

ランプメータリングによる渋滞軽減効果の定量的評価*

A Quantitative Evaluation of the Effect of Ramp Metering Control*

佐藤博信**・吉井稔雄***

By Hironobu SATO**・Toshio YOSHII***

1. はじめに

都市間高速道路においては、「渋滞が発生すると交通容量は低下する」ということ¹⁾²⁾が確認されている。もし、何らかの方法でボトルネック部へ到達する車両の台数を制御することができれば、渋滞前のボトルネック容量を確保することができるので、渋滞を軽減することが可能となる。

本研究では、交通量を制御する一つの手法として、ボトルネック上流部に位置するI.C.でのランプメータリング制御を取り上げ、具体的なランプメータリング制御の方法を確立する前段として、その実施効果について、実際の渋滞を取り上げ、定量的な分析を行った。分析の結果、ボトルネックに到達する車両台数に、交通容量と比較して十分に余裕を持たせた制御を行った場合でも、非常に大きな渋滞緩和効果が得られることを確認した。

本稿では、分析対象とした渋滞に関して、その交通状況を紹介した後、実際にランプメータリングを行った場合の渋滞軽減効果について分析した結果を報告する。

2. 渋滞区間の交通状況とその特性

(1) 対象とした道路ネットワークと交通状況

本研究で対象としたボトルネックを含む道路区間は、図1に示す高知自動車道上り南国一大豊間であ

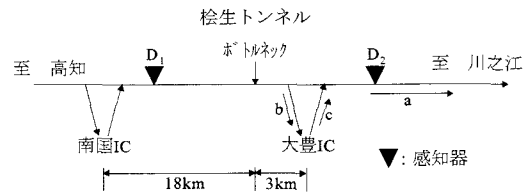


図1：渋滞区間

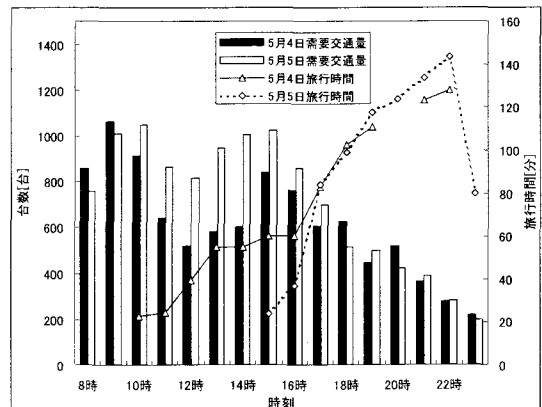


図2：南国-大豊間の需要交通量と旅行時間

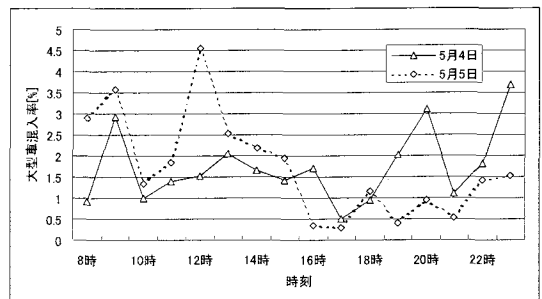


図3：南国-大豊間の大型車混入率

*キーワードズ：交通制御，交通容量，ランプメータリング

**学生員，高知工科大学大学院工学研究科

(高知県香美郡土佐山田町宮の口185，

TEL0887-57-2000， FAX0887-57-2420)

***正員，工博，高知工科大学大学院工学研究科

(高知県香美郡土佐山田町宮の口185，

TEL0887-57-2406， FAX0887-57-2420)

る。検討には、2000年5月4日9:40～23:50（最大渋滞長：13.2km）及び2000年5月5日14:50～5月6日0:25（最大渋滞長：14.5km）の時間帯に発生した渋滞を用いた。5月4日，5日いずれも渋滞の先頭は桧生

トンネルである。

図2に、感知器データより算出した南国－大豊間の需要交通量と、通行券に打刻された時刻より求めた同区間の旅行時間を示す。図より、両日ともに自由流での旅行時間は20分程度であるが、渋滞が発生すると最大120分の遅れが確認された。

(2) ボトルネック容量

5月4日の渋滞開始時刻は9時台であり、その時間帯での需要交通量は1000[台/時]程度である。一方、5日については9時台の需要交通量は1000[台/時]程度あり、大型車混入率は高い値を示しており、しかも10時台は4日より需要交通量が多くなっているにも関わらず渋滞は発生していない。この理由については、ドライバーの運転経験などの属性が4日と5日では大きく異なっているのではないかと推測される。また、全時間帯を通して、大型車混入率は低い値を示していることから、大型車の影響はそれほど大きくないものと考えられるので、以下、実台数ベースで分析を加えることとする。

渋滞継続時間帯のトータルの需要交通量を渋滞継続時間で除することにより、渋滞時のボトルネック交通量の平均を算出し、渋滞時の平均的な交通容量とした。得られた結果を表1に示す。同ボトルネックでは、渋滞が発生すると、交通容量は渋滞発生前の6割程度まで低下するということが確認された。この結果に基づき、以下の分析では、渋滞時のボトルネック容量として600[台/時]を採用する。

表 1: 渋滞時におけるボトルネック交通量

	5月4日	5月5日
渋滞継続時間 (時)	15.0	10.0
交通容量 (台/時)	598.5	588.7

3. ランプメータリングによる影響評価

(1) 分析方法

分析は、ボトルネックに point queueを想定することによって行う。図4に、5月4日の需要交通量とボトルネック交通量の累積図を示す。累積ボトルネック交通量は図1の3地点(a, b, c)の交通量より推定し(ボトルネック交通量=a+b-c)、累積需要交通量は図1中D₁の感知器データより作成した。なお、南国

－大豊間の旅行時間は通常20分程度であり、両累積交通量にはこの時間差が存在するが、結果に大きな影響を与えないものと判断し、無視することとした。

表 2: 渋滞時の交通状況

	5月4日	5月5日
影響を受けた台数 (台)	8977	5887
交通容量 (台/時)	598.5	588.7
最大待ち台数 (台)	1100	997
最大待ち時間 (分)	106.8	104.3
平均待ち時間 (分)	61.5	56.0
渋滞継続時間 (時)	15.0	10.0
総待ち時間 (台・時)	9201.4	5498.5

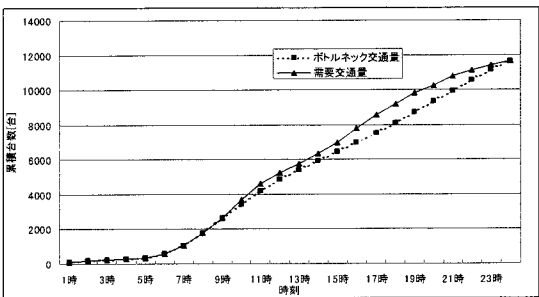


図 4: 5月4日の累積交通量

この分析より得られた当日の渋滞状況を表2に示す。

(2) 分析結果

渋滞開始前のボトルネック容量は 1000[台/時] であるので、渋滞を発生させないためにはボトルネックに到達する交通量を1000[台/時]以下に抑えればよい。しかしながら、1000[台/時]の交通量では渋滞が発生する可能性があるため、渋滞を発生させないようにするためには、多少余裕を持たせた制御をすることが望ましい。そこで、制御レベルとして1000, 950, 900[台/時]の3段階を用意し、各制御レベルにおいて発生する待ち時間と待ち台数を算出した結果を表3及び図5に示す。なお、制御を実施した場合には、ボトルネックにおいて渋滞は発生しないものとする。ただし、メータリングを実施するI.C.において渋滞が発生するので、メータリング実施した場合の、待ち時間と待ち台数は、I.C.において発生しているものである。

結果より、余裕を持たせて制御している 900[台/時]の場合でも、現況の制御なしの場合と比較して、両日とも、最大待ち台数及び総待ち時間ともに大幅

に減少することが確認された。また、制御レベルを大きくするほど、待ち時間が小さくなるということも確認できる。当然のことであるが、出来る限り実

表 3：ランプメータリングを実施した場合の交通状況

制御レベル		5月4日	5月5日
900台/時	影響を受けた台数(台)	2617	8785
	最大待ち台数(台)	174	409
	最大待ち時間(分)	27.3	16.2
	平均待ち時間(分)	7.7	14.6
	渋滞継続時間(時)	3.0	10.0
	総待ち時間(台・時)	337.2	2134.8
950台/時	影響を受けた台数(台)	2617	7321
	最大待ち台数(台)	113	156
	最大待ち時間(分)	7.1	10.4
	平均待ち時間(分)	4.3	4.1
	渋滞継続時間(時)	3.0	8.0
	総待ち時間(台・時)	187.1	499.0
1000台/時	影響を受けた台数(台)	1974	5806
	最大待ち台数(台)	63	56
	最大待ち時間(分)	3.9	3.7
	平均待ち時間(分)	1.9	1.0
	渋滞継続時間(時)	2.0	6.0
	総待ち時間(台・時)	63.0	92.9

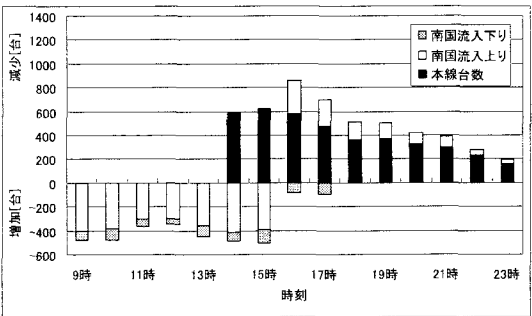


図 7：制御レベルを900台/時にした場合に
渋滞時間の増減する車両台数（5月5日）

際のボトルネック容量に近い交通量で制御すれば、より高い効果が得られるということを示している。しかしながら、制御する交通量レベルを高くすればするほど渋滞発生危険性が高くなるので、場合によっては、渋滞発生の可能性があっても、制御する交通量のレベルを大きくした方が得策であるものと考えられる。このことから、渋滞が発生する可能性を考慮しながら、適当な交通量レベルを策定するための考え方を整理する必要がある。

また、制御なしの場合は、最大待ち台数・総待ち時間ともに4日の値が大きいが、制御を加えることにより、その大小関係が逆転していることが読み取れる。5日の午前中は、現実には渋滞が発生していないので、ランプメータリング制御を実施しなくても良いのであるが、1000[台/時]の需要が発生しているため、渋滞が発生していないに関わらず、南国I.C.におけるランプメータリング制御を実施する事になる。このため、制御を実施した場合の待ち時間減少の度合いが5月4日と比較して小さくなり、結果的に遅れ時間の大小関係が逆転することとなった。図6及び図7に、制御レベルを900台にした場合に、制御前と比較して待ち時間が増減する車両の台数を示す。南国I.C.から流入して下り方向へ向かう車両は、本来渋滞の影響を受けることは無かったのに対して、ランプメータリングを実施した場合には、ランプで待たされる車両が発生する。本研究で想定した制御が本線車両を優先した制御であるため、南国I.C.から流入して上り方向へ向かう車両は、待ち時間の増大する時間帯が存在するが、本線を通過する車両は、制御によって、常に本線上ボトルネックの

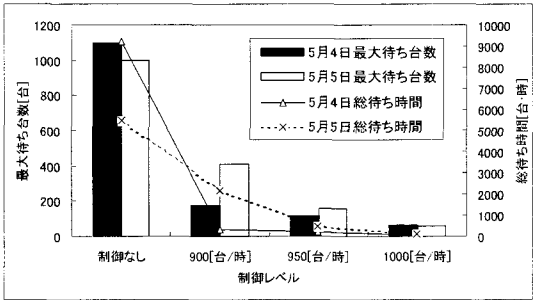


図 5：最大待ち台数と総待ち時間の変化

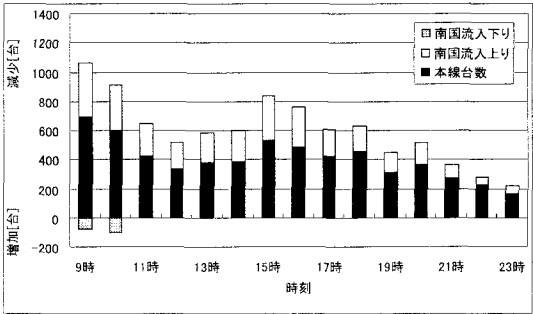


図 6：制御レベルを 900 台/時にした場合に
渋滞時間の増減する車両台数（5月4日）

渋滞が回避されることになるので、待ち時間が減少していることがわかる。特に、5日の午前中は、余計な制御を実施したことにより、待ち時間が増大する車両のみが存在していることを確認できる。ランプメータリング制御の実施に際しては、このような、無駄な制御を極力抑えることが重要である。

5. おわりに

本研究では、ランプメータリング制御を実施した場合の渋滞緩和効果について、定量的な評価を行った。結果として、ランプメータリングによって大きく渋滞を緩和することが出来ることを確認した。多少余裕を持たせて制御を実施した場合でも、大きな渋滞緩和効果が得られる事が確認されたので、一日も早く、ランプメータリング制御を実施していく事が必要であるといえよう。

ただし、実際にメータリング制御を実施するにあたっては、見かけ上は渋滞していないのに、高速道路への流入を制限したり、本線の車線数を絞ったりする事に対して、事前にドライバーの理解を得る事が重要である。また、I.C.におけるメータリング制御実施時には、I.C.における渋滞が一般街路にまで延伸することを回避する事が望ましいと考える。

今後は、

- 1) 上流に位置する検知器データやETCのデータを利用しながら、5分から10分といった単位の将来の交通需要を予測し、予測した交通需要に応じて、渋滞が発生してしまう可能性も考慮に入れて、最も効果的となるランプメータリングを行うための制御方法を確立する
- 2) 確立された方法で制御を実施した場合の影響を評価する

予定である。

最後に、本研究を進めるにあたり、JH高知管理事務所の方には貴重なデータを提供していただくなど、多大な支援を賜りました。ここに厚くお礼申し上げます。

参考文献

- 1) 越正毅：「高速道路のボトルネック容量」，土木学会論文集No. 371，IV-5，pp1-7，1986
- 2) 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，IV-18，pp65-71，1993
- 3) 佐藤博信・吉井稔雄：「ボトルネック容量を確保するためのランプ流入制御」，平成13年度土木学会四国支部技術研究発表会講演集，pp318-319，2001