# 交通シミュレーションを用いた二段階横断施設連続設置による円滑性への影響評価

足立　国大[1]・能島　伶奈[2]・伊藤　大貴[3]・鈴木　弘司[4]

[1]正会員　株式会社長大　計画 3 部（〒453-6120 愛知県名古屋市中村区平池町四丁目 60-12）
E-mail: adachi-kn@chodai.co.jp (Corresponding Author)

[2]学生会員　名古屋工業大学　社会工学科（〒466-8555 名古屋市昭和区御器所町）
E-mail: r.nojima.459@stn.nitech.ac.jp

[3]正会員　株式会社長大　計画 3 部（〒453-6120 愛知県名古屋市中村区平池町四丁目 60-12）
E-mail: itou-hr@chodai.co.jp

[4]正会員　名古屋工業大学大学院教授（〒466-8555 名古屋市昭和区御器所町）
E-mail: suzuki.koji@nitech.ac.jp

令和 4 年の交通事故状態別死者数では，歩行中が全体の 36.6%を占めており，令和 3 年から増加に転じた．また，65 歳以上の歩行者の事故類型別死者数を見ると，横断歩道横断中が 28.6%，横断歩道以外横断中が 48.5%となっており，横断歩道をより安全に横断できる形にするほか，横断歩道以外にも安全に横断できる箇所の設置が望まれる．

本研究では，愛知県内のフィールドを対象に現状の無信号横断歩道を二段階横断施設にした場合の影響についてミクロ交通シミュレーションを用いて検証する．さらに，約 250m 離れた信号交差点との間に歩行者優先の横断歩道タイプ，車両側優先の交通島のみタイプの無信号二段階横断施設を設置した場合における歩行者の移動時間短縮効果と車両の円滑性に及ぼす影響について検証する．

***Key Words:*** *two-stage crossing, traffic simulation, basic section, refuge island without zebra crossing*

## 1. はじめに

令和 4 年の交通事故状態別死者数では，歩行中が全体の 36.6%を占めており，令和 3 年から増加に転じた[注 1)]．また，高齢歩行者の単路部における横断中の事故はその 71.8%が横断後半部で発生している状況にあり[注 2)]，横断後半部での歩行者事故対策が求められる．この対策として，無信号の横断歩道を 1 車線ずつでの横断が可能となる二段階横断施設とすることが挙げられる．さらに，65 歳以上の歩行者の事故類型別死者数を見ると，横断歩道横断中が 28.6%，横断歩道以外横断中が 48.5%となっており[注 1)]，既存の横断歩道以外にも付近に安全に横断できる施設の追加設置が望まれる．

二段階横断施設を連続設置した場合における既往研究として，筆者ら[1)]は交通流シミュレーションを用いて，横断歩道タイプの無信号二段階横断施設を 50m～200m の間隔で 2 つ設置した場合における自動車，歩行者の遅れ時間を評価した．その結果，横断歩行者の交通量が 100 人/時/方向以下の交通状況では二段階横断施設を 50m 程度の狭い間隔で設置することが可能であるとした．しかしながら，**図-1** に示すように信号交差点などがない単路部で歩行者の発生・集中地点も中央の 1 箇所と理想状態を仮定して評価しており，実フィールドと乖離がある．他方，筆者ら[2)]は横断歩道タイプ以外の二段階横断施設として，車両側に一時停止の義務がない歩行者横断指導線に着目し，同じく交通流シミュレーションを用いて検証を行ったところ，自動車交通量が少ない場所には，横断指導線タイプの二段階横断施設を設置することで横断歩道タイプよりも自動車，歩行者双方の遅れ時間が減少することを明らかにした．

そこで本研究では，愛知県内のフィールドを対象に現状の無信号横断歩道を二段階横断施設にした場合の影響

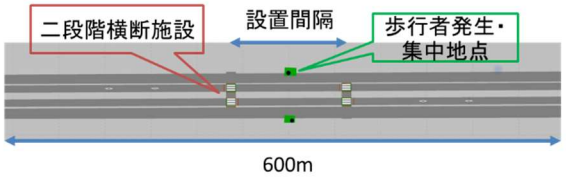



**図-1**　既往研究[1)]での交通流シミュレーションによる二段階横断施設の検討概要




**図-2**　分析対象区間の道路環境，沿道立地条件

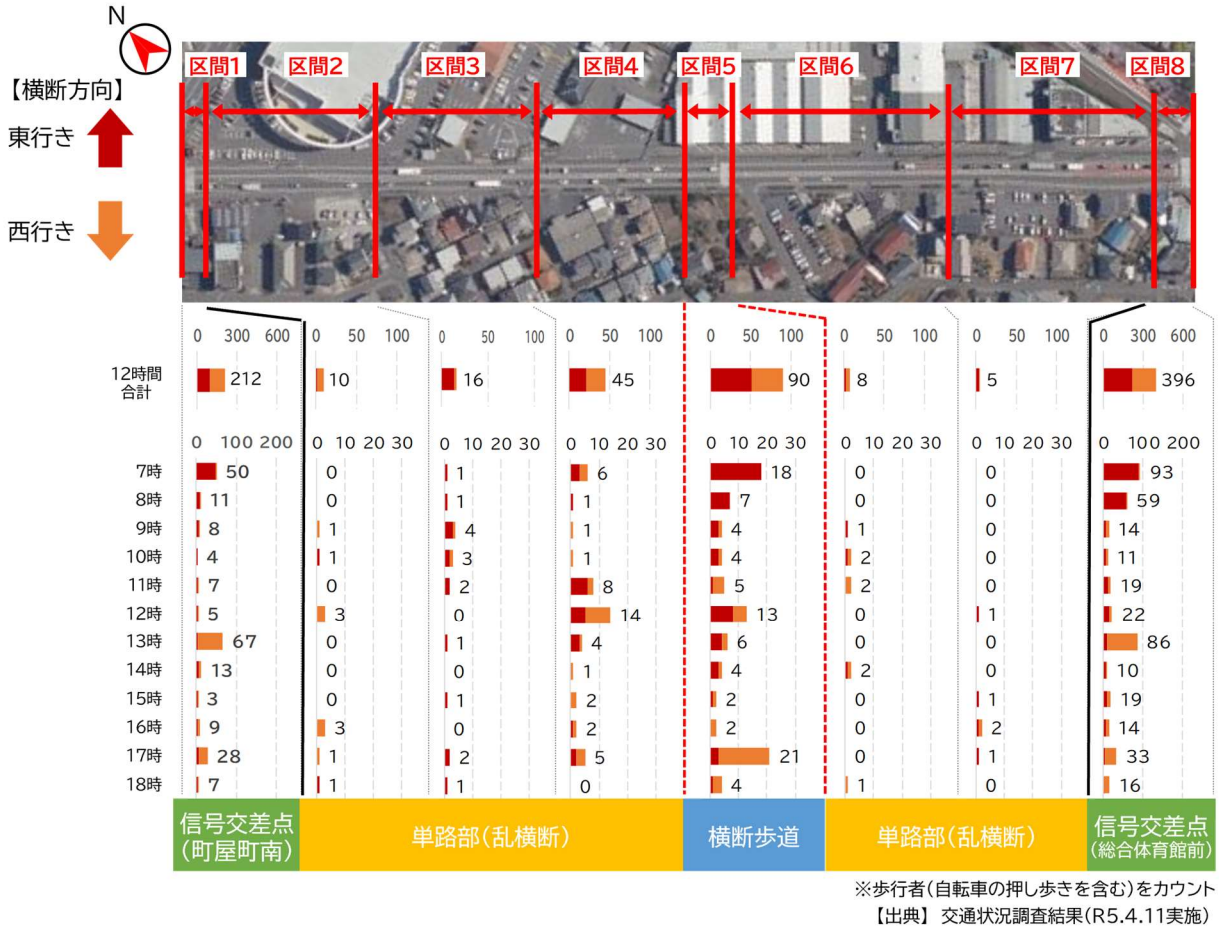



**図-3**　分析対象区間の横断位置別・時間帯別横断者数

についてミクロ交通シミュレーションを用いて検証する．さらに，約 250m 離れた信号交差点との間に安全に横断できる追加施設として，歩行者優先の横断歩道タイプ，車両側優先の交通島のみタイプの無信号二段階横断施設を設置した場合における歩行者の移動時間短縮効果と車両の円滑性に及ぼす影響について検証する．

対象とするフィールドは**図-2** に示すように，480m の信号交差点間に無信号横断歩道がある箇所である．横断歩道は工場と工場の従業員用の駐車場を結ぶ動線上にあり，付近にバス停が存在する．当該区間の横断位置別の横断者数を確認すると，**図-3** より，横断歩道が設置されている区間 5 以外にも南側の細街路と北側の飲食店の動線上にある区間 3 や区間 4 で横断歩道外横断（以下，乱横断）が発生していることが確認できる．

## 2.　交通流シミュレーションの設定条件

本章では，交通流シミュレーションの設定条件を示す．シミュレーションソフトにはVissim（ドイツPTV社）を

用いる．なお，本研究は既往研究[1]を参考に行っているため，本章では主に既往研究[1]と異なる点について示す．

また，本研究では，**表-1**に示す交通状況の異なる4つの時間帯（7時台，9時台，12時台，17時台）に着目する．

### (1) 幾何構造

本研究では，**表-2**に示すように5つのケースの検討を行った．**表-2**中の括弧内は各区間の横断施設を横断する歩行者の発生位置を示している．横断施設設置位置は**図-4**に示すとおりである．ここで，区間3に新設する横断位置を断面a，区間5の既存の横断位置を断面bとする．

また，道路の横断面構成は，**図-5**に示すように車道3.5m，横断歩道幅4.0mとした．

### (2) 信号パラメータ

対象リンクの両端にある2つの信号を実際の信号サイクルをもとに**図-6**のように設定した．なお，南側の交差点では交通量が多く，対象リンクが青信号になる瞬間まで交差点内の残存車両が確認されていることから，既往研究[3]を参考に青時間を2秒短くしている．

### (3) 車両・歩行者のパラメータ

車両挙動のパラメータとして，自動車の希望走行速度は，渋滞の少ない9時・10時台に実際に計測された速度分布を利用し，**図-7**に示す割合で設定した．また，その他パラメータに関しては 17 時台は混雑が発生していることから車間距離をあけることで交通流率の調整を行った．その他の時間帯及び 17 時台の下り路線のパラメータについては**表-3**に示すように初期値を使用した．

また，歩行者挙動のパラメータは**表-4**に示すよう全て初期値を使用した．

なお，幅のある設定値はランダムで発生する．

### (4) 入力交通量

入力交通量は，**表-5**の各時間帯に実際に計測された交通量を使用した．なお，当該区間に存在する路線バスは**表-5**に示す台数を，実際の路線バスと同様の間隔で発生させている．その他の車両発生間隔は指数分布に従う設定としている．また，自動車は**表-6**に示すように実際に計測された小型車，大型車の台数割合で発生させている．

また，歩行者の発生・集中箇所は**図-3**の区間 2~7 に道路の両端に 1 か所ずつの計 12 地点に設置した．歩行者発生量も**表-7**に示すように実際に計測された人数を使用している．なお，歩行者は必ず発生位置の向かいにある歩行者発生エリアまで歩くよう設定している．

### (5) 横断歩道における交通ルール

**表-1** シミュレーションを実施する時間帯

| 時間帯 | 特徴 |
|---|---|
| 7時台 | 下り方向が渋滞，東行きの横断多い |
| 9時台 | 双方向渋滞なし，区間3の乱横断多い |
| 12時台 | 双方向の横断者が多い |
| 17時台 | 上り方向が渋滞，西行の横断多い |

**表-2** 検討するケース

| | 断面 a | 断面 b |
|---|---|---|
| ケース 1<br>(現況再現) | なし | 横断歩道<br>(区間 5) |
| ケース 2 | なし | 二段階横断歩道<br>(区間 5) |
| ケース 3 | なし | 二段階横断歩道<br>(区間 2～7) |
| ケース 4 | 二段階横断歩道<br>(区間 2～4) | 二段階横断歩道<br>(区間 5) |
| ケース 5 | 交通島<br>(区間 2～4) | 二段階横断歩道<br>(区間 5) |

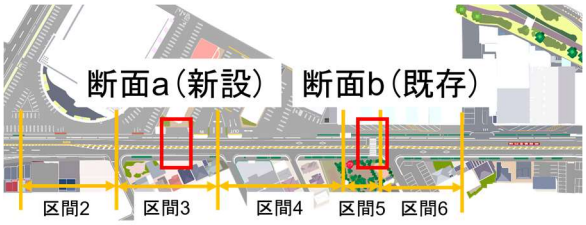



**図-4** 横断施設の位置

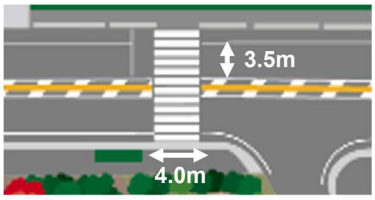



**図-5** 対象区間（既存横断歩道付近）の横断面構成

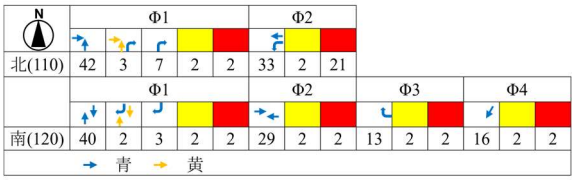



**図-6** 信号現示階梯

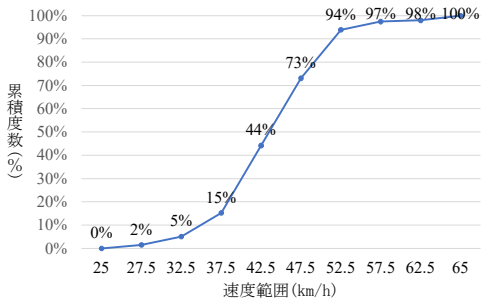



**図-7** 希望走行速度の設定値(N=197)

本シミュレーションでは車両発生時に歩行者優先を遵守する（譲る車）と遵守しない（譲らない車）に分けて車両を発生させており，横断歩道における車両側の通過・停止判断ならびに走行方法は発生時の属性により異なる設定としている．譲らない車と定義された車両は横断歩道端および交通島における横断者の有無によらず通過する．また，譲る車と定義された車両およびバスについては，見通しの良い道路であると仮定し，各自動車の走行速度で 11.5 秒間で進むことのできる距離だけ手前から停止線までの間を走行中に横断者がいない場合には通過し，横断者がいる場合には表に示されるパラメータ内で停止できる場合に減速し，横断者が横断完了したのち再加速するとしている．

また，歩行者の横断・待機判断は，歩道端および交通島に到着した際に表に示されるギャップパラメータで横断停止判断する設定としている．なお，**表-8** に示すギャップパラメータは車両の走行速度および歩行速度を参考に設定した．ここで，待機している横断者に近い車線を Near 側，遠い車線を Far 側とする．

なお，シミュレーション映像を確認し，車両が不自然なブレーキをかけるといった挙動や歩行者と車両が接触する事象が発生しないことを確認している．

### (6) 横断歩道における譲り割合の設定

遅れ時間に最も影響を及ぼす要因として，横断歩道において車両が横断者優先を遵守し，横断者へ通行権を譲る割合が考えられる．本研究では，ケース 1（現況再現）においては，実際に計測された譲り割合を使用した．また，二段階横断施設については既往研究 [4]を参考にし，横断歩道の場合の譲り率と二段階横断施設にした際の譲り率の比が等しくなるよう設定を行った．譲り割合の既往研究の値，観測値，仮定値，設定値，計測値を**表-9** に示す．

今回のシミュレーションによる検討ではこの譲り割合に合うように車両発生時に譲る車両と譲らない車両の属性を与えて処理しており，先頭車両か追従車両かによって譲り割合を変更するような設定は行っていない．また，本研究で使用した譲り割合モデルは，歩行者が横断待機開始後に到着した全車両を対象としたものである．

### (7) シミュレーションの計算条件

本研究では，各シミュレーションにつき 20 分の準備時間と 1 時間の計測時間でそれぞれ 3 回ずつシミュレーションを行い，車両の滞留長および滞留長の平均値，車両と歩行者の遅れ時間および両者の平均遅れ時間，歩行者の旅行時間を算出する．滞留長は対象リンク両端交差点の直進方向車線の停止線からシミュレーション時間 5 分ごとの最大滞留長を計測する．なお，滞留長の判断基準は，車両の走行速度が 5km/h 以下の車両を滞留した車両，また，その車両の走行速度が 10km/h 以上となったとき滞留していない車両として判断する．滞留長は，各両端交差点における停止線からの車両の停車距離を計測し，最後尾の車両から 20m 離れると滞留長にカウントされない．また，歩行者の旅行時間は，各シミュレーションの歩行者が，発生位置から到着位置までにかかる時間を計測する．遅れ時間は既往研究 [1]と同様に計測している．

**表-3** 自動車パラメータ

| | 小型自動車 | 大型自動車 | バス |
|---|---|---|---|
| 車両寸法（幅×長さ） | 1.85~2.07×3.75~4.76m | 2.50×10.22m | 2.57~3.04×8.80~8.90m |
| 最大減速度 | -7.50m/s$^2$ | -5.50m/s$^2$ | -7.50m/s$^2$ |
| 最大加速度 | 3.50m/s$^2$ | 7.30m/s$^2$ | 1.24m/s$^2$ |

**表-4** 歩行者パラメータ

| 男女割合 | 歩行速度 |
|---|---|
| 男：女=1:1 | 0.71〜1.6 m/s |

**表-5** 自動車，バス交通量[台/時間]

| | 自動車 | | | バス | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 時間帯 | 上り | 下り | 計 | 上り | 下り | 計 |
| 7 時台 | 350 | 424 | 774 | 7 | 4 | 11 |
| 9 時台 | 415 | 522 | 937 | 4 | 1 | 5 |
| 12 時台 | 467 | 519 | 986 | 4 | 3 | 7 |
| 17 時台 | 478 | 501 | 979 | 5 | 7 | 12 |

**表-6** 車両構成

| 時間帯 | 小型車 | 大型車 |
|---|---|---|
| 7 時台 | 86% | 14% |
| 9 時台 | 89% | 11% |
| 12 時台 | 89% | 11% |
| 17 時台 | 94% | 6% |

**表-7** 歩行者交通量[人/時間]

| 時間帯 | 東行 | 西行 | 計 |
|---|---|---|---|
| 7 時台 | 22 | 3 | 25 |
| 9 時台 | 7 | 4 | 11 |
| 12 時台 | 14 | 17 | 31 |
| 17 時台 | 8 | 22 | 30 |

**表-8** ギャップパラメータ

| 横断歩道，乱横断 | 二段階横断歩道 |
|---|---|
| Near 側：6.0s<br>Far 側：11.0s | 歩道端，交通島：4.5s |

**表-9** 譲り割合(N：計測時の車両台数)

| 横断施設 | 既往研究値 | 実測値，仮定値 | 設定値 | 計測値 |
|---|---|---|---|---|
| 横断歩道(現況) | 36% | 35%<br>(N=61) | 30% | 33%<br>(N=92) |
| 二段階横断施設 | 53% | 51% | 44% | 50%<br>(N=46) |
| 交通島 | | 0% | 0% | |

## 3. シミュレーションの結果

### (1) 滞留長

本節では，各時間帯において道路構造を変化させた際の対象リンクの停止線からの自動車の滞留長の長さを比較するために，1 時間の計測時間における 5 分ごとの最大滞留長の平均値の算出結果を**表-10**，ケース 1 の各時間帯の方向別結果を 1 とした時の他のケースの各時間帯の相対度数のグラフを**図-8** に示す．

**表-10 より**，現況とケース 1 を比較すると，17 時台の上りで最大 64m の差があるものの，交通流は概ね再現できているといえる．

**表-10** および**図-8** より，滞留長が大きく伸びることがないため，二段階横断施設や交通島の設置による滞留長への影響は少ないと考えられる．また，17 時台の下りでは，ケース 2~5 の全てにおいて滞留長が短くなっている．さらに**図-8** から，滞留長はケース 4 において長くなる傾向があり，ケース 5 では短くなる傾向がある．ここで，ケース 4 は断面 a に二段階横断施設を設置しており，横断施設上に車両が停止をしないようにしているため，横断施設分だけ他のケースに比べて滞留長が長くなることが考えられる．なお，滞留長は最後尾の車両から 20m 離れると滞留長にカウントされないため，滞留長の短くなっているケースは，横断施設での譲りによる停止により計測値が小さくなった可能性も考えられる．

### (2) 自動車遅れ時間

本節では，各時間帯において道路構造を変化させた際に，自動車の対象リンク走行時間がどの程度変化するかを比較するため，1 時間の計測時間中に発生・到着が完了し，待ち時間が 0.1 秒以上のある自動車の遅れ時間を計測し，その遅れ時間の平均値である平均遅れ時間を算出する．その算出結果を**表-11**，ケース 1 の各時間帯の方向別結果を 1 とした時の他のケースの各時間帯の相対度数を**図-9** に示す．

**表-11** より，7 時・9 時・12 時台では変化があまりなく，17 時では短くなる傾向がある．特に 17 時台の下りではすべてのケースで遅れ時間が 10%短くなっている．また，**図-9** より，各時間帯を合わせてみると，遅れ時間が著しく長くなることはなく，特にケース 5 ではすべての時間帯で短くなることが分かる．

### (3) 歩行者遅れ時間

本節では，各時間帯において道路構造を変化させた際に，歩行者にどの程度の遅れが発生するかを比較するため，1 時間の計測時間中に発生・到着が完了した全歩行者の遅れ時間の平均値である平均遅れ時間の算出結果を**表-12**，ケース 1 の各時間帯の方向別結果を 1 とした時の

**表-10** 平均滞留長 [m]

| 時間帯 | 方向 | 現況 | ケース 1 (現況再現) | ケース 2 | ケース 3 | ケース 4 | ケース 5 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 7 時台 | 上り | 83 | 77 | 76 | 79 | 77 | 77 |
| | 下り | 260 | 255 | 249 | 262 | 258 | 256 |
| 9 時台 | 上り | 110 | 99 | 96 | 96 | 100 | 96 |
| | 下り | 92 | 130 | 126 | 126 | 135 | 126 |
| 12 時台 | 上り | 135 | 106 | 105 | 105 | 105 | 105 |
| | 下り | 108 | 132 | 135 | 135 | 140 | 133 |
| 17 時台 | 上り | 351 | 287 | 286 | 287 | 268 | 283 |
| | 下り | 86 | 135 | 108 | 107 | 109 | 108 |

5%増加　10%増加　5%減少　10%減少

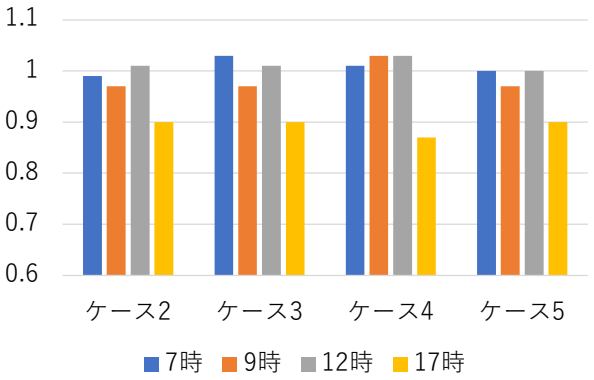



**図-8** 滞留長の相対度数

**表-11** 自動車の平均遅れ時間 [s/台]

| 時間帯 | 方向 | ケース 1 (現況再現) | ケース 2 | ケース 3 | ケース 4 | ケース 5 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 7 時台 | 上り | 44.02 | 43.03 | 43.3 | 43.26 | 42.58 |
| | 下り | 178.76 | 168.34 | 184.14 | 176.6 | 177.31 |
| 9 時台 | 上り | 51.69 | 51.21 | 51.22 | 46.89 | 51.21 |
| | 下り | 41.94 | 40.63 | 40.83 | 45.74 | 40.58 |
| 12 時台 | 上り | 49.97 | 48.65 | 48.77 | 48.57 | 48.28 |
| | 下り | 43.88 | 45.28 | 45.48 | 46.1 | 44.6 |
| 17 時台 | 上り | 191.1 | 183.43 | 182.5 | 167.56 | 178.42 |
| | 下り | 55.05 | 39.72 | 39.95 | 40.26 | 39.88 |

5%増加　10%増加　5%減少　10%減少

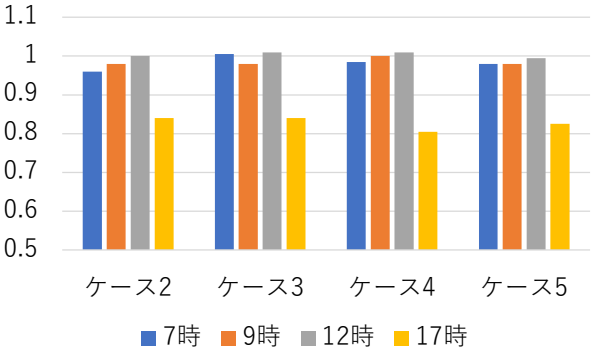



**図-9** 自動車平均遅れ時間の相対度数

他のケースの各時間帯の値を**図-10**，横断施設を利用した横断者の平均遅れ時間の算出結果を**表-13** に示す．

**表-12**，**図-10** より，全歩行者の遅れ時間は17時台のケース 4 を除いたすべてのケースにおいて短くなっている．これは，横断歩道を二段階横断施設にしたことで，譲り率が向上した事が要因と考えられる．一方，**表-13** では，17 時台のケース 4 は遅れ時間が短くなっている．これら**表-12**，**表-13** より横断施設を使用しない乱横断者の遅れ時間が長くなっていることが分かる．また，**表-12** より，横断施設利用横断者の遅れ時間はケース 2~4 では短く，ケース 5 では長くなる傾向がある．ケース 5 は交通島利用者も含んでいるため，横断歩道および二段階横断施設利用者の平均遅れ時間と比べて長くなっていると考えられる．

これらより，全横断者の視点からはケース 2，3 が全ての時間帯において遅れ時間が短くなっており有効であると考えられる．また，横断施設利用者の視点からは，ケース 2 が全ての時間帯において遅れ時間が短くなっており有効であると考えられる．

### (4) 歩行者の平均旅行時間

本節では，各時間帯において横断施設の変更や横断位置が変わる区間 2~4 から発生した歩行者の平均旅行時間がどのように変化するかを比較する．1 時間の計測時間中に発生・到着が完了した区間 3 で発生した歩行者の旅行時間の平均値を**表-14**，区間2~4で発生した歩行者の旅行時間の平均値を**表-15** に示す．なお，12 時台は区間 3 から発生する歩行者がいないため，斜線としている．

**表-14** より，区間 3 で発生した歩行者の旅行時間はケース 3 で大きくなり，ケース 4 で短くなる傾向がある．ケース 3 は発生・到着位置から横断位置までの距離が長くなるため平均旅行時間が長いと考えられる．また，ケース 4 では，車両の譲り割合が高く，二段階横断施設であるため横断を判断する際のギャップ時間が短くて良いことから，旅行時間が短くなっていると考えられる．**表-15** より，多くのケースで旅行時間が長くなる傾向があるものの，17 時台ではすべてのケースにおいて旅行時間が短くなる．ケース 3~5 は発生位置から横断位置までの距離が長くなる歩行者もいるため，旅行時間が長くなっていると考えられる．

### (5) 歩行者と自動車の双方の観点からの結果

本節では，前節までの結果を合わせて歩行者と自動車の双方の視点から評価を行う．

(1)，(2)より，自動車への影響はケース 5 が最も小さく，ケース 4 が最も大きいと考えられる．なお，滞留長，自動車遅れ時間はともにどのケースでも大きく交通流が悪くなるような変化が見られなかった．

**表-12**　全歩行者の平均遅れ時間 [s/人]

| 時間帯 | ケース 1（現況再現） | ケース 2 | ケース 3 | ケース 4 | ケース 5 |
|---|---|---|---|---|---|
| 7 時台 | 42.51 | 40.75 | 10.31 | 6.27 | 42.20 |
| 9 時台 | 13.08 | 12.61 | 2.64 | 5.30 | 8.53 |
| 12 時台 | 6.61 | 5.52 | 3.61 | 3.71 | 4.87 |
| 17 時台 | 43.16 | 21.68 | 2.07 | 49.23 | 26.87 |

5%増加　10%増加　5%減少　10%減少

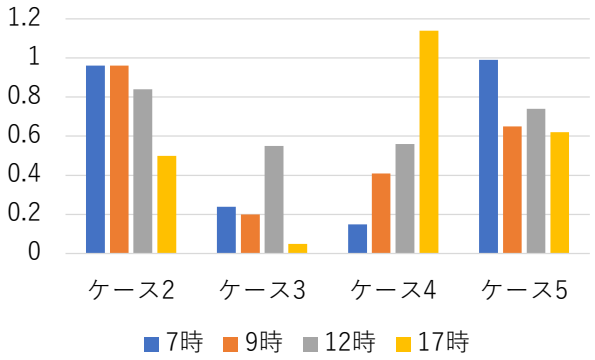



**図-10**　全歩行者平均遅れ時間の相対度数

**表-13**　横断施設利用歩行者の平均遅れ時間 [s/人]

| 時間帯 | ケース 1（現況再現） | ケース 2 | ケース 3 | ケース 4 | ケース 5 |
|---|---|---|---|---|---|
| 7 時台 | 12.58 | 8.42 | 10.31 | 6.27 | 42.2 |
| 9 時台 | 2.65 | 1.56 | 2.64 | 3.02 | 4.78 |
| 12 時台 | 7.18 | 3.88 | 3.61 | 2.87 | 4.08 |
| 17 時台 | 1.49 | 0.55 | 2.07 | 1.48 | 23.51 |

5%増加　10%増加　5%減少　10%減少

**表-14**　区間 3 に発生した歩行者の平均旅行時間 [s/人]

| 時間帯 | ケース 1（現況再現） | ケース 2 | ケース 3 | ケース 4 | ケース 5 |
|---|---|---|---|---|---|
| 7 時台 | 178.27 | 37 | 230.4 | 33.63 | 172.77 |
| 9 時台 | 57.68 | 58.22 | 235.6 | 37.08 | 43.33 |
| 12 時台 | | | | | |
| 17 時台 | 226.07 | 180.83 | 485.77 | 36.28 | 244.67 |

5%増加　10%増加　5%減少　10%減少

**表-15**　区間 2~4 に発生した歩行者の平均旅行時間 [s/人]

| 時間帯 | ケース 1（現況再現） | ケース 2 | ケース 3 | ケース 4 | ケース 5 |
|---|---|---|---|---|---|
| 7 時台 | 266.26 | 278.26 | 174.34 | 96.85 | 356.92 |
| 9 時台 | 55.06 | 60.36 | 243.75 | 64.58 | 65.37 |
| 12 時台 | 62.72 | 65.39 | 198.29 | 119.04 | 131.71 |
| 17 時台 | 756.96 | 514.26 | 317.99 | 146.84 | 416.3 |

5%増加　10%増加　5%減少　10%減少

また，(3)，(4)より，全歩行者の歩行者の遅れ時間は短くなるものの，旅行時間はケース 3 で特に長くなり，ケース 4 で短くなる傾向がある．また，ケース 5 も 9 時・12 時台ではケース 4 と同程度に旅行時間が短くなる傾向があるものの，7 時・17 時台ではあまり短くなっていない．これは，渋滞の発生により交通島のみの横断施設の箇所に車両が停車してしまうことにより渡ることができないことがあることや，歩行者優先でない交通島で

あるため車両による譲りがないことが要因であると考えられる.

これらから，自動車への影響が小さく，また，歩行者の旅行時間，待ち時間を短縮することができるケースはケース 4，5 であると考えられる.

## 4. まとめ

本研究では，既設の無信号横断歩道を横断歩道タイプの二段階横断施設に変更した場合，さらに隣接する信号交差点間に新たな横断施設として横断歩道タイプと交通島タイプの二段階横断施設をそれぞれ設置した場合の自動車，歩行者双方への影響について交通流シミュレーションにより検討した.

その結果，いずれのケースにおいても隣接信号交差点の滞留長への影響は小さいことが分かり，二段階横断施設の設置が自動車交通の円滑性へあまり影響しないことが示された．また，自動車の遅れ時間で見ると，17 時台のように渋滞する車線側から横断する歩行者が多い場合，横断歩道では，渋滞側が譲るまで非渋滞側も譲り続けるため待機時間が長くなるが，二段階横断施設では横断者が渋滞側の歩道端にいるとき，非渋滞側の車線では譲りが発生しないため，横断者のために譲る場合の待機時間が短くなり，遅れ時間が小さくなることが分かった.

一方で，歩行者視点に立つと，全体的には乱横断をするよりも平均遅れ時間が短くなることが分かった．ただし，平均遅れ時間が短くなる場合でも平均旅行時間は長くなるケースもあるため，遅れのみでなく，横断施設までの移動時間を考慮した旅行時間の双方の観点からの評価が必要であることが分かった.

今後の課題として，横断者の移動時間の短縮度合を検証するなどして，二段階横断施設の適切な設置間隔や交通島のみを設置した場合の優位性を明らかにしていくことが挙げられる.

**謝辞**：本研究の実施にあたり，愛知県建設局道路維持課の協力を得た．ここに記して謝意を表する.

**NOTES**

注1) 令和 5 年 3 月 2 日，警察庁交通局：令和 4 年における交通事故の発生状況について.

注2) ITARDA: 高齢歩行者の道路横断中の事故～道路横断中の安全確認が衝突事故を防ぐ，ITARDA INFORMATION 交通事故分析レポート No. 118, 2016.

**REFERENCES**

1) 足立国大，鈴木弘司：譲り挙動を考慮した単路部二段階横断施設の適切な設置間隔に関する分析，土木学会論文集 D3 (土木計画学), Vol. 78, No. 1, pp.1-12 2022.
2) 足立国大，鈴木弘司，伊藤大貴，池水丈明：歩行者横断指導線の認知度と二段階横断施設への適用可能性に関する分析，交通工学論文集，第 8 巻，第 2 号（特集号 A），pp.A_22-A_31，2022.2.
3) 香山裕紀，鈴木弘司：観測調査に基づいた自動運転車の挙動特性と交差点での交通流へ与える影響の分析，交通工学論文集，第 5 巻，第 2 号(特集号 A), pp.A20-A26，2019.2
4) 永脇有里子，白木輝，鈴木弘司：多車線道路上の二段階横断施設における導入効果の検証，土木計画学研究・講演集，第 67 巻，pp.2-16，2023.5

**(Received October 13, 2023)**

# EVALUATION OF THE IMPACT ON SMOOTHNESS OF CONTINUOUSLY INSTALLED TWO-STAGE CROSSING FACILITIES USING TRAFFIC SIMULATION

Kunihiro ADACHI, Rena NOJIMA, Hiroki ITO and Koji SUZUKI