

阪神高速5号湾岸線住吉浜出口 における渋滞対策効果分析

小島 悠紀子¹・兒玉 崇²

¹阪神高速技研株式会社 技術部 技術課 (〒550-0011大阪府大阪市西区阿波座1-3-15)

²阪神高速道路株式会社 計画部 調査課 (〒541-0056大阪市中央区久太郎町4-1-3)

交通集中による渋滞発生原因の一つとして道路交通容量の不足や上り勾配における速度低下等が挙げられる。本論文で着目した阪神高速5号湾岸線住吉浜出口は、阪神高速道路でも渋滞が多発する箇所の一つである。本箇所は、ハーバーハイウェイへの連絡路の1車線運用による交通容量不足と、上り勾配による速度低下とが複合的に影響し、渋滞が発生している。今回、連絡路の上り勾配区間を1車線運用から2車線運用に変更し、上り勾配で速度が出にくい大型車等を後続車両が追い越しする機会を与える対策を実施した。本論文では、2車線運用に伴う渋滞対策効果について、車両検知器データや車種が異なるプローブデータを使って分析した結果を報告する。

キーワード 都市高速道路, 渋滞対策, プローブ調査, 上り勾配, 付加車線

1. はじめに

阪神高速道路では、大阪湾岸道路西伸部や淀川左岸線延伸部等が事業中であり、完成により大阪・神戸都心部に集中している交通が分散され、渋滞緩和が期待される。しかし、完成には時間を要することから、既存の路線を「賢く使う」渋滞対策が求められている。

阪神高速5号湾岸線は大阪湾沿岸の工業を支える上で欠かせない道路であり、阪神間の市街地の交通を沿岸部へシフトさせることで環境改善へも貢献している。本論文で対象とする住吉浜出口は5号湾岸線の端部近くに位置し、また「道路網未整備により接続されていない箇所」として3号神戸線への乗り継ぎ制度が一時的に実施されている出口でもある(図-1)。将来的には大阪湾岸道路西伸部が延伸する計画があるため、ハーバーハイウェイへ繋がる連絡路が1車線で計画運用されていたが、交通量は2車線で運用されている路線末端出口に匹敵し、阪神高速の出口のうち3号神戸線端末の第二神明接続部、11号池田線端末の池田出口に次いで3番目に多い1日約15,400台(2016年度平日)である。更に、上り勾配(最大7.9%)による速度低下が発生し、複合的な影響により渋滞が1日約8時間発生し、近年は交通量増加に伴い渋滞が慢性化していた。

今回、連絡路の上り勾配区間を1車線運用から2車線運用に変更し、上り勾配で速度が出にくい大型車等を後続車両が追い越しする機会を与える対策を実施した。本論

文で、図-2のフローに従い、車両検知器データや対象車種の異なるプローブデータ等を使った渋滞対策の効果検証を行った結果について報告するものである。

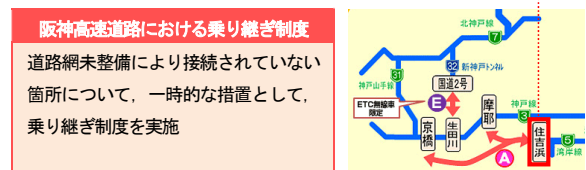


図-1 住吉浜出口の位置および乗り継ぎ制度



図-2 対策効果の検証の流れ

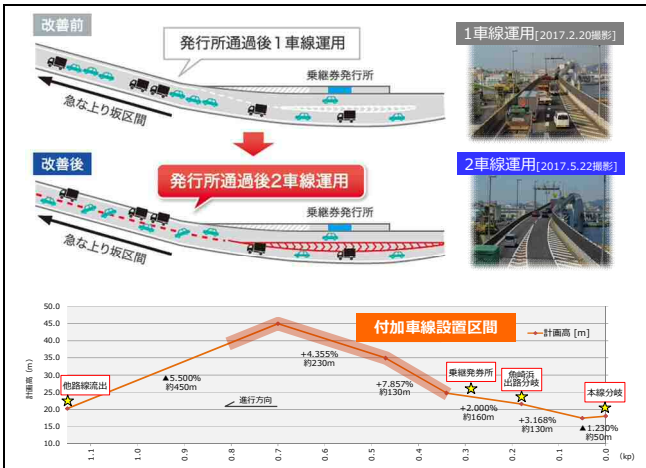


図-3 付加車線設置対策内容

3. 2車線運用対策実施内容

2017年3月、急勾配に変化する地点付近からおおよそ450mに渡り付加車線を設置した(図-3)。これにより交通容量が増大し、上り勾配で速度が出にくい大型車等を後続車両が追い越す機会を与えることになる。対策による効果について、検証した結果を次章以降で紹介する。

4. 2車線運用対策効果の検証

(1) 効果検証に使用するデータ

a) 映像データ

映像データより、付加車線利用率を把握した。

- 【撮影日時】2017年5月22日(月) 8:20~11:20
- 【撮影箇所】乗継券発行所よりハーバーハイウェイ方面
- 【撮影範囲】乗継券発行所より上り勾配区間の終点
- 【判断断面】図-4参照

b) 車両検知器データ

車両検知器データより、交通量、速度、渋滞状況の変化を把握した。

【期間】1車線運用：2016年3月7日～2017年2月28日

2車線運用：2017年3月6日～2018年2月28日

【箇所】住吉浜出口、本線上の住吉浜出口接続車線

- ・大型車交通量の多い区間であるため、交通量は大型車1台分を乗用車2台として換算
- ・交通需要による影響を除くため、平日昼間(7~19時)を分析対象
- ・深江浜・住吉浜間の月別の交通量が前年同月比が5%以上減少した8・10月は交通需要の影響による渋滞減少の恐れがあるため除外(図-5)
- ・神戸線フレッシュアップ工事期間(2016年11月1~9日)除外
- ・交通集中が原因の渋滞発生時と非渋滞時を分析対象(事故、工事等の特異事象発生時は除外)



図-4 映像による走行車線判断断面

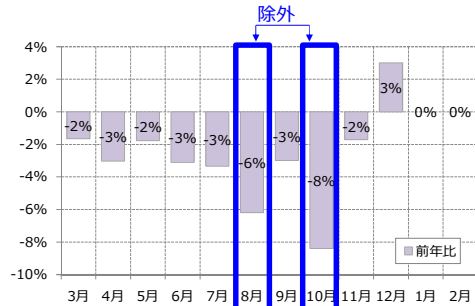


図-5 深江浜・住吉浜間区間交通量(前年同月比)の月推移

表-1 プローブデータの概要一覧

◆データ概要

商用車プローブ(富士通)	
対象車種	富士通製デジタルタグを搭載した車両(主に貨物商用車)
データ取得周期	1秒
データ仕様	トリップ単位・1秒単位の位置データ
特徴	トリップ単位での集計が可能
普通車プローブ(HONDA)	
対象車種	無料データ通信機能付きHONDA純正ナビを搭載した車両(主に自家用車)
データ取得周期	3秒
データ仕様	5m区間単位の速度分布(1km/h毎のデータ件数)
特徴	集計データなのでトリップ単位に分解できない

◆分析対象期間・延長・対象データ

5号湾岸線下り：住吉浜出口付近	
期間	2016年6月、2017年6月
延長	約1.2km
対象データ	・自然渋滞時に当該箇所を通過する車両 ・ハーバーハイウェイ合流部手前において、40km/h以上で走行
参考	・2016年6月の延べ渋滞時間：115.0時間 ・2017年6月の延べ渋滞時間：97.3時間

◆対象データ数

	期間	商用車プローブ	普通車プローブ
		(富士通)	(HONDA)
住吉浜出口付近	2016年6月	352,751 (2,344)	212,259
	2017年6月	328,377 (2,530)	240,191

※()内はトリップ数

c) プローブデータ

プローブデータより、速度分布、速度回復状況等の変化を把握した(表-1)。また、急勾配で懸念された車種による影響を把握するため、商用車プローブ(富士通)と普通車プローブ(HONDA)の2種類のプローブデータの比較を行った。

d) 事故データ

阪神高速交通統計システムの事故データより、事故発生状況を把握した。

【期間】1車線運用：2016年3月7日～2017年2月28日

2車線運用：2017年3月6日～2018年2月28日

【箇所】深江浜入口～住吉浜出口分岐部(19.8~21.7kp)

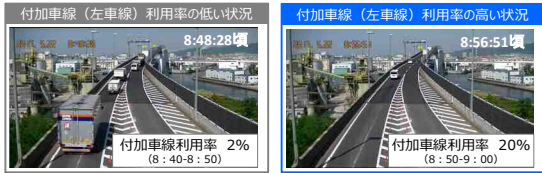


図-6 付加車線の利用状況

(2) 付加車線の利用状況

映像データより、付加車線利用状況を「混雑した状況下」と「比較的自由に走行できる状況下」とで比較した(図-6)。

当初、混雑した状況下において付加車線の利用を予想していたが、実際は車線変更が可能となる地点から車線変更が行われる傾向が比較的大きく、また、下流部での付加車線利用率は低くなる傾向が見られた。混雑により先の区間が詰まっており付加車線を利用しても追い越しが困難であるため、部分的な付加車線の利用を躊躇している可能性がある。

一方、比較的自由に走行できる状況下では、車線変更が混雑した状況下よりも下流部で行われ、付加車線利用率が高くなる傾向が見られた。付加車線を利用して低速車両を追い越しが可能となることが影響していると考えられる。

(3) 対策による交通処理能力の変化

a) 住吉浜出口の交通処理能力の評価

1車線運用と比較して、交通量の増加および速度の上昇し、特に、交通量の大きい分布で増加してが見られた(図-5)。また、同じ速度帯でも交通量が増加し、対策による交通容量の増大が伺える(図-6, 図-7)。

b) 本線上の交通処理能力の評価

本線上でも、1車線運用と比較して、交通量の増加および速度の上昇が見られた(図-8)。出口同様、交通量が増加しており、同じ速度帯でも交通量が増加していた。この傾向は本線も同様であり、住吉浜出口の容量増大の効果が本線まで明らかに及んでいるためと考えられる(図-9, 図-10)。

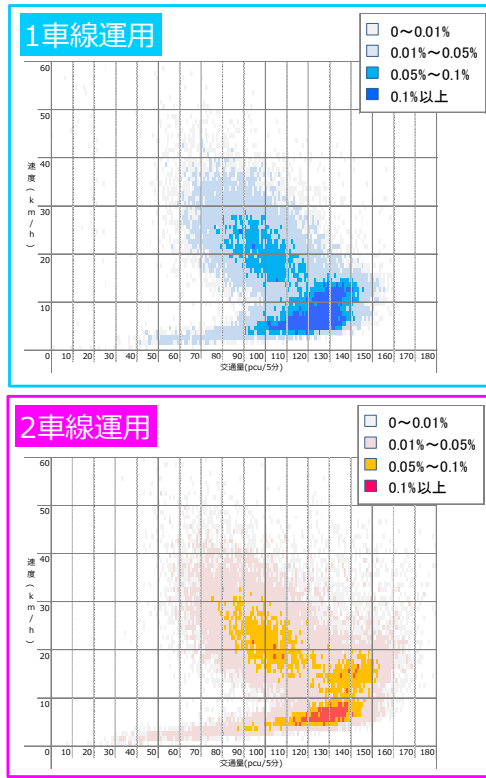


図-6 住吉浜出口の交通量と速度の分布の比率

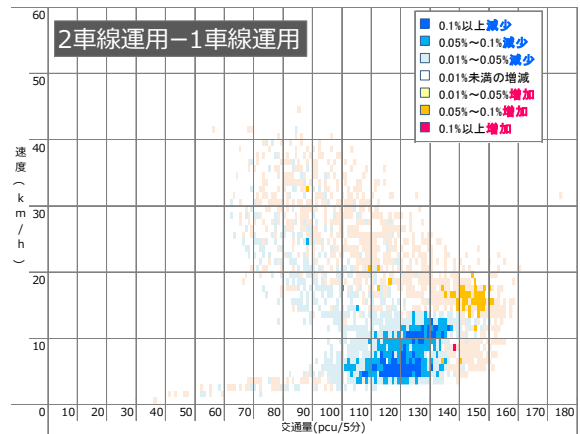


図-7 住吉浜出口の交通量と速度の分布の比率の差分 (2車線運用-1車線運用)

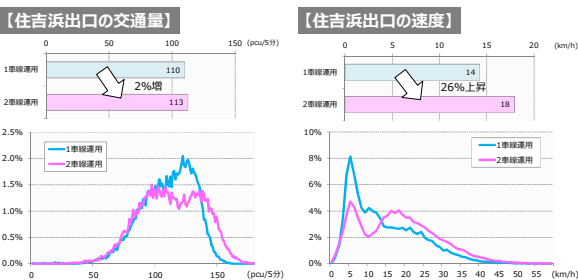


図-5 住吉浜出口の交通量の変化(平均値, 度数分布)(左)
住吉浜出口の速度の変化(平均値, 度数分布)(右)

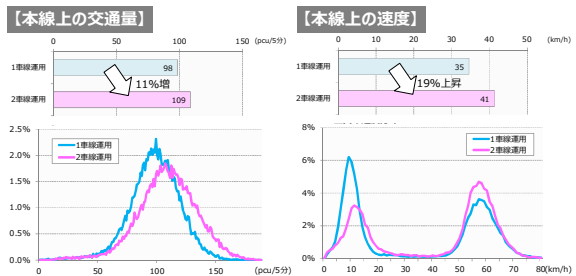


図-8 本線上の交通量の変化(平均値, 度数分布)(左)
本線上の速度の変化(平均値, 度数分布)(右)

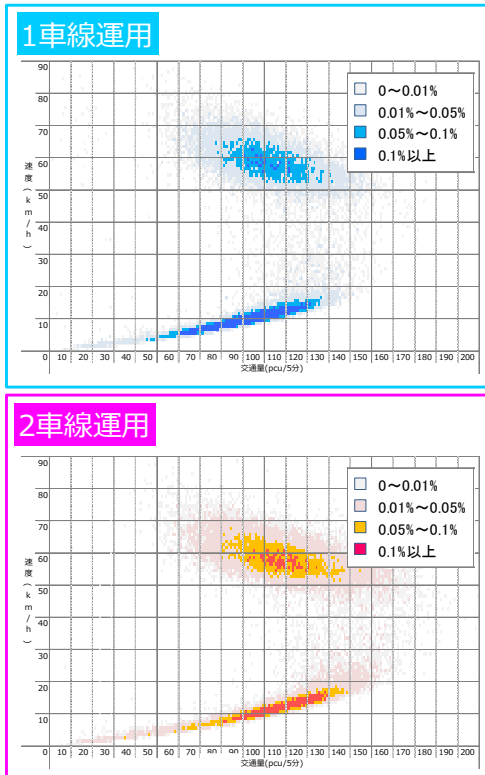


図-9 本線上の交通量と速度の分布の比率

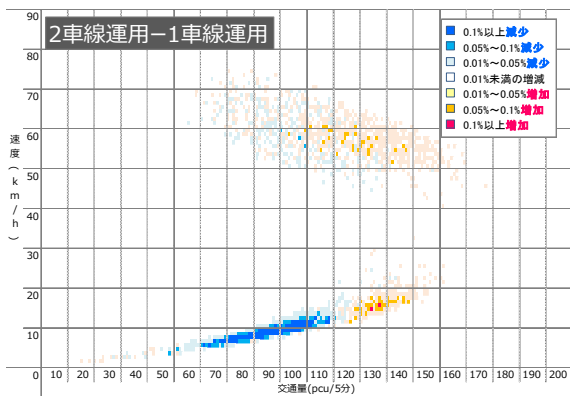


図-10 本線上の交通量と速度の分布の比率の差分
(2車線運用-1車線運用)

(4) 交通処理能力の向上による速度分布の変化

前項で述べたとおり、2車線運用により、交通処理能力が向上し、商用車、普通車ともに、本線部～上り勾配付近(0.0～0.4kp付近)で速度が明らかに上昇した(図-11～図-14)。特に0.4kpでは、平均速度が商用車で6.9km/h、普通車で8.9km/h上昇している。

また、付加車線設置前後の速度分布、平均速度の差異について車種別に比較すると普通車プローブの方が前後の差が大きい(図-15)。商用車に多く見られる大型車と比べ普通車は、車重が軽いため付加車線を利用した追い越しがしやすく、設置前は商用車が普通車の所謂「頭おさえ」をしていたことで速度が低下していた可能性が考えられる。

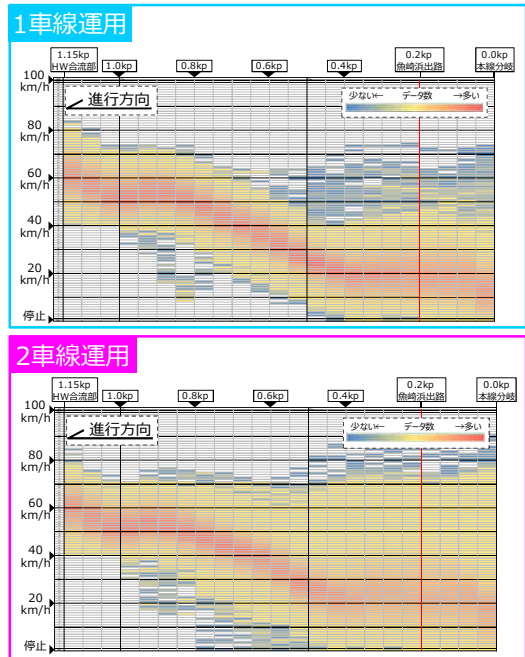


図-11 速度分布の比率 (商用車)

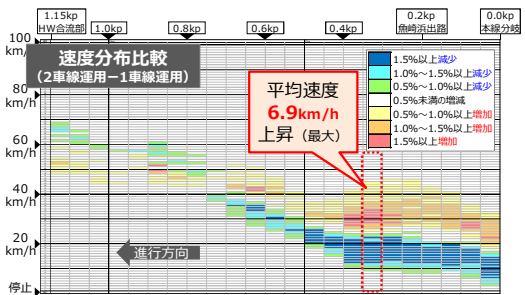


図-12 速度分布の比率の差分 (商用車)

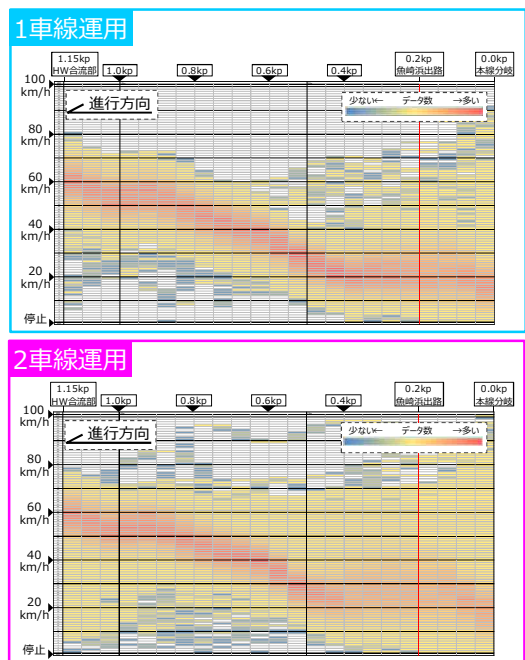


図-13 速度分布の変化 (普通車)

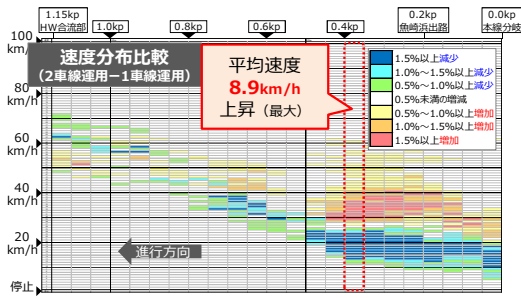


図-14 速度分布の比率の差分(普通車)

過去の分析結果より、神戸線上り方向の深江サグ部の先(20.1kp 付近)に、比較的緩やかな速度回復開始点が集中していることが分かった。このような速度回復は、渋滞領域から比較的自由に走行できる領域への緩やかな加速を行っている状況を現していると考えられる。

以下の基準を満たす速度回復開始点を「緩やかな速度回復開始点」とする。

緩やかな速度回復開始点の定義

傾き(加速終了速度-開始速度)/(加速終了kp-開始kp)が平均値±標準偏差以内(平均値は111.1, 標準偏差は74.5)

1車線運用では、商用車、普通車ともに上り勾配区間(0.40kp~0.70kp)付近に緩やかな速度回復開始点が集中している。

2車線運用では、商用車では本線分岐後~魚崎浜出路分岐(0.00kp~0.20kp付近)の増加、急勾配区間の下流側(0.55kp~0.65kp付近:勾配4.4%)の減少が顕著である。普通車では本線分岐後~魚崎浜出路分岐(0.00kp~0.20kp付近)の増加、急勾配区間(0.35kp~0.45kp付近)の減少が顕著であり、急勾配区間でも商用車と比較してスムーズに加速できていることが考えられる。

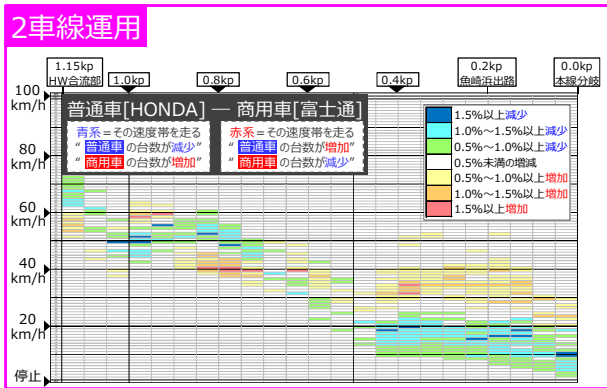
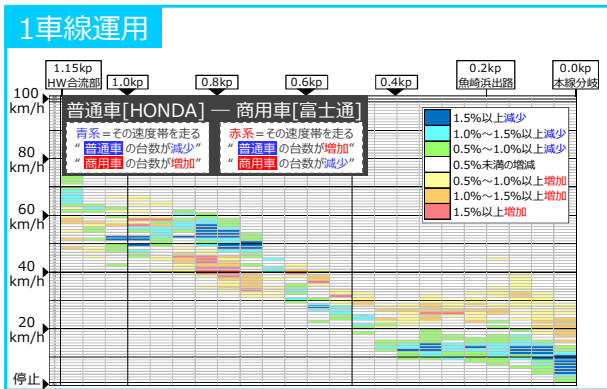


図-15 速度分布の車種による比較(普通車-商用車)

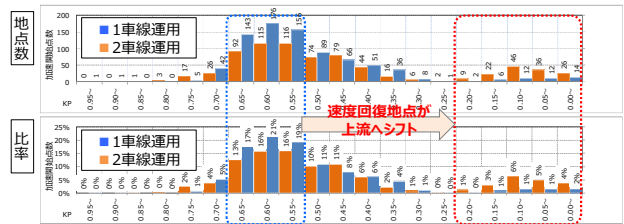


図-16 速度回復開始点の変化(商用車)

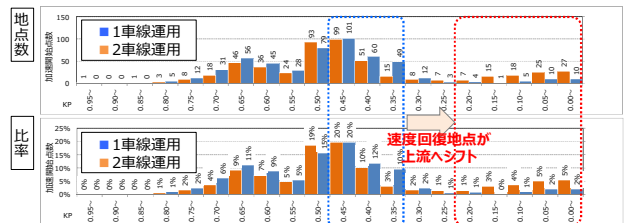


図-17 速度回復開始点の変化(普通車)

(5)処理能力の向上による速度回復開始点の変化

渋滞の先頭箇所の把握においては、速度分布や平均速度等から速度が回復傾向に転じる地点を抽出する等の方法が考えられる。しかしながら、比較的高速で走行する車両と低速で走行する車両が同じデータセットに含まれるような場合、分布や平均化された速度のみでは加減速の状況が混在してしまうために、真の渋滞先頭地点が明確に現れない可能性がある。そのため、より正確に渋滞の先頭位置を把握するため「速度回復開始点」、つまり加速度が負から正に転じる地点(加速開始点)の分布を整理する。

速度回復開始点を集計する際、渋滞・混雑領域から速度が明確に回復している車両を抽出する必要があるため、以下2つの条件に合致するドットを対象に分析を行う。

- ・ 加速開始時の速度が40km/h以下(混雑速度)、加速開始から正の加速度が継続
- ・ 加速が終了するまでの速度差が20km/h以上

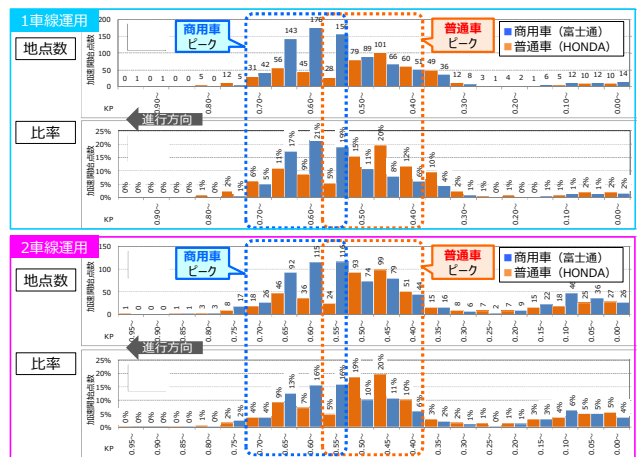


図-18 速度回復開始点の変化(車種による比較)

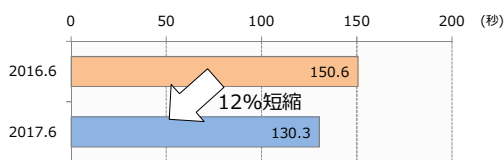


図-19 所要時間平均値の変化

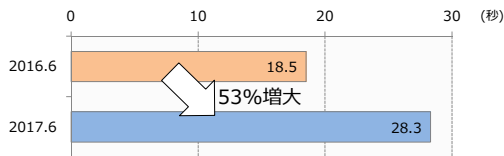


図-20 所要時間の標準偏差の変化

(6)処理能力の向上による所要時間の変化

商用車プローブデータより、本線分岐部からハーバーハイウェイ合流部までの1.2kmの区間の所要時間の変化を把握した(図-19, 図-20)。

所要時間の平均値は約20秒短縮し、また、速度のばらつきも大きくなっている。これは、付加車線を利用した追い越しが可能となった影響と考えられる。

(7)対策による交通事象の評価

a) 渋滞発生状況

1車線運用と比較して、渋滞損失時間は23%減少した(図-21)。地点別の渋滞継続時間を比較すると、1時間未満かつ短距離(0.7km)の渋滞が減少、東神戸大橋東(1.6km)で2時間未満の渋滞が増加、6.5~7時間の渋滞が減少している(図-22)。「小規模の渋滞」や「長時間継続する渋滞」が減少したと考えられる。

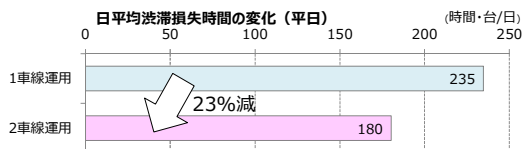


図-21 渋滞損失時間の変化

時間	最大渋滞長(21.6kpからの距離)						
	東神戸大橋西 0.7km	東神戸大橋東 1.6km	深江出口分岐後 2.0km	深江出口分岐前 2.4km	南島出入口合流後 2.9km	南島出入口上流 3.4km	再金原下流 3.9km
0~0.5時間	0%	1%	0%	0%	0%	0%	0%
0.5~1時間	-1%	-1%	0%	0%	0%	0%	0%
1~1.5時間	0%	2%	0%	0%	0%	0%	0%
1.5~2時間	-1%	5%	0%	0%	0%	0%	0%
2~2.5時間	0%	1%	0%	0%	0%	0%	0%
2.5~3時間	0%	2%	0%	0%	1%	0%	0%
3~3.5時間	0%	1%	0%	0%	-1%	0%	0%
3.5~4時間	0%	-1%	0%	0%	0%	0%	0%
4~4.5時間	0%	-1%	0%	0%	0%	0%	0%
4.5~5時間	0%	-1%	-1%	0%	1%	0%	0%
5~5.5時間	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
5.5~6時間	0%	1%	0%	0%	0%	0%	0%
6.5~7時間	0%	-3%	-2%	0%	0%	0%	0%
7~7.5時間	0%	-1%	-1%	0%	0%	0%	0%
7.5~8時間	0%	0%	0%	0%	-1%	0%	0%
8時間以上	0%	-1%	0%	0%	0%	0%	0%



図-22 渋滞継続時間の変化

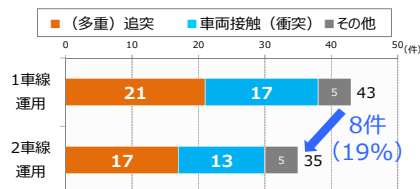


図-23 事故発生状況の変化

b) 事故発生状況

住吉浜出口と接続する本線では、(多重)追突事故は4件(21件→17件)、車両接触(衝突)事故は4件(17件→13件)減少し、合計8件(19%)減少した(図-23)。これは本線まで延伸していた渋滞が減少したことにより、事故も減少し、安全面でもサービス水準が向上したと考えている。

5. まとめ

今回の2車線運用対策により、付加車線を利用した追い越し走行が一定数確認できた。

1車線運用と比較し、交通量の増加および速度の上昇が見られた。特に、交通量の大きい分布が増加しており、同じ速度帯でも交通量が増大し、対策による交通容量の増大が確認できた。

プローブデータによる分析結果からは、本線分岐部〜上り勾配区間端点における走行速度の改善が確認され、所要時間も短縮となった。

2車線運用対策による交通事象の評価についても、渋滞継続時間の短縮により渋滞損失時間の減少も確認した。なお、住吉浜出口と接続する本線では、追突事故、車両接触事故ともに減少を確認でき、安全面でもサービス水準の向上が伺えた。

対策効果を走行速度という観点で整理すると、低速度の車両の走行が別車線を利用することで、全体の走行速度の向上が期待できると考えられる。今回の効果検証においては、多くの車両が右側車線を通行する中、数は少ないが左側車線利用が確認され、渋滞緩和にも寄与したものと考えられる。一方、走行車両の俯瞰からは、部分的な付加車線の利用を多くのドライバーが躊躇している可能性があり、「遅い車は左車線に！」等、付加車線の利用方法を積極的に伝える対策が求められる。

今後対策効果を高めるため、左側車線の適切な利用を促す情報提供等の案内充実や、現在設置している看板(車線減少)の設置位置の再検討など、運用面の改善が必要である。また、対策の実施により渋滞削減および事故件数削減に一定の効果が確認できたことから、住吉浜出口と同様に車線数が少ないなどの理由から混雑している箇所等において、付加車線設置による渋滞対策について検討していきたい。