

# 交差角が小さい交差点における 交差点コンパクト化の利用者挙動への影響 に関する実証分析

白木 輝<sup>1</sup>・鈴木 弘司<sup>2</sup>

<sup>1</sup>学生会員 名古屋工業大学大学院 工学研究科 (〒466-8555 名古屋市昭和区御器所町)

E-mail:h.shiraki2000@gmail.com

<sup>2</sup>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

近年、事故対策として交差点コンパクト化が各地で実施されている。本研究では、交差角が小さく、交通島が存在する点で特殊である交差点に着目し、コンパクト化前後での利用者挙動について「歩行者の横断危険性」「車両の追突危険性」「左折車と横断歩行者の交錯危険性」の観点から分析を行った。

横断歩行者の分析により、歩道開口部から横断歩道までの距離が長くなると乱横断率が低下する傾向があることや、横断歩道の位置の適切な移動は事故危険性の高い流入方向における残留歩行者率の低下効果を持つことを示した。また、交差点停止線の前出しは、停止線上流での左折車の走行速度を低下させる効果を持つことを示した。また、横断歩道と道路の直交化は、左折車が流出部の横断歩道付近で停止する時の停止位置を上流に移動させる効果を持つことを示した。

**Key Words:** intersection, traffic safety, downsizing, jaywalking, conflict risk

## 1. はじめに

近年、交差点内事故対策として交差点コンパクト化が各地で実施されている。交差点コンパクト化として「交差点面積の縮小」「停止線間距離の短縮」「停止線の前出しおよび横断歩道の位置の移動」などが実施されており、交差点内走行速度の抑制効果や右左折時の視野改良効果などが期待されている。

佐藤ら<sup>1)</sup>は、交差点コンパクト化が実施された交差点においてコンパクト化前後の車両挙動の分析を行い、左折、直進車両の駆け込み台数の減少効果や左折、右折車の速度低下効果を示した。

鈴木ら<sup>2)</sup>は、交差点コンパクト化が実施された複数の交差点においてコンパクト化後の車両挙動の分析を行い、停止線セットバック長が大きくなると左折車の進入速度が上昇することや、隅切半径が大きくなると左折車の走行速度が上昇することなど、交差点構造と車両挙動の関係性を明らかにした。

交差点コンパクト化を実施した交差点における挙動分析例は見られるものの、交差角が小さいことや交通島が存在するといった点で特殊である交差点におけるコンパ

クト化前後の挙動分析例は見られない。

本研究では、交差角が小さいことや交通島が存在する点で特殊である交差点に着目し、交差点コンパクト化の実施前（以下、事前）と実施後（以下、事後）での横断歩行者および車両について、「横断歩行者の横断危険性」「車両の交差点流入時の追突危険性」「左折車と横断歩行者の交錯危険性」の観点から挙動分析を行う。

## 2. 対象交差点概要および調査概要

### (1) 対象交差点概要

本研究では、交差点コンパクト化が実施された信号交差点として、愛知県名古屋市天白区平針西口交差点を対象とする。本交差点は、交差角が最小で  $33^\circ$  と小さく、交差点西部に交通島が設置されており、信号が 3 現示存在するなど、特殊な交差点といえる。

2009 年から 2019 年までの 11 年分の事故統計データより、本交差点内および流入部、流出部 30m の区間における事故発生状況を図-1 に、事故類型別事故数を図-2 に、時間帯別交差点事故数を図-3 に示す。

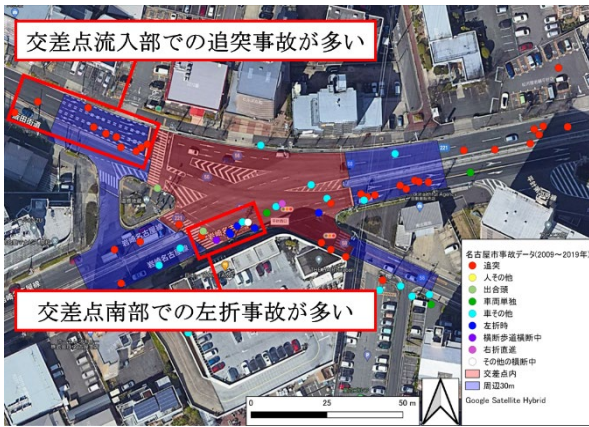


図-1 本交差点の事故発生状況

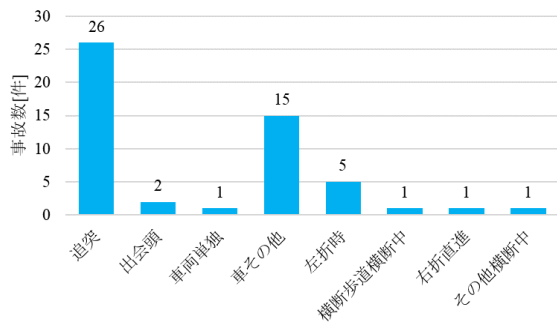


図-2 事故類型別事故数

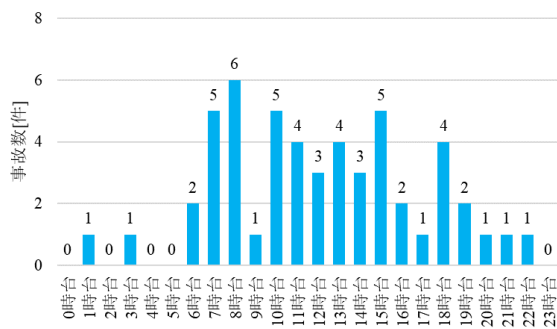


図-3 時間帯別交差点事故数

図-1、図-2 より、本交差点では追突、車その他（追い越し時、追い抜き時、すれ違い時など）の事故が多いことがわかる。また、追突事故は交差点流入部で、左折事故は交差点内南部で主に発生している。図-3 より、日中の事故数が多い傾向にある。

本交差点コンパクト化の実施前の図面を図-4に、実施後の図面を図-5に、本交差点の構造特性と接続道路の制限速度を表-1に示す。歩行者の横断利便性向上のために、交差点西部の交通島の面積が拡大され、北西部の横断歩道が東に移動し、南西部の横断歩道と道路が直交に近づいた。また、車両の事故対策のため、北西流入部の停止線が前出しされ、路面標示および法定外表示が引き直された。

本交差点の現示階段図を図-6に示す。対策前後で信号現示および表示時間は変化していない。

本交差点の北西部および南西部の横断歩道の横断歩行者交通量を表-2に、北西流入および南東流入の車両交通量を表-3に示す。横断歩行者交通量において、8時台と

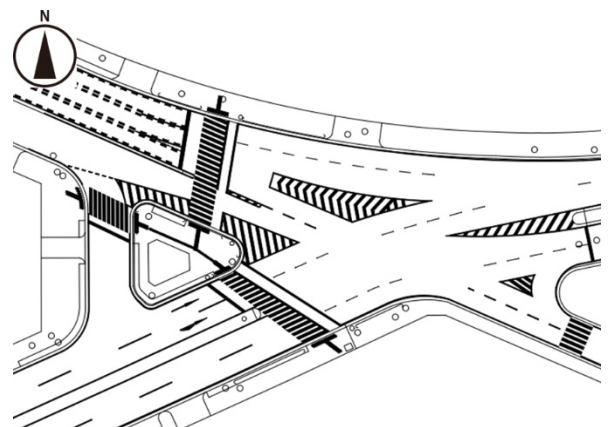


図-4 コンパクト化実施前の図面

(提供：名古屋市緑政土木局)

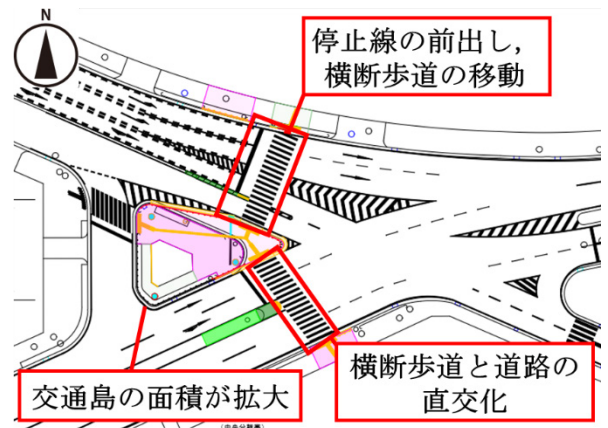


図-5 コンパクト化実施後の図面

(提供：名古屋市緑政土木局)

表-1 交差点構造特性と接続道路の制限速度

	北東部	北西部	南東部	南西部
流入車線数	2	3	1	2
制限速度[km/h]	60	60	40	60
横断歩道長[m]	事前	18.7	5.9	19.5
	事後	16.3	5.9	16.1
左折角[°]	33	146	134	47
右折角[°]	146	47	33	134

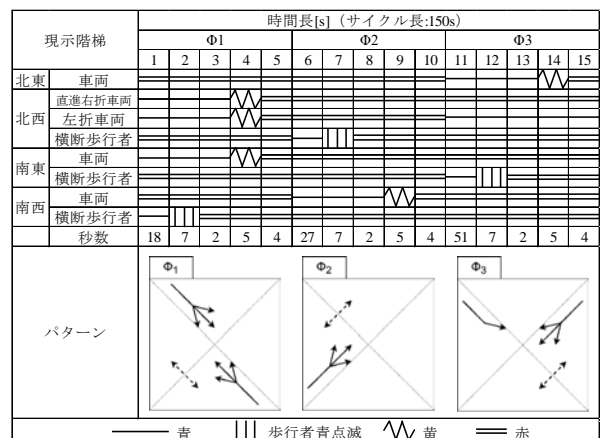


図-6 現示階段図

16時台の交通量が特に多い。また、車両交通量において、進行方向によって交通量に差があることがわかる。

表-2 横断歩行者交通量

1時間交通量[人/時]								
時間帯	北西部横断歩道				南西部横断歩道			
	北流入		交通島流入		交通島流入		南流入	
	事前	事後	事前	事後	事前	事後	事前	事後
8時台	113	124	200	197	617	676	254	231
9時台	36	48	96	94	126	130	128	138
10時台					234	261	130	132
16時台	73	67	626	578				

表-3 車両交通量

1時間交通量[台/時]												
時間帯	北西流入						南東流入					
	左折		直進		右折		左折		直進		右折	
	事前	事後	事前	事後	事前	事後	事前	事後	事前	事後	事前	事後
8時台	424	415	203	213	4	5	19	37	213	219	1	2
9時台	409	400	128	142	14	7	43	45	137	161	1	0
10時台							39	40	145	146	5	4

表-4 調査概要

住所	愛知県名古屋市中天白区原4丁目	
調査日程	事前	2021年12月13日(月) 16:00~17:00
		2021年12月14日(火) 8:00~11:00
	事後	2022年6月6日(月) 16:00~17:00
		2022年6月7日(火) 8:00~11:00
撮影箇所	交差点周辺街路灯, 交差点周辺歩道, 交通島	

(2) 調査概要

本交差点の映像データを取得するために、ビューポールカメラ<sup>\*)</sup>およびビデオカメラによる観測調査を実施した。調査概要を表-4に示す。図-3に示した通り、本交差点は日中の事故数が多く、朝方と夕方に横断歩行者交通量が多くなることから、朝方、日中、夕方を含むように調査を実施している。なお、事前調査の時点で歩道部におけるコンパクト化工事がある程度進んでおり、歩行者は通行できないものの交通島の面積は既に拡大されており、車両の交差点内通行可能面積が縮小されている。

(3) 分析の方針

3章では、横断歩道の位置の移動および交通島の面積拡大による歩行者の横断危険性の変化を検証するために、乱横断件数および残留歩行者数について対策前後で比較する。本研究では、横断歩道の位置の移動および交通島の面積拡大により、乱横断および残留歩行者の発生率が低下することで、横断歩行者の安全性が高まると仮定する。

4章では、停止線の前出しによる車両の交差点流入時の追突危険性の変化を検証するために、交差点流入速度について対策前後で比較する。本研究では、停止線の前出しにより、交差点流入速度が低下することで、車両の交差点流入時の安全性が高まると仮定する。

5章では、横断歩道と道路の直交化による左折車と横断歩行者の交錯危険性の変化を検証するために、左折車と横断歩行者のPETおよび左折車の交錯時挙動について

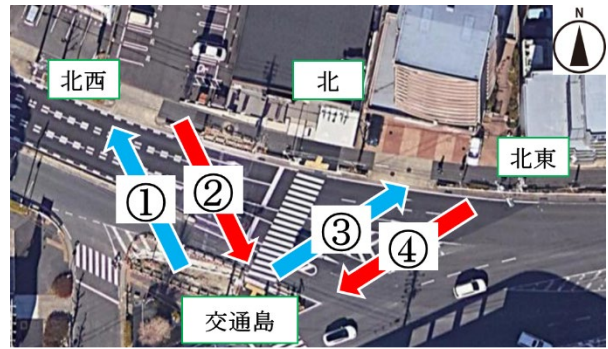


図-7 集計する乱横断の方向

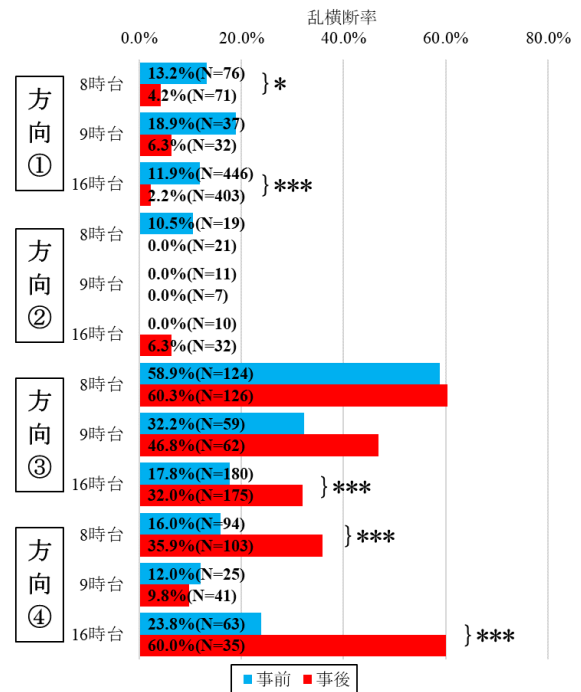


図-8 各方向の乱横断率

対策前後で比較する。本研究では、横断歩道と道路の直交化により、PETが上昇し左折車の横断歩道進入速度が低下することで、交錯危険性が低下すると仮定する。

なお、以降の検定結果では、\* : 10%有意, \*\* : 5%有意, \*\*\* : 1%有意とする。また、4章および5章の検証における車両のデータ取得には、交通流統合解析プラットフォーム「George<sup>3)</sup>」を用いている。

3. 歩行者の横断危険性に関する分析

(1) 乱横断の発生に関する分析

北西部の横断歩道付近における乱横断の発生について検証する。乱横断は横断歩道外で道路内を移動する事象のことであり、車両との接触危険性が高い。本交差点では交差点コンパクト化によって北西部の横断歩道の位置が東に移動し、交通島の面積が拡大したため、横断歩道での横断がしやすくなり乱横断が減少すると想定される。対策前後の、図-7に示す方向の乱横断件数をカイ二乗検

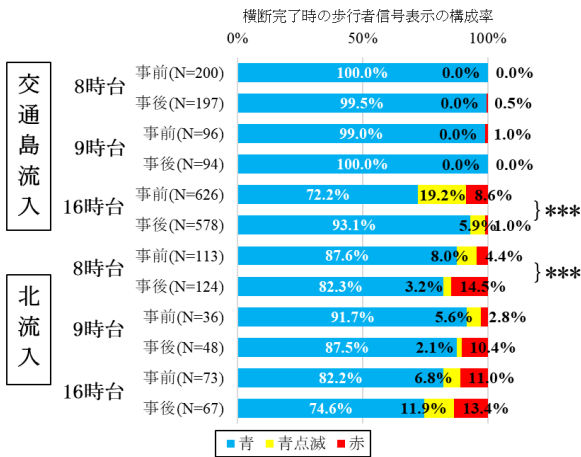


図-9 横断完了時の歩行者用信号表示の構成率

定により比較する。ここで乱横断率は、各方向の乱横断件数を各方向の横断歩行者数全体で除した値とする。

図-8より、方向①の8時台、16時台の乱横断率が低下し、方向③の16時台、方向④の8時台、16時台の乱横断率が上昇している。全ての方向で、ガードレールが設置されていない歩道開口部を通る乱横断が多い。横断歩道の位置の移動により、①、②の方向では歩道部開口部と横断歩道の距離が長くなったため乱横断しにくくなり、反対に③、④の方向では歩道開口部と横断歩道の距離が短くなったため乱横断しやすくなったと考えられる。車両との接触可能性のある①、②の乱横断は減少した点で安全性向上の効果が発現したといえるが、交差点内を通行する③、④の乱横断が増加する副作用が生じてしまっている点は今後検討すべき新たな課題である。

(2) 残留歩行者の発生に関する分析

横断歩行者が歩行者信号の赤表示開始までに横断を完了できなかった場合、残留歩行者と次現示の車両との交通事故の危険性が上昇するうえ、車両の円滑な走行を阻害する要因にもなり得る。歩行者用信号の赤表示開始後に横断完了した横断歩行者を残留歩行者と定義し、本節では対策前後の、北西部の横断歩道の残留歩行者数をカイ二乗検定で比較する。交通島流入（方向①、③）および北流入（方向②、④）における横断完了時の歩行者用信号表示の構成率を図-9に示す。

図-9より、交通島流入の16時台の残留歩行者率が低下し、北流入の8時台の残留歩行者率が上昇している。交通島から流入して北西部横断歩道を横断する場合、横断後半に北西流入部を横切ることになるため、残留歩行者発生時の事故危険性が特に高い。横断歩行者交通量が多い交通島流入の16時台において残留歩行者率が低下していることから、残留歩行者と北西流入車両による事故危険性は低くなったといえる。

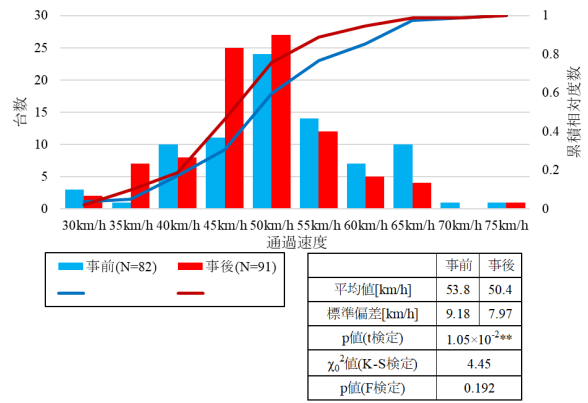


図-10 停止線の30m上流の通過速度

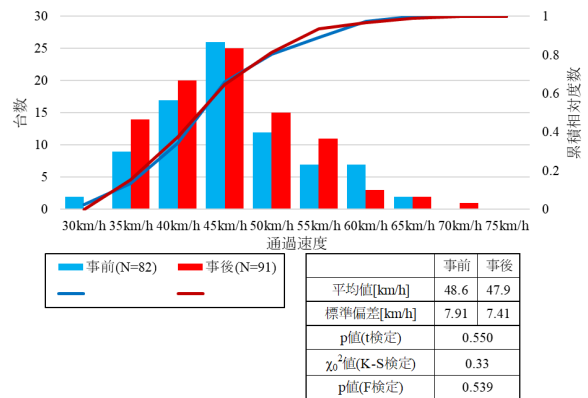


図-11 停止線の通過速度

4. 車両の交差点流入時の追突危険性に関する分析

図-1に示すように、本交差点の北西流入部では追突事故が多数発生している。本交差点では交差点コンパクト化によって北西流入部停止線の前出しが実施されたため、交差点内流入速度が低下し、追突事故危険性が低下すると想定される。北西流入の自由走行である左折車について、停止線の30m上流、停止線の通過速度を対策前後で比較する。対策前後の通過速度の基本統計量および各種検定結果について、停止線の30m上流の結果を図-10に、停止線の結果を図-11に示す。

図-10、図-11より、停止線の30m上流で通過速度が低下しており、停止線の30m上流、停止線ともに通過速度のばらつきが低下傾向にある。これは、停止線の前出しによって停止線の位置が交差点の中央に近づいたことによる影響と考えられる。

5. 左折車と横断歩行者の交錯危険性に関する分析

(1) 交錯特性に関する分析

南東流入の左折車と南西部の横断歩行者の交錯危険性

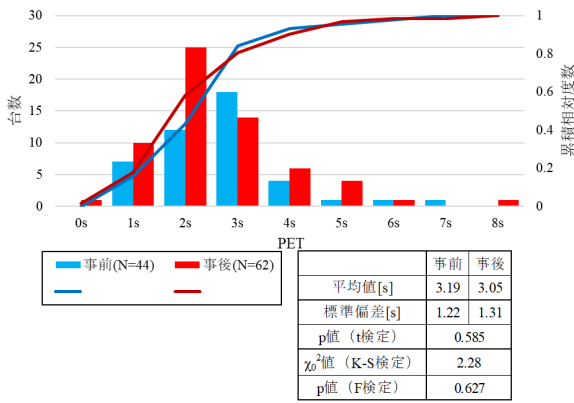


図-12 横断歩行者先行の交錯のPET

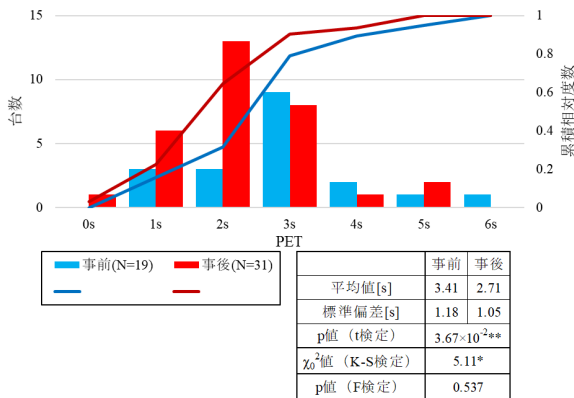


図-13 横断歩行者先行かつ歩行者横断時の歩行者用信号が赤表示である交錯のPET

を検証する。交錯危険性を示す指標として、本稿ではPET (Post encroachment time) 指標を用いる。PET 指標はAllen<sup>4)</sup>らによって提案された交通コンフリクト測度で、交錯する二者が交錯地点を通過する時間差として定義される。PET が小さいほど交錯危険性が高いと考えられる。南東流入の左折車と南西部の横断歩行者のPETを算出し、対策前後で比較する。対策前後のPETの基本統計量および各種検定結果について、横断歩行者先行の交錯の結果を図-12に、横断歩行者先行かつ歩行者横断時の歩行者用信号が赤表示である交錯の結果を図-13に示す。なお、交錯する車両、横断歩行者の交差点内の通過時間を考慮し、10秒以上のPETは交錯事象のデータから除外する。

図-12より、PETの平均値、分布形状およびばらつきに変化はみられない。また、対策前後ともに2秒未満のPETが全体の2割程度を占めており、危険な交錯事象が発生していることがわかる。

図-13より、歩行者横断時の歩行者用信号が赤表示である交錯において、PETの平均値が低下しており、分布形状が変化している。対策後において2秒台のPETの割合が高いが、これは歩行者用信号が赤表示になっても横断している歩行者を、左折車が横断歩道で停止して待つ挙動が多かったためと考えられる。赤表示以降の横断歩行者が多くなった一因として、横断歩道の長さが短くなったことが挙げられる。

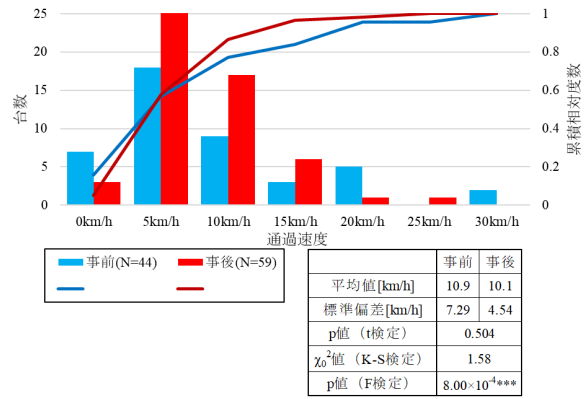


図-14 左折車の流出部横断歩道進入速度



図-15 停止位置の計測方法

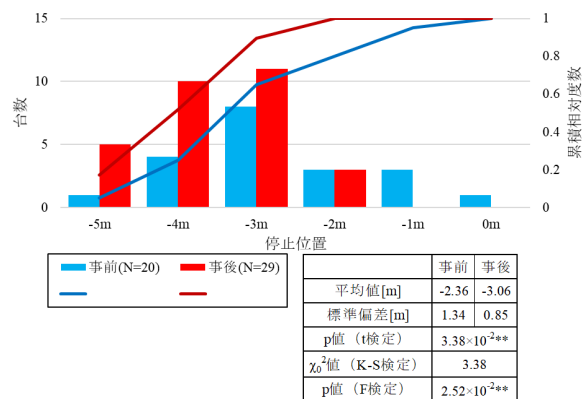


図-16 停止位置 (下流を正値とする)

(2) 左折車の交錯時挙動に関する分析

南西部の横断歩行者と交錯した左折車について、南西部の横断歩道進入速度を対策前後で比較する。対策前後の進入速度の基本統計量および各種検定結果を図-14に示す。

図-14より、進入速度のばらつきが小さくなっている。また、対策前後ともに横断歩道前で停止する左折車が多いため、平均進入速度は低く、横断歩道前で停止していない左折車においても横断歩道進入時には徐行運転していることがわかる。

左折車は、横断歩行者の通過を待つために横断歩道付近で停止し、通過の機会をうかがう。このとき、横断歩道のすぐ近くや横断歩道内で停止しようとする、停止前に横断歩行者と接触する危険性が高まる。横断歩行者の通過を待つために横断歩道付近で停止した左折車につ

いて、**図-15** に示す通り、南西部の横断歩道の上流部の断面を基準に、下流を正值とした進行方向に対する停止位置を記録し、対策前後で比較する。対策前後の停止位置の基本統計量および各種検定結果を**図-16** に示す。

**図-16** より、停止位置の平均値が上流に移動しており、ばらつきが小さくなっている。南西部の横断歩道と道路の直交化により、左折車が横断歩行者を認識しやすくなり、余裕を持って停止していると推察される。

**図-13** に示す通り、横断歩行者先行かつ歩行者横断時の歩行者用信号が赤表示である交錯において PET の平均値が低下したが、対策後において多数の左折車が横断歩道進入時に徐行運転していることや、左折車の横断歩道前の停止位置が上流に移動していることから、PET の平均値の低下によって交錯危険性が高まったとは考えにくい。しかしながら、横断歩行者の赤表示以降の横断などにより接触危険性を高める事象が増えたことから、コンパクト化による副作用についての対策も検討する必要がある。

## 6. おわりに

本研究では、交差角が最小で  $33^\circ$  と小さく、交差点西部に交通島が設置されており、信号が 3 現示存在するといった点で特殊である交差点に着目し、交差点コンパクト化の実施前後での横断歩行者および車両について、「横断歩行者の横断危険性」「車両の交差点流入時の追突危険性」「左折車と横断歩行者の交錯危険性」の観点から挙動分析を行った。以下に、本研究で得られた知見を示す。

- ・乱横断率の分析により、歩道開口部から横断歩道までの距離が長くなると乱横断率が低下し、同距離が短くなると乱横断率が上昇する傾向を示した。
- ・横断歩道の位置の適切な移動は、事故危険性の高い流入方向における残留歩行者率の低下効果を持つことを示した。
- ・交差点停止線が前出しされ、それに伴い停止線の位置

が交差点の中央に近づくことは、停止線上流での左折車の走行速度を低下させる効果を持つことを示した。

・横断歩道と道路の直交化は、左折車が流出部の横断歩行者を認識しやすくなり、左折車が横断歩行者の通過を待たために横断歩道付近で停止する時の停止位置を上流側に移動させる効果を持つことを示した。

以上の知見より、特殊な交差点においても交差点コンパクト化の効果がみられることがわかった。しかし、想定していない横断者挙動に伴う副作用も生じていることを確認した。今後の課題としては、コンパクト化による副作用について詳細な分析を行うことや、交差点コンパクト化が実施された他の交差点と効果の度合いを比較することで交差点構造と対策効果の関係性を検証することが挙げられる。

**謝辞**：本研究は、名古屋市緑政土木局の受託研究として実施したものである。ここに記して謝意を表する。

### 補注

\*1 (株)道路計画ホームページ：<https://www.kotsuchosa.com/vp-site/vp-top.html>

### 参考文献

- 1) 佐藤大士, 鈴木弘司, 伊藤太一, 藤田素弘：交差点コンパクト化の影響に関する実証分析, 第 39 回土木計画学研究発表会・講演集, 4 ページ, CD-ROM, 2009.
- 2) 鈴木弘司, 佐藤佑我, 渡部数樹, 池田一星：信号交差点における車両挙動と幾何構造との関係性分析, 土木計画学研究・論文集, Vol.75, No.6, p. I\_683-I\_693, 2020.
- 3) 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.
- 4) Allen, B.L., Shin, B.T. and Cooper, DJ.: Analysis of traffic conflicts and collision, Transportation Research Record, No.677, pp.67-74, 1978.

(???)受付

## EMPIRICAL ANALYSIS OF EFFECTS OF DOWNSIZING ON USER BEHAVIOR AT THE INTERSECTION WITH SMALL INTERSECTION ANGLES

Hikaru SHIRAKI, Koji SUZUKI