

信号制御方式と交差点構造の改良による交差点の交通渋滞緩和効果分析*

The Traffic Congestion Relaxation Effect Analysis of the Crossing

By the Improvement of the Signal Control Way and the Crossing Structure *

福島 淳**・青島 縮次郎***・金井 昌信****・杉木 直*****

By Atsushi FUKUSHIMA, Naojiro AOSHIMA, Masanobu KANAI and Nao SUGIKI

1. はじめに

全国的なモータリゼーションの進展にともない、多くの地方都市では自動車利用の増大により、市街地の低密拡散化および公共交通機関の衰退が進み、それがさらに人々の交通行動における自動車利用を増大させる結果となっている。このような自動車交通に大きく依存した都市交通状況下においては、自動車交通需要に対する交通容量は不足し、交通渋滞などの都市交通問題は深刻な問題となっている。

このような背景から、これまで多くの交通渋滞に対する調査や対策がなされており、その結果から多くの交通渋滞要因は交差点における交通容量不足に起因していることが明らかとなっている。また地方都市においては朝夕の時間帯に交通量が集中するため、その時間帯において交差点が交通容量不足となり、ピーク性の高い交通渋滞が発生している。このことから、今後は主要幹線道路の拡幅、バイパス整備などの大規模なハード整備以外に、信号交差点における右折専用車線の設置などの小規模なハード整備や適正な信号制御の設定などのソフトな整備により、限られた財源の中で交通渋滞解消を行うことが必要であると考えられる。

そこで本研究では、群馬県桐生市をケーススタディとして、地方都市における交差点での交通渋滞の要因を定性的に把握したうえで、現状交差点の交通渋滞を定量的に解析する。そして、ハードな対策

*キーワード：交通制御、交通管理、交差点改良

**学生員、群馬大学大学院工学研究科

(群馬県桐生市天神町1-5-1

TEL: 0277-30-1650 FAX: 0277-30-1601)

***フェロー、工博、群馬大学工学部建設工学科教授

****学生員、工修、群馬大学大学院工学研究科

*****正会員、情報修、群馬大学工学部建設工学科助手

として交差点構造の改良を、ソフトな対策として信号制御方式の改良を取り上げ、それらの改良を行った場合に、交通渋滞がどの程度緩和されるのか、その効果を検証する。

2. 交差点の渋滞要因分析

桐生市の交通渋滞要因を把握することを目的として、市内の主要交差点および混雑が予想される交差点を20箇所選定し、定性的な調査を行った。調査概要、調査項目および調査結果は表-1、表-2および図-1に示す通りである。

これより右折レーンの整備が不十分なことなど、交差点において右折車が渋滞要因になり、交通渋滞が発生している傾向が強いことが明らかとなった。これより、交差点構造の異なる(右折レーン設置の有無)交差点で交通渋滞を定量的に解析する。

表-1 調査概要

調査日時・時間
平成13年11月7日(水)
午前7時30分~午前8時30分の10分間
調査方法
調査員が各交差点の流入方向の全てにおいて、各調査項目を以下の4段階で主観的に評価する。
0:見られない 1:やや見られる 2:見られる 3:大いに見られる

表-2 調査項目

①右折待ち車両によって、後続の直進、左折車が滞留
②右折車により対向する直進車の交通が阻害
③右折レーンがない、もしくは短い
④主要道の青信号が長い、従路の青時間が短く円滑な流入が困難
⑤周辺に橋梁が不足しているため、交通が橋梁周辺の交差点に集中
⑥沿道との出入り交通のため、本線での円滑な走行が阻害
⑦左折車が歩行者の影響などで左折できずに後続車の通行を阻害
⑧歩道、車道が非分離であることや、歩道の幅員が狭い等のため、歩行者との接近により車両の走行が阻害
⑨交差点形状が変形しているため、信号処理が複雑になる
⑩交差点の交差角が鋭角となっているため、右左折時に速度が低下する
⑪踏切における一時停止により、交通が円滑でなくなる
⑫路上駐車により、交通が円滑でなくなる
⑬大型車の混入率が高いため、全体的に速度が低下し、交通が円滑でなくなる
⑭バスの混入率が高いため、全体的に速度が低下し、交通が円滑でなくなる
⑮前方交差点の渋滞により、交通が円滑でなくなる
⑯自転車の通行量が多い
⑰歩行者の通行量が多い

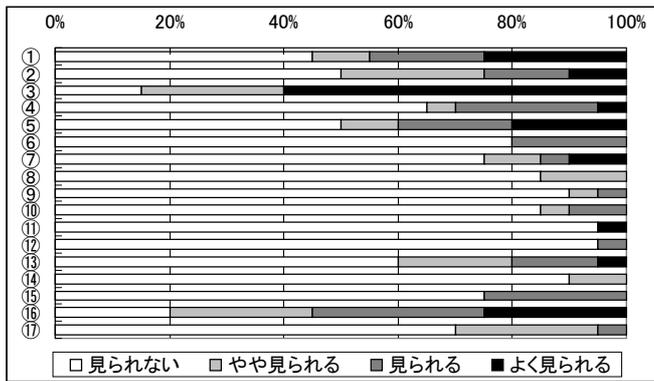


図 - 1 調査結果

3. 交差点の渋滞解析

(1) 調査概要

定性的調査の結果を踏まえて、渋滞が顕著に見られ、主要道路が交差している交差点構造の異なる3箇所の交差点で定量的な調査を行った。調査概要、調査交差点を表 - 3、図 - 2 に示す。

(2) 解析方法

定量的な調査より得られた交通量から、現状交差点の交通渋滞を把握するために、2つの指標として正規化交通量と交差点遅れを算出する。正規化交通量は交差点の飽和交通流率より算出され、実際の信

号の現示率と比較して渋滞把握を行う。また交差点遅れは、その値の大きさから渋滞把握を行う。

飽和交通流率は、交差点の流入車線における単位時間当たりの捌け台数であり、式(1)より得られる。

$$S = S_B \times W \times G \times T \times RT \times LT \quad (1)$$

S : 飽和交通流率[台 / 時間]

S_B : 基本飽和交通流率[台 / 時間]

W, G, T, RT, LT : 車線幅員、勾配、大型車混入、右折車混入、左折車混入の補正値

正規化交通量は、流入交通量をこの飽和交通流率で除した値であり、その方向の交通流に対して1サイクル時間中に必要な有効青時間の比率を示すものである。

また交差点遅れは、車両が交差点において生じる遅れ時間(停止時間、発進損失)の平均値であり、式(2)より得られる。

$$d = \frac{c(1-p)^2}{2(1-px)} + \frac{x^2}{2q(1-x)} - 0.65 \left(\frac{c}{q^2} \right)^{\frac{1}{3}} x^{(2+5p)} \quad (2)$$

d : 交差点遅れ[秒] c : 信号サイクル長[秒]

p : 現示率 s : 飽和交通流率[台 / 時間]

q : 流入交通量[台 / 時間]

x : 正規化交通量・現示率比 [= (q/s)/p]

(3) 現状交差点の渋滞解析

以上の解析方法で3つの交差点の渋滞把握を行う。その内、以下に交差点のC-D方向を代表例として示す。図-3の現示率と正規化交通量を比較したグラフより、現示率を正規化交通量が越えているところにおいては、交差点が捌ける交通量を超過しており、交通渋滞が発生していることを示している。また、図-4の交差点遅れのグラフと図-3のグラ

表 - 3 調査概要

調査日時
平成13年12月18日(火)~20日(木) 午前7時~午前9時
調査内容
・10分毎に交差点における流入量、流出量を車種別(普通・大型車)に測定する。 ・信号制御時間、道路幅員、渋滞長、横断歩行者数も測定する。
調査方法
・流出量はビデオカメラを設置し、左折・直進・右折ごとに測定する。 ・流入量は各方向の待ち行列の最後尾で調査員がカウントする。

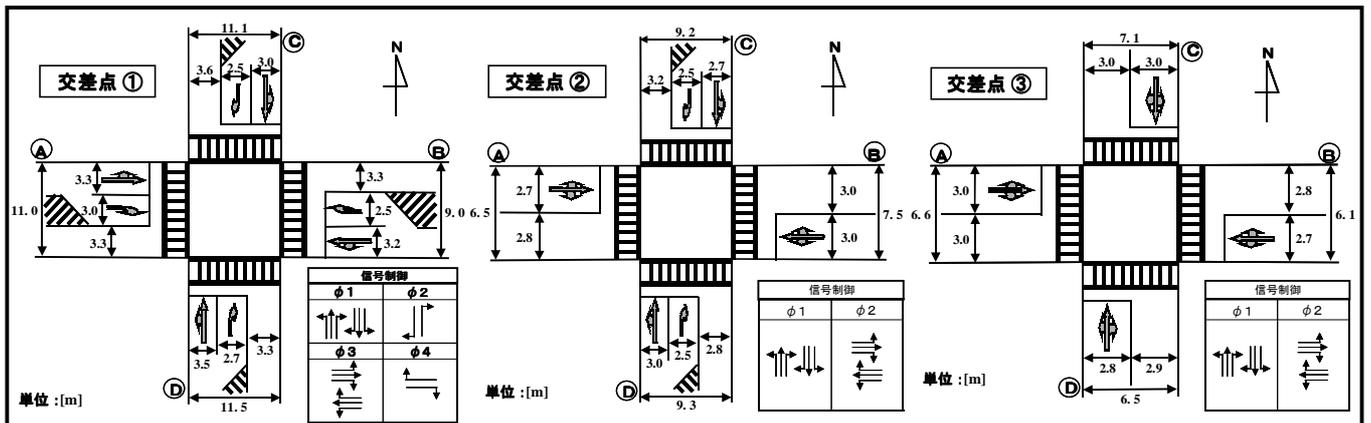


図 - 2 調査交差点

として、交差点のD方向の直進・左折車線における正規化交通量の増減を図-6に、交差点遅れの増減を図-7に示す。また3交差点の各流入車線それぞれについて、改良による正規化交通量と交差点遅れの増減の平均値を算出し、その値によって改良の効果を検討する。表-5にその効果の判定基準を、表-6に改良方法別の正規化交通量と交差点遅れに対する効果の有無の度数分布を示す。

まず、表-6より信号制御方式の改良は、交差点遅れの減少に対して大きな効果があるが、正規化交通量の減少に対してはあまり効果がないことが分かる。それに対して交差点構造の改良は、正規化交通量の減少に対して大きな効果があるが、交差点遅れの減少に対してはほとんど効果がないという結果になり、信号制御方式の改良とは全く逆の効果を示す結果になった。また組み合わせ改良は、結果として両方の増減の和になるが、信号制御方式と交差点構造の改良による効果は互いに対で表れるので、図-6のように効果のある改良方法とほぼ一致してしまい、相乗効果がみられることはほとんど無かった。

しかしながら、単一の改良では正規化交通量と交差点遅れのどちらかにしか効果が表れない場合が多いものの、組み合わせ改良を行うことで、信号制御方式の改良による効果が大きい交差点遅れと、交差点構造の改良による効果が大きい正規化交通量の両方に対して効果が得られ、交差点における渋滞緩和につながるものと考えられる。

表-5 効果の判定基準

	正規化交通量の増減の平均値	交差点遅れの増減の平均値
効果有り	$S \leq -0.035$	$d \leq -5.0$
効果薄い	$-0.035 < S \leq -0.01$	$-5.0 < d \leq -3.0$
効果無し	$-0.01 < S$	$-3.0 < d$

表-6 改良方法別の効果の有無（流入車線数）

改良方法	車線	増減対象	有り	薄い	無し	改良数	
信号制御方式	直進・左折混用車線	正規化交通量	0	0	12	12	
		交差点遅れ	5	5	2	12	
	右折車線	正規化交通量	5	1	6	12	
		交差点遅れ	8	1	3	12	
交差点構造	右折レーン設置	直進・左折混用車線	5	1	0	6	
		交差点遅れ	0	2	4	6	
	車線拡幅	直進・左折混用車線	正規化交通量	0	1	0	1
			交差点遅れ	0	0	1	1
		右折車線	正規化交通量	2	0	1	3
			交差点遅れ	1	0	2	3

4. おわりに

本研究では、地方都市である桐生市における交差点の交通渋滞要因を定性的に把握し、定量的に現状交差点における交通渋滞を解析し、さらにソフトな信号制御方式の改良とハードな交差点構造の改良、そしてそれらを組み合わせた改良によって交差点を改良し、この3つの改良方法による交通渋滞緩和の効果分析を行った。その成果を以下に示す。

- 1) 定性的調査による渋滞要因分析より、桐生市の主要交差点においては右折車に関する大きな渋滞要因になっている。
- 2) 定量的調査による現状交差点の渋滞解析により、調査交差点において渋滞の発生が見られ交差点の改良が必要であることが示された。
- 3) ソフトな交差点改良である信号制御方式の改良は、交差点遅れの減少に大きな効果があるが、正規化交通量の減少にはあまり効果がない。
- 4) ハードな交差点改良である交差点構造の改良は、正規化交通量の減少に大きな効果があるが、交差点遅れの減少にはほとんど効果がない。
- 5) 信号制御方式と交差点構造の両方を合わせた組み合わせ改良は、正規化交通量と交差点遅れの両方の減少に効果があり、単一の改良と比較して交差点における渋滞緩和に大きな効果がある。

本研究の今後の課題としては、信号制御方式の効果的な改良方法の検討、他信号交差点との信号制御の関連性による渋滞緩和効果の検討など、交差点における渋滞緩和に効果的なものを複合した効果分析を行っていきたい。また今回は地方都市である桐生市をケーススタディとして解析したが、地方中核・中枢都市あるいは大都市近郊などにおけるその効果の検証も必要である。

【参考文献】

- 1) 交通工学研究会：交通工学ハンドブック、技報堂出版、1984、
- 2) 交通工学研究会：平面交差の計画と設計 - 基礎編 -、日青工業、1984
- 3) 交通工学研究会：道路の交通容量 1985、コロナ社、1987