

首都高速道路における流入交通制御（入口閉鎖）に関する実証的分析*

A Demonstrative Analysis of Inflow Control on Metropolitan Expressway *

菊地春海**・坂爪誠***・割田博****・高田潤一郎*****・桑原雅夫*****

By Harumi KIKUCHI**・Makoto SAKAZUME***・Hiroshi WARITA****・Junichiro TAKADA・Masao KUWAHARA*****

1. はじめに

首都高速道路で発生する交通集中渋滞の大部分はジャンクションや入口といった合流部近傍を先頭として発生している¹⁾。そうした中、首都高速道路株式会社では入口から本線への合流交通により渋滞が発生している箇所において、本線の渋滞の軽減を図る効果的な流入交通制御の考え方及び制御手法の確立を目指している。

既往事例では渋滞が延伸した後、その渋滞を緩和するという観点から、流入交通制御（入口閉鎖等）がなされたものがほとんどであるのに対し、本研究は渋滞発生前の時間帯から制御を行うことによる渋滞の未然防止、制御終了後を含めた渋滞の減少を目指すものである。

平成19年に実施した中央環状線（外）船堀橋入口を対象に実施した流入時間間隔調整では、車群の分散、入口交通量の抑制により実験時間帯の渋滞緩和が図られることがわかった²⁾。

本稿においては、流入時間間隔調整よりも、さらに首都高速入口の交通量を抑制できる入口閉鎖が実施された際の、渋滞緩和効果の分析結果を報告するものである。

2. 実験の概要

2.1 対象箇所の渋滞状況

図1に船堀橋入口付近の交通量・速度の時間変動図を示す。当該箇所においては、6時台に本線交通量および入口交通量の急激な増加とともに首都高速本線の渋滞が発生している。また、入口料金所はETC専用レーンと一般車とETC車の混在運用レーンの合計2レーンにより運用されており、図2に示すように一般道路との接続交差点で形成された車群がほとんど分散されないまま、本線に流入している。

さらに図3に示すように船堀橋入口下流にはサグ部が存在しており、流入交通の車群による本線への流入と合流直後のサグの存在が複合的な要因となり本線の大幅な速度低下を引き起こしている。

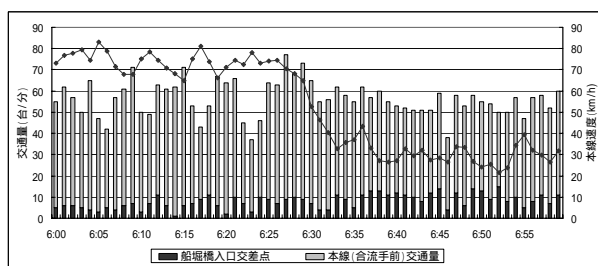


図1 船堀橋入口付近の交通量・速度の時間変動（平成20年7月29日（火））



図2 車群による流入の発生状況

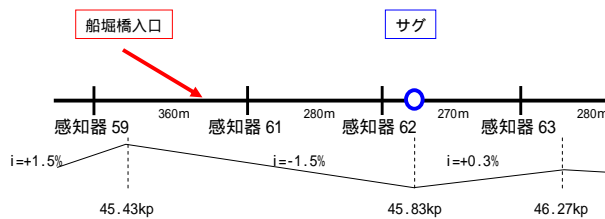


図3 船堀橋入口付近の縦断線形

2.2 調査の目的

船堀橋入口閉鎖期間において、以下の2点を確認した。

- (1) 入口閉鎖による首都高速本線の渋滞緩和効果
- 1) 渋滞ボトルネックの交通容量の増加

船堀橋入口付近においては図4に示すように本線交通量が多く、高密度化している時間帯に、入口から多くの車両が車群となって流入することで速度低下が発生して

*キーワード：交通制御、ランプメータリング、交通調査

**正員、修（工）、首都高速道路株式会社
（東京都千代田区霞が関1-4-1 日土地ビル、
TEL03-3539-9396、FAX03-3502-2412）

***正員、首都高速道路株式会社

****正員、博（工）、首都高速道路株式会社

*****正員、修（工）、株式会社オリエンタルコンサルタンツ

*****正員、Ph.D、東京大学生産技術研究所

いる。

入口を閉鎖することにより、合流摩擦および本線第1車線走行車両の第2車線への避走、さらに相対的に速度の低い第1車線に合流した流入車両が、速度の高い第2車線を選択しがちであることに起因する船堀橋入口下流のサグ部付近での車線変更等の速度低下要因を排除することが期待される。すなわち、図5に示すように入口閉鎖による交通容量の増加は合流部のみならず、サグ部においても期待することができる。

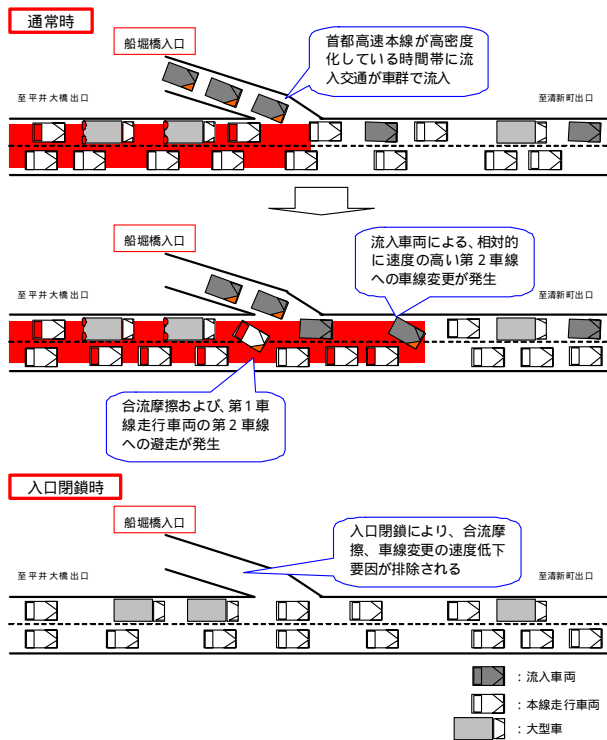


図4 入口閉鎖による速度低下要因の排除イメージ

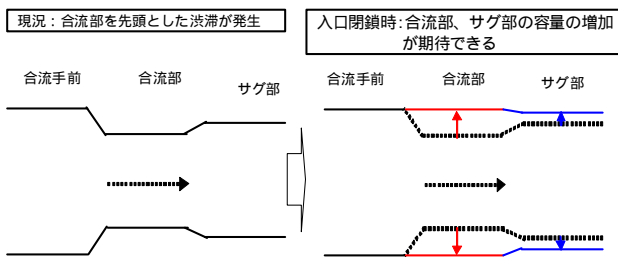


図5 速度低下要因の排除による容量増加イメージ

2) 渋滞ボトルネックを通過する交通量の調整

入口閉鎖による入口交通量の排除により、船堀橋入口合流部、下流側のサグ部を通過する交通量が減少し、交通容量を超過する時間帯が減少するため首都高速本線の渋滞緩和が期待される。

(2) 入口閉鎖による一般道への悪影響

入口閉鎖を実施することで他の首都高速入口への迂回、および一般道を利用して目的地に向かう交通により周辺

一般道の交通量が増加することが想定され、これらにより一般道において新たな渋滞の発生・悪化が懸念される。

2.3 調査方法

平成20年7月14日(月)~22日(火)にかけて船堀橋入口ETCリフレッシュ工事に伴う入口閉鎖が実施された。この際、表2に示すデータを収集した。

表1 閉鎖パターン

閉鎖時間	料金所閉鎖日時
入口閉鎖 30分	平成20年7月14日(月)~16日(水) 6時00分~6時30分
入口閉鎖 60分	平成20年7月17日(木)、18日(金)、22日(火) 6時00分~7時00分

表2 データ収集概要

項目	内容
ビデオ調査	・平成20年7月14日(月)~18日(金)、22日(火) ・5時30分~7時30分 ・船堀橋入口付近が撮影可能な位置に設置したビデオカメラ(3台)の映像および既設のCCTVカメラの映像を録画し、交通状況を撮影
滞留長 渋滞長 調査	・平成20年7月14日(月)~18日(金)、22日(火) ・6時00分~9時00分 ・船堀橋入口交差点および迂回交通により渋滞の発生、延伸が懸念された交差点において、渋滞長、滞留長を記録
車両感知器 データ	・平成20年7月全日 ・中央環状線(外回り)堀切JCT合流~葛西JCT分流
VICS データ	・平成19年7月全日および平成20年7月全日 ・東京23区

3. 流入交通制御実験の結果

3.1 首都高速道路本線の渋滞緩和効果

図6は入口閉鎖実施日と通常日の渋滞状況を比較したものである(入口閉鎖実施日と通常日の比較対象日は上流側区間の通過交通量が同程度となっている日を選択した)。図7は同様に渋滞損失時間を比較したものである。入口閉鎖実施時間帯において船堀橋入口付近を先頭とする渋滞が解消され、さらに入口閉鎖解除後の時間帯においても入口閉鎖を実施していない日と比較して、渋滞緩和が図られている。

入口閉鎖を実施した船堀橋入口および上流側ボトルネックの平井大橋出口を先頭とする渋滞損失は通常日と比較して大幅に減少していることがわかる。

また、入口閉鎖解除後の時間帯においても渋滞緩和効果を得ることができた要因としては、渋滞立ち上がり時間帯の超過需要の発生が抑制された結果、超過需要の総量が大幅に減少したことが考えられる。上流側ボトルネックの渋滞損失が減少した要因としては、船堀橋入口

を先頭とする渋滞が解消され、その結果先詰まり渋滞に巻き込まれる機会が減少したことが考えられる。

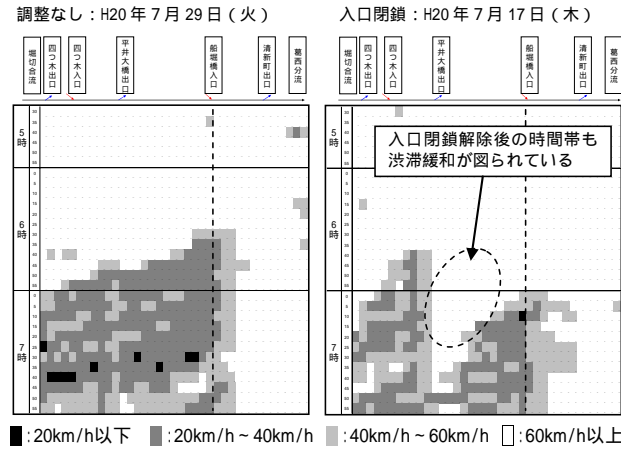


図 6 首都高速本線の渋滞状況の比較

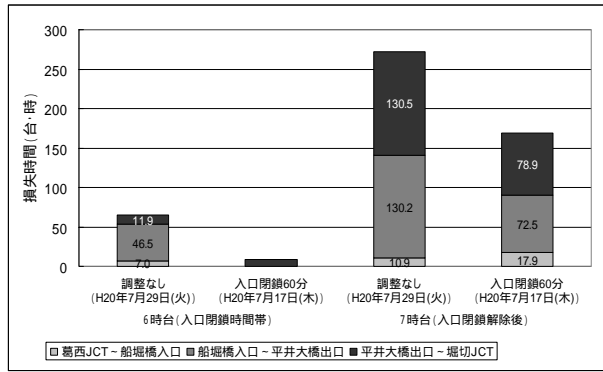


図 7 首都高速本線の渋滞損失状況

3.2 首都高速道路本線の交通容量増加

図 8 は入口閉鎖解除直後における船堀橋入口合流後の第 2 車線における各車両の通過時刻と累加通過台数を示したものである。

第 1 車線から第 2 車線への車線変更発生後 (6時59分9秒: ビデオより確認)、車線変更前の時間帯と比較して車両が通過する時間間隔が長くなっていることが確認できる。これは車線変更の発生により、後続車両が前方車両との間隔を維持するために減速し、その影響が上流側に伝播したためと考えられる。図 9 に示すように、減速が生じると車頭時間が長くなり、その結果単位時間の捌け交通量が減少することとなる。

図 10 は船堀橋入口付近での車線変更の発生状況を比較したものである。入口付近では合流車両からの避走による車線変更、流入車両による第 2 車線への車線変更が頻繁に行なわれることが交通容量低下の一因となっているが、入口閉鎖を実施した時間帯において、その車線変更が減少している。

図 11 は船堀橋入口合流後断面におけるQ-V図を示したものである。入口閉鎖を実施することで通常、速度低下が発生する交通量レベルにおいても、自由流状態を維持

していることが確認できたが、捌け交通量の増加までは確認できなかった。要因として入口閉鎖により流入交通量を抑制した結果、船堀橋入口合流後のボトルネックに到達する需要交通量が減少したことが考えられる。

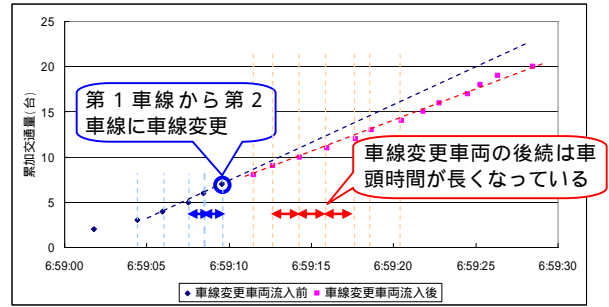


図 8 通過時刻と累加通過台数 (H20年7月17日(木) 入口閉鎖解除直後)

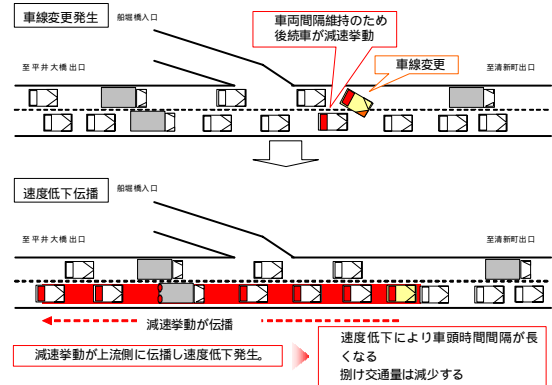


図 9 車線変更による車頭時間の増大イメージ

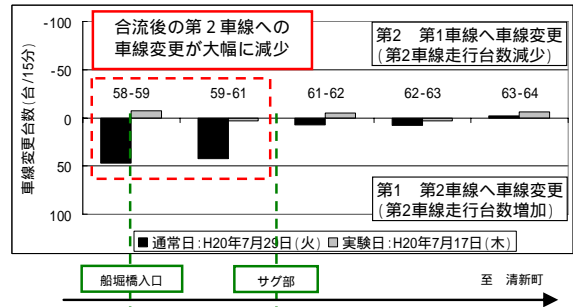


図 10 船堀橋付近の車線変更状況 (6:30-6:45)

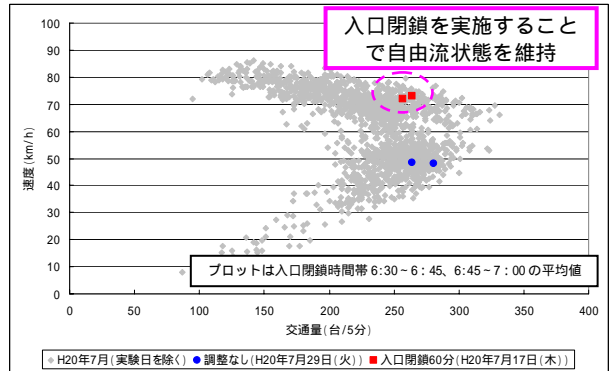


図 11 船堀橋入口合流後断面Q-V図

3.3 利用時間帯の変化と周辺入口への迂回状況

図12は船堀橋入口の流入交通量を示したものである。入口閉鎖時間帯の前後の時間帯で通常日と比較して流入交通量が増加しており、入口閉鎖時間帯を避け、前後の時間帯に利用をシフトした交通が存在していることがわかる。

図13は船堀橋入口と周辺の首都高速道路の入口交通量を示したものである。船堀橋入口の閉鎖により通常日の変動の範囲以上に流入交通量が増加している入口が複数存在している。これより通常利用する入口と異なる入口から首都高速を利用した交通が存在していることがわかる。

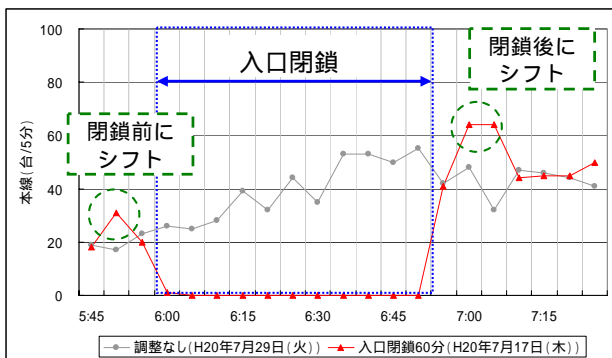


図 12 船堀橋入口流入交通量

*H20年7月17日(木)は閉鎖解除待ち車両による滞留が発生したため、6:55に閉鎖を解除した

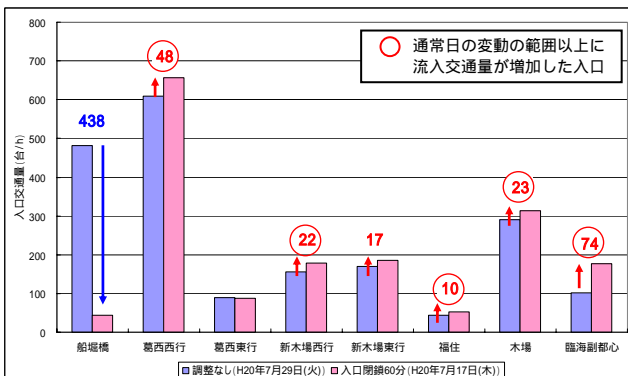


図 13 船堀橋入口および周辺入口交通量 (6時台)

3.4 迂回先一般道路における渋滞状況

図14に入口交通量が増加した葛西入口、木場入口、臨海副都心入口への向かう交通により、渋滞の悪化が懸念された交差点の入口閉鎖実施日と通常日の渋滞発生状況を示す。入口閉鎖により利用経路を変更した交通により一般道路の交通量が増加し、新たな渋滞の発生、渋滞の悪化が懸念されたが、通常日と比較して入口閉鎖実施日において著しい渋滞の発生は確認されなかった。

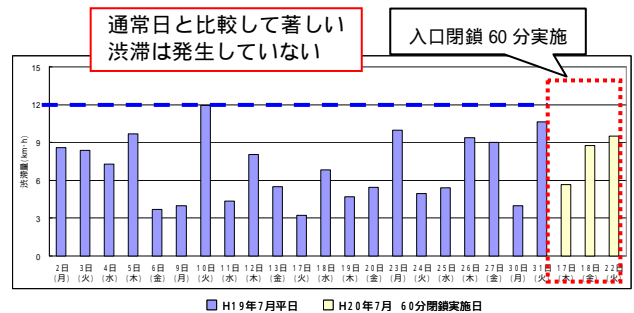


図 14 迂回先一般道路の渋滞状況(6:00~8:30)

4. おわりに

入口閉鎖が実施された期間を対象に、入口閉鎖による首都高速本線の渋滞緩和効果および一般道への悪影響の有無を確認した。

入口閉鎖により船堀橋入口を先頭とする渋滞が解消されるとともに先詰り渋滞に巻き込まれる機会が減少することから、上流側ボトルネックにおいても渋滞緩和効果が確認された。また渋滞立ち上がり時間帯の超過需要の発生が抑制された結果、超過需要の総量が減少し、閉鎖解除後の時間帯においても渋滞緩和効果が確認された。

また速度低下要因である合流摩擦および車線変更が抑制された結果、車両間隔維持のための減速挙動、減速に伴う車頭時間間隔が大きくなる状態の発生頻度が減少し、交通容量が増加していることが推測できる。しかしながら入口閉鎖によりボトルネックに到達する交通量が減少したため交通容量の増加を確認するまでには至らなかった。

一方、入口閉鎖の影響による迂回先一般道路の著しい渋滞状況の変化は確認されておらず、一般道路への負荷は軽微であると考えられる。

今回検討対象とした船堀橋入口では、入口交通量が多いため、入口閉鎖を実施することで、渋滞ボトルネックに到達する交通量が交通容量を下回る状態が発生している。今後は首都高速本線の渋滞緩和と同時に、ボトルネックの交通容量を最大限活用できる効率的な流入交通制御の考え方、手法の確立に向けて検討を進める予定である。

謝辞

本調査の実施にあたり、多大なご協力いただいた警視庁交通部に謝意を表します。

参考文献

- 1) 割田博, 植田和彦, 森田緯之, 野間哲也: 「首都高速道路の合流部における交通容量の分析」, 土木計画学研究・講演集, Vol.25, 2002
- 2) 菊地春海, 坂爪誠, 山田純司, 高田潤一郎: 「首都高速道路における流入交通制御に関する実証的分析」, 第28回交通工学研究発表会・論文報告集, 2007年11月