

# 簡易型半感応制御の適用条件と効果に関する考察\*

A study on applicable traffic conditions and benefit of simplified semi-actuated signal control\*

萩田賢司\*\*・斎藤威\*\*\*

By Kenji HAGITA\*\*・Takeshi SAITO\*\*\*

## 1. 研究の背景と目的

交通量が定型的ではなくランダムに変動するような信号交差点では、交通量と青時間の関係が不均衡になるために、青時間不足による渋滞やあるいは無駄青時間による交差側車両の遅れ時間の増大など不具合が生じる。このような交差点では、従道路側に車両感知器や歩行者用押しボタンを設置し、車両や歩行者が存在するときのみ、従道路側に青現示を与える簡易型半感応制御方式（以下、単に簡易半感応制御という）が用いられている。

しかし、わが国における交通信号の設置運用の入門書として位置付けられる「交通信号の手引き」<sup>1)</sup>では、簡易半感応制御を適用すべき交差点の交通量等の条件が客観的な数値として示されていない。そのため、簡易半感応制御の設置交差点の選定は、現場の担当者の判断に任されているのが実状である。よって、簡易半感応制御を適用すべき交差点の交通量等の条件を示すとともに、簡易半感応制御の設置効果を交通量別に算出するための研究を行った。

## 2. 簡易半感応制御とは

簡易半感応制御は、従道路の交通需要が主道路と比較して総じて少なくランダムに変動する交差点で、主道路側車両の停止による遅れ時間を最小限に抑えることを目的とした信号制御方式である。図-1のような典型的な4叉路十字交差点(主道路2車線×従道路2車線)の簡易半感応制御を示すと、従道路に車両や歩行者が存在しない時には、主道路の $M_E$ 、 $M_W$ に常に青現示

が与えられる。そして、従道路の $S_S$ 、 $S_N$ に設置されている車両感知器や押しボタンにより、従道路からの車両、または歩行者を感知した後に、信号現示の切り替えが行われる。

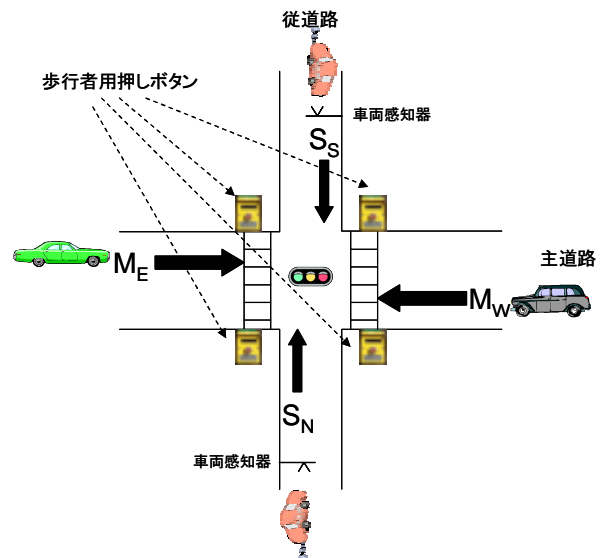


図-1 簡易半感応制御されている交差点

従道路の青時間と青点滅時間は、歩行者の横断に必要な時間を参考にして予め固定値として設定され、主道路側の青時間の最小値は、主道路側の交通量等を参考にして予め設定される。従道路側の青現示は、主道路側の最小青時間が終了した後に従道路側の交通需要に対応して開始される。すなわち、主道路側の最小青時間中に従道路側に到着車両があった場合には、最小青時間の終了直後に、最小青時間中に到着車両が無かった場合には、その後に到着車両があった時点で、主道路側の黄現示、全赤現示を経て従道路側の青現示へと切り替わる。

## 3. 先行研究について

簡易半感応制御については、「交通信号の手引き」<sup>1)</sup>にも説明されている。これによると、「簡易半感応制御は、

\*キーワード: 交通制御、交通管理

\*\*正員、科学警察研究所交通部交通規制研究室  
(千葉県柏市柏の葉 6-3-1)

TEL:04-7135-8001、hagita@nrrips.go.jp)

\*\*\*正員、工博、科学警察研究所交通部  
(千葉県柏市柏の葉 6-3-1)

TEL:04-7135-8001、saitot@nrrips.go.jp)

従道路の交通需要が主道路に比べて著しく少ない交差点において、主道路交通の不要な停止をなくすことを目的としたもの”とされている。しかし、ここでは、簡易半感应制御を行うべき交差点が、交通量等の客観的な基準で示されているわけではない。斎藤ら<sup>2)</sup>は、簡易半感应制御、半感应制御、定周期制御の3種類の信号制御が行われている交差点における車両挙動の特性を分析しているが、簡易半感应制御を実施すべき交差点の基準について触れているわけではない。このように、簡易半感应制御は、交通条件を特定した場合には有用な制御手法であることが知られているにも関わらず、適用条件やその効果などが明確に示されていない。

## 4. 研究方法

### 4.1 従道路の青時間の設定

従道路の交通量は極めて少ないため、簡易半感应制御時の従道路の青時間は、従道路から交差点に流入する交通を処理するための青時間を確保するという観点よりもむしろ、主道路を横断する歩行者の横断秒数を確保するという観点で設定する必要がある。ここで設定した主道路は2車線なので、車道幅員は最大で10m程度である。そのため、歩行者の横断速度を標準的な1(m/秒)に設定すると、歩行者用信号の青時間は最大で10秒前後必要となり、歩行者用青点減等を考慮しても、従道路側の青時間は最大で25秒程度必要となってくる。また、「交通信号の手引き」<sup>1)</sup>によると、青時間は最低15秒必要とされている。ここでは、標準的な従道路の青時間を20秒とした。

### 4.2 主道路と従道路の交通量の設定

主道路は $M_E$ と $M_W$ を同一交通量とし、両方向を合計した主道路総交通量を50~1000(台/時)に設定した。また、それぞれの交通量は25、50、100、200、300、400、500(台/時)の7段階とした。

従道路は $S_S$ と $S_N$ を同一交通量とし、両方向を合計した従道路総交通量を10~300(台/時)に設定した。また、それぞれを5、15、25、50、75、100、150(台/時)の7段階とした。交差点への到着分布をポアソン分布として、流入方向別に交通を発生させた。

従道路は、1つの交通量レベルに対して24時間にわたり交通を発生させた。主道路と従道路の交通を組み合わせ、簡易半感应制御と定周期制御の場合の遅れ

時間を比較した。ただし、主道路総交通量が従道路総交通量より多いときのみ計算対象としたため、組み合わせは表-1に示すように、合計38通りとなった。

表-1 遅れ時間を算出した主道路と従道路の総交通量

		従道路総交通量(台/時)						
		10	30	50	100	150	200	300
主 道 路 / 台 路 / 時 交 通 量 )	50	○	○	×	×	×	×	×
	100	○	○	○	×	×	×	×
	200	○	○	○	○	○	×	×
	400	○	○	○	○	○	○	○
	600	○	○	○	○	○	○	○
	800	○	○	○	○	○	○	○
	1000	○	○	○	○	○	○	○

○:算出対象 ×:算出対象とせず

### 4.3 遅れ短縮時間の算出方法

図-1のように交差点を設定し、横方向( $M_E$ 、 $M_W$ )を主道路、縦方向( $S_S$ 、 $S_N$ )を従道路とした。従道路の青時間を歩行者の横断秒数を基に決定し、従道路交通をポアソン分布によりさまざまな交通量レベルで発生させた。主道路交通はポアソン分布とし、交通量レベル毎に主道路の最小青時間を変動させて遅れ時間を算出し、最適な主道路の最小青時間を設定した。

簡易半感应制御の遅れ時間は Webster の計算式を応用して算出した。信号現示は、従道路交通と従道路の青時間、主道路の最小青時間を与えることにより、一義的に決定される。主道路側の1回の赤時間における遅れ時間を予め算出しておき、これに赤時間回数を乗ずることで遅れ時間を算出した。一方、定周期制御の遅れ時間は、Webster の計算式により算出した。

このような条件で簡易半感应制御をした場合の遅れ時間と定周期制御の遅れ時間を算出し、両者の差を簡易半感应制御の遅れ短縮時間として算出した。

ただし、従道路の停止時間遅れは、停止待ち行列が停止線上に積み上げられる、いわゆる vertical queue と仮定して求めた。すなわち、車両の交差点到着時の信号現示が青現示であるならば、その車両の遅れ時間は0とした。また、信号現示が黄表示や赤現示の場合には、交差点の停止線で停止するものとし、到着した順に停止線上に待ち行列を形成するものとした。そして、次の青現示開始時刻に待ち行列車両の1台目から順番に停止線を通過するものとし、以下の待ち行列車両は、飽和交通流率(2,000(台/時))で捌けるものとした。要するに、停止車両の遅れ時間は、停止線通過時刻と交差点到着時刻の差として求めた。

## 5. 結果

### 5.1 従道路総交通量と信号切替回数

図-2には、主道路の最小青時間別に従道路総交通量と簡易半感应制御時の切替回数の関係を示したものである。この切替回数が多くなるにつれて、簡易半感应制御の効果は小さくなる。この図から、従道路総交通量が100(台/時)程度までは、簡易半感应制御の効果が見込めるものと推察される。

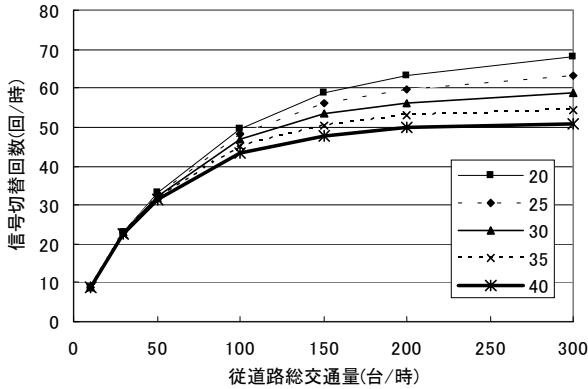


図-2 主道路の最小青時間別にみた従道路総交通量と切替回数の関係

### 5.2 最小遅れとなる主道路の最小青時間

主道路と従道路の交通量の組み合わせを表-1のように設定し、従道路の青時間を20秒とした。このような条件下で、交差点に流入する車両の遅れ時間が最小となる主道路の最小青時間を決定するために、主道路の最小青時間を20秒から40秒に5秒単位で変動させて遅れ時間を算出した。信号切替時間(黄+全赤)は5秒とし、(従道路を横断する歩行者に対する青点減時間)と(青点減時間終了後の主道路側の青時間)の合計を10秒とした。そのため、従道路側の車両または歩行者を感知してから最短で10秒後に、主道路側の信号現示が黄

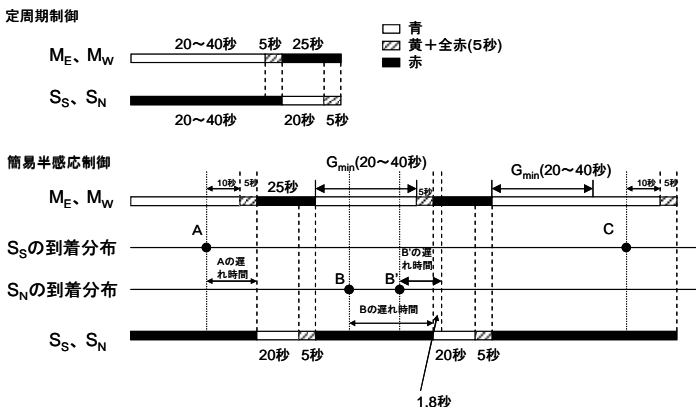


図-3 定周期制御と簡易半感应制御の信号階梯図

表示に切り替わる。よって、簡易半感应制御は、図-3に示す信号階梯図のように運用される。

主道路と従道路総交通量別の1台当たりの遅れ時間(秒/台)を算出して、主道路の青時間別に示したものが図4~6である。これらの図からは、従道路総交通量が少ないときには、主道路の最小青時間長の違いによる遅れ時間にはほとんど差は見られない。従道路総交通量が増加するにつれて、主道路の最小青時間長の増加と共に遅れ時間が増加することが示されている。分析結果を総合的に判断すると、主道路の最小青時間は、主道路総交通量が800(台/時)となるような時を除いて、より短い方が望ましいことが示唆される。ここでは、主道路の青時間に余裕を持たせるために、標準的な主道路の最小青時間を30秒に設定した。

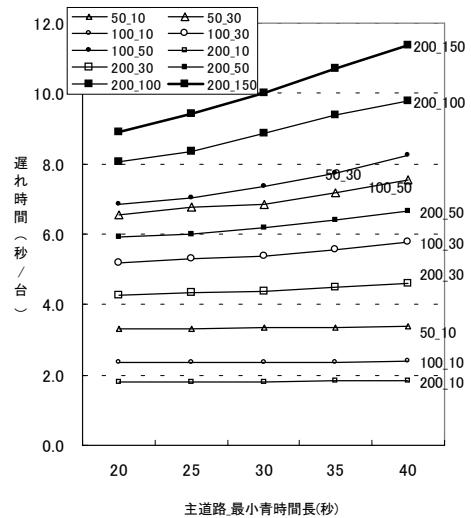


図-4 主道路・従道路総交通量別の遅れ時間(台/秒)  
(主道路総交通量が200(台/時)以下)

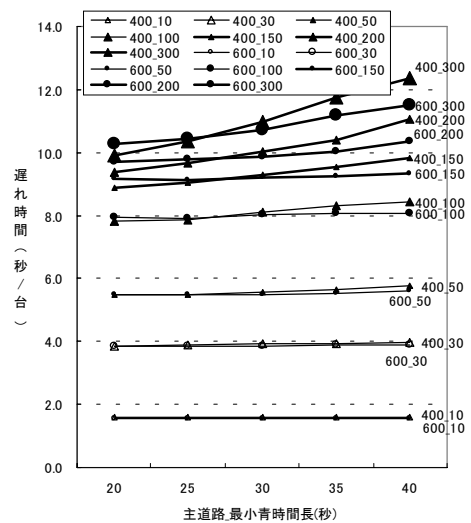


図-5 主道路・従道路総交通量別の遅れ時間(台/秒)  
(主道路総交通量が400~600(台/時))

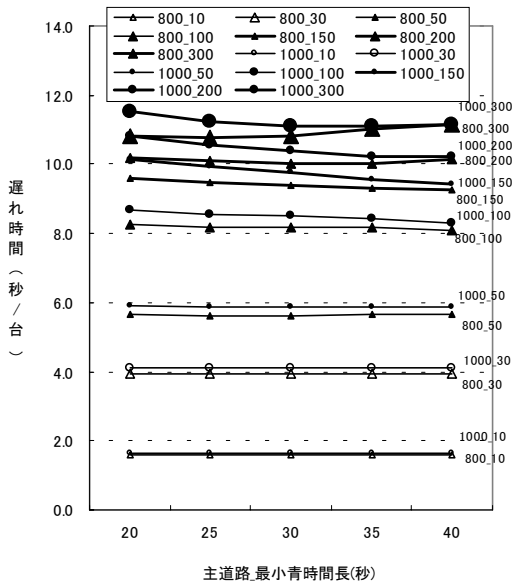


図-6 主道路・従道路総交通量別の遅れ時間(秒/台)  
(主道路総交通量が800(台/時)以上)

### 5.3 交差点当たりの総遅れ短縮時間

標準的な簡易半感应制御の信号秒数は、主道路の最小青時間を30秒、従道路の青時間を20秒に設定した。一方、比較対象とする定周期制御は、青時間を主道路を30秒、従道路を20秒とし、サイクル長は60秒とした。このように信号秒数を設定すると、従道路の車両が増加するにつれて簡易半感应制御は定周期制御に類似したものになり、最終的に定周期制御とほぼ同一の制御となる。

主道路と従道路の交通量レベル毎に、同一の到着分布を与えて簡易半感应制御と定周期制御別の、主道路と従道路の総交通量別に、総遅れ時間の差(短縮時間)を等高線グラフで示したものが図-7である。

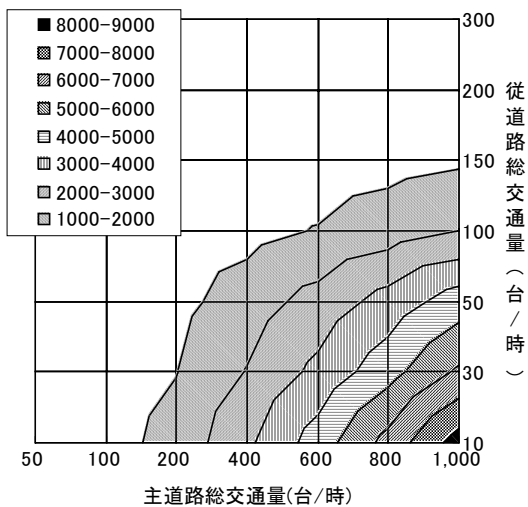


図-7 主道路・従道路総交通量別の総遅れ短縮時間  
(秒/時)

これらの結果より、主道路総交通量の増加に伴い総遅れ時間の差が増加することが示されている。また、従道路総交通量の増加に伴い総遅れ時間の差が小さくなることが示されている。また、主道路総交通量が200(台/時)以上になると、総遅れ時間の差が1000(秒/時)を超過する。

### 5.4 1台当たりの遅れ短縮時間

図-8は、主道路と従道路の総交通量別に、1台あたりの遅れ時間の差(秒/台)を等高線グラフに示したものである。

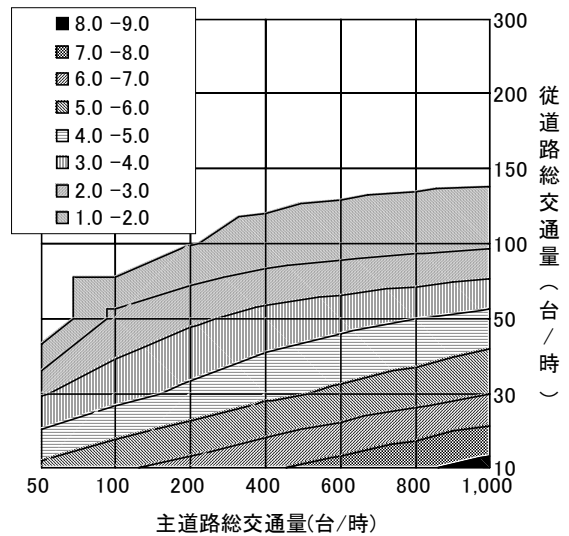


図-8 主道路・従道路総交通量別の1台当たりの遅れ短縮時間(秒/台)

図-7と同様に、主道路の交通量の増加に伴い遅れ時間の差が増加し、従道路の交通量の増加に伴い遅れ時間の差が小さくなっている。なおここで、仮に1台当たりの遅れ時間の差が2(秒/台)以上になるところが簡易半感应制御の設置要件であるとするならば、従道路総交通量が100(台/時)以下の場合に、簡易半感应制御の設置要件が満たされることになる。

### 参考文献

- 1) 交通工学研究会: 交通信号の手引き, 1994
- 2) 斎藤 威, 有蘭 卓: 簡易型半感应制御下における車両挙動と交通流の特性, 科学警察研究所報告(交通編), vol.26, No.1, pp1~16, 1983