

昼夜連続工事規制時における分合流部の 交通容量に関する基礎的分析

猪原拓也¹, 遠藤学史², 小坂直裕³, 深井靖史⁴, 山下賢一郎⁵

¹正会員 首都高速道路株式会社 西東京管理局 (〒102-0093 東京都千代田区平河町2-16-3)

E-mail: t.inohara82@shutoko.jp

²正会員 首都高速道路株式会社 西東京管理局 (〒102-0093 東京都千代田区平河町2-16-3)

E-mail: s.endo5944@shutoko.jp

³正会員 株式会社福山コンサルタント 東京支社 (〒112-0004 東京都文京区後楽2-3-21)

E-mail: n.kosaka@fukuyamaconsul.co.jp

⁴正会員 株式会社福山コンサルタント 東京支社 (〒112-0004 東京都文京区後楽2-3-21)

E-mail: k.yamashita@fukuyamaconsul.co.jp

⁵正会員 株式会社福山コンサルタント 東京支社 (〒112-0004 東京都文京区後楽2-3-21)

E-mail: y-fukai@fukuyamaconsul.co.jp

首都高速道路で実施されている昼夜連続工事規制は、効率的な工事実施によって工期を短縮できる一方で、長時間の車線規制による交通容量低下を伴い、一時的に大きな交通渋滞が発生する恐れがある。そのため、利用者の適切な経路選択のために正確な所要時間の予測・提供が必要である。ここで、所要時間予測には適切な交通容量の設定が重要であり、工事規制区間の交通容量については多くの知見が蓄積されている。しかしながら、工事渋滞が上流に位置するJCTから複数の接続路線へと分散的に延伸する状況下において、接続路線の捌け交通量を定量的に分析した研究は存在しない。そこで本稿は、接続路線の捌け交通量をより正確に推定するために、過年度に首都高速道路で実施した昼夜連続工事の実績を基にJCT分合流部の捌け交通量について分析したものである。

Key Words : *traffic capacity, merging/diverging section, continuous lane-closure*

1. はじめに

首都高速道路では、構造物の長寿命化や走行環境改善に向けた効率的な工事実施のため、昼夜連続での車線規制が実施されている。一方、このような工事規制は、しばしば交通渋滞を招き、走行性を極度に低下させる。そのため、ドライバーが適切な経路選択ができるよう、正確な所要時間の予測・提供が求められるため、予測条件となる交通容量の設定が重要となる。特に、都心環状線のようにJCTが連続する路線で車線規制を行う際、接続路線への渋滞延伸、それに伴う交通容量の低下や迂回交通（需要低減率）の増加が見込まれ、その場合の分合流部における交通容量についても精度良く設定する必要がある。

これまでに首都高速道路で実施した昼夜連続工事規制における交通影響予測では、過去の工事実績を基に交通容量や需要低減率を設定することで、精度の高い予測を実現してきた。しかしながら、これらの工事

の大多数は放射路線上で実施されたものであり、都心環状線を対象とした昼夜連続工事規制は実施例が少ない。都心環状線で実施する昼夜連続工事規制では、工事渋滞が上流側に位置するJCTに達し、複数の接続路線へと複雑に延伸する状況が想定されるため、過年度工事実績が少ない現状では、精度の高い渋滞予測を実施することが困難である。したがって、このような状況下でのJCT分合流部における交通容量を適切に設定する手法を確立する必要がある。

2. 既往研究と本研究の位置づけ

大口ら¹⁾の研究により、車線規制時のボトルネック交通容量については、これまでに数多くの知見が蓄積されている。しかしながら、JCTやICの分合流部を対象とした研究は少ない。割田ら²⁾はIC入口の合流形式別に合流部の交通容量を分析しており、原ら³⁾、吉川ら⁴⁾、畠中ら⁵⁾はIC合流部の車線運用と合流部交

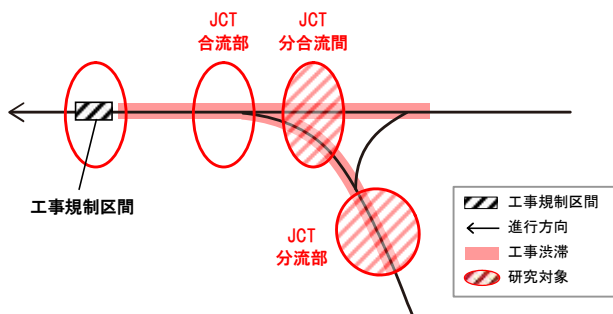


図-1 本研究の対象箇所

表-1 分析対象とする昼夜連続工事規制

路線	方向	規制区間	実施日	曜日
1号羽田線	下り	昭和島JCT～大師	平成23年1月16日	日
			平成23年1月23日	日
			平成23年11月13日	日
			平成23年11月20日	日
			平成24年4月1日	日
4号新宿線	下り	中央道～永福	平成24年4月8日	日
			平成22年5月17日	月
			平成22年5月18日	火
			平成22年5月19日	水
		永福～幡ヶ谷	平成22年5月24日	月
			平成23年5月16日	月
			平成23年5月17日	火
			平成23年5月18日	水
都心環状線	外回り	代官町～三宅坂JCT	平成26年4月13日	日
			平成26年4月20日	日
			平成26年9月6日	土

通量について分析をしている。

しかしながら、これらの研究は合流部がボトルネックとなる状況を想定しており、工事渋滞等で先詰まりとなった状況下での合流比については分析されていない。また、これらの研究では合流比の決定要因について明らかにされていない。その他、国際交通安全学会⁹⁾ではJCT合流部交通容量の決定要因分析をしており、JCT合流部における勾配の差異やゼブラ帯の有無、テーパー長の違いとJCT合流部交通容量の関係性について複数のJCTで分析している。しかしながら、この研究においても合流部交通容量が合流路線にどのように配分されるかについては言及しておらず、合流比と幾何構造の関係性については明らかとなっていない。

IC合流部の合流比を調整する施策として、田村ら⁷⁾、沢田ら⁸⁾では、IC合流部の合流区間長を調整することで合流交通を整流化し、高速道路本線の渋滞緩和した事例を報告している。これらの論文は合流区間長と合流比の相関関係を示唆しているものの、具体的にどのような関係性があるかについては言及されていない。

一方で、分流部において先詰まり渋滞が発生した場合の捌け交通量については、これまで定量的に分析した研究はなく、渋滞がJCTから上流の路線に延伸する際の交通状況については未だ明らかにされていない。

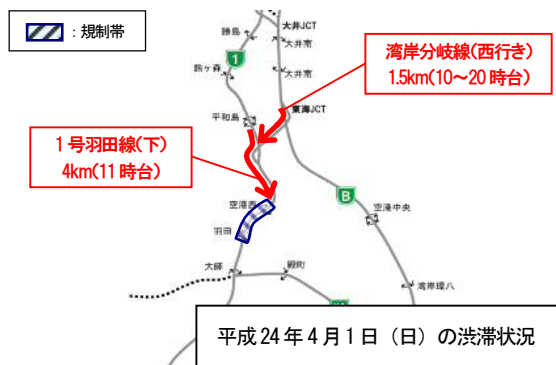


図-2 1号羽田線昼夜連続工事規制時の渋滞状況

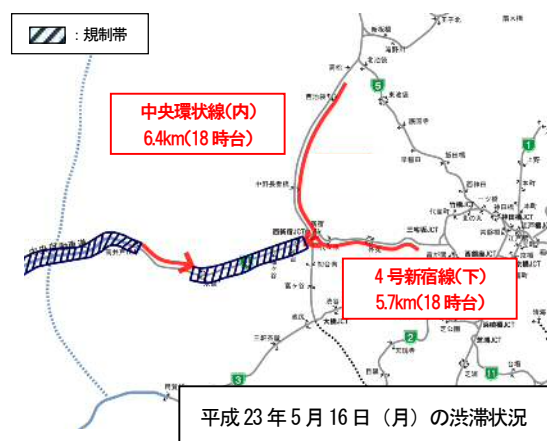


図-3 4号新宿線昼夜連続工事規制時の渋滞状況

そこで本稿では、工事渋滞がJCTから上流側の路線へと延伸した状況下におけるJCT分合流間交通量（合流比）及びJCT分流部上流側の捌け交通量（分流比）の推定に資するべく、過年度に実施された首都高速道路の昼夜連続工事規制の中から工事規制区間で発生した渋滞が上流側に位置するJCTから接続路線へと延伸した事例を抽出し、車両感知器データを基に、JCT分合流部の捌け交通量について分析を行う（図-1）。

2. 昼夜連続工事規制の概要と渋滞状況

(1) 対象となる昼夜連続工事規制の抽出

過年度に実施された首都高速道路の昼夜連続工事規制の中から、工事規制区間で発生した渋滞が上流側に位置するJCTから接続路線へと延伸した事例を表-1に整理する。

(2) 昼夜連続工事時の渋滞状況

a) 1号羽田線昼夜連続工事規制時

1号羽田線（下り）では、規制端末付近を先頭に3km～4kmの渋滞が発生した。また、昭和島JCTから湾岸分岐線方面にも渋滞が延伸していたが、湾岸線では

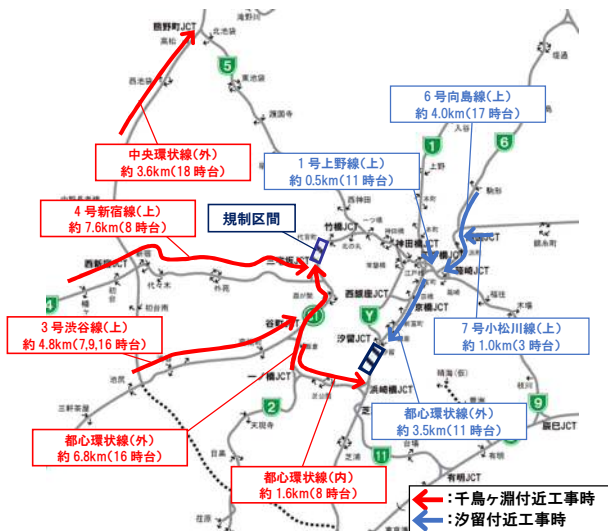


図-4 都心環状線昼夜連続工事規制時の渋滞状況

ほぼ工事渋滞は発生しなかった。なお、ここでは代表例として、平成24年4月1日（日）に実施した昼夜連続工事規制時の渋滞状況について図-2に示す。

b) 4号新宿線昼夜連続工事規制時

4号新宿線では、規制端を先頭に渋滞が発生し、上り方向では中央自動車道まで、下り方向では西新宿JCTを越え、外苑～三宅坂JCTまで渋滞が延伸した。また、西新宿JCTから中央環状線（内回り）にも渋滞が延伸し、西池袋付近まで渋滞が延伸した。なお、図-3は代表例として平成23年5月16日（月）の渋滞状況を記載したものである。

c) 都心環状線（千鳥ヶ淵付近）昼夜連続工事規制時

平成26年9月6日（土）から翌日にかけて実施した都心環状線（外回り）昼夜連続工事規制では、規制区間の代官町出口付近を先頭に5時～23時にかけて渋滞が発生し、一ノ橋JCT付近まで延伸した。

また、都心環状線の渋滞が上流側のJCT（三宅坂JCT、谷町JCT）に達していた時間帯において、接続路線である4号新宿線（上り）では、幡ヶ谷入口付近まで（約7.6km）渋滞が延伸した。同様に、3号渋谷線（上り）では大橋JCT付近まで（約4.8km）渋滞が延伸した（図-4）。

4. JCT合流部における交通容量分析

(1) 合流比の決定要因

JCT合流部における車線数の多い路線を主交通、車線数の少ない路線を従交通と定義し、主に従交通の合流比に着目した分析を行う。合流比は各方向の車線数に大きく依存する他、「合流のしやすさ」と

表-2 分析対象JCTと集計の対象とする工事

番号	JCT名	集計対象工事
1	昭和島JCT	1号羽田線昼夜連続工事
2	西新宿JCT	4号新宿線昼夜連続工事
3	三宅坂JCT	都心環状線（千鳥ヶ淵付近）昼夜連続工事

表-3 JCT別合流比と合流区間長

	合流比率		合流区間長 (m)
	主交通	従交通	
三宅坂JCT	0.74	0.26	64.3
西新宿JCT	0.70	0.30	117.6
昭和島JCT	0.62	0.38	112.1

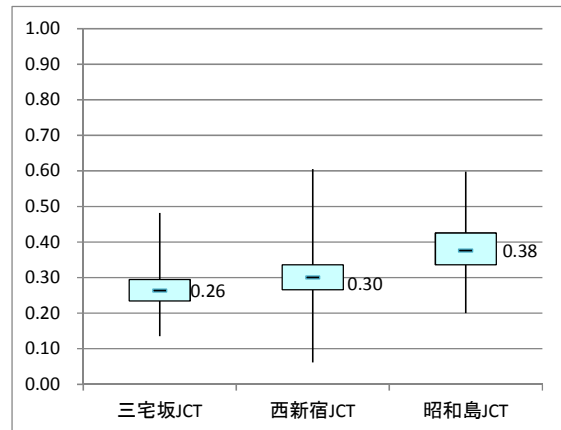


図-5 JCT別合流比（5分間値）

「合流機会の多さ」を決定する要素にも依存するものと予想される。これらの決定要素としては、合流部の合流区間長、縦断勾配、明暗（視認性）、幅員等様々な要因が考えられる。本稿では、合流区間長及び明暗（視認性）が合流比に与える影響について分析する。

(2) 分析対象JCTの抽出

分析対象となるJCTは、前章で提示した昼夜連続工事規制時に渋滞の渦中に位置しており、かつ車線数が同じ（主交通2車線、従交通1車線）である表-2の箇所を選定する。以降の分析では、従交通の合流比率を中心に分析結果を報告する。なお、明暗（視認性）については昼夜での合流比の違いについての分析となるため、トンネル内での合流となる三宅坂JCTは除外する。

(3) 分析結果

a) 合流区間長と合流比の関係性

合流比と合流区間長の関係を表-3に示す。比較対象である3つのJCTのうち、合流区間長が最も短い三宅坂JCTでは、合流比も小さく26%であった。これに対し、合流区間が長い昭和島JCTは38%、西新宿JCTは30%となっており、いずれも三宅坂JCTより合流比が大きい。また、三宅坂JCTの最大値は50%程度であるのに対し、昭和島JCTと西新宿JCTの最大値は60%程度と大きい結果となっている（図-5）。

表-4 昼夜別合流比

JCT名	工事実施日	曜日	昼間合流比	夜間合流比
昭和島JCT	平成23年1月16日	日	0.37	0.44
	平成23年1月23日	日	0.39	0.40
	平成23年11月13日	日	0.37	0.43
	平成23年11月20日	日	0.34	0.41
	平成24年4月1日	日	0.36	0.40
	平成24年4月8日	日	0.35	0.42
	平均値		0.36	0.41
西新宿JCT	平成22年5月17日	月	0.31	0.32
	平成22年5月18日	火	0.30	0.28
	平成22年5月19日	水	0.32	0.30
	平成22年5月24日	月	0.31	0.29
	平成23年5月16日	月	0.29	0.27
	平成23年5月17日	火	0.28	0.28
	平成23年5月18日	水	0.28	0.26
	平成26年4月13日	日	0.35	0.32
	平成26年4月20日	日	0.32	0.29
	平均値		0.31	0.29

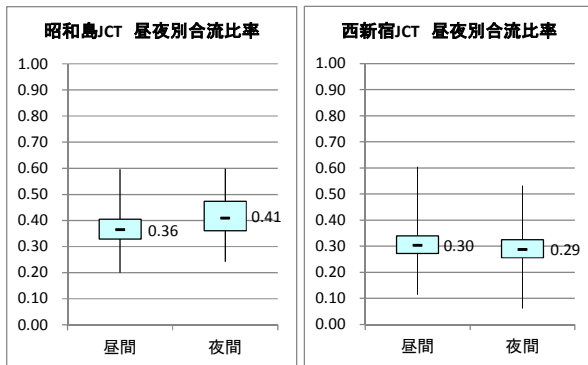


図-6 昼夜別合流比(左:昭和島JCT 右:西新宿JCT)

b) 明暗(視認性)と合流比

明暗(視認性)と合流比の関係を表-4に示す。昭和島JCTの合流比は、昼間の方が夜間の合流比と比較して約5%小さい。これに対し、西新宿JCTの合流比の中央値はほぼ同程度であったものの、時間帯別のばらつきを見ると全体的に昼間の合流比の方が高い傾向にあった(図-6)。また、本稿では西新宿JCTで9日間、昭和島JCTで6日間のデータを集計したが、日別の傾向の違いは特に見られなかった。以上より、昼夜で合流比が変化することは認められるものの、変化の方向性については明確な違いは見られない。

5. JCT分流部における交通容量分析

JCTから接続路線へと延伸する渋滞を予測するためには、接続路線の捌け交通量を設定する必要がある。

そこで、JCT渡り線の交通量に対する接続路線の交通量比を「分流比」と定義し、この分流比の決定要因について分析を行う。工事規制箇所が発生した工事渋滞がJCTから接続路線に延伸した状況下では、迂回交通の増加によって分流部の捌け交通量が大きくなる。そのため、当該箇所の交通容量には「工事渋滞による迂回交通量」が影響するものと想定される。そこで、

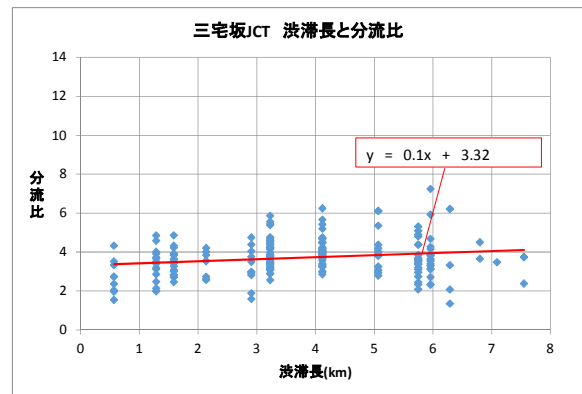


図-7 渋滞長と分流比(三宅坂JCT)

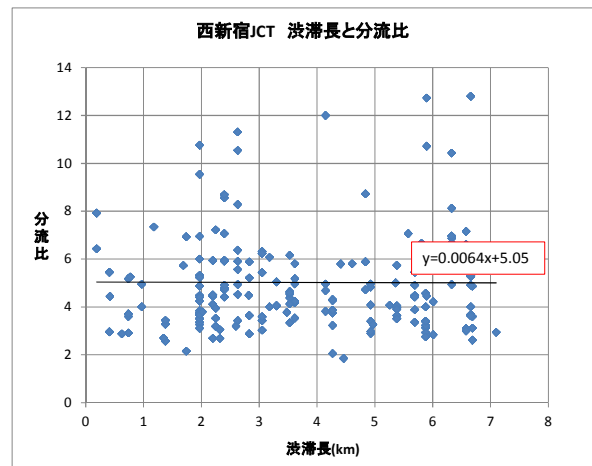


図-8 渋滞長と分流比(西新宿JCT)

迂回行動に影響を与える要因として、工事渋滞長を対象に、JCT毎の分流比を分析する。

(1) 分析対象JCTの抽出

分析対象とするJCTは、渋滞がJCTまで延伸した西新宿JCT及び三宅坂JCTを選定する。なお、4号新宿線の昼夜連続規制工事については、中央環状線(内回り)で熊野町JCT付近まで渋滞が延伸した平成23年5月16日(月)を分析対象とした。

(2) JCT分流部の捌け交通量(分流比)

三宅坂JCT(図-7)では、渋滞長が大きくなるにつれて分流比も大きくなる傾向が見られた。これは、渋滞が伸びたことで都心環状線(内回り)へと迂回する交通が増加し、JCT分流部における捌け交通量が増加したためであると予想される。

これに対し、4号新宿線昼夜連続規制時に工事渋滞が中央環状線に延伸している時間帯において、西新宿JCTの分流比と渋滞長の関係を図-8に記載した。図-8を見ると、値が分散しており明確な傾向は読み取れない。これは、中央環状線(内回り)西新宿JCTで分流した後、4号新宿線(下り)に合流する前に中央環状線(外回り)から4号新宿線(下り)に向かう交通と

も合流が生じ、渡り線の色度が極端に低下していた可能性がある。

6. 終わりに

本稿では、昼夜連続工事規制時に発生した渋滞がJCTから接続路線へと延伸する状況を正確に予測するために、JCT分合流部の交通容量について分析を試みた。この分析の結果、合流区間長と従交通の関係については、合流比の最大値を比較すると、三宅坂JCTが小さく、昭和島JCTと西新宿JCTが同程度の値を示した。また、昼夜別のJCT合流比については各JCTで異なることは確認されたが、明確な違いは明らかになっていない。

さらに分流部では、JCTによっては渋滞長に比例して接続路線の捌け交通量（分流比）が大きくなる傾向も見られたが、明確な違いは見られない。また、分流比と渋滞長の関係はJCT毎に異なり、迂回のしやすさ等が影響している可能性も示唆された。

今後の課題として、本稿では合流比の決定要因として合流区間長や明暗（視認性）を対象に分析したが、合流区間長が同程度のJCTにおいても合流比の差異が見られており、縦断勾配や車線幅員等、合流比に影響を与える要因は他にも存在すると考えられる。これらの要因について分析するためには、より多くのJCTを対象として分析することが望ましい。また、今回の分析では昼夜連続工事時に限定して交通容量分析を行ったが、通常時に発生する渋滞は工事時よりも交通容量が大きく速度も高いため、通常時と工事時で合流比の傾向が異なる可能性がある。これらの点についても分析

を進める必要がある。

また、分流比に関しては、渋滞長の他にも幾何構造との関係性の他、渡り線と直進路線の速度差にも着目した分析が必要だと考えられる。

参考文献

- 1) 大口敬, 中村英樹: 日本における交通容量・サービスの質に関する研究の概観と展望, 土木学会論文集D3, vol.67, pp.217-229, 2011.
- 2) 割田博, 植田和彦, 森田綽之, 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・論文集, Vol.25, pp.71-74, 2002.
- 3) 原靖丘, 森田綽之, 安井和彦, 池田達則: 首都高速道路合流部の交通容量に関する研究, 第24回交通工学研究発表会論文報告集, pp.93-96, 2000.
- 4) 吉川裕子, 森田綽之, 安井和彦, 木村純司: 首都高速道路合流部の車線運用に関する研究, 第25回交通工学研究会論文報告集, pp.29-32, 2005.
- 5) 畠中秀人, 坂井康一, 浅野美帆, 西井禎克: 首都高速道路の合流部における動的変な車線運用の適用可能性, 第28回交通工学研究発表会論文報告集, 2008.
- 6) 国際交通安全学会: ドライバーの危険回避行動に関する基礎分析, 1999.
- 7) 田村敬介, 山田貴久, 中村英樹: 名古屋高速道路の入口合流部加速車線延長による効果検証, 第32回交通工学研究発表会論文集, 2012.
- 8) 沢田英郎, 稲田悠, 亀井伸二, 福本薫: インターチェンジ合流部における合流整流化対策と効果検証, 第34回交通工学研究発表会論文集, 2014.

(2015.4.24 受付)

ANALYSIS OF TRAFFIC CAPACITY AT MERGE/DIVERGE SEGMENT IN THE METROPOLITAN EXPRESSWAY WHEN THE ROAD REPAIR WORKS WITH PARTIAL LANE REGULATIONS.

Takuya INOHARA, Satoshi ENDO, Naohiro KOSAKA, Yasushi FUKAI
and Kenichiro YAMASHITA