交通工学論文集，第4巻，第1号(特集号A)，pp.A_55-A_63，2018.2

中間速度を実現するための道路構造条件の分析
Analysis of the Road Structures for Realizing Intermediate Speed

下川 澄雄[1]，小山田 直弥[2]，吉岡 慶祐[3]，森田 綽之[4]
Sumio SHIMOKAWA[1], Naoya KOYAMADA[2], Keisuke YOSHIOKA[3] and Hirohisa MORITA[4]

本研究では，通行機能が期待されるものの，それに見合う速度サービスが実現していない道路構造等の要因について容易に明らかにし対応策を見出す手掛かりとすることを念頭においている．具体的には，50~65km/h の旅行速度を有するとされる中間速度層をカバーする 50km/h 以上のサービスを実現するための道路構造条件等を多車線道路および２車線道路の別に明らかにした．この中では，共通条件分析，付帯条件分析というアプローチを提案するとともに，道路交通センサスデータ等を用い全国の都道府県道以上の道路を対象に分析を行っている．また，ここで得られた値を国道バイパスに適用し，性能照査分析に活用できそうであることを確認した．

In this study, we found the threshold values for the road structure conditions and others of two-lane and multilane road to permit a travel speed of 50 km/h with the goal of identifying the factors of road structures which made it impossible to achieve speed services for roads in which traffic functions and expected corresponding speed service is not achieved, and to develop the countermeasures for that purpose. In this study, we proposed an approach for analyzing the necessary and sufficient road structure conditions and based on the road traffic census data, analyzed the roads in Japan which are of a higher class than prefecture roads. And finally, we can confirm that it is likely that the obtained threshold value is able to be used for the analysis for the performance verification of the National Highway Bypass.

Keywords: 道路計画，道路設計，旅行速度，性能照査
Road Planning, Road Design, Travel Speed, Performance Examination

１．はじめに

これまでのわが国の道路計画・設計は，交通容量の増大といった“量の確保”が優先され，どのような都市・拠点間をどの程度の旅行時間で連絡すべきかといった“質の確保”に関する議論が十分になされてこなかった．このことがバイパスや環状道路などが本来有すべき通行機能を曖昧にし，今日のような速度サービスの低下を招く要因をつくってしまったものと推察される．

このような状況に対し，人口減少と厳しい財政状況が続くなか，周辺都市・拠点が相互に依存・連携することで，限りある資源を共有できる生活圏の再構築が求められている．これを可能とするためには，都市・拠点が依存・連携を可能とする個々の道路について，担うべき役割・機能を再評価したうえで，それぞれのサービス目標を有した道路ネットワークに再編していく必要があるが[1), 2)など]，これに合わせて 50～65km/h 程度の旅行速度を有し通行機能が期待される道路階層（以降，「中間速度層」という）の重要性も指摘されている[3)~7)など]．

これに対して，わが国の道路計画・設計は，種級区分と設計速度により幾何構造が決定される．しかし，これらの検討を通じても，目標とする旅行速度を保障することはできず，道路管理者は所定の速度サービスを実現させようとした場合，どのような道路構造条件を考えたらいいのか，その目安となるものを持ち合わせていない．

そこで，本研究では，道路ネットワークの形成において重要とされる中間速度層に着目し，これを実現するための道路構造条件等を明らかにすることを目的とする．具体的に，本研究では中間速度層をカバーする旅行速度 50km/h 以上の区間を対象とし，それがどのような道路構造条件を有することで実現が可能となるのか，実データを用いて実証的な分析を行う．なお，このことが明らかとなれば，実務において 50km/h 以上の旅行速度を有する通行機能が期待される道路において，それが実現していない原因とそれを実現可能とする諸条件を容易に見出

1　正会員，博士（工学），日本大学理工学部交通システム工学科
〒274-8501 千葉県船橋市習志野台 7-24-1　e-mail: shimokawa.sumio@nihon-u.ac.jp　Phone: 047-469-5503
2　非会員，修士（工学）・TOP，川崎市役所
3　正会員，修士（工学），日本大学理工学部交通システム工学科
4　正会員，工学博士，日本大学理工学部交通システム工学科

す手掛かりとなるとものと期待される.

２．既往研究のレビューと本研究の位置づけ

根城ら[6]や下川ら[7]は，生活圏を構成するような都市間の効率的な移動において，50～65km/h 程度の中間速度を有する道路の存在が重要な意味をもつことを，一般道路と高速道路に中間速度層を加えた 3 つの速度階層が存在する簡易なネットワークモデルによるシミュレーション結果などを通じて説明している．具体的には，わが国の一般道路の旅行速度は非混雑時においても 30～40km/h 台が多くを占めており，これらと高速道路との間を担う中間速度層が希薄であること．これは諸外国の道路交通状況と比較しても明らかなこと．また，シミュレーション結果によれば，中間速度を利用できる都市間は，利用できない都市間と比べて大幅な時間短縮効果が見込まれ，特に生活圏を構成するような都市間において高いメリットが期待されること．さらに，これは高速道路の非利用層ばかりでなく，高速道路の利用層にも一定の時間短縮効果が見込まれることが示されている．なお，これらの中には，指定最高速度を超える区間が存在することも想定される．しかし，交通環境が整い実勢速度とのかい離がみられる区間においては必要な安全対策を講じたうえで指定最高速度の見直しを行い走行円滑性の向上を図ることは上記の点からもその意義は大きい.

一方，このような階層的な道路ネットワークを実現するにあたり，特に通行機能が期待される道路階層にあっては，目標とする旅行速度とそれを実現する道路構造条件等を明らかにしたうえで，既存の道路空間の再編を進めていく必要がある．これに対して，橋本ら[8]は，都市間を連絡する道路を対象に旅行速度に影響を与える道路構造等を数量化I類により分析を行っている．その結果，信号交差点密度が旅行速度と最も関係が深く，これに加えて代表沿道状況や指定最高速度にも一定の関係がみられることを明らかにした．内海ら[9]は，都市・拠点間連絡において一定の旅行速度を確保するために必要な条件を提示することを目的に旅行速度と各種道路構造等との関係について分析を行っている．ここでも，都市・拠点間連絡のための幹線道路を対象に数量化I類による分析を行い，信号交差点密度，出入制限などを旅行速度への影響が大きい要因としてあげている．栗林ら[10]は，旅行速度の変動と道路構造等との関わりに着目し，プローブデータを用いた分析を行っている．この中で旅行速度の変動に影響を与える道路構造等として信号交差点密度をあげている．しかしながら，これらの研究は，旅行速度に関係する道路構造等の導出にとどまっており，所定の旅行速度を実現するために担保しなければならない道路構造条件等を明らかにしたわけではない.

これに対し、野村ら[11]は，地方部の旅行速度が50km/h以上の区間を対象とし，その中で共通的な特徴として得られた道路構造条件等を示している．具体的には，多車線道路では，a.第3種第1級に相当する幅員を有していること，b.信号交差点密度が1.5箇所/km以下，代表信号交差点の青時間比（以降、「青時間比」という）が60%以上であること，としている．しかしながら，この研究では，関東地方およびその周辺の1都9県を対象とした少ないサンプルであること，交通量の少ない区間のみを対象としているため，右折専用車線や中央分離帯などの有無と旅行速度との間に関係性を示せていないことなどを課題としてあげている.

このように既往研究では，所定の旅行速度を実現するための道路構造条件等を明らかにしようとする問題認識は共有されているものの，それらを示すまでには至っていない．これに対して，本研究では，このような既往研究で得られた知見を踏まえ，次章に示す新たなアプローチを提案し，所定の旅行速度が実現する道路構造条件等について実データを用い分析を行うものである.

３．分析方法

3.1　分析にあたっての着眼点と手順

本研究の目的は，中間速度と称される旅行速度50km/h以上の区間を対象として，これを実現する種々の道路構造条件等を実証的に明らかにすることである. そのため，本研究では，幹線道路である全国の都道府県道以上の道路を対象に分析を行うものとし，道路交通状況が網羅的に把握できる平成22年度道路交通センサス（以降，「H22センサス」という）データを用いることとした.

しかし，既往研究をみるまでもなく，ある道路構造等の値と旅行速度との間に一定の関係性を見出せたとしても，これが所定の旅行速度を実現する閾値とはならない. そのため，本研究では，旅行速度が50km/hを実現する区間を抽出し，その中で共通する道路構造等の閾値（道路構造条件等）を明らかにする（共通条件分析）. さらに，同様の道路構造条件等を満たしていながらも旅行速度が50km/hを下回る区間を抽出し，その要因を考察する（付帯条件分析）ことを通じ、必要とする道路構造条件等を再確認する分析方法を考えた.

(1)共通条件分析（Step1）

旅行速度が 50km/h を実現している区間のみに着目し，共通する道路構造条件等を明らかにする．具体的には，旅行速度が 50km/h を実現できている区間を多車線と 2 車線の別に抽出し，旅行速度に影響のあると考えられる個々の道路構造等について，その領域の上限値や下限値などからそれぞれの閾値を設定する．共通条件はこれら閾値の集合となる．具体的に，本研究では，既往研究[8),9)]で示された旅行速度と関係の深いとされる道路構造等に右折専用車線や追越禁止の有無など旅行速度に影響の

あると考えられる項目を追加し，**表 1** に示す 9 項目を分析対象とした．なお，これらの多くは H22 センサスよりデータを取得することが可能であるが，一部項目については地図テータ [12]を用いてデータを取得することとした．

表 1　分析対象項目と取得データ

○：H22 センサス

道路構造等	多車線	2 車線
沿道状況	○	○
出入制限	○	○
信号交差点密度	○	○
代表信号交差点の青時間比	○	―※
幅員構成	○	○
右折専用車線	○	地図
中央分離帯	○	○
交差点密度	○	○
追越禁止	NA	地図

※H22 センサス対象外である 2 車線道路の代表信号交差点青時間比を除く．

(2)付帯条件分析（Step2）

(1)で提示した共通条件を全て満たしながらも旅行速度が 50km/h 未満の区間が存在する可能性がある．そのため，H22 センサスデータの中からこれに該当する区間を抽出し，旅行速度が 50km/h を下回る原因を分析する．この分析を通じて，共通条件に加味すべきものがあれば共通条件分析にフィードバックする．

3.2　データセットの作成

H22 センサス区間から，**図 1** の手順により分析対象区間の抽出を行った．H22 センサスデータには，縦断勾配や曲線半径など線形要素が含まれていない．そこで，本研究では，これらの影響をなるべく排除することを考え沿道状況が山地部の区間を除いた．また，H22 センサスでは同様の道路状況や交通特性をもつ区間を調査区間として設定しているが距離が短い区間も多い．一方で，道路構造令の解説と運用 [13]によれば，道路の存する地域や地形の状況，計画交通量に応じ同一の設計区間を用いるものとし，やむを得ない場合の最小区間長として 2～5km としている．そのため，本研究でもこの程度のまとまりを 1 区間として考えた．ただし，この場合，多車線道路のサンプル数は限られ分析が困難となる．このことから，本研究では信号交差点密度等を評価する基礎単位として，多車線道路は 1km 以上，2 車線道路は 5km 以上の区間を対象とした．さらに，H22 センサスでは，起点から終点を下りとし，終点側の信号交差点はカウントしていない．そのため，本研究では上り方向のみを対象とするとともに，道路構造のもつ潜在的な交通環境を扱う必要から，旅行速度データは非混雑時旅行速度を用いることとした．これによって抽出された区間は，多車線区間が 477 区間，2 車線区間が 165 区間であった．

図 2 は，これら区間の非混雑時交通量と旅行速度との関係を示している．非混雑時交通量は，12 時間交通量からピーク時間帯（4 時間）の交通量を減じた時間あたりの交通量であり，PCE を 2.0 とした乗用車換算台数として表している．これによれば，交通量と旅行速度との間には一定の関係はみられず，この中には交通量が多く旅行速度が高い区間も含まれている．このことは，種々の道路構造条件等が旅行速度に少なからず影響を及ぼしているためと推察される．共通条件分析では，このうち旅行速度 50km/h を実現している 118 区間（多車線：38 区間，2 車線：80 区間）を対象として分析を行う．

山地部を除く一般道路区間のうち，
　a.道路状況調査区間＝旅行速度調査区間かつ
　b.車道幅員 5.5m 以上改良済み区間の抽出

↓

一定の延長を有する区間の抽出
　多車線：1km 以上，2 車線：5km 以上

↓

旅行速度データの精査
　a.旅行速度推定値区間の除去
　b.非混雑時旅行速度＜混雑時旅行速度区間の除去
　c..上り・下り非混雑時旅行速度差が 50%以上区間の除去
　d.H17・H22 混雑時旅行速度差が 50%以上区間の除去

図 1　分析区間データの抽出方法

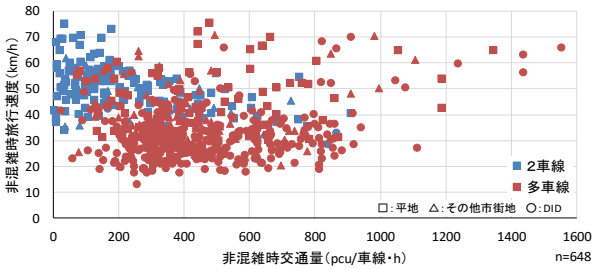

図 2　非混雑時の交通量と旅行速度の関係

4．旅行速度 50km/h 実現区間の共通条件分析

4.1　沿道状況

表 2 は，旅行速度が 50km/h を実現している区間の沿道状況を示している．このうち，多車線道路では DID 区間が 9 区間存在している．この内訳をみると，出入自由の区間が 2 区間（区間延長 9.8km，1.6km）のみであり，残りは完全または部分出入制限の区間であった．この出入自由の区間について地図データ [12]で確認したところ，延長 9.8km の区間は，信号交差点が 1 箇所のみであり，信号交差点密度は 0.1 箇所/km であった．また，延長が 1.6km の区間は，**図 3** に示すように全体の 6 割が地形的制約などにより出入が結果的に制限され，2 本の地先道路（信号のない 1 車線道路）と沿道施設への限られた出入路のみであった．これに対して，その他市街地や平地部をみると，半数は出入自由である．このことから，DID 地区において 50km/h を実現するためには，沿道との一

定程度の出入制限が不可欠である．なお，2 車線道路は今回の対象サンプルには含まれていないが，車線の制約により多車線道と比べて自由度が少ないため，一般には同じ道路構造の場合旅行速度は低くなる．このため，2 車線道路でも 50km/h を実現させようとすれば，同様に出入制限が不可欠となろう．

表２　50km/h 実現区間の沿道状況（区間数）

	DID	その他市街地	平 地	合 計
多車線道路	9(2)	8(4)	21(11)	38(17)
2 車線道路	0	10(9)	70(70)	80(79)

（ ）は出入自由の区間数

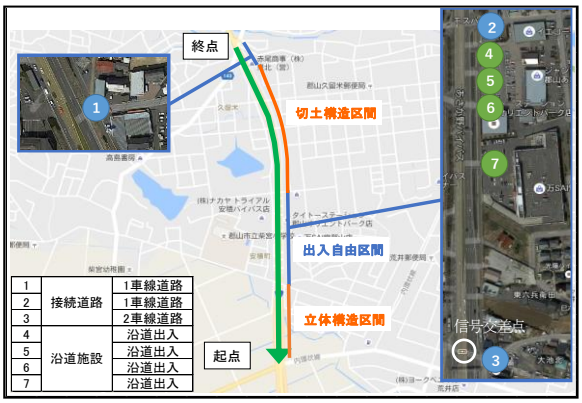

図３　DID 地区のうち出入自由区間の沿道状況

4.2 信号交差点密度と出入制限

多車線道路において旅行速度が50km/hを実現している区間の信号交差点密度と交通量との関係を**図4**に示している．全38区間のうち，信号交差点のない21区間（信号交差点密度が0箇所/km）は交通量に偏りがなく幅広く分布している．これは信号交差点のある区間でも同様であるが，交通量が800pcu/車線・hを超える区間ではその数は僅かである．一方，**図6**の出入制限と交通量との関係をみても，出入自由な区間は800pcu/車線･hを超えてほぼ存在せず，この値が出入制限の閾値として考えられる．

一方，旅行速度は，信号交差点のない区間では概ね60km/h 以上が実現している．これに対して，信号交差点の存在する区間はほとんどが 60km/h を下回る旅行速度であるが，プロットされた信号交差点密度の上限値は交通量が多い区間ほど低い傾向にあり，特異値を除けば上位 3 点付近を通過する直線で表すことができる．本研究では，この線を実務上のわかりやすさから，切片を 2.0 箇所/km，交通量 800pcu/車線・h 時の信号交差点密度として 1.25 箇所/km・h を結ぶ式(1)で表わしこれを閾値とした．なお，ここで特異値を除いたのは，信号交差点密度が高いほど遅れ時間による速度低下を招きやすいためであり，より安定的なサービスの提供を考え安全側の値としたものである．

次に，**図5**は，同様に2車線道路における信号交差点密度と交通量との関係を示している．2車線道路は，多車線道路と異なり旅行速度が60km/hを超える区間は少ない．また，上限値は交通量が多いほど低下する傾向に変わりはないが，信号交差点密度が0.5箇所/kmを超える区間は少ない．一方，交通量をみると350pcu/車線･hを下回る範囲にほとんどが含まれている．このことから，旅行速度が50km/hを実現する区間の交通量と信号交差点密度との関係は，多車線道路と同様に幾つかの特異値はあるものの，上位3点付近を通過する直線で表わされ，切片を0.55箇所/km，交通量350pcu/車線・h時の信号交差点密度として0.5箇所/km･hを結ぶ式(2)を閾値とした．ちなみに，350pcu/車線･hをピーク時間交通量と読み替え，H22センサス一般道路の集計値[14]より大型車混入率を18%，ピーク率を8.5%とし，重方向率を55%とすれば日交通量は約6,400台/日に換算される．これは，第3種平地部の2車線道路における設計基準交通量の7割程度の値である．

$$y=-9.38\times10^{-4}x+2.0 \qquad (0\leqq x\leqq 800) \qquad (1)$$

$$y=-1.43\times10^{-4}x+0.55 \qquad (0\leqq x\leqq 350) \qquad (2)$$

ここで，x：非混雑時交通量（pcu/車線･h）
y：信号交差点密度（箇所/km）

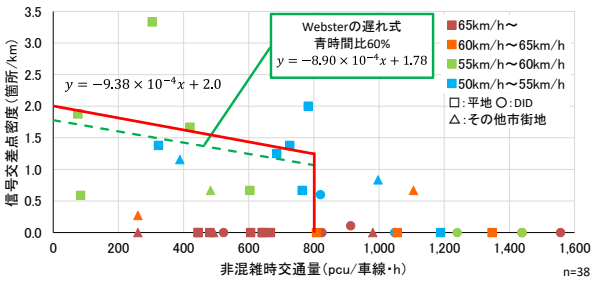

図４　50km/h 実現区間の信号交差点密度（多車線）

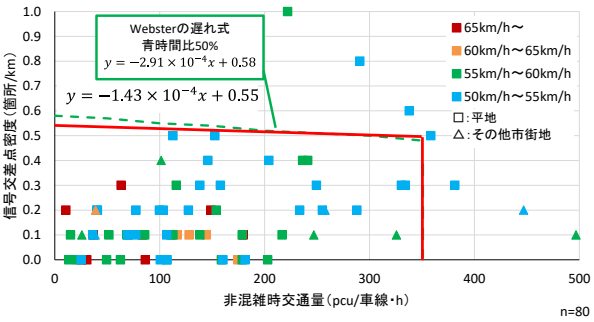

図５　50km/h 実現区間の信号交差点密度（2 車線）

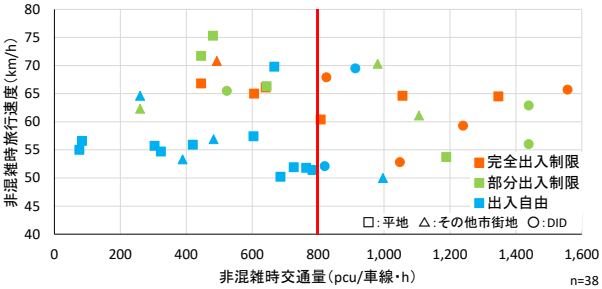

図６　50km/h 実現区間の出入制限（多車線）

4.3 旅行速度50km/hを実現する信号交差点密度の試算

このような信号交差点密度の閾値に対し，**図7**に示す単純なモデルを用い，旅行速度が50km/hを実現する流入交通量と信号交差点密度の関係について試算を行った．このとき，区間距離 ℓ kmの平均旅行時間 t は，単路部を速度 v_0 で走行した時間 t_0 と信号による平均遅れ時間 w の和であるとすれば，信号交差点密度 p は式(3)で表される．ここで，平均遅れ時間は Webster の式(4)を用い，飽和交通流率 Q，サイクル長 c および青時間比 g，車両速度 v_0 などを所与とすれば，旅行速度 v=50km/hを実現する流入交通量と信号交差点密度との関係を**図4**，**図5**の破線のように示すことができる．**図4**の破線は，サイクル長 c=90秒，青時間比 g=55%*1とした場合，**図5**はサイクル長 c=90秒，青時間比 g=50%*2とした場合のものである．これによれば，本研究で設定した信号交差点密度の閾値はこれと同程度か，あるいは大きめの値を示している．ここで，サイクル長を長く取れば遅れ時間が増加し，**図4**，**図5**の破線はこれよりも低い値を示すこととなる．つまり，本研究の式(1)，式(2)で示される信号交差点密度の閾値は概ね安全側の値を示しているものと考えられる．

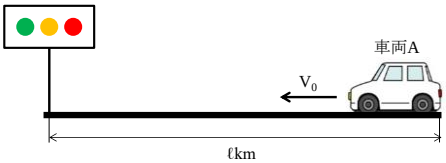

図 7　信号交差点密度試算のためのモデル

$$p = 1/\ell = 1/v(w+t_0),\quad t_0 = \ell/v_0 \qquad (3)$$

$$w = \frac{(1-g)^2}{2(1-\lambda)}c + \frac{x^2}{2q(1-x)} \qquad (4)$$

ここで，p：信号交差点密度(箇所/km)
ℓ：区間長(km)
v：区間ℓの平均旅行速度(km/h)
v_0：車両速度(km/h) (信号のない区間の旅行速度より，多車線道路65km/h，2車線道路55km/hとして設定)
t_0：区間ℓを速度v_0で走行した時間(秒)
w：平均遅れ時間(秒)
c：サイクル長(秒)
g：代表信号交差点の青時間比(%)
λ：交差点需要率($\lambda=q/Q$)
Q：飽和交通流率(Q=2,000pcu/hとした)
q：流入交通量(pcu/車線・h)
x：λ/g

4.4 代表信号交差点の青時間比

H22 センサスにおいて，信号交差点の青時間比は，多車線道路を対象とし，代表交差点の値のみが計測されている．また，この青時間比の中には右折青矢時間が含まれている．**図 8** は，旅行速度が 50km/h を実現している信号交差点が存在する 17 区間の青時間比と交通量との関係を示している．青時間比の下限値は交通量に関わらず 60%である．なお，交通量が多い区間の中には，青時間比の高い区間が含まれている．しかし，本データでみる限り，交通量が同程度であっても青時間比と旅行速度との間には明確な関係はみられない．

4.5 車道および車道部幅員

多車線道路において旅行速度が50km/hを実現している区間の車線幅員は全て3.25m以上であった．これは第3種第2級に相当する道路[13]であり，道路構造令でも通行機能が高い道路として位置づけられている．

一方，2 車線道路においては，車線幅員に加えて側方余裕（路肩幅員）も影響するものと考えられる．そのため，**図 9** は車道部幅員と車道幅員の関係を示している．車道幅員に路肩幅員（両方向）を加えた値が車道部幅員であり，全 80 区間において 6.5m 以上が確保されている．ちなみに，路肩幅員が片側 0.5m を下回る区間は 1 区間存在するが，この区間の車道部幅員は約 7.0m である．また，車道幅員が 5.5m の区間でも路肩幅員は片側 0.5m 以上であり，路肩幅員を合せると片側 3.25m 以上の幅員が確保されている．このことから，多車線道路では車線幅員 3.25m 以上，2 車線道路では車道部幅員 7m 以上が旅行速度 50km/h を実現する閾値として妥当であると考えられる．

4.6 右折専用車線

旅行速度が 50km/h を実現している多車線道路では，

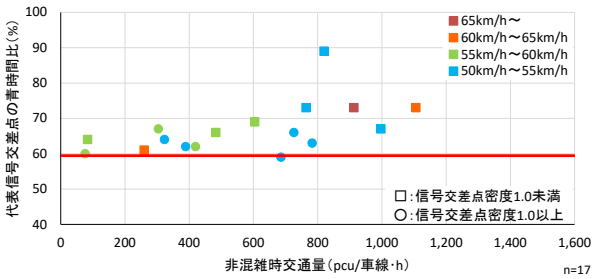

図8　50km/h実現区間の代表信号交差点青時間比

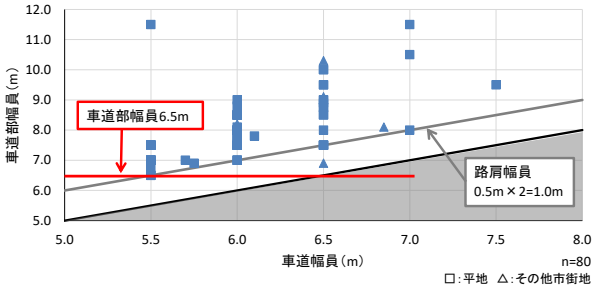

図 9　50km/h 実現区間の車道・車道部幅員（2 車線）

全区間で右折専用車線が設置されている．一方，2車線道路では，**図10**に示すように右折専用車線が必ずしも設置されているわけではなく，交通量との一定の関係もみられない．これは，50km/hを実現している区間の多くが平地部を通過し，交通量も概して少ないため，右折の機会が総じて少ないと考えられること，右折交通が存在したとしても右折ラグは十分にあり右折待ちによる後続車両への影響も少ないことなどが要因として考えられる．このことから，右折専用車線は多車線道路においては必要不可欠であるが，2車線道路では設置せずとも通行機能は確保されるものと考えられる．

4.7 中央分離帯

中央分離帯は，多車線道路において必要に応じて設けられるものである．本研究で対象とした38区間では，図11に示すように，すべての区間において中央分離帯が設置され，このうちの36区間では区間全体において設置されている．中央分離帯は，道路中心線側の交通抵抗を減少させ高速度の走行を可能とする機能を有している[13]．このことから，通行機能を期待する中間速度層のうち多車線道路では，全区間にわたり中央分離帯の設置が求められる．

4.8 その他道路構造条件

この他の項目として，交差点密度，追越禁止についても確認を行ったが，一定の関係を見出すことはできなかった．これは，前者は総じて交通量が少なく，沿道立地が少ない区間が旅行速度 50km/h を実現している区間として抽出されているためと推察される．一方，後者は追越禁止区間の割合が高いほど追越機会が減りサービス速度が低下することが予想される．**図 12** は，交通量と旅行速度の散布図に追越禁止の状況をプロットしている．これによれば，追越禁止が50%を超える区間は全体の1/3程度であり，全体が追越禁止となっている区間は2割に満たない．一方で，このような区間は，交通量が250pcu/車線・h を超える区間で多くみられが，旅行速度が50km/hを実現していることからすれば共通条件となるものではない．

以上を踏まえると，旅行速度 50km/h 実現するための共通条件は**表 3** のように整理される．これら項目のほとんどは独立的であり，相互関連性は必ずしも高くないと判断される．ただし，この中で出入制限は中央分離帯がその前提となることから相互関係は深いと考えられ，こ

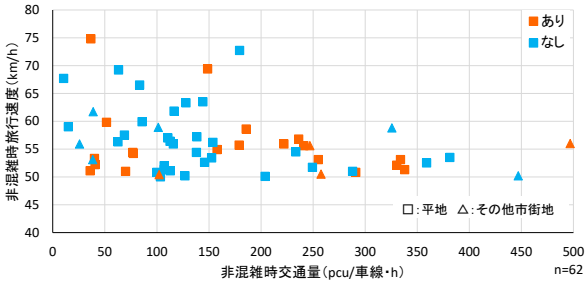

図 10　50km/h 実現区間の右折車線設置状況(2 車線)

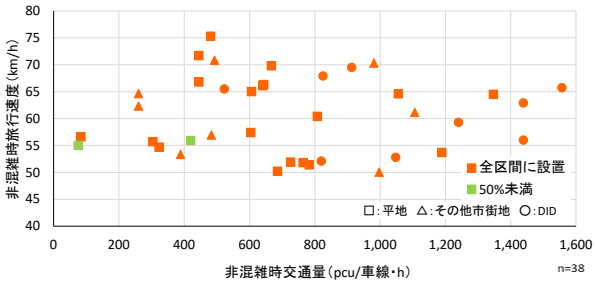

図 11　50km/h 実現区間の中央分離帯設置状況(多車線)

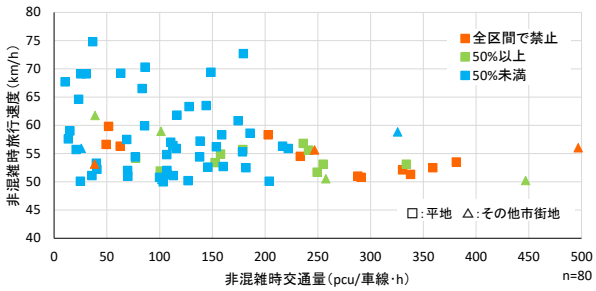

図 12　50km/h 実現区間の追越禁止状況(2 車線)

表 3　旅行速度 50km/h 実現する共通条件

	多車線道路	2 車線道路
①沿道状況	DID 地区でも実現可能 ただし，沿道との出入は一定程度の制限が必要	
②信号交差点密度	y=-9.38×10^{-4}x+2.0，x≦800 x：交通量(pcu/車線・h) y：信号交差点密度(箇所/km)	y=-1.43×10^{-4}x+0.55，x≦350 x：交通量(pcu/車線・h) y：信号交差点密度(箇所/km)
③出入制限	800pcu/車線・h 以上の場合は出入制限	―
④代表交差点の青時間比	60% (右折青矢時間を含む)	一定程度の割合は必要
⑤幅員構成	車線幅員 3.25m 以上	車道部幅員 6.5m 以上
⑥右折専用車線	設置が必要	必ずしも必要としない
⑦中央分離帯	全区間で設置が必要	―
⑧交差点密度	一定の関係はみられない．	
⑨追越禁止	―	共通条件とはならない

の場合は出入制限を確認すれば良いことになる．しかし，出入制限は交通量が800pcu/車線･h以上としているため，それを下回る区間は両者を確認する必要がある．このことから，出入制限と中央分離帯は併記している．

5．50km/h 未達成区間の付帯条件分析

共通条件分析で示された，旅行速度が 50km/h を実現するための道路構造条件等に対して，共通条件を満たしながらも旅行速度が 50km/h を実現できていない区間を抽出し，その原因について分析を行った．該当する区間は，524 区間（多車線：439 区間，2 車線：85 区間）のうち 8 区間のみであった．

表 4 は，該当区間について，共通条件を説明する各項目の数値を示している．この中で，区間①～④は旅行速度が 48～50km/h であり共通条件を即座に否定するものではない．その他の 4 区間については地図データ[12]を用いて確認を行った．例として，**図 13** に区間⑧の道路状況を示す．この区間は，7.0m の車道幅員を有し信号は設置されていない．しかし，山地部のような線形が厳しい区間であることから高い速度サービスを実現することは難しいと考えられる．他の 3 区間についても同様に共通条件を満たしながらも旅行速度 50km/h を実現することのできない固有の道路構造上の要因を有していることを確認した．

このことから，旅行速度が 50km/h を下回る区間において，共通条件に該当する区間は実質存在しておらず，提案した共通条件が旅行速度 50km/h を実現する道路構造条件等(閾値)とすることは妥当であると判断される．

図 13　50km/h 未達成区間の道路状況(区間⑧)

6．実フィールドでの検討

50km/h 程度の旅行速度を目指す通行機能が期待される道路であるにも関わらず，それを実現できていない区間において，本研究で示した道路構造条件等と比較することで想定される要因を明らかにすることができる．また，(一社)交通工学研究会で検討が進められている「性能照査型道路計画設計」[15]において潜在性能や顕在性能を照査する際のチェックシートとしても用いることができる．

このような点に鑑み，本研究では，静岡県内を通過する国道 1 号浜松バイパスを対象にフィールドスタディを行った（**図 14** 参照[16]）．浜松バイパスは，豊橋市－浜松市－磐田市といった都市間を連絡する一般国道 1 号バイパスの一部区間（延長 18.3km，4 車線）である．また，浜松バイパスは第 3 種第 1 級，設計速度 80km/h の道路であるが，H22 センサスによると非混雑時旅行速度は区間全体で 41.4km/h であり 50km/h を大きく下回っている．

そのため，本研究で設定した道路構造条件等を満たしているかどうかを，前後区間の旅行速度や道路構造を踏まえた 4 区間に分けてデータの整理を行い，その結果を **図 15**，**表 5** に示した．これによると，旅行速度が高い区間④を除き，他の 3 区間では共通条件を満たしておらず旅行速度も 50km/h 未満であることを確認した．また，

図 14　分析対象区間(浜松バイパス)

表 4　付帯条件分析において抽出された区間の道路交通状況

	路線名（区間番号）	沿道状況	区間延長（km）	非混雑時旅行速度（km/h）	信号交差点密度（箇所/km）	非混雑時交通量（pcu/h･車線）	多車線 車線幅員（m）	多車線 青時間比（%）	多車線 右折専用車線の有無	多車線 中央分離帯の有無	多車線 アクセスコントロール	2車線 車道幅員（m）	2車線 路肩幅員（m）	2車線 多車線との接続	備考
①	一般国道47号（4300470140）	2車線 平地	11.1	49.6	0.1	116						6.5	1.3	なし	ほぼ50km/h達成
②	一般国道19号（21300190410）	多車線 平地	2.0	49.3	1.5	388	3.25	68	あり	全区間に設置	出入自由				ほぼ50km/h達成
③	上士幌士幌音更線（1603370120）	2車線 市街地	6.3	49.1	0.3	162						6.5	3.5	なし	ほぼ50km/h達成
④	唐津北波多線（41400500010）	2車線 平地	9.1	48.2	0.2	91						6.4	1.6	なし	ほぼ50km/h達成
⑤	一般国道465号（12304650210）	2車線 平地	5.0	47.6	0.0	153						6.0	1.0	なし	区間内の40%程度が1車線区間
⑥	一般国道42号（30300420500）	多車線 平地	1.2	42.6	0.8	445	3.5	67	あり	全区間に設置	出入自由				4車線区間の終端部であり，そこから1車線ずつに分岐，かつ特定の方向に交通が集中
⑦	一般国道202号（41302020070）	多車線 市街地	1.4	42.2	0.7	356	3.25	63	あり	全区間に設置	出入自由				区間内の25%程度が2車線区間であり，その区間において2車線区間の共通条件を満足していない
⑧	一般国道18号（10300180300）	2車線 平地	11.6	33.7	0.0	35						7.0	2.0	なし	山地部のような線形の厳しい区間が連続している

この3区間で共通して条件を満たしていない項目は代表信号交差点の青時間比であるが，この他にも信号交差点密度や出入制限などが共通項目として含まれている．つまり，浜松バイパスにおいて旅行速度 50km/h を実現しようとするならば，これらを切り口としてより詳細な原因の分析とそれにもとづく対策案を検討し，さらにそれを性能照査することで良好なPDCAというスパイラルを回すことができよう．

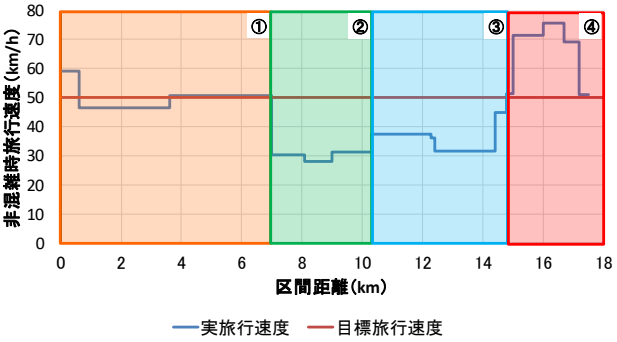

図 15　浜松バイパスの非混雑時旅行速度

表 5　浜松バイパスにおける道路構造条件等の達成状況

	信号交差点密度	代表信号交差点の青時間比	出入制限	車線幅員	右折専用車線	中央分離帯	旅行速度
①	○	×	○	○	○	×	48.9km/h
②	×	×	×	○	○	○	30.0km/h
③	×	×	×	○	○	×	35.1km/h
④	○	–	○	○	–	○	67.0km/h

7．おわりに

本研究では，旅行速度 50km/h を実現するための道路構造条件等を明らかにするために，全国の都道府県道以上の道路を対象に分析を行い，以下の知見を得た．

① 共通条件分析，付帯条件分析という新たなアプローチを提案した．これらよって，今まで明らかとされてこなかった所定の旅行速度を実現するために担保しなければいけない道路構造条件等（閾値）を示すことができた．

② 共通条件分析において 50km/h を実現するための道路構造条件等（沿道状況，出入制限，信号交差点密度，代表信号交差点の青時間比，幅員構成，右折専用車線，中央分離帯）を明らかにした．

③ この中では，DID地区のように沿道利用が連担するような区間においても，沿道との一定程度の出入制限を設けることで旅行速度50km/hを実現できることを明らかにした．

④ 付帯条件分析において共通条件を満たしているものの50km/hを下回る区間は，道路構造上特殊な要因を有していることが確認でき，共通条件の妥当性を確認した．

⑤ 実フィールドによるケーススタディを通じ，共通条件で提示した道路構造条件が性能照査の目安として使用することができるとことを示した．

道路の計画・設計は求められるサービス水準を念頭に行われるべきものであり，本研究で得られた知見が道路ストックの効率的な利用のための検討素材として大いに活用されることを期待したい．

謝辞

本研究は，（一財）国土技術研究センター第 17 回研究開発助成「階層型道路ネットワークのわが国への適用に向けた研究（代表者：下川澄雄）」により遂行されたものである．

補注

*1 多車線道路の青時間比は4.4にもとづけば60%となる．ただし，H22 センサスの青時間比には右折青矢時間が含まれている．そのため，遅れ時間の算出にあたり，本研究では4.6に示すように右折専用車線が必要との認識のもと，右折青矢時間を一律 5 秒と設定し，4.4の青時間比(60%)から右青矢時間相当分を減じた55%を青時間比とし，これを用いることとした．

*2　2 車線道路の青時間比は従道路の交通量が同等程度であることを想定し 50%とした．ただし，4.6 のとおり右折専用車線は必ずしも必要としないことから，右折青矢時間は設定していない．

参考文献

1) 中村英樹，大口敬，森田綽之，桑原雅夫，尾崎晴男：機能に対応した道路幾何構造設計のための道路階層区分の試案，土木計画学研究・論文集，Vol.31，CD-ROM，2005.

2) 中村英樹，大口敬：性能照査型道路計画設計の導入に向けて，土木学会論文集 D3(土木計画学)，Vol.67，No.3，pp195-202，2011.

3) 下川澄雄，内海泰輔，中村英樹，大口敬：階層型道路ネットワークへの再編に向けて，土木計画学研究・論文集，Vol.39，CD-ROM，2009.6.

4) 下川澄雄，内海泰輔，野中康弘，中村英樹，大口敬：道路の階層区分を考慮した性能照査手法の意義と課題，土木計画学研究・論文集，Vol.45，CD-ROM，2012.

5) 後藤梓，中村英樹，下川澄雄，喜多秀行，内海泰輔：日本における拠点設定と効率的な拠点間連絡を実現する階層型道路計画の枠組み，土木計画学研究・論文集，Vol.50，CD-ROM，2014.

6) 根城平，浜岡秀勝：道路の階層化に伴う効果の定量的評価に関する研究，土木計画学研究論文集 D3(土木計画学)，Vol.70，No.5，2014.

7)下川澄雄，森田綽之，土屋克貴：道路ネットワークに

おける中間速度層の意義と適用範囲, 土木計画学研究論文集 D3(土木計画学), Vol.71, No.5, 2015.
8) 橋本雄太，小林寛，山本彰，中野達也，高宮進：信号交差点密度等の道路状況と旅行速度の関係についての実態分析，土木計画学研究・講演集，Vol.47，2013.
9) 内海泰輔，泉典宏，山川英一，野見山尚志，若林糾：交通性能照査型道路計画・設計のための走行サービス実態分析，土木計画学研究・講演集，Vol.49，2014.
10) 栗林志帆，浜岡秀勝，森田綽之：道路環境が旅行速度の分散に及ぼす影響分析，土木計画学研究・講演集，Vol.54，2016.
11) 野村昭博，下川澄雄，森田綽之：地方部の道路において中間速度層を実現するための道路構造の提案，土木計画学研究・論文集，Vol.51，2015.
12) Google Map：https://www.google.co.jp/maps/
13) (公社)日本道路協会, 道路構造令の解説と運用, 2017.6
14) 国土交通省：平成 22 年度全国道路・街路交通情勢調査(道路交通センサス)一般交通量調査集計表, http://www.mlit.go.jp/road/census/h22-1/
15) (一社)交通工学研究会：道路の交通容量とサービスの質に関する研究最終報告書，2015.
16) 国土交通省中部地方整備局浜松河川国道事務所 HP：http://www.cbr.mlit.go.jp/hamamatsu/road/route1/

（受付日 2017年9月4日　受理日 2018年1月11日）