

都市間高速道路工事規制における 狭小幅員運用時の交通状況に関する基礎的分析

小坂 直裕¹・福島 賢一²・西田 匡志³・平井 章一⁴
櫻井 光昭⁵・青木 隆志⁶

¹ 非会員 (株) 福山コンサルタント 交通・環境マネジメント事業部 (〒101-0033 千代田区神田岩本町 4-14)
E-mail: n.kosaka@fukuyamaconsul.co.jp

² 正会員 (株) 福山コンサルタント 交通・環境マネジメント事業部 (〒101-0033 千代田区神田岩本町 4-14)

³ 非会員 中日本高速道路(株) 八王子支社 交通管制課 (〒192-8648 八王子市宇津木町 231)

⁴ 正会員 中日本高速道路(株) 八王子支社 交通管制課 (〒192-8648 八王子市宇津木町 231)

⁵ 非会員 中日本ハイウェイエンジニアリング東京(株) 土木技術部 交通技術課 (〒160-0023 新宿区西新宿 1-23-7)

⁶ 非会員 中日本ハイウェイエンジニアリング東京(株) 土木技術部 交通技術課 (〒160-0023 新宿区西新宿 1-23-7)

中日本高速道路株式会社では、交通影響を抑えた工事規制実施のため、交通量の多い区間等においては車線シフト工事（狭小幅員運用での切り直しにより通常時の車線数を維持したまま行う工事）を実施している。本研究では、車両感知器データ及びプローブデータを基に、車線シフト工事に伴う狭小幅員運用時の走行速度や渋滞発生状況の変化について分析した。

狭小幅員区間では渋滞発生時交通量が約 4%減少したが、渋滞発生後捌け交通量は通常時とほぼ同水準であった。また、渋滞発生時交通量の低下率は、車線幅員及び側方余裕幅と可能交通容量の関係式における理論値とほぼ同程度であったが、渋滞発生後捌け交通量は同式による低下率とは異なる傾向を示していた。

Key Words: traffic state, construction congestion, traffic capacity, lane and shoulder widths

1. はじめに

我が国の高速道路は、供用開始から 50 年以上が経過する区間が増えてきており、さらには大型車交通量、車両総重量、凍結防止剤散布量の増加といった厳しい使用環境の影響等により老朽化が進展している。今後も高速道路が我が国の経済や暮らしを支える大動脈としての役割を果たしていくためには、老朽化に対応した迅速かつ計画的な更新・修繕が求められる。こうした中、中日本高速道路株式会社においても、高速道路リニューアルプロジェクト（大規模更新・修繕事業）に鋭意取り組んでいる。大規模工事実施にあたっては、片方向通行規制や対面通行規制といった車線規制工事に加え、近年、工事規制による交通への影響を最小限とするために、交通量の多い区間において、車線数を減らさず通常時の車線数を確保しながら工事を行う車線シフト工事（狭小幅員）の実施が進められている。この工事手法は中央分離帯部分や左側路肩部分を車両走行可能な状態に準備施工した上で、通常時の車線数を確保した状態で車線を切り直しな

がら工事を実施する方法であり、車道部幅員は狭小となるが車線数は通常時と変わらないため、工事時の交通影響軽減が期待される。しかし、現状では工事実績が少なく、幅員減少等による影響（容量低下状況、事故状況等）についての知見は少ない。

工事規制による交通への影響最小化を踏まえると、車線シフト（狭小幅員）による工事は、今後も増加すると考えられる。このため、車線シフト（狭小幅員）工事時の交通状況を把握・蓄積した上で、それら分析結果をもとに事前の交通影響予測を精度良く実施し、今後の最適な工事規制計画や戦略的な広報計画の立案等に反映していくことが重要と考える。

2. 既往文献と本研究の位置づけ

工事規制時の交通状況に関する知見は、近年徐々に蓄積が進んでおり、一例として、都市間高速道路における研究では、高橋ら¹⁾や山本ら²⁾により工事規制時の交通容量に関する知見（渋滞先頭地点、天候等の諸条件と交

通流率の関係性等)が報告されている。また、都市内高速道路では、菅野ら³⁾、古賀ら⁴⁾、山下ら⁵⁾により、昼夜連続工事規制時の交通状況(渋滞状況, ボトルネック位置, 交通容量等)が報告されている。

しかし、これらの工事規制時における渋滞現象等の知見は、通常車線規制や対面通行規制における分析結果であり、現状では車線シフト(狭小幅員)による工事実績自体が少ないため、幅員減少による影響(容量低下状況, 事故状況等)についての知見は非常に少ない。

また、我が国における交通容量の体系的な技術指針としては 1984 年の『道路の交通容量』(社団法人日本道路協会)⁶⁾が挙げられ、この中では車線幅員や側方余裕による交通容量の補正方法も示されているが、発行から 40 年が経過しており、最新の交通状況を踏まえた知見が少ない。そのため、実務における交通影響予測においては、過去に実施された工事等の実績を用いた検討が主流となっている。

そこで本研究では、2021 年 5 月から実施されている「中央自動車道(上下線)多摩川橋車線シフト工事」による交通影響を検証し、今後の狭小幅員運用時の事前交通影響予測における条件設定等に関する具体的知見を整理する。また、車線幅員、側方余裕幅等と交通容量の関係性についての実態を整理する。

3. 分析対象工事の概要

(1) 車線シフト工事箇所

車線シフト工事が実施されている多摩川橋を含む中央自動車道 国立府中 IC~八王子 IC 間の道路状況を図-1 に示す。当該 IC 区間は片側 2 車線であり、上り線 32,000 台/日、下り線 35,000 台/日の交通量である(2019 年平日平均)。車線シフト区間周辺では、上り線では国立府中 IC 合流部(17kp 付近)、下り線では日野 BS(20kp 付近)が主要なボトルネックであるが、多摩川橋東側(18kp 付近)は R=1,200 のカーブとなっており、下り線では当該箇所が渋滞の起点となることがある。

車線シフト区間は 18.37kp~19.26kp であり、18.60kp~19.03kp が車線幅員 3.25m の狭小幅員で運用される。

(2) 車線シフト工事概要

中央自動車道多摩川橋の車線シフト工事は、表-1 に示す 3 つのステップでの実施が予定され、2021 年 5 月から執筆時点までステップ 1 での車線運用がなされている。

ステップ 1 では中央分離帯部分の施工であり、当該箇所を車両走行が可能な状態へと準備するものである。このステップでは、上下線それぞれの車線を外側にシフトする形で運用される。

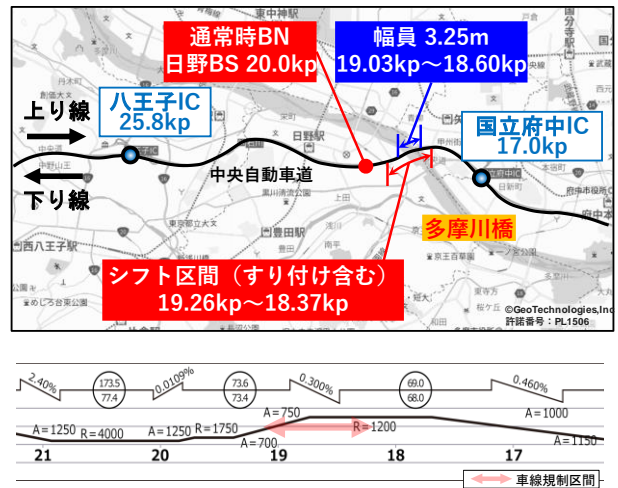


図-1 車線シフト工事実施位置図及び縦断勾配・線形

表-1 施工ステップ

規制形態	
STEP 1	<ul style="list-style-type: none"> 上下車線を路肩側にシフトし、中央分離帯に新たに2車線の走行路を整備
STEP 2	<ul style="list-style-type: none"> 整備した中央分離帯に下り線の車線をシフトし、下り線の床版取替工事を実施
STEP 3	<ul style="list-style-type: none"> 整備した中央分離帯に上り線の車線をシフトし、下り線の床版取替工事を実施

※車線シフト区間は50km/hで運用

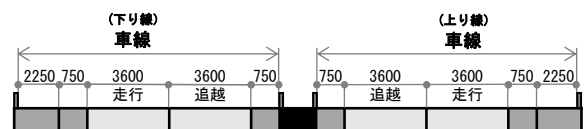


図-2 横断図(通常時)



図-3 横断図(車線シフト工事時:ステップ1)

ステップ2は下り線側の車線部分を施工するものであり、当該期間中は上り線側に車線をシフトする形で運用される。ステップ3では上り線側の施工であり、ステップ2と同様に下り線側へと車線がシフトされる。

本研究では、ステップ1の期間のうち6ヶ月間(2021年6月~2021年11月)の交通状況について分析した。ステップ1では図-2、図-3に示す通り、上下線ともに車線幅員は3.25m、側方余裕幅は両側0.5mで運用されている。

4. 車線シフト工事時の渋滞発生状況

(1) ボトルネック別渋滞発生回数

車線シフト工事対象箇所の前区間には、通常時における複数のボトルネックが存在しており、狭小幅員運用による交通影響を正しく把握するためには、各ボトルネックを起点とした渋滞の発生状況を把握する必要がある。そこで、渋滞データを基に、車線シフト区間である多摩川橋及びその前後に位置する日野BS付近、国立府中IC付近での渋滞発生回数を整理した。

なお、分析対象とした2021年6月~11月の期間において、上り線では車線シフト工事が実施されている多摩川橋付近を起点とした渋滞は発生していなかったため、本稿では下り線におけるボトルネック別渋滞発生回数について確認し、各年の6~11月合計の渋滞発生状況を図-4に示す。

下り線の当該区間周辺では、車線シフト区間下流側に位置する日野BS(20kp付近)を起点とした渋滞の発生頻度が最も高く、2021年は35回の渋滞が発生している。一方で多摩川橋(車線シフト区間)付近では、10月~11月を中心に7回の渋滞が発生していた。

直近年次同月の発生件数と比較すると、2019年と比較して2020年以降は新型コロナウイルス蔓延に伴う自粛行動等の影響により交通需要が減少したため、全体的に渋滞発生件数が減少傾向にあるものの、各年度の渋滞発生件数に占める多摩川橋付近で発生した渋滞の割合は2021年で0.16と直近3年間で最も大きくなっている。

(2) 速度分析

a) 速度プロファイル分析

車線シフト工事区間における走行速度の変化を把握するため、ETC2.0プローブデータを基に、車線シフト区間を含む下り線の17~21kp区間を自由流、渋滞流で走行した車両に区分した速度プロファイル分析を行った。なお、ETC2.0プローブデータでは観測精度異常のデータが含まれることから、表-2に示す条件によりデータクレンジングを実施した上で分析を実施した。また、一般に情報提供される渋滞の定義は40km/h以下とされている

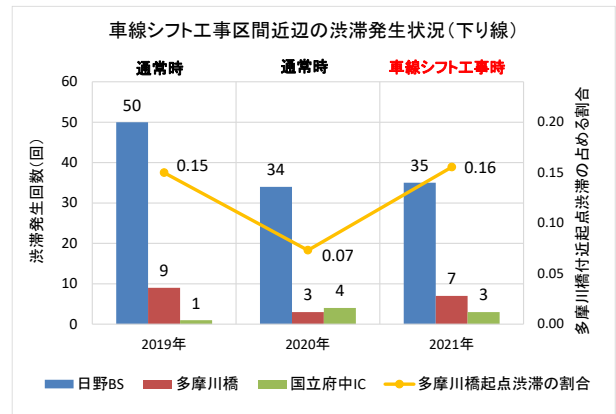


図-4 下り線渋滞発生回数 (2019年~2021年 6月~11月実績)

表-2 ETC2.0プローブデータ抽出条件

抽出条件
・速度が0kmまたは160kmより大きいレコードを除外
・流入ノードからの距離異常を含むデータを除外
・時間差5分以上でトリップ分割し、トリップ毎の17kp~21kpの走行サンプルが10未満のデータを除外

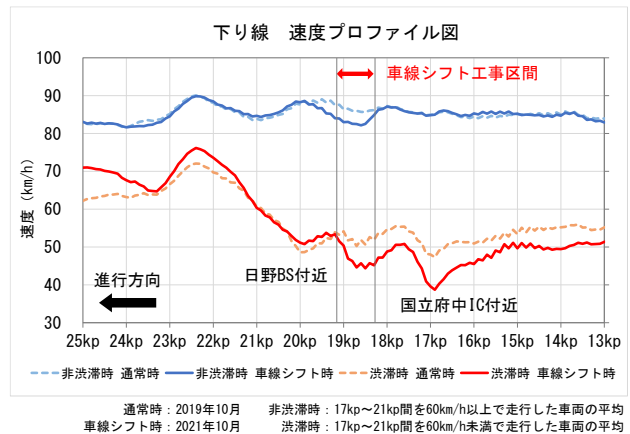


図-5 速度プロファイル (下り線)

が、本研究では当該区間のQV特性を踏まえ、自由流と渋滞流の閾値を60km/hとして分析を実施した。

下り線では、車線シフト区間下流側の日野BS付近を起点とした速度低下も観測されているが、車線シフト区間における速度低下が通常時よりも顕著に観測されている(図-5)。

なお、非渋滞時の走行速度車線シフト工事区間では、当該区間において約5km/h程度の速度低下が見られているが、車線シフト工事区間は制限速度50km/hで運用されており、速度制限の影響も含まれているものと推察される。

b) 速度カウンター図 (下り線)

車線シフト区間周辺を起点とした渋滞が観測されてい

る下り線を対象に、表-2 の条件でデータクレンジング処理をした ETC2.0 プローブデータを用いて速度カウンター図を作成し、渋滞発生状況を確認した。本稿では代表日として2019年10月5日（土）（通常時）と2021年10月9日（土）（車線シフト時）の比較例を示す。

通常時は日野 BS (20kp 付近) が明確な渋滞の起点となっていることが多いのに対し、車線シフト工事時では日野 BS 付近と車線シフト工事区間が渋滞起点である時間帯が混在する日が散見されている。ボトルネック上流側の渋滞状況は概ね通常時と車線シフト時で同様の傾向となっていることから、日野 BS 付近で発生している渋滞が車線シフト区間起点に遷移したものと考えられる。

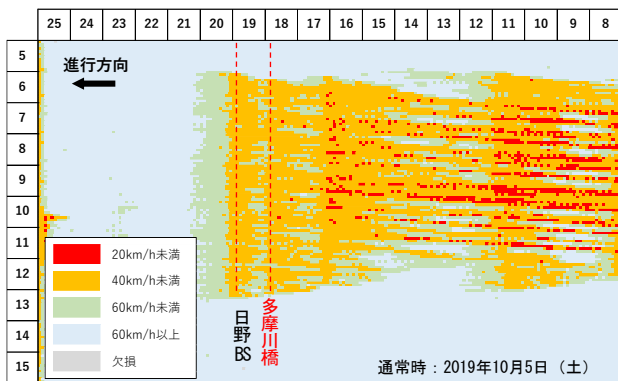


図-6 速度カウンター（下り線：通常時）

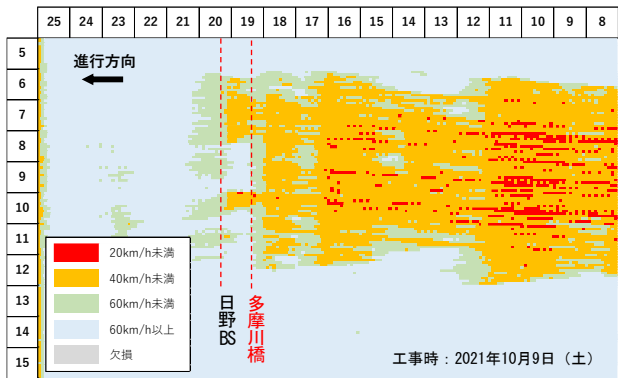


図-7 速度カウンター（下り線：車線シフト時）

様の傾向であった。一方で、渋滞流では、高い交通量レベル (2500~3500pcuh) では概ね通常時と同傾向だが、低い交通量レベル (500~2000pcuh) では通常時と同じ交通量レベルにおいてもやや速度低下している状況が確認された。

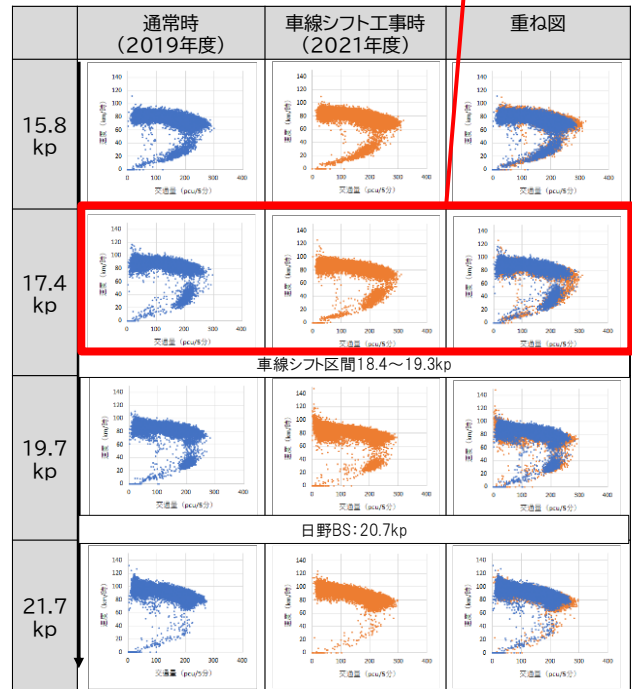
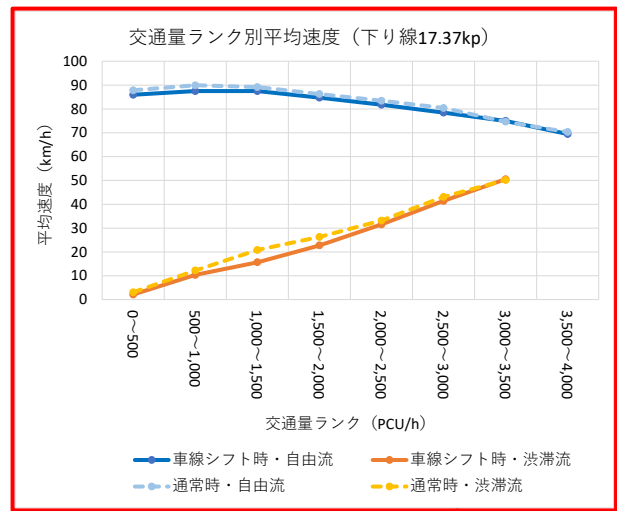


図-8 下り線 QV 特性

5. 交通量と速度の関係性 (QV 特性)

速度分析では、下り線において日野 BS を起点として発生していた渋滞が一部車線シフト区間を起点とした渋滞に変化している状況が確認された。そこで、当該区間の交通特性を把握すべく、車線シフト工事区間周辺の車両感知器データを用いて QV 特性を分析した。

本稿では当該区間上流側直近 (17.37kp) 地点を対象に交通量ランク別の平均速度を整理した結果を図-8 に示す。

自由流においては、高い交通量レベルにおいても車線シフトの影響等による速度低下は見られず、通常時と同

6. 交通容量

日野 BS を起点とした通常時の渋滞が一部多摩川橋付近を起点とした渋滞へと遷移したと想定されたことを踏まえ、狭小幅員運用時の交通容量の変化を把握するため、多摩川橋付近を起点とした通常時の渋滞と車線シフト工事時における当該区間を起点とした渋滞を対象に、渋滞発生時交通量及び渋滞発生後捌け交通量の比較を行った。分析結果を図-9 及び表-3 に示す。

渋滞発生時交通量は通常時 3,247pcu/h に対し、車線シ

フト時は3,120pcu/hであり、約130pcu/hの減少(-4%)となっている。一方で、渋滞発生後捌け交通量は通常時に対する容量低下は見られなかった。

また、通常時ボトルネック（日野 BS）の渋滞発生時交通量は2,942pcu/h、渋滞発生後捌け交通量は2,623pcu/hであり、車線シフト工事時においても、通常時ボトルネックである日野 BSの方が発生時・発生後ともに捌け交通量は小さい傾向である。しかし、車線シフト工事期間中の多摩川橋付近の渋滞発生時交通量は2,984pcu/h～3,363pcu/hとばらつきが大きくなっており、多摩川橋付近が渋滞起点となる確率はやや上昇しているものと推察される。

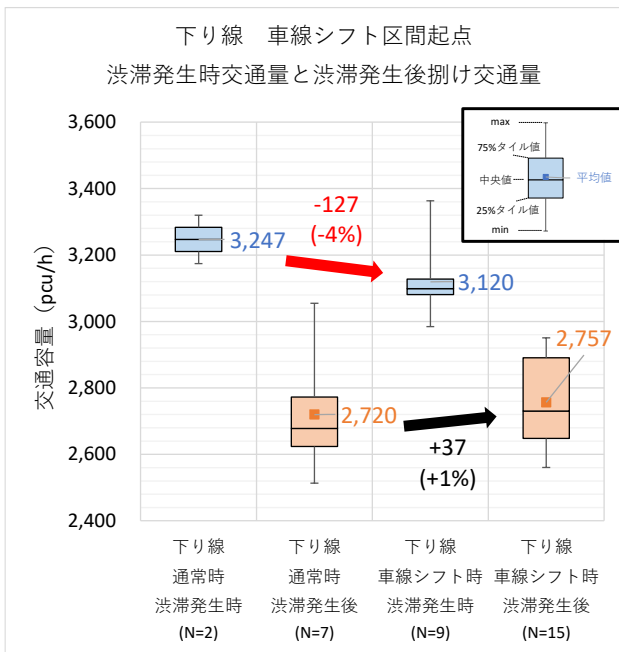


図-9 車線シフト区間を起点とした渋滞の渋滞発生時交通量・渋滞発生後捌け交通量

表-3 下り線シフト区間と日野 BS の交通容量分析結果

			通常時	工事時	変化量	変化率
			(pcu/h)	(pcu/h)	(pcu/h)	(%)
車線シフト 工事区間 (多摩川橋)	渋滞発生時 交通量	最大値	3,320	3,363	44	1.3
		平均値	3,247	3,120	-148	-4.5
		最小値	3,174	2,984	-190	-6.0
		サンプル数	N=2	N=9	-	-
	渋滞発生後 捌け交通量	最大値	3,055	2,951	-104	-3.4
		平均値	2,720	2,757	52	1.9
最小値		2,514	2,560	47	1.9	
	サンプル数	N=7	N=15	-	-	
日野BS	渋滞発生時 交通量	最大値	3,036	3,146	110	3.6
		平均値	2,822	2,942	133	4.8
		最小値	2,584	2,739	155	6.0
		サンプル数	N=12	N=24	-	-
	渋滞発生後 捌け交通量	最大値	2,750	2,932	182	6.6
		平均値	2,516	2,623	134	5.4
最小値		2,379	2,499	120	5.1	
	サンプル数	N=12	N=25	-	-	

7. 単路部における可能交通容量補正式との比較

車線幅員や側方余裕幅による交通容量の補正計算は日本道路協会『道路の交通容量』（1984年）にその算出方法が記載されている（表4）。そこで、図9及び表3で得られた結果と表2の補正率の比較検証を行った。

車線シフト工事時の狭小幅員運用に伴う可能交通容量の補正率は表5に示す通り、5%の減少となっている。これに対し、当該区間における渋滞発生時交通量（可能交通容量）は、先に示した通り、通常時と比較して4%の減少となっており、補正式による低下率と近い値となっていた。一方で、渋滞発生後捌け交通量については明確な補正式が定義されていないものの、可能交通容量の補正式による低下率（-5%）と実績（+1%）で異なる傾向を示していた。

したがって、今回の分析結果のみを踏まえると、渋滞発生時交通量については表4に示す補正式により事前の推定が可能と判断できるが、渋滞発生後捌け交通量については同式の適用を裏付ける結果は得られておらず、今後も知見を蓄積し、その傾向を把握することが重要であると考えられる。

表-4 単路部の交通容量補正率式（車線幅員・側方余裕幅）

車線幅員 による補正 γ_L	$\gamma_L=1.0$ ($W_L \geq 3.25\text{m}$)
	$\gamma_L=0.24W_L+0.27$ ($W_L < 3.25\text{m}$)
γ_C : 車線幅員による補正率 W_L : 車線幅員 (m)	
側方余裕幅 による補正 γ_C	$\gamma_C=1.0$ ($W_C \geq 0.75\text{m}$)
	$\gamma_C=0.187W_C+0.86$ ($W_C < 0.75\text{m}$)
γ_C : 側方余裕幅による補正率 W_C : 側方余裕幅 (m)	

※日本道路協会『道路の交通容量』（1984年6月）抜粋

表-5 算出式に基づく車線シフト工事時の幅員補正率

条件	車線幅員による 補正率: γ_L		側方余裕幅による 補正率: γ_C	
	値	補正率	値 (路肩側・中央側)	補正率
通常時	3.60m	1.00	2.75m・0.75m	1.00
工事時	3.25m	1.00	0.50m・0.50m	0.95

8. まとめ

本稿では、車両感知器データ及びプローブデータを基に、車線シフト工事に伴う狭小幅員運用における走行速度や渋滞発生状況の変化について整理を行った上で交通容量の分析を実施した。

分析の結果、車線シフト工事に伴う狭小幅員運用により渋滞発生時の交通容量が4%減少し、通常時ボトルネックである日野 BSを起点とした渋滞の一部がシフト区間起点に移っている状況が確認された。

また、渋滞発生時交通量の低下率は、車線幅員及び側方余裕幅と可能交通容量の関係式における理論値とほぼ同程度であったが、渋滞発生後捌け交通量は同式による低下率とは異なる傾向を示しており、今後も狭小幅員運用時の交通容量等の実績を蓄積し、車線シフトや幅員縮小等と交通状況の関係性を明らかにすることが望ましいと考えられる。

なお、本研究と並行して、交通事故発生状況や急減速等のヒヤリハット分析も別途実施している。現時点では通常時に対して特徴的な変化が観測されなかったため、その結果を割愛した。今後、車線シフト工事はステップ 2～ステップ 3 へと移行し、車線シフト幅が大きくなることから、引き続きその交通状況を注視していく。

REFERENCES

- 1) 高橋秀喜, Jian Xing, 伊東弘行, 飯田克弘: 東名高速道路集中工事区間のボトルネック交通容量分析, 交通工学研究発表会論文集, Vol.28, pp.97-100, 2008
- 2) 山本隆, 上水一路, 花田大輝, 鶴元史, 中林悠, 下川澄雄: 都市間高速道路における対面通行規制時の交通容量に関する基礎分析, 交通工学研究発表会論文集, Vol.42, pp.427-434, 2022.
- 3) 菅野寛政, 岡田知朗, 深井靖史: 首都高速 4 号新宿線集中工事時の交通容量分析, 交通工学研究発表会論文集, Vol.26, pp.53-56, 2006.
- 4) 古賀浩樹, 菅野寛政, 深井靖史: 首都高速 3 号渋谷線における集中工事時の交通容量分析, 交通工学研究発表会論文集, Vol.27, pp.37-40, 2007.
- 5) 山下賢一郎, 深井靖史, 遠藤学史, 渡辺剛史, 浅野靖: 首都高速道路における工事規制箇所の交通容量影響要因に関する基礎的分析, 土木計画学研究発表会・講演集, Vol.51, 2015.
- 6) 社団法人日本道路協会: 道路の交通容量, 1984.

FUNDAMENTAL ANALYSIS OF TRAFFIC STATE IN NARROW-WIDTH OPERATION ON INTER-URBAN EXPRESSWAY

Naohiro KOSAKA, Kenichi FUKUSHIMA, Tadashi NISHIDA, Shoichi HIRAI, Mitsuaki SAKURAI, and Takashi AOKI