

ドライバー意識に基づく片側交互通行規制時に時刻表を導入した際の切替時間の設定方法

佐藤 連¹・浜岡 秀勝²

¹学生会員 秋田大学 大学院理工学研究科システムデザイン工学専攻

(〒010-8502 秋田市手形学園町1番1号) E-mail: m8017803@s.akita-u.ac.jp

²正会員 秋田大学 理工学部システムデザイン工学専攻 (〒010-8502 秋田市手形学園町1番1号)

E-mail: hamaoka@ce.akita-u.ac.jp

高速道路暫定二車線道路の片側交互通行規制では、道路情報板等により規制の有無に関しては知ることができる。しかし、規制区間到着時に通行可能な状況かわからないため、長い待ち時間を強いられることもある。このような現状に対して、予め通行可能な時刻を提供する時刻表の提示より、待ち時間を回避できると考えている。これにより、規制区間前での停止車両数や待ち時間の減少が目的である。そのため、時刻表導入時の想定を実施し、時刻表の効果が最も発揮される切替時間を検討する。片側交互通行規制のビデオ撮影、高速道路利用者へのアンケート調査等を実施し、ドライバーの意識を考慮した時刻表の導入方法を検討した。その結果、停止車両数や待ち時間を減少させる時刻表の時間設定を明らかにできた。

Key Words : *Interim two-lane highway, One-sided alternate traffic regulation, Time table, User rating, Video observation, Selected behavior*

1. 研究背景と目的

暫定二車線高速道路において補修・補強を目的とした工事を行う際、その規制方法は片側交互通行規制になることがある。その場合、規制の有無に関しては、道路情報板等(図-1)で知ることができる。しかし、これでは規制区間に到着したときの通行可能状況までは得られず、規制区間での長い待ち時間を強いられる可能性がある。

以上のような問題点は、事前に通行可能な時刻をドライバーに知らせ、規制区間到着時間を調整することで解決すると考えている。図-2に、片側交互通行規制時の車両の移動を時空間図で示す。矢印Aのように通行可能時間に規制区間へ到着し、待ち時間なしで走行できるのが望ましい。しかし、矢印Bのように停止時間に規制区間へ到着し、待ち時間が発生する車両が多い。高速道路本線上で停止車両が増加すると、追突事故の危険性が高まるため、停止車両が減少する対策をとる必要がある。このような現状に対して、予め上下線の通行可能な時刻を提供すると自身の停止の有無がわかり、間にSAが存在する場合、矢印Cのように待ち時間を回避できる。

片側交互通行規制の時刻表の一案を図-3に示す。この図では、上り・下りともに、時刻表に示した時間から10分間は走行出来ることを表している。通行できる時間を示すことにより、矢印Cのように走行できる。



図-1 道路情報版の例(最大15分待ちと示されている)

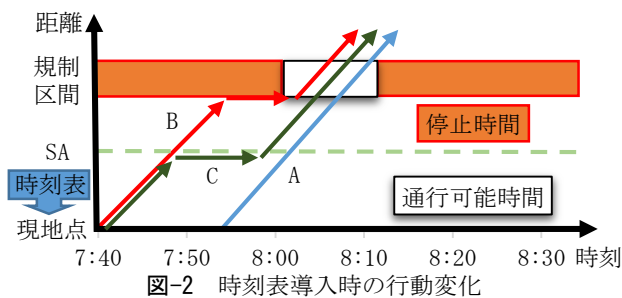


図-2 時刻表導入時の行動変化

時	上り	時	下り
10	00 30	10	15 45
11	00 30	11	15 45
12	00 30	12	15 45
13	00 30	13	15 45
14	00 30	14	15 45
15	00 30	15	15 45
16	00 30	16	15 45

図-3 片側交互通行規制の時刻表の一案

本研究に関連する既往研究をレビューした。吉永の研究¹⁾では、高速道路利用者へのアンケート調査のみを実施し、時刻表のニーズと効果を調査した。それにより、時刻表導入に有効な本線上での待ち時間を明らかにした。課題点としては、片側交互通行規制が行われていない日にアンケート調査を実施したことである。これでは規制区間通過直後の意見を収集できない。本研究のドライバーの意識に基づいた時刻表導入の想定を行うため、規制実施時のドライバー意見を用いるのが望ましい。そのため、アンケート調査をビデオ観測と同時に実施し、規制区間通過直後の意見を集める。次に、高島の研究²⁾では、片側交互通行規制のビデオ観測を実施し、誘導員制御と信号機制御の比較を行った。そして、現状の交通状況より信号導入時の待ち時間を明らかにした。課題点としては、2箇所の規制場所ではビデオ観測を実施していないことである。これでは規制距離の長さが2種類しかなく、比較が難しい。規制距離の違いによる時刻表の適切な時間設定の変化を見るため、ビデオ観測を実施した。

本研究では、アンケート調査とビデオ観測を実施し、待ち時間に対するドライバーの選択行動に基づいた時刻表の導入方法を検討した。その結果から、停止車両数や待ち時間を減少させる時刻表の時間設定を明らかにする。

2. ビデオ観測とアンケート調査の概要

暫定二車線高速道路の片側交互通行規制時の上下線切替時刻や、通行車両の規制区間前での待ち時間等のデータを取得するため、ビデオ観測を実施する。撮影可能日に規制を行っていた「横手IC～湯田IC」で撮影を行った。調査地点の地図を図-4に示す。また、ビデオ観測の概要を表-1に示す。本研究では、規制区間前での待ち時間に応じてドライバーがどのような選択行動をとるのか調査したい。また、規制通過直後の意見を集めるため、ビデオ撮影調査場所から近いサービスエリアでアンケート調査をする。そのため、「横手IC～湯田IC」から近い「錦秋湖サービスエリア」と「西仙北サービスエリア」の上下線で行った。アンケート調査の概要を表-2に示す。今回の調査では、ドライバーごとに出発地点と目的地点が異なるため、それぞれの属性に合わせたアンケート用紙を用意した(表-3)。まず、規制区間を通過したドライバー・これから通過するドライバー・規制区間を通過しないドライバーに分かれる。そして時間があるドライバーには対面形式・時間がないドライバーには配布形式で回答していただく。アンケート種別の回収票数を表-4に示す。



図-4 調査地の地図

表-1 ビデオ観測概要

撮影日	10月3日	4日	5日	14日
撮影場所	横手IC～湯田IC			
横手側サイクル数	38	35	59	42
北上側サイクル数	35	20	59	43
横手側交通量(台/時)	130	176	188	217
北上側交通量(台/時)	155	180	169	194
設定待ち時間	最大 15分待ち			
規制距離	4.6km	4.6km	2.0km	3.2km

表-2 アンケート調査概要

調査場所	西仙北 SA (上下) ・錦秋湖 SA
対象者	高速道路利用運転手
アンケート方法	①対面形式 ②配布形式
調査日	10月3日(月)～5日(水), 14日(金)

表-3 アンケート調査用紙の種類

	対面形式	配布形式
通過後ドライバー	A	D
通過前ドライバー	B	D
通過なしドライバー	C	E

表-4 アンケート種別の回収票数

アンケート用紙	回収枚数
A (対面式)	92枚
B (対面式のみ)	44枚
B (対面式+配布式)	27枚
C (対面式)	116枚
D (配布式)	79枚
E (配布式)	31枚
合計	389枚

3. 高速道路利用者へのアンケート調査

(1) ドライバーの属性別回答者数

アンケート調査により、様々なドライバー属性のデータを収集できた。まず、年齢別回答者数を図-5に示す。この図から、40～60代の回答者が多い結果であった。次に、規制区間通過ドライバーの利用目的を図-6に示す。この図を見ると、利用目的が仕事のドライバーが約50%と最も多いことがわかる。ドライバーの運転行動は、規制区間前での待ち時間へのいらだちに左右されると考えている。そのため、待ち時間に対するいらだちの有無を調べた(図-7)。図より、規制区間前で停止したドライバーの45%近くが、待ち時間にいらだちを感じている。

(2) 時刻表によるドライバーの選択行動

規制区間前の待ち時間に応じて、ドライバーの選択行動は変化する。そのようなドライバーの意識を考慮した時刻表導入の想定を実施したいと考えている。ドライバーの選択行動の変化を見るため、規制区間前での待ち時間ごとに、それぞれの行動を選択したドライバーの割合を調べた。図-8は、待ち時間に対応したドライバーの選択行動を示している。図の全体を見ると、そのまま走行し規制区間前にて停止する割合は、右肩下がりである。また、SAで休憩する割合は、右肩上がりである。次に、待ち時間ごとの人数割合を見る。規制区間前での待ち時間が5分以内であっても、10%の人が規制区間での待ち時間を回避しようとする。待ち時間が5分から10分に増加すると、SAで休憩する割合が増加する。待ち時間が15分程度になると、SAで休憩する割合が、そのまま走行する割合を上回る。また、待ち時間が15分を超えると、インターチェンジから出て一般道を走行する割合が増加する。待ち時間が25分を過ぎると、一般道を走行する割合が、そのまま走行する割合を上回る。

(3) 時刻表の効果があるドライバー属性の分析

ドライバーの属性ごとに、待ち時間に対応した選択行動は異なる変化をみせる。そのまま走行し規制区間前にて停止する人数と、SAで休憩する人数が逆転する時間(以降、交点時間と呼ぶ)を調べる。交点時間が短いことは、多くの割合の人が短い待ち時間でも回避行動を選択することである。よって、交点時間が短いドライバー属性の人に時刻表が効果的と分かる。ドライバー全体の待ち時間に対応した選択行動と、交点時間が短い属性の待ち時間に対応した選択行動を比較し、交点時間が短い属性の傾向を考察する。交点時間が最も短い属性は、待ち時間にいらだちを感じたドライバーである。待ち時間にいらだちを感じたドライバーの選択行動を図-9に示す。待ち時間が5分から10分に増加する際のSAで休憩する割

合の増加が、図-8より多い。よって、短い待ち時間でも許容できず、すぐに回避行動をとる傾向があるとわかる。

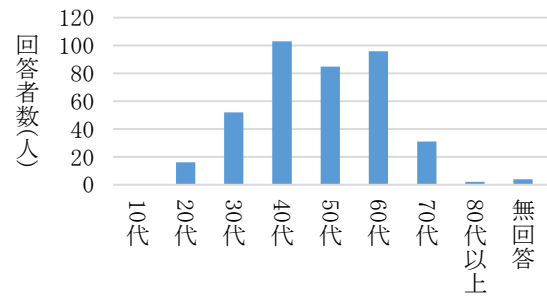


図-5 年齢別回答者数

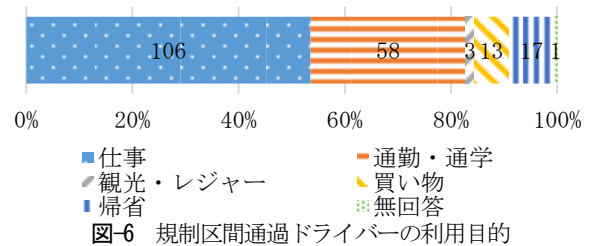


図-6 規制区間通過ドライバーの利用目的

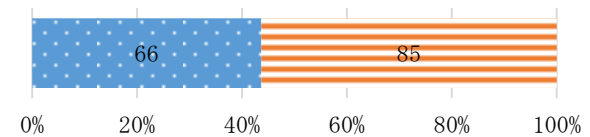


図-7 待ち時間に対するいらだちの有無

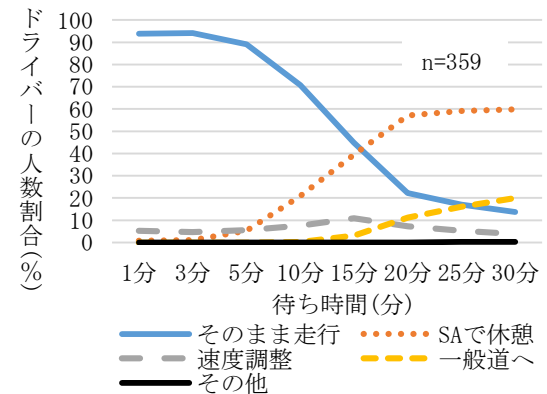


図-8 待ち時間に対応したドライバーの選択行動

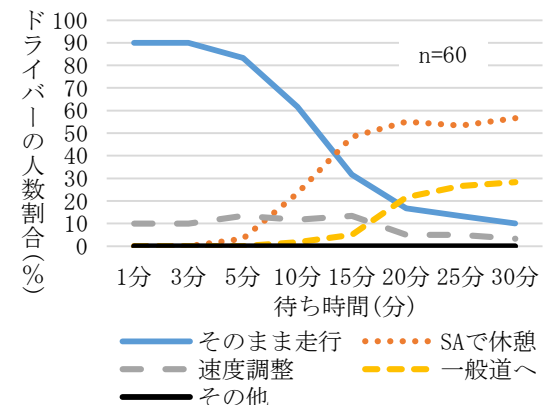


図-9 待ち時間にいらだちを感じたドライバーの選択行動

交点時間が短い属性を図-10に示す。この図から、待ち時間にいらだちを感じたドライバー、情報提供に不満があるドライバー、時間に余裕がほとんど無かったドライバーの交点時間が特に短いことがわかる。これにより、規制区間前での待ち時間が許容できないドライバー属性は、他のドライバー属性に比べて待ち時間を早く回避する傾向があることがわかる。また、情報を早く広範囲に提示して欲しいなど情報提供に不満があるドライバー属性も、待ち時間を早く回避する傾向があることがわかる。

(4) 時刻表による待ち時間の変化

本研究では、ドライバーの意識を考慮した想定を実施したいと考えている。時刻表導入によるドライバーの選択行動の変化により、時刻表導入後の待ち時間がどれだけ変化するのかを調べるため、規制区間前での待ち時間に応じたドライバーの選択行動に着目した。

時刻表導入による待ち時間の変化量を見るため、時刻表がない場合の待ち時間と時刻表を導入した場合の待ち時間の期待値との関係を調べた(図-11)。時刻表導入後の待ち時間の算出方法を説明する。まず前提として、そのまま走行し規制区間前にて停止すると回答したドライバーは、行動が変化しないため、時刻表導入時の待ち時間は時刻表がない場合の待ち時間と同じになる。また、そのまま走行する以外の行動を選択したドライバーは、規制区間前での待ち時間を回避するため、時刻表導入時の待ち時間は0分になる。そして、図-8の待ち時間ごとにそれぞれの行動を選択したドライバーの割合と時刻表導入時の待ち時間から、時刻表を導入した結果得られる待ち時間の平均値が求められる。

図-11を見ると、規制区間前での待ち時間が0~10分あたりまでは、多くのドライバーはそのまま走行していくため、時刻表導入による待ち時間の減少量は少ない。しかし、待ち時間が10分を過ぎたあたりから、SAで休憩するドライバーの割合が徐々に増加するため、時刻表導入による待ち時間の減少量は大きくなる。待ち時間が20分を超えると時刻表導入による待ち時間の減少が緩やかになる。これは、待ち時間を回避するドライバーの割合があまり増加しない影響である。この図より、規制区間前での待ち時間が長いほど、時刻表導入時の待ち時間がより減少することがわかる。

4. 時刻表導入の想定方法

(1) 時刻表導入の想定の概要

停止車両数や待ち時間を減少させる時刻表の時間設定を明らかにするため、ビデオ観測のデータを用いて時刻表導入の想定を行う。時刻表導入の場合、制御方法は時

間で区切る機械的なものとなる。そして、規制区間前での待ち時間に応じたドライバーの行動変化を踏まえた想定を実施する。現状と想定結果を比較し、より適切な時間設定を検討する。

(2) 時刻表導入時の想定の流れ

時刻表導入の想定を実施するに当たり、ビデオ映像データより、現状の規制区間走行車両の情報や上下線切替時間などを取得する。そして、想定時の上下線切替時間などの時間設定を行う。設定した時間で想定を実施し、時刻表導入時の待ち時間を算出して想定が終了する。これより、それぞれの工程について説明する。

a) 各車両の規制区間到着時間を取得

各車両の規制区間到着時間は、ビデオ映像より取得する。本研究では、規制区間前で停止しない車両の規制区間到着時間は、規制区間前の停止線を通過した時間とする。規制区間前で停止する車両の規制区間到着時間は、規制区間前で停止した時間とする。また、ビデオ映像から現状の停止車両数や、各車両の待ち時間のデータも取得する。そして、想定結果との比較に用いる。

b) 時刻表の時間設定

片側交互通行規制では、通行可能な車線と通行不可能な車線に分けて規制を行っている。そして、通行可能な車線を切り替えて交互に通行させる。この通行可能な時間を通行可能時間、通行不可能な時間を停止時間、両車線が通行不可能な時間を全停止時間と呼ぶ。

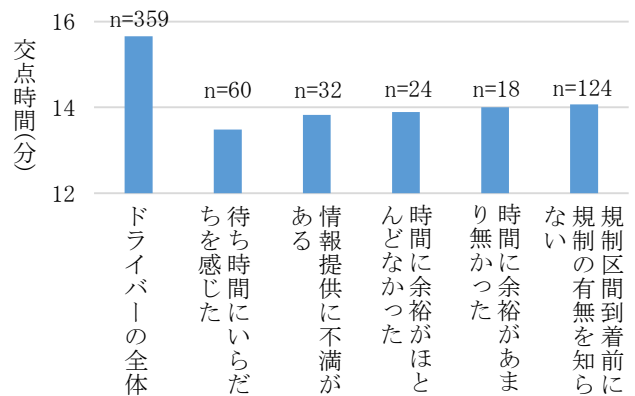


図-10 交点時間が短いドライバー属性

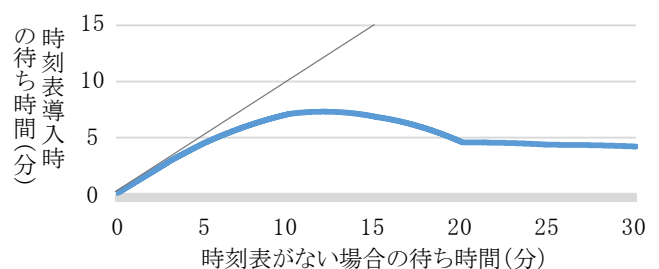


図-11 時刻表がない場合の待ち時間と時刻表を導入した場合の待ち時間の期待値との関係

まず、全停止時間は、各サイクルの最後尾車両の規制区間通過時間を算出し、その最大値から表-5のように設定した。通行可能時間は、実際の平均通行可能時間から表-6のように設定した。今回は、横手側、北上側ともに同じ設定通行可能時間で想定を実施した。

表-5 通行可能時間の平均と設定全停止時間

	10月3日	10月5日	10月14日	8月3日
通行可能時間の平均	2分2秒	1分35秒	2分0秒	2分15秒
全停止時間	7分10秒	2分40秒	3分40秒	3分30秒

c) 各車両の時刻表導入時の待ち時間を算出

規制区間到着時間と設定通行可能時間から、規制区間前での待ち時間を算出する。通行可能時間の間に通過仕切れなかった車両は、次の通行可能時間まで停止するため、待ち時間が増大する。この場合を考慮するため、通行可能時間に進入できる車両の台数を明らかにしなければならない。今回の想定では、「1分間で進入可能な車両は18台」とする。そして、図-11を用いて、各車両の時刻表導入時の待ち時間を算出する。

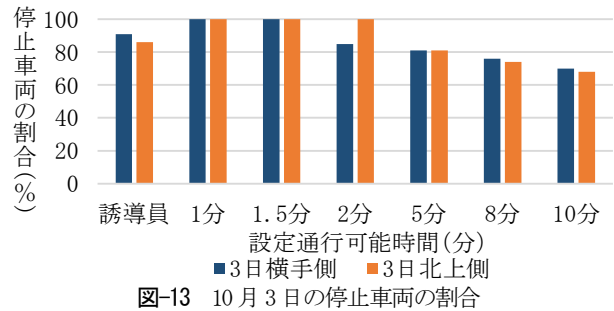
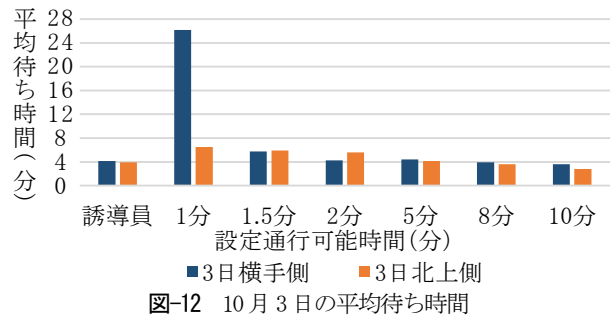
d) 現状と想定結果の比較

時刻表導入時の平均待ち時間と現状の平均待ち時間を比較し、現状より効果的な時間設定を調べる。また、時刻表導入時の停止車両の割合を時間設定ごとに調べ、現状の停止車両の割合と比較し、現状より効果的な時間設定を考察する。

表-6 通行可能時間の設定

	設定通行可能時間(分)					
10月3日	1.0	1.5	2.0	5.0	8.0	10.0
10月5日	1.0	1.5	2.0	5.0	8.0	10.0
10月14日	1.0	1.5	2.0	5.0	8.0	10.0
8月3日	1.0	1.5	2.0	5.0	8.0	10.0

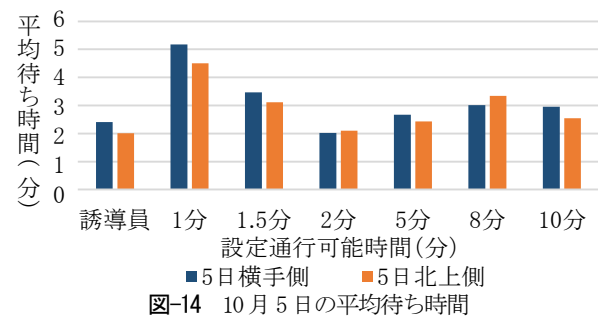
(網掛け部分は平均値)



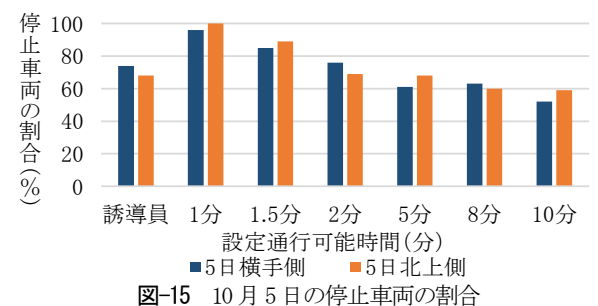
5. 時刻表導入の想定結果

(1) 各日の時刻表導入の想定結果と現状の比較

図-12は、10月3日の平均待ち時間を示している。この図より、通行可能時間が増加するにつれ、平均待ち時間の減少を確認できる。また、通行可能時間が8分と10分では、現状よりも平均待ち時間が短くなる。次に、図-13は、10月3日の停止車両の割合を示している。この図より、停止車両の割合は、通行可能時間を増加するにつれ減少することが分かる。また、通行可能時間を5分、8分、10分に設定した場合、現状の停止車両の割合よりも少なくなる。平均待ち時間と停止車両の比較により、通行可能時間を10分に設定し、上下線の切替を17分10秒ごとに行うと、より停止車両数や待ち時間の減少が確認できる。



次に、図-14は、10月5日の平均待ち時間を示している。この図より、通行可能時間を2分に設定すると、平均待ち時間の減少を確認できる。次に、図-15は、10月5日の停止車両の割合を示している。この図より、停止車両の割合は、通行可能時間を5分、8分、10分に設定した場合、現状の停止車両の割合よりも少なくなる。平均待ち時間と停止車両の比較により、通行可能時間を2~5分に設定し、上下線の切替を4分40秒~7分40秒ごとに行うと、停止車両数や待ち時間の減少が確認できる。



(2) 時刻表の適切な時間設定の検討

停止車両数や平均待ち時間が減少する適切な時間設定を明らかにするため、各日の時刻表導入の想定結果をまとめる。これにより、規制距離や設定通行可能時間ごとの時刻表による効果の違いを考察することができる。

図-16は、各日の設定通行可能時間毎の平均待ち時間を示している。現状より平均待ち時間が短くなる設定通行可能時間を見ても、規制距離の短い10月5日の場合は、適切な時間設定は2分と短い時間であった。逆に、規制距離の長い10月3日の場合は、適切な時間設定は8分、10分と長い時間であった。この図の現状より待ち時間が短い設定通行可能時間の分布を見ると、規制距離の長さに比例し、平均待ち時間を減少させる通行可能時間の変化が確認できる。

図-17は、各日の設定通行可能時間毎の停止車両の割合を示している。現状より停止車両の割合が少なくなる設定通行可能時間を見ても、規制距離の短い10月5日の場合は、適切な時間設定は5分、8分、10分であった。次に、規制距離の長い10月3日の場合は、適切な時間設定は2分、5分、8分、10分であった。この図の現状より停止車両割合が少ない設定通行可能時間の分布を見ると、規制距離の長さに関係なく、設定通行可能時間を5分以上とする場合、停止車両の割合の減少が確認できる。

6. おわりに

本研究では、停止車両数や待ち時間を減少させる時刻表の時間設定を明らかにするため、高速道路利用者へのアンケート調査や片側交互通行規制のビデオ観測等を実施した。まず始めに、アンケート調査結果から、時刻表が効果的であるドライバー属性を調べるため、ドライバー属性ごとの規制区間前での待ち時間に応じたドライバーの選択行動の結果に着目した。これにより、待ち時間によりいらだちを感じた人や情報提供に不満がある人、時間に余裕がない人に対して時刻表が効果的であることを明らかにした。次に、本研究では、待ち時間に応じたドライバーの選択行動の結果を用いて、ドライバーの意識を考慮した時刻表導入時の想定を実施することができた。そして、時刻表導入時の想定結果から、平均待ち時間や停止車両の割合が減少する設定通行可能時間を明らかにした。そして、各日の時刻表導入の想定結果のまとめから、平均待ち時間が減少する設定通行可能時間は、規制距離の長さに比例した変化が確認できた。また、停止車両の割合が減少する設定通行可能時間は、規制距離の長さに関係なく長く設定するほうが良い。

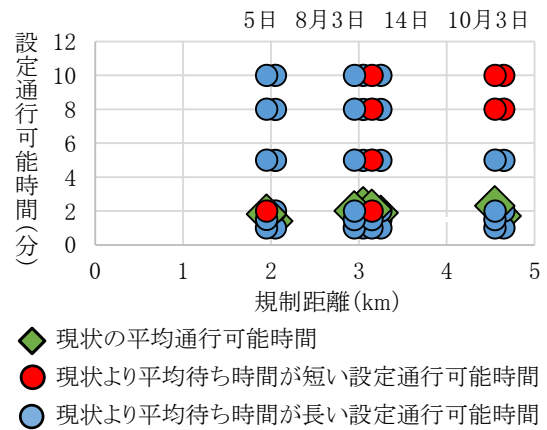


図-16 各日の設定通行可能時間毎の平均待ち時間

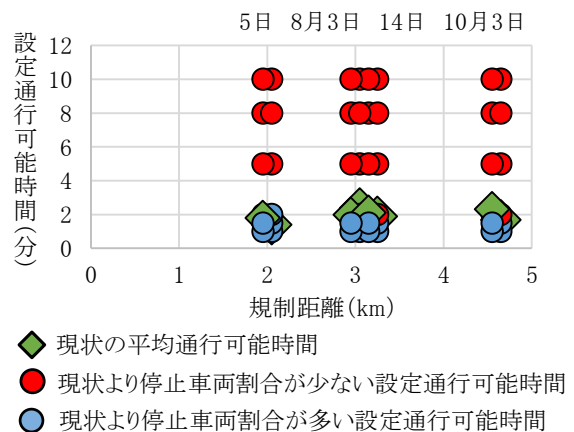


図-17 各日の設定通行可能時間毎の停止車両の割合

今後の課題として一つ目は、規制区間の距離と交通量に応じた時刻表の適切な時間設定を調べる必要がある。今回の想定では、上下線ともに同じ時間設定で実施しているため、交通量の違いや時間帯別の交通量の変化を考慮できていない。そのため、今後の想定では、規制区間の距離と交通量を考慮した時間設定で実施する必要がある。二つ目は、個人の選択特性に対応した待ち時間を算出する必要がある。本研究では、回収した全てのドライバーの意識を考慮したため、規制区間を通過しなかったドライバーも含んでしまっている。より正確に想定を実施するには、どのドライバーの意識を考慮すべきか検討しなければならない。

参考文献

- 1) 吉永 朋弘：片側交互通行規制時における通行可能時刻提供の有効性に関する研究,平成 26 年度土木学会東北支部技術研究発表会講演概要集, IV-37, 2015.3
- 2) 高島 尚希：高速道路の暫定二車線区間工事規制における制御方法に関する研究,平成 27 年度土木学会東北支部技術研究発表会講演概要集, IV-43, 2016.3

(2017.7.31 受付)