

横断者の心理・行動を考慮した中央帯構造・制御方式に関する分析*

An Analysis on Median Structure and Signal Control Considering Pedestrians' Consciousness and Behaviors*

鈴木 弘司**・藤田 素弘***・阿部 貴紀****・森下 健太*****

By Koji SUZUKI**, Motohiro FUJITA***, Takanori ABE**** and Kenta MORISHITA*****

1. はじめに

信号交差点において、横断者の青点滅中横断、また歩行者赤信号直後での駆け込み横断は左折自動車の通行を妨げ、交通の円滑性を阻害するだけでなく、時には危険な交錯をもたらす。これらの横断者危険行動の発生には信号制御、交差点構造、交通条件が影響していると考えられる¹⁾。

さて、信号交差点における一般的な中央帯(図-1B)は、歩行者の安全な横断あるいは滞留スペースとして活用可能であり、横断者の無理な駆け込みを抑制することに寄与するものと考えられる。特に多車線かつサイクル長の長い交差点においては、非飽和時に無駄な青時間を発生させやすく、それにより利用者の危険行動を誘発する可能性があるため、交通安全面の観点から二段階横断方式などを採用し、中央帯の滞留機能を活用することでサイクル長の短縮など制御面への工夫を行うことが望まれる。しかしながら、現状わが国では中央帯があまり有効に活用されておらず、検討の余地が残されている。よって、上記問題点に対処するうえで、中央帯を車両の安全な通行のためだけでなく、横断者にとっても有用なものとするための設計・運用上の基準が必要であると考えられる。

現行の道路構造令では、中央帯は車線の往復方向の分離、車両の通行に必要な側方余裕の確保、右折車線の設置など自動車の交通機能、歩行者の横断が安全かつ容易となる機能や市街地形成、防災、環境および収容の各空間機能を提供する空間であると定義されている²⁾が、歩行者の安全な横断あるいは滞留スペースとして活用する、特にどの程度の幅員、長さであれば横断者に負担を強いることなく滞留させられるかという利用者の心理的な観点からの具体的な検討はなされていない。

また、欧州では、図-2に示すクランク型横断歩道が数

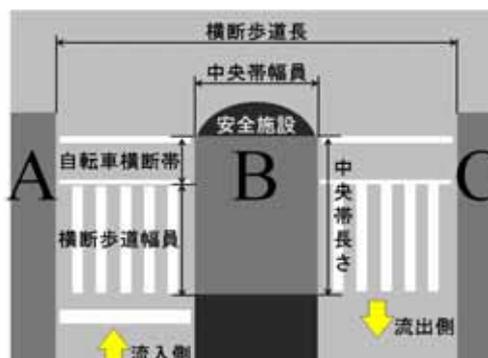


図-1 一般的な中央帯構造



図-2 クランク型横断歩道構造(ロンドン市)

多く導入されている。本構造は、中央帯において、より安全な滞留空間を確保でき、また信号現示を工夫することによりサイクル長を短縮できるなど、中央帯構造・制御方式の活用例として、わが国でも導入することが望ましい構造形態といえる。ここで、本構造を導入することにより滞留時の安心感を高める効果が期待されるものの、横断長が長くなること、横断時に進行方向を変えなければならないこと、歩行者青点滅時間の設定時間など、一般的な中央帯における滞留時に横断者へ与える心的影響に加えて別の要因についても考慮し、横断者の心理・行動を踏まえて、総合的に評価を行う必要がある。

既存研究において、高宮ら³⁾は、中央帯幅員に関する実験を行い、歩行者・自動車間の距離、速度との関係进行分析することで、歩行者の恐怖感から必要となる自動車までの距離を導いている。しかしながら、速度だけでなく、車種などの具体的な交通状況、さらには待ち時間など信号制御の影響について検討が必要である。

中央帯を活用した制御方式については、越ら⁴⁾は交通流

*キーワード: 交通安全, 中央帯, 横断者, 交差点構造

**正会員, 博(工), 名古屋工業大学大学院 工学研究科

(名古屋市昭和区御器所町, TEL: 052-735-7962, E-mail:

suzuki.koji@nitech.ac.jp)

***正会員, 工博, 名古屋工業大学大学院 工学研究科

****非会員, 名古屋市役所

*****非会員, 名古屋工業大学大学院 工学研究科

シミュレーションにより二段横断方式の効果を遅れの観点から検討しているが、利用者評価は含まれていない。板橋ら⁵⁾はVRを用いた実験により、歩行者の生理心理特性を考慮した必要な中央帯幅員の検討をしているが、VRによる評価であることから実際に中央帯に滞留することにより生じる負担感に比べて過小評価となることが予想される。

そこで、本研究では、まず一般的な中央帯構造に着目し、中央帯滞留者の心理・行動、とりわけ交通状況や交差点構造条件に対する不安感を、実態に即して把握する必要があると考え、交通状況、交差点構造、信号制御条件の異なる名古屋市内4交差点において、交通実態調査を行った。本稿では、実態調査時のアンケート調査より取得した不安感データと交差点構造、交通状況、信号制御条件との関係について分析を行い、中央帯滞留時における横断者の心理的負担の影響要因を明らかにする。さらに、二段階横断方式などを採用し、中央帯の滞留機能を活用する際に、横断者の不安感解消、自動車交通の円滑性向上への寄与が期待されるクランク型横断歩道にも着目し、横断者の安全性向上のための中央帯構造・制御条件について分析を行う。よって、横断者の心理・行動を考慮した中央帯構造・制御方式のあり方について検討することを目的とする。

2. 調査概要と対象交差点の特徴

中央帯滞留時の横断者の心理・行動を把握するために、名古屋市内の4交差点において現地調査を実施した。なお、中央帯滞留時の心理的負担を検討するため、交差点選定に際しては、中央帯幅員、中央帯長さ、車線数、サイクル長が異なることを考慮している。調査の概要を表-1に示し、対象交差点の特徴を表-2に示す。なお、4交差点全て、事故多発交差点ではなく、また、中央帯安全施設として、コンクリート製ブロック(50-60cm程度の高さ)が中央帯滞留スペース(図-1B)の交差点側に設置されていた。なお、被験者全員、中央帯での滞留経験がないものである。また、被験者の実験時の安全性への配慮から、被験者全員、中央帯幅員の最も広い名大病院西交差点から実施し、次いで、京町通、東新町北、東片端の順に実験を実施した。本調査に関しては、幅広い年齢層などを考慮し、調査を行うことが望ましいと思われるが、一般の方への滞留実験の協力要請が困難であったため、大学研究室関係の学生(20代男女:計9名)のみの実施となっている。

観測調査より得られた、各交差点における各被験者が滞留実験を行っていた際の方向別交通量の平均値(計18サイクル、流入・流出2方向の平均交通量)を表-3に示し、また被験者が滞留実験を行っていた際の、中央帯より最

表-1 調査概要

期間	2005年11月11日(金)~25日(金)			
対象交差点	名古屋市内の4交差点			
地点	名大病院西	京町通	東新町北	東片端
時間帯	10:30~12:00	13:00~15:30		
被験者	20歳代男性7人、女性2人 計9人			
内容	(a) 中央帯滞留者および交通状況 A(出発) B(1 サイクル滞留) C(1 サイクル待機し折り返し) B(1 サイクル滞留) A(終了)の順で被験者に2回、中央帯に滞留させる(図-1)。 滞留者の様子および周辺交通状況を横断歩道の両側からビデオカメラ2台で撮影。			
	(b) アンケート調査 中央帯滞留時の交通状況に対する評価(かなり(甲)、やや(甲)、普通、やや(乙)、かなり(乙)の5段階評価): (i)交通量((甲)多い-(乙)少ない)、(ii)車の流れ((甲)速い-(乙)遅い)、(iii)車が発生する音((甲)大きい-(乙)小さい)、(iv)車が通過するときの風((甲)強い-(乙)弱い)、(v)不安に感じた車種(バイク・普通車・トラック・バス・なし)、(vi)中央帯滞留スペース広さ((甲)広い-(乙)狭い)、及び(vii)要素(i)-(iv)に対する不安感((甲)不安-(乙)安心)			
	総合評価 (かなり不安-やや不安-普通-やや安心-かなり安心の5段階評価)			

表-2 対象交差点の特徴

	名大病院西	京町通	東新町北	東片端
中央帯幅員[m]	3.0	1.6	2.4	1.2
横断歩道長[m]	36.4	27.6	25.0	19.8
横断歩道幅員[m]	3.6	4.0	3.3	3.8
自転車横断帯[m]	0.0	2.1	2.2	2.1
車線数	流出	5	4	3
	流入*	4+1	4	3+1
サイクル長[s]	150	160	140	129
歩行者赤時間[s]	106	93	89	91

*右折専用車線が1車線ある場合、+1として表す

表-3 信号1サイクルあたりの平均交通量

交差点名	車種				合計
	二輪車	普通車	トラック	バス	
名大病院西	0.7	45.4	8.2	0.1	54.4
京町通	1.2	48.3	3.0	1.2	53.6
東新町北	0.7	32.9	1.4	0.3	35.3
東片端	0.6	29.9	1.9	0.2	32.6

内車線を走行する車両の平均速度を、交差点流入側、流出側別に算出した結果を表-4に示す。なお、走行速度は、各車両が横断歩道の幅を通過する時間差を計測し、算定したものである。

表-3より、交通量は、名大病院西と京町通、東新町北と東片端が同程度であり、また車種構成に着目すると名大病院は大型車の割合が高いことがわかる。

表-4より、流出側の平均速度は概ね50km/h前後であることがわかる。また、流入側、流出側の平均速度に差が

みられるが、流入側は主に右折車の速度を計測しているため、交通状況によっては加減速を伴うが、流出側は直進車のみであることが影響している。京町通に関しては、流入・流出に速度差が見られないが、これは表-2に示すとおり、右折専用車線がないことによるものである。

3. 中央帯滞留時における利用者意識分析

本章では中央帯滞留時の利用者の不安感に影響を及ぼす要因について検討する。本研究では中央帯滞留時の交通状況に対する評価として、表-1に示すとおり(i)交通量、(ii)速度、(iii)周囲の音、(iv)走行車両による風、(v)不安に感じた車種の5項目を質問している。その中の要素(i) (iv)の4項目について、『要素 x_i (i)~(iv) について不安を感じましたか?』と質問することで、それぞれ5段階の不安感評価を行い、さらに中央帯滞留時の総合的な不安感の評価するための質問(総合評価:5段階)を行っている。ここでは、交通量、速度に対する不安感ならびに総合不安感に関して考察を行う。それぞれの結果を図-3から図-5に示す。

図-3より、交通量に関してはどの交差点も50%程度が「やや不安」を示しているが、東片端交差点においては「かなり不安」が22%を占めていることがわかる。表-3より東片端交差点は4交差点中、1サイクルあたりの交通量が最小であるにもかかわらず、この結果となっているのは中央帯幅員が4交差点中最小であることが関係していると考えられる。

図-4より、速度に関する不安感では、京町通において90%程度が「やや不安」と評価していることがわかる。これは、本交差点では右折専用車線がないため、車両が50km/hで両方向走行(被験者の前後)していることが影響しているといえる。また、平均速度が50km/h程度で同程度の東新町北と東片端において、後者の方が「かなり不安」の評価が多いのは中央帯幅員の狭さが影響していると考えられる。名大病院西で「かなり不安」の評価が12%程度示しているのは大型車車両が多く走行していたことが一因として挙げられる。

図-5の総合不安感に関しては、表-2より中央帯幅員が狭い京町通、東片端の両交差点の「かなり不安」の評価が高く、特に後者では60%を超える値を示している。また、名大病院西、東新町北の両交差点には「やや安心」という評価が存在し、特に、東新町北交差点は「やや安心」の評価が55%と半数を超える結果を示した。

次章にて、中央帯滞留時の不安感に関わる要因について詳細に分析を行う。

表-4 各交差点1レーン平均速度

交差点名	平均[km/h]	標準偏差[km/h]	台数[台/h]	
名大病院西	流出	45.0	8.7	109
	流入	19.3	11.1	154
京町通	流入	55.0	19.4	77
	流出	55.9	15.9	42
東新町北	流入	20.4	14.9	108
	流出	55.5	8.5	146
東片端	流出	52.5	9.9	175
	流入	18.6	10.3	164

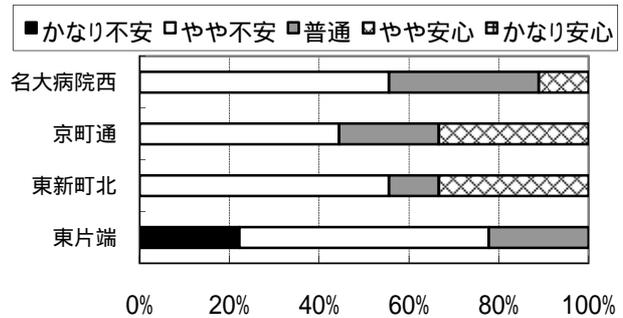


図-3 交通量に対する不安感

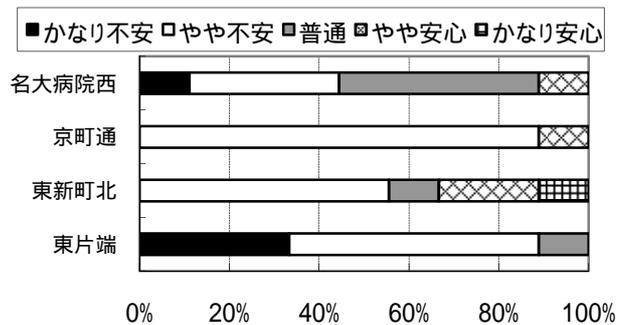


図-4 速度に対する不安感

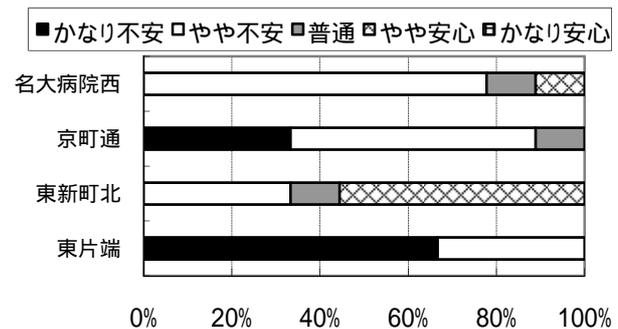


図-5 総合不安感

4. 中央帯滞留時不安感緩和のための運用代替案の検討

(1) 中央帯滞留時不安感モデルの構築

中央帯滞留者が感じる総合不安感は、前章で示したとおり交通量、速度、音、風、車種の影響を受けると考えられる。また、それらの各要素は交通状況や交差点構造条件といった外的な要因で構成されていると考えられる。

そこで、本章では中央帯滞留者の総合不安感についてはアンケート回答を用いて、また、総合不安感に影響す

る要因としてはビデオ観測から得られた実際の交通状況・交差点構造条件データを用いて、両者の関係を重回帰分析により明らかにする。

今回、被説明変数として総合評価（かなり不安：5点、やや不安：4点、普通：3点、やや安心：2点、かなり安心：1点）を用い、また、説明変数として、交通状況を表す指標である「交通量」、「速度」、「大型車混入率」を、幾何構造条件を表す指標である「車線数」、「中央帯幅員」、「中央帯長さ」を、また信号制御条件に関係する指標として「歩行者赤時間」を、個人属性として「性別」を、

さらには中央帯滞留経験の有無を表す「中央帯滞留経験ダミー」を用いて分析を行った。ここで、初めて中央帯滞留したとき（1交差点目）の評価と2回目（2交差点目）以降の滞留時の評価とでは、総合評価に与える影響が異なると考えられる。それらを区別するために、今回、中央帯滞留経験ダミーの変数を設定している。なお、モデル式は線形回帰式を仮定している。パラメータの符号条件の妥当性、統計的な有意性を勘案し、採用したモデルを表-5に示す。

ここで、2章で示したとおり、本研究では、被験者の実験時の安全性に配慮し、もっとも中央帯の広い交差点である名大病院西から実験を行っている（全被験者共通）。表-2に示すとおり、本交差点は他3交差点よりも、歩行者赤時間が長く、本交差点と他3交差点との差に比べ、他3交差点間の歩行者赤時間の差が小さいため、中央帯滞留経験ダミー（名大病院西：1と同義）と歩行者赤時間との間の相関が高くなった（歩行者赤時間と中央帯滞留経験ダミーとの相関係数 $R=0.94$ ）。また、同様の理由で、中央帯長さについても、上記2変数との相関係数が、歩行者赤時間（ $R=-0.88$ ）および中央帯滞留経験ダミー（ $R=0.94$ ）と高い値を示した。よって、これらを同時に取り扱うことは多重共線性の問題が生じる恐れがあるため、ここでは別のモデルとして取り扱っている。

まず、歩行者赤時間を考慮したmodel.1に着目すると、大型車混入率が高いと総合不安感が高くなる、中央帯幅員が広いと総合不安感が低くなる、歩行者赤時間が長いと総合不安感が高くなるという結果となり、これらは前章の不安感に関する集計分析結果をみても妥当な結果であるといえる。ここで、変数間の標準化係数を比較すると中央帯幅員1mに対する歩行者赤時間の重みが18.3sとなり、総合不安感に与える幾何構造、信号制御の関係が明示された。

次に、中央帯滞留経験の有無を考慮したmodel.2の結果

表-5 総合不安感に関する重回帰分析結果

説明変数	非標準化係数 (t 値)		
	model.1	model.2	model.3
切片	-1.49(-0.73)	6.43 (13.1)	12.7(6.73)
大型車混入率[%]	1.62×10^{-2} (1.54)	2.06×10^{-2} (2.13)	2.63×10^{-2} (2.70)
中央帯幅員[m]	-1.28(-5.25)	-1.58(-5.96)	-1.94(-5.74)
歩行者赤時間[s]	8.25×10^{-2} (3.30)	-	-
中央帯滞留経験ダミー (中央帯に初滞留:1,2回目以降:0)	-	1.77 (4.12)	-
中央帯長さ[m] (横断歩道幅+自転車横断帯)	-	-	-0.98 (-4.12)
自由度調整済み R ² 値	0.46	0.53	0.53
サンプル数	36		

より、中央帯に初めて滞留することは総合不安感を高める要因であることがわかる。また、中央帯幅員と中央帯滞留経験ダミーの標準化係数の比較より、中央帯に初めて滞留することによる不安感増加は、中央帯幅員1.15m分の総合不安感への正の効果に相当することがわかった。他の説明変数については、model.1と同様の傾向であった。

中央帯長さを考慮したmodel.3の結果より、中央帯長さが大きくなると総合不安感を低くなることがわかった。中央帯幅員の結果と合わせ、滞留空間が広くなることにより、不安感が低下する傾向にあることが示された。

(2) 滞留時不安感の緩和のための運用代替案の検討

前節で構築した重回帰モデルを用いて、横断者の滞留時不安感を緩和するための運用代替案の検討を行う。表-2、表-3の交差点諸量を用いて調査時における各交差点の評価点を算出すると、名大病院西(3.66点)、京町通(4.26点)、東新町北(2.86点)、東片端(4.59点)であり、東新町北を除き、横断者の総合評価が“普通(3点)”より低評価であることがわかる。

ここで、東新町北交差点を除く3交差点について、model.1を用いて、滞留横断者の総合評価を“普通(3点)”とするための改良案を提案する。具体的には、中央帯の拡幅、赤信号待ち時間の短縮、路肩部の改良等により中央帯を50cm拡幅できると仮定した場合の赤信号待ち短縮の3ケースを検討する。

不安感緩和のための改良案(model.1)を表-6に示す。

これより、名大病院西については、中央帯の必要拡幅量は50cmであり、例えば、路肩を両方向25cmずつ縮小することで実現できる現実的な改良案といえる。一方、東片端については、拡幅量は1.2mであり、この拡幅量を確保するためには、例えば、路肩を両方向25cmずつ縮小し、併せて、車線幅を10[cm/車線]および車線境界線を5[cm/本]縮小するなどして実現できる。しかしながら、車線幅

が現行2.75mから10cm縮小することに伴うフローレートの低下など、交通円滑性の検証も必要である。

の改良では、京町通では15s、東片端では19sの赤信号待ち短縮量が必要であり、表-2のサイクル長、表-3の交通量から推計した時間交通量（京町

通：1206[台/時/車線]、東片端：909[台/時/車線]）から判断するとこの短縮量は実現がやや困難な改良案といえる。

の中央帯幅50cmを確保した状態での赤信号待ち時間短縮量の検討より、京町通では待ち時間短縮量が7秒となった。これは、例えば交差方向の無駄青時間やクリアランス時間を各ステップ1、2秒短縮するなどにより実現できる改良案といえる。

次にmodel.1のケースと同様に、model.2を用いて不安感緩和のための改良案（総合評価を“普通（3点）”とする）を検討する。現実の交通状況では、中央帯滞留経験のない人が多く存在するため、その状況を仮定した上で必要な中央帯幅員を求める（改良案）。表-6より、どの交差点も中央帯幅員が3.5m程度必要であることがわかった。東片端では2.2mの中央帯幅員が必要であり、の同交差点改良と同様、車線幅員の縮小を伴う可能性が高く、改良は容易でないといえる。

さらに、model.3について、中央帯長さのみ変更による不安感緩和のための改良案（総合評価を“普通（3点）”とする）を検討する。表-6より、名大病院西では0.8m、京町通では0.9m、東片端では1.8mの延長が必要との結果となった。この中央帯長さの延長を実現するためには、横断歩道の幅を広げることによる停止線位置の後退、それに伴う停止線間距離の延長、クリアランス時間の再検討が必要となる。

自動車交通への影響を考慮すると、例えば東片端のように、中央帯幅員を十分にとれず、また横断歩道幅を広げることも困難な場合も起こり得る。このような場合、滞留者の不安感を緩和する方策として、図-2に示したように横断歩道をクランク構造に改良することで、安全な中央帯滞留空間を確保することもできると考えられる。この点については、次章にてさらに詳細に分析する。

なお、上記改良案では、構造・制御の一部の設定値がモデル構築に用いたデータ範囲を超えた外挿であるが、各説明変数の値が大きく、十分に説明力があると判断し、本感度分析を行っている。この点に関して、今後、構造・制御条件の範囲を拡大した追加調査を実施し、再度検証を行う予定である。

5. クランク型横断歩道の導入可能性の検討

本章では、二段階横断方式などを採用し、中央帯の滞

表-6 不安感緩和のための改良案(model.1: , model.2: , model.3:)

交差点名	中央帯幅員のみ(増加分)	赤信号待ち短縮のみ	中央帯幅員(50cm)+赤信号待ち短縮	滞留経験無・中央帯幅員(増加分)	中央帯長さ延長(増加分)
名大病院西	3.5m (0.5m)	8s 減	0s	3.5m (0.5m)	4.4m (0.8m)
京町通	2.6m (1.0m)	15s 減	7s 減	3.4m (1.8m)	7.0m (0.9m)
東片端	2.4m (1.2m)	19s 減	11s 減	3.4m (2.2m)	7.7m (1.8m)

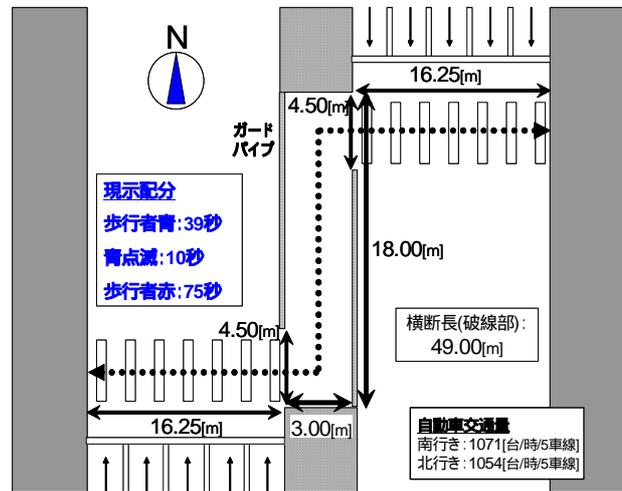


図-6 調査対象(クランク型横断歩道)

留機能を活用する際に、横断者の不安感解消、自動車交通の円滑性向上への寄与が期待されるクランク型横断歩道に着目し、横断者の安全性向上のための中央帯構造・制御条件について分析を行う。ここで、クランク型横断歩道は、安全な中央帯滞留空間を確保できる反面、横断長が長くなるとともに、中央帯で向きを変える必要があるなど、横断者へ負担を強いる面も有する。そのため、クランク型横断歩道利用者の意識データを用いて、滞留時不安感だけでなく、クランク型横断歩道導入による総合評価、中央帯への滞留意向についても分析を行う。

(1) クランク型横断歩道に関する調査概要

図-6に示すクランク型横断歩道（名古屋市内白山郵便局前）において、交差点利用状況、クランク型横断歩道に対する評価、クランク長、幅員など交差点構造、また赤時間などの信号設定を変更したときの行動変化などについて、横断者に対する聞き取り調査を平成18年12月、昼間のオフピーク時間帯に実施した。回答者は歩行者29名、自転車24名である。なお、本調査は、前述の中央帯滞留実験と被験者が異なるが、幅広い年齢層でのデータ取得を行うために、交差点を利用される一般の方への聞き取り調査とした。両調査とも、同一被験者群での調査を行うことが望ましいと思われるが、滞留実験に関しては、前述のとおり一般の方への協力要請が困難であったため、研究室関係の学生（20代男女：計9名）のみの実施となっている。

また、同時間帯における自動車交通量を方向別にカウ

ントした結果についても図-6に中に示す。これより、南北両方向ともに1サイクルあたり36台程度と交通量が少なく、南北方向のスプリットに余裕のある状況であるといえる。

(2) 回答者属性および交差点利用状況

回答者の年齢分布を図-7に示す。これより、本調査ではサンプル数は少ないものの、70代以上の高齢者を含む幅広い年齢層の回答を得られていることがわかる。本交差点の利用状況については、自転車、歩行者ともにほぼ8割程度が毎日利用していた。

次に中央帯滞留の頻度を図-8に示す。これより、回答者のうち、自転車では50%、歩行者では70%程度がときどき中央帯滞留をしており、本交差点のクランク横断歩道は中央帯が比較的に利用されている交差点といえる。

(3) クランク型横断歩道に関する集計分析

クランク型横断歩道での中央帯滞留時の不安感を交通手段別に集計した結果を図-9に示す。これより、自転車では75%程度、歩行者では90%程度が普通以上の評価をしており、本交差点は、比較的不安を持つことなく、中央帯に滞留できているといえる。

次に、クランク型横断歩道に対する総合評価を図-10に示す。ここで、今回はクランク型ではない一般の横断歩道と同等の評価であれば3点とし、最低点を1点、最高点を5点とする5段階評価を行っている。

これより、自転車では70%を超える回答者が2点以下と一般の横断歩道よりも低評価であるのに対し、歩行者ではその割合が40%弱と低く、60%程度は一般の横断歩道と同等以上の評価を行っていることがわかる。この背景には、自転車はクランク進入時に減速をする必要があること、特に速度が高い場合には注意深くクランク内を走行しないと危険であることが要因として挙げられる。一方、歩行者は、図-6に示すように、本交差点では50m程度の横断長に対して歩行者青時間が39秒と十分に余裕がないため、特に高齢者にとっては一度で渡りきることが困難なケースが起りやすいことが影響していると考えられる。

(4) 共分散構造分析によるクランク型横断歩道に関する総合評価

前節で示したクランク型横断歩道に対する横断者の評価構造を明らかにするために本研究では共分散構造分析を行う。分析に用いる潜在変数と観測変数を表-7に示す。

潜在変数は、クランク幅、クランク長、残り時間表示装置(以下、残時間表示)の設置希望などに対する“クランク構造・付属施設”，調査交差点の利用頻度、ライニングや駆け込み進入など危険横断の有無、クランク滞留経験、などの“個人属性”，の2つについてそれぞれ観測変数と

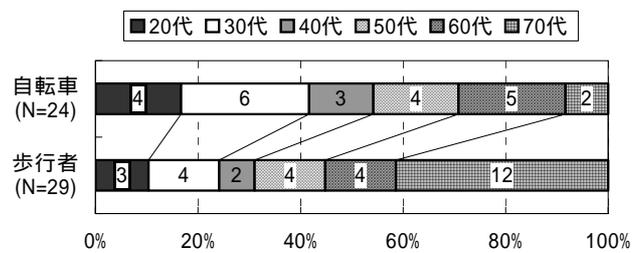


図-7 回答者の年齢分布

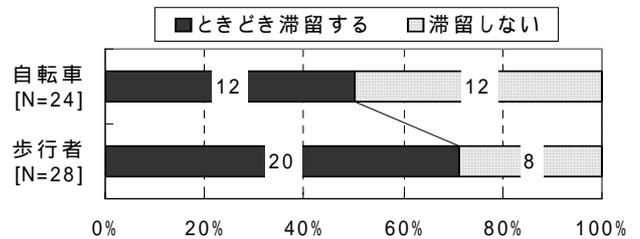


図-8 中央帯滞留頻度

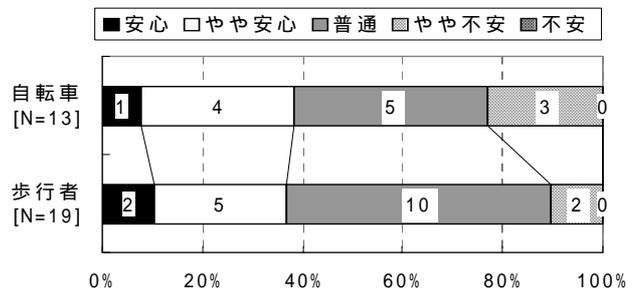


図-9 中央帯滞留時の不安感

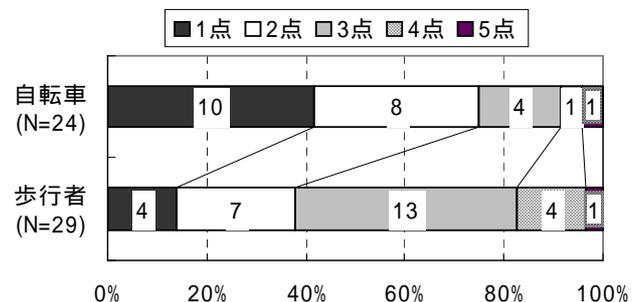


図-10 クランク型横断歩道の総合評価

表-7 総合評価分析に用いる潜在変数と観測変数

潜在変数	観測変数(選択肢)
クランク構造・付属施設	クランク幅(狭い:1, やや狭い:2, 普通:3, やや広い:4, 広い:5)
	クランク長(短い:1, やや短い:2, 普通:3, やや長い:4, 長い:5)
	残時間表示 設置希望(あり:1, なし:0)
	利用頻度(1日1回以上:1, 未満:0)
個人属性	危険横断経験(あり:1, なし:0)
	滞留経験(クランク滞留経験あり:1, なし:0)
	交通手段(自転車:1, 歩行者:0)
	年齢(10代:1, 20代:2, 30代:3, 40代:4, 50代:5, 60代:6, 70代:7)
総合評価	補助器具(手押し車・杖あり:1, なし:0)
	クランク滞留時不安感(不安・やや不安:1, 普通・やや安心・安心:0)
総合評価	総合評価(不満:1, やや不満:2, 普通:3, やや満足:4, 満足:5)

ともに設定し、クランク滞留時の不安感、総合評価との関係を分析する。

クランク型横断歩道に関する総合評価モデルを図-11に示す。本モデルの適合度指標はGFIが0.837、AGFIが0.750とある程度高く、 χ^2 値、P値から十分説明力があるといえる。なお、誤差変数については図が煩雑となるため、本稿では除外している。

クランク構造・付属施設と総合評価との関係に着目すると、クランク幅が広いと総合評価を高くし、クランク長が長いと総合評価を低くする構造となっている。これはクランク幅が広いと滞留時の不安感が低下し、クランク長が長くなると横断負荷が増加するため、総合評価を下げる要因となると解釈できる。前者については図中のクランク幅と滞留時不安感との関係からも裏付けられる。

滞留時不安感と個人属性との関係については、交差点利用頻度が高い、危険横断経験がある、さらに自転車利用者は不安感を高くすることが読み取れる。利用頻度が高い人は対象交差点の交通事情にも詳しいことが影響し、危険横断する人は普段滞留を嫌がり危険横断を実施していることが、また自転車利用者については停止すること、自転車を降りることに抵抗を持っていることが影響していると考えられる。一方、滞留経験がある人、高齢者、補助器具を利用するものは不安感を下げることが読み取れる。これは、一度でも滞留経験があれば不安感を払拭できること、高齢者、補助器具利用者は一度に横断するよりも滞留スペースに留まれることで不安感が減少するためと考えられる。

(5)クランク型横断歩道の利用意向に関するモデル分析

本節では、今後クランク型横断歩道を導入する際に、横断者が滞留スペースとして中央帯を利用する意向があるかどうか、その決定要因を明らかにするために、以下に示す非集計ロジットモデルを構築する。

$$P_{use} = \frac{\exp(V_{use})}{\exp(V_{use}) + \exp(V_{notuse})}$$

$$P_{notuse} = 1 - P_{use}$$

$$V_{use} = \sum_{i=1}^n \alpha_i X_i$$

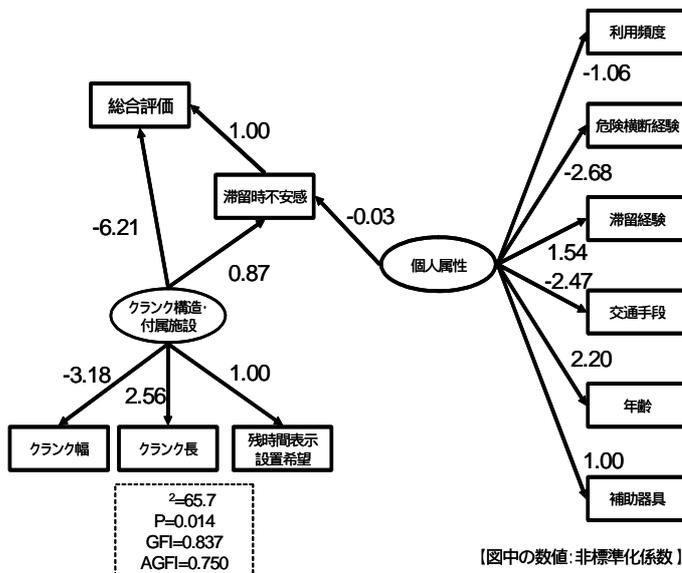
$$V_{notuse} = 0$$

ここに、

P_{use} ：中央帯滞留率、 P_{notuse} ：中央帯非滞留率、 V_{use} ：中央帯滞留による効用、 V_{notuse} ：中央帯に非滞留時の効用、 α_i ：パラメータ、 X_i ：説明変数、 $(i=1, \dots, n)$

である。

なお、今回モデル構築に用いる説明変数は、前節の表



【図中の数値：非標準化係数】

図-11 総合評価に関する共分散構造分析結果(N=52)

表-8 中央帯滞留意向モデルのパラメータ推定結果(N=52)

説明変数	係数 (t 値)
クランク幅評価 (狭い:1, やや狭い:2, 普通:3, やや広い:4, 広い:5)	8.15×10^{-1} (1.34)
クランク長評価 (短い:1, やや短い:2, 普通:3, やや長い:4, 長い:5)	-1.48 (-2.59)
残時間表示設置希望ダミー(希望あり:1, なし:0)	1.99 (1.56)
性別ダミー (男性:1, 女性:0)	2.07 (2.26)
χ^2 値	0.46
的中率	82.7

-7に示した変数と同様である。中央帯滞留意向モデルのパラメータ推定結果を表-8に示す。

これより、クランク長評価が利用意向に最も影響を及ぼしており、クランク長が長いと感じる人ほど滞留意向が低下することがわかった。また、有意な結果ではないがクランク幅が広いほど利用意向が高まることがわかる。さらに性別ダミーのパラメータより、女性よりも男性のほうがクランクを活用する傾向にあることが示された。残時間表示設置希望ダミーの符号条件より、残時間表示装置を希望する人は中央帯滞留意向があることがわかる。これは、残時間表示があることにより、中央帯滞留時に次の青までの待ち時間を正確に把握でき、それにより滞留時の不安感が抑制されるためと考えられる。

(6) 危険横断抑止のための交差点構造・制御に関する検討

本節では、クランク型横断歩道における危険横断抑止のための中央帯構造・制御のあり方について検討を行う。なお、今回の調査では、クランク型横断歩道端に到着した横断者が、現行の構造・制御下で横断を開始直後に信号が青点滅になった場合にとる行動（横断中止する・横断開始後、中央帯に滞留する・横断する）ならびに交差

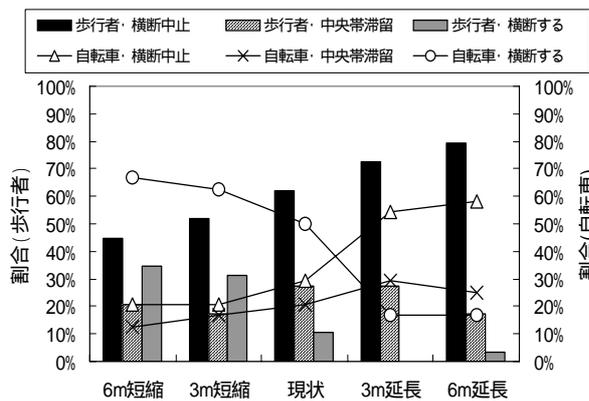


図-12 横断長変更に伴う行動の変化
(サンプル数: 歩行者 29, 自転車 24)

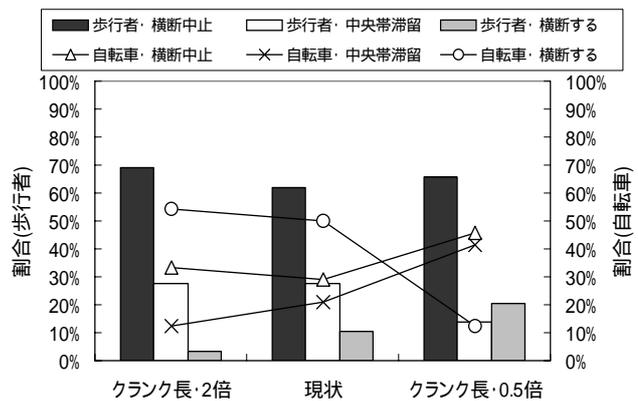


図-13 クランク長変更に伴う行動の変化
(サンプル数: 歩行者 29, 自転車 24)

点構造・信号の設定が変更された場合にとるであろう行動について、聞き取り調査を行っている。以下、それらについて分析を行う。

まず、構造面の変更として、横断長(現状, ±6m), クランク長(現状, 2倍, 0.5倍), 防護柵(現状(ガードパイプ), 強化(コンクリート製))の検討を行う。

図-12より、横断長の延長に伴い、自転車、歩行者ともに横断中止の割合が高まることわかる。中央帯滞留の割合に着目すると現状より横断長を短くすることは危険横断の増加につながることが読み取れる。

図-13より、クランク長短縮に伴い、歩行者は横断する割合が高くなり、中央帯滞留の割合が低下することわかる。図-12の結果と併せるとクランク長を短縮し、横断長を短くすることは危険横断者を増加する恐れがあるといえ、横断長、クランク長の設定には慎重な検討が必要であるといえる。

図-14より、現状の防護柵(ガードパイプ)をコンクリート製防護柵に強化した場合には、歩行者、自転車ともに、中央帯滞留の割合が高くなっていることがわかる。これは、防護柵強化により中央帯滞留時に自動車交通の存在をあまり気にしなくてよいとの心理が働くことによるものと考えられる。

次に、信号設定の変更として、待ち時間が変化した場合、青点滅時間が変更された場合のケースについて考察する。待ち時間変化に伴う行動の変化について図-15に示す。これより、自転車については待ち時間の増加に伴い、横断する割合が高くなる結果となった。一方、歩行者については、待ち時間が長くなる場合と比較して、待ち時間が短縮する場合には中央帯滞留の割合が高い結果となっている。歩行者の無理な横断を抑制し、中央帯滞留を促すためには待ち時間の短縮が望まれるといえる。

青点滅時間変更に伴う行動の変化を図-16に示す。これより、歩行者・自転車ともに青点滅時間が短くなると横断を思い止まり、青点滅時間が長くなると危険横断を敢行する傾向にあることがわかる。

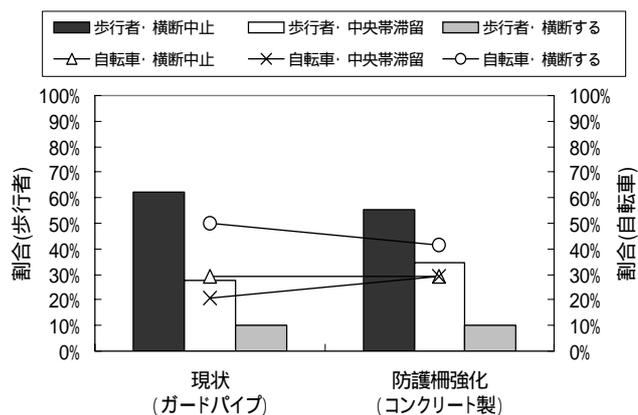


図-14 防護柵変更に伴う行動の変化
(サンプル数: 歩行者 29, 自転車 24)

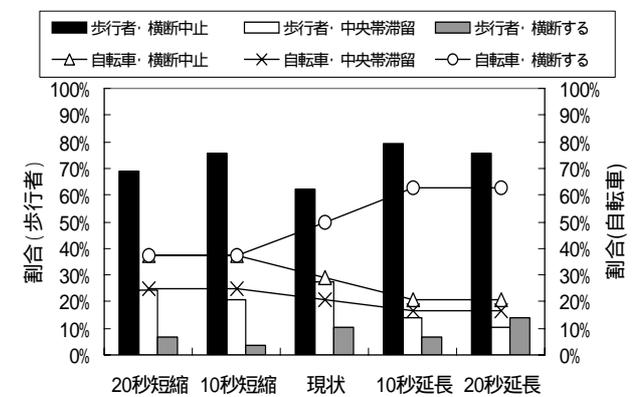


図-15 待ち時間変化に伴う行動の変化
(サンプル数: 歩行者 29, 自転車 24)

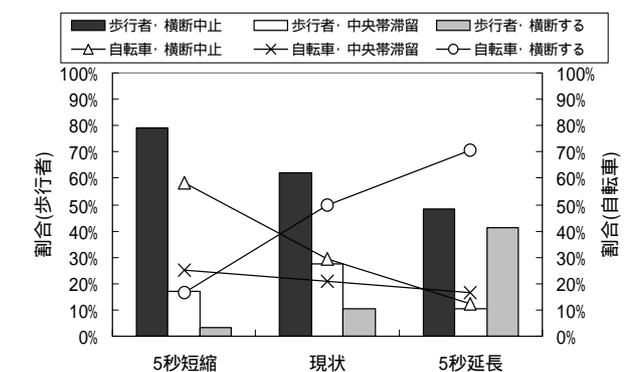


図-16 青点滅時間変更に伴う行動の変化
(サンプル数: 歩行者 29, 自転車 24)

6. おわりに

本研究では中央帯を滞留空間として活用可能な設計基準を検討するために、一般的な中央帯における調査より取得した不安感データと交差点構造、交通状況、信号制御条件との関係を分析し、滞留時不安感を抑制可能な中央帯構造・制御方式について検討した。さらに、滞留者の安全性向上に寄与する中央帯構造・制御方式を検討するため、クランク型横断歩道に着目し、クランク滞留に関する利用者意識、危険行動抑止のための構造・制御について分析した。本研究で得られた知見を以下に示す。

- ・ 総合不安感に関する重回帰分析の結果から、「大型車混入率」が大きくなる、また「歩行者赤時間」が長くなることで総合不安感を高める要因であり、「中央帯幅員」が広くなる、さらには「中央帯長さ」が長くなることで不安感を軽減させる要因であることが示された。また、「中央帯滞留経験の有無」が不安感に影響していることもわかった。
- ・ 総合不安感モデルの感度分析より、対象交差点の不安感緩和のために必要な中央帯拡幅量、赤信号時間短縮量が明らかとなった。その結果、自動車交通流へ影響を与えない改良を行うためには、横断歩道と同一方向に中央帯を拡幅するだけでなく、中央帯をクランク構造などに改良し、滞留スペースを確保することが必要な場合があることが示された。
- ・ クランク型横断歩道については、クランク幅が広いと総合評価を高くし、クランク長が長いと総合評価を低くする。また、クランク長が長いと感じる人ほど滞留意向が低下し、女性よりも男性のほうがクランクを活用する傾向にあることがわかった。
- ・ クランク長を短縮し、横断長を短くすることは危険横断者を増加する恐れがあり、防護柵をコンクリート製防護柵などに強化した場合には、歩行者、自転車ともに中央帯滞留がしやすくなることが示された。
- ・ 待ち時間の増加に伴い、自転車の危険横断する割合が高くなる一方、待ち時間が短縮する場合には歩行者の中央帯滞留の割合が高くなることが明らかとなった。よって、横断者の無理な横断を抑止し、仮に横断した場合にも危険な交錯を回避するため必要に応じて中央帯滞留を利用させるためには待ち時間の短縮が効果的であることが示された。
- ・ 青点滅時間変更に伴う行動の変化より、歩行者・自転車ともに青点滅時間が短くなると危険横断を思い止まり、青点滅時間が長くなると危険横断を敢行する傾向にあることが示された。

本稿では、横断者の心理・行動特性に着目し、中央帯構造・制御方式に関するアンケート調査結果を中心に分析を行ったが、今後は、横断者、車両挙動データを用いて、クランク型横断歩道、二段階横断方式など中央帯を活用した運用代替案について、滞留時の横断者不安感に加えて、交通の円滑性・安全性の両面を考慮した適切な交差点構造条件、制御条件の検討を行う予定である。

また、中央帯滞留者にとっての主観的な不安感について分析を行ったが、今後は、客観的な状態量である心拍変動にも着目して分析を行う。なお、今回の滞留実験では交差点の種類や被験者の属性が少なかつたため、今後はクランク型横断歩道での滞留実験を含め、サンプル数を増やした追加調査を行う予定である。

本研究は、平成17,18年度科学研究費補助金(若手研究(B)17760427)を受けて実施したものである。ここに記して感謝の意を表する。

参考文献

- 1) 鈴木弘司,藤田素弘,小塚一人,串原善之:利用者のリスクテイキング/回避行動を考慮した信号交差点の運用評価に関する研究,土木計画学研究・論文集 22, pp853-862,土木学会,2005.
- 2) 日本道路協会:道路構造令の解説と運用,2005.
- 3) 高宮進,石倉丈士:歩行者の恐怖感に基づく路肩幅員,中央帯幅員の検討,第16回交通工学研究発表会論文報告集,pp.57-60,1996.
- 4) 越正毅,安井一彦,山本建一,富井直人:歩行者の二段階横断方式の適用性に関する研究,第18回交通工学研究発表会論文報告集,pp.249-252,1998.
- 5) 板橋慎寛,鳩山紀一郎:滞留歩行者の心理を考慮した中央帯設計に関する基礎的実験,土木学会年次学術講演会講演概要集第4部 Vol.60,2005.

横断者の心理・行動を考慮した中央帯構造・制御方式に関する分析*

鈴木弘司**・藤田素弘***・阿部貴紀****・森下健太*****

本研究では、横断者の心理・行動を考慮した中央帯構造・制御方式のあり方を検討するため、まず横断者の中央帯滞留時の不安感への影響要因について分析を行い、大型車混入率、歩行者赤時間、中央帯幅員、中央帯長さが影響することを示した。この結果より、一般中央帯における滞留横断者の不安感緩和のための構造・制御条件を明らかにした。さらに、クランク型横断歩道に着目し、利用者意識・行動分析を行うことで、クランク幅が広く、長さが短い構造が利用者評価・滞留意向を高める一方で、横断長短縮は危険横断者を増加する恐れがあることを明らかにした。また、中央帯を安全島として活用するために防護柵強化が望まれることがわかった。

An Analysis on Median Structure and Signal Control Considering Pedestrians' Consciousness and Behaviors *

By Koji SUZUKI **, Motohiro FUJITA ***, Takanori ABE**** and Kenta MORISHITA*****

We discuss the role of median for utilizing as pedestrian island from the viewpoint of users' consciousness and behaviors. It was shown that the sense of anxiety for staying median is affected by percent heavy vehicles, waiting time and both width and length of median. Via a sensitivity analysis, it is quantified the required geometric and control condition for calming the sense. Through the analysis of questionnaire, it was revealed that crank length and width affect users' evaluation and the preference on staying median. Moreover, it was cleared that strengthen the median barrier is needed for safety operation.
