

広島市内国道 2 号線における 信号制御システムの考察

藤井温子*・清水 光**

Study of a Signal Control System along the Route 2 in Hiroshima City

Haruko Fujii* and Hikaru Shimizu**

Abstract

This paper deals with the study of a signal control system along the Route 2 in Hiroshima city from the viewpoint of a digital control for traffic flow dynamics. Road characteristics and time-varying characteristics of traffic flows are analyzed to evaluate the volume balance at each signalized intersection during the cycle length for each lane. The signal control system and the signal control algorithm are presented to control congestion lengths along arterials. From the simulation results, it is confirmed that the signal control system and the signal control algorithm work effectively along the Route 2 in Hiroshima city.

Keywords : road analysis, traffic analysis, signal control system, signal control algorithm, simulation

キーワード : 道路解析, 交通解析, 信号制御システム, 信号制御アルゴリズム, シミュレーション

1. はじめに

自動車交通の特長は、ドア・ツ・ドアの輸送や時間の制約がない、快適な車内、高速走行などが挙げられる。また、近年の経済の発展や生活水準の向上、道路の整備、自動車の技術革新、女性ドライバーの増加などに伴って、我が国の自動車保有台数は増加の一途をたどっている。その結果、都市地域の主要道路を中心に朝夕のラッシュ時に交通量が増加し、交通渋滞が日常的に発生している。

交通渋滞の発生により、交通渋滞は旅行時間や燃料消費の増加ばかりでなく、大気汚染や地球温暖化、交通事故の一因にもなっている。社会的にマイナス要因となる交通渋滞を解消、または軽減する対策として、道路の整備や交差点の改良、交通規制、信号制御、動的経路誘導、交通需要管理などが挙げられる。幹線道路における信号制御システムでは、信号交差点の流入交通量や待ち車列長などの時間変動に応じて、広範囲にきめ細かく 3 つの信号制御パラメータ（サイクル長、青信号スプリット、オフセット）

を統一的にリアルタイムで探索できるアルゴリズムの開発が望まれている。

現在まで、SCOOT¹⁾ や、MODERATO²⁾ のようなオンライン信号制御法が幹線道路の渋滞制御に提案されてきた。これらの信号制御法は 3 つの信号制御パラメータがそれぞれ別の評価関数を最小にするように個別に探索されている。各信号交差点における流入交通量と待ち車列台数はラッシュ時に急激に増加するため、3 つの信号制御パラメータは、系統的に制御されることが望まれる。

本稿では、まず、広島市内国道 2 号線上の広島市役所前信号交差点と国泰寺信号交差点を対象に道路特性と交通特性を解析する。次に、与えられた道路条件や交通条件のもとで、時間変動する流入交通量や待ち車列台数に従って信号制御パラメータを系統的・逐次的に制御する信号制御システムと信号制御アルゴリズムを提案する。最後に、上記 2 つの信号交差点において夕方方のラッシュ時に提案した信号制御アルゴリズムのシミュレーションを行い、その結果について考察する。

* 情報工学科

** 福山大学 工学部

2. 道路解析

ここでは広島市内国道2号線上の2つの信号交差点の道路特性について解析する。

まず、広島市役所前信号交差点の交差形状や車線構成、現示などについて図1に示す。ここで、現示とは、信号表示によって通行権を与える、或る交通流あるいは交通流の組み合わせと定義される³⁾。

交差形状は十字交差で、東西に国道2号線が通り、南行き流入路が国道54号線の終点となっている。主要幹線道路である国道2号線と国道54号線の交通接続を円滑にするため、この信号交差点では該当流入路に左折車線と右折車線がそれぞれ設けられている。また、この信号交差点では南北に路面電車が通っている。東行き流入路は右折2車線、直進3車線、左折1車線の合計6車線から構成されている。それに対して、西行き流入路では左折1車線と直進1車線が直左1車線に置き換えられている。また、南行き流入路は右折1車線、直進2車線、左折1車線の合計4車線から構成されている。それに対して、北行き流入路では左折1車線と直進1車線が直左1車線に置き換えられている。

現示数は4現示で、1φと3φでは直進と右左折の通行及び歩行者の横断が認められ、2φでは東西方向の右左折の通行が同時に認められている。また、4φでは南行き交通の右左折と北行き交通の右折の通行が同時に認められている。

次に、国泰寺信号交差点の交差形状や車線構成、現示などについて図7に示す。この信号交差点では東西に通る国道2号線と交差道路が鋭角で交差して

いる。そのために導流島が設置されて左折交通の円滑化が図られ、国道2号線からの右折が禁止されている。東行き流入路は直進3車線、左折1車線から構成されているのに対して、西行き流入路では直進1車線が直左1車線に置き換えられている。また、南行き流入路は右折2車線、直進1車線、直左1車線から構成されているのに対して、北行き流入路は右折が1車線減少している。

次に、現示数は3現示で、1φで直進、左折の通行と歩行者の横断が認められ、2φで直進と右折、歩行者の横断が認められている。また、3φで南北方向の右折の通行が認められている。ここで、国道2号線との交差する道路からの左折交通は、導流島が設けられているので、他の通行を妨げなければいずれの現示においても通行が認められている。

3. 交通解析

3.1 交通量収支

二方向交通幹線道路の流入路の各車線において、ある時間 ΔT (ここではサイクル長) で交通量収支の成立することが交通量の測定データに基づいて検証できる。

交通量収支は次式で記述される。

$$x_e(j, m, k) = x_e(j, m, k-1) + x_i(j, m, k) - x_o(j, m, k) \quad (1)$$

$$\begin{cases} x_o(j, m, k) = \xi(j, m, k) \cdot c_x(j, m, k) \\ x_e(j, m, k) \geq 0 \end{cases} \quad (2)$$

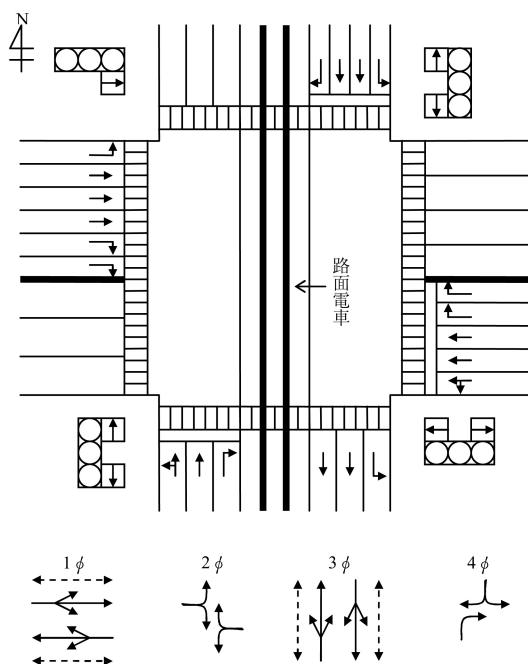


図1 広島市役所前信号交差点の道路形状と現示

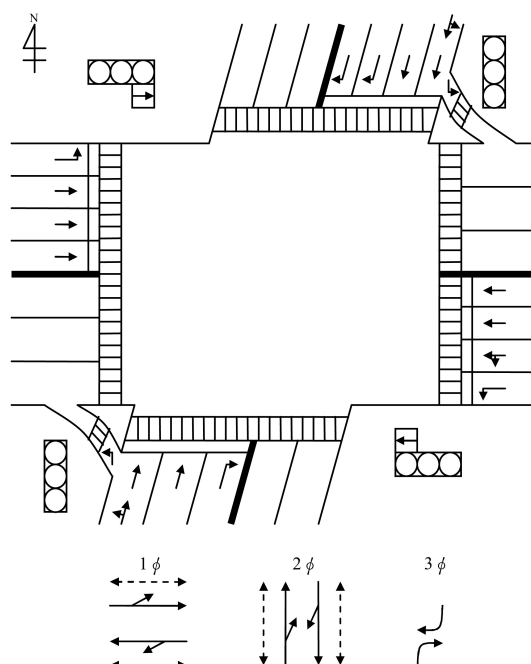


図2 国泰寺信号交差点の道路形状と現示

ここで、 j は信号交差点の位置、 m は車の流入路 ($m=1$ は東行き、 $m=2$ は南行き、 $m=3$ は北行き、 $m=4$ は西行き)、 $k=k \cdot \Delta T$ ($k=1, 2, \dots, k_p$)は時刻をそれぞれ表す。また、 $x_e(j, m, k)$ 、 $x_i(j, m, k)$ 、 $x_o(j, m, k)$ はそれぞれ超過流入交通量、流入交通量、捌け交通量を表し、 $c_x(j, m, k)$ は各流入路の交通処理量、 $\xi(j, m, k)$ はある交通量のもとで $x_o(j, m, k)$ を $c_x(j, m, k)$ で除した比率で捌け率と呼ぶ。渋滞長制御で基本的な役割を果たす渋滞のメカニズムは、(1)式の交通量収支に基づいて定量的に記述される。

- i) 各信号交差点における渋滞は、超過流入交通量 $x_e(j, m, k)$ が零より大きくなると発生する。すなわち、

$$x_e(j, m, k-1) = 0 \quad \text{and}$$

$$x_i(j, m, k) > x_o(j, m, k)$$

- ii) 渋滞は、超過流入交通量 $x_e(j, m, k)$ が零以下になるときに消滅する。すなわち、

$$x_e(j, m, k-1) > 0 \quad \text{and}$$

$$x_e(j, m, k-1) + x_i(j, m, k) \leq x_o(j, m, k)$$

- iii) 渋滞は、超過流入交通量 $x_e(j, m, k)$ が正の間継続する。すなわち、

$$x_e(j, m, k-1) > 0 \quad \text{and}$$

$$x_e(j, m, k-1) + x_i(j, m, k) > x_o(j, m, k)$$

3. 2 交通解析

交通量収支を構成する流入交通量や捌け交通量、超過流入交通量を2つの信号交差点において車線単位

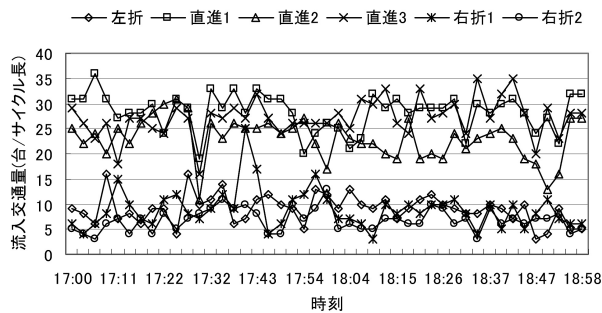


図3 広島市役所前信号交差点の東行き流入路における流入交通量

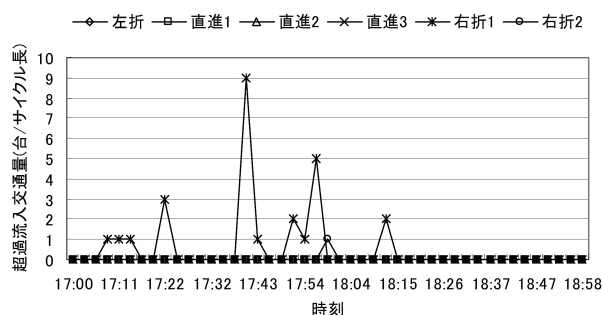


図4 広島市役所前信号交差点の東行き流入路における超過流入交通量

位、サイクル長単位で測定した。ここでは、主な流入路で発生した渋滞について解析する。

まず、広島市役所前信号交差点の東行き流入路の流入交通量は、図3に示されるように直進交通量が右左折交通量の3～4倍と多く、17時41分頃に右折1の車線において交通量が急激に増加したために渋滞が発生している(図4参照)。西行き流入路の流入交通量は、直左、直進交通量が右折交通量の3～4倍と多いが、超過流入交通量は右折1の車線において最大4台/サイクル長と、渋滞はほとんど発生していない。南行き流入路では、流入交通量については図5に示されるように各方向別交通量の差は小さいが、超過流入交通量は図6に示されるように右折車線において最大8台/サイクル長と、右折交通量が多いためにわずかではあるが渋滞が頻繁に発生している。北行き流入路では図7に示されるように

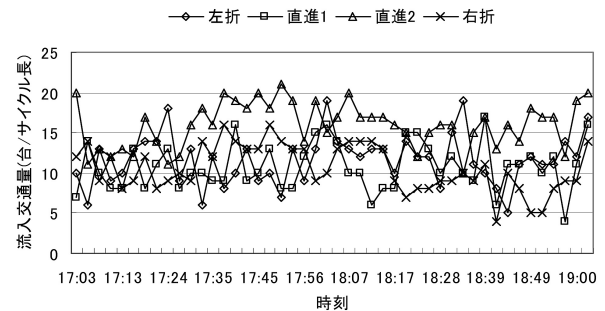


図5 広島市役所前信号交差点の南行き流入路における流入交通量

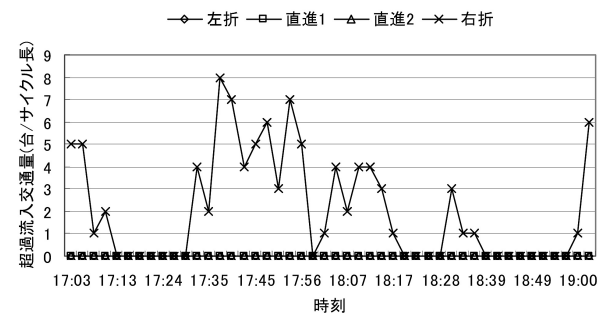


図6 広島市役所前信号交差点の南行き流入路における超過流入交通量

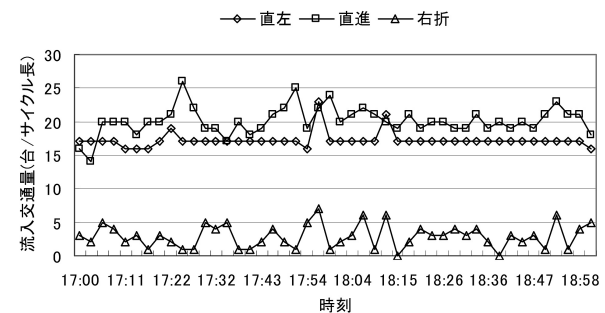


図7 広島市役所前信号交差点の北行き流入路における流入交通量

直進車線と直左車線の流入交通量が多く、右折交通量の約6倍となっているが、超過流入交通量は図8に示されるように直左車線において最大10台/サイクル長と、横断歩行者数および左折車数が多いため、渋滞が頻繁に発生している。また、この信号交差点は南北に路面電車が通っているが、南北方向における右折交通の妨げにはなっていない。

次に、国泰寺信号交差点では、西行き流入路においてのみ渋滞が発生しており、他の流入路においては渋滞がほとんど発生していない。ここでは西行き流入路についてのみ解析する。西行き流入路の流入交通量は、図9に示されるように直左車線が13台/サイクル長から32台/サイクル長の間、直進2車線がともに16台/サイクル長から49台/サイクル長の間でほぼ同様に変動している。これら車線においては、下流側リンクにおける先詰まりのために、18時9分

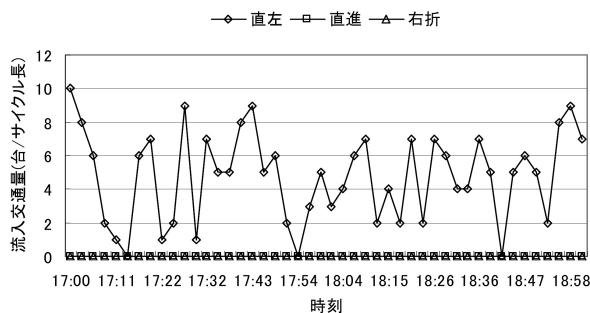


図8 広島市役所前信号交差点の北行き流入路における超過流入交通量

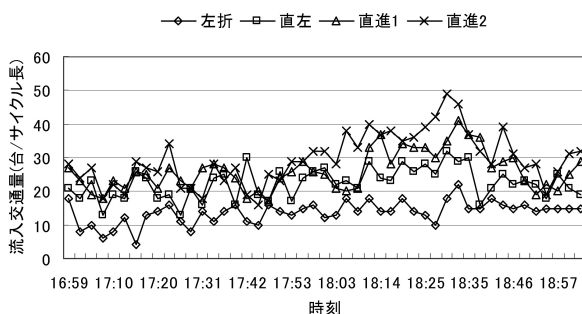


図9 国泰寺信号交差点の西行き流入路における流入交通量

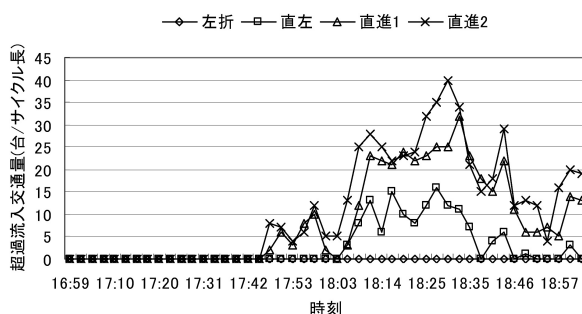


図10 国泰寺信号交差点の西行き流入路における超過流入交通量

頃から捌け交通量が最低5台/サイクル長と急激に減少し、図10に示されるように渋滞が頻繁に発生し、最大40台/サイクル長となっている。

4. 信号制御システム

各信号交差点の交通量収支((1)式)において、流入交通量 $x_i(j, m, k)$ は車両感知器により時々刻々と測定され、捌け交通量 $x_o(j, m, k)$ は3つの信号制御パラメータにより制御されると仮定し、制御入力 $u(j, m, k)$ で置き換えると、渋滞長の信号制御システムは以下の非線形ダイナミックシステムで記述される。

$$\begin{cases} x_e(j, m, k) = x_e(j, m, k-1) + x_i(j, m, k) - u(j, m, k) \\ y_c(j, m, k) = l_m(j, m, k) \cdot x_e(j, m, k) \end{cases} \quad (3)$$

渋滞長 $y_c(j, m, k)$ は状態変数 $x_e(j, m, k)$ に変換係数 $l_m(j, m, k)$ を乗じて求められる。なお、変換係数 $l_m(j, m, k)$ は待ち車列の平均車頭間隔に相当し、車種構成によって変動する。

この信号制御システムにおいて、基準入力に許容渋滞長 $l_r(j, m, k)$ を、制御入力に3つの信号制御パラメータを、出力に渋滞長をそれぞれ対応させると、渋滞長の信号制御システムは、各信号交差点においてフィードバック制御システムを用いて設計される⁴⁾。

二方向交通幹線道路の信号制御の目的は、流入交通量が車両感知器によりサイクル長単位で入力されると仮定すると、次式の評価関数 $J_a(k)$ を最小にするような制御入力を探索することである。

$$J_a(k) = \sum_{j=1}^N \sum_{m=1}^4 g(j, m, k) \quad (4)$$

ここで、 N は幹線道路上の信号交差点数を、関数 $g(j, m, k)$ は制御偏差に基づいて計算される関数をそれぞれ表している。

5. バランス制御アルゴリズム

二方向交通幹線道路の渋滞長制御のためにバランス制御アルゴリズムを提案する。バランス制御アルゴリズムでは、信号交差点において互いに交差する流入路の制御偏差の最大値を等しくし、かつ、評価関数 $J_a(k)$ を最小するように2つの信号制御パラメータを系統的、逐次的に探索する。

バランス制御アルゴリズムは以下のように記述される。

Step 1. 各信号交差点における現示と信号制御パラメータ(サイクル長、青信号スプリット)の初期値や上下限值、きざみ幅、ならびに比率 $\xi(j, m, k)$ や、変換係数 $l_m(j, m, k)$ 、閾値 ε などを設定する。 $m=1$ から順に以下の計算を行う。

Step 2. 時間区間 ΔT をサイクル長 $c_y^{(n)}(j, m, k)$ に等しく設定し, 各車線の流入交通量をそれぞれ入力する。ここで, 上付添字⁽ⁿ⁾は繰り返し計算回数を表す。

Step 3. 渋滞時の流入交通量を車線単位で再計算する。

$$\begin{cases} x_{il}^{(n)}(j, m, k) = x_{il}^{(n)}(j, m, k) \\ \quad + x_{el}(j, m, k-1) \\ x_{is}^{(n)}(j, m, k) = x_{is}^{(n)}(j, m, k) \\ \quad + x_{es}(j, m, k-1) \\ x_{ir}^{(n)}(j, m, k) = x_{ir}^{(n)}(j, m, k) \\ \quad + x_{er}^{(n)}(j, m, k-1) \\ x_{isl}^{(n)}(j, m, k) = x_{isl}^{(n)}(j, m, k) \\ \quad + x_{esl}^{(n)}(j, m, k-1) \end{cases} \quad (5)$$

ここで, $x_{il}^{(n)}(j, m, k)$, $x_{is}^{(n)}(j, m, k)$, $x_{ir}^{(n)}(j, m, k)$, $x_{isl}^{(n)}(j, m, k)$ はそれぞれ左折, 直進, 右折, 直左車線の流入交通量を表し, $x_{el}(j, m, k-1)$, $x_{es}(j, m, k-1)$, $x_{er}(j, m, k-1)$, $x_{esl}(j, m, k-1)$ はそれぞれ左折, 直進, 右折, 直左車線の超過流入交通量を表す。

Step 4. 信号交差点の各流入路の交通処理量

$$\begin{aligned} c_x^{(n)}(j, m, k) & \text{を車線単位で求める。} \\ c_{xl}^{(n)}(j, m, k) &= r_{gl}^{(n)}(j, m, k) \cdot c_{xl}(j, m, k) \\ c_{xs}^{(n)}(j, m, k) &= r_{gs}^{(n)}(j, m, k) \cdot c_{xs}(j, m, k) \\ c_{xr}^{(n)}(j, m, k) &= r_{gr}^{(n)}(j, m, k) \cdot c_{xr}(j, m, k) \\ c_{xsl}^{(n)}(j, m, k) &= r_{gsl}^{(n)}(j, m, k) \cdot c_{xsl}(j, m, k) \end{aligned} \quad (6)$$

ここで, $c_{xl}(j, m, k)$, $c_{xs}(j, m, k)$, $c_{xr}(j, m, k)$, $c_{xsl}(j, m, k)$ はそれぞれ左折, 直進, 右折, 直左車線の交通容量を表し, $r_{gl}^{(n)}(j, m, k)$, $r_{gs}^{(n)}(j, m, k)$, $r_{gr}^{(n)}(j, m, k)$, $r_{gsl}^{(n)}(j, m, k)$ はそれぞれ各車線の青信号スプリットを表す。

Step 5. 各車線の青時間をサイクル長と青信号スプリットの積より算定する。

Step 6. 超過流入交通量 $x_e^{(n)}(j, m, k)$ を車線単位の交通量収支に基づいて算定する。

$$x_{el}^{(n)}(j, m, k) = x_{il}^{(n)}(j, m, k) + x_{ol}^{(n)}(j, m, k) \quad (7)$$

$$\begin{cases} x_{ol}^{(n)}(j, m, k) = \xi(j, m, k) \cdot c_{xl}(j, m, k) \\ x_{el}^{(n)}(j, m, k) \geq 0 \end{cases} \quad (8)$$

$$x_{es}^{(n)}(j, m, k) = x_{is}^{(n)}(j, m, k) + x_{os}^{(n)}(j, m, k) \quad (9)$$

$$\begin{cases} x_{os}^{(n)}(j, m, k) = \xi(j, m, k) \cdot c_{xs}(j, m, k) \\ x_{es}^{(n)}(j, m, k) \geq 0 \end{cases} \quad (10)$$

$$x_{er}^{(n)}(j, m, k) = x_{ir}^{(n)}(j, m, k) + x_{or}^{(n)}(j, m, k) \quad (11)$$

$$\begin{cases} x_{or}^{(n)}(j, m, k) = \xi(j, m, k) \cdot c_{xr}(j, m, k) \\ x_{er}^{(n)}(j, m, k) \geq 0 \end{cases} \quad (12)$$

$$x_{esl}^{(n)}(j, m, k) = x_{isl}^{(n)}(j, m, k) + x_{osl}^{(n)}(j, m, k) \quad (13)$$

$$\begin{cases} x_{osl}^{(n)}(j, m, k) = \xi(j, m, k) \cdot c_{xsl}(j, m, k) \\ x_{esl}^{(n)}(j, m, k) \geq 0 \end{cases} \quad (14)$$

ここで, $x_{ol}^{(n)}(j, m, k)$, $x_{os}^{(n)}(j, m, k)$, $x_{or}^{(n)}(j, m, k)$, $x_{osl}^{(n)}(j, m, k)$ はそれぞれ左折, 直進, 右折, 直左車線の捌け交通量を表す。

Step 7. 各車線の渋滞長 $y_c^{(n)}(j, m, k)$ を, 変換係数 $l_m(j, m, k)$ を用いて算定する。

$$\begin{cases} y_{cl}^{(n)}(j, m, k) = l_m^{(n)}(j, m, k) \cdot x_{el}(j, m, k) \\ y_{cs}^{(n)}(j, m, k) = l_m^{(n)}(j, m, k) \cdot x_{es}(j, m, k) \\ y_{cr}^{(n)}(j, m, k) = l_m^{(n)}(j, m, k) \cdot x_{er}(j, m, k) \\ y_{csl}^{(n)}(j, m, k) = l_m^{(n)}(j, m, k) \cdot x_{esl}(j, m, k) \end{cases} \quad (15)$$

ここで, $y_{cl}^{(n)}(j, m, k)$, $y_{cs}^{(n)}(j, m, k)$, $y_{cr}^{(n)}(j, m, k)$, $y_{csl}^{(n)}(j, m, k)$ はそれぞれ左折, 直進, 右折, 直左の渋滞長を表す。

Step 8. 各信号交差点における信号制御パラメータの関係式に基づいて, 全流入路の青信号スプリットや青時間などを車線単位で算定する。

Step 9. もし, 次の条件

$$\max\{|e^{(\kappa)}(j, 1, k)|, |e^{(\omega)}(j, 2, k)|, |e^{(\mu)}(j, 3, k)|, |e^{(\lambda)}(j, 4, k)|\} < \varepsilon \quad (16)$$

$\varepsilon > 0$

を満足すれば, 得られたサイクル長と青信号スプリットを最適値としてアルゴリズムを終了する。ここで上付添字^{(k), (ω), (μ), (λ)}は各流入路に対する繰り返し計算回数を表す。

Step10. 一方, 次の条件

$$\max\{|e^{(\kappa)}(j, 1, k)|, |e^{(\omega)}(j, 2, k)|, |e^{(\mu)}(j, 3, k)|, |e^{(\lambda)}(j, 4, k)|\} \geq \varepsilon \quad (17)$$

$\varepsilon > 0$

が成立すれば, 制御偏差が最大となった流入路において, 制御偏差 $e(j, m, k)$ が正の値となった方向の青信号スプリットを, 次式によってきざみ幅 $\Delta r_{gl}(j, m)$, $\Delta r_{gs}(j, m)$, $\Delta r_{gr}(j, m)$, $\Delta r_{gsl}(j, m)$ だけそれぞれ微小増加させる。

$$\begin{cases} r_{gl}^{(n+1)}(j, m, k) = r_{gl}^{(n)}(j, m, k) + \Delta r_{gl}(j, m) \\ r_{gs}^{(n+1)}(j, m, k) = r_{gs}^{(n)}(j, m, k) + \Delta r_{gs}(j, m) \\ r_{gr}^{(n+1)}(j, m, k) = r_{gr}^{(n)}(j, m, k) + \Delta r_{gr}(j, m) \\ r_{gsl}^{(n+1)}(j, m, k) = r_{gsl}^{(n)}(j, m, k) + \Delta r_{gsl}(j, m) \end{cases} \quad (18)$$

もし, $r_{gl}^{(n+1)}(j, m, k) > r_{gl, \max}$, $r_{gs}^{(n+1)}(j, m, k) > r_{gs, \max}$, $r_{gr}^{(n+1)}(j, m, k) > r_{gr, \max}$, $r_{gsl}^{(n+1)}(j, m, k) > r_{gsl, \max}$ のいずれかが成立すればStep11へ進み, そうでなければStep4へ戻る。ここで, $r_{gl, \max}$, $r_{gs, \max}$, $r_{gr, \max}$, $r_{gsl, \max}$ はそれぞれ左折, 直進, 右折, 直左車線の青信号スプリットの上限值を表す。

Step11. サイクル長を, 次式によってきざみ幅 $\Delta c_y(j, m)$ だけ微小増加させる。

$c_y^{(n+1)}(j, m, k) = c_y^{(n)}(j, m, k) + \Delta c_y(j, m)$ (19)
 もし、 $c_y^{(n+1)}(j, m, k) > c_{y, \max}$ が成立すれば計算を終了し、 $c_y^{(n+1)}(j, m, k) \leq c_{y, \max}$ が成立すればStep2へ戻る。ここで $c_{y, \max}$ はサイクル長の上限值を表す。

このバランス制御アルゴリズムは、初期時刻 $k=1$ から最終時刻 $k=k_f$ まで、また、 $j=1$ から $j=N$ までの全信号交差点について逐次実行される。この信号制御アルゴリズムでは、サイクル長と青信号スプリットの初期値は下限値より出発し、(16) 式の条件が満足されるまで (18) 式と (19) 式によって修正され、最終的にサイクル長と青信号スプリットの最適値が得られる。

6. シミュレーション結果と考察

二方向交通幹線道路における渋滞長のバランス制御アルゴリズムを用い、広島市内国道2号線上の2つの信号交差点において夕方のラッシュ時にシミュレーションを行った。各信号交差点の流入交通量は測定値を基に設定し、渋滞長の基準入力はすべての流入路において0mに設定した。

最初に、広島市役所前信号交差点におけるサイク

ル長は、図11に示されるように測定値は全ての流入路において160秒を中心に狭い範囲で変動しているのに対し、シミュレーション値では流入交通量の増減に応じて120秒から168秒の間で広範囲に制御されている。直進青信号スプリットは、図12に示されるように幹線道路方向の測定値は0.5を中心に変動しているのに対し、シミュレーション値では交通量の変動に対応して制御されている。また、交差道路方向では、図13に示されるように測定値とシミュレーション値との間に大きな差は見られない。これは、この信号交差点が2つの幹線道路の接続点であるため、全ての流入路において流入交通量が多く、測定値はパターン選択法により、シミュレーション値は流入交通量の変動に応じて制御され、ともに最大に近い青信号スプリットが割り当てられていると考えられる。青信号スプリットとサイクル長の積より算定された青時間の測定値は、幹線道路方向では81秒を、交差道路方向では65秒を中心に小さく変動しているのに対し、シミュレーション値では流入交通量の変動に応じて広範囲に制御されている (図14, 15 参照)。以上のように制御した結果、図16~18に示されるように、渋滞長は全ての流入路において0mに制御することができた。

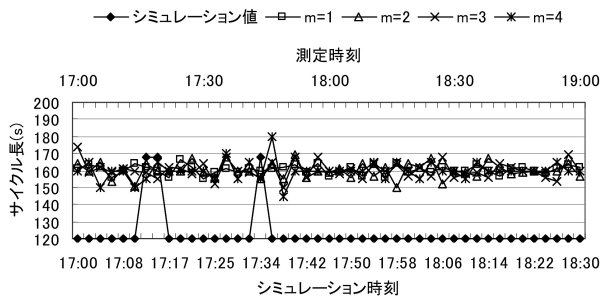


図11 広島市役所前信号交差点におけるサイクル長の測定値とシミュレーション値の比較

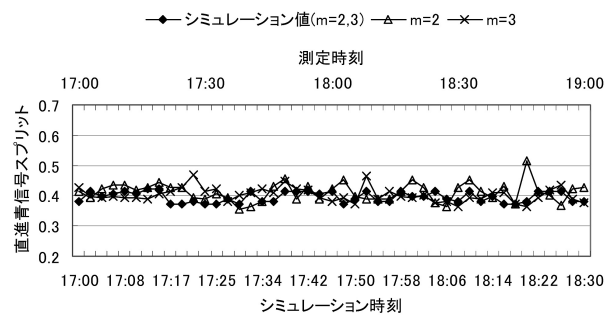


図13 広島市役所前信号交差点の交差道路方向における直進青信号スプリットの測定値とシミュレーション値の比較

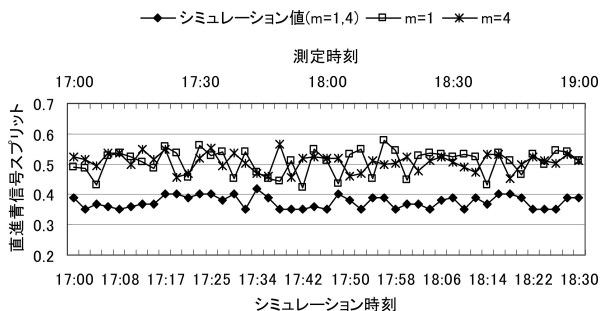


図12 広島市役所前信号交差点の幹線道路方向における直進青信号スプリットの測定値とシミュレーション値の比較

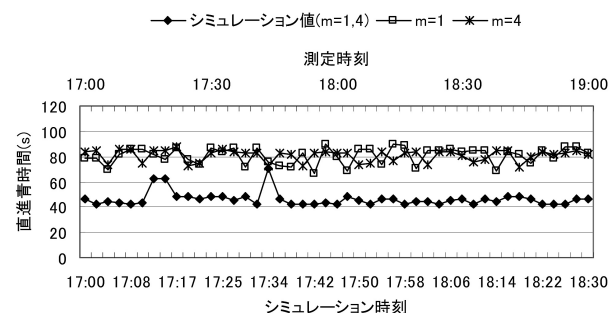


図14 広島市役所前信号交差点の幹線道路方向における直進青時間の測定値とシミュレーション値の比較

次に、国泰寺信号交差点におけるサイクル長は、図19に示されるように測定値は160秒を中心に小さく変動しているのに対し、シミュレーション値では流入交通量の時間変動に対応して120秒から200秒の間で広範囲に制御されている。直進青信号スプリットの測定値は、幹線道路方向では0.5を、交差道路方向では0.33を中心に変動しているのに対し、シミュレーション値では流入交通量の時間変動に対応して広範囲に制御されている（図20、21参照）。青時間は幹線道路方向では80秒を、交差道路方向では54秒を中心に小さく変動しているのに対し、シミュレー



図18 広島市役所前信号交差点の北行き流入路における直左折車線の渋滞長の測定値とシミュレーション値の比較

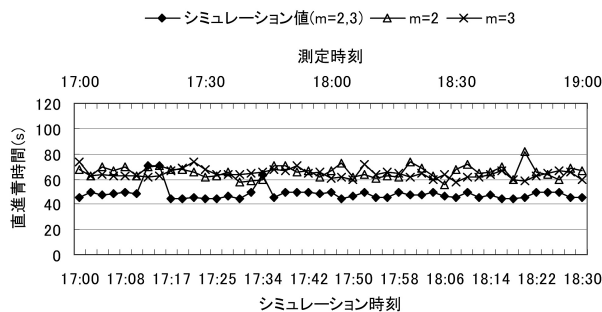


図15 広島市役所前信号交差点の交差道路方向における直進青時間の測定値とシミュレーション値の比較

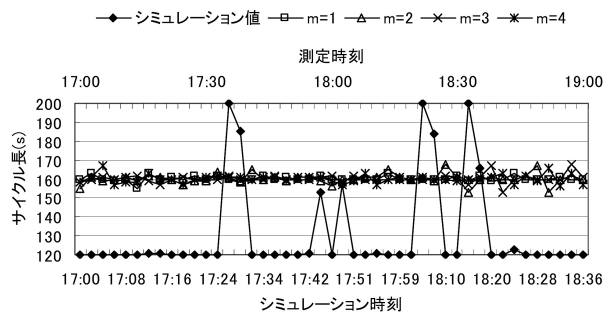


図19 国泰寺信号交差点におけるサイクル長の測定値とシミュレーション値の比較



図16 広島市役所前信号交差点の東行き流入路における右折車線の渋滞長の測定値とシミュレーション値の比較

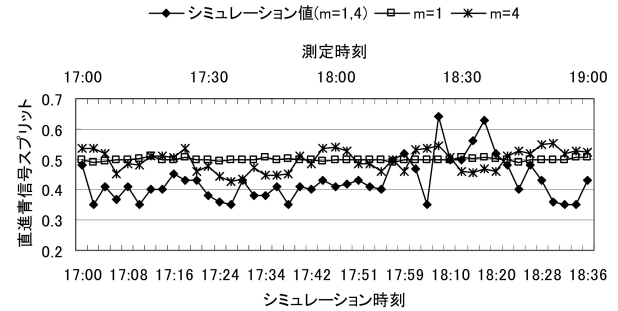


図20 国泰寺信号交差点の幹線道路方向における直進青信号スプリットの測定値とシミュレーション値の比較



図17 広島市役所前信号交差点の南行き流入路における右折車線の渋滞長の測定値とシミュレーション値の比較

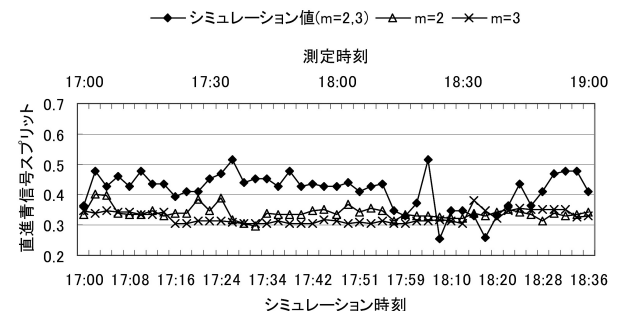


図21 国泰寺信号交差点の交差道路方向における直進青信号スプリットの測定値とシミュレーション値の比較

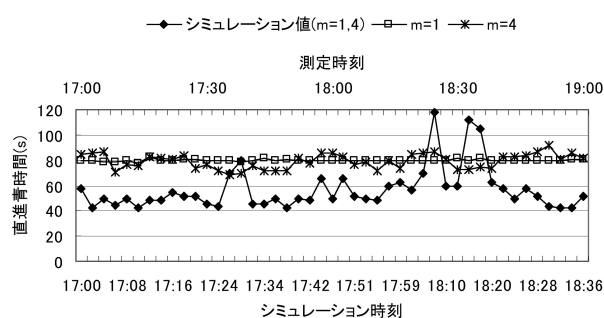


図22 国泰寺信号交差点の幹線道路方向における直進青時間の測定値とシミュレーション値の比較

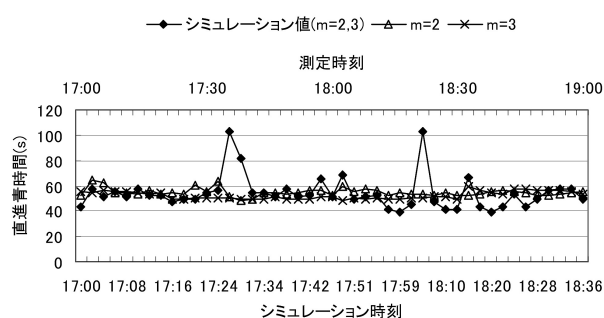


図23 国泰寺信号交差点の交差道路方向における直進青時間の測定値とシミュレーション値の比較



図24 国泰寺信号交差点の西行き流入路における直進車線の渋滞長の測定値とシミュレーション値の比較



図25 国泰寺信号交差点の西行き流入路における直左車線の渋滞長の測定値とシミュレーション値の比較

ション値では流入交通量の時間変動に対応して広範囲に制御されている (図22, 23参照)。以上の結果, 渋滞長は全ての流入路においてほぼ0mに制御することができた (図24, 25参照)。

7. まとめ

本稿では, 広島市内幹線道路における渋滞長の信号制御システムを開発するため, まず, 国道2号線上の2つの信号交差点において道路特性と交通特性を解析した。次に, 渋滞長の信号制御システムと信号制御アルゴリズムを提案し, シミュレーションを行った。その結果, バランス制御アルゴリズムにより時間変動する流入交通量に最適なサイクル長と青信号スプリットが算出され, 実際に渋滞が発生している幹線道路において, 渋滞長をほぼ0mに制御することができた。

今後の課題として, 信号機の系統制御を行うオフセットを付加したシミュレーションを行い, 提案した信号制御システムと信号制御アルゴリズムの有効性を検証することが挙げられる。

参考文献

- 1) P. B. Hunt, Robertson : R. D. Bretherton and R. I. Winton, *SCOOT - A Traffic Responsive Method of Coordinating Signals*, TRRL Laboratory Report, p.1014 (1981)
- 2) H.Sakakibara, T. Usami, S. Itakura and T. Tajima : MODERATO (Management by Origin- Destination Related Adaptation for Traffic Optimization), Proc. of IEEE / IEEJ / JSAI International Conference on Intelligent Transportation Systems, Tokyo, pp.38-43 (1999)
- 3) 交通工学用語辞典, 技術書院 (1984).
- 4) 清水, 真柴, 傍田, 小林: 幹線道路の渋滞長制御, 情報処理学会論文誌, Vol.42, No.7, pp.1876-1884 (2001)