

高速道路における可能交通容量と渋滞中交通容量との関係の実証的研究*

Relationship Between Capacity and Saturation Flow on Japanese Expressway*

米川英雄**

By Hideo YONEKAWA**

1. 研究の背景と目的

高速道路の渋滞が社会問題となるなかで、渋滞対策としてTDMの重要性が増してきている。TDMにおける1つの手法として、渋滞予測情報の提供がある。渋滞予測計算に際しては、需要交通量と交通容量が必要となり、日本においても独自のHCM(Highway Capacity Manual)を作成することが急務となつてきている。実務上有用なHCMを構築するためには、交通容量の定義を明確化すること、および複数の定義における交通容量相互の関連性を把握することが重要であると考えられる。なぜなら、渋滞予測計算に使用する交通容量は渋滞中の交通容量であり、1985HCMに示される交通容量は可能交通容量であることから、両者は定義そのものが異なり、現時点では両者の関連性が見出されていない。よって、両者の関係を解明することが、実務上有用なHCM構築に資することとなる。

そこで本研究の目的は、可能交通容量と渋滞中交通容量の関係性を分析し、両者に一定の関係が存在するか否かを究明するものである。

2. 分析の前提条件

(1) 交通容量の定義

a) 可能交通容量

Brilon教授は、最新のHCMであるドイツのHBS (Handbuch für die Bemessung von Strassen)を説明した日本講演¹⁾の中で、ドイツでは交通容量が、昼夜、乾燥路面・湿潤路面、都市部・地方部、縦断勾配、大型車混入、規制速度の要因で変化すると述べている。このことを同教授は、図-1に示すQV-Curveにより例示し、アメリカとドイツのQV-Curveにおいて、小

交通量時の速度が大きく異なることは、速度規制の有無の相違によるものであり、MetropolitanとInterstateで小交通量時の速度が異なることは、運転者の運行動態に起因すると考えられると述べている。また同教授は、図-2を例示しながら図-1のQV-Curveが実観測を基礎として作成しており、この手法は1985HCMと同様であると述べている。

日本では、岡村ら²⁾がQV分布を詳細に調べており、QVの分布状況が車線で異なり、上下で非対称であることなどが報告されている。

本研究では、渋滞がなくても(渋滞流側の打点がなくとも)QV-Curveを算定できる手法を採用する。それは、大蔵ら³⁾が用いた方法であり、QVの分布状況を、原点を通過する2次曲線に回帰させるものである。本研究では、この方法で回帰した2次曲線の最大交通量(以降「Qmax」と言う)を分析に使用する。

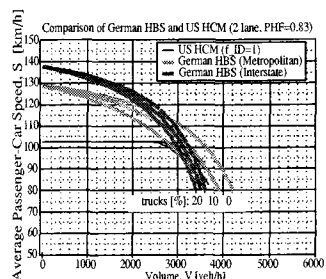


図-1 ドイツにおけるQVカーブの比較¹⁾

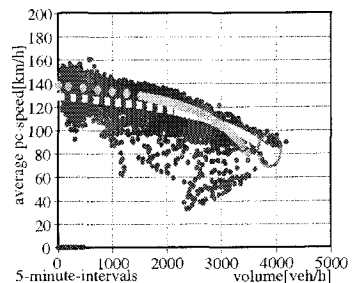


図-2 ドイツにおけるQVカーブの算定例¹⁾

* キーワーズ: 交通流、交通容量、QV相関

** 正会員、博士(工学)、日本道路公団中部支社四日市工事事務所(三重県四日市市伊倉1-2-14、TEL0593-53-9221、FAX0593-53-8445)

表-1 データの諸元

車線	カテゴリー	QVの回帰			渋滞中交通容量の%tile						
		n	相関係数	Qmax	n	25%tile	50%tile	68%tile	75%tile	平均	Qmaxに対応する%tile値
片方向断面	平日昼0-10%	799	0.994	334	201	314	324	332	335	322	72
	平日昼10-20%	7,277	0.993	321	1,382	302	315	323	326	313	63
	平日昼20-30%	7,959	0.993	299	950	283	292	299	301	291	67
	平日昼30-40%	789	0.984	291	43	274	286	292	295	285	63
走行	平日昼0-10%	2,734	0.993	147	808	139	145	149	151	144	56
	平日昼10-20%	10,931	0.993	137	1,457	129	135	139	141	135	58
	平日昼20-30%	2,826	0.991	130	306	124	129	133	134	129	55
追越	平日昼0-10%	583	0.991	190	66	170	175	183	187	175	80
	平日昼10-20%	5,398	0.991	183	1,237	169	176	181	183	175	74
	平日昼20-30%	7,236	0.989	172	815	157	164	169	171	163	78
	平日昼30-40%	3,421	0.988	166	449	152	158	162	163	157	83

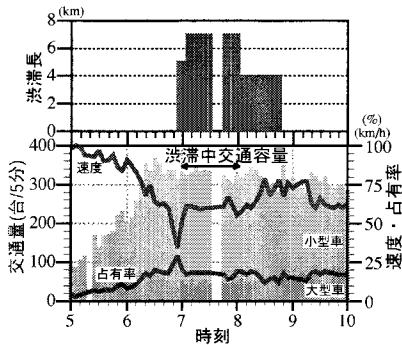


図-3 渋滞中交通容量の設定例

b) 渋滞中交通容量

越ら⁹⁾は渋滞前と渋滞中でそれぞれの交通容量があることを示し、渋滞中の容量はドライバーの渋滞巻き込まれ時間が10分以上で安定することを明らかにしている。道路管理の実務で頻繁に行う渋滞予測計算に際し、用いる交通容量は渋滞中の安定した捌け交通量であるので、この容量は越らが言う渋滞中の交通容量に相当する。なお、本研究においては、便宜上渋滞長が6km以上である時の交通量を、渋滞中交通容量とする。図-3に渋滞中交通容量の設定例を示す。

(2) 分析方法

渋滞中交通容量は、様々な要因の影響を受けて変化することが筆者他の既往研究⁹⁾から明らかである。したがって、Qmaxと渋滞中交通容量の関係分析においても、交通容量影響要因を無視することはできない。そこで、既往研究⁹⁾に準じ、データをカテゴリーに区分し、同一区分内においてQmaxと渋滞中交通容量とを比較することで、これら要因の影響を除外する。既往研究⁹⁾では7つの要因を設定しているが、本研究で

表-2 隘路の地点概要

隘路名称		新幹線交差
隘路の位置	道路	近畿自動車道
	区間	摂津北～摂津南
	方向	上り線(北行き)
渋滞発生状況	位置	6KP
	データ収集期間	1995年1年間
	年間渋滞発生回数	464回
	最大渋滞長の平均	7.1km/回
	平均渋滞時間	2.8hr/回
	渋滞の特徴	平日の午前中
隘路の道路構造	渋滞の原因	サグ
	車両感知器位置	6kp
	設計速度	80km/h
	車線数	2車線
	平面線形	直線
	縦断勾配	-3.3%⇒+4.2%
	縦断勾配長	0.3km⇒0.3km
	左路肩幅員	2.25m
車線幅員	3.5m×2車線	
右路肩幅員	0.5m	
全幅員	9.75m	

は対象とする隘路が1つであることから、地点の相違を表す要因を除いた、平日休日、昼夜、大型車混入率の要因について、そのカテゴリーによりデータを区分する。大型車混入率のカテゴリーは、既往研究⁹⁾と同様に10%毎の階層とする。また、データの区分は車線別に行い、比較も車線毎に行う。表-1にデータを区分するカテゴリーを示す。Qmaxと渋滞中交通容量の比較に際し、Qmaxはカテゴリー内で1つのみであるが、渋滞中交通容量は多数のデータが存在する。そこで、渋滞中交通容量はカテゴリー別に代表値を設定する。それは、平均値と4分位値、および68%tile値である。68%tile値は、Qmaxに相当する値として設定したもの

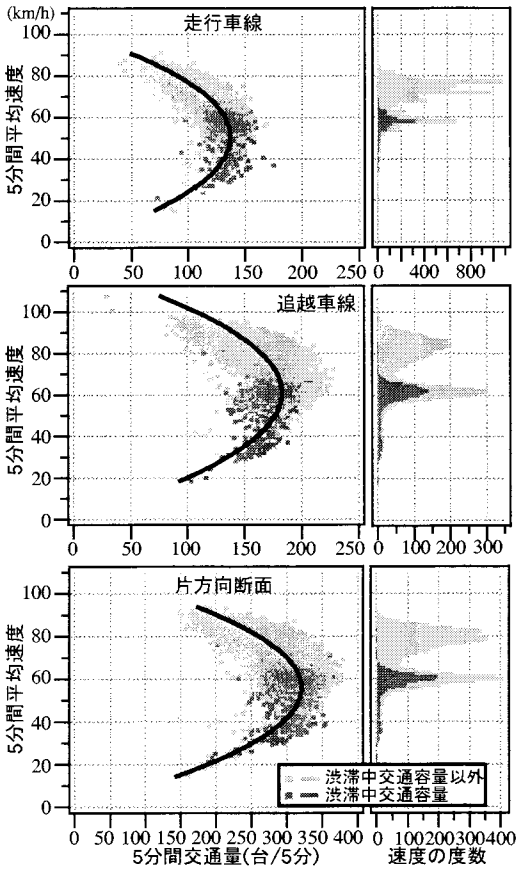


図-4 QV回帰と速度の度数分布 [平日昼 10-20%]

であり、68%を採用した理由は次章の分析で述べる。

(3) 使用するデータ

本研究で使用するデータは、車両感知器により観測された5分間の交通量と平均速度である。既往研究⁹⁾と同様に、通常の走行状態ではないと考えるデータは、あらかじめ除外している。対象とする地点の選定に際しては、隘路におけるQV図を得るため、隘路と車両感知器が近接している必要があり、かつ渋滞中交通容量も多数得られている必要がある。さらに、既往研究⁹⁾で指摘されている道路構造、縦断勾配およびトリップ長の影響を固定すると、複数地点を選択することは困難である。結果として本研究で対象とした隘路は、近畿道の新幹線交差のみであり、この道路構造や渋滞発生状況等の概要を表-2に示す。

近畿道新幹線交差を隘路として発生した渋滞の渋滞中交通容量を影響要因のカテゴリーに区分し、カテゴリー内のデータ数が40以上であったカテゴリーを

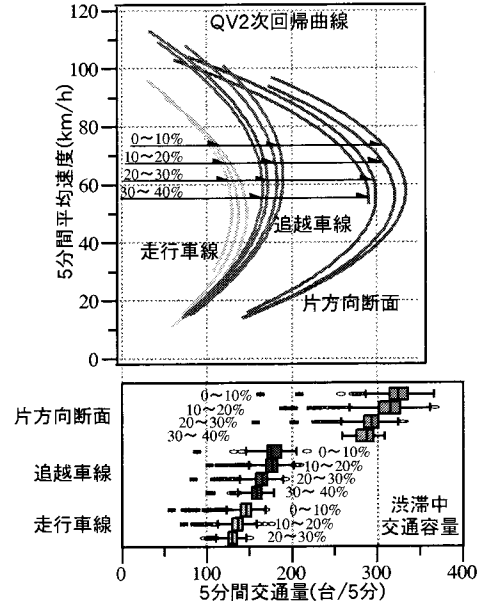


図-5 QV回帰曲線と渋滞中交通容量

分析に使用する。すると、区分は表-1に示す11種類となる。この11のQmaxと渋滞中交通容量との組み合わせにより、両者の関係を分析する。

3. 分析結果

(1) QVの回帰

得られた速度と交通量の5分間データを基に、11の区分毎に2次回帰曲線を求める。図-4は、その事例である。図は、平日昼の大型車混入率階層10-20%における走行車線、追越車線および片方向断面のQV図と速度の度数分布を示している。QV図中の曲線は、回帰曲線である。QV図より、各車線とも分布が右に凸の形状であり、上下が概ね対象であることが分かる。また、速度の度数分布図より、各車線とも渋滞中交通容量時における速度の最頻値は60km/h付近であり、これはQV図上で見ると右に凸の先端付近であることが分かる。以上より、このQV図は隘路における交通状況を表していると考えられる。11の区分におけるデータ数、回帰の相関係数およびQmaxは、表-1に示す通りである。表の相関係数より、全ての区分で係数の値が高く、回帰結果は妥当なものであることが分かる。

(2) 渋滞中交通容量

図-5は、11の区分における回帰曲線と渋滞中交通

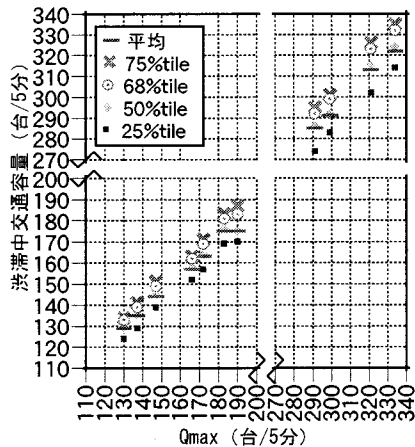


図-6 Qmaxと渋滞中交通容量の関係

容量分布との関係を示したものである。図において、渋滞中交通容量は、その分布状況を箱ひげ図として表している。図中における%を付した数字は、大型車混入率階層を表す。図および表-1より、Qmaxは渋滞中交通容量の4分位範囲内であることが分かる。Qmaxと渋滞中交通容量との適合性を分析するため、Qmaxが渋滞中交通容量の何%tileに相当するかを求める。結果は、表-1の「Qmaxに対する%tile値」に示す通り、55～83%となった。これらの平均である68%tileにおける渋滞中交通容量の値を、11の区分毎に算出した結果が表-1の「68%tile」である。次節ではQmaxと渋滞中交通容量の4分位値、平均値および68%tile値との関係を分析する。

(3) Qmaxと渋滞中交通容量の関係

図-6に、Qmaxと渋滞中交通容量の分布を代表させた4分位値、平均値および68%tile値との関係を示す。図より、各代表値は対角線上に並んでおり、渋滞中交通容量とQmaxとは正の相関関係を持つことが伺える。表-3に、渋滞中交通容量の各代表値とQmaxとの統計値を示す。表より、相関係数は5つの代表値全てにおいて0.999となっており、渋滞中交通容量の各分位値および平均値ともQmaxと強い関係にあることが分かる。また、両者の有意差を検定すると、危険率(両側)5%で有意差無し($t_{10}(0.025)=2.228$ 未満)となり、両者に有意な差があるとは言えない代表値は、68%tile値と75%tile値である。さらに、有意確率より68%tile値は4割以上の確率でQmaxと一致することが分かる。

以上より、Qmaxと渋滞中交通容量とは、高い相関関係

表-3 Qmaxと渋滞中交通容量との統計値

代表値	N	相関係数	Qmaxとの差		t値	有意確率 (両側)
			平均値	標準偏差		
75%tile	11	0.999	1.5	2.9	1.741	0.112
68%tile	11	0.999	-0.8	3.2	0.793	0.446
50%tile	11	0.999	-6.5	4.0	5.307	0.000
25%tile	11	0.999	-14.3	5.0	9.500	0.000
平均	11	0.999	-7.5	4.1	6.042	0.000

係にあり、Qmaxは渋滞中交通容量の概ね68%tile値に相当すると考えることができよう。

4. 結論と考察

本研究では、1つの隘路における11の категорияに区分した実観測データを用いて、Qmaxと渋滞中交通容量の関係を分析した。結果は、QV回帰曲線の最大交通量が渋滞中交通容量と密接な関係にあり、この最大交通量を渋滞中交通容量の分布に適合させると68%tileに相当することが得られた。なお、既往報告⁶⁾では、最大交通量が64%tileに相当するとしているが、これと本結果との差はデータ数による誤差の範囲(1/11=9%)と考える。

本結果により、異なる定義の交通容量(可能交通容量と渋滞中交通容量)が、相互に密接な関係にあることが見出されたと言えよう。

参考文献

- 1) Werner Brilon: 高速道路のHCMに関する技術導入, 日本道路公団関西支社, 2001/2/26.
- 2) 岡村秀樹, 渡辺修治, 泉正之: 車両感知器システムデータから得られた都市間高速道路の交通現象, 交通工学, Vol. 36, NO. 1, pp. 70-79, 2001/1.
- 3) Izumi OKURA, Naresh STHAPIT: Estimation of Effects of Heavy Vehicles on Traffic Flow Considering, 第29回日本都市計画学会学術研究論文集, pp. 127-132, 1994/11.
- 4) 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, pp. 65-71, 1993/1.
- 5) 米川英雄, 森康男, 飯田克弘: 高速道路単路部における交通容量影響要因の基礎的研究, 土木計画学研究・論文集, No. 17, pp. 915-926, 2000/9.
- 6) 米川英雄, 飯田克弘, 森康男: QV回帰曲線最大交通量と渋滞中交通容量の関係に関する実証的研究, 土木学会第56回年次学術講演会, 熊本, 2001/10/2-4.