

暫定2車線区間のボトルネック上流
の付加車線設置による渋滞軽減効果の検討*
Effect on Congestion Mitigation of Additional Lane
upstream of a Bottleneck on Divided Two-lane Sections*

吉川良一**・長浜和実***・寒河江克彦****・吉井稔雄*****・北村隆一*****
By Ryoichi YOSHIKAWA**・Kazumi NAGAHAMA***・Katsuhiko SAGAE****
Toshio YOSHII *****・Ryuichi KITAMURA*****

1. はじめに

高速道路の単路部で縦断線形のサグ部やトンネル入り口付近が、交通容量上のボトルネックとなって交通渋滞が頻発することが、広く知られている¹⁾⁻⁴⁾。このとき、渋滞発生前の近飽和状態における高い交通量レベルでは、走行車線と追越車線との間に速度差が生じ、追越車線に車線利用率が著しく偏る傾向がある。このため、車線利用率の不均等が生じることで、ボトルネックでの交通容量が低くなってしまふ。このような、片側2車線以上の高速道路のボトルネック現象に関する調査・研究は、越ら¹⁾⁻³⁾によって1980年頃より始められ、渋滞発生メカニズムや交通容量について明らかになってきた。しかし、高速道路の暫定2車線(片側1車線)区間のボトルネック現象や交通容量などについては、十分に把握されているとは言えない。昨今の費用対効果を重視する投資傾向から、高速道路の暫定2車線区間が、今後ますます増えていくことが予想されるため、このボトルネック現象の解明とその渋滞対策の検討は、重要な課題である。

片側2車線以上の高速道路の渋滞対策としては、車線利用率の均等化を狙った付加車線の設置方策がある。この方策は、高速道路において一部実施事例があり、交通容量の改善効果も確認されている⁵⁾⁻⁷⁾。

*キーワード: 交通流、交通容量、渋滞対策

**正員、工修、日本道路公団中部支社

(名古屋市中区錦2-18-19、TEL052-222-1181、FAX052-232-3740)

***正員、日本道路公団中部支社(同上)

****正員、日本道路公団中部支社(同上)

*****正員、博(工)、京都大学大学院 工学研究科

(京都市左京区吉田本町、TEL075-753-5135、FAX075-753-5916)

*****正員、Ph.D、京都大学大学院 工学研究科

また、ボトルネック付近での付加車線の設置位置や長さなど、付加車線設置のあり方についての研究もなされている⁸⁾。これらの研究は、すべて4車線以上の高速道路を対象としており、付加車線の設置により車線利用率を均等化させ、渋滞発生を防ぐことを目的としたものである。しかし、高速道路の暫定2車線区間における付加車線設置による渋滞軽減効果については、これまであまり検討されていない。

そこで、本稿では、高速道路の暫定2車線区間におけるボトルネック現象や交通容量を、4車線区間との比較を行うことにより把握し、暫定2車線区間のボトルネック上流に付加車線を設置することによって、下流側ボトルネックにおいて交通容量が増大するメカニズムを考察するとともに、渋滞発生回数が減少した事例を紹介する。

2. 暫定2車線区間と4車線区間のボトルネック交通容量の比較

(1) 暫定2車線区間のボトルネック交通容量

図1に東海北陸自動車道の暫定2車線区間である美濃～白鳥間(上り線)の平面・縦断線形図およびボトルネック箇所を示す。当該区間のボトルネックは、古城山 TN、苅安 TN、亀尾島 TN、平山 TN 付近となっている。

車両感知器データによる各箇所でのQ-V図を図2に、その結果を表1に示す。

このうち、亀尾島 TN 付近の渋滞発生後の捌け交通量が大きく低下している部分は、下流側の苅安 TN 付近を先頭とする渋滞が連続したためと思われる。

したがって、各箇所での渋滞発生時交通量は1,100～1,180台/h、渋滞発生後の捌け交通量は950～1,050台/h程度となっている。

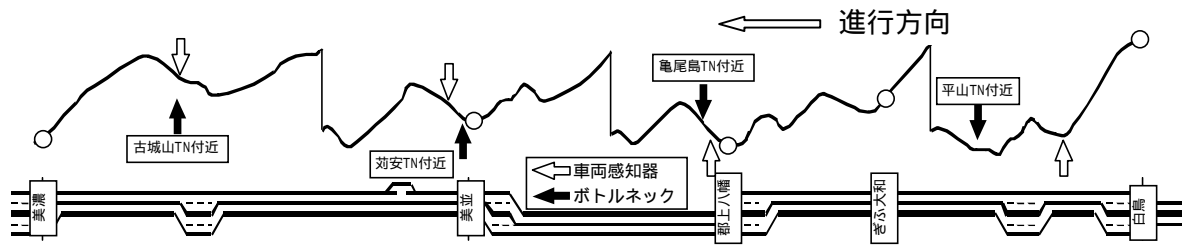


図1 東海北陸自動車道 美濃～白鳥間（上り線）の縦断線形図およびボトルネック箇所

古城山 TN 付近 (37.78kp)
(データ：H16.1～H16.3)

苅安 TN 付近 (48.43kp)
(データ：H15.1～H15.12)

亀尾島 TN 付近 (59.07kp)
(データ：H15.1～H15.12)

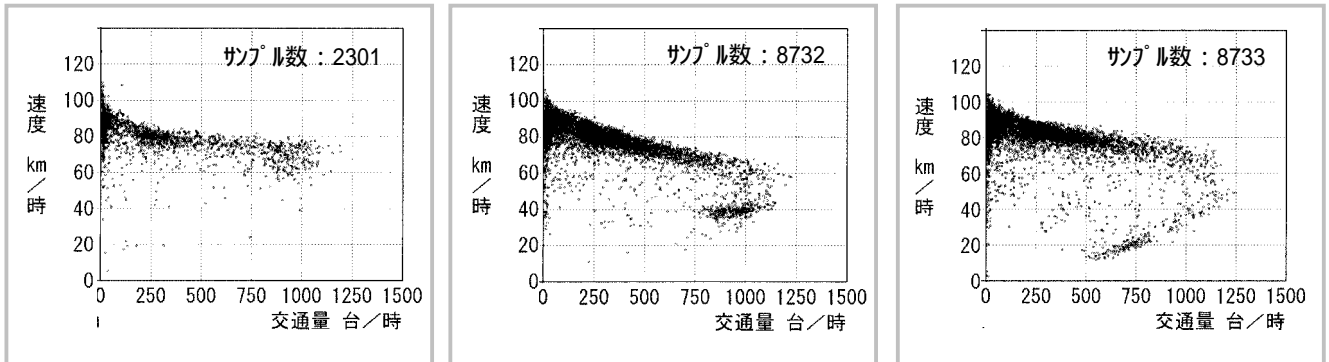


図2 ボトルネック箇所付近の1時間Q-V図

表1 東海北陸自動車道 暫定2車線区間のボトルネック交通容量

IC区間	地点	平面線形 (m)		縦断線形 (%)		交通容量(台/時)	
		左	右	左	右	渋滞発生時	発生後捌け交通量
美濃～美並(上り)	古城山TN付近 (38kp付近)	2000	2000	-0.6	+2.0	1,100	970
	苅安TN付近 (49kp付近)	700	620	-0.5	+2.6	1,100	950
美並～郡上八幡(上り)	亀尾島TN付近 (59kp付近)	700	2000	+0.8	+3.0	1,180	1,050

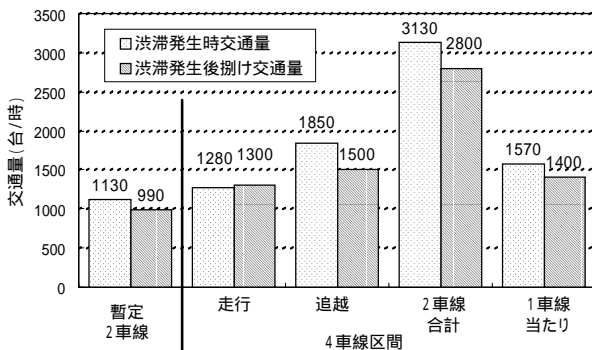


図3 暫定2車線区間と4車線区間のボトルネック交通容量の比較

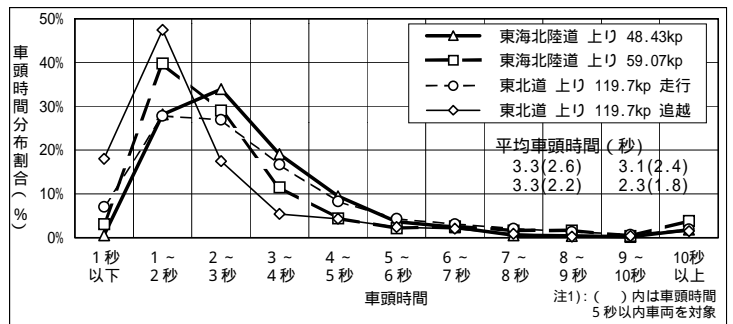


図4 暫定2車線区間と4車線区間における渋滞発生前30分間交通流の車頭時間分布の比較

(2) 暫定2車線区間と4車線区間の交通容量比較

図3に、本検討で求めた暫定2車線区間ボトルネックの平均的な交通容量と通常の4車線区間ボトルネックの平均的な交通容量⁴⁾の比較を示す。

通常の4車線区間の渋滞は、交通量の追越車線への偏り(約6割強)により、追越車線が先に渋滞

し、その後、追越車線の一部の車両が走行車線へ車線変更することで、走行車線もほぼ同時に渋滞に陥ってしまう。また、一旦渋滞が発生すると、渋滞発生後の交通量が捌け交通量で決まり、その値が渋滞発生前の交通量より低下することが知られている。

暫定2車線区間では、渋滞発生時交通量、渋滞発生後の捌け交通量ともに、4車線区間のそれより約3割低いことが分かる。これは、それぞれの道路を走る交通流の車群特性（車頭時間・車頭距離等）の違いによるものと考えられる。

図4は、東海北陸自動車道（上り線）苅安 TN 付近・亀尾島 TN 付近と東北道（上り線）矢板 IC 下流のボトルネックにおける走行・追越車線別の渋滞発生直前30分間交通流の車頭時間分布比較を示すものである。これより、暫定2車線区間における渋滞発生直前の車頭時間分布は、4車線区間の走行車線に似ているが、同追越車線における車群の車頭時間はかなり詰まっており、交通量を増加させていることが分かる。

3. 付加車線設置による渋滞軽減の可能性

本節では、暫定2車線区間におけるボトルネック区間上流に付加車線を設置した場合に、ボトルネックの交通容量に与える影響について考える。

暫定2車線区間では、追越を禁止しているため、ある程度の区間長を走行した場合、低速で走行する車両は、より高速で走行する前方車両に追従することが叶わず、前方との車間距離が大きくなる。一方で、後続の高速車両が当該低速車両に追いついてくるため、当該低速車両を先頭とする車群が形成される。そのため、ボトルネックを通過する際に、低速車両を先頭とする車群中では高い交通流率が達成されるものの、前方車両との間に大きなギャップが生じることになり、ボトルネックを車両が通過しない時間（空白の時間）が生じることになる。2車線区間が長くなればなるほど、このギャップが大きくなるため、交通容量を考える上でのロスが大きくなるものと考えられる。

現在、サービスレベルを確保することを主目的として、適当な間隔で付加車線が設置されている。上記の考えに基づくと、付加車線の設置により、追越ができないために形成された大きな車群中の一部の車両が、低速車両を追越すことで、低速車両の前方に発生する大きなギャップを埋める効果を期待することができる。すなわち、ボトルネックにおける交通容量上のロスを小さくする効果があるため、ボ

トルネックの交通容量を高め、渋滞を軽減することができるものと考えられる。

4. 付加車線設置による渋滞軽減効果の事例

ここでは、暫定2車線区間におけるボトルネックの上流で、付加車線長を長く伸ばしたことにより、下流にあるボトルネックでの渋滞発生を大きく軽減させた事例を紹介する。

図5に東海北陸自動車道（上り線）ぎふ大和～白鳥間におけるボトルネック（平山 TN 付近）と、その上流にある付加車線の設置状況を示す。

当該区間のボトルネックは、付加車線終点から約1.2km下流にある平山 TN 坑口部付近である。供用当初から設置されていた付加車線は延長525mであったが、平成14年11月にそれを上流側に延伸し、1,745mとなった。

付加車線延伸前後の平山 TN 付近を先頭とする渋滞の発生状況を表2に示す。延伸前には、年間の渋滞発生回数は11～14回であったが、延伸後の平成15年は3回と大きく減少している。一方、平成13年～15年における上り線の日交通量（表2）、および付加車線上流側のQ-V図（図6）を見ると、付加車線延伸前後の日交通量・時間交通量はあまり変化していないことが分かる。

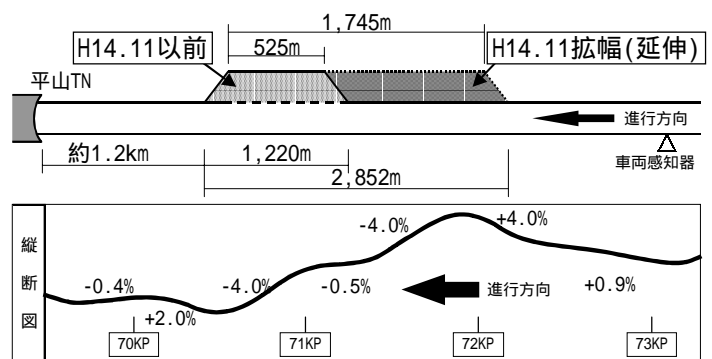


図5 東海北陸自動車道（上り線）ぎふ大和～白鳥間におけるボトルネックと付加車線設置

表2 東海北陸自動車道（上り線）ぎふ大和～白鳥間の渋滞発生状況
ボトルネック：平山 TN 付近

年	交通量 (台/日)	渋滞 回数	渋滞長(km)		渋滞時間(h)	
			延べ	平均	延べ	平均
H13	4,190	11	68.4	6.2	27.5	2.5
H14	4,270	14*	93.2	6.7	29.7	2.1
H15	4,250	3	6.8	2.3	2.9	1.0

*総て付加車線延伸前に発生。

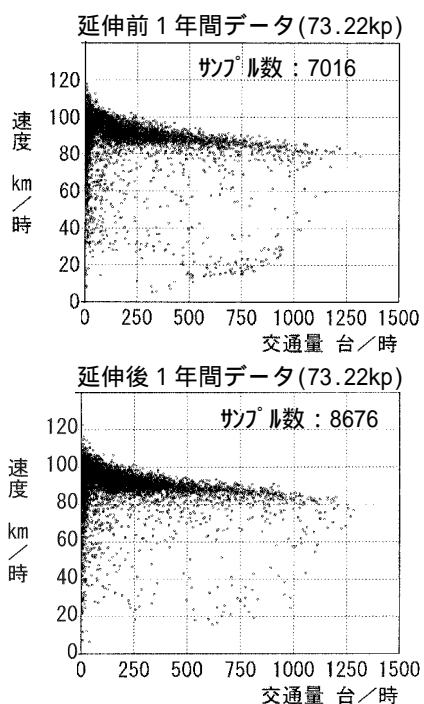


図6 東海北陸自動車道（上り線）ぎふ大和～白鳥間の付加車線延伸前後の1時間Q-V図

このことから、付加車線の延伸前後で需要交通量に大きな変化は見られないが、付加車線の延伸が渋滞を軽減させたことがうかがえる。

すなわち、延伸前の付加車線長（525 m）では、複数の車両が車群先頭の追越に十分な延長がなかったのに対して、1,745 mに延伸したことにより、十分に追越ができるようになったものと考えられる。この結果は、付加車線を延伸することによって、より以上に低速車両の前方ギャップを埋めることが可能となり、ボトルネックにおける交通容量を増加させることが可能であるという前節での考えを支持するものである。

5. おわりに

本検討において、東海北陸自動車道の暫定2車線区間におけるボトルネック交通容量の分析および通常の4車線区間のボトルネック交通容量との比較検討を行い、暫定2車線区間のボトルネックでの渋滞発生時交通量および渋滞発生後の捌け交通量が、4車線区間の1車線当たりのそれより3割程度低くなることが分かった。

暫定2車線区間の渋滞対策としては、全線4車線化することが抜本的な改善策ではあるが、もともと

投資効率が良くないために暫定としていることから考えると、その対策としては、ボトルネックの上流に一定長以上の付加車線を設置することによって、下流側ボトルネックの渋滞を軽減させる方法が、有力な対策の一つであると考えられる。

今後の課題としては、ボトルネック上流側の暫定2車線区間長に着目したうえで、暫定2車線区間と4車線区間の渋滞発生直前の速度、車群特性等をさらに分析していくことが必要である。また、暫定2車線区間のボトルネック上流に付加車線を設置することによる渋滞軽減効果およびそのメカニズムなどについて、付加車線区間内の追越挙動、その上下流での車群構成の変化などを調査・分析し、最適な付加車線長やその渋滞軽減効果を検証していく必要がある。

参考文献

- 1) 越 正毅：高速道路トンネルの交通現象，国際交通安全学会誌，Vol.10 No.1, pp32-38, 1984
- 2) 越 正毅：高速道路のボトルネック容量，土木学会論文集，第371号/IV-5, pp1-7, 1986.7.
- 3) 越 正毅，桑原雅夫，赤羽弘和：高速道路のトンネル，サグにおける渋滞現象に関する研究，土木学会論文集，No.458/4-18, pp65-71, 1993.
- 4) 交通工学研究会：高速道路の交通容量に関する調査検討報告書（日本道路公団委託），1998.2.
- 5) 栗原光二，日置洋平：高速道路ボトルネックの交通容量改善策，土木計画学・論文集 No.12, pp731-738, 1995.8.
- 6) 栗原光二，羽山 章，安積淳一：ボトルネック対策としての付加車線の効用，高速道路と自動車，第42巻第7号，pp29-36, 1999.7.
- 7) 大口 敬，桑原雅夫，赤羽弘和，渡邊 亨：ボトルネック上流における車線利用率の矯正効果と付加車線設置形態，交通工学，Vol.36 No.1, pp59-69, 2001.
- 8) 渡邊 亨，逢坂光博，平井章一：高速道路における渋滞対策としての単路部付加車線のあり方，交通工学，Vol.38 増刊号，pp41-44, 2003.