

# 歩車分離式制御の交差点における ムーブメント制御の導入による渋滞緩和効果に 関する研究

小川 圭一<sup>1</sup>・三ヶ島 慎哉<sup>2</sup>・屋木 祥五<sup>3</sup>

<sup>1</sup>正会員 立命館大学准教授 理工学部都市システム工学科 (〒525-8577 滋賀県草津市野路東 1-1-1)  
E-mail: kogawa@se.ritsumei.ac.jp

<sup>2</sup>正会員 東日本旅客鉄道株式会社 (〒151-0053 東京都渋谷区代々木 2-2-2)

<sup>3</sup>学生会員 立命館大学大学院 理工学研究科環境都市専攻 (〒525-8577 滋賀県草津市野路東 1-1-1)

近年、ムーブメント制御と呼ばれる信号制御方式が試験的に導入されている。しかしながら、現在では導入事例が少ないため、ムーブメント制御の導入が有効となる交通量の条件が明確になっていない。本研究では、ムーブメント制御が通常の歩車分離式制御と比較してどのような交通条件で有効であるかを、仮想的な交差点での交通シミュレーションによって検証する。具体的には、ムーブメント制御の導入が有効であるとされている交通量の時間的変動と、対向方向との交通量の差異に着目し、歩車分離式制御との比較によって、ムーブメント制御（歩行者専用現示方式）の導入が有効となる交通量の条件を明らかにすることを目的とする。

**Key Words:** traffic signal, signal control based on movement

## 1. はじめに

日本の道路交通における信号の多くは決められた現示を一定周期で表示する定周期式信号である。定周期式信号はシステムが単純である反面、交通量の小さい流入部に対しては無駄な青時間を表示してしまう。一方で、交通量の大きい流入部に対して必要な青時間を表示できず、渋滞を発生させる原因となる。

このような問題を解消するため、近年、非定周期式であるムーブメント制御と呼ばれる信号制御方式が試験的に導入されている。しかしながら、現在では導入事例が少ないため、ムーブメント制御の導入が有効となる交通量の条件が明確になっていない。

そこで本研究では、ムーブメント制御が通常の歩車分離式制御と比較してどのような交通条件で有効であるかを、仮想的な交差点での交通シミュレーションによって検証する。具体的には、ムーブメント制御の導入が有効であるとされている交通量の時間的変動と、対向方向との交通量の差異に着目し、歩車分離式制御との比較によって、ムーブメント制御（歩行者専用現示方式）の導入が有効となる交通量の条件を明らかにすることを目的とする。

## 2. ムーブメント制御の概要と現状

### (1) ムーブメント制御の概要<sup>1)4)</sup>

ムーブメント制御とは、交差点各流入部の左折・直進・右折といった車両や歩行者の動線（ムーブメント）別に配置された信号灯器により、個々のムーブメントを独立に制御する方式である。近年、警察庁が策定した次世代信号制御システム事業の1つとしてムーブメント制御が挙げられている。

警察庁によると「ムーブメント制御とは、流入路（ムーブメント）単位で青時間をコントロールすることにより、交通需要の小さい方向の青時間を削減し、需要の大きい方向の青時間に割り当てる信号制御方式であり、無駄な青時間の削減（渋滞の解消）とともに、錯綜する動線の回避（交通事故の抑止）が期待できる。」とされている。また、その目的として「交通渋滞が慢性化している路線の円滑化を図るとともに、CO<sub>2</sub>排出量の削減など環境に配慮した交通管理の推進に資する。」とされている。実際には、交差点流入部の上流に設置された感知器によって車線ごとの状況を把握し、矢印信号を用いてリアルタイムに効率よく交通量を処理するといった状況となる。

## (2) 歩車分離式制御とムーブメント制御

ムーブメント制御は歩行者を含めたすべてのムーブメントの交錯をなくしていることから、通常の歩車分離式制御と関連するところが大きい。

歩車分離式制御は、車両と歩行者の交錯をなくして交差点における安全性を高める目的で登場した。日本においては、おもにスクランブル方式、歩行者専用現示方式、右左折車両分離方式、右折車両分離方式の4種類の制御方法が採用されている。ムーブメント制御はこれらのうち、歩行者専用現示方式や右左折車両分離方式をもとに、交通量の大きい流入部に対して新たな現示を挿入するという方式で導入されている。

具体的なムーブメント制御の現示は、大別して歩行者専用現示方式と右左折車両分離方式の2種類があり、それぞれ図-1、図-2 のようになる。また比較対象として、通常の歩車分離式制御における歩行者専用現示方式と右左折車両分離方式、歩車分離ではない通常の4現示制御の方式を図-3～図-5 に示す。

これにより、ムーブメント制御は交通量の小さい流入部の無駄な青時間を減少させ、交通量の大きい流入部の青時間を増大させることから、通常の制御方法に比較して効率的であるといえる。とくに、①交通量の時間変動が大きく、②各方向の交通需要が不均衡で、③交差点の歩行者交通量が小さい場合に有利であるとされている。したがって、一般には通常の制御方法と比較して各方向の交通容量が増大し、交通円滑性の向上が見込めるものと考えられる。

一方、歩車分離式制御を通常の4現示制御と比較すると、当然ながら安全性については向上が見込めるが、現示が多くなることからサイクル長の増加や、1方向当たりの青時間の減少が発生し、車両の待ち時間の増大や交通容量低下による交通渋滞を引き起こす可能性がある。ただし、右左折交通量の大きい交差点においては歩行者と右左折車の交錯がなくなることから右左折車の交通容量が増大し、交通円滑性の向上が見込める場合もある<sup>5)</sup>。通常の4現示制御の交差点にムーブメント制御を導入した場合、これらの歩車分離式制御の特徴も同様にあてはまることになる。

したがって、ムーブメント制御の導入による影響を評価する上では、4現示制御に対して歩車分離式制御を導入したことによる影響と、歩車分離式制御に対してさらにムーブメント制御を導入したことによる影響とを区分して評価することが必要であると考えられる。

## (3) 滋賀県におけるムーブメント制御の現状

モデル事業によってムーブメント制御が導入された複数の交差点（栃木県、新潟県、愛知県、三重県、滋賀県）のうち、栃木県、新潟県、愛知県、三重県の交差点

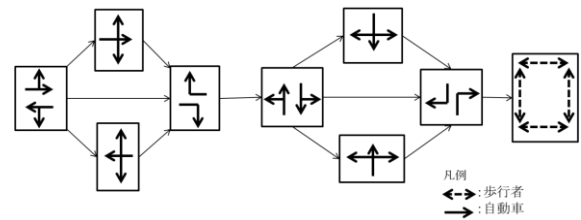


図-1 ムーブメント制御（歩行者専用現示方式）

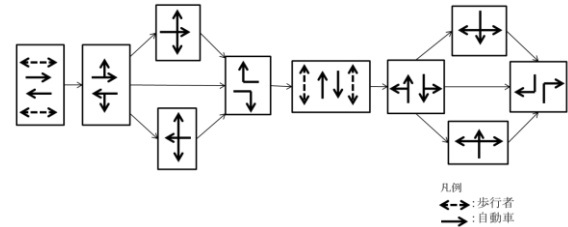


図-2 ムーブメント制御（右左折車両分離方式）

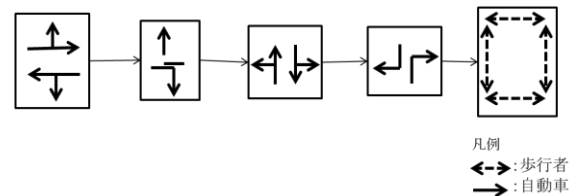


図-3 歩車分離式制御（歩行者専用現示方式）

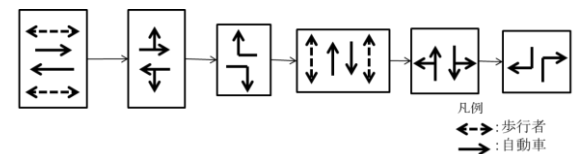


図-4 歩車分離式制御（右左折車両分離方式）

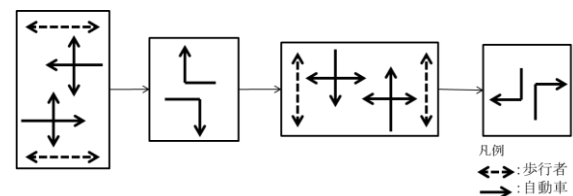


図-5 4現示制御

では継続してムーブメント制御がおこなわれているが、滋賀県の4交差点（国道1号、国道8号）では効果がみられず、むしろ交通渋滞が増大したことから、のちに4現示制御に戻されている。その原因として、以下の2点が挙げられている。

- ・上下線の交通量の差異があまりなかったこと
- ・右折車線長の不足により、右折車の滞留が直進車の走行を障害したこと

しかしながら、滋賀県の4交差点（国道1号、国道8号）はいずれも導入前は歩車分離式制御ではなく、通常の4現示制御であった。したがって、導入前後における交通渋滞の変化には、歩車分離式制御を導入したこと

よる影響と、ムーブメント制御を導入したことによる影響との両者が含まれていると考えられる。このため、今後の導入の可否を検討するためには、これらを区分して評価した上で、ムーブメント制御の導入に適した交通条件を明らかにする必要があると考えられる。

通常の4現示制御、歩車分離式制御、ムーブメント制御の3種類の信号制御を比較するにあたり、本研究ではまず、後者の2種類の信号制御に着目し、歩車分離式制御の交差点にムーブメント制御を導入した場合の影響について評価することとする。また、上述の2種類の歩車分離式制御、ムーブメント制御のうち、本研究では滋賀県の4交差点で導入がなされた歩行者専用現示方式を対象とすることとする。

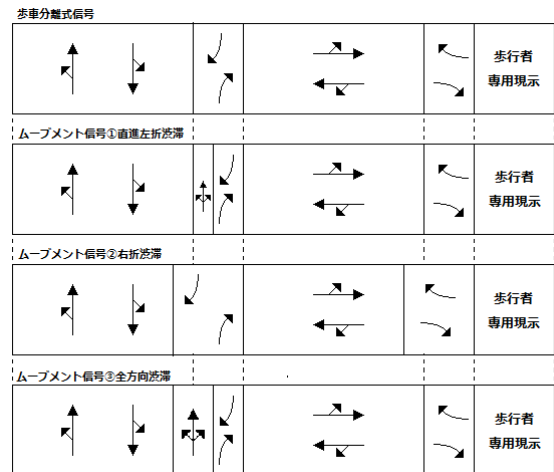


図-6 想定するムーブメント制御

### 3. 交差点シミュレーションの概要

本研究では、ムーブメント制御の導入が有効であるとされている交通量の時間的変動と、対向方向との交通量の差異に着目し、歩車分離式制御との比較によって、ムーブメント制御の導入が有効となる交通量の条件を明らかにすることを目的とする。このため、仮想的な交差点の交通シミュレーションを作成する。

評価にあたっては、車両の総待ち時間を用いることとする。なお、本研究では歩車分離式制御とムーブメント制御のみを対象としているため、歩行者による右左折車への影響はないものとしている。

シミュレーションの構築方法としては、まず車両の挙動モデルを構築する。それをもとに1車線のモデルを作成する。これを車線数に応じて組みあわせることで交差点の1流入路のモデルとし、4つの流入路を用意することで4肢の信号交差点を構成する。

簡単のため、車両は普通車のみとし、停止時の車頭距離を4.7mとする。また、1サイクルごとの到着台数は正規分布によるものとする。これは、ムーブメント制御が有効となる交通条件が交通量の時間的変動の大きさに依存すると考えられることから、評価にあたって各方向の交通量の平均と分散(標準偏差)を入力条件とするためである。

車両は交差点に順番に到着し、停止線を越えたときに通過したとする。また、交差点に到着した車両は前を走行する車両との間隔と信号現示の2つの条件を満たした場合、交差点を通過可とする。1サイクルごとに、車両の到着、通過可否の判断、通過処理の3段階で車両を処理し、交差点を通過できなかった車両をつぎのサイクルへ繰り越して、同様の作業を繰り返す。

このような1車線のモデルを車線数に応じて組みあわせることで交差点の1流入路のモデルとし、4つの流入

路を組みあわせることで4肢の信号交差点を構成する。

### 4. 交通量の時間的変動による影響の比較

#### (1) 設定条件の概要

まず、交通量の時間的変動による影響を考慮するため、各方向の時間交通量の平均と1サイクルあたりの交通量の分散をさまざまに変化させ、一定時間内の車両の総待ち時間を比較する。

対象とする仮想交差点は、東西方向の流入部が片側3車線(左折1,直進1,右折1)、南北方向の流入部が片側4車線(左折1,直進2,右折1)とする。すなわち、単路部としては東西方向の道路を往復2車線、南北方向の道路を往復4車線と想定しており、各流入部に左折、右折の付加車線が設置されていることになる。なお、この仮想交差点の車線構成は、滋賀県でムーブメント制御が導入された交差点の1つである国道1号・上鉤交差点の車線構成を模したものである。

ここでは、各種の交通条件を以下のように設定した。

- 付加車線(左折,右折)の長さは十分にある。
- サイクル長は120秒,150秒,180秒の3種類とする。
- 感知器を停止線より約50m上流側に設置する。この位置(待ち行列の11台目)まで待ち行列が延伸し、かつ対向方向の待ち行列が延伸していない場合には青時間を延長する。
- 最小車頭間隔は1.8秒とする。
- 時間交通量の平均は、東西方向が100~1000台/時の範囲、南北方向が200~2000台/時の範囲とする。
- 1サイクルあたりの交通量の分散は、東西方向、南北方向ともに10~70(台/サイクル)<sup>2</sup>の範囲とする。
- 対向方向の時間交通量の平均,1サイクルあたりの交通量の分散は等しいとする。

流入部3車線の場合：

① サイクル長 120 秒

70	1.03	1.06	0.92	0.99	0.93	0.89	0.93	0.90	0.94	0.85
60	1.07	1.02	0.80	1.05	0.96	0.94	0.97	0.89	0.91	0.86
50	1.07	0.97	1.01	1.02	1.02	0.91	1.00	0.92	0.98	0.99
40	0.94	1.02	1.04	0.93	0.98	0.97	0.94	0.90	0.85	0.94
30	1.04	1.01	1.04	0.95	0.98	0.99	0.91	0.89	1.07	0.95
20	1.03	0.98	0.99	0.96	0.96	0.99	1.00	0.94	1.11	1.03
10	1.03	1.00	1.03	0.98	1.04	1.00	1.02	0.95	1.04	1.07
	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000

② サイクル長 150 秒

70	1.05	1.02	1.01	1.00	0.95	0.95	0.95	0.86	1.05	0.99
60	1.08	0.99	1.04	1.03	0.95	1.00	0.95	0.92	1.13	0.99
50	1.05	0.99	1.04	1.04	0.94	0.99	0.94	0.95	0.89	0.91
40	0.98	0.94	1.04	1.04	1.01	1.01	0.98	0.95	0.95	1.00
30	0.99	1.00	0.96	1.02	1.00	1.03	1.01	1.03	0.92	1.01
20	1.05	1.02	0.97	0.99	1.03	1.02	0.98	0.99	1.09	0.91
10	1.03	0.99	1.02	0.99	0.98	0.98	0.98	1.01	1.02	1.00
	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000

③ サイクル長 180 秒

70	1.03	0.95	1.04	1.03	0.99	1.00	0.95	0.93	0.92	0.96
60	1.02	0.99	0.99	1.05	0.99	0.95	0.98	0.93	0.95	0.80
50	1.04	0.99	1.01	1.02	1.05	1.06	0.99	0.98	0.95	0.98
40	1.00	1.04	0.95	1.01	0.97	1.01	0.99	1.00	0.96	0.93
30	1.06	1.04	0.99	1.00	1.01	0.98	1.04	0.99	0.95	1.07
20	1.02	0.97	1.00	1.02	0.99	0.95	1.02	1.03	0.93	1.04
10	1.13	1.00	0.96	0.99	0.99	0.99	1.01	1.01	0.95	0.96
	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000

流入部4車線の場合：

① サイクル長 120 秒

70	0.95	0.98	0.91	0.82	0.59	0.49	0.59	0.98	0.97	0.96
60	1.01	1.02	0.88	0.69	0.62	0.50	0.62	0.83	0.98	1.05
50	1.03	0.96	0.93	0.80	0.58	0.46	0.61	0.87	1.03	1.07
40	1.01	0.95	1.02	0.86	0.63	0.47	0.56	0.90	0.98	0.99
30	1.04	1.01	0.99	0.95	0.63	0.47	0.58	0.85	0.95	1.01
20	0.99	0.97	1.00	0.93	0.72	0.43	0.50	0.83	0.97	1.00
10	0.99	1.02	1.02	1.04	0.72	0.45	0.52	0.83	0.98	1.03
	200	400	600	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000

② サイクル長 150 秒

70	0.99	0.99	0.98	0.91	0.72	0.56	0.52	0.84	1.01	1.01
60	0.96	1.04	0.95	0.93	0.70	0.51	0.49	0.78	0.96	0.99
50	0.92	1.00	1.01	0.86	0.78	0.52	0.50	0.73	0.90	1.01
40	0.96	0.99	1.01	1.02	0.70	0.51	0.46	0.70	0.94	1.03
30	0.99	1.00	1.03	0.98	0.76	0.52	0.44	0.66	0.92	1.03
20	0.95	0.99	1.00	1.00	0.81	0.51	0.45	0.73	0.94	1.06
10	1.00	1.00	0.99	0.99	0.80	0.51	0.42	0.66	0.90	1.06
	200	400	600	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000

③ サイクル長 180 秒

70	0.95	0.99	0.99	0.95	0.83	0.61	0.52	0.61	0.85	1.01
60	1.02	0.98	0.99	0.95	0.79	0.56	0.51	0.60	0.86	0.99
50	1.00	1.02	1.03	0.95	0.85	0.63	0.47	0.59	0.88	1.01
40	1.06	1.02	0.97	1.00	0.88	0.64	0.49	0.56	0.87	1.00
30	1.03	0.98	0.99	1.04	0.89	0.62	0.50	0.60	0.85	1.02
20	1.05	0.94	1.01	1.01	0.94	0.61	0.49	0.56	0.84	1.00
10	1.00	1.00	1.00	1.03	0.93	0.64	0.47	0.55	0.80	1.03
	200	400	600	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000

図-7 車両の総待ち時間の算定結果の比較（交通量の時間的変動による影響）

・右折率，左折率はいずれも 20%とする。

信号制御は，図-6 のようなムーブメント制御（歩行者専用現示方式）とし，これを通常の歩車分離式制御（歩行者専用現示方式）と比較することとする。

(2) 車両の総待ち時間の算定結果

前節の条件をもとに，交差点シミュレーションを用いて車両の総待ち時間の算定をおこなう。ここでは，各々の交通条件による 1 時間分のシミュレーションを 10 回試行し，車両の総待ち時間の平均を算定する。これをムーブメント制御（歩行者専用現示方式）と通常の歩車分離式制御（歩行者専用現示方式）の各々についておこない，相互に比較することとする。

車両の総待ち時間の算定結果の比較を図-7 に示す。

各々の表の横軸は時間交通量の平均（台/時），縦軸は 1 サイクルあたりの交通量の分散（(台/サイクル)<sup>2</sup>）である。表中の数値は，各々の交通条件の設定に対して，歩車分離式制御の場合の総待ち時間と，ムーブメント制御の場合の総待ち時間をそれぞれ算定し，両者の比を取ったものである。このうち，車両の総待ち時間が 30%以上減少する場合（値が 0.7 以下）を赤色，5~30%減少する場合（値が 0.7~0.95）を黄色で着色している。

これをみると，東西方向（片側 3 車線）では時間交通量の平均がおおむね 700~900 台/時，南北方向（片側 4 車線）では時間交通量の平均がおおむね 1000~1600 台/時の場合に車両の総待ち時間の減少が大きく，効果が大

きいことがわかる。また同じ時間交通量の平均の場合を比較すると，1 サイクルあたりの交通量の分散が大きい方が車両の総待ち時間の減少が大きくなる傾向にあり，交通量の時間的変動が大きい交差点の方がムーブメント制御の導入による効果大きいことがわかる。

また，時間交通量の平均が上記の範囲を超えると逆に効果が小さくなる傾向がみられるが，これは交通量の大きい交差点では対向方向も待ち行列が延伸するため，ムーブメント制御であっても青時間が延長されることが少ないためであると考えられる。すなわち，ムーブメント制御の導入にあたっては有効となる交通量の範囲が存在することが見て取れる。

5. 対向方向との交通量の差異による影響の比較

(1) 設定条件の概要

つぎに，対向方向との交通量の差異による影響を考慮するため，各方向の時間交通量の平均と，対向方向との時間交通量の比をさまざまに変化させ，一定時間内の車両の総待ち時間を比較する。

対象とする仮想交差点は，東西方向，南北方向の車線数は同一とし，流入部が片側 3 車線（左折 1，直進 1，右折 1）の場合，片側 3 車線（左折直進混用 1，直進 1，右折 1）の場合の各々についてシミュレーションをおこなう。すなわち，単路部としては前者が往復 2 車線の道

流入部3車線（左・直・右）の場合：

① サイクル長 120 秒

1.5	0.81	0.69	0.66	0.68	0.71	0.72
1.4	0.81	0.77	0.75	0.81	0.77	0.78
1.3	0.93	0.73	0.82	0.79	0.85	0.78
1.2	0.91	0.92	0.83	0.84	0.84	0.93
1.1	0.89	0.93	0.88	0.85	0.88	0.91
1.0	0.91	1.12	0.98	0.99	1.01	1.05
	600	800	1000	1200	1400	1600

② サイクル長 150 秒

1.5	0.72	0.59	0.68	0.64	0.66	0.67
1.4	0.68	0.75	0.62	0.61	0.69	0.73
1.3	0.70	0.95	0.79	0.69	0.77	0.78
1.2	1.06	0.86	0.90	0.79	0.84	0.81
1.1	1.04	1.04	0.94	0.97	0.93	0.90
1.0	1.02	0.90	1.10	0.95	1.02	1.02
	600	800	1000	1200	1400	1600

③ サイクル長 180 秒

1.5	0.67	0.50	0.54	0.56	0.62	0.67
1.4	0.70	0.70	0.60	0.64	0.65	0.67
1.3	0.87	0.72	0.67	0.75	0.73	0.75
1.2	1.01	0.77	0.72	0.76	0.79	0.84
1.1	1.04	1.05	0.82	0.95	0.89	0.89
1.0	1.15	0.96	0.99	1.02	0.95	1.02
	600	800	1000	1200	1400	1600

流入部3車線（左直・直・右）の場合：

① サイクル長 120 秒

1.5	0.78	0.77	0.73	0.68	0.70	0.77
1.4	0.97	0.84	0.83	0.80	0.78	0.78
1.3	0.74	0.82	0.77	0.82	0.90	0.84
1.2	0.88	0.80	0.82	0.85	0.94	0.90
1.1	0.93	0.91	0.99	0.97	1.07	0.96
1.0	0.96	0.90	1.01	1.15	0.88	0.95
	600	800	1000	1200	1400	1600

② サイクル長 150 秒

1.5	0.74	0.63	0.58	0.58	0.68	0.70
1.4	0.90	0.72	0.71	0.70	0.68	0.72
1.3	0.82	0.79	0.73	0.71	0.76	0.80
1.2	0.90	0.88	0.89	0.85	0.79	0.86
1.1	1.00	0.90	0.94	0.93	0.87	0.91
1.0	0.88	0.91	0.89	1.01	1.01	1.04
	600	800	1000	1200	1400	1600

③ サイクル長 180 秒

1.5	0.78	0.61	0.51	0.51	0.57	0.62
1.4	0.86	0.66	0.57	0.57	0.64	0.72
1.3	0.93	0.76	0.69	0.69	0.66	0.78
1.2	0.93	0.83	0.80	0.85	0.83	0.75
1.1	1.02	0.93	0.90	0.87	0.95	0.96
1.0	1.01	1.03	1.06	0.94	1.05	1.01
	600	800	1000	1200	1400	1600

図-8 車両の総待ち時間の算定結果の比較（対向方向との交通量の差異による影響）

路同士の交差点，後者が往復4車線の道路同士の交差点を想定しており，前者は各流入部に左折，右折の付加車線が，後者は各流入部に右折の付加車線が設置されていることになる。

ここでは，各種の交通条件を以下のように設定した。

- ・付加車線（左折，右折）の長さは十分にあり。
- ・サイクル長は120秒，150秒，180秒の3種類とする。
- ・感知器を停止線より約5m上流側に設置する。この位置（待ち行列の1台目）まで待ち行列が延伸し，かつ対向方向の待ち行列が延伸していない場合には青時間を延長する。
- ・最小車頭間隔は1.8秒とする。
- ・時間交通量の平均は，東西方向，南北方向ともに600～1600台/時の範囲とする。
- ・対向方向との時間交通量の比は，1.0～1.5倍の範囲とする。
- ・1サイクルあたりの交通量の分散は，東西方向，南北方向ともに100(台/サイクル)<sup>2</sup>とする。
- ・右折率，左折率はいずれも20%とする。

信号制御は，前章の場合と同様に図-6のようなムーブメント制御（歩行者専用現示方式）とし，これを通常の歩車分離式制御（歩行者専用現示方式）と比較することとする。

(2) 車両の総待ち時間の算定結果

前節の条件をもとに，交差点シミュレーションを用い

て車両の総待ち時間の算定をおこなう。ここでは，各々の交通条件による1時間分のシミュレーションを20回試行し，車両の総待ち時間の平均を算定する。これをムーブメント制御（歩行者専用現示方式）と通常の歩車分離式制御（歩行者専用現示方式）の各々についておこない，相互に比較することとする。

車両の総待ち時間の算定結果の比較を図-8に示す。各々の表の横軸は時間交通量の平均(台/時)，縦軸は対向方向との時間交通量の比である。表中の数値は，各々の交通条件の設定に対して，歩車分離式制御の場合の総待ち時間と，ムーブメント制御の場合の総待ち時間をそれぞれ算定し，両者の比を取ったものである。このうち，車両の総待ち時間が30%以上減少する場合(値が0.7以下)を赤色，5～30%減少する場合(値が0.7～0.95)を黄色で着色している。

これをみると，いずれの場合においても多くの交通条件において車両の総待ち時間の減少がみられ，ムーブメント制御の導入による効果が見込まれることがわかる。とくに，対向方向との時間交通量の比が1.2～1.3倍以上になるとその傾向が大きくなることがわかる。また，第1車線が左折車線の場合と左折直進混用車線の場合とではとくに大きな違いはみられず，ムーブメント制御の導入による効果の傾向は同様であることがわかる。すなわち，ムーブメント制御の導入にあたっては対向方向との交通量の差異が大きい交差点に導入することが有効であることが見て取れる。

## 6. おわりに

本研究では、ムーブメント制御が通常の歩車分離式制御と比較してどのような交通条件で有効であるかを、仮想的な交差点での交通シミュレーションによって検証した。具体的には、ムーブメント制御の導入が有効であるとされている交通量の時間的変動と、対向方向との交通量の差異に着目し、歩車分離式制御との比較によって、ムーブメント制御（歩行者専用現示方式）の導入が有効となる交通量の条件を算定した。

その結果、交通量の時間的変動による影響に関しては、流入部 3 車線の場合は時間交通量の平均がおおむね 700～900 台/時、流入部 4 車線の場合は時間交通量の平均がおおむね 1000～1600 台/時の場合に車両の総待ち時間の減少が大きく、効果が大きいことがわかった。また同じ時間交通量の平均の場合を比較すると、1 サイクルあたりの交通量の分散が大きい方が車両の総待ち時間の減少が大きくなる傾向にあり、交通量の時間的変動が大きい交差点の方がムーブメント制御の導入による効果が大きいことがわかった。

また、時間交通量の平均が上記の範囲を超えると逆に効果が小さくなる傾向がみられるが、これは交通量の大きい交差点では対向方向も待ち行列が延伸するため、ムーブメント制御であっても青時間が延長されることが少ないためであると考えられる。すなわち、ムーブメント制御の導入にあたっては有効となる交通量の範囲が存在することが見て取れた。

また、対向方向との交通量の差異による影響に関しては、いずれの場合においても多くの交通条件において車両の総待ち時間の減少がみられ、ムーブメント制御の導入による効果が見込まれることがわかった。とくに、対向方向との時間交通量の比が 1.2～1.3 倍以上になるとその傾向が大きくなることが示された。また、第 1 車線が左折車線の場合と左折直進混用車線の場合とではとくに大きな違いはみられず、ムーブメント制御の導入による効果の傾向は同様であることがわかった。すなわち、ムーブメント制御の導入にあたっては対向方向との交通量の差異が大きい交差点に導入することが有効であることが見て取れた。

これらの結果は、定性的には一般的に想定されるムーブメント制御が有利となる交通量の条件と合致しており、仮想的な交差点を対象としたものではあるが、有効な交差点シミュレーションを構築することができたと考えられる。これにより、ムーブメント制御の導入を検討する交差点を対象として、定量的な評価をおこなうことが可能となると考えられる。

今後の課題としては、本研究では歩車分離式制御、ムーブメント制御の 2 種類に着目し、歩車分離式制御の交

差点にムーブメント制御を導入した場合の影響について評価をおこなったが、同様の評価を通常の 4 現示制御の交差点にもおこない、4 現示制御、歩車分離式制御、ムーブメント制御の 3 種類の比較をおこなうことが挙げられる。これにより、4 現示制御と比較した場合においてもムーブメント制御の導入が有効となる交通条件を明らかにすることが必要である。そのためには、右左折車に対する歩行者の影響、右折車に対する対向車の影響を考慮できるモデルを作成することが必要である。

また、滋賀県の 4 交差点においては、右折車線長の不足により、右折車の滞留が直進車の走行を阻害したことが指摘されていた。今後のムーブメント制御の導入の可否を検討するにあたっては、左折車線長、右折車線長と車両の総待ち時間との関係を明らかにし、ムーブメント制御の導入にあたって必要となる左折車線長、右折車線長についてもあわせて検討する必要があると考えられる。これにより、道路条件、交通条件の両者からムーブメント制御の導入が有効となる条件を明らかにし、ムーブメント制御を導入すべき交差点の適正な選定ができるようにすることが必要である。

## 参考文献

- 1) 岩崎茂久, 鎌田邦廣, 彦坂正人:平成 20 年度ムーブメント制御実証実験報告, 交通工学, Vol.44, No.3, pp.60-64, 2009.
- 2) 唐克双:用語と解説 ムーブメント制御, 交通工学, Vol.44, No.3, p.78, 2009.
- 3) 板倉誠司, 齊藤威, 安井一彦, 浅羽正和:ムーブメントに基づいた新しい信号制御方式の安全性, 円滑性に関する評価, 第 15 回交通工学研究発表会論文報告集, pp.93-96, 1995.
- 4) 岩崎茂久, 瀬戸昌忠, 川元広良:ムーブメント制御実証実験報告, 第 28 回交通工学研究発表会論文報告集, pp.101-104, 2008.
- 5) 小川圭一, 川居卓也:交通処理能力からみた歩車分離式信号の導入効果に関する研究, 第 28 回交通工学研究発表会論文報告集, pp.109-112, 2008.

(2014. 8. 1 受付)