

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—

指導教授 安井 一彦 0090 津布子 裕幸

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、定期的なパラメータの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して制御を行う。そのため、需要に見合った制御を行えるが、感知器の設置に伴う建設費や回線使用料などのコストがかかるという問題がある。

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できることがわかっている¹⁾。しかし、単独信号制御と比較すると、従道路の累積無駄青時間が増加したことが課題となっている。

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図-1に示す。単独信号制御の高度化は、図-1のように黄+赤表示時における停止線通過車両の有無により各現時の需要の飽和・非飽和を判定し、その結果をもとに次サイクルの青時間を増減させることで需要の変化に応じた信号制御を行う。

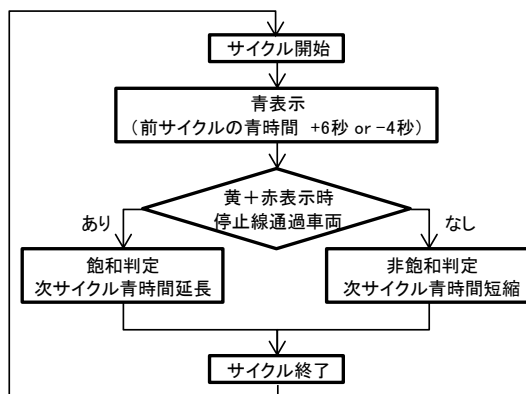


図-1 単独信号制御の高度化のアルゴリズム

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。

図-2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。

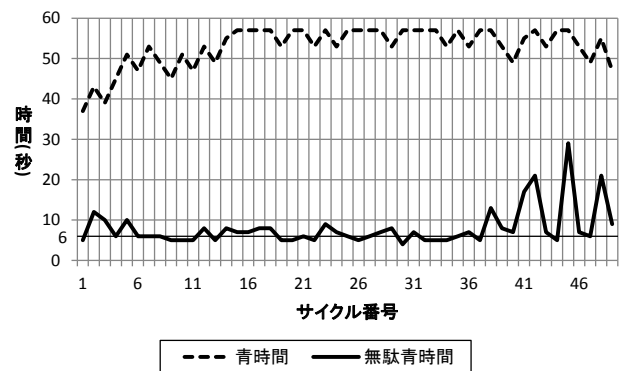


図-2 従道路・朝の青時間と無駄青時間

図-2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、無駄青時間が長い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

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ビデオ解析を行った。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り過ぎたサイクルと、赤表示時に停止線を通り過ぎ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

青時間の短縮秒数と無駄青時間増加の関係を調べるためにデータ解析を行った。青時間短縮が実施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表-1に示す。

表-1 無駄青時間増加原因別サイクル数とその割合

	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%

表-1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。このことより、単独信号制御の高度化の無駄青時間増加の原因は、仮説通りに、駆け込み・信号無視車両による誤判定と青時間の短縮不足であることがわかった。

誤判定による無駄青時間の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の増加の発生割合には主道路と従道路の間で差がある。このことより、実証実験時に従道路のみで累積無駄青時間が増加したこと¹⁾は、青時間の短縮不足に起因していると考えられる。

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した改善案として、青時間の打ち切りを提案する。感知器により車両を検知し、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した改善案として、非飽和判定時の次サイクルの青時間短縮秒数の増加を提案する。

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)により概算した。

$$w_2 = \frac{BT}{BT - \sum_i (b_i - 6)} \left(w_1 - \frac{\sum_i (b_i - 6)}{T} \right) \quad (1)$$

ここで、

B : 1時間あたりの青時間 (秒)

w_1 : 改善案導入前1時間あたりの無駄青時間 (秒)

w_2 : 改善案導入後1時間あたりの無駄青時間 (秒)

b_i : 無駄青時間発生サイクルの無駄青時間 (秒)

T : 調査時間 (時間)

2) 概算結果

概算の結果を表-2に示す。

表-2 改善案導入前後の1時間あたりの無駄青時間

	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%

青時間の打ち切りまたは青時間短縮秒数の増加を導入することにより、交差点全体でそれぞれ約21.2%、約6.7%の無駄青時間の削減が見込める結果となった。

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%の無駄青時間の削減が見込めると期待される。

本研究で行った改善案に関する概算は簡易的なものであるため、今後の課題としてシミュレーションにより効果を確認、実際の交差点に導入し検証する必要がある。

参考文献

- 恩田千暖: 単独信号制御の高度化に関する研究—青時間の自動生成制御—, 日本大学理工学部社会交通工学科卒業論文概要集, pp.79-80, 2013.
- 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.