

# 往復分離 2 車線自専道における交通量 - 速度曲線への影響要因分析<sup>\*1</sup>

A Study on the Various Impacts on Speed-Flow Relationship in Divided TWTL Expressway Sections<sup>\*1</sup>

稲野 晃<sup>\*2</sup>・中村 英樹<sup>\*3</sup>・内海 泰輔<sup>\*4</sup>

By Akira INANO<sup>\*2</sup>, Hideki NAKAMURA<sup>\*3</sup> and Taisuke UTSUMI<sup>\*4</sup>

## 1. はじめに

2003年の道路構造令の改正において、往復分離の2車線横断面が自動車専用道路の構造として追加された。往復分離2車線自専道は多車線横断面に比べ、大幅な建設コスト削減が見込まれるため、将来、十分な需要が見込めない区間においてこのような高規格道路を採用することは、費用対効果の面から合理的であろう。また、先の国幹会議において新直轄方式で建設される往復分離2車線道路に関して、幾何構造の大幅なコスト削減メニューが提案された。しかし、実際に費用を抑え、スペックを下げた道路において、どのような性能を実現できるのかは不明確なままである。道路建設のコストを削減しつつ、各道路の達成すべき性能を確保するためには、カスタムメイドの、いわゆる性能照査型の設計が必要である。

そこで、本稿では、往復分離2車線自専道の性能照査型設計をねらいとして、まず現行の道路規格での運用状態を分析することを目的とする。詳しくは、幾何構造が比較的類似している現在供用中の暫定2車線区間において、性能指標として走行速度を取り上げ、様々な要因が交通量 - 速度曲線に与える影響度について分析を行う。本稿では、平日/休日、降雨量、大型車混入率、付加車線、縦断勾配の5要因について分析を行う。

大型車混入率の影響についての研究は古くから行われており、桑原ら<sup>1)</sup>は速度 - 交通量 - 大型車混入率の関係を表す3次元曲面を表現するパラメータを提案している。また、洪ら<sup>2)</sup>は、AMeDASデータを用いて、降雨時に自由速度が低下することを示している。しかし、これらはいずれも多車線道路を対象としたものであり、往復分離2車線自専道を対象としたものは、吉川ら<sup>3)</sup>による交通容量や付加車線の影響に関する研究、Catbaganら<sup>4)</sup>による追従状態を反映したサービス水準指標に関する研究があるのみである。

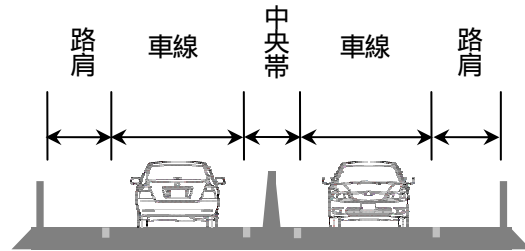


図1 往復分離 2 車線自専道

## 2. 分析データ

旧JHから入手した全国の2002～2004年の3年間の車両感知器のデータを使用する。車両感知器データは、交通量、大型車交通量、地点平均速度が車線別、方向別に5分間単位で記録されたものであるが、不安定な変動の影響を排除するため15分間交通量に集計し直して使用する。その際、15分間平均速度は交通量による加重平均値とする。

車両感知器は、暫定2車線区間の場合、IC間に1基の割合で設置されている。その中から往復4車線への拡幅が行われず、3年間片側1車線であった地点を選定し、7路線36基の車両感知器を分析対象とした(徳島道8地点、松山道4地点、高知道2地点、秋田道2地点、山形道2地点、磐越道12地点、東海北陸道6地点)。分析対象地点の規制速度はいずれも平時70km/hである。降雨時の規制速度については、データが得られないため考慮しないこととする。

降雨量による影響の分析に使用するのは、(財)日本気象協会から入手したAMeDASのデータで、1時間ごとの降雨が1mm単位で記録されており、小数点以下は切り捨てられている。降雨量の観測所は全国に約1300箇所あり、概ね17km間隔で設置されている。車両感知器地点と降雨観測所の緯度経度を用いて、距離が最短となる観測所のデータをその車両感知器地点の降雨量データとする。

## 3. 分析データの処理方法

図2の黒いプロットは、東海北陸自動車道上り63.28kpにおける15分間交通流率と平均速度の関係を一例として示したものである。交通流率が同じでも速度が幅広く分

\*1 キーワーズ: 往復分離 2 車線, 走行速度, 降雨, 大型車混入率

\*2 学生会員, 名古屋大学大学院工学研究科社会基盤専攻

\*3 正会員, 工博, 名古屋大学大学院 助教授

工学研究科社会基盤工学専攻

\*4 正会員, 修(工), 名古屋大学大学院 研究員

工学研究科社会基盤工学専攻

布していることがわかる。これには、低速車両が1台でも存在すると、その後続車両はその速度に拘束されるという往復分離2車線道路特有の特性が表れている。

図2のような交通量 速度(以後、Q-V)特性を性能曲線として一本のQ-V曲線として代表させるために、交通流率レベル別に代表走行速度を求める。その際、交通流率50台/hをひとつのレンジとした。そして、そのレンジ内の速度分布の85パーセンタイル値をその交通流率レベルの代表走行速度とする。

また、代表値を求める際、渋滞、工事、異常データを取り除くため、地点平均速度が50km/h以上のデータを使用すること、代表値の信頼性を確保するため、50台/hのレンジの中にサンプル数が10以上存在することを条件とした。このようにして得られたQ-V曲線の一例が図2の赤いプロットである。

#### 4. 交通要因と気象要因のQ-V曲線への影響

本章では、平日/休日、降雨量、大型車混入率の影響について分析する。3.のような手順で代表させた条件ごとの85パーセンタイルQ-V曲線を使用して、各要因の影響度を、条件が変化したときの速度低下量で示す。ある要因の分析を行う場合、他の要因の影響をできるだけ排除することが望ましいため、表1のように着目する要因以外の要因を固定して分析を行う。例えば、表中の平日/休日による影響分析では、降雨量0~1mm/h、大型車混入率0~10%、4~11月、昼間(7時~19時)という条件によって抽出されたデータを使用して分析をすることを意味している。

##### 4.1 平日/休日による影響

表1のように抽出されたデータを用いて、平日と休日(土日祝、特異日)におけるQ-V曲線の違いを36地点について(平日Q-V曲線)-(休日Q-V曲線)という形で表したものが図3である。交通流率が低いレベルでは平日の走行速度の方が高いが、交通流率が高くなるにつれて、休日の走行速度が平日より高くなっていく傾向がある。しかし、その差は最大で2km/h程度と小さく、中央値もほぼ0であるため、平日と休日のQ-V曲線に有意な差はないといえる。これは、往復分離2車線道路では、各ドライバーが望む速度で必ずしも走行できないため、平日/休日によるトリップ目的構成の違い(業務、観光)がQ-V曲線に影響を与えなかったと考えられる。

##### 4.2 降雨量による影響

降雨量を0~1, 1~3, 3~7, 7~mm/hの4つのレベルに分類して分析を行った36地点における(降雨量0~1mm/hのQ-V曲線)-(各降雨量レベルのQ-V曲線)の中央値を

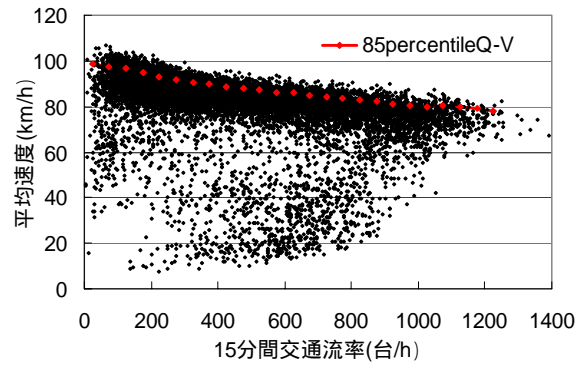


図2 暫定2車線区間のQ-V特性

表1 分析の条件設定

他要因の条件	平/休	降雨	大型車混入率	季節	昼夜
分析項目					
平日/休日		0~1mm/h	0~10%	4~11月	昼間
降雨量	平日		0~10%	4~11月	昼間
大型車混入率	平日	0~1mm/h		4~11月	昼間

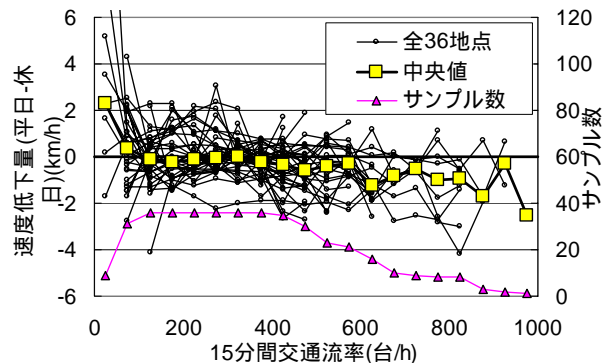


図3 平日と休日のQ-V曲線の比較

とったものが図4の3本の実線である。

これより、降雨量が大きくなるに従って、速度低下量が大きくなっていることがわかる。また、降雨量0~1mm/hと1~3mm/hの速度差が1~3mm/hと3~7mm/h、3~7mm/hと7~mm/hの速度差より大きく、降雨量の大きさより降雨の有無の方がQ-V曲線により大きな影響を与えていることがわかる。

また、交通流率200台/hまでは速度低下量は大きいといえる。これは、降雨時、交通流率の低い状態では、前後に走行車両が少ないため、ドライバーが慎重に走行することを選択しているためだと考えられる。また、交通流率400台/hをこえると速度低下量は増加傾向になる。これは、視界不良や路面状態の影響で、車群中の車両が速度低下をおこし、それが、後続の車群に波及したためであると考えられる。

#### 4.3 大型車混入率による影響

次に大型車混入率を0~10, 10~20, 20~30, 30~%の4つのレベルに分類して分析を行った。4.2と同様に、36地点における(大型車混入率0~10%のQ-V曲線) - (各大型車混入率レベルのQ-V曲線)の中央値をとったものが図5の3本の実線である。

これより、大型車混入率が大きくなるに従って、速度低下量が大きくなっていることがわかる。また、降雨量による影響と異なり、交通流率300台/h以下では大型車混入率レベル間の速度低下量が同程度であった。つまり、大型車混入率がさらに大きくなった場合もQ-V曲線への影響は直線的に増加していくと推測される。

また、交通流率が300台/hまでは横ばいで、300台/hを超えると大型車混入率が20%以上のとき、速度低下量は増大していく。これは、300台/h以下では車群形成が少ない状態であるため、大型車自体の走行速度が、平均速度に影響を与えたためであると考えられる。また、交通流率300台/h以上では、車群が形成されやすいため、降雨による影響と同じく、大型車の走行速度が後続の車群に波及し、平均速度の低下をもたらしたと考えられる。

#### 5. 幾何構造要因のQ-V曲線への影響

ここでは、付加車線、縦断勾配がQ-V曲線に与える影響を分析する。4.で分析した各要因の影響を排除するため、降雨量0~1mm/h, 大型車混入率0~10%, 4~11月, 昼間(7時~19時)の条件で抽出されたデータを使用して行う。4.1において平日と休日のQ-V曲線に明確な違いが認められないという結果が得られたので、本章の分析ではこれらを区別しないこととする。このようなデータを使用して得られた36地点における85パーセンタイルQ-V曲線を比較する。

##### 5.1 付加車線による影響

車両感知器設置地点の上流に付加車線がある場合、それまでに追従状態にあったドライバーは前方の低速車両を追い越し、車群から解放される可能性があるため、Q-V曲線に影響を与えと考えられる。そこで、上流の付加車線終端部からの距離が1.5km以内の「近い」地点と4.0km以上の「遠い」地点の85パーセントタイルQ-V曲線を比較する(図6)。

これより、上流部付加車線から「近い」地点の方が、走行速度が高く、中央値で3~4km/hの差があることがわかる。これは、付加車線によって車群が分散された結果であると考えられる。また、交通流率レベルによって中央値の差がなく、交通流率が低く車群が形成されにくい場合でも、付加車線によって、走行速度が上昇していることがわかる。

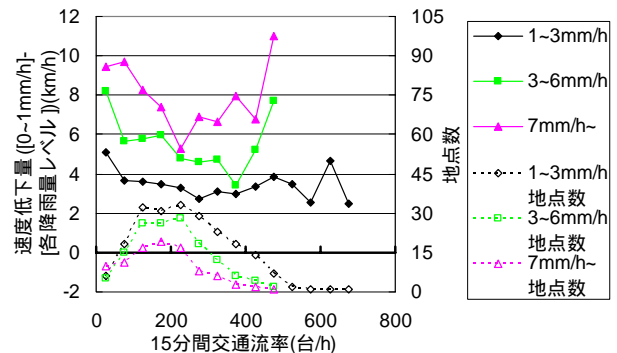


図4 降雨量による速度低下量

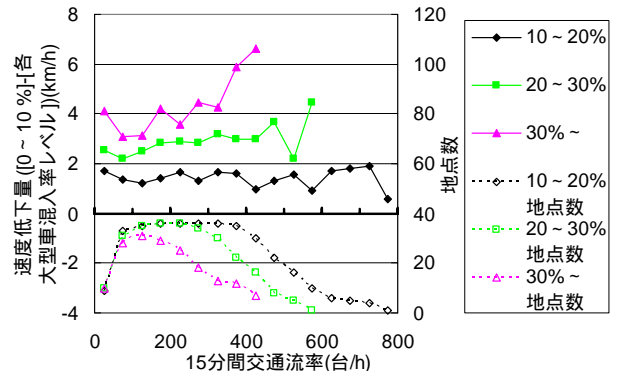


図5 大型車混入率による速度低下量

このように、付加車線がQ-V曲線に影響を与えることは明らかであるが、限定されたサンプル数での比較であるうえ、Q-V曲線に影響を与えと考えられる他の幾何構造要因が十分排除できていないため、その影響の大きさについては参考程度にとどめるべきであろう。

##### 5.2 縦断勾配による影響

車両は、上り勾配において、車両性能やドライバーの上り勾配の認知の遅れによって走行速度が低下し、Q-V曲線に影響を与えと考えられるため、その影響について分析する。本稿では、上り勾配が2%以上のものを上り勾配、-2%~2%のものを平坦と定義し、これらの85パーセンタイルQ-V曲線を比較する(図7)。

これより、平坦な地点のほうが、上り勾配地点より1~3km/h程度走行速度が高いことがわかる。また、交通流率が大きくなるに従って、その影響も大きくなっていくことがわかる。これは、交通流率が大きくなると、低速車両の後続車両が低速走行を強いられるために平均速度が低下したものと考えられる。

しかし、縦断勾配による影響も5.1の付加車線による影響と同様に、結果の値そのものについては注意が必要である。

#### 6. Q-V曲線による性能照査方法の検討

図8は、以上の分析結果をもとに影響度が明らかにな



った降雨量と大型車混入率を考慮し、条件別に往復分離2車線自専道のQ-V性能曲線を設定したものである。実線は実データを直線近似したもので、破線は近似直線から予想されるQ-V曲線である。交通容量は、渋滞流が発生する東海北陸道の車両感知器設置地点のQ-V特性を参考に決定した。東海北陸道の交通容量について分析した吉川ら<sup>3)</sup>も同程度の値を報告している。

このQ-V性能曲線を明らかにすることによって、性能照査型設計が可能になる。例えば、平日の朝夕に800台/hの需要が見込まれ、80km/hの走行速度が要求される場合、大型車混入率が20%以下ならば、往復分離2車線を採用できるが、30%を越える場合は、代替横断面が必要である。降雨が多い地方でも同様である。一方、平日には需要が少ないが、紅葉シーズンの休日に1200台/hの需要があるような場合は、走行速度は低くなるが、降雨を想定外とし、往復分離2車線を採用できるだろう。また、新直轄方式で建設されるような極めて交通量が少なくと予想される道路に関しては、既存の構造ではオーバースペックであるため、勾配、線形、幅員などに特例値を用いて、コストダウンを計ることが可能である。

## 7. おわりに

本稿では、図8のようなQ-V性能曲線を得ることができたが、このQ-V性能曲線の信頼性をより向上するために、次のような課題も明らかになった。

大型車混入率 30% ~、降雨量 7mm/h ~、交通流率 1000台/h ~ のようなときのデータのサンプルが少ないため、より詳しい分析によって、この部分を補完する必要がある。

幾何構造要因(特に、平面・縦断線形)が与える影響については、定点観測である車両感知器データによる分析では限界があるため、走行実験を行い、これを明らかにする必要がある。

暫定2車線区間に存在しないような、より厳しい幾何構造条件の影響については、類似する構造において分析を行い、補完する必要がある。

また、往復分離2車線自専道の性能評価をQ-V曲線のみによって行うことには注意が必要である。それは、往復分離2車線は、付加車線付き区間以外で追い越しが不可能であるため、車群ができやすく、交通流率が同じであっても、追従状況により走行速度が大きく異なるからである。そのため、Catbagan<sup>4)</sup>らが提案しているような、追従状況を考慮した運転の自由度・快適性を評価する指標と走行速度の両指標の対応関係を明らかにする必要がある。

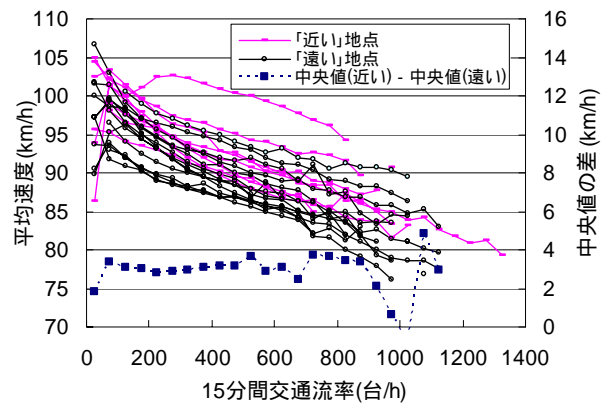


図6 付加車線による影響

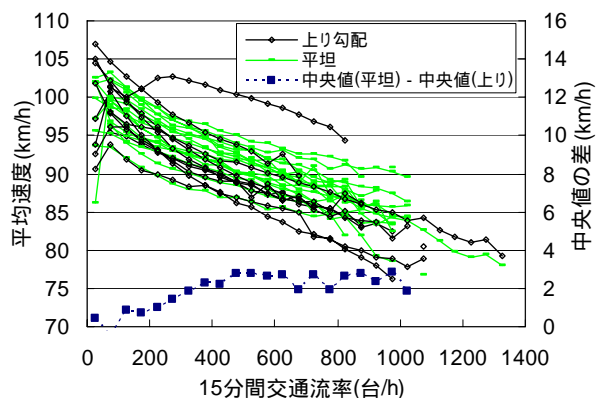


図7 縦断勾配による影響

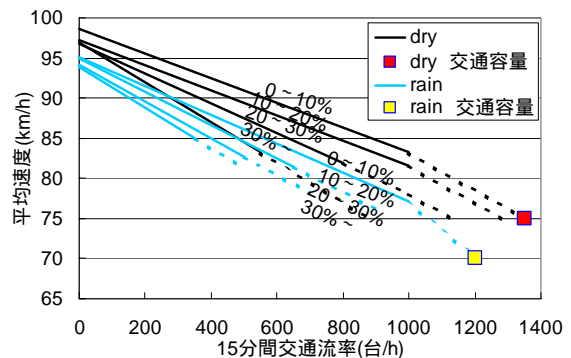


図8 設定した往復分離2車線自専道の性能曲線

## 参考文献

- 1) 桑原雅夫・井料青海：都市間高速道路の自由流における大型車の交通流への影響分析,土木学会論文集, No.448, IV-23, pp.41-48, 1994.4.
- 2) 洪性俊, 大口敬：高速道路における実勢速度の実態分析,土木計画学講演集, vol.31, 2005.
- 3) 吉川良一・長浜和実・寒河江克彦：東海北陸自動車道における暫定2車線区間の交通容量に関する検討,第24回交通工学研究発表会論文報告集, pp.89-92, 2004.10.
- 4) Catbagan, J. and Nakamura, H. : Performance Measure Evaluation for Japan Two-Lane Expressways, 85th TRB Annual Meeting, 10 pages in CD-ROM, 2006.

## 謝辞

本研究を進めるに際して、貴重なデータを提供していただいた、中日本高速道路株式会社中央研究所(旧・JH試験研究所)、ならびに(財)日本気象協会に深謝します。