

# 単路部の無信号二段階横断施設運用時の遅れ時間と交通条件との関係の分析

杉山 大祐<sup>1</sup>・大橋 幸子<sup>2</sup>・小林 寛<sup>3</sup>

<sup>1</sup>非会員 国土技術政策総合研究所（〒305-0804 茨城県つくば市旭一番地）  
E-mail: sugiyama-d924a@mlit.go.jp

<sup>2</sup>正会員 国土技術政策総合研究所（〒305-0804 茨城県つくば市旭一番地）  
E-mail: oohashi-s92ta@mlit.go.jp

<sup>3</sup>正会員 国土技術政策総合研究所（〒305-0804 茨城県つくば市旭一番地）  
E-mail: kobayashi-h92qs@mlit.go.jp

本研究では、単路部の無信号二段階横断施設が自動車や歩行者にとって受容されうる道路の交通量を明らかにするため、遅れ時間による評価方法に着目し、基本的な交通条件を設定した上で、交通条件を変えた計48ケースの交通流シミュレーションを実施し、自動車および歩行者の遅れ時間を算出した。その上で、各交通条件が遅れ時間に与える影響について分析した。

その結果、自動車停止率100%の場合、大型車混入は一定以上の交通量がある場合に自動車遅れ時間に影響を与えること、自動車停止率0%の場合、自動車速度と大型車混入は一定以上の自動車交通量が見込まれる場合に歩行者遅れ時間に影響を与えること、特に自動車速度について、その影響は40km/hを基準とした場合、低い速度と高い速度で影響する自動車交通量が異なることなどが分かった。

**Key Words :** *two-stage crossing, pedestrian delay, vehicle delay, traffic safety*

## 1. はじめに

### (1) 背景と目的

我が国における交通事故死者の1/3は歩行者であり、中でも横断中事故が7割を占めている。横断中事故が発生する箇所としては交差点が最も多いが、致死率は単路部の方が2倍ほど大きく、単路部を横断する歩行者を守るための効果的な対策が必要である。こうした現状を踏まえた横断歩行者事故対策の一つとして、道路の中央に交通島を設け、歩行者の道路横断を二段階に分ける方法がある。二段階横断の主な効果としては、一回の横断が短くなること、一方向の車両確認でよいこと、ドライバーの横断者認知が向上することが挙げられ、歩行者横断に対する安全性、円滑性の向上が期待されている。

単路部の二段階横断施設に関する既往研究のうち、特に円滑性評価に注目した既往研究としては、石山ら<sup>1)</sup>が、Highway Capacity Manual 6<sup>th</sup> Editionに示される横断歩行者遅れ推定式を用いて、無信号二段階横断方式と一度に横断歩道を渡る標準横断方式における歩行者の遅れ時間を推定している。その中で、二段階横断施設により歩行者遅

れ時間は減少し、その減少効果は交通量が増えるほど大きくなることなどを示している。また、林ら<sup>2)</sup>は、無信号二段階横断施設を含む5種類の単路部横断制御方法について、実測した自動車歩行者交通量を用いて交通流シミュレーションを行い、二段階横断施設による制御方法が自動車歩行者待ち時間が最も短くなることを示している。その上で、交通量を変化させた場合においても二段階横断施設が最適であるかを検証しており、シミュレーションを行った15パターンのうち2パターンについては、歩行者と自動車の到着分布の組み合わせが悪いため押ボタン式信号機が最適となったものの、13パターンは二段階横断施設が最適という結果を示している。また、村井ら<sup>3)</sup>は、実際に運用されている二段階横断施設において設置前後の横断歩行者待ち時間の実測による円滑性の評価を行っており、設置前と比較して待ち時間が短くなったことから、円滑性の向上に寄与する事を示している。以上の様に、通常の横断歩道との待ち時間の差を比較することによって、二段階横断施設の円滑性の効果は既往研究にて示されているが、そもそも円滑な通行が可能であるとして、自動車や歩行者に受容されうる道路の交通

量は明らかにされていない。この交通量を明らかにするためには、二段階横断施設を設置した道路を通行することにより発生する自動車や歩行者の遅れ時間（＝ある道路区間において、一度も停止、減速することなく通過した場合に要した時間と各交通条件での所要時間との差）で評価する方法が考えられる。

そこで本研究では、無信号の二段階横断施設を対象に、横断歩道の通行方法が正しく守られている場合（自動車停止率が100%）を基本的な交通条件とした上で、いくつかの交通条件を変化させたケースで交通流シミュレーションを実施し、無信号の二段階横断施設が設置された道路を通行した際に発生する自動車および歩行者の遅れ時間を算出した。その上で、各交通条件が遅れ時間に与える影響について分析した。なお、シミュレーションには自動車歩行者個々の動作を表現できるVISSIM（ドイツPTV社）を用いた。

## 2. 交通流シミュレーションの条件

### (1) 幾何構造

#### a) 想定する道路

往復2車線道路の単路部を想定した。道路構造による計算結果への影響を受けないようにするため、直線・平坦な道路を想定した。シミュレーションは、交通島を設けた場合の単路とした。

#### b) 交通島

交通島の形状は、食い違い形状の交通島とする。交通島を含めた車道部横断面構成は路肩各0.5m、車道各3.0m、中央帯3.5mの計10.5mの道路とした（図-1）。

### (2) 自動車・歩行者挙動の設定

車両や歩行者の挙動を表すパラメータの使用値は、ソフトウェアの初期値の他、二段階横断施設を設置している宮崎県川南町と岐阜県関市で現地観測を行い、その実測値を用いることとした。これらのパラメータは、事前にシミュレーションを行い、現況再現性を確認したうえで採用した。

その他のパラメータとして、歩行者が横断の際に、これ

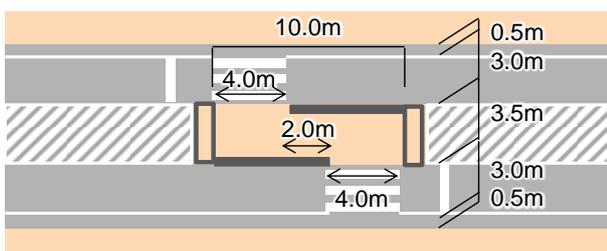


図-1 シミュレーション上の道路横断面構成

以上車両が接近すると横断できないと判断した時点から横断歩道に車両が到達するまでの時間（横断判断時間）について、国総研構内で実験した結果をもとに値を設定した。なお、横断判断時間は車両の速度と車種ごとに異なる値を設定した。

### (3) シミュレーション実施ケースの設定

本研究におけるシミュレーションは、以下のa)～e)に示す交通条件を変えて実施した。各交通条件を変えて実施するシミュレーションケース数は48ケースとした。なお、交通量の組み合わせの違いによる遅れ時間の変化を調査するため、各ケースにつき自動車交通量10パターン×歩行者交通量10パターンの計100パターンのシミュレーションを行った（表-1）。

#### a) 自動車速度

自動車速度は、2車線道路のおおむねの規制速度である30km/h、40km/h、50km/hの3パターンを設定した。

#### b) 大型車混入率

大型車混入率は、大型車が通行しない0%と、平成27年度道路交通センサスより、一般道路における平均値13%程度を参考に安全側を踏まえた20%の2パターンを設定した。

#### c) 車群形成

車群形成は、信号交差点が隣接した場合の道路（以下、車群あり）と近傍に交差点のない道路（以下、車群なし）の2パターンを設定した。交差点の設置位置は、交通規制基準（警察庁）の「横断歩道の設置間隔（市街地100m、非市街地200m）」および、信号停止した場合に所定の速度まで加速するのに50m程度要することも勘案し、200mと設定した。交差点の信号現示はサイクル長100sとした。また、主道路と従道路の青時間比は50：50としたほか、車群の有無による車頭間隔の影響を明確にするため、従道路からの交通の流入は見込まないものとした。

#### d) 自動車停止率

基本的な交通条件として考えている自動車停止率100%に加え、歩行者にとって最も厳しい条件である0%、また、2.(2)項で述べた2地域の現地観測結果を参考に、実際の道路の停止率として10%および30%の計4パターンを設定した。

表-1 シミュレーションの実施ケース

48ケース	交通条件		交通量 100パターン
自動車速度	①30km/h ②40km/h ③50km/h	■自動車交通量 ①25台/h/方向 ②75台/h/方向 ③125台/h/方向 ④200台/h/方向 ⑤350台/h/方向 ⑥500台/h/方向 ⑦650台/h/方向 ⑧800台/h/方向 ⑨1000台/h/方向 ⑩1200台/h/方向	■歩行者交通量 ①6人/h/往復 ②10人/h/往復 ③30人/h/往復 ④60人/h/往復 ⑤90人/h/往復 ⑥120人/h/往復 ⑦200人/h/往復 ⑧300人/h/往復 ⑨500人/h/往復 ⑩1000人/h/往復
大型車混入率	①0% ②20%		
車群形成	①車群あり ②車群なし		
自動車停止率	①0% ②10% ③30% ④100%		

e) 交通量

自動車交通量は、「道路構造令の解説と運用」における道路の種級区分に応じた交通量より設定した。なお、時間・方向別交通量への変換は、日交通量の10%を1時間交通量と仮定し、重方向率50%と設定して算定した。また、上限値は「平成27年道路交通センサス」に示す2方向2車線道路の基準交通容量2,500台/h2車線を踏まえ、上限値を見極めるため1,200台/h/方向とした。以上の台数を設定したのち、設定交通量に偏りがないような台数を任意に決め、計10パターン交通量を設定した。

歩行者交通量は、基準とする交通量の目安がないことから、実際に二段階横断施設が設置されている地域や設置が考えられる駅周辺道路の交通量調査結果に基づき、10人/h、60人/hを設定した。上限値は、事前にシミュレーションを試行した結果、本研究で設定した道路で捌ききれぬ概ねの交通量が1,000人/h程度であったことから、これを上限とした。以上の人数を設定したのち、設定交通量に偏りがないような人数を任意に決め、計10パターン交通量を設定した。

(4) シミュレーション上の交通ルール

自動車は、通行車線側の横断歩道手前に歩行者がいな場合、通行可能な設定とした。なお、通行車線側の横断歩道手前に歩行者がいる場合は、車両は減速（最大限度速度7.0m/s）を行い停止する設定とした（図-2）。歩行者は、車両が停止したのち横断する設定とした。

(5) 1パターンのシミュレート時間

シミュレーションは各ケースの交通量の組み合わせ1パターンごとに、10分間の助走時間と30分のシミュレート時間を設けた。なお、発生する自動車と歩行者はランダムな間隔で発生するようにした。

(6) 1パターンの測定回数

シミュレーションの測定回数は各パターン1回ずつとした。なお、各パターンについて、自動車交通量は設定した交通量の95%以上、歩行者交通量は設定した交通量の90%以上通過した場合「成立」パターンとし、いずれかが通過しなかった場合は設定した交通量を捌けない

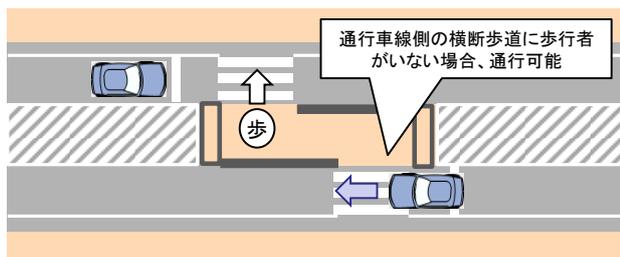


図-2 シミュレーション上の交通ルール

「不成立」パターンとした。ただし、歩行者交通量6人および10人/hについては、30分のシミュレート時間における交通量が少ないことから、チェックの対象外とした。なお、歩行者等の挙動が特異と判断したパターン（交通島から車道に人があふれる事象など）については、交通発生タイミングを変えて追加で4回シミュレートを実施し、4回とも「成立」となった場合、成立パターンの4回の平均値を採用した。1回でも「不成立」となった場合は、不成立パターンとした。

(7) 遅れ時間の採用値

2.(6)項で示した「成立」ケースで採用する遅れ時間の値は、90パーセンタイル値を採用した。なお、歩行者交通量6人および10人/hの歩行者遅れ時間については、30分のシミュレート時間における交通量が少ないことから、全通行人数のうち最大値を採用した。

3. 基本的な交通条件における遅れ時間算出結果

1.(1)項で述べたように、本研究では基本的な交通条件として、自動車停止率100%を設定した。あわせて他の交通条件として自動車速度40km/h、大型車混入率0%、車群なしを基本的なものとして設定した（以下、基本ケース）。まず、基本ケースについて自動車遅れ時間を算出した上で、これを基に交通条件ごとに発生する自動車遅れ時間の比較を行った。なお、歩行者遅れ時間は自動車停止率100%で歩行者は待たないため、割愛する。

(1) 基本ケースの自動車遅れ時間算出結果

基本ケースにおける自動車遅れ時間の算出結果を示した（表-2）。歩行者が10人/h以下であれば、いずれの自動車交通量でもほとんど遅れ時間は発生しなかった。また、歩行者が200人/hまでは自動車交通量によらず「成立」するものの、350人/h以上で「不成立」パターンが見られた。また、自動車交通量、歩行者交通量の増加に伴い遅れ時間は増加した。これは、歩行者の増加に伴い車両停止機会が増えること、自動車の増加に伴い後続車の停止する時間が累積することによるものと考えられる。

表-2 基本ケースにおける自動車遅れ時間算出結果

		自動車交通量 (台/h/方向)									
		25	75	125	200	350	500	650	800	1,000	1,200
歩行者交通量	1,000	38.0	52.6	110.6	145.7	不成立	不成立	不成立	不成立	不成立	不成立
	500	18.4	18.4	20.4	23.6	33.6	93.6	107.9	不成立	不成立	不成立
	300	9.7	10.7	12.9	16.9	19.1	26.2	50.8	64.0	不成立	不成立
	200	10.0	9.7	9.6	11.1	13.8	16.9	25.2	28.7	40.2	45.8
	120	5.0	8.7	8.6	9.6	11.3	12.8	12.7	16.0	24.1	32.5
	90	8.5	8.5	8.6	9.1	10.6	11.0	11.0	13.4	18.2	26.8
	60	4.8	8.3	0.3	7.2	8.8	9.7	9.7	10.3	11.7	14.5
	30	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1	2.3	5.1	4.8	8.5	9.0
	10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.8
	6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.9

(2) 自動車速度の違いによる自動車遅れ時間の影響

基本ケースと自動車速度のみ変化させたケースの自動車遅れ時間について、一部の歩行者交通量の結果を示した(図-3)。自動車遅れ時間は、自動車および歩行者交通量に係らず、自動車速度の違いによる明確な差は見られなかった。

(3) 大型車混入率の違いによる自動車遅れ時間の影響

基本ケースと大型車混入率のみ変化させたケースの自動車遅れ時間について、一部の歩行者交通量の結果を示した(図-4)。自動車遅れ時間は、歩行者60人/hでは大きな差は見られなかったが、200人/h、500人/hでは混入率20%の方が大きくなる傾向が見られた。この混入率の影響が見られる自動車および歩行者交通量の関係を見る

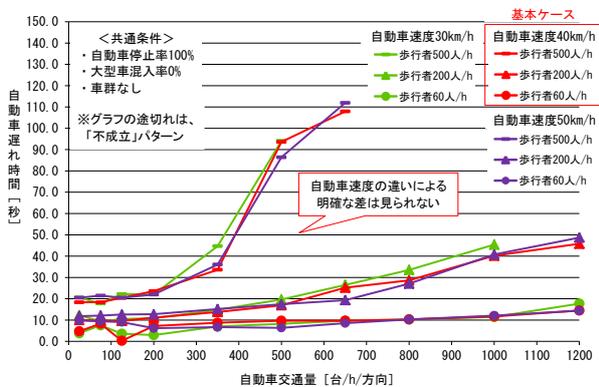


図-3 自動車速度ごとの自動車遅れ時間の比較

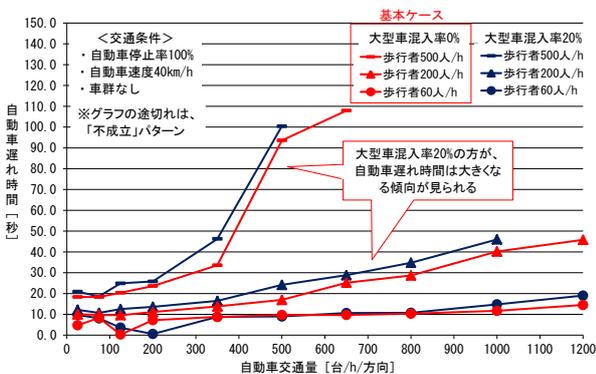


図-4 大型車混入率ごとの自動車遅れ時間の比較

表-3 大型車混入率の違いによる自動車遅れ時間の差

(マイナス) : 混入率20%の方が遅れ時間が小さい  
 +(プラス) : 混入率0%の方が遅れ時間が小さい

		自動車交通量 (台/h/方向)									
		25	75	125	200	350	500	650	800	1,000	1,200
(人/歩行者/往復)	1000	10.2	17.2	-2.0	86.3	不成立	不成立	不成立	不成立	不成立	不成立
	500	2.6	0.3	4.5	2.2	12.7	6.8	107.1	不成立	不成立	不成立
	300	2.5	0.6	1.7	-1.4	4.7	8.6	6.4	5.5	不成立	不成立
	200	2.2	1.0	2.9	2.5	2.7	7.2	3.6	6.1	5.8	45.3
	120	7.5	0.3	1.5	1.8	1.1	2.2	5.0	9.6	7.0	1.0
	90	1.5	0.7	2.9	1.9	1.3	3.4	7.2	5.8	8.3	3.8
	60	5.0	-0.2	3.3	-6.6	0.0	-0.7	0.9	0.4	3.1	4.5
	30	0.1	0.0	0.0	0.0	-0.6	-0.2	0.3	2.5	0.9	3.7
	10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.5	1.2
	6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.5

不成立 両方のパターンとも不成立 赤字はいずれかのパターンが不成立

ため、混入率0%と20%の場合に発生する自動車遅れ時間を差し引きしたときの時間差を示した(表-3)。歩行者60人/hまでは、自動車交通量によらず両者の差が概ね±5秒で収まるほか、混入率20%の方が短くなる場合もあることから大型車混入の影響はないものと考えられる。一方で、歩行者90人/hから自動車交通量との組み合わせにより、遅れ時間の差が大きくなるパターンが見られることから、一定以上の歩行者と自動車交通量が見込まれる場合、大型車混入が影響するものと考えられる。

(4) 車群形成の違いによる自動車遅れ時間の影響

基本ケースと車群形成のみ変化させたケースの自動車遅れ時間について、一部の歩行者交通量の結果を示した(図-5)。車群ありの場合、1,000台/h/方向以上は信号サイクルの都合上通行できなかったため全て不成立となった。自動車遅れ時間は、歩行者60人/h、200人/hでは車群がある方が自動車遅れ時間が大きくなる傾向が見られたものの、歩行者500人/hでは車群なしの方が遅れ時間が大きくなる場合もあり、明確な傾向を見ることはできなかった。他の歩行者交通量でも同様の結果になるか、車群ありと車群なしの場合に発生する自動車遅れ時間を差し引きしたときの時間差を示した(表-4)。その結果、他の交通量でも車群なしの方が遅れ時間が小さくなるパターンが見られるなど、今回の車群形成の影響と交通量の関係について明確には確認できなかった。

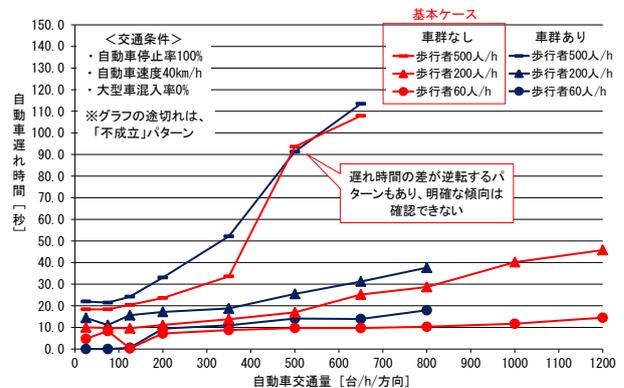


図-5 車群形成ごとの自動車遅れ時間の比較

表-4 車群形成の違いによる自動車遅れ時間の差

(マイナス) : 車群ありの方が遅れ時間が小さい  
 +(プラス) : 車群なしの方が遅れ時間が小さい

		自動車交通量 (台/h/方向)									
		25	75	125	200	350	500	650	800	1,000	1,200
(人/歩行者/往復)	1000	1.9	4.4	-16.3	22.5	不成立	不成立	不成立	不成立	不成立	不成立
	500	3.7	3.1	3.8	9.5	18.5	-2.3	5.6	不成立	不成立	不成立
	300	6.5	4.8	4.9	7.8	10.8	13.4	-2.1	-2.9	不成立	不成立
	200	4.4	1.4	6.1	6.0	5.0	8.6	6.0	9.0	40.2	45.0
	120	8.9	1.6	2.5	4.6	5.6	7.1	8.8	7.7	24.1	32.5
	90	-3.6	-0.2	2.1	3.0	4.8	7.0	10.4	10.1	18.2	28.8
	60	-4.8	-8.3	0.3	2.2	2.2	4.4	4.2	7.6	11.7	14.5
	30	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.4	6.3	4.9	7.1	8.5	9.0
	10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.9	1.8	0.1	0.8
	6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.8	1.7	0.1	0.9

不成立 両方のパターンとも不成立 赤字はいずれかのパターンが不成立

#### 4. 自動車停止率が100%でない場合の遅れ時間算出結果

ここまで、基本ケース（自動車停止率100%）をもとに各交通条件の違いによる自動車遅れ時間の影響を整理した。しかし、自動車停止率100%は完全に交通ルールが守られた場合であり、実際の道路においては交通ルールが順守されているとは言えず、歩行者の待ち時間も発生している。そこで、自動車停止率が100%でない実情を考慮し、歩行者遅れ時間についても算出を行った。今回、歩行者にとって最も厳しい交通条件である自動車停止率0%で算出した。あわせて他の交通条件として自動車速度40km/h、大型車混入率0%、車群なしを基本的なものとして設定した（以下、歩行者基本ケース）。このケースを基に交通条件ごとに発生する歩行者遅れ時間の比較を行った。

##### (1) 自動車停止率0%の歩行者遅れ時間算出結果

歩行者基本ケースにおける歩行者遅れ時間の算出結果を示した（表-5）。表-5より、自動車交通量の増加に伴い遅れ時間は増加した。一方で、歩行者交通量の増加に伴う遅れ時間の明確な増加傾向は自動車交通量500台/h/方向以下では見られなかった（図-6）。これは、自動車の場合、1台ずつしか通行できず後続車両の停止時間が累積するのに対し、歩行者は車両とのギャップさえ確保できれば複数人同時に渡れるため、遅れ時間が累積されないことによるものと考えられる。

##### (2) 自動車速度の違いによる歩行者遅れ時間の影響

歩行者基本ケースと自動車速度のみ変化したケース

表-5 自動車停止率0%における歩行者遅れ時間算出結果

		自動車交通量(台/h/方向)									
		25	75	125	200	350	500	650	800	1,000	1,200
歩行者交通量(人/h)	1,000	2.8	5.1	6.4	8.4	14.9	20.7	30.5	46.1	84.6	不成立
	500	2.1	4.8	5.6	6.6	15.5	22.1	27.5	35.7	56.2	111.5
	300	1.9	5.1	5.8	7.2	13.5	22.6	26.9	35.7	53.4	102.9
	200	2.1	4.3	5.6	5.9	11.8	19.6	26.7	33.2	49.8	103.7
	120	1.6	4.3	4.7	6.2	12.1	24.1	31.6	44.0	57.5	95.1
	90	3.7	5.3	5.9	6.1	12.1	19.0	29.1	44.2	61.5	74.1
	60	4.2	5.1	4.9	4.7	12.6	17.6	21.1	38.2	67.3	100.3
	30	5.6	4.9	4.8	5.0	19.3	19.4	27.6	43.7	55.3	73.8
	10	0.6	2.0	2.1	2.2	2.1	12.8	12.8	30.9	37.6	40.8
	6	5.1	10.4	10.3	10.6	12.4	12.5	20.2	30.3	37.2	40.4

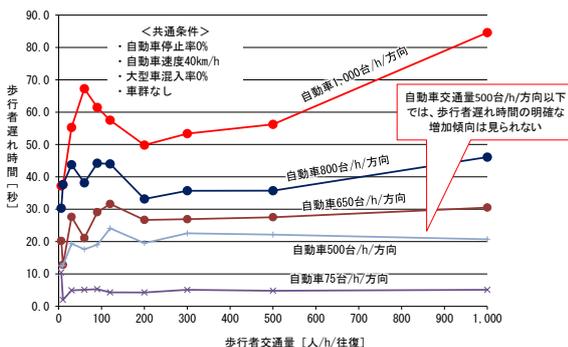


図-6 歩行者交通量でみた歩行者遅れ時間の変化

の歩行者遅れ時間について、一部の歩行者交通量の結果を示した（図-7）。歩行者遅れ時間は、自動車速度が遅くなるほど遅れ時間が大きくなる傾向が見られた。この速度影響が見られる自動車および歩行者交通量の関係を見るため、速度30km/hと40km/hおよび速度40km/hと50km/hの場合に発生する歩行者遅れ時間を差し引きしたときの時間差を示した（表-6）。30km/h-40km/hの比較においては、350台/h/方向までであれば、歩行者交通量によらず速度差は概ね±5秒に収まるほか、30km/hの方が短くなるケースも散見されるため、速度の影響はないものと考えられる。但し、500台/h/方向から遅れ時間の差が大きくなるパターンが見られた。40km/h-50km/hの比較においては、500台/h/方向までは歩行者交通量によらず速度差は概ね±5秒に収まるため、速度の影響はないものと考えられる。但し、650台/h/方向から遅れ時間の差が大きくなるパターンが見られた。このことから、一定以上の自動車交通量が見込まれる場合、自動車速度が影響すること、また、40km/hを基準とした場合に低い速度と高い速度では歩行者遅れ時間に影響する自動車交通量は異なることが考えられる。

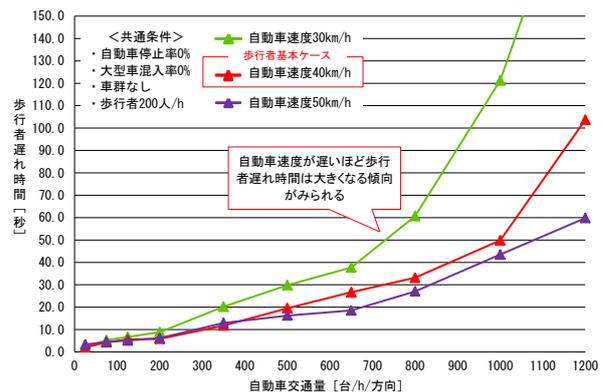


図-7 自動車速度ごとの歩行者遅れ時間の比較

表-6 自動車速度の違いによる歩行者遅れ時間の差  
(上段: 30-40km/hの比較, 下段40-50km/hの比較)

		自動車交通量(台/h/方向)									
		25	75	125	200	350	500	650	800	1,000	1,200
(人/歩行者/交通量)	1000	-0.2	0.8	1.6	1.9	4.7	7.5	16.6	48.4	84.6	不成立
	500	0.0	0.5	1.7	2.9	2.4	6.0	13.8	24.2	67.7	111.5
	300	0.0	0.1	1.9	1.5	5.5	3.5	13.2	23.4	55.4	177.3
	200	0.0	1.0	1.1	3.0	8.4	10.3	11.0	27.5	71.4	125.8
	120	1.1	1.7	2.6	3.5	4.3	2.3	9.5	15.7	41.7	126.1
	90	0.6	0.5	2.0	2.1	1.6	6.0	12.6	23.4	32.1	171.8
	60	-3.0	0.6	1.2	2.4	-2.7	8.8	16.2	11.7	26.2	137.2
	30	-3.6	0.9	3.7	5.0	0.2	9.2	36.6	34.2	39.0	179.5
	10	0.0	3.1	4.3	3.3	6.8	9.0	15.2	15.1	9.7	165.2
	6	-4.4	-5.4	-3.9	-3.7	-3.4	9.3	7.9	16.1	9.7	164.4

		自動車交通量(台/h/方向)									
		25	75	125	200	350	500	650	800	1,000	1,200
(人/歩行者/交通量)	1000	0.3	0.1	0.5	0.7	-0.6	1.1	3.9	7.0	25.4	不成立
	500	0.0	-0.4	-0.2	-0.6	0.5	2.9	5.0	6.7	8.2	45.3
	300	-1.6	0.5	0.2	-0.3	-2.3	0.6	1.5	6.3	9.7	41.5
	200	-1.3	-0.2	0.5	-0.3	-1.2	3.3	8.2	6.1	6.3	43.9
	120	-0.9	-0.2	-0.7	-1.3	0.5	5.3	7.4	13.2	6.0	36.8
	90	1.1	1.7	0.4	0.1	1.7	0.9	6.5	15.0	7.1	9.8
	60	-0.3	-0.1	-0.6	-1.5	-2.0	2.0	3.2	11.2	20.4	47.6
	30	2.6	0.5	-1.1	-1.1	4.7	4.9	7.1	16.1	16.1	34.3
	10	-2.1	-5.9	-0.7	-5.5	-6.8	5.1	0.5	5.8	12.0	8.3
	6	4.6	5.2	5.2	3.5	3.5	3.6	10.7	5.8	12.2	8.6

■ s < -20   
 ■ -20 < s ≤ -10   
 ■ -10 < s ≤ -5   
 ■ -5 < s < 5   
 ■ 5 ≤ s < 10   
 ■ 10 ≤ s < 20   
 ■ 20 ≤ s  
■ 不成立    両方のパターンとも不成立    赤字はいずれかのパターンが不成立

(3) 大型車混入率による歩行者遅れ時間の比較

歩行者基本ケースと大型車混入率のみ変化させたケースの歩行者遅れ時間について、一部の歩行者交通量の結果を示した(図-8)。概ね混入率20%の方が歩行者遅れ時間が大きくなる傾向が見られた。この混入率の影響が

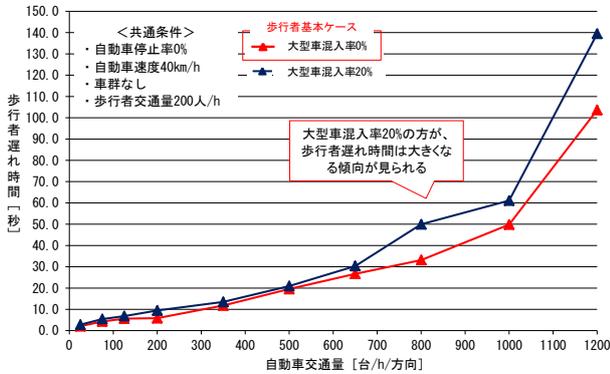


図-8 大型車混入率ごとの歩行者遅れ時間の比較

表-7 大型車混入率の違いによる歩行者遅れ時間の差

		自動車交通量 (台/h/方向)									
		25	75	125	200	350	500	650	800	1,000	1,200
(人/歩行者/交通量)	1000	0.1	0.0	0.6	1.5	0.0	3.7	6.1	49.7	89.4	不成立
	500	-0.2	0.4	1.4	2.0	-2.0	-1.4	2.2	17.9	28.3	117.5
	300	0.8	0.4	1.7	2.4	0.5	-1.4	2.0	7.3	20.8	45.1
	200	0.7	1.2	1.2	3.6	1.7	1.4	3.7	16.8	11.3	35.8
	120	0.2	0.6	1.3	3.4	5.7	-1.5	-0.6	6.0	9.1	55.3
	90	0.0	1.4	0.7	3.0	1.7	3.4	-1.2	-7.3	-1.2	75.3
	60	0.0	3.9	4.1	4.6	0.8	5.2	10.2	1.7	-16.1	57.6
	30	-0.6	1.5	2.7	4.0	-6.3	2.7	-5.2	0.1	0.2	97.1
	10	0.0	-1.4	0.0	-0.1	0.0	-7.8	-0.3	6.9	0.1	118.2
	6	-4.6	0.3	0.7	-0.1	-0.2	-0.2	-7.9	7.6	0.9	116.0

- (マイナス) : 混入率20%の方が遅れ時間が小さい  
+ (プラス) : 混入率0%の方が遅れ時間が小さい  
■ s<-20 ■ -20<s≤-10 ■ -10<s≤-5 ■ -5<s≤5 ■ 5≤s<10 ■ 10≤s<20 ■ 20≤s  
 不成立 両方のパターンとも不成立 赤字はいずれかのパターンが不成立

見られる自動車および歩行者交通量の関係を見るため、混入率0%と20%の場合に発生する歩行者遅れ時間を差し引きしたときの時間差を示した(表-7)。自動車650台/hまでは、歩行者交通量によらず両者の差が概ね±5秒で収まるほか、混入率20%の方が短くなる場合もあることから、大型車混入の影響はないものと考えられる。一方で、自動車800台/h/方向から、遅れ時間の差が大きくなるパターンが見られることから、一定以上の自動車交通量が見込まれる場合、大型車混入が影響するものと考えられる。但し、800台/h/方向と1,000台/h/方向の比較では、遅れ時間の差が小さくなるパターンもあるため明確には分からなかった。

(4) 車群形成の違いによる歩行者遅れ時間の影響

歩行者基本ケースと車群形成のみ変化させたケースの歩行者遅れ時間について、一部の歩行者交通量の結果を示した(図-9)。車群形成による歩行者遅れ時間への影響について、傾向は見られなかった。他の歩行者交通量でも同様の結果になるか、車群ありと車群なしの場合に発生する歩行者遅れ時間を差し引きしたときの時間差を示した(表-8)。歩行者交通量6人/hの場合、全てのパターンで車群ありの方が遅れ時間が小さくなっているが、他の歩行者交通量については、交通量の増加に伴う傾向は見られなかったため、車群形成の影響と交通量の関係について明確な傾向は確認できなかった。

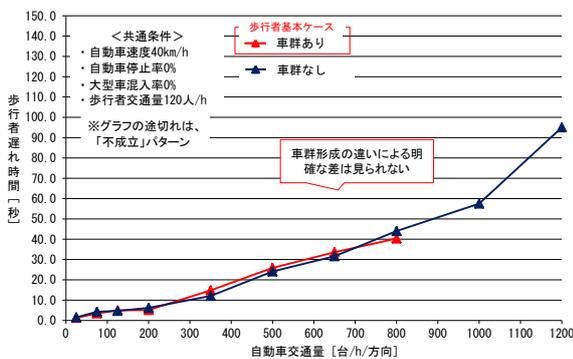


図-9 車群形成ごとの歩行者遅れ時間の比較

表-8 車群形成の違いによる歩行者遅れ時間の差

		自動車交通量 (台/h/方向)									
		25	75	125	200	350	500	650	800	1,000	1,200
(人/歩行者/交通量)	1000	-0.2	-0.2	-0.4	0.0	2.5	5.1	3.3	-3.7	84.8	不成立
	500	0.0	-0.3	0.4	0.8	3.3	2.4	6.2	5.1	56.7	111.5
	300	0.1	-1.0	-0.7	0.1	4.8	2.1	7.3	4.9	53.4	102.3
	200	0.0	-1.2	-0.6	0.3	6.6	4.2	10.2	6.7	-7.9	-61.6
	120	-0.3	-0.8	0.3	-1.1	2.8	1.8	2.0	-3.7	57.5	85.1
	90	-2.4	-3.3	-1.9	-1.9	5.3	8.4	4.4	-2.4	81.5	74.1
	60	-3.5	-2.6	-2.4	-0.1	-0.7	2.9	4.9	-4.0	87.5	100.3
	30	-3.4	0.0	-0.8	-0.2	-6.5	-3.2	3.4	-10.8	55.7	73.9
	10	0.0	-1.4	-1.6	-1.6	1.2	-0.3	21.4	5.1	37.6	40.3
	6	-4.6	-9.9	-9.8	-10.1	-11.9	-12.0	-19.7	-29.3	37.5	40.4

- (マイナス) : 車群ありの方が遅れ時間が小さい  
+ (プラス) : 車群なしの方が遅れ時間が小さい  
■ s<-20 ■ -20<s≤-10 ■ -10<s≤-5 ■ -5<s≤5 ■ 5≤s<10 ■ 10≤s<20 ■ 20≤s  
 不成立 両方のパターンとも不成立 赤字はいずれかのパターンが不成立

5. まとめ

本研究では、単路部の無信号二段階横断施設が自動車や歩行者にとって受容されうる道路の交通量を明らかにするため、遅れ時間による評価方法に着目し、横断歩道の通行方法が正しく守られている道路(自動車停止率が100%)を基本的な交通条件とした上で、いくつかの交通条件を変化させたケースで交通流シミュレーションを実施し、無信号の二段階横断施設が設置された道路を通行した際に発生する自動車および歩行者の遅れ時間を算出した。その上で、各交通条件が遅れ時間に与える影響について分析した。その結果、交通条件ごとの遅れ時間への影響について、以下のおおまかな特徴を示した。

<自動車遅れ時間>

- 自動車および歩行者交通量の増加に伴い、遅れ時間も増加する。
- 自動車および歩行者交通量に係らず、自動車速度の違いによる明確な遅れ時間の差は見られない。
- 一定以上の自動車および歩行者交通量が見込まれる場合、大型車混入は遅れ時間に影響する。

- ・車群形成と自動車および歩行者交通量の明確な傾向は確認できなかった。

#### ＜歩行者遅れ時間＞

- ・自動車交通量の増加に伴い、遅れ時間も増加する。一方で、歩行者交通量の増加に伴う遅れ時間の明確な増加傾向は自動車交通量500台/h/方向以下では見られなかった。
- ・歩行者交通量によらず一定以上の自動車交通量が見込まれる場合、自動車速度は遅れ時間に影響する。また、40km/hを基準とした場合、低い速度と高い速度では影響する自動車交通量は異なる。
- ・一定以上の自動車交通量が見込まれる場合、大型車混入が影響するものと考えられる。但し、必ずしも自動車交通量に伴い遅れ時間の差が大きくならなかったため、明確には分からなかった。
- ・車群形成と自動車および歩行者交通量の明確な傾向は

確認できなかった。

今回はシミュレーション実施パターン数の都合上、各パターン1回ずつの算出結果になるため、概ねの傾向を捉えることはできたものの、算出した数値については今後も精査が必要である。

#### 参考文献

- 1) 石山良太, 後藤梓, 中村英樹: 単路部における無信号二段階横断方式の評価, pp.A\_8- A\_16, 交通工学論文集, 第4巻, 第1号(特集号A), 2018.2.
- 2) 林勇朔, 浜岡秀勝: 単路部における無信号二段階横断方式による歩行者・車両の円滑性向上効果, I\_653-I\_663, 土木学会論文集 D, Vol.71, No.5, 2016.
- 3) 村井宏徳, 加藤明里, 神戸信人, 高瀬達夫, 鈴木弘司, 森田緯之: 無信号の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研究, pp.B\_67- B\_75, 交通工学論文集, 第3巻, 第2号(特集号B), 2017.2

## ANALYSIS OF THE RELATIONSHIP BETWEEN DELAY TIME AND TRAFFIC CONDITION DURING OPERATION OF UNSIGNALIZED TWO-STAGE CROSSING ON BASIC ROAD SECTIONS.

Daisuke SUGIYAMA, Sachiko OHASHI and Hiroshi KOBAYASHI