

二段階横断方式に伴うサイクル長の大幅短縮のネットワーク効果に関する分析

長岡技術科学大学院 環境社会基盤工学専攻 非会員 西岡昌哉
長岡技術科学大学院 環境社会基盤工学専攻 正会員 鳩山紀一郎
長岡技術科学大学院 環境社会基盤工学専攻 正会員 佐野可寸志
長岡技術科学大学院 環境社会基盤工学専攻 正会員 伊藤潤

1. はじめに

1.1. 背景と目的

日本における交差点の特徴として、そのサイクル長の長さが挙げられる。特に大規模交差点においては、欧米諸国と比較して長めに設定されているといわれている¹⁾。一般的に、サイクル長が長いほど、単位時間当たりの現示切り替えに伴う損失が有効活用できるが、その反面、交差点が過飽和でない限りは、交差点における単位時間当たりの利用者の総待ち時間も長くなるため、利用者のイライラが増加し攻撃的な行動を誘発したり²⁾、右左折車の待機列が長くなり、専用ポケットをオーバーフローすることによる直進車の飽和交通流率が低下したり³⁾といった弊害が生じるといわれている。

また、最適なサイクル長に関する研究として、信号交差点群の系統制御を考慮するとサイクル長としては、80秒～120秒の範囲内でできるだけ短いサイクルを用いることが有効的であるといわれている⁴⁾。

こうしたなか、単一交差点において横断歩道に二段階横断方式を導入してサイクル長を短縮することが自動車の待ち時間とイライラ軽減に極めて有効な交通施策であることが検証された⁵⁾。しかしながら、二段階横断方式のネットワークへの影響については十分に検討されていないのが現状である。

そこで、本研究では、大規模な信号交差点への二段階横断方式導入に伴うサイクル長の短縮がネットワークに及ぼす影響を検討することを目的とする。

1.2. 二段階横断方式とは

二段階横断とは、横断歩道に中央帯を設置し、横断歩道の両端だけでなく中央帯にも歩行者信号を取り付けることで、横断歩道の歩行者現示を中央帯前後で切り分けることができるものである(図1)。これにより歩行者が一度に渡らなければならない距離の短縮も可能となる。また、信号現示の切り分けによ

て、横断歩行者と自動車ともに効率的な信号管理が可能である。



図1：二段階横断方式イメージ

(出典：Easy Crossing Project Kasumigaseki, 国際交通安全学会)

2. 対象交差点の概要

本研究では、新潟県長岡市の一般国道8号における堺西交差点から蓮湯交差点まで(図2)の4か所をサイクル長短縮の効果を検討する対象交差点群とした。この区間では、交通量も多く、交通事故対策も重点的に検討されており、二段階横断方式の交通安全面での効果も期待される区間である。



図2：対象交差点全体像

(国土地理院地図から作成)

次に、各交差点の平日ピーク時(7:00-8:00)の交通量について図3に記す。寺島交差点と蓮湯交差点の

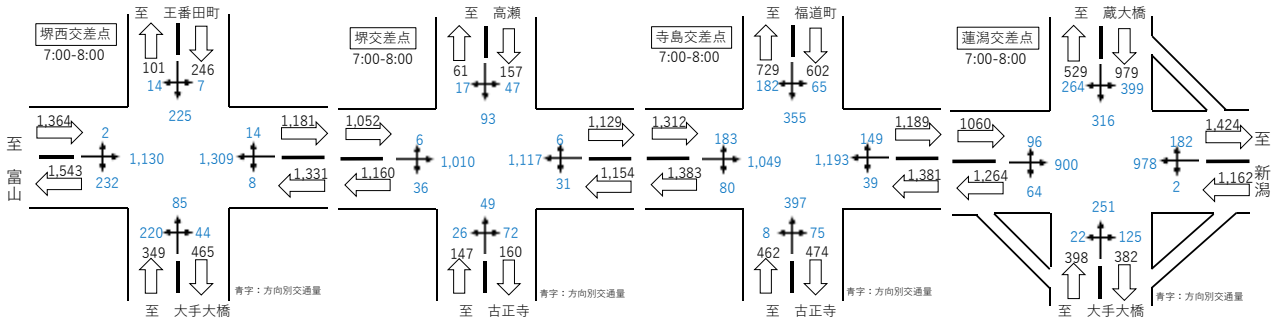


図3：堺西交差点から蓮漉交差点の平日ピーク時(7:00-8:00)交通量

(長岡国道事務所から提供頂いた平成28年度11月30日の交通量調査データから引用 ※東西にR8)

の従道路の交通量が多く、右折車両も多いことがわかる。また、寺島交差点を除いた交差点では、大手大橋方面や古正寺方面など市街地へ向けた交通も多いことが伺える。

3. シミュレーションの設定

本研究では二段階横断方式に伴う大幅なサイクル短縮のネットワーク効果の検証に、交通マイクロシミュレーション「Aimsun 8.2.1」を用いた。

まず、交差点の幾何構造については、google mapの航空写真をレイヤーに敷き、その幾何構造に従って各リンクや車線構成などを作成していった。

次に、信号のサイクル長は、実測のデータをもとに4つの交差点で全て等しいとすることにした。蓮漉交差点の平日ピーク時のサイクル長が180sであることから、120sと90sと3段階を作成し、同様に平日オフピークのサイクル長も160s、120s、90sの3段階を作成した。詳細を表1に示す。90sのケースでは、二段階横断方式の導入を考慮したうえで信号現示を設計した。なお、寺島交差点には横断者用の地下道が設けられている為、二段階横断方式の導入は、堺西交差点の主道路側と大手大橋側、そして蓮漉交差点の主道路側とした。

また、各交差点のスプリットについては、実際の需要率から最適なスプリットを算定し、これを各交差点に用いた。オフセットは堺西交差点と堺交差点の距離が近い同タイミングであるとして、寺島交差点と蓮漉交差点において、それぞれ同時式と交互式の4パターンを作成した(表2)。

交差点の交通量等は、長岡国道事務所から頂いた平成28年度11月30日の交通量調査のデータをもとに流入交通量及び右左折交通量の比率を作成した。

表1：シミュレーションに用いた各交差点の車両用の信号現示 (単位：秒)

(a)堺西交差点

堺西交差点	サイクル長	1φ			2φ			3φ		
		G	Y	R	G	Y	R	G	Y	R
peak (7-8)	180	92	3	24	2	54	3	2	2	2
	120	60	3	16	2	34	3	2	2	
	90	43	3	11	2	26	3	2	2	
off peak (13-14)	160	77	3	21	2	52	3	2	2	
	120	56	3	16	2	38	3	2	2	
	90	41	3	11	2	28	3	2	2	

(b)堺交差点

堺交差点	サイクル長	1φ			2φ		
		G	Y	R	G	Y	R
peak (7-8)	180	127	3	2	43	3	2
	120	82	3	2	28	3	2
	90	60	3	2	20	3	2
off peak (13-14)	160	112	3	2	38	3	2
	120	82	3	2	28	3	2
	90	60	3	2	20	3	2

(c)寺島交差点

寺島交差点	サイクル長	1φ			2φ			3φ			4φ		
		G	Y	R	G	Y	R	G	Y	R	G	Y	R
peak (7-8)	180	74	3	13	2	57	3	31	2	2	2	2	
	120	48	3	9	2	37	3	17	2	2	2	2	
	90	34	3	6	2	27	3	12	2	2	2	2	
off peak (13-14)	160	61	3	15	2	47	3	26	2	2	2	2	
	120	45	3	11	2	35	3	19	2	2	2	2	
	90	35	3	8	2	25	3	14	2	2	2	2	

(d)蓮漉交差点

蓮漉交差点	サイクル長	1φ			2φ			3φ			4φ		
		G	Y	R	G	Y	R	G	Y	R	G	Y	R
peak (7-8)	180	66	3	21	2	46	3	37	2	2	2	2	
	120	43	3	14	2	30	3	24	2	2	2	2	
	90	31	3	10	2	22	3	17	2	2	2	2	
off peak (13-14)	160	52	3	22	2	45	3	32	2	2	2	2	
	120	38	3	16	2	33	3	23	2	2	2	2	
	90	28	3	12	2	24	3	17	2	2	2	2	

*ただし、蓮漉交差点は常時左折可レーンあり

表 2 : オフセットパターン

Offset	堺西	堺	寺島	蓮潟
Pattern 1	-	同時	同時	同時
Pattern 2	-	同時	交互	同時
Pattern 3	-	同時	交互	交互
Pattern 4	-	同時	交互	同時

4. ネットワーク効果の検討

前述したシミュレーション設定をもとに、それぞれのサイクル長のオフセットパターンでシミュレーションを 5 回行い、その平均値を求めた。そのシミュレーション結果である、4つの交差点のネットワーク全体における 1 台の車両の平均的な総遅れ時間について図 4 と図 5 に記す。

なお、今回は簡略化の為、歩行者を考慮していないが、各交差点において、歩行者の横断時間は確保している。

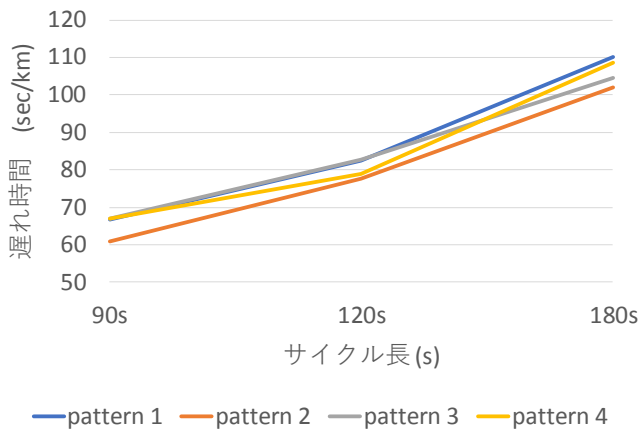


図 4 : 平日ピーク時 (7:00-8:00) の解析結果

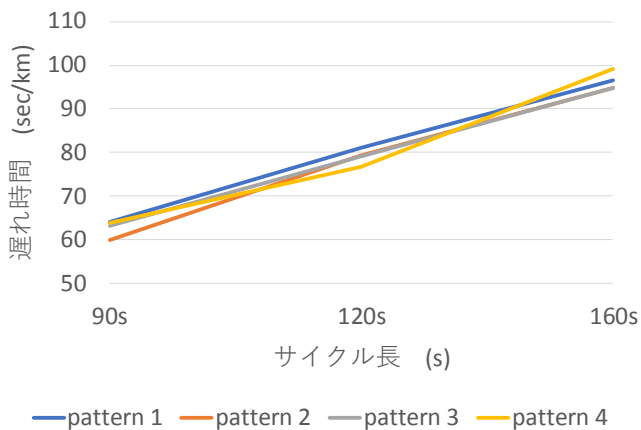


図 5 : 平日オフピーク時 (13:00-14:00) の解析結果

シミュレーションの結果より、平日ピーク時と平日オフピーク時の両方において、180s から 90s にサイクル長を短縮することで遅れ時間をおよそ 40%削減した。これは、二段階横断方式の導入に伴うサイクル短縮がネットワークに与える影響として有用であることを示している。

また、オフセットパターンとしては、ピーク時とオフピーク時ともに最も遅れ時間の減少が大きいパターン 2 が最も効果的であることが分かった。

5. ネットワークの混雑状況の比較

次に、ピーク時において、サイクル長短縮前 180 s とサイクル長短縮後 90 s のネットワークを比較し、どの箇所の混雑が解消されたのか確認した。また、ネットワーク全体の交通密度について表 3 に示す。

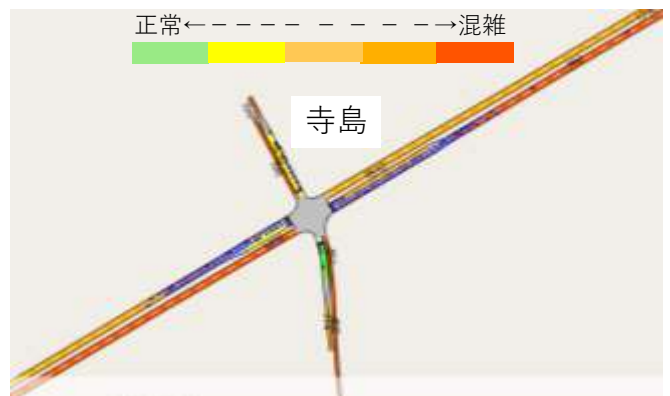


図 6 : サイクル長短縮前 180s

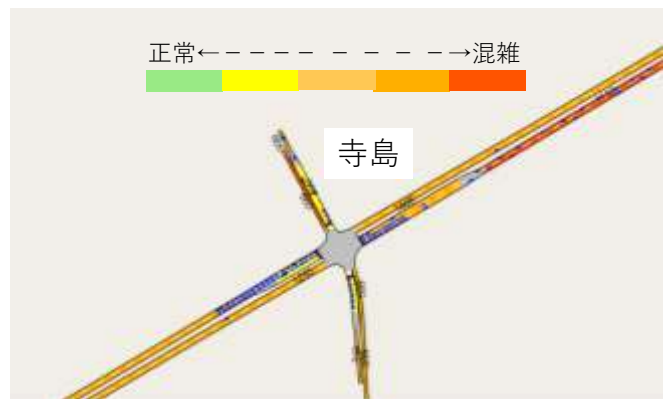


図 7 : サイクル長短縮後 90s

表 3 : 交通密度の変化

短縮前	15.64 veh/km
短縮後	11.97 veh/km

図6と図7から、主に一般国道8号の混雑がやや解消されていることが分かる。一方で、従道路側の混雑状況に際立った変化は確認できず、混雑が解消されているとは言えない。また、車両の空間密度においても、遅れ時間ほど大きな変化は見られない(表3)。

以上のことから、これらサイクル短縮による遅れ時間の減少は、車両の信号の待ち時間の減少並びにより円滑に交差点を運用したことによるものが大きいと考える。

6. まとめ

本研究では、新潟県長岡市の一般国道8号の堺西交差点から蓮潟交差点を対象に二段階横断方式を導入した場合、ネットワークに対して及ぼす影響についてAimsun 8.2.1を用いて検証を行った。

その結果、二段階横断方式に伴う大幅なサイクル短縮がネットワーク全体の遅れ時間を40%削減し、有用であることを示した。一方で、車両の空間密度は大きな変化は見られなかった為、このサイクル短縮による遅れ時間の減少は、信号待ち時間の減少と交差点運用の円滑化に起因するものが大きいと考える。

また、主道路の混雑状況はやや改善したが、従道路の混雑状況に際立った変化は確認されなかった。今後、混雑が緩和した分も踏まえて改めてスプリット配分を検討していく必要がある。

7. 今後の課題と展望

今回の研究では、一般国道8号の堺西交差点から蓮潟交差点の4つの交差点をネットワーク効果の検証対象としたが、ネットワークとして十分に広い範囲ではなく、今後、主要な県道などを増やし、より面的にネットワーク効果を検証していく必要があり、休日の交通と比較する必要があると考える。

また、簡略化のため、横断歩行者を考慮しない設定でシミュレーション解析を行ったが、今後は横断歩行者を考慮したうえで、解析と検討を行っていく予定である。

さらに、ネットワーク効果の例として、今回は主に遅れ時間を取り上げたが、サイクル短縮による速度の変化や交通密度の変化について、リンク毎により詳しく調べていく必要があると考える。

そして、今回のサイクル短縮は90秒までとしたが、

ネットワークの規模や実際の交通量に対してどこまで短縮できるものなのか、臨界点を検討していく必要があると考える。

最後に、今回の研究では、実務的な効果の検討にとどまったが、今後は二段階横断方式の導入による車両の軌跡や挙動の変化なども検討し、さらには利用者の視点に立ってより効果的なサイクル短縮を図っていく必要があると考える。

謝辞

本稿作成にあたりましては、国土交通省北陸地方整備局長岡国道事務所より、堺西交差点から蓮潟交差点における平成28年11月30日の交通量調査並びに渋滞長調査、地点情報調査のデータを提供していただきました。この場をお借りしまして、感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 桑原雅夫, 期待される次世代信号制御ロジックの開発, 交通工学 Vol 35 No.6 pp.3-6, 2000
- 2) 藤田悟郎, イライラのない交通環境作りを目指して, 交通工学 Vol29 No.1 pp.71-72, 1994
- 3) 櫻田陽一, 孤立交差点の最適サイクル長に関する研究, 東京大学学位所得論文, 2002
- 4) 越 正毅, 系統信号におけるサイクル制御の研究, 土木学会論文報告集, 第241号, pp.125-133, 1975
- 5) 鳩山紀一郎, 二段階横断方式に伴う信号サイクル長の短縮に向けた交差点の設計・制御ガイドラインの試案の検討, 交通工学 Vol.46 No.2, 2011
- 6) 交通工学研究会, 改訂 交通信号の手引き, 平成18年7月発行
- 7) 国際交通安全学会, Easy Crossing Project KASUMIGASEKI, 2007
- 8) 鳩山紀一郎, 歩行者の心理的負荷を従事した総合的な信号交差点設計・制御ガイドラインの構築に関する研究, 東京大学博士所得論文, 2007
- 9) 石山良太, 単路部における無信号二段階横断方式の評価, 第37回交通工学研究発表会論文集, 2017年5月