

単独信号制御の高度化に関する研究

—無駄青時間の減少—

A Study on the Advancement of Off-line Traffic Signal Control

—Optimization of Green Time—

○津布子裕幸¹, 安井一彦²

*Hiroyuki Tsubuko¹, Kazuhiko Yasui²

Abstract: There are two method of traffic signal control in Japan. The on-line real time traffic signal control is effective but expensive too, on the other hand, the off-line traffic signal control is low in price but often cause traffic congestion. Thereto, advancement of off-line traffic signal control was proposed anew. Green time of this new signal control is increased or decreased by passing stop line in the preceding inter-green time. Object of this study is improvement of the advancement of off-line traffic signal control.

1. はじめに

わが国の信号制御には単独信号制御と集中信号制御がある。前者は曜日・時間帯単位で事前に設定されたパラメータにより制御を行うが、定期的な更新は実施されていないため、交通渋滞や無駄青時間発生の原因となっている。後者は交通管制センターと接続し、車両感知器の情報をもとにリアルタイムでパラメータを選択する。そのため、需要に見合った制御を行えるが、必要な設備が多くコストがかかる。

こうした背景を踏まえて、単独信号制御の高度化と呼ばれる新信号制御が提案され、実証実験により安価かつ需要に応じた制御が可能であることがわかっている^[1]。しかし、無駄青時間が増加することが課題とされている^[2]。

そこで、本研究では無駄青時間増加の原因を究明し、単独信号制御の高度化の改善案の提案を目的とする。

2. 単独信号制御の高度化の概要

単独信号制御の高度化のアルゴリズムを Figure1 に示す。

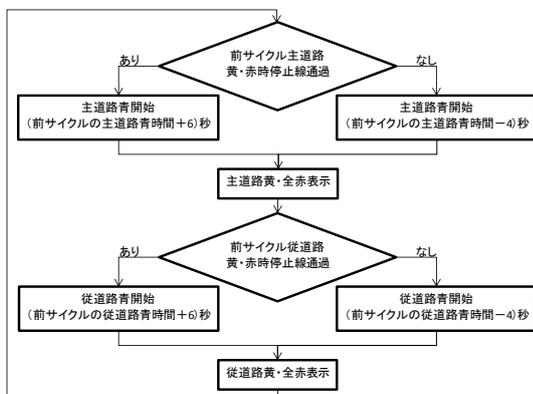


Figure1. Algorithm of advancement of off-line traffic signal control

単独信号制御の高度化は、黄・赤時における停止線通過車両の有・無により各現示の需要の飽和・非飽和を判定し、その結果をもとに次サイクルの同現示の青時間を増減させることで、需要の変化に応じる。

3. 単独信号制御の高度化の無駄青時間の傾向

無駄青時間増加の原因を究明するために、まず実証実験時のデータより無駄青時間の傾向を分析した。分析にあたり、実験対象交差点で行われているギャップ感応制御の最小青時間である6秒を、無駄青時間の大小の基準とした。Figure2は単独信号制御の高度化の青時間と無駄青時間を示したグラフの一例である。

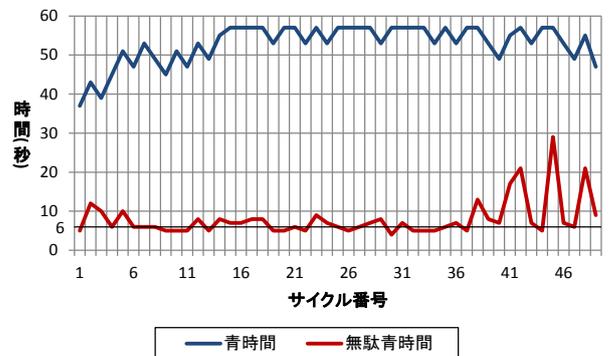


Figure2. Green intervals and green intervals displayed unnecessarily

Figure2より、単独信号制御の高度化には、極端に無駄青時間の長いサイクルが存在することがわかる。また、青時間を短縮しているのにも関わらず、無駄青時間が6秒以上発生しているサイクルが存在することもわかる。そこで以上を踏まえ、単独信号制御の高度化の無駄青時間増加の原因は以下の2つにあると仮説を立てた。

- ・ 駆け込み・信号無視車両による誤判定
- ・ 青時間の短縮不足

1 : 日大理工・院 (前)・交通 2 : 日大理工・教員・交通

4. 無駄青時間増加原因の特定

(1) 解析方法

1) ビデオ解析

駆け込み・信号無視車両と無駄青時間増加の関係を調べるために行った。飽和・非飽和判定対象車両が、黄表示時に停止可能であったが停止線を通過したサイクルと、赤表示時に停止線を通過したサイクルのうち、無駄青時間が7秒以上発生したサイクルを、誤判定による無駄青時間発生サイクルとした。

2) データ解析

青時間短縮秒数と無駄青時間増加の関係を調べるために行った。青時間が短縮されたサイクルのうち、無駄青時間が7秒以上発生したものを、青時間の短縮不足による無駄青時間発生サイクルとした。

(2) 解析結果

ビデオ解析とデータ解析の結果を **Table1** に示す。

Table1. Green intervals displayed unnecessarily and their percentages

	サイクル総数	無駄青時間 6秒以下 サイクル	無駄青時間7秒 以上サイクル		その他
			短縮 不足	誤判定	
主道路	サイクル数 205	127	14	64	0
	割合	62.0%	6.8%	31.2%	0.0%
従道路	サイクル数 204	98	40	64	2
	割合	48.0%	19.6%	31.4%	1.0%

Table1 のように、無駄青時間が7秒以上発生したサイクルは、誤判定もしくは青時間の短縮不足に起因するものの2つに大別できた。

誤判定による無駄青時間増加の発生割合は主道路と従道路でほぼ等しいが、青時間の短縮不足による無駄青時間増加の発生割合には主道路と従道路の間で差がある。よって、実証実験時に従道路のみで累積無駄青時間が増加した原因は、後者であると考えられる。

5. 改善案の提案とその効果

(1) 改善案の提案

1) 青時間の打ち切り

青時間の短縮不足と誤判定の両方を対象とする。無駄青時間が一定秒数以上発生した場合、青時間を打ち切り、黄表示を開始する。なお、青時間が打ち切られたサイクルは非飽和と判定する。

青時間を打ち切る基準は、ギャップ感応制御の最小青時間を参考にして、6秒程度が良いと考えられる。

2) 青時間短縮秒数の増加

青時間の短縮不足を対象とする。非飽和判定時の次サイクルの青時間短縮秒数を増加する。

具体的な青時間の短縮秒数は、既存研究を参考にして、6秒程度が良いと考えられる^[2]。

(2) 改善案の効果

1) 概算方法

各改善案の効果を式(1)~(3)により概算した。

$$w_2 = \frac{B}{B-d} (w_1 - d_{1-2}) \tag{1}$$

$$d_1 = \frac{\sum_i (b_i - 6)}{T} \tag{2}$$

$$d_2 = \frac{2n}{T} \tag{3}$$

ここで、

w₁ : 改善案導入前1時間あたりの無駄青時間 (秒)

w₂ : 改善案導入後1時間あたりの無駄青時間 (秒)

B : 1時間あたりの青時間 (秒)

d₁ : 打ち切りによる1時間当たり削減秒数 (秒)

d₂ : 短縮秒数増加による1時間当たり削減秒数 (秒)

T : 調査時間 (時間)

b_i : 無駄青時間発生サイクルの無駄青時間 (秒)

n : サイクル数

2) 概算結果

概算の結果を **Table2** に示す。

Table2. Green intervals displayed unnecessarily in an hour

	改善前		打ち切り		短縮秒数の増加	
	w ₁ (秒)	w ₂ (秒)	削減率	w ₂ (秒)	削減率	
主道路	176	148	15.9%	168	4.8%	
従道路	207	154	25.7%	190	8.3%	
交差点全体	192	151	21.2%	179	6.7%	

6. 結論と今後の課題

無駄青時間の増加原因は、駆け込み・信号無視車両による誤判定が主道路、従道路ともに約3割を占めていることがわかった。また、実証実験における従道路のみでの累積無駄青時間増加の原因は、青時間の短縮不足であることもわかった。

以上に対する改善案として、青時間短縮秒数の増加または青時間の打ち切りを導入することにより、それぞれ約6.7%、約21.2%程度の無駄青時間の削減が見込めると期待される。

より詳細な検証を行うため、現在シミュレーションを用いて分析を行っている。

7. 参考文献

[1] 小沼良裕, 安井一彦: 停止線付近の車両挙動に着目した単独信号制御の高度化, 第30回交通工学研究会発表論文集, pp.45-48, 2010.
 [2] 藤井智宏, 安井一彦: 単独信号制御の高度化に関する研究, 日本大学大学院理工学研究科博士前期課程社会交通学専攻修士論文, 2013.