

# 無信号二段階横断施設の 車両挙動と横断実態分析

足立 国大<sup>1</sup>・伊藤 大貴<sup>2</sup>・鈴木 弘司<sup>3</sup>

<sup>1</sup>学生会員 名古屋工業大学大学院社会工学専攻 (〒466-8555 名古屋市昭和区御器所町)

E-mail: k.adachi.383@stn.nitech.ac.jp

<sup>2</sup>正会員 株式会社社長大 (〒450-0003 愛知県名古屋市中村区名駅南1丁目18番24号)

E-mail: itou-hr@chodai.co.jp

<sup>3</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

無信号横断歩道における歩行者事故対策として、二段階横断施設の活用が進められているが、欧米諸国と比べると設置数は少なく、利用実態に関する研究の蓄積は十分とは言えない。本研究では、5か所の二段階横断施設において外部観測調査を行い、車両挙動と横断者挙動について分析を行った。その結果、横断者の待機位置が歩道端より交通島の方が車両の譲り挙動が発生しやすいことが明らかとなった。さらに、施設の設置箇所に着目すると、駅前に設置されている二段階横断施設では、車両の譲り挙動が発生しやすい一方で、自動車交通量が多く、かつ車両速度が高いケースでは、車両の譲り挙動が発生しにくいことが明らかとなった。また、駅前に設置されている直線型の二段階横断施設では、横断者の安全確認が不十分で、危険な横断が存在する可能性が示唆された。

**Key Words :** *Traffic Safety, Two Stage Crossing, Staggered Crosswalk, Vehicle Movement*

## 1. はじめに

我が国の交通事故死者数は昭和45年の16,765人をピークに減少傾向にあり、平成29年には3,694人まで減少している<sup>1)</sup>。しかし、状態別死者数で見ると、歩行中が1347人と最も多く、また、人対車両事故の約7割が横断中に発生している状況にあり、横断中の歩行者事故対策が求められる。歩行者の安全な横断を確保する方策として、二段階横断施設の設置が挙げられる。海外では1990年代以降、二段階横断施設の検討が進められており、例えば、英国では1995年に歩行者横断施設のガイドラインにおいて二段階横断のための交通島の最小幅や適用の望ましい箇所などを整理しており<sup>2)</sup>、2000年以降、米国や豪州では二段階横断施設の望ましい設置位置、交通島の構造要件などを整理した計画設計ガイドライン<sup>例えば3)</sup>が示され、各地で設置されてきている。一方、わが国では近年、宮崎県川南町の国道10号や静岡県焼津市のJR焼津駅前<sup>4)</sup>をはじめとして単路部における二段階横断施設の導入検討が進められつつある。しかし、二段階横断施設に関するガイドラインの策定には至っておらず、研究の蓄積が求められている状況と言える。

我が国における無信号二段階横断施設に関する既往研究として、村井ら<sup>5)</sup>は、宮崎県の施設を対象として、横

断の分割により歩行者の横断待ち時間が減少したことや危険な交錯が減少したことなどの効果を示している。また、竹平ら<sup>6)</sup>は、埼玉県の施設を対象として、交通島の整備前後を比較し、交通島の設置が横断者の安全性および円滑性の向上に寄与することを挙動分析により示した。しかし、これらの研究は単一の横断施設を対象として施設の整備効果を示しており、複数の二段階横断施設を比較検討し、二段階横断施設の設置箇所と安全性や横断円滑性との関係性について明らかにした研究事例はまだ少ない。一方、大橋ら<sup>8)</sup>は、実験施設での実験から、食い違い形式における交通島の幾何構造に関して、歩行者のすれ違いの円滑性や滞留人数の観点から評価した。また、直線形式における横断面構成の違いによる有効性と安全性を評価した。しかし、どちらの形式を設置することが望ましいかは明らかになっていない。

本研究の先行研究<sup>10)</sup>においては、形式が異なる複数の二段階横断施設を対象に、形式の違いが安全性や横断円滑性、利用者意識に与える影響について評価した。しかし、二段階横断施設の設置効果が高い箇所や安全性、横断円滑性が高い構造に関しては明らかになっていない。そこで、本研究では、二段階横断施設の望ましい設置箇所や構造を明らかにする第一歩として、現在設置されている複数の箇所において現地調査を行い、二段階横断施



図-1 宮崎二段階横断施設



図-2 関二段階横断施設



図-3 春日部二段階横断施設



図-4 盛岡二段階横断施設



図-5 一宮二段階横断施設

設の横断円滑性や安全性とその周囲の環境や交通状況との関係について分析を行う。調査の対象となるのは、道路種別や沿道条件、二段階横断施設の形式が異なる宮崎（図-1）、関（図-2）、春日部（図-3）、盛岡（図-4）、一宮（図-5）の5か所の二段階横断施設である。

## 2. 調査および調査地概要

現地調査では、二段階横断施設近くの歩道部または高所にビデオカメラまたはビューポール<sup>1)</sup>を設置し、横断歩道と車道上流を撮影することで、横断歩行者および車両の挙動を計測している。調査日および分析に用いる時間帯を表-1に示す。宮崎と関では、地上の歩道部にビデオカメラを設置して撮影しており、機材転倒防止等の安全対策のため、各ビデオカメラの近くに調査員を目立たないように配備している。また、横断者が少なく、横断者が存在する際の車両挙動分析に用いるサンプル数を確保するため、一般横断者ではない調査員が複数回横断している。なお、宮崎ではビューポールによる撮影も行い、二段階横断施設前後の車両挙動を取得している。その他の調査箇所では、ビューポールまたは、付近の建物の高所から撮影しており、調査員による横断は行っていない。

続いて、各調査地の特徴を表-2に示す。

宮崎県児湯郡川南町大字川南（以下、宮崎）の国道10号には、単路部食い違い二段階横断施設が設置されている。ここで、本二段階横断施設の構造特性諸量を図-6に示す。本施設には、車道中央に設置されている交通島のほかに、横断歩道停止線上流部にカラー舗装、エスコートマークが敷設され、横断者の存在をドライバーに知らせるためのLED表示板や発光鏡が設置されている。ま

表-1 分析対象日時

調査地点	分析対象日時
宮崎	2018年11月25日(日)9:00-10:00, 11:30-12:30, 16:00-17:00 2018年11月26日(月)8:00-9:00
関	2018年2月17日(土)9:20-12:00, 13:20-15:00
春日部	2018年10月31日(水)7:00-8:00, 11:30-12:30, 17:30-18:30
盛岡	2018年11月7日(水)13:30-14:30, 16:00-17:00 2018年11月8日(木)7:00-8:00
一宮	2019年3月29日(金)12:00-17:00

表-2 各調査地の特徴

	宮崎	関	春日部	盛岡	一宮
道路種別	国道	県道	県道	市道	市道
設置箇所	単路	単路	単路	単路	交差点
沿道条件	商業地	商業地	駅前	駅前	駅前
車線数	2車線	2車線	2車線	3車線	2車線
交通島段差	有	有	有	有	無
食い違い	有	有	無	無と有	無
規制速度	60km/h	50km/h	40km/h	40km/h	40km/h
道路幅員	16.5m	14m	30m	25m	35.5m
中央帯幅	4m	3m	5.7m	3.75m	2.5m

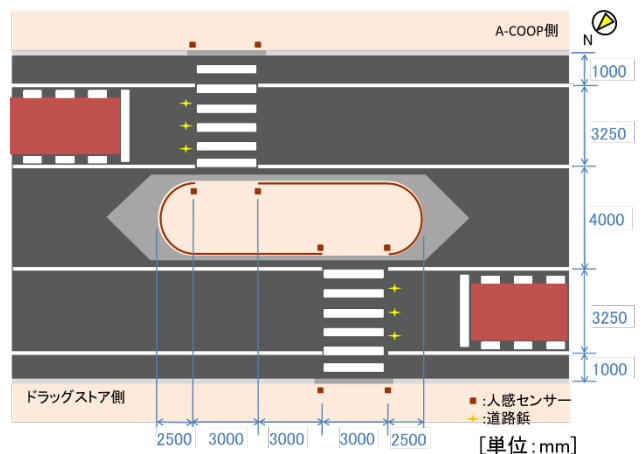


図-6 宮崎の構造図

た、本施設前後の道路は一車線あたりの車道幅員が3.25mであり、規制速度は60km/hである。二段階横断施設の北側約160mには川南町中里交差点が、南側約180mには川南町出水原交差点が立地している。周囲には、COOPやコンビニエンスストアなど商業施設が立地している。

岐阜県関市倉知（以下、関）の県道17号には、単路部食い違い二段階横断施設が設置されている。ここで、本二段階横断施設の構造特性諸量を図-7に示す。本施設には、車道中央に設置されている交通島のほかに、横断歩道停止線上流部にカラー舗装、エスコートマークが敷設されている。また、本施設前後の道路は一車線あたりの車道幅員が3.00mであり、規制速度は50km/hである。二段階横断施設の南側約100mには倉知北交差点が立地している。周囲には、ショッピングモールが立地しており、本館と別館をつなぐ動線上に設置されている。

埼玉県春日部市粕壁（以下、春日部）の県道400号には、単路部直線型二段階横断施設が設置されている。ここで、本二段階横断施設の構造特性諸量を図-8に示す。本施設には、車道中央に交通島が設置されている。また、本施設前後の道路は一車線あたりの車道幅員が3.25mであり、規制速度は40km/hである。二段階横断施設の南側は春日部駅前ロータリーになっており、北側約70mには信号交差点が立地している。

岩手県盛岡市盛岡駅前通（以下、盛岡）の調査対象は、駅前ロータリーにつながる1車線道路と駅前通りである2車線道路の3車線を横断する単路部横断歩道である。ここで、本二段階横断施設の構造特性諸量を図-9に示す。交通島は2か所に設置され、それぞれ直線型と食い違い型であり、1車線ずつ横断できるようになっている。本施設には、横断歩道停止線上流部にカラー舗装が敷設されている他、横断者の存在をドライバーに知らせるためのLED表示板と回転ランプが設置されている。また、本施設前後の道路の規制速度は40km/hである。二段階横断施設の南東側約130mには信号交差点が立地している。

愛知県一宮市栄（以下、一宮）の調査対象は、無信号交差点部に設置されている直線型二段階横断施設である。ここで、本二段階横断施設の構造断面図を図-10に示す。本施設の中央帯幅は2.50mであり、横断歩道停止線上流部のカラー舗装は敷設されていない。さらに、交通島部分には、車道と交通島を分離するための段差がない。また、本施設前後の道路は一車線あたりの車道幅員が3.00mであり、規制速度は40km/hである。二段階横断施設の西側約110mには信号交差点である一宮駅前交差点が、東側約50mにはラウンドアバウトが立地している。

次に、各調査地の平均交通量と調査員を除く一般横断者の平均横断者数を表-3に示す。

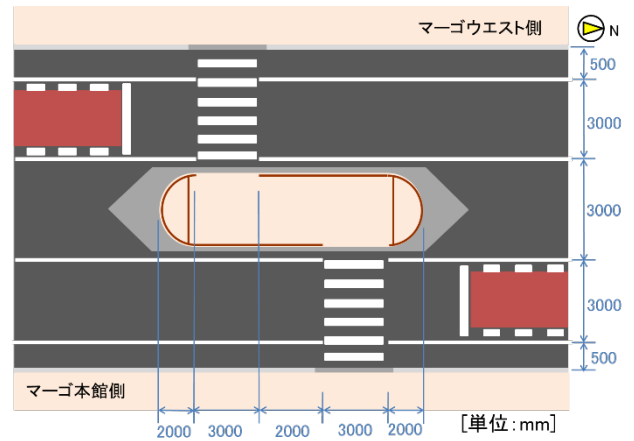


図-7 関の構造図

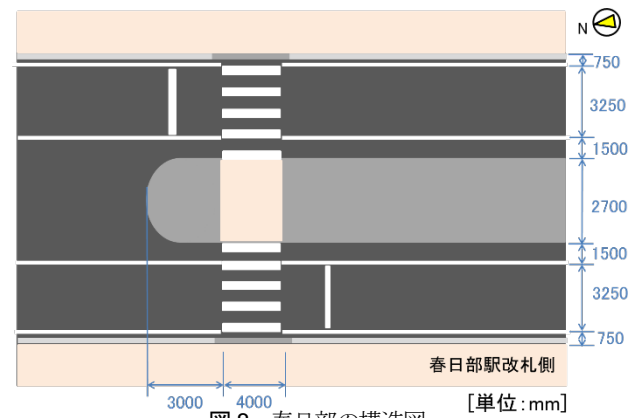


図-8 春日部の構造図

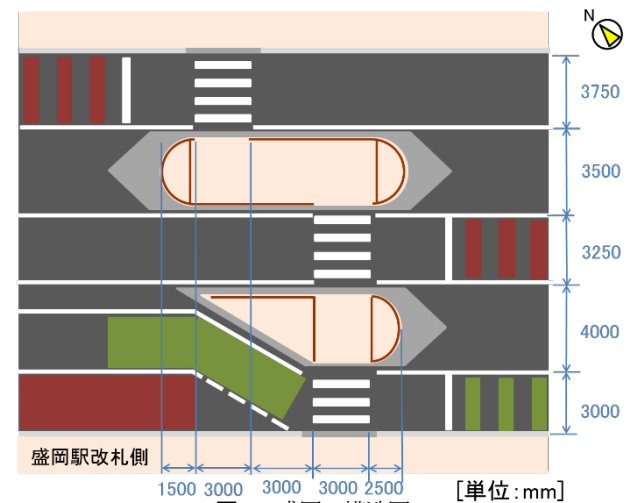


図-9 盛岡の構造図

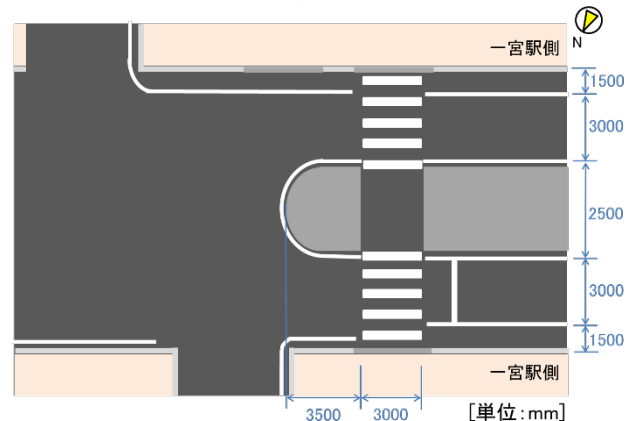


図-10 一宮の構造図

表-3より宮崎と関では自動車交通量が多い反面、二段階横断施設を横断する人は自転車を含め、1時間で双方方向合計20人前後とあまり多くないことが分かる。一方、駅前に設置されている春日部、盛岡、一宮では自動車交通量は1時間あたり200台と多くないものの、横断歩道を利用する人は多く、特に駅改札口に近い場所に設置されている春日部では、1時間に300人程度が利用していることが分かる。

表-3 交通量および横断者数

調査地点	車線数	平均交通量 (台/h/車線)			平均横断者数 (人/h/方向)	
		普通	大型	二輪	歩行者	自転車
宮崎	2車線	555	26	8	7	5
関	2車線	471	35	2	8	1
春日部	2車線	236	21	2	103	48
盛岡	3車線	184	7	0	72	2
一宮	2車線	222	5	4	33	11

### 3. 車両の譲り挙動に関する分析

本章では、現地調査で取得した映像データを基に、横断を行った際の歩行者の横断円滑性を明らかにする。分析対象として、横断者に関しては、横断待機時に車両が接近せず、横断を完了したケースについては分析対象から除外する。車両側に関しては、図-11のように横断者が歩道端又は交通島で横断待機開始した際、横断歩道に接近するNear側1台目の車両挙動のみとしている。

#### (1) 調査地別の横断円滑性

本節では、各調査地ごとに歩行者の横断円滑性を運転者の譲り挙動特性から明らかにしていく。ここでは、各調査地において、歩行者横断回数に対して横断待機開始からNear側の1台目に到着した車両が譲りのための減速または停止(譲り挙動)を行った横断回数が占める割合を示す譲り横断割合(式(1))を用いて評価する。

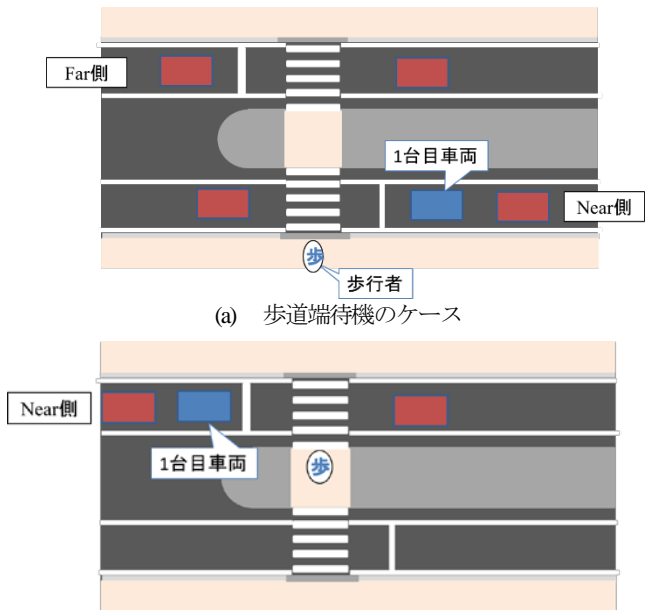
$$P_{YCR} = \frac{N_{NFY}}{N_{DC}} \quad (1)$$

ここで、

$P_{YCR}$  : 譲り横断割合,  $N_{NFY}$  : Near側1台目譲り回数,  
 $N_{DC}$  : 歩行者横断回数

調査地別、歩道端と交通島別に譲り横断割合をまとめた結果を表-4に示す。ただし、一宮と春日部は単路からの進入する車両のみを対象とするため、一宮は駅方面からラウンドアバウトへ向かう東進方向、春日部は駅ロータリーへ向かう南進方向のみを分析対象としている。

表-4より、各調査地において、歩道端より交通島の方が譲り横断割合が上昇していることが読み取れる。また、商業地に設置されている二段階横断施設より駅前に設置されている二段階横断施設の方が譲り横断割合が高い傾向にあることが読み取れる。さらに、国道より道路階層が低い県道や市道に設置されている箇所の方が譲り横断割合が高い傾向にあることが読み取れる。



(a) 歩道端待機のケース  
 (b) 交通島待機のケース  
 図-11 Near側1台目車両

表-4 譲り横断割合比較

調査地	沿道条件	道路種別	譲り横断割合※	
			歩道端	交通島
宮崎	商業地	国道	2.0%(n=51)	31.8%(n=44)
関	商業地	県道	31.1%(n=74)	65.9%(n=82)
春日部	駅前	県道	77.2%(n=92)	92.6%(n=68)
盛岡	駅前	市道	77.6%(n=58)	96.8%(n=62) 92.0%(n=74)
一宮	駅前	市道	86.6%(n=30)	97.4%(n=39)

※盛岡の交通島は左:直線型, 右:食い違い型

表-5 自動車交通量と譲りの単回帰分析

	b1	a1	R <sup>2</sup> 値	F値
歩道端	134.948*	-0.217*	0.930	198.951*
交通島	127.081*	-0.137*	0.695	34.200*

(\* : 1%有意)

表-6 横断者数と譲りの単回帰分析

	b2	a2	R <sup>2</sup> 値	F値
歩道端	-29.178	24.744*	0.625	24.949*
交通島	21.647	16.210*	0.506	15.372*

(\* : 1%有意, \*\* : 5%有意)

(2) 交通量と譲りの関係

本節では、自動車交通量や横断者数が車両の譲り挙動に与える影響について分析を行う。なお、自動車交通量は1時間で横断歩道を通過する車両台数を計測し、車線数で除した1車線あたりの数値を用いる。横断者数は1時間で横断歩道を横断する歩行者の人数と自転車の台数を計測し、横断方向数で除した方向別の数値を用いる。

自動車交通量、横断者数をそれぞれ説明変数、歩道端、交通島別に1時間当たりの譲り横断割合を目的変数とした単回帰分析の結果を表-5、表-6に示す。なお、散布図による分布形状を確認のうえ、自動車交通量に関する分析は、式(2)に示す線形式を仮定し、横断者数に関する分析は、式(3)に示す対数式を仮定している。

$$P_{YR} = b_1 + a_1 x_1 \quad (2)$$

$$P_{YR} = b_2 + a_2 \log x_2 \quad (3)$$

ここで、

$P_{YR}$  : 回帰分析によって得られる譲り割合、  
 $b_1, a_1, b_2, a_2$  : パラメータ推定値、 $x_1, x_2$  : 説明変数

表-5より歩道端、交通島待機ともに自動車交通量が多い場合には譲り横断割合が低下することが分かった。また、表-6より歩道端、交通島待機ともに横断者数が多い場合には譲り横断割合が上昇することが分かった。

(3) 車両速度と譲りの関係

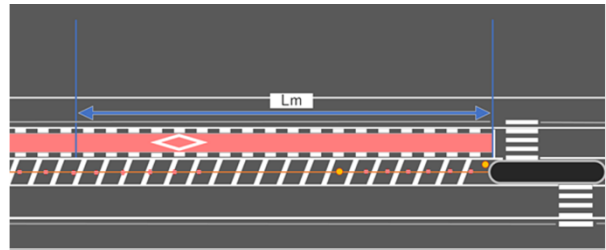
本節では、車両速度やそのばらつきが車両の譲り挙動に与える影響について分析を行う。車両速度は、横断歩道付近に歩行者が存在しない場合において、横断歩道を通過する車両を対象に、図-12に示す横断歩道上流区間の区間速度を計測し、1時間当たりの平均車両速度(km/h)を算出する。ばらつきは、車両速度の標準偏差を用いて評価する。なお、本節の分析は、前節で用いた式(2)に示す線形式を仮定している。

平均車両速度、車両速度の標準偏差をそれぞれ説明変数、歩道端、交通島別に1時間当たりの譲り横断割合を目的変数とした単回帰分析の結果を表-7、表-8に示す。

表-7より歩道端、交通島ともに車両速度の平均値が高い場合には譲り挙動が発生しにくいことが分かった。さらに、表-8より歩道端、交通島ともに車両速度のばらつきが大きい場合には譲り挙動が発生しにくいことが分かった。

(4) 設置箇所や構造と譲りの関係

本節では、二段階横断施設の設置箇所や構造の違いが車両の譲り挙動に及ぼす影響について分析を行う。二段階横断施設の設置箇所や構造を表す説明変数を表-9に示す。



調査地	方向	L(m)	調査地	方向	L(m)
宮崎	南進	45	盛岡	駅前通り南進	30
	北進	45		駅前通り北進	23
関	南進	30	春日部	ロータリー北進	26
	北進	30		南進	30
			一宮	東進	42.75

図-12 車両速度取得区間

表-7 平均車両速度と譲りの単回帰分析

	b1	a1	R <sup>2</sup> 値	F値
歩道端	193.956*	-3.766*	0.712	37.027*
交通島	180.438*	-2.807*	0.746	44.249*

(\* : 1%有意)

表-8 車両速度標準偏差と譲りの単回帰分析

	b1	a1	R <sup>2</sup> 値	F値
歩道端	147.007*	-16.510**	0.283	5.932**
交通島	146.023*	-12.412**	0.302	6.504**

(\* : 1%有意, \*\*5%有意)

表-9 設置箇所や構造を表す説明変数

説明変数	内容
速度標準偏差[km/h]	横断歩道付近に横断者が存在しない場合における横断歩道を通過する車両のばらつきを表す指標
横断者数[人/h/方向]	1時間当たりに横断歩道を横断する横断者数
隣接交差点距離[m]	横断歩道から前後区間における最も近い信号交差点停止線までの距離。
交通島幅[m]	二段階横断施設が設置されている中央帯幅（複数の交通島が設置されている場合は平均値）

表-10 設置箇所や構造と譲りの重回帰分析結果

項	歩道端		交通島	
	係数	t値	係数	t値
切片	128.971	7.74*	167.417	10.60*
速度標準偏差[km/h]	/	/	/	/
横断者数[人/h/方向]	0.931	8.07*	0.527	5.71*
隣接交差点距離[m]	/	/	-0.285	-2.42**
交通島幅[m]	-34.039	-6.26*	-23.644	-6.92*
自由度調整R2乗値	0.799	/	0.870	/
F値	32.881*	/	36.802*	/

(\* : 1%有意, \*\* : 5%有意)

す。表-9に示す説明変数と歩道端、交通島別に1時間当たりの譲り横断割合を目的変数とした重回帰分析の結果を表-10に示す。なお、本節の分析は、式(4)に示す線形式を仮定している。

$$P_{YR} = b + a_1x_1 + \dots + a_mx_m \quad (4)$$

ここで、

$P_{YR}$  : 回帰分析によって得られる譲り割合,  
 $x_m$  : 説明変数,  $a_m, b$  : パラメータ推定値

表-10より歩道端、交通島ともに横断者数が多い場合、交通島幅が小さい場合に譲り挙動が発生しやすいことが分かった。さらに、交通島での待機に関しては、隣接交差点距離が近い場合に譲り挙動が発生しやすくなることが分かった。従って、横断者が多い箇所、または信号交差点から離れすぎている箇所に二段階横断施設を設置すると横断円滑性の効果が高く、その交通島幅は狭い方が高い横断円滑性を確保できると考えられる。

#### 4. 直線型二段階横断施設の安全性に関する分析

本章では、直線形式で、交差点部に設置されている一宮と単路部に設置されている春日部二段階横断施設における横断安全性について評価する。

##### (1) 横断者の安全確認に関する分析

一宮と春日部は譲り横断割合が高いことにより、日常的に二段階横断施設を横断している人は車両側が譲ってくれることを過信し、安全確認を怠って横断している危険性があると考えられる。そのため、本節では、横断者の安全確認に関する分析を行う。ここでは、観測した横断者の内、安全確認を行った横断者の割合を示す安全確認率(式(5))を用いて評価する。なお、本研究における安全確認は、映像データから明らかに横断者の身体または首を車両接近方向に向けたと判断できる場合を安全確認を行ったとする。安全確認を行う位置としては、図-13に示すように手前車線に関しては、歩道端横断開始前までに安全確認を行ったケースに限る。奥車線に関しては、二段階横断の特徴を考慮し、歩道端横断開始後から交通島横断開始後までに安全確認を行ったケースに限定する。

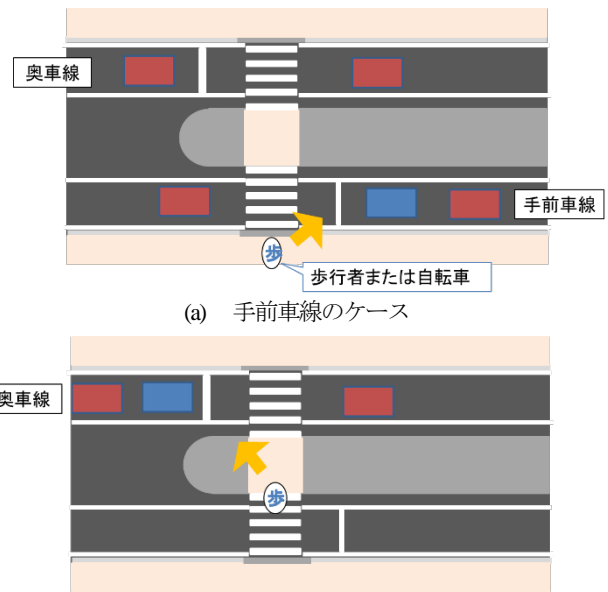
$$P_{SC} = \frac{N_{SC}}{N_{DC}} \quad (5)$$

ここで、

$P_{SC}$  : 安全確認率,  $N_{SC}$  : 安全確認を行った横断者数,  
 $N_{DC}$  : 観測した横断者数

調査地、横断方向、移動手段、車線別に安全確認率をまとめた結果を表-11に示す。ただし、春日部に関しては映像の画角の関係から安全確認の動作が明確に読み取れる東進方向のみ分析対象としている。

表-11より歩行者より自転車で横断する人の方が安全



(b) 奥車線確認のケース

図-13 安全確認図

表-11 安全確認率結果

調査地、方向	手段、車線	歩行者		自転車	
		手前	奥	手前	奥
一宮(北進)	確認人数	123	107	37	33
	サンプル数	141	141	51	51
	安全確認率	87.20%	75.90%	72.50%	64.70%
一宮(南進)	確認人数	117	105	34	31
	サンプル数	139	139	50	50
	安全確認率	84.20%	75.50%	68.00%	62.00%
春日部(東進)	確認人数	198	199	65	57
	サンプル数	247	247	83	82
	安全確認率	80.20%	80.60%	78.30%	69.50%

確認を怠りやすいことが分かった。また、手前車線より奥車線の方が安全確認を怠る傾向にあることが分かった。

##### (2) 車両と横断者の交錯危険性に関する分析

本節では、直線形式の二段階横断施設における車両と横断者の交錯危険性を式(6)に示すPET指標を用いて評価する。なお、本研究では、横断者が横断歩道上を横断したのちに車両が通過する交錯のみを対象としている。分析対象としては、車両の挙動は前章の譲り横断割合と同様、横断者の挙動は前節の安全確認と同様のケースである。

$$PET = T_{veh} - T_{cro} \quad (6)$$

ここで、

$PET$  : PET値,  $T_{veh}$  : 車両が横断歩道を通過する時刻,  
 $T_{cro}$  : 横断者が交差点を通過する時刻

本研究では、車両の接近速度、歩車が交錯する範囲を考慮し、PET値5秒以内を交錯事象、PET値3秒以内を危

険事象とする。調査地、横断手段、横断開始位置別に歩行者PET値の度数と累積分布を表した結果を図-14に、自転車PET値の度数と累積分布を表した結果を図-15に示す。

図-14より、一宮で歩行者が歩道端から横断した場合が最も危険交錯が少なく、春日部で歩行者が交通島から横断した場合に最も危険交錯が発生しやすいことが分かった。図-15より、一宮で自転車が交通島から横断した際には危険交錯が発生していないことが分かった。

### (3) 車両と横断者の交錯リスクに関する分析

本節では、前節までの各横断手段、横断待機箇所ごとによる譲り横断割合や安全確認、PETの結果を用いて車両と横断者が交錯し、事故となり得るリスクを算出する。リスクの算出には、式(7)に示すように交錯事象におけるPET平均値の逆数で表される交錯強度と式(8)に示すように横断者が安全確認せず、かつ車両が譲らない場合を示す交錯発生確率の積(式(8))を用いて評価する。なお、今回、交錯強度については、両者の通過時間差が小さいほど、より危険な状態を表すPET指標の逆数を用いているが、本指標では車両の接近速度の大きさの違いによる事故の程度を表現できない。交錯強度に関する詳細な検討は今後の課題とする。

$$I_{CON} = \frac{1}{PET_{ip}} \quad (7)$$

$$P_{CON} = (1 - P_{SC}) \times (1 - P_{YCR}) \quad (8)$$

$$R_{CON} = I_{CON} \times P_{CON} \quad (9)$$

ここで、

$I_{CON}$  : 交錯強度、

$PET_{ip}$  : 横断手段*i*、横断待機位置*p*におけるPET平均値

$P_{CON}$  : 交錯発生確率、 $R_{CON}$  : 交錯リスク値

(横断手段*i*・・・1:歩行者、2:自転車)

(横断待機位置*p*・・・1:歩道端、2:交通島)

調査地、横断手段、横断開始位置別に交錯発生確率を表した結果を図-16に、交錯リスク値を図-17に示す。

図-16より、一宮の自転車で交通島待機では、サンプル数が少ないものの譲り横断割合が100%であったことから交錯発生確率は0%となっている。それ以外では、歩行者より自転車の方が交錯発生確率が高くなっていることが分かる。また、図-17より、一宮の自転車が歩道端から横断する際に最も交錯するリスクが高く、次いで、春日部の自転車が交通島から横断する際に交錯リスク値が高いことが分かる。歩行者と自転車を比較すると交錯発生確率が高い自転車の方が交錯リスク値が高い傾向にあることが読み取れる。

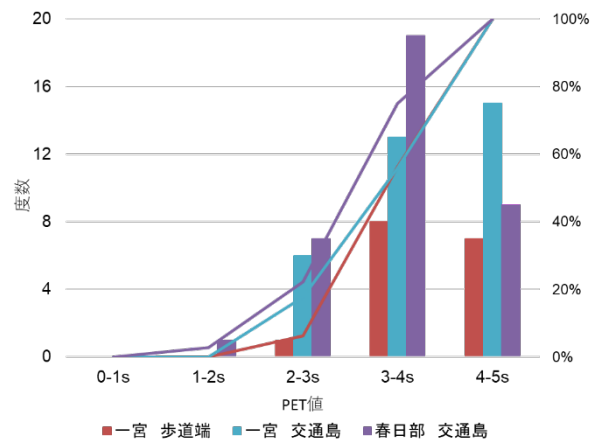


図-14 歩行者 PET 値の度数と累積分布

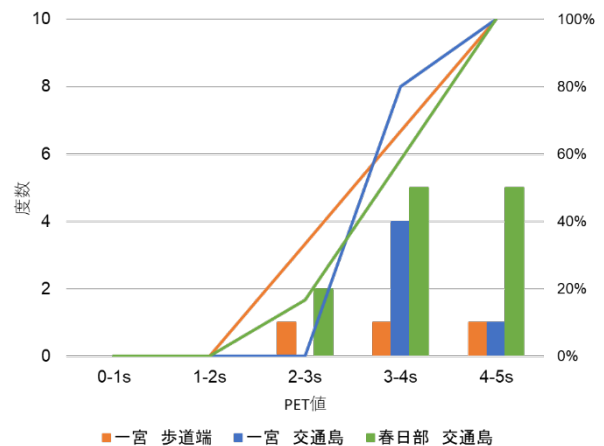


図-15 自転車 PET 値の度数と累積分布

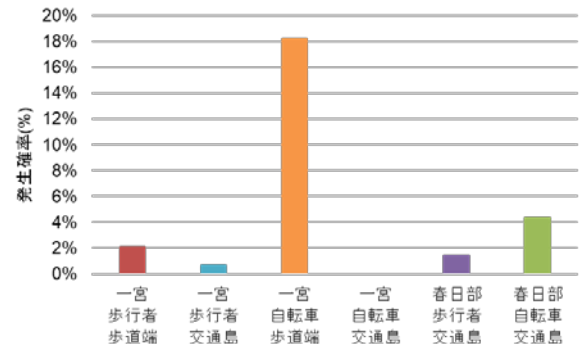


図-16 交錯発生確率比較

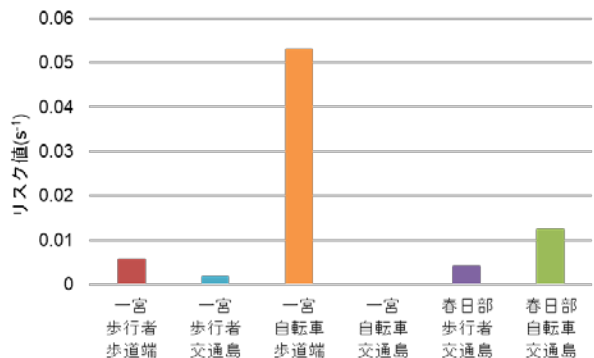


図-17 交錯リスク値比較

## 5. おわりに

本研究では、国内における複数の二段階横断施設に関して現地調査を行い、車両の譲り挙動特性を把握し、譲りが発生しやすい設置箇所や構造を明らかにした。また、直線型二段階横断施設において、歩車が交錯する危険性について評価した。

まず、3章の譲り横断割合から交通島を設置することで、横断円滑性が向上することが示された。また、単回帰分析の結果から車両交通量が少なく、車両速度が低く、ばらつきが小さい道路に二段階横断施設を設置することで譲りが発生しやすく、横断円滑性が確保できることが分かった。さらに、横断者数が多い場合に譲りが発生しやすいことから、多くの歩行者や自転車が集まる駅周辺に二段階横断施設を設置することで、横断円滑性を高める効果が期待できると考えられる。また、重回帰分析の結果から隣接交差点から大きく離れていない箇所に設置することが望ましく、交通島の幅が大きいことが必ずしも望ましくないことが示された。

続いて、4章の結果から、直線型の二段階横断施設においては、交通島で安全確認を行っている割合が低く、また、自転車の方が安全確認を怠る傾向にあることが示された。さらに、自転車は事故になるリスク値が高いことが示されたため、歩行者に比べ、自転車の横断が多い箇所に二段階横断施設を設置する場合は、食い違い形式にすることによって、交通島で確実に車両接近方向に身体を向けられるようにする、あるいは斜路形式として安全確認をやすくする構造が望ましいといえる。しかし、用地の関係上、やむを得ず直線形式にする場合はしっかりと安全確認するよう働きかける看板やサイン等の設置や通行速度を抑制する構造的な工夫が必要であると考えられる。

今後は、安全確認を行う位置や危険な交錯事象の詳細な分析を行うことで、効果的な安全対策の検討につなげる必要があると考えられる。

**謝辞：**本研究は、日比科学技術振興財団(平成30年度助成研究)の助成を受けたものである。また、一宮での調査実施にあたり、一宮市建設部の方々に協力をいただいた。分析データの収集にあたっては、本研究室の岡田悠希氏の協力を得た。ここに記して謝意を表する。

## 参考文献

- 1) 警察庁交通局：平成 29 年中の交通死亡事故の発生状況及び道路交通法違反取締り状況等について  
<https://www.e-stat.go.jp/stat-search/files?page=1&layout=datalist&lid=000001202709>
- 2) Department for Transport: THE DESIGN OF PEDESTRIAN CROSSINGS, 21p,1995.
- 3) American Association of State Highway and Transportation Officials: Guide for the Planning, Design, and Operation of Pedestrian Facilities, 127p, 2004.
- 4) Austroads: Guide to Road Design Part4 Intersections and Crossings: General, 209p, 2017.
- 5) 中村英樹・張馨・小長谷雅彦・松下勝則：焼津駅南口前横断歩道における二段階横断方式社会実験，機関誌「交通工学」Vol.53, No.4, pp30-34, 2018.
- 6) 村井宏徳・加藤明里・神戸信人・高瀬達夫・鈴木弘司・森田紳之：食い違い二段階横断施設による利用者挙動と意識に関する一考察，交通工学研究発表会論文集，No.36, pp.435-442, 2016.
- 7) 竹平誠治・大口敬：停車場線無信号横断歩道における安全島の整備と横断者・車両挙動分析，土木学会論文集 D3 (土木計画学), Vol.74, No.5 (土木計画学研究・論文集第 35 巻), I\_1265-I\_1274, 2018.
- 8) 大橋幸子・関皓介・瀬戸下伸介：無信号単路部における二段階横断のための交通島の幾何構造と歩行状況に関する研究，交通工学研究発表会論文集，No.53, pp.339-344, 2017.
- 9) 大橋幸子・杉山大祐・野田和秀・小林寛：無信号単路部における簡易な二段階横断施設の横断面構成に関する適用可能性調査，第 59 回土木計画学研究発表会・講演集 121.
- 10) 足立国大・鈴木弘司：二段階横断施設に関する利用者挙動と印象の分析，土木学会論文集 D3 (土木計画学), Vol.75, No.5(土木計画学研究・論文集 36 巻)(掲載決定)，11p.
- 11) 株式会社 道路計画 HP,  
<https://www.kotsu-chosa.com/vp-site/vp-top.html>

(2019. 10. 4 受付)

## EMPIRICAL ANALYSIS ON VEHICLE MOVEMENT AND PEDESTRIAN BEHAVIOR OF TWO STAGE CROSSWALKS IN JAPAN

Kunihiro ADACHI, Hiroki ITO and Koji SUZUKI