構成された外径 39m の構造を有する。構造図面¹¹⁾と構造諸量を図-4 に示す。

3. 外部観測調査概要及びデータ取得方法

東和町 RAB、六本辻 RAB、糸満 RAB で行った外部観測調査の概要を表-1 に示す。外部観測調査により取得した映像データから、画像解析システム^{14), 15)}を用いて、RAB 利用者の挙動データ取得を行う。取得対象は、歩行者と車両であり、歩行者は両足を線で結んだ中点における重心を地面に下ろした点を、車両は左側前輪の接地点を取得ポイントとし、1 秒を 30 フレームごとに分割し、10 フレームごとの 0.3 秒間隔で座標データを取得する。なお、本研究での歩行者挙動データについて、単独で横断を行う歩行者のみを対象として分析を行う。

4. 横断歩道付近での車両挙動特性

本章では、横断歩道付近での車両速度に着目し分析を行う。横断歩道前後での挙動に着目するため、図-5 に示すように流入出車両の横断歩道進入前の断面を「断面①」、横断歩道退出後の速度計測断面を「断面②」とそれぞれ定義し、速度を計測する。

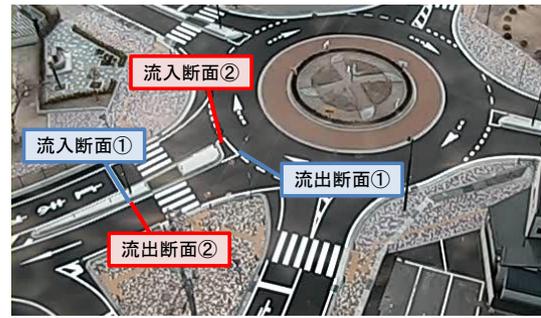


図-5 車両速度計測断面の定義図

表-2 断面①、②における自由走行車両速度の

基本統計量(***:1%有意, **:5%有意, *:10%有意)

交差点	枝	流入車両速度[km/h]				流出車両速度[km/h]					
		n	断面①		断面②		n	断面①		断面②	
			平均	SD	平均	SD		平均	SD	平均	SD
東和町 RAB	N	31	15.47	4.43	16.98	3.81	38	22.36	4.71	24.18	4.22
	E	34	18.68	3.64	17.65	4.37	31	20.66	4.58	23.24	4.07
	S	31	20.33	5.93	20.78	3.41	39	21.92	3.84	25.32	3.99
	W	34	18.98	5.95	19.72	4.20	42	21.87	4.38	27.02	3.60
六本辻 RAB	N	17	13.68	4.17	12.32	3.76	26	16.50	3.67	22.00	4.43
糸満 RAB	N	32	19.68	4.32	17.91	3.40	51	20.79	5.72	25.73	4.36
	S	31	20.34	4.71	20.08	5.26	32	20.43	4.46	22.39	4.49
	W	35	22.93	3.54	15.36	2.99	30	20.04	4.22	25.50	4.58

表-3 交差点内の枝ごと及び全交差点の全枝での車両速度分散分析結果(***:1%有意, **:5%有意, *:10%有意)

交差点別	RAB	F値			
		流入車両		流出車両	
		断面①	断面②	断面①	断面②
東和町 RAB	糸満 RAB	5.10***	6.27***	0.92	6.31***
		5.67***	11.70***	0.21	6.15***
全体(東和町RAB,六本辻RAB,糸満RAB)		9.98***	11.85***	4.71***	6.08***

表-4 断面①での流入出車両速度の回帰分析結果

(***:1%有意, **:5%有意, *:10%有意)

説明変数	流入車両		流出車両	
	非標準化係数	パラメータ	非標準化係数	パラメータ
定数項	17.10		16.42	
RAB外径[m]	0.37	0.64**		
流入角[°]	-0.21	-0.44		
横断歩道-環道外側線間距離[m]			0.81	0.66*
自由度調整済みR ²	0.60		0.34	
有意確率	0.04		0.07	

(1) 自由走行車両の速度特性

本節では、自由走行をしている車両（以下、自由走行車両）の横断歩道付近における速度特性分析を行う。なお、自由走行車両を、流入出時に先行車両、環道車両が存在せず、また、横断歩道滞留部付近や横断中の歩行者が存在しない状況で走行する車両と定義する。また、本節では、東和町 RAB（枝 N, E, S, W）、六本辻 RAB（枝 N）、糸満 RAB（枝 N, S, W）を対象に分析をする。各 RAB での断面①、断面②の車両速度の平均値、標準偏差を表-2 に示し、1 つの交差点内の枝ごと及び全交差点の全枝での分散分析結果を表-3 に示す。

表-2 より、流入車両について、六本辻 RAB の車両速度は、断面①、断面②ともに 13km/h 前後であり、他交差点と比較すると車両速度が低いことがわかる。これは、流入時の制御方法が一時停止であることが影響すると考えられる。また、東和町 RAB、糸満 RAB において、流入部ごとの車両速度に有意差が生じているため、車両速度には流入部幾何構造の違いが影響すると考えられる。流出車両について、流入車両同様、六本辻 RAB での車両速度は、他交差点と比較すると、断面①、断面②ともに低いことがわかる。

表-3 の分散分析の結果より、東和町 RAB、糸満 RAB では、断面①での車両速度に流出部ごとの有意差は生じないことがわかる。一方、東和町 RAB、糸満 RAB の断面②では、流出部ごとの車両速度に有意差が生じているため、車両速度には流出部幾何構造の違いが影響すると考えられる。

(2) 流入出車両の平均速度に与える影響分析

次に、自由走行をしている車両について、横断歩道へ進入する手前での走行速度に及ぼす影響を明らかにするために、枝ごとでの断面①での車両速度の平均値を目的変数とした回帰分析を行う。流入出車両の回帰分析結果を表-4 に示す。

流入車両について、回帰分析の結果、パラメータの符号が正であることから、RAB 外径が大きいほど流入車両速度は高くなることがわかる。これにより、規模の大き

な交差点の方が速度を出しやすい傾向があると考えられる。一方、パラメータの符号が負であることから、流入角が大きいほど流入車両速度は低くなることがわかる。これにより、環道流入時にハンドルを大きく切らなければならない状況では、速度を落として慎重に流入するといえる。また、標準化係数の値より、RAB 外径の大きさが流入速度に対して最も大きな影響要因となるといえる。一方、流出車両について、回帰分析の結果、パラメータの符号が正であることから、横断歩道と環道外側線の距離が長いほど流出車両速度は高いことがわかる。これは、横断歩道が環道と離れて設置されていることで、速度が出しやすくなることが影響したと考えられる。

以上の回帰分析結果を用いて、流入車両、流出車両それぞれにおいて、交差点幾何構造を変化させることによる車両速度の推移を分析する。流入車両については、調査対象の3つのRABと同様の外径に応じて流入角を変動させた結果、回帰分析に使用した流入角の最小値、最大値を図-6に示し、流出車両については、環道外側線-横断歩道間距離を変動させた結果、回帰分析に使用した環道外側線-横断歩道間距離の最小値、最大値を図-7に示す。

図-6より、現況構造の最小流入角での車両速度は、外径が最小のとき約18km/hで、外径が最大のとき22km/h程度である。最大流入角での車両速度は、外径が最小のとき約14km/hで、外径が最大のとき19km/h程度である。また、流入角を10°大きくすることで、車両速度は2.1km/hほど低下する。これより、外径の大きな交差点ほど流入角を大きめな構造、すなわち、環道流入時に大きくハンドルを切るよう、環道に対して流入部をできるだけまっすぐ取り付けることで、流入時の横断歩道手前での速度抑制が期待できるといえる。

図-7より、現況構造の最小環道外側線-横断歩道間距離での車両速度は約18km/hで、最大環道外側線-横断歩道間距離での車両速度は22km/hほどである。環道外側線と横断歩道の距離が1m離れることで、車両速度は0.8km/h程度上昇することがわかる。ここで、環道外側線-横断歩道間距離と流出車両速度の関係より、環道外側線の位置から横断歩道手前で安全停止をするための必要減速度を式(1)によって算出する。

$$DR = \frac{v^2}{2x} \quad (1)$$

ここで、 DR ：必要減速度[m/s²]

v ：流出断面①車両速度[m/s]

x ：環道外側線-横断歩道間距離[m]

本指標は、運転者が交差点流入時に入時に安全確認を行った位置から等減速度直線運動で走行し、基準位置にて停止したと仮定する場合に、必要な減速度と定義され¹⁶⁾、減速度が大きくなるほど急減速を意味し、交差点流入時における潜在的な危険な挙動を表すものと言える。環道外側線-横断歩道間距離を変動させた必要減速度の推移、回帰分析に使用した環道外側線-横断歩道間距離の最小値、最大値を図-8に示す。なお、危険な減速度の目安として、既往研究の成果を参考に、停止線の手前で一時停止するためにブレーキを踏んで、運転者に不快感を与えない程度である0.2G(1.96m/s²)¹⁷⁾と、ヒヤリハットとして急減速挙動と定義される0.3G(2.94m/s²)¹⁸⁾を図中に赤色の破線として示している。

図-8より、現況構造の最大環道外側線-横断歩道間距離のとき必要減速度は約2.9m/s²であり、同距離が最小の場合には必要減速度が約7.0m/s²と大きな値を示す。また、

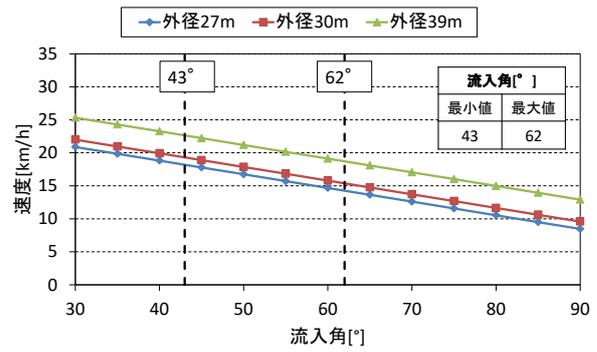


図-6 RAB 外径の違いによる流入角と流入車両速度の推移

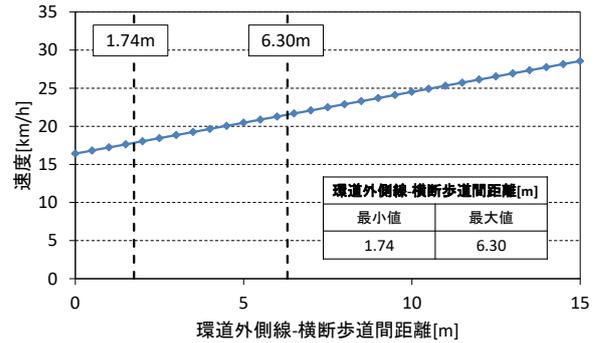


図-7 環道外側線-横断歩道間距離と流出車両速度の推移

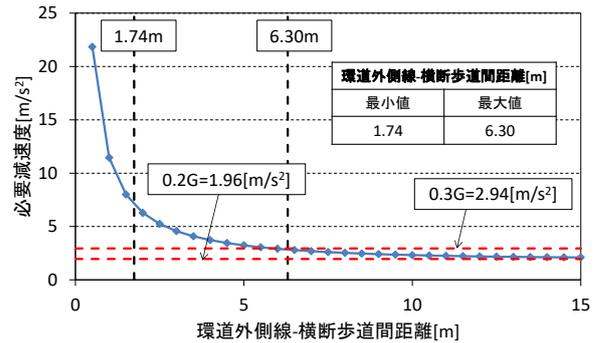


図-8 環道外側線-横断歩道間距離と必要減速度の推移

同距離が5.5mより短い場合には急減速の基準値である0.3Gを上回ることがこの図から読み取れる。また、外挿である点に注意が必要であるが同距離が6.3mよりも長くなっても必要減速度は大きく低下しないことがわかる。

以上から、回帰分析の結果から環道と横断歩道を近づける、つまり横断歩道のセットバック量を小さくすることが流出車両の速度抑制対策につながることを示されたが、他方、必要減速度の検討から、流出時に横断歩道手前で急停止させることなく、安全に停止させるためには5-6m程度は横断歩道をセットバック確保する必要があることが示された。

5. 車両挙動との関連から見る歩行者安全性の分析

本章では、歩行者挙動と車両挙動の特性を踏まえた上で、両者の関連から、歩行者に対する安全性の分析を行う。安全性を分析する観点として、「車両に対する歩行者の安全確認動作」、「車両の横断歩行者優先遵守」、「横断歩道における歩行者と車両の潜在的交錯危険性」の以上3点から分析する。また、流入出車両に対する歩行者の存在位置の定義を図-9に示す。

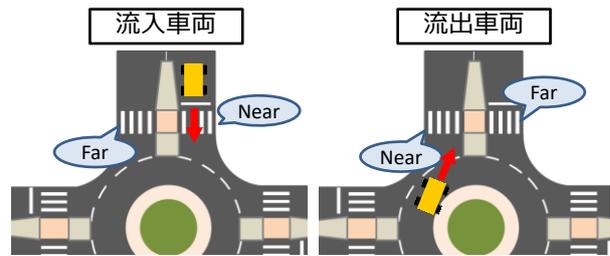


図-9 流入出車両に対する歩行者存在位置定義図

(1) 車両に対する歩行者の安全確認分析

本節では、歩行者が横断歩道へ進入する前に、安全確認をするために環道側または流入部上流側へ首を振り、安全確認を行う動作（以下、首振り安全確認）について分析を行う。首振り安全確認の定義は、「首を振り、顔が進行方向と違う方向を向いているもの」とする。

横断者が横断歩道に進入する際に、首振り安全確認を行う要因を明らかにするために、首振り安全確認を目的変数とした判別分析を行う。判別分析に用いる目的変数について、首振り安全確認を行った場合を1、行わなかった場合を0とする。判別分析結果を表-5に示す。

表-5 より、標準化係数が正であることから、流入部上流側と環道内の両方向に車両が存在する場合、また、流入部上流側のみに車両が存在する場合、環道内のみに車両が存在する場合に首振り安全確認を行うことがわかる。歩行者は横断歩道進入前に車両の存在を、首を振って改めて把握しようとするといえる。また、標準化係数の値より、流入部上流側と環道内の両方向に車両が存在していることが、歩行者の首振り安全確認に対して最も大きな影響要因となるといえる。さらに、歩行者は横断歩道の流入部側の歩道端に存在しているときの方が首振り安全確認を行うことがわかる。これにより、歩行者は流入車両に対する危険意識が高いことが考えられる。一方、標準化係数が負であることから、流入部が下り勾配であるとき、歩行者は首振り安全確認を行う意識が低いことがわかる。これは、横断歩道へ向かって上流側が下り勾配になっていることで、歩行者が横断歩道へさしかかる前から、遠くの状況まで見渡しやすいたことが影響すると考えられる。また、停止線と横断歩道との距離が長いほど、首振り安全確認を行う意識が低いことがわかる。これにより、車両の停止位置が横断歩道から遠いことが、歩行者の安全確認意識を低下させていると考えられる。

(2) 車両の横断歩行者優先遵守に関する分析

本節では、流入出車両が横断歩道を渡ろうとしている歩行者に対して、横断優先したかどうかの分析を行う。流入出車両それぞれに対して、歩行者の存在位置別で歩

表-5 首振り安全確認の判別分析結果(N=276)
(***:1%有意, **:5%有意, *:10%有意)

説明変数	標準化係数	非標準化係数
定数項		0.26
両方向車両存在ダミー 歩行者が横断歩道付近存在時、流入部上流及び環道内に車両が存在する場合1、しない場合0	0.76***	2.43
流入部上流車両存在ダミー 歩行者が横断歩道付近存在時、流入部上流に車両が存在する場合1、存在しない場合0	0.73***	1.74
流入部下り勾配ダミー 流入部が下り勾配の場合1、下り勾配でない場合0	-0.64***	-2.15
環道内車両存在ダミー 歩行者が横断歩道付近存在時、環道内に車両が存在する場合1、存在しない場合0	0.52**	1.17
停止線-横断歩道間距離[m]	-0.44**	-0.55
歩行者存在位置流入部側ダミー 歩行者が流入部側歩道端に存在する場合1、流出部側に存在する場合0	0.37*	0.74
的中率	67.39%	有意確率 0.00
重心		首振り安全確認を行った + 首振り安全確認を行わなかった -

表-6 流入出車両の歩行者優先遵守比率

車両	歩行者存在位置	優先 (A)	非優先 (B)	優先比率 (A/(A+B))
流入	Near	198	85	0.70
	Far	159	139	0.53
流出	Near	144	94	0.61
	Far	133	136	0.49

行者優先比率を集計した結果について、表-6に示す。

表-6 より、流入車両の方が、流出車両よりも歩行者優先遵守の比率が高いことがわかる。これは、第4章で示すように、流出時の方が、車両速度が高く、歩行者を認識しても停止ができないということが影響すると考えられる。また、歩行者が車両に対してNear側にいるときの方が、歩行者がFar側にいるときよりも歩行者優先遵守の比率が高くなることわかる。

歩行者優先遵守に与える影響要因を明らかにするために、歩行者優先遵守を目的変数とした判別分析を行う。判別分析に用いる目的変数について、歩行者優先を行った場合を1、行わなかった場合を0とする。流出車両の分析結果を表-7に示す。

表-7 より、標準化係数の符号が負であることから、歩行者が車両から見て近い Near 側にいるとき、歩行者優先が遵守される傾向にあることがわかる。これは、流入車両と同様に、車両に対して近い位置に歩行者が存在すると、歩行者優先遵守の意識が高くなるといえる。一方、標準化係数の符号が正であることから、歩行者が車両接近時に横断歩道端で停止しているとき、歩行者優先が遵守されにくい傾向があることがわかる。これは、歩行者が停止していると、運転者が横断の意思がないことや、車両の流出を待っていると思うことが影響すると推察される。また、流出部の交通量が多い時間帯では、歩行者優先を遵守する傾向が低いことがわかる。流出車両交通量が多いことにより、流出部付近で待機することは環道交通状況に影響することとなる。そのため、歩行者が存在する場合でも歩行者優先を遵守せずに流出すると考えられる。また、標準化係数の値より、歩行者の横断歩道端での停止が最も大きな影響要因となるといえる。

(3) 歩行者と車両の潜在的交錯危険性に関する分析

本節では、RAB 横断歩道における、歩行者と車両の潜在的な交錯危険性を、交錯を起こす二者が、交錯地点を通過する時間の差として定義される PET (Post Encroachment Time) 指標¹⁹⁾を用いて明らかにする。PET 指標は、式 (2) で算出される。

$$PET = t_2 - t_1 \quad (2)$$

ここで、PET：潜在的交錯危険性指標[s]

t₁：先行者が交錯点に到達する時刻[s]

t₂：後行者が交錯点に到達する時刻[s]

本節では、歩行者が先に交錯点を通過し、その後、車両が交錯点を通過することで発生する交錯（以下、歩行者先行交錯）の PET 値に着目をする。PET 値の累積分布を図-10 に示す。なお、PET 値が 3 秒未満を危険事象、3 秒以上 5 秒未満の事象を接近事象と定義する。

図-10 より、流出車両の方が、接近事象が多いことがわかる。また、危険事象となる頻度も、流入車両では 20% 程度であり、流出車両では 50% 程度であることから、流出車両の方が多くことがわかる。特に、PET 値が 2.5 秒～3 秒の交錯が最も多く、23 件発生する。また、コルモゴロフ-スミルノフ検定を行った結果から、累積分布形状に有意な差が生じることがわかる(χ²=10.47**：***:1%有意, **:5%有意, *:10%有意)。

潜在的な交錯危険性が発生し得る要因を明らかにするために判別分析を行う。判別分析に用いる目的変数について、危険事象の場合を 1、接近事象の場合を 0 とした。判別分析結果を表-8 に示す。

表-7 流出車両の歩行者優先遵守判別分析結果

(N=509 : ***:1%有意, **:5%有意, *:10%有意)

説明変数	標準化係数	非標準化係数
定数項		-0.89
歩行者位置Near側ダミー 歩行者が車両に対してNear側に存在する場合1, Far側に存在する場合0	-0.40***	-0.80
歩行者停止ダミー 車両が横断歩道接近時、歩行者が横断歩道端で停止している場合1, していない場合0	0.87***	1.87
流出部1時間交通量[台]	0.22*	0.01
的中率	66.60%	有意確率 0.00
重心		歩行者優先 - 歩行者非優先 +

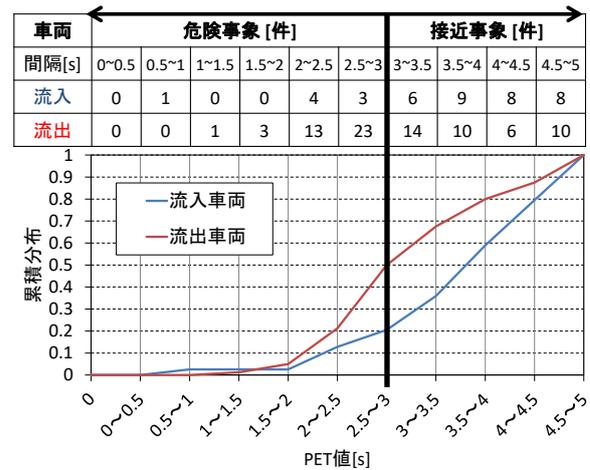


図-10 PET 値累積分布(5秒以内)

表-8 危険事象の判別分析結果(N=119)

(***:1%有意, **:5%有意, *:10%有意)

説明変数	標準化係数	非標準化係数
定数項		-2.14
流出車両ダミー 流出車両の場合1, 流入車両の場合0	0.91***	2.01
歩行者Near側ダミー 歩行者が車両に対してNear側に存在する場合1, Far側に存在する場合0	-0.53**	-1.08
停止線-横断歩道間距離[m]	0.36	0.61
的中率	67.22%	有意確率 0.00
重心		危険事象 + 接近事象 -

表-8 より、標準化係数が正であることから、流出車両との交錯において、危険事象となる傾向があることがわかる。また、停止線と横断歩道との距離が長くなるほど危険事象となる傾向があるがわかる。これにより、歩行者の横断位置と車両の停止基準位置が離れていることは危険になる可能性があるといえる。一方、標準化係数が負であることから、歩行者が車両に対して Near 側にいるとき危険事象となる傾向が低くなることがわかる。これにより、車両に対して歩行者が近くに存在すると、潜在的な交錯危険性は低くなる傾向にあるといえる。また、標準化係数の値より、流出車両であることが危険事象の発生に最も大きな影響要因となるといえる。

(4) 感度分析を用いた歩行者安全性の評価

本節では、前節までに構築した判別モデルを用いて、交差点幾何構造の改良を想定した感度分析を行うことで、交差点幾何構造の変化による歩行者安全性について評価する。ここで、歩行者安全性を評価する指標として、歩行者の車両に対する「首振り安全確認予測率」、歩行者と車両の潜在的な「交錯非危険事象予測率」をそれぞれ式 (3)、式 (4) のように定義し、これらにより「歩行者安全性予測率」を表現する。

$$\begin{aligned} & \text{首振り安全確認予測率} \% \\ & \text{判別モデルにより首振り安全確認を} \\ & \text{行ったと判断された標本数人} \\ & = \frac{\text{標本数人}}{\text{標本数人}} \times 100 \quad (3) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{交錯非危険事象予測率} \% \\ & \text{判別モデルにより交錯非危険事象} \\ & \text{であると判断された標本数} \\ & = \frac{\text{標本数}}{\text{標本数}} \times 100 \quad (4) \end{aligned}$$

以下、表-5、表-8 で示した判別分析の結果をもとに、変化可能な交差点幾何構造として「停止線 - 横断歩道間距離」に着目した感度分析を行う。停止線-横断歩道間距離を 0m から延長させた場合の歩行者安全性予測率との関係を図-11 に示す。なお、現況の停止線 - 横断歩道間距離長を図中に破線で記す。

図-11 より、停止線と横断歩道との距離が 0.7m までは首振り安全確認予測率、交錯非危険事象発生予測率が 100% であるが、0.8m で首振り安全確認予測率が 10% 程低下する。また、3m で首振り安全確認予測率は急激に低下し 55% 程度となり、交錯非危険事象予測率は 3.4m で急激に低下し 20% 程度となる。以上から、停止線と横断歩道の距離は 1m 以内にするのが望ましく、最大で 3m 程度が良いと考えられる。

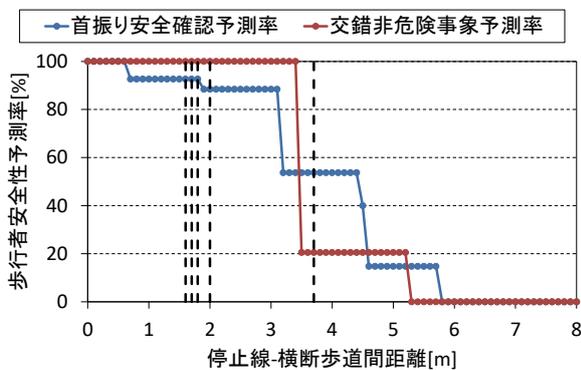


図-11 停止線-横断歩道距離長と歩行者安全性予測率の推移

7. まとめ

本研究では、複数 RAB で外部観測調査を行い、RAB の利用者挙動データを取得、分析し、RAB における歩行者の潜在的な危険性について統計モデルにより影響要因を明らかにした。そのうえで、RAB における歩行者の安全性向上に資する構造改良案について検討した。

今後の課題として、車両の歩行者優先遵守について RAB の幾何構造要素との関係性を明示することはできなかった。また、構築したモデルの中には分析精度が必ずしも十分高くない結果が含まれていた。よって、調査対象交差点を増やすことで、交差点幾何構造の及ぼす影響をより明確にしていく必要がある。また、データ取得時間帯についても増やして検証することで結果の信頼性を高めていくことが望まれる。

謝辞：本研究に関わる調査は、(公財) 国際交通安全学会の協力を得て実施したものである。調査実施にご尽力頂き、また資料をご提供頂いた各自治体関係各位に、謝意を表す。

参考文献

- 1) 警察庁交通局「平成 27 年中の交通死亡事故の特徴及び道路交通法違反取締り状況について」、<http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/List.do?lid=000001150519>
- 2) (公益) 国際交通安全学会, <http://www.iatss.or.jp/>
- 3) 国土交通省「望ましいラウンドアバウトの構造について」、https://www.mlit.go.jp/road/sign/roundabout_140901.html
- 4) ラウンドアバウトマニュアル, (一社) 交通工学研究会, <http://www.jste.or.jp/>
- 5) Mandavilli, S., A. McCartt, R. Retting : Crash Patterns and Potential Engineering Countermeasures at Maryland Roundabouts, Insurance Institute for Highway Safety, Arlington, Virginia, 2008.
- 6) Roundabouts : An Informational Guide Second Edition, NCHRP REPORT672, TRB, 2010.
- 7) 康楠, 中村英樹: 横断歩行者を考慮したラウンドアバウト流入交通容量のシミュレーション分析, IATSS Review Vol39, No.1, pp.56~64, 2014.
- 8) 今田勝昭, 小林寛, 高宮進: 歩行者・自転車の影響を考慮したラウンドアバウトの交通容量の変化, (一財) 土木研究センター, 土木技術資料, vol.56, No.12, pp.38~41, 2014.
- 9) 長野県飯田市 建設部土木課
- 10) 長野県佐久市 建設部土木課
- 11) 沖縄県糸満市 建設課
- 12) (株) 飯田ケーブルテレビ <http://www.iidacable.tv/livecamera>

- 13) (株) 道路計画, <http://www.doro.co.jp/>
- 14) 鈴木一史・中村英樹：交通流解析のためのビデオ画像処理システム TrafficAnalyzer の開発と性能検証, 土木学会論文集 D, Vol.62, No.3, pp.276-287, 2006.
- 15) (株) デイテクト 動画計測・解析ソフトウェア
- 16) 鈴木弘司, 泉典宏, 森本清誠, 榎井敦：ラウンドアバウトにおける安全確認行動に関する研究, IATSS Review Vol.39 No.1, pp.65-72, 2014.
- 17) 山梨県 土木工事設計マニュアル道路編 I (道路)
- 18) ビッグデータによるスマートな道路交通安全のマネジメント～プローブ情報を活用したヒヤリハットに着目して～, IBS Annual Report 研究活動報告, 2014.
- 19) Allen, Brian. L. , Shin, B. Tom. , Cooper, Peter. J : Analysis of traffic conflicts and collision, Transportation Research Record, No.677, pp.67-74, 1978.

(2017.4.26受付)

 A STUDY ON TRAFFIC SAFETY AT ROUNDABOUTS
FROM A VIEWPOINT OF VEHICLE AND PEDESTRIAN MOVEMENTS

 Soichiro YASUDA, Koji SUZUKI