

高速道路のボトルネック区間における渋滞回避対策とその効果

Effect of Congestion Evasion Measures for Bottleneck Section on Expressway

指導教授 安井 一彦 M7005 加藤 翼

1. はじめに

近年、我が国の高速道路での渋滞損失額は年間約9,400億円¹⁾にもものぼると言われている。高速道路における主な渋滞発生箇所は料金所やサグ・トンネル部・合流部などがある。しかし、ここ数年のETCの普及に伴い、料金所での渋滞は年々減少しており、サグ・トンネル部・合流部での渋滞対策が最も重要な課題となっている。

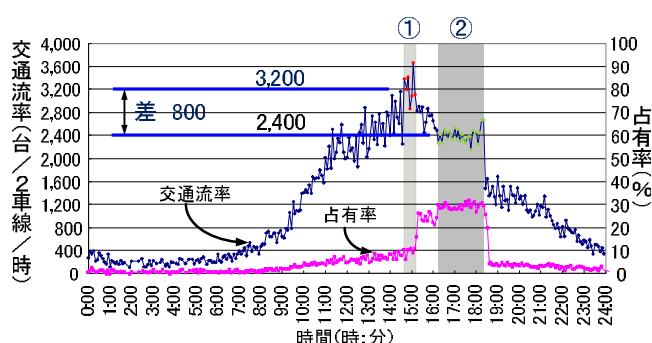


図 - 1 渋滞発生前後の交通容量

図 - 1 は、ある対象地点のボトルネック地点直近上流の交通流率と占有率を示したものである。渋滞が発生する直前の捌け交通量（渋滞発生前交通容量）は約3,200（台/2車線/時）であり、一旦交通渋滞が発生してしまった後の捌け交通量（渋滞発生後交通容量）は約2,400（台/2車線/時）となっている。渋滞発生前と発生後では、約800（台/2車線/時）もの差が生じている。また既存の研究からも、渋滞発生前交通容量 > 渋滞発生後交通容量になると数多く報告されている。よって、交通需要を渋滞発生前交通容量より若干低く抑制すれば、渋滞は発生しない。

そこで本研究では、本線上の渋滞を削減することを目的とし、ボトルネック上流部のIC・SA・PAや本線料金所を用いて、流入抑制する手法の検討及びその効果についてシミュレーションによる分析を行った。

2. 流入抑制として考えられる手法

流入抑制として既存のランプメータリング、また今回提案する3つの手法を述べる。

(1) ランプメータリング

ボトルネック上流部にICがある場合、ICから流入する車両に対して、信号制御を用いて流入抑制を行う手法²⁾である。

ランプメータリングに関する研究は、京葉道路・幕張ICで社会実験が行われた。しかし、信号を守らない車両が多かった為、実用化には至らなかった。

(2) ETCによる流入抑制

ボトルネック上流部にICがある場合、ICから流入する車両をETCの開閉バーを用いて流入抑制を行う手法である。

交通容量と交通需要の関係によって、交通量が本線交通量 + 流入交通量 < 交通容量となるように、ICの料金所でETCバーを用いて流入交通量の調整を行う。

(3) 本線料金所による流入抑制

ボトルネック上流部に本線料金所がある場合、本線料金所で流入抑制を行う手法である。レーンの交通容量は、「ETC」レーンでは約1,000（台/時）、「ETC/一般」レーンでは約500（台/時）である。これを利用して「ETC」と「ETC/一般」の構成率を変更して流入抑制を行う。

(4) 本線上の信号機による流入抑制

ボトルネック地点上流にIC・SA・料金所がない場合、ボトルネック上流地点で信号機による流入抑制を行う手法である。信号機からの発進流は、2,000（台/時）程度であるので、スプリットを調整すれば渋滞発生前交通容量以下で流入抑制が可能である。現状と信号機による流入抑制の交通容量を図 - 2 に示す。

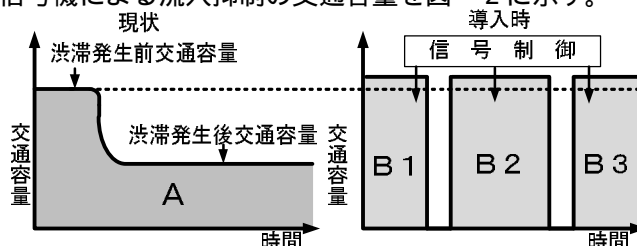


図 - 2 現状と信号機による流入抑制の交通容量

総交通容量は、 $A < B (= B1 + B2 + B3)$ となるように、信号制御を行った場合が大きくなる。それ

により渋滞は発生しない。

3. 対象地点概要

今回提案した流入抑制を導入する対象地点の概要や選定理由を述べる。

(1) 対象地点概要

日本全国のボトルネック箇所(94箇所)³⁾のうち、以下の条件を考慮した。

- ・ ボトルネック箇所の直近上流部にIC・SA・PAなどの流入制御可能な施設があること
- ・ 上流部からある程度、流入車両が多いこと

以上の条件から下記の3地点を対象地点とした。

- ・ 東北自動車道(上り)矢板IC付近 118.6kp
- ・ 中央自動車道(下り)元八王子BS付近 31.6kp
- ・ 中央自動車道(上り)深大寺BS付近 6kp

(2) 対象地点の選定理由と流入抑制手法

1) 東北自動車道(上り)矢板IC付近

矢板IC付近では、IC上流の交通需要がボトルネック交通容量を下回っている。しかし、ICからの流入交通量が多いため渋滞が発生している。よって、ETCによるICからの流入抑制を検討する。

2) 中央自動車道(下り)元八王子BS付近

明らかに交通需要が交通容量を超過し渋滞が発生している。ここではボトルネック地点上流に八王子本線料金所があるため、本線料金所による流入抑制を検討する。

3) 中央自動車道(上り)深大寺BS付近

明らかに交通需要が交通容量を超過し渋滞が発生している。しかし、上流に流入抑制する抑制手法がないため、本線上の信号機による流入抑制を検討する。

以上3地点の流入抑制手法を表-1に示す。

表-1 各対象地点に提案する流入抑制手法

流入抑制手法	対象地点	方向
ETCによる流入抑制	矢板IC付近	上り
本線料金所による流入抑制	元八王子BS	下り
本線上の信号機による流入抑制	深大寺BS	上り

4. シミュレーション結果と分析

対象3地点のシミュレーション結果と分析について述べる。

(1) シミュレーションの3地点共通条件設定

3地点に共通する条件設定を表-2に示す。

表-2 共通条件設定

車両発生方法	5分間の実交通量を一樣発生
車両の最小車間	7m
対象車両	普通車のみ
車線変更	考慮しない

(1) 東北自動車道(上り)矢板IC付近

東北自動車道(上り)矢板IC付近(以下、矢板IC付近)では、ボトルネック2kp上流に矢板IC(120kp)がある。ここでは、矢板ICからの流入交通量が多いため、渋滞が発生している。車両感知器からは、矢板ICからの流入交通量が不明であるため、矢板ICの上流(122kp)と下流(119kp)の車両感知器の差し引き(119kp-122kp)により、矢板ICからの流入交通量を算出した。

1) 制御レベルの設定

車両感知器から算出した結果、渋滞発生前・後の交通容量は平均1,600(台/車線/時)1,200(台/車線/時)となった。渋滞発生前交通容量を超えないように流入抑制をすれば渋滞は発生しないため、流入抑制を1,350(台/車線/時)1,400(台/車線/時)1,450(台/車線/時)の3段階で検討する。

2) 条件設定

条件設定は表-3のとおりである。

表-3 条件設定(矢板IC付近)

車両感知器データ	東北自動車道(上り)122kp・119kp
サンプル数	7,956(台/7時間)
(本線)	7,259(台/7時間)
(IC流入交通量)	697(台/7時間)
シミュレート時間	約7時間
走行速度	100(km/時)

3) 渋滞継続時間

現状と制御レベル3ケースの渋滞継続時間を表-4に示す。

表-4 渋滞継続時間

	交通容量	渋滞継続時間	減少率
現状	1,600 1,200(台/車線/時)	6時間22分	
ケース1	1,350(台/車線/時)	4時間26分	30%
ケース2	1,400(台/車線/時)	4時間10分	34%
ケース3	1,450(台/車線/時)	3時間44分	41%

渋滞継続時間は、現状と比較すると流入抑制を導入することにより30%~41%減少した。渋滞が完全に解消しなかったのは本線の交通需要が交通容量を上回ってしまったためである。

4) 最大渋滞長

現状と制御レベル3ケースの最大渋滞長を図-3に示す。

	矢板IC 120kp	ボトルネック地点 118kp	116kp
現状	1,600→1,200(台/車線/時)	10km	
ケース1	1,350(台/車線/時)	4.6km(54%減)	
ケース2	1,400(台/車線/時)	4.5km(55%減)	
ケース3	1,450(台/車線/時)	4.5km(55%減)	

図-3 最大渋滞長

最大渋滞長は、現状と比較すると流入抑制を導入することにより約55%減少した。流入抑制を導入しても、3ケースともほぼ同じ最大渋滞長となった。理由としては、本線で渋滞が発生した場合、ICからの流入はできなくなる。そのため3ケースとも、同じ渋滞発生後交通容量となった。

5) ICにおける最大待ち台数と遅れ時間

現状と制御レベル3ケースのICにおける最大待ち台数と1台当たりの遅れ時間を図-4に示す。

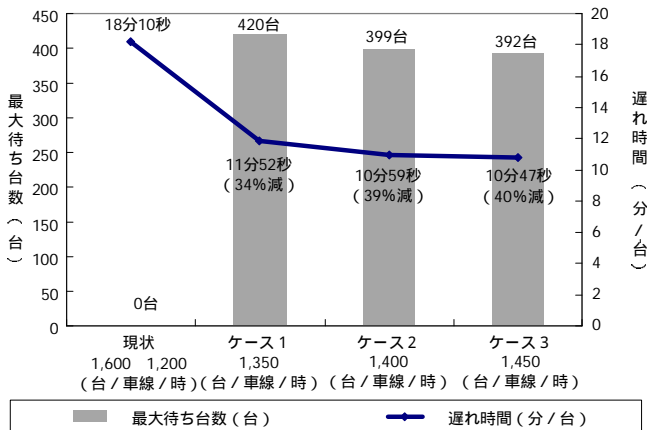


図-4 最大待ち台数と1台当たりの遅れ時間

ICにおける最大待ち台数は、現状と比較すると流入抑制を導入することにより最大待ち台数は増加した。しかし、全車両の1台当たりの遅れ時間は、現状と比較すると流入抑制を導入することにより34%~40%減少した。

6) 総遅れ時間

現状と制御レベル3ケースの全車両の総遅れ時間を表-5に示す。

表-5 全車両の総遅れ時間

	交通容量	総遅れ時間 (2車線合計)	減少率
現状	1,600 1,200 (台/車線/時)	4,819時間42分	
ケース1	1,350 (台/車線/時)	3,149時間46分	35%
ケース2	1,400 (台/車線/時)	2,913時間36分	40%
ケース3	1,450 (台/車線/時)	2,860時間	41%

全車両の総遅れ時間は、現状と比較すると流入抑制を導入することにより35%~41%減少した。

(2) 中央自動車道(下り)元八王子BS付近

中央自動車道(下り)元八王子BS付近(以下、元八王子BS)では、元八王子BS6kp上流に八王子本線料金所(26kp)がある。

1) 制御レベルの設定

車両感知器から算出した結果、渋滞発生前・後の交通容量は平均1,600(台/車線/時)1,350(台/車線

/時)となった。渋滞発生前交通容量を超えないように流入抑制をすれば渋滞は発生しないため、流入抑制を1,400(台/車線/時)1,450(台/車線/時)1,500(台/車線/時)の3段階で検討する。

2) 条件設定

条件設定は表-6のとおりである。

表-6 条件設定(元八王子BS)

車両感知器データ	中央自動車道(下り)30kp
サンプル数	8,059(台/6時間30分)
シミュレート時間	約6時間30分
走行速度	八王子本線料金所まで100(km/時) 八王子本線料金所から80(km/時)

3) 渋滞継続時間

現状と制御レベル3ケースの渋滞継続時間を表-7に示す。

表-7 渋滞継続時間

	交通容量	渋滞継続時間	減少率
現状	1,600 1,350 (台/車線/時)	5時間14分	
ケース1	1,400 (台/車線/時)	1時間56分	63%
ケース2	1,450 (台/車線/時)	1時間1分	80%
ケース3	1,500 (台/車線/時)	35分	88%

渋滞継続時間は、現状と比較すると流入抑制を導入することにより63%~88%減少した。

4) 最大渋滞長

現状と制御レベル3ケースの最大渋滞長を図-5に示す。



図-5 最大渋滞長

最大渋滞長は、現状と比較すると流入抑制を導入することにより26%~60%減少した。現状では、元八王子BSを先頭に最大渋滞長6kmであった。八王子本線料金所で流入抑制を導入することにより、元八王子BSの渋滞はなくなっているが、八王子本線料金所を先頭に渋滞が発生している。全体的には減少した。

5) 遅れ時間

現状と制御レベル3ケースの総遅れ時間と1台当たりの遅れ時間を表-8に示す。

表-8 総遅れ時間と1台当たりの遅れ時間

	交通容量	総遅れ時間 (2車線合計)	1台当たりの遅れ時間
現状	1,600 1,350 (台/車線/時)	1,058時間28分	3分56秒
ケース1	1,400 (台/車線/時)	273時間34分	1分1秒
ケース2	1,450 (台/車線/時)	116時間9分	26秒
ケース3	1,500 (台/車線/時)	55時間17分	12秒

総遅れ時間と1台当たりの遅れ時間は、現状と比較すると流入抑制を導入することにより74%~95%と大幅に減少した。

(3) 中央自動車道(上り)深大寺BS付近

中央自動車道(上り)深大寺BS付近(以下、深大寺BS)では、深大寺BS2kp上流に調布IC(8kp)がある。明らかにIC上流の交通需要がボトルネック交通容量を超過して渋滞が発生している。車両感知器からでは、調布ICからの出入交通量が不明であるため、今回は出入交通量も本線交通量に含めてシミュレーションを行った。

1) 制御レベルの設定

車両感知器から算出した結果、渋滞発生前・後の交通容量は平均1,500(台/車線/時)、1,325(台/車線/時)となった。

渋滞発生前交通容量を超えないように流入抑制をすれば、渋滞は発生しないため流入抑制を1,350(台/車線/時)、1,400(台/車線/時)、1,450(台/車線/時)の3段階で検討する。

2) 条件設定

条件設定は表-9のとおりである。

表-9 条件設定(深大寺BS)

車両感知器データ	中央自動車道(上り)5.1kp
サンプル数	7,931(台/6時間)
シミュレート時間	約6時間
サイクル長	100(秒)
速度	100(km/時)

3) 渋滞継続時間

現状と制御レベル3ケースの渋滞継続時間を表-10に示す。

表-10 渋滞継続時間

交通容量	渋滞継続時間	減少率
現状 1,500 1,325(台/車線/時)	5時間21分	
ケース1 1,350(台/車線/時)	4時間22分	18%
ケース2 1,400(台/車線/時)	2時間45分	49%
ケース3 1,450(台/車線/時)	1時間30分	72%

渋滞継続時間は、現状と比較すると流入抑制を導入することにより18%~72%減少した。これは信号機を導入することで、交通容量の増加が図れたためである。

4) 最大渋滞長

現状と制御レベル3ケースの最大渋滞長を図-6に示す。

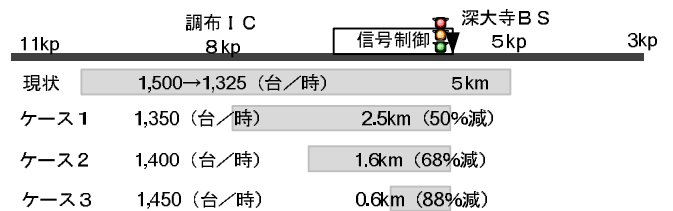


図-6 最大渋滞長

最大渋滞長は、現状と比較すると流入制御を導入することにより50%~88%減少している。現状では、深大寺BSを先頭に最大渋滞長5kmであった。信号機を導入することにより、深大寺BSの渋滞はなくなっているが、信号機導入地点を先頭に渋滞が発生している。

5) 総遅れ時間

現状と制御レベル3ケースの総遅れ時間と1台当たりの遅れ時間を表-11に示す。

表-11 総遅れ時間

交通容量	総遅れ時間(2車線合計)	1台当たりの遅れ時間
現状 1,500 1,325(台/車線/時)	1,316時間15分	4分58秒
ケース1 1,350(台/車線/時)	186時間22分	42秒
ケース2 1,400(台/車線/時)	105時間53分	24秒
ケース3 1,450(台/車線/時)	56時間14分	12秒

総遅れ時間と1台当たりの遅れ時間は、現状と比較すると流入抑制を導入することで85%~95%減少した。信号機による遅れ時間を加えても、現状より低い値となった。

5. まとめと今後の課題

本研究では、ICにおける流入車両をETCによる流入抑制、本線料金所の「ETC」と「ETC/一般」の構成率を変更する流入抑制、本線上の信号機による流入抑制の3案を提案した。3つの手法を導入することにより、渋滞長や渋滞継続時間を大幅に削減できることがわかった。よって既存の施設を利用することにより、低コストで渋滞対策ができることが示せた。

今後の課題としては、実際に導入するための課題について、検討する必要がある。

謝辞

日本大学総合科学研究所の森田緯之教授には、多大なご協力を頂きました。厚く感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 高速道路調査会：高速道路と自動車 2008年No.3
- 2) (社)交通工学研究会：道路の交通容量 1985
- 3) (社)交通工学研究会：交通容量データブック 2006