

無信号横断歩道における二段階横断方式の適用による歩行者遅れへの影響分析

名古屋大学工学部 学生会員 石山 良太
名古屋大学大学院 正会員 後藤 梓

名古屋大学大学院 フェロー会員 中村 英樹

1. はじめに

横断歩道は横断者の安全・円滑な横断が優先的に確保されるべき場所であり、道路交通法には無信号横断歩道における歩行者の優先権が明示されている。しかしながら、わが国ではこれが必ずしも遵守されているとは言い難い。横断者に通行権を譲らない車両が多くいることで、横断者の待ち時間が増大するだけでなく、長い待ち時間を嫌う無理な横断判断が誘発されるなどの問題が生じていると考えられる。

このような現状に対して歩行者の優先権を確保するため、近年、「二段階横断方式」が注目されている。二段階横断方式とは、道路中央部に設けられた交通島を利用して横断歩道を二段階で渡る方式のことである。これにより一度の横断時間が短くなり、また横断の際の安全確認が一方方向で良くなることから、従来の横断方式と比べて円滑性・安全性の向上が期待されている。

しかしながら、わが国における二段階横断方式の適用事例は未だ限られており、横断時の安全性と円滑性に対する改善効果を、交通条件に応じて定量的に評価することが望まれる。そこで、本稿では、まずは円滑性に着目して、横断者の遅れを標準横断方式(通常通り横断歩道を一度で横断する方式)と二段階横断方式の場合の比較・評価することを目的とする。

2. 分析

本研究では、Highway Capacity Manual 2010 (以降、HCM)¹⁾に示される無信号交差点および単路部における横断歩道の歩行者遅れ推定式を用いて、横断歩行者および自転車の遅れを算出する。HCMでは、横断歩行者の平均遅れ d_p は、式(1)~(4)により推定される。

$$d_p = \sum_{i=1}^n h(i-0.5)P(Y_i) + \left\{ P_d - \sum_{i=1}^n P(Y_i) \right\} \frac{d_g}{P_d} \quad (1)$$

$$P(Y_i) = P_d M_y (1 - M_y)^{i-1}; \text{単車線道路} \quad (2a)$$

$$P(Y_i) = \left[P_d - \sum_{j=0}^{i-1} P(Y_j) \right] \left[\frac{2P_b(1-P_b)M_y + P_b^2 M_y^2}{P_d} \right]; \text{二車線道路} \quad (2b)$$

$$P_d = 1 - \left\{ 1 - (1 - e^{-\frac{t_c v}{L}}) \right\}^L \quad (3)$$

$$d_g = \frac{1}{v} (e^{t_c v} - t_c v - 1) \quad (4)$$

ここに、 h : 車線毎の平均車頭時間[sec], $P(Y_i)$: i 回目の横断時に車両による譲りが発生する確率, P_d : 横断時に遅れを被る確率, d_g : 横断時に車両による譲りが全く発生しない場合の平均遅れ[sec], $n = \text{Int}(d_{gd}/h)$: 横断可能なギャップが生じるまでに横断者が横断判断を行う回数, L : 車線数, v : 交通流率[veh/h], t_c : クリティカルギャップ[sec], M_y : 譲り率である。

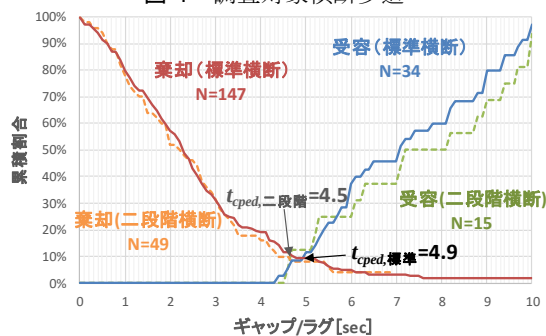
二段階横断方式の遅れは、片側車線の横断に要する遅れを二倍して求める。いま、対面二車線道路を考えたとき、片側車線だけの横断に要する遅れの計算では、交通流率 v 、車線数 L は、標準横断方式の値の1/2となるものとする。 $P(Y_i)$ の計算式は標準横断方式では式(2b)であるが、二段階横断方式では式(2a)となる。

また、標準横断方式に比べて二段階横断方式では、安全確認が一方方向で良いことから、クリティカルギャップ t_c が変化すると考えられる。クリティカルギャップ t_c とは、横断判断における受容/棄却の境界となる値であり、安全性・円滑性の両面に関係する重要な指標のひとつである。HCMでは、この値を、横断歩道長 L_{cw} [m]を平均横断速度 S_p [m/sec]で除した横断所要時間に、横断者の初動およびクリアランス損失時間 t_s [sec]を加えた $t_c = L_{cw}/S_p + t_s$ を用いて推定するものとしている。

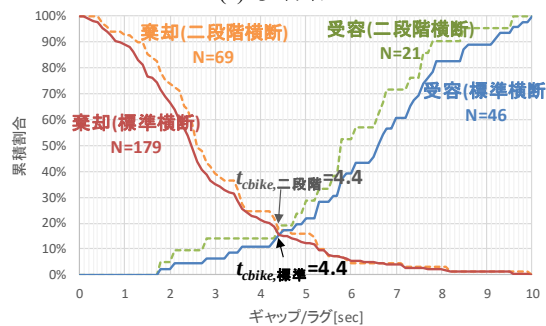
しかしながら、 t_c は横断歩道の幾何構造、地域特性や横断者の属性等、様々な条件により変化するものと考えられ、上式で求められる理論値が実際の横断者の判断基準となっているかは十分に検証が必要である。そのため、本研究では、実際の無信号横断歩道において観測調査を実施して横断歩行者・自転車の受容/棄却ギャップを観測し、これに基づき算出される t_c によって遅れを推定することとする。このとき、



図-1 調査対象横断歩道



(a) 歩行者



(b) 自転車

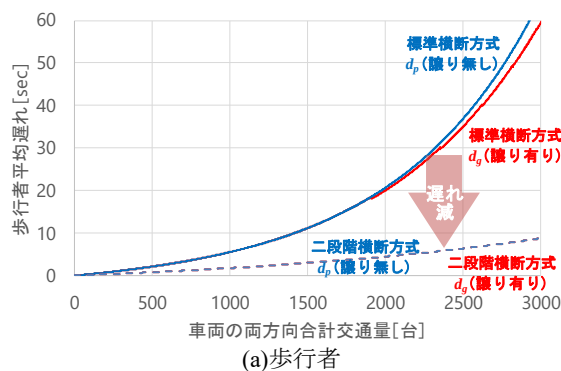
図-2 クリティカルギャップ分析結果

標準横断方式については全ての車両に生じるギャップ/ラグを、二段階横断方式については横断者に近い車線側の交通流に生じたギャップ/ラグのみを用いて分析することで、標準横断方式・二段階横断方式の t_c をそれぞれ算出する。

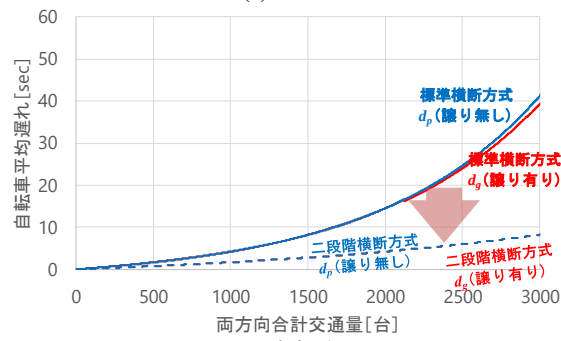
なお、観測調査は、2016年11月15日(火)14:15~16:30および11月16日(水)10:15~16:30に、名古屋市市中村区稲葉地町にある横断歩道を対象に実施した。対象横断歩道は、図-1に示す通り、対面二車線道路の単路部にあり、ポールと路面標示による簡易的な交通島が設けられている。横断歩道長は10.6[m]である。

3. 結果

クリティカルギャップ t_c の算出結果を図-2に示す。ただし、車両は普通車のみ、ギャップ/ラグが10[sec]以上のものは分析から除外している。また、対面方向の歩行者の有無は横断判断に影響を及ぼさないと仮定しこれらを区別していないほか、最大5人程度の集



(a) 歩行者



(b) 自転車

図-3 平均遅れ分析結果

団での横断の場合もデータに含めている。また、高齢者等の詳細な横断者属性は区別していない。

図-2より、 t_c の値は自転車より歩行者の方がわずかに長く、歩行者については標準横断方式>二段階横断方式となっている。自転車については、横断方式による違いがみられず、精査が必要である。

この結果を式(1)~(4)に代入し、横断者の平均遅れを計算した結果を図-3に示す。これより、二段階横断方式(破線)により、特に交通量が多い状況において、遅れを減少させる効果が大きいことがわかる。この傾向は特に、横断方式によりクリティカルギャップ t_c に違いがある歩行者について顕著である。なお、図中には、観測された譲り率 M_y (対歩行者: 11%, 対自転車: 9%)を考慮した遅れ d_p (赤線)と考慮しない遅れ d_g (青線)の両方を掲載しているが、譲り率 M_y が低いため、その違いはわずかである。

4. おわりに

本稿では、横断時の円滑性に着目して、標準横断方式と二段階横断方式の場合のクリティカルギャップおよび遅れを計算・比較することにより、二段階横断方式の効果を定量的に分析した。横断者属性等による違いや、安全性の評価を行うことが今後の課題である。

参考文献

1) Highway Capacity Manual. Transportation Research Board, National Research Council, Washington D.C., 2010.