

歩行者用信号の赤表示開始時における 残留歩行者に関する基礎的研究

横関 俊也¹・森 健二²・矢野 伸裕³・萩田 賢司⁴

¹正会員 科学警察研究所 交通科学第一研究室 (〒277-0882 千葉県柏市柏の葉6-3-1)
E-mail: yokozeki@nrrips.go.jp

²正会員 科学警察研究所 交通科学第一研究室 (〒277-0882 千葉県柏市柏の葉6-3-1)
E-mail: mori@nrrips.go.jp

³正会員 科学警察研究所 交通科学第一研究室 (〒277-0882 千葉県柏市柏の葉6-3-1)
E-mail: yano@nrrips.go.jp

⁴正会員 前科学警察研究所 交通科学第一研究室 (〒277-0882 千葉県柏市柏の葉6-3-1)
E-mail: hagita@nrrips.go.jp

本研究では、歩行者用信号の赤表示開始時における残留歩行者発生を抑止策を検討するうえでの基礎資料を収集するために、歩行者用信号機のある7箇所の横断歩道において歩行者の横断行動観測調査を実施した。その結果、青表示中に横断を開始していたにもかかわらず赤表示開始時に残留してしまった歩行者は、赤表示開始時の残留歩行者のうちの約1/3を占めており、これは青点減表示開始時に横断歩道にいた歩行者の約1/6にあたることがわかった。箇所別の集計結果からは、横断歩道の長さ比して青点減表示時間の長い横断歩道において、赤表示開始時の残留歩行者の割合が少なくなる傾向が確認された。また、交通制約者には、青点減表示で横断を開始せずに次の歩行者現示まで待機する傾向が確認された。

Key Words : *signal for pedestrians, physically handicapped people*

1. はじめに

道路交通法施行令第二条では、歩行者用信号が青点減表示の時は「歩行者は、道路の横断を始めてはならず、また、道路を横断している歩行者は速やかに、その横断を終わるか、又は横断をやめて引き返さなければならない」とされている。しかし、実態としては青点減表示であるにもかかわらず横断を開始する者、青点減表示完了までに横断を完了する見込みがないのに引き返さない者、歩行速度が遅く横断を終了しきれない者があり、青点減表示が終了、すなわちして赤表示が開始された時に横断歩道上に歩行者が残留してしまう状況が常態化している。こうした赤表示開始時における残留歩行者の存在は、交通事故の危険性を上昇させるとともに、右左折車等の通行を阻害する要因ともなり得るため、抑制していく必要がある。

この問題は信号制御上の課題として長年未解決となっており、このまま放置すると国民の交通法規全般に対する遵法精神にも影響を及ぼしかねない。加えて、近年で

は、高齢者の増加や交通制約者（歩行困難者・車いす・視覚障がい者・幼児連れ等）の社会進出により歩行速度の遅い歩行者の増加が想定され、問題がより深刻となることも懸念される。そのため、早急な実態把握と、これらの課題を解決する対策の検討が必要とされている。このような背景を踏まえ、本研究では歩行者の横断行動と赤表示開始時の残留歩行者の発生状況を把握するために、歩行者用信号のある横断歩道において観測調査を実施し、どのような条件下において赤表示開始時における残留歩行者が少なくなるのかを検証することとした。

2. 既存研究と本研究の位置づけ

歩行者用信号機のある横断歩道における残留歩行者に関する研究は今までいくつか実施されている。斎藤ら¹⁾は、歩行者用信号機のある同一の横断歩道（25m）において、青表示時間34秒・青点減表示時間8秒とした場合と、青表示時間19秒・青点減表示時間23秒とした場合で、

歩行者の横断開始及び完了時における信号表示を集計し、割合を比較した。その結果、青点減表示が長い方が、青点減表示中に横断を開始する歩行者の割合が大きくなるが赤表示開始時の残留歩行者は少なくなる傾向が確認された。岩崎ら²⁾は横断歩道上の歩行者を感知するセンサーを設置し、歩行者が感知された場合は青表示もしくは青点減表示を延長する（最大3秒）実証実験を実施した。その結果、青表示よりも青点減表示を長くした方が、赤表示開始時の残留歩行者が少なくなったことを紹介している。井料³⁾は日米の歩行者クリアランス時間の違いに着目した研究を実施している。ここでは、歩行者青点減表示時間が長く、歩行者赤表示開始から次現示の車両青表示開始までのクリアランスが短い米国の信号制御方式を日本において導入した場合のシミュレーションを行っており、米国内では青点減終了後の横断歩道残留者割合が少なくなることを示している。矢野ら⁴⁾は、青点減表示の意味の理解度を調査するとともに、横断歩道長と青及び青点減表示時間の異なる横断歩道において青点減表示時に横断を開始する歩行者の割合を比較した。その結果、青点減表示の意味を正確に知っていた人の割合は6.9%しかいないこと、赤表示開始10秒前までの青点減表示中に横断を開始した歩行者の割合は、青点減表示が長い方が低いことが示された。

以上の結果から、歩行者用信号の赤表示開始時における残留歩行者を減らすための対策のひとつとして、青点減表示時間を長くすることが考えられる。しかし、既存研究における調査実施条件は限られており、より多くの環境において、その効果を検証する必要がある。また、高齢者や交通制約者の社会進出が推進されるなかで、これらの歩行者の実態について焦点をあてて調査を行う必要もある。そこで、本研究では環境の異なる多くの交差点で歩行者の横断行動を観測し、安全な横断が可能となる条件を検証することとした。

3. 研究方法

(1) 横断行動観測調査

歩行者の横断状況を把握するために横断行動の観測調査を実施した。調査は図-1のとおり歩行者用信号機のある横断歩道にビデオカメラを設置し、横断歩道を通行する歩行者（両方向）を撮影した。撮影された映像を解析することにより、信号表示が切り替わる各タイミングの残留歩行者数を計測した。調査箇所は東京都、埼玉県内の6箇所の交差点にある7つの横断歩道とした。調査箇所の選定にあたっては、赤表示開始時に残留歩行者となりやすいと思われる交通制約者が多い病院に近い横断歩道やそれぞれ延長の異なる横断歩道となるように配慮した。調査日は表-1に示すとおりで、8:00～17:00の時間帯において撮影し、延べ41箇所・日分のデータを取得した。各調査箇所の信号秒数設定と横断延長等も表-1に記載する。

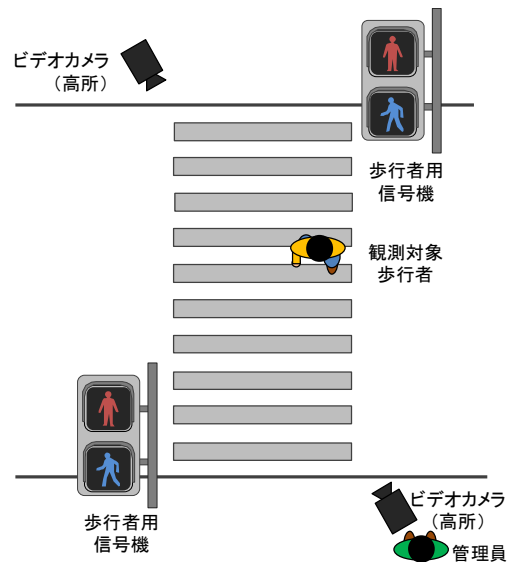


図-1 観測調査のイメージ

表-1 観測箇所・調査日

調査箇所	信号秒数設定(秒)			横断延長L(m)	調査日	備考
	青	青点減	サイクル長			
1 国立リハビリ入口交差点(北側)[埼玉県所沢市]	30-34	6	119-130	18	H27/2/16,19,20,23,24,25,27, H27/3/2,3,4 (計10日間)	病院近く
2 国立リハビリ入口交差点(東側)[埼玉県所沢市]	56-64	4		12		同上
3 信濃町駅前交差点[東京都新宿区]	27-53	10	137-329	22	H27/1/13,14,16,19,20,21,23,24,26, 27 (計10日間)	病院近く 中央分離帯あり
4 お茶の水交差点[東京都文京区]	12-25	8	99-152	14	H27/1/28, H27/2/2,3,4,9,10,12,13(計8日間)	病院近く
5 巣鴨交番前交差点[東京都豊島区]	27-46	10	131-169	30	H26/12/23	中央分離帯あり
6 浦和西口交差点駅[埼玉県さいたま市]	20-35	5	90-120	14	H27/1/11	
7 曙橋交差点[東京都立川市]	32-34	10	159-161	31	H26/12/21	歩車分離信号 中央分離帯あり

※手動での計測のため誤差を含む
 ※青点減時間は最頻値

(2) 分析方法

歩行者の残留状況を計測するにあたっては、図-2に示す3種の残留歩行者を区別することとした。これらの残留歩行者のうち信号制御を考えるうえで最も問題があると考えられるのは、青表示中に横断を開始したにもかかわらず赤表示開始までに横断を完了できなかった「B. 赤残留歩行者1」である。「A. 青点滅残留歩行者1」については、歩行者現示中に横断を完了しており、その行動については特に問題はない。また、「C. 赤残留歩行者2」については、歩行者が交通法規に反して「青点滅表示中に横断を開始」しており、歩行者用信号が赤表示になった後に危険にさらされているとしても歩行者自身の過失がある。しかし、Bについては、交通法規に従って青表示で横断したにもかかわらず途中で青点滅表示に変わってしまい、赤になるまでに横断を完了できなかったという歩行者であり、歩行者自身の過失は軽いと思われる。交通法規上は、信号表示が青点滅表示になった時点で、速やかに渡り終えるか、途中で引き返さなければならぬとなっているが、高齢者や交通制約者の中には急いで歩くことが困難な歩行者も存在する。途中で引き返すことについては、歩行者に抵抗感があり遵守されにくいことや、右左折車両の運転者が歩行者が急に引き返すことを想定していないことによる危険性も懸念される。そのため、青表示中に横断を開始した歩行者については、信号制御を最適化することによりBに区分される残留歩行者になることを防ぐ必要があると考えられる。ここでは調査箇所ごとにBに区分される残留歩行者の発生状況を比較し、どのような条件下において残留歩行者が少なくなるかを考察する。

しかし、単純にBに区分される残留歩行者の人数で比較を実施すると、そもそもの歩行者交通量の多い調査箇所において多くなり、本当の意味での「赤表示開始時の残留歩行者の発生しやすい」条件は見えてこない。次に考えられるのは、横断歩道を通過した歩行者の全数で正規化する方法であるが、これについては赤表示時間の長い横断歩道の方が青表示開始までに待機状態となる歩行者が多くなると考えられるため、様々な信号サイクルの調査箇所と比較を実施している本調査では適切な方法とは言えない。そこで、Bの人数を、青点滅開始時横断歩道上にいた歩行者数で正規化したもの【指標I： $B \div (A+B)$ 】、赤表示開始時に横断歩道上にいた歩行者数で正規化したもの【指標II： $B \div (B+C)$ 】の二つの方法で正規化した指標を用いて比較検証をすることとした。これらの指標の数値が低い調査箇所は、Bの人数が相対的に少ないと思われ、赤表示開始時残留歩行者が発生しにくい環境にあると考えられる。

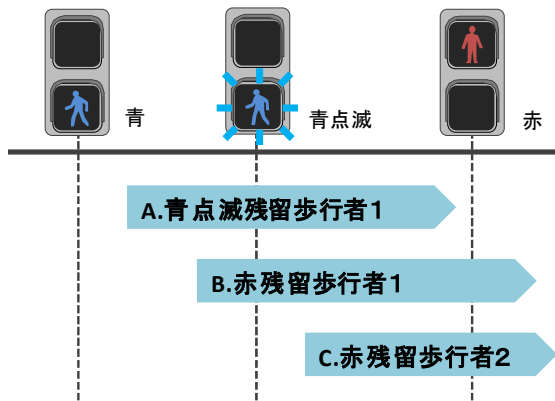


図-2 計測した残留歩行者の種類

者が多くなると考えられるため、様々な信号サイクルの調査箇所と比較を実施している本調査では適切な方法とは言えない。そこで、Bの人数を、青点滅開始時横断歩道上にいた歩行者数で正規化したもの【指標I： $B \div (A+B)$ 】、赤表示開始時に横断歩道上にいた歩行者数で正規化したもの【指標II： $B \div (B+C)$ 】の二つの方法で正規化した指標を用いて比較検証をすることとした。これらの指標の数値が低い調査箇所は、Bの人数が相対的に少ないと思われ、赤表示開始時残留歩行者が発生しにくい環境にあると考えられる。

4. 分析結果

(1) 残留歩行者の発生状況

調査対象となった信号のサイクル数、各残留歩行者数を調査箇所ごとに計測すると表-3のとおりとなった。調査日数が多い調査箇所3・4は残留歩行者の観測数が多くなっているが、同様に長期の調査を実施した調査箇所1・2で観測された残留歩行者の人数は短期の調査であった調査箇所5・6・7よりも少ない。これは、調査箇所1・2が他の箇所と異なり駅から離れており歩行者交通量が少ないことが影響していると考えられる。調査された全サイクルの残留歩行者数をみても、青点滅表示開始時に横断歩道上にいた歩行者(A+B)のうち赤表示開始まで残留してしまっただけの歩行者は約1/6程度となり、赤表示開始時に横断歩道上にいた残留歩行者のうち青表示から横断をしていた歩行者は約1/3程度となっていた。表-4

表-3 計測された残留歩行者の人数

調査箇所	計測対象サイクル数	A.青点滅残留歩行者数1 (人)	B.赤残留歩行者数1 (人)	C.赤残留歩行者数2 (人)
1	2,590	103	69	70
2	2,604	251	205	215
3	2,020	12,224	2,640	5,289
4	2,065	39,238	6,542	15,007
5	217	837	468	336
6	279	317	195	334
7	203	1,616	520	280
合計	9,978	54,586	10,639	21,531

※横断歩道から著しく外れた位置を横断する歩行者を除く

表-4 残留歩行者に関する指標の比較

調査箇所	信号秒数設定 (秒)		横断延長L (m)	指標I $B \div (A+B)$	指標II $B \div (B+C)$	指標III $L \div PG$	指標IV $L \div PF$
	青平均 PG	青点滅 PF					
1	32.3	6	18	0.40	0.50	0.56	3.00
2	58.7	4	12	0.45	0.49	0.20	3.00
3	35.5	10	22	0.18	0.33	0.62	2.20
4	18.2	8	14	0.14	0.30	0.77	1.75
5	44.3	10	30	0.36	0.58	0.68	3.00
6	33.2	5	14	0.38	0.37	0.42	2.80
7	33.0	10	31	0.24	0.65	0.94	3.10

※手動での計測のため誤差を含む

※青点滅時間は最頻値

は各調査箇所ごとに指標を算出したものである。ここでは調査箇所3・4において指標I及び指標IIの数値が他の調査箇所と比較して低くなった。この2箇所については、青点減時間1秒あたりの横断距離（青点減表示中に横断を完了するのに必要な速度）を示す指標IVが小さい値であるという共通点が確認された。これは十分な長さの青点減表示時間が確保されていれば、Bに区分される残留歩行者数が少なくなることを示唆しており、既存研究の結果とも一致する。青点減表示時間が長いということは、青点減表示開始前から横断している歩行者に十分な時間が与えられていることと同義であり、Bの残留歩行者が発生しにくいというのは当然の結果とも言える。調査箇所3・4は横断速度の遅い交通制約者が多いと思われる病院の近くの横断歩道であり、本来赤表示開始時における残留歩行者が多くなりやすいと予想される環境要因の箇所である。しかし、両調査箇所ともに指標I・IIの数値は低くなっていたため、前述のような環境要因にもかかわらず残留歩行者の発生が少なかったと考えられる。

ただし、今回の2つの指標の値に影響を与えるのはBに区分される残留歩行者の発生傾向のみではない。Aに区分される残留歩行者の人数が多いために指標Iが低い、また、Cに区分される残留歩行者の人数が少ないので指標IIが高くなるといったケースも考慮しなくてはならない。そこで、それぞれについて考察を行った。表-5は青点減表示より前に横断を開始した歩行者（健常者の非高齢者）について、横断を完了した時の信号表示を計測したものである。青表示での横断完了率が低くなるとAに

区分される残留歩行者数が多くなり、Aを分母として計算する指標Iの数値は低くなる可能性がある。前述では指標Iの数値が低い場合はBに区分される残留歩行者が多いと考察していたが、Aに区分される残留歩行者数が十分に多ければ、Bに区分される残留歩行者数に関係なく指標Iが低くなることになる。ここからは、調査箇所4・5・7において青表示中に横断を完了できた歩行者が少ないことが分かった。これらの横断歩道において、Aに区分される残留歩行者数が増える理由としては、横断歩道の長さに比した青表示時間の比率が短い、横断する歩行者が多いために横断速度が遅くなる等の原因が考えられる。また、表-6は青点減表示中に横断歩道に到着した歩行者（健常者の非高齢者）について、交通法規を遵守して次の歩行者現示まで待機したか、若しくは信号無視をして横断を開始したのかを示したのものである。サンプル数が少ないため統計的有意性は確認できないが、「青点減表示において横断を開始してはいけない」という交通法規の遵守率が低くなるとCに区分される残留歩行者数が多くなり、これを分母として計算する指標IIの数値が低くなる可能性が考えられる。これも先ほどと同様に、Cに区分される残留歩行者数が十分に多ければ、Bに区分される残留歩行者数に関係なく指標IIの数値が低くなることになる。ここでは、調査箇所5・7以外では青点減信号の遵守率は低くなり、Bに区分される残留歩行者数に関係なく、指標IIの数値が低くなっている可能性が示唆された。

以上より、表-4の指標I・IIの数値が低い調査箇所3・4のうち、調査箇所4については、Bに区分される残留歩行者の発生傾向以外の要因が指標の数値に影響を与えている可能性も否定できないという結果になった。しかし、調査箇所3については、指標Iの数値が低い理由としてBに区分される残留歩行者が少ないという要因が否定されなかった。そのため、青点減表示時間を横断歩道の延長に比して長くすることが、Bに区分される危険な残留歩行者を減少させる対策となると考えられる。

(2) 交通制約者の横断状況

交通制約者の横断行動特性を把握するために、調査箇所3のデータを用いて分析を実施した。表-7は青点減表示中に横断歩道に到着した交通制約者について、交通法規を遵守して次の歩行者現示まで待機したか、若しくは信号無視をして横断を開始したのかを示したのものである。

表-5 青点減前横断開始者の横断完了状況

調査箇所	健常者(非高齢者)				
	青点減表示より前に横断を開始した者(人)	そのうち青表示中の横断完了者(人)	そのうち青点減表示中の横断完了者(人)	青表示での横断完了率	青点減表示での横断完了率
1	476	430	25	0.90	0.05
2	1136	1060	31	0.93	0.03
3	500	447	42	0.89	0.08
4	551	416	102	0.75	0.19
5	338	261	49	0.77	0.14
6	421	373	23	0.89	0.05
7	502	373	105	0.74	0.21

※特定のサイクルに通過した全歩行者をサンプリングして計測

表-6 青点減での横断

調査箇所	横断延長L(m)	健常者(非高齢者)		
		青点減表示中の到着者(人)	次の歩行者現示までの待機者(人)	青点減表示遵守率
1	18	11	3	0.27
2	12	26	4	0.15
3	22	11	2	0.18
4	14	9	0	0.00
5	30	17	9	0.53
6	14	13	3	0.23
7	31	12	7	0.58

※特定のサイクルに通過した全歩行者をサンプリングして計測

表-7 青点減での横断（交通制約者）

調査箇所	横断延長L(m)	交通制約者		
		青点減表示中の到着者(人)	次の歩行者現示までの待機者(人)	青点減表示遵守率
3	22	67	50	0.75

※調査中に横断歩道を通過した全サンプルを計測

表-6の同じ調査箇所3における健常者（非高齢者）の数値と比較すると、次の歩行者現示まで待機する歩行者の割合が多いことが分かる。このことから、交通制約者は、青点滅表示で到着すると「道路の横断を始めてはならない」という規定を遵守して、横断を開始しない割合が多くなる傾向があると考えられる。

表-8には青表示で横断を開始したが、横断中に青点滅表示に変わってしまった交通制約者について、横断歩道の後半で速度が上昇したかどうかを計測した結果を示している。ここでは、ほとんどの交通制約者については、明らかな速度の上昇は観測できなかった。そのため、青点滅表示の「道路を横断している歩行者は速やかに、その横断を終わる」という規定については遵守できていない状況が確認された。

5. おわりに

本研究では、環境の異なる7箇所の横断歩道において歩行者の横断行動を観測し、赤表示開始時の残留歩行者を抑制するための条件を考察した。その結果、横断延長に比して青点滅時間が長い横断歩道において、そのような残留歩行者が少なくなるのではないかという推論が得られた。また、交通制約者には「青点滅表示では道路の横断を始めてはならない」という交通法規を遵守する傾向が確認された。

しかし、今回の調査箇所には、歩行者交通量や信号の見えやすさ、信号制御等、歩行者の横断状況に影響を与

表-8 横断歩道後半で横断速度の上昇率（交通制約者）

調査箇所	交通制約者		
	青表示での横断開始だが途中で青点滅表示となった歩行者(人)	そのうち横断歩道後半で横断速度が上昇した歩行者(人)	横断速度上昇率
3	273	17	0.06

※横断速度の上昇した歩行者:横断後半の速度が前半の1.2倍以上
 ※調査中に横断歩道を通過した全サンプルを計測

えると思われる要因が複数あり、それぞれの条件が十分に統制されているとは言い難かった。このため、各調査箇所でも残留歩行者の発生傾向が異なる原因を特定することが困難なところもあった。青点滅表示時間の長さ以外の条件を統制するために、同一の交差点で信号の秒数設定を変更し、青点滅表示時間延長等の効果を確認する調査の必要性も感じられた。今後は交通制約者等の歩行者属性別の分析も進め、全ての歩行者が安全に横断が可能となるような信号制御を検討していきたい。

参考文献

- 1) 斎藤威, 森健二, 矢野伸裕: 交通錯綜の軽減を意図した歩行者用信号の現示方式に関する一考察, 科学警察研究所報告(交通編), Vol.27, No.1, pp.1-9, 1999.
- 2) 岩崎茂久: 高齢歩行者保護の実証実験報告, UTMS, No.28, pp.7-10, 社新交通管理システム協会, 2011.
- 3) 井料美帆: 信号付横断歩道における歩行者クリアランス時間設定方法の日米比較, 生産研究, Vol.66, No.4, pp.345-349, 2014.
- 4) 矢野伸裕, 森健二: 青点滅表示柱の横断開始行動と青点滅表示の意味についての認識, 交通工学研究発表会論文報告集, Vol.24, pp.317-320, 2004.

(2016.4.22 受付)

FUNDAMENTAL STUDY OF REMAINING PEDESTRIAN AT PEDESTRIAN RED

Toshiya YOKOZEKI, Nobuhiro YANO, Kenji MORI, and Kenji HAGITA