

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

下川 澄雄¹・森田 緯之²・土屋 克貴³

¹正会員 日本大学教授 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

²フェロー会員 日本大学客員教授 理工学部交通システム工学科 (同上)

E-mail: hi-morita@itransportlab.jp

³学生会員 日本大学大学院博士前期課程 理工学研究科 (同上)

E-mail: guts_ti_ga@yahoo.co.jp

効率的な道路交通を実現するためには、階層構造を有する道路ネットワークが不可欠であり、達成すべき性能目標を明確にしながら、その実現に努めていく必要がある。

本研究では、階層型の道路ネットワークの構築において、50km/hを超えるような旅行速度を有する中間速度層が高速道路ネットワークを補完し、生活圏を構成する都市間連絡において重要な役割が期待されるものの、わが国においては、多くの場合このような中間速度層を含んだ階層構造が形成されていないことを指摘したうえで、一般道路と高速道路の2階層に中間速度層を加えた3階層の道路ネットワークを有する簡易なモデルを用いた試算により、旅行時間の短縮の観点から、中間速度層の適用範囲とその有効性を明らかにした。

Key Words : road network, road planning, traffic-performance, hierarchical road

1. はじめに

わが国の道路の速度サービスは、高速道路と（低速の）一般道路によって2極化されており、その間を埋める旅行速度が50km/hを超えるような階層の道路（以降、「中間速度層」という）が十分でない。このことが道路利用者の効率的な移動を阻害している一因となっている。

中間速度層は、都市・拠点間などを連絡する一般国道のバイパスや環状道路などが想起される。しかし、道路の計画・設計において、これまで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速度サービスで連絡すべきかといった“質の確保”に対する議論が十分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トラフィック機能を曖昧にし、その結果、速度サービスを低下させ、今日のような状況をつくりあげてしまったものと推察される。特に、地方部においては、人口が減少し、財政状況が厳しい中、周辺都市が相互に連携し限りある資源を共有した生活圏の形成が不可欠である。しかし、これらの中には、アクセス・イグレス距離が長いなどの理由から高速道路の恩恵を受けにくい都市間も多く含ま

れており、高速道路を補完する中間速度層は、重要な役割を担うものと考えられる。

そこで、本研究では、中間速度層の意義について既往データをもとに説明するとともに、地方部を念頭に簡易な道路ネットワークモデルを用い旅行時間の短縮という観点から中間速度層の適用範囲とその有効性を明らかにする。

2. 既往研究と本研究の位置づけ

階層型の道路ネットワークの構築に向けた研究は、これまで数多く行われている。

中村ら¹⁾²⁾は、わが国の道路は、本来有すべき交通機能を十分に発揮できていないとしたうえで、その原因として、a. 現行の道路計画設計が計画交通量に大きく依存していること、b. 仕様設計であるため道路構造や交通運用の柔軟性を欠いていること、c. 計画設計段階において交差点などボトルネックに対する扱いが不十分であることなどをあげている。そのうえで、これらに対処するためには、性能照査型の道路計画設計手法の導入が必要で

あり、その際には、道路の機能に応じた道路階層区分を明確にしたうえで、それらに対応した性能目標を設定する必要があるとしている。下川ら^{3),4)}は、路線の指定・認定要件からすれば、道路の種類によって連絡すべき都市や拠点レベルが異なっているものの、接続可能な道路の種類や間隔、接続方式に関する規定が曖昧なため、道路の階層化が実現できていないとしている。そのうえで、階層型の道路ネットワークを実現するための課題として、a. 道路の機能に応じた階層区分の設定、b. 道路の階層区分ごとの性能目標の設定、c. 道路の階層区分を実現するための道路構造や運用方法の明示、d. 性能照査の実施方法の提示、の4点をあげている。これらの研究は、道路の階層化の必要性和道路ネットワークの具体的な再編にあたり、今後明らかにすべき内容を示したものである。

これに対し、後藤ら⁵⁾は、中村ら^{11,12)}の先行研究に加え、「国土のグランドデザイン 2050」⁶⁾を踏まえ、都市・拠点の階層化とその定義づけを行うとともに、「コンパクト」+「ネットワーク」の考え方のもと、RIN⁷⁾を参考としながら、それら相互間の依存・連携を担う道路階層区分の設定を試みている。さらに、後藤・中村⁸⁾は、高速道路が利用できる状況下において、都市・拠点間の距離や高速道路までのアクセス距離を任意に与えた場合の目標旅行時間と道路階層の組合せについて試算している。この中では、現実的な道路階層の組合せを念頭に中間速度層を加えている。根城・浜岡⁹⁾は、規模が異なる複数の都市が高速道路と一般道路によって連絡している状況の中で、過飽和の需要に対して新たにどの階層の道路を整備することが合理的なのか、高速道路と一般道路、およびその間を埋める中間速度層を選択肢として比較評価を行っている。これによれば、総じて高速道路と一般道路に中間速度層を加えた組合せが最も効果的であるとしている。

また、野中ら¹⁰⁾は、階層型の道路ネットワークを実現するための性能照査の手順について説明している。この中では、現在の道路ネットワークを前提として、Checkの段階から開始するPDCAサイクルを提唱している。石村ら¹¹⁾は、階層型道路ネットワークの実務的適用として、ある地域の実際のネットワークを対象に、後藤ら⁵⁾の考えにもとづき道路の階層区分化を行い、野中ら¹⁰⁾の手順に従った性能照査のフィールドスタディを試みている。さらに、山川ら¹²⁾、内海ら¹³⁾、野村ら¹⁴⁾は、性能照査に必要となる各道路階層が具備すべき道路構造等について検討を行っており、例えば野村ら¹⁴⁾の研究では、中間速度層を旅行速度 50km/h としたうえで、これを実現するための信号交差点密度と青時間比との関係を示している。

以上のように、既往研究は、階層型道路ネットワークへの再編の意義とそのあり方、道路階層区分の設定、階

層型道路ネットワークを実現するための手順や道路構造など広範にわたっている。一方で、後藤・中村⁸⁾や根城・浜岡⁹⁾、野村ら¹⁴⁾のように、一般道路と高速道路との旅行速度の乖離が大きいことを背景に、中間速度層に着眼した研究もみられる。道路の階層化を議論するうえで、中間速度層を扱うことは現実的であるといえる。しかし、いずれの研究においても、その前提となる中間速度層に期待される旅行速度や有効な範囲、さらにはこれらを踏まえた中間速度層の意義などを明示しているわけではなく、曖昧なまま用いている。そこで、本研究では、既往データや簡易な道路ネットワークモデルを用い、これらについて試算を行い考察を加えるものである。

3. わが国の道路整備水準からみた中間速度層の必要性

(1) わが国の道路整備水準

わが国は、1963年7月に名神高速道路（栗東－尼崎間）が開通して以来、高速道路の整備が鋭意進められ、一般国道の自動車専用道路を含めた高規格幹線道路の整備延長は11,354km（2016年3月末予定）¹⁵⁾に達している。高速道路の整備は、わが国の産業・経済はもとより、生活水準の向上にも寄与してきた。

一方、一般道路について、特にトラフィック機能を担うべき一般国道を例にすれば、幅員 5.5m 以上の改良済み延長の割合は 90%を超えているなど、整備水準は飛躍的に向上している¹⁶⁾。しかし、図-1に示す混雑時旅行速度の推移¹⁷⁾にみられるように、平均旅行速度は 40km/h を下回った状況が続いており、高速道路の旅行時間との間には依然として大きな差が開いたままである。なお、これは、都市高速道路においても同様であり、一般国道の旅行速度をわずかに上回る程度である。さらに、図-2

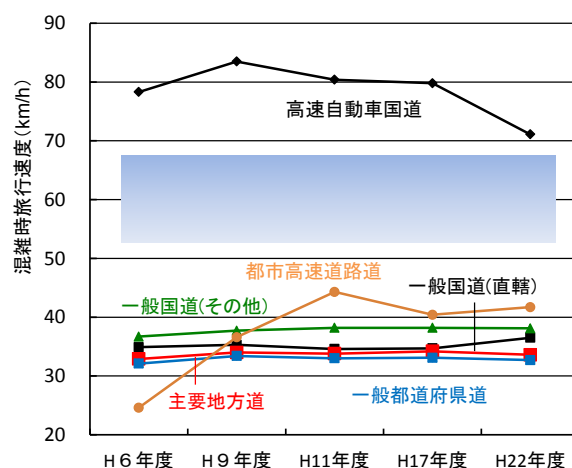


図-1 道路種別別混雑時旅行速度の推移

は、一般国道（自動車専用道路を除く）の混雑時旅行速度ランク別延長を示している。旅行速度が50km/hを上回る区間は15,000km（30%）余りであり、高規格幹線道路の計画延長（14,000km）を上回る程度である。

道路延長は、道路機能に応じてピラミッド構造にあるとすれば、わが国では50km/hを超えて走行できるような中間速度層が十分とはいえない状況にある。

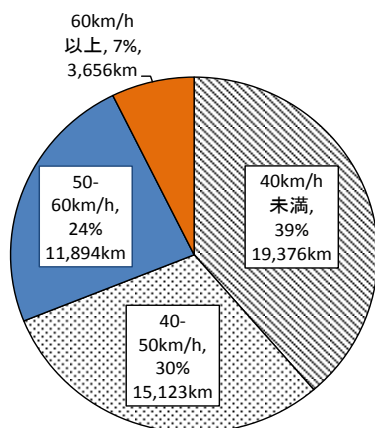


図-2 混雑時旅行速度ランク別延長
(一般国道,平成 22 年度)

(2) 都市間連絡における走行環境

このような旅行速度が高い層と低い層で2極化された道路ネットワークにおいて、高速道路の時間短縮効果を得られない都市間では、低い層の道路の旅行速度による移動が強いられることとなる。例えば、図-3 上段に示すような一般道路と高速道路が並行する道路ネットワークにおいて、一定の旅行速度（それぞれ V_0 , V_1 ）を有する距離-旅行時間図（図-3 中段）を想定した場合、図-3 下段にみられるように、高速道路を利用した方が旅行時間の短縮が図られる $O-D_3$ よりも長距離にある都市間では、距離が長くなるにつれて旅行速度は向上する。しかし、 $O-D_3$ のような都市間では、高速道路による時間短縮を得ることができず、 $O-D_1$ 間の旅行速度と変わらない。

出発地から目的地までの移動においては、低速から高速に向かうような階段状の速度パターンが理に叶っており、長距離の都市間ほど高い旅行速度が要求される。つまり、これは、都市間距離によって求められる旅行速度が異なることを意味しているが、 $O-D_3$ のような距離帯にある都市間連絡においては、図-4に示すような中間速度層の存在が重要な意味をもっているものと考えられる。

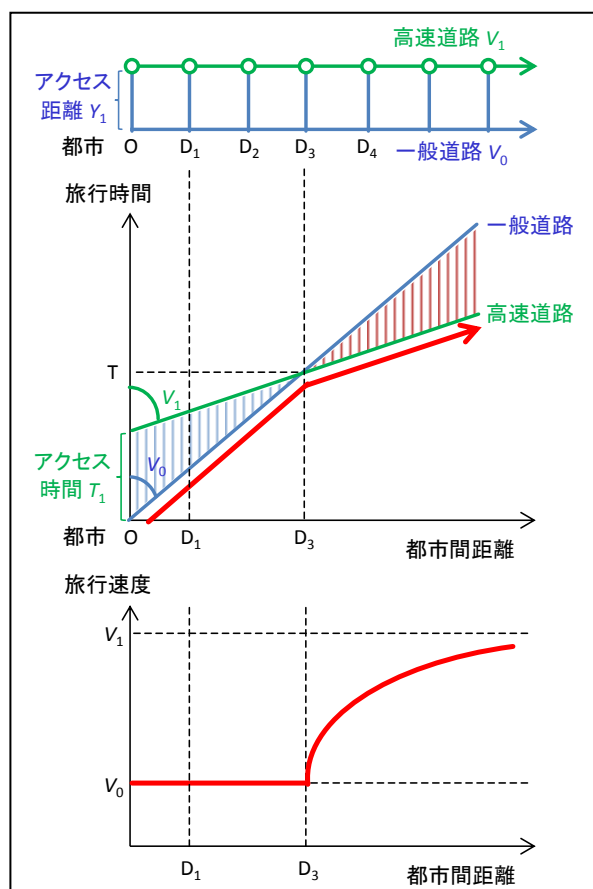


図-3 2階層による都市間旅行時間

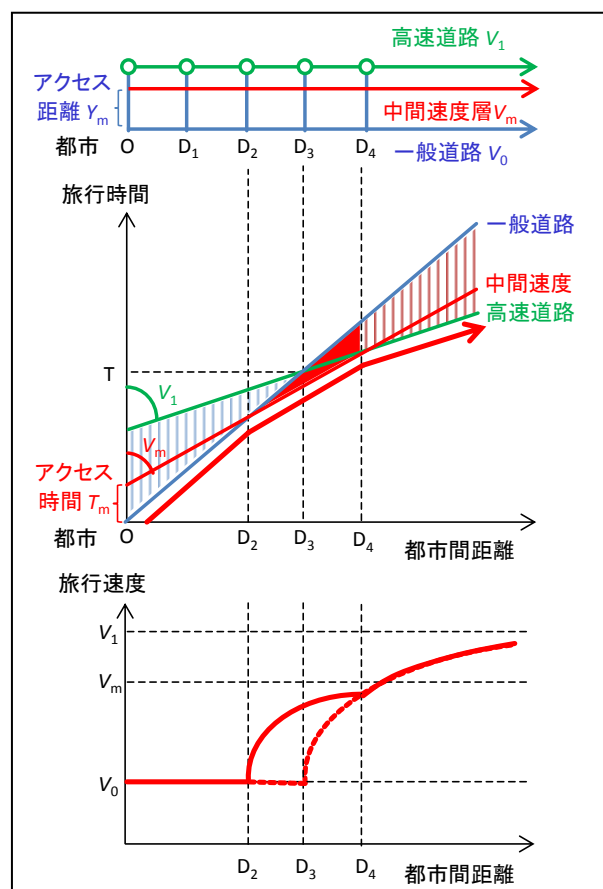


図-4 中間速度層を加えた都市間旅行時間

図-4は、図-3に示す一般道路と高速道路による2つの速度階層にその間をカバーする旅行速度 V_m の中間速度層を加えた3つの速度階層による距離別の旅行時間と旅行速度である。この場合、O-D₂～O-D₄間では、中間速度層により旅行時間の短縮が図られ、図-3に比べて高い旅行速度が実現することとなる。なお、ここでは、並行する3つの速度階層を例に中間速度層による時間短縮の範囲を示したものであるが、後述（図-9参照）するように、高速道路のアクセス・イグレス部分の旅行速度の向上を図ることができれば、その効果は高速道路を利用する層にも及ぶこととなる。

4. 生活圏を形成する都市間サービスの具体例

中間速度層が有効と考えられる距離帯の都市間サービスの状況を明らかにするため、静岡県を対象に2次生活圏中心都市と圏内市町村（平成の合併前）とを連絡する87都市間について、平成22年度道路交通センサス¹⁷を用い、非混雑時の最短旅行時間の集計を行った。

静岡県を対象としたのは、東海道沿線は東名・新東名高速道路および国道1号バイパスが整備されているものの、南北方向や伊豆地域は高速道路が整備されておらず、都市間によって速度サービスが異なることが想定されるためである。ちなみに、静岡県は、8つの2次生活圏¹⁸で構成されており、道路整備の目標の1つとして2次生活圏中心都市と圏内市町村（平成の合併前）とを30分で連絡する道路ネットワークの確立（静岡サーティ構想）を目指している¹⁹。

(1) 生活圏を形成する都市間距離と旅行時間

静岡県の2次生活圏を構成する87都市間の都市間距離と非混雑時旅行時間との関係を図-5に示している。

また、図-6は、図-5を旅行速度に換算したものである。

これによれば、2次生活圏中心都市と圏内市町村とを連絡する距離は、多くが10～40km程度である。このことから、静岡県において2次生活圏を構成する都市間距離は、10～40km程度であることがわかる。

一方、図-5の赤色のラインは、静岡県の都市間連絡時間の目標である30分を示している。現在、この目標を達成できているのは87都市間のうち35都市間にすぎない。また、高速道路利用が最短経路となるのは15都市間であり、多くは都市間距離が25kmを超えている。これら都市間の旅行時間は、他の都市間と比べて短く、旅行速度は総じて高い。しかし、30分でカバーできているのは2都市間にすぎない。

さらに、都市間距離と旅行時間の関係に着目すれば、旅行時間の増加量は、都市間距離が長くなるほど減少す

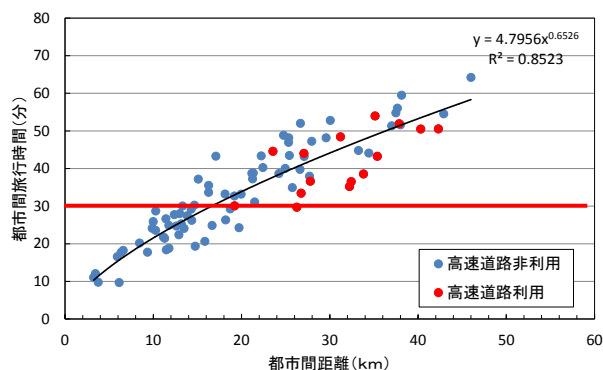


図-5 静岡県の生活圏を形成する都市間非混雑時旅行時間

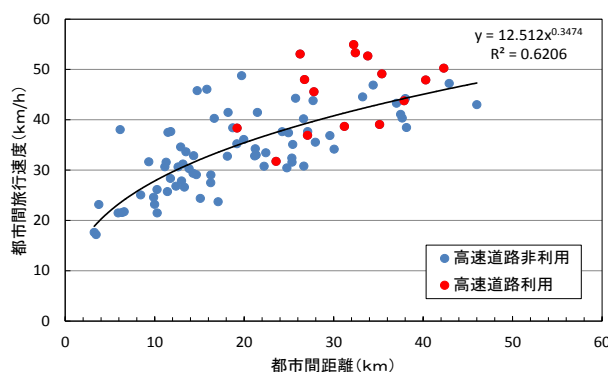


図-6 静岡県の生活圏を形成する都市間非混雑時旅行速度

る傾向にある。これは、図-6にみられるように、都市間距離に応じて旅行速度が増加していることを示すものであり、距離が長い都市間ほど、高い速度サービスを有する幹線道路を長い距離利用しているものと推察される。しかし、都市間距離に対し、旅行速度の伸びは漸減傾向にあるほか、20km/h程度の速度差もみられバラツキも大きい。

(2) 都市間を連絡する道路階層構造

都市間を連絡する道路網が階層構造を形成しているか、特にその中で、中間速度層がどのような役割を果たしているかを明らかにするため、図-6のうち一般道路利用の都市間にあつては、旅行速度50km/h以上（中間速度層）の区間延長が全体の50%以上を占めている都市間、高速道路利用の都市間にあつては、高速道路を除く旅行速度50km/h以上の区間延長が一般道路区間延長の50%以上を占めている都市間を抽出し、それを図-7に白抜きで表示した。

抽出されたこれら都市間のうち、一般道路利用は7都市間にすぎない。さらに、この中では、一般道路利用の多くは、20km/h程度の低速の区間も含まれているため、旅行速度が40km/hを下回るような都市間も存在する。同様に、高速道路を利用する都市間も3都市間が抽出されるにすぎず、多くが中間速度層を介さず、旅行速度の

低い道路で高速道路に連絡している。このことから、都市間連絡において、高速道路が有する高い速度サービスを十分に生かし切れていない都市間が多いことがわかる。ちなみに、中間速度層の延長が50%を超えるような都市間には、総じてパーシャルコントロールされた規格の高い道路や中山間地の都市と連絡する信号交差点がほとんど存在しない道路が含まれている。

一方、中間速度層の延長が50%未満の都市間は、旅行速度が総じて低い。図-8は、図-7の都市間Aにおける距離-旅行速度図を例示している。この例にみられるように、多くは比較的低い速度層の区間が連続的に続き、中間速度層は存在していないか、存在していてもわずかである。

このように、生活圏を形成する多くの都市間においては、中間速度層を含めた階層構造が形成されておらず、中間速度層が十分に機能していないことが実フィールドからも確認された。

5. 中間速度層の適用範囲とその有効性の試算

(1) 道路ネットワーク条件

本研究では、問題を単純化するため、図-3に示す一般道路と高速道路による2階層のネットワークに、中間速

度層を加えた図-9上段に示す3階層のネットワークを想定し、これらによって算出される旅行時間より、中間速度層が有効にはたらく範囲と時間短縮効果を明らかにする。本研究では、地方部を念頭にしており、大都市圏内の都市高速道路に期待されるような速度階層は想定していない。そのため、中間速度層は、主として規格の高い一般道路となる。しかし、これらは必ずしも新規にバイパスなどを整備するだけではなく、既にバイパスや環状道路、高速道路のアクセス道路として整備されているものの、十分な性能が発揮できていない区間において石村¹¹⁾や野村¹⁴⁾などの方法により、旅行速度の向上を促し、中間速度層の速度サービスに段階的に近付けていくことが必要であると考えている。

このとき、発生・集中ノードは、一般道路線上にあるものとする。これは、わが国の地方部を中心とした典型的な都市配置である。また、それぞれの道路は、 V_0 、 V_1 、 V_m の旅行速度を有し、高速道路までは距離 Y_1 、中間速度層までは距離 Y_m を必要とする。その際、 Y_1 の旅行速度は、中間速度層がない2階層の場合は V_0 とするが、3階層の場合は、中間速度層から高速道路までの間($Y_1 - Y_m$)は V_m で走行できるものとする。

なお、本研究では、一般道路の旅行速度 V_0 は、図-1などの状況を踏まえ35km/h、高速道路の旅行速度 V_1 は、高速自動車国道の実勢速度を踏まえ95km/h²⁰⁾とする。

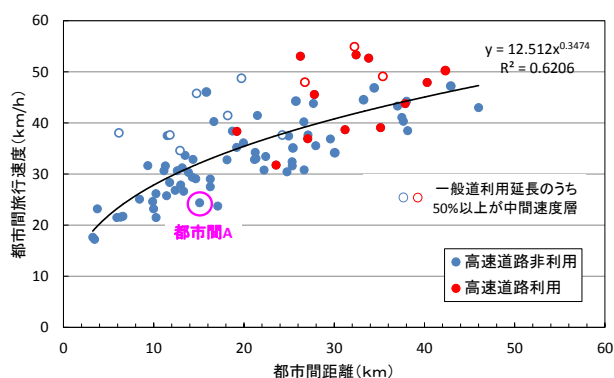


図-7 中間速度層が一般道路延長の50%を超える都市間

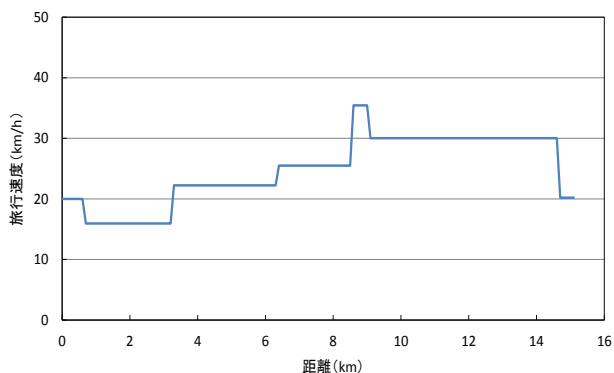


図-8 都市間Aの距離-旅行速度図

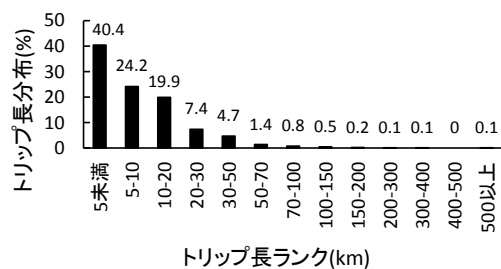
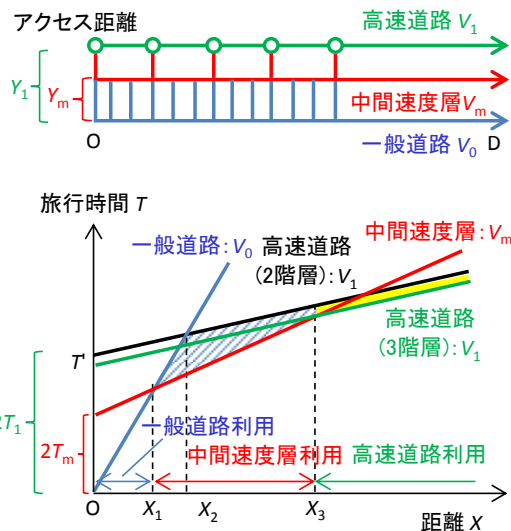


図-9 ネットワークモデル

(2) 合理的な中間速度層の旅行速度

(1)の道路ネットワーク条件を図化すると、図-9 中段のとおりとなる。

このとき、高速道路の利用は、中間速度層が加わり3階層となることで旅行時間が T 減少する。また、距離 X_1 を超えると一般道路による移動よりも中間速度層を利用した方が旅行時間は短くなる。一方、高速道路を利用する場合よりも中間速度層を利用した方が旅行時間が短くなるのは距離 X_3 を下回る場合である。

このことから、 X_1 および X_3 は、それぞれ以下の式で表すことができる。

$$X_1 = (2Y_m/V_0) / (1/V_0 - 1/V_m) \quad (1)$$

$$X_3 = (2(Y_1 - Y_m)/V_m) / (1/V_m - 1/V_1) \quad (2)$$

このとき、 $V_0=35\text{km/h}$ 、 $V_1=95\text{km/h}$ 時の中間速度層の旅行速度 V_m と X_1 、 X_3 の関係は、それぞれ図-10、図-11 のとおりとなる。(図では、旅行速度がそれぞれ 65km/h 、 46km/h のときの距離を1として表現している。)

図-9 中段からもわかるように、中間速度層の旅行速度が高いほど、 X_1 の値は短くなり、中間速度層の有効な範囲は広がることとなる。しかし、図-10 からは、旅行速度が $50\sim55\text{km/h}$ を超えると距離はさほど短くはならず、中間速度層の有効な範囲は広がらない。

反対に、中間速度層の旅行速度が高いほど、 X_3 の値は大きくなる。しかし、中間速度層の旅行速度が高速道路の旅行速度(ここでは、 $V_1=95\text{km/h}$)と同じとなった場合、高速道路の存する意味が無くなるように、中間速度層の旅行速度が一定水準を超えると、そのカバーエリアが広がり、高速道路の利用価値の低下を招くこととなる。図-11 によれば、 $60\sim65\text{km/h}$ を超えるとこの傾向は顕著となる。

これらを踏まえれば、中間速度層の合理的な旅行速度は、 $50\sim65\text{km/h}$ 程度となるものと考えられる。

(3) 中間速度層が有効な距離帯と時間短縮効果の算出

(1)の道路ネットワーク条件にもとづき、図-9中段に示す一般道路、中間速度層、高速道路をそれぞれ利用した場合の旅行時間を距離帯別に算出する。そのうえで、中間速度層の利用が有効な距離帯($X_1\sim X_3$)とそれによる時間短縮効果を明らかにする。

ここで、高速道路 IC は、平成 24 年 4 月 1 日現在、高速道路延長(8,021km)に対して 868 箇所²⁰⁾が整備されており、平均 IC 間隔は 9.2km となる。これを踏まえ、本研究では、高速道路の IC 間隔を 10km とする。また、高速道路までの距離 Y_1 も 10km と仮定する。

一方、中間速度層は、一般国道の直轄バイパスなどを想定すれば、都市の郊外部に整備されるものと考えられる。例えば、静岡県の東海道沿線は、国道1号バイパス

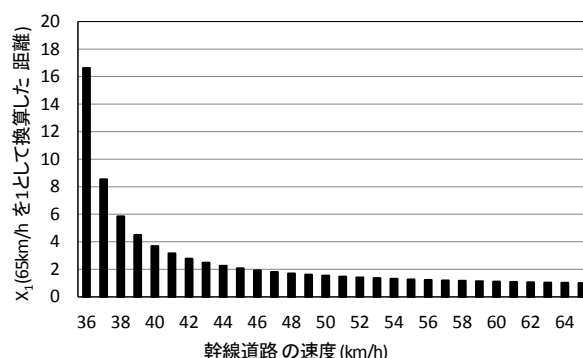


図-10 中間速度層の旅行速度と中間速度層が有利となる距離との関係(下限値)

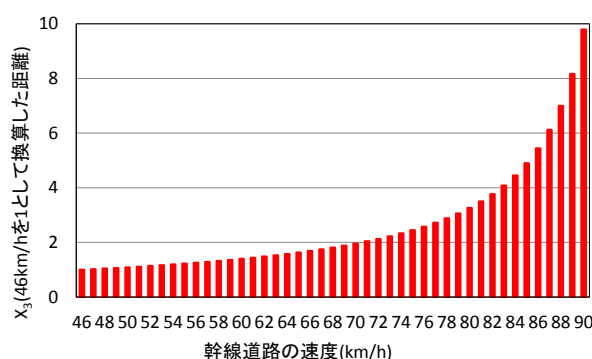


図-11 中間速度層の旅行速度と中間速度層が有利となる距離との関係(上限値)

表-1 都市中心部から国道1号 BP までの距離

都市名	人口	路線名	距離(km)
沼津市	211,288	沼津バイパス	4.2
静岡市	724,954	静清バイパス	3.8
藤枝市	143,278	藤枝バイパス	3.5
掛川市	114,908	掛川バイパス	1.7
磐田市	174,884	磐田バイパス	2.8
浜松市	814,815	浜松バイパス	5.1

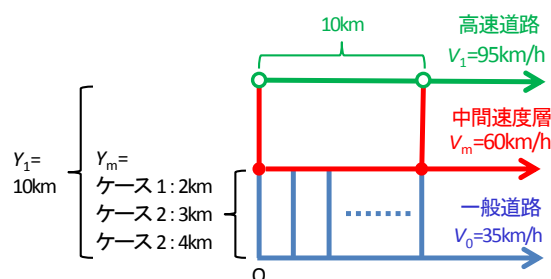


図-12 中間速度層が有効な距離帯と旅行時間の算出条件

が比較的高い規格で概成されているが、表-1によれば、沿線都市との距離は1.5～5km程度である。このため、本研究では、アクセス・イグレスの組合せを考慮し、中間速度層までの平均的な距離 Y_m を2km、3km、4kmの3ケー

スとする。なお、中間速度層の旅行速度 V_m は、(2)を踏まえて60km/hとし、便宜的に中間速度層と一般道路の接続は2km間隔、旅行時間は2kmごとに算出する。

a) 中間速度層が有効な距離帯

図-13は、中間速度層までの距離が2kmの場合（ケース1）において、一般道路、中間速度層、高速道路それぞれを利用した場合の旅行時間を距離別に示している。

この中で、高速道路利用による旅行時間は、一般道路と高速道路のみの2階層と、これに中間速度層を加えた3階層の2種類を表示している。ただし、高速道路利用による旅行時間は、一つ先のICから戻の方が短い場合もあり、一律には増加しない。

中間速度層の有効な範囲は、一般道路と中間速度層の交点を超える距離から中間速度層と高速道路（3階層）の交点までの距離であり、表-2はそれぞれの値を示している。中間速度層までの距離が短いほど中間速度層の有効な範囲が広がることは、図-9中段からも明らかであるが、全体としてみれば、最小で10～20km、最大で40～50kmがその範囲であり、静岡県の中核生活圏を構成する都市間距離と同程度である。

b) 中間速度層による旅行時間の短縮

中間速度層によって得られる短縮時間の最大値は、図-13の一般道路と高速道路（2階層）の交点となる旅行時間とそのときの中間速度層の旅行速度との差であり、表-3のとおりケース1では19分、ケース3では12分の時間短縮が期待される。

一方、中間速度層は、高速道路に連絡するまでの旅行時間を短縮させることとなり、高速道路利用者に対して

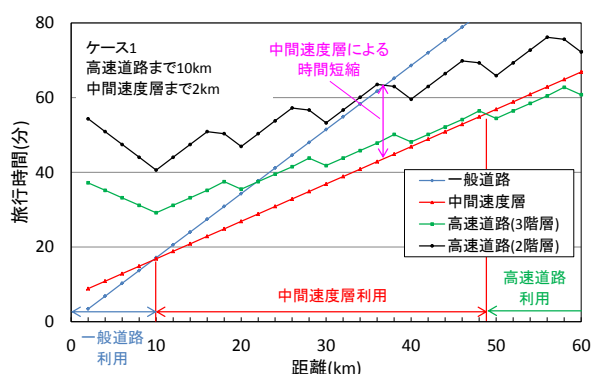


図-13 道路の種類別旅行時間(ケース1)

表-2 一般道路・高速道路の利用に対し
中間速度層の利用が有効な範囲

中間速度層 までの距離	一般道路と 中間速度層の交点	中間速度層と 高速道路の交点
ケース1: 2km	10km	49 km
ケース2: 3km	14 km	40 km
ケース3: 4km	19 km	38 km

もメリットが高い。本研究では、中間速度層から高速道路までの区間について、中間速度層によって連絡することを想定しているため、中間速度層から高速道路ICまでの距離（ $Y_1 - Y_m$ ）が長いケース1において最も旅行時間の短縮が図られることとなる。表-3では、各ケースの最大・最小の値を示しているが、最大で13～16分の旅行時間の短縮を得ることとなる。

c) 中間速度層による旅行速度の向上

図-14は、a)において得られた一般道路、中間速度層、高速道路の旅行時間からそれぞれの旅行速度を距離別に算出し、最も高いものをつなぎ合わせた旅行速度の遷移図である。この図では、3つのケースに加え、一般道路と高速道路による2階層の旅行速度の遷移も合わせて示している。

これによれば、中間速度層の利用が有効な距離帯では、2階層の場合に比べて旅行速度が大幅に向上することがわかる。一方で、距離に応じて、利用経路は一般道路から中間速度層、高速道路の順に遷移していくが、旅行速度の増加率は直線的でなく距離とともに低下する。また、旅行速度の大きさは、中間速度層までの距離が長いほど低い。例えば、30kmの地点で実現する旅行速度は、中間速度層までの距離が2kmのケース1では49km/hであるのに対し、4kmのケース3では41km/hである。

このことは、都心部より離れた地点でバイパス等を整備しようとするとき、より高い速度サービスが必要となることを意味する。

表-3 中間速度層による旅行時間の短縮時間

	最大短縮 時間	高速道路利用の 短縮時間	
		最小	最大
ケース1: 2km	19分	11分	16分
ケース2: 3km	15分	10分	14分
ケース3: 4km	12分	9分	13分

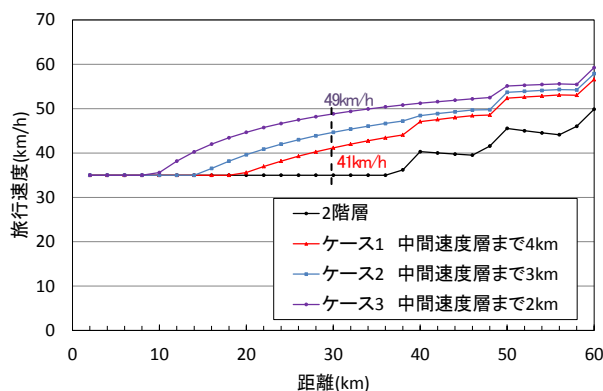


図-14 中間速度層による旅行速度の遷移

d) 中間速度層による旅行時間の短縮効果

本研究では、図-9 中段に示す一般道路と高速道路の利用の場合とこれに中間速度層を加えた場合の距離別の最短旅行時間にトリップ長分布（図-9 下段）を乗じ、それぞれ合計して求めた値（以降、「旅行時間評価値」という）より、中間速度層による旅行時間評価値の減少率を算出し、これを旅行時間の短縮効果とした。その結果を表-4 に示している。トリップ長分布（距離帯別トリップ数／全トリップ数）は、平成 22 年度道路交通センサス OD 調査による全国の値²⁰⁾を用いている。ここで、道路交通センサス OD 調査データを用いたのは、トリップ長分布を全車種で得られる唯一の調査であるためである。なお、トリップ長分布は、全国データのみが公表されている。

各ケースの違いは、中間速度層までの距離であり、ケース 1 の旅行時間が最も短い。これによれば、ケース 1 では 16%、ケース 3 でも 9%の時間短縮効果が期待される。

さらに、この旅行時間の短縮は、図-15 のように a, b, c の領域に分解することができる。表-4 では、中間速度層によって得られるこれら各領域における旅行時間評価値の減少量の内訳についても示している。

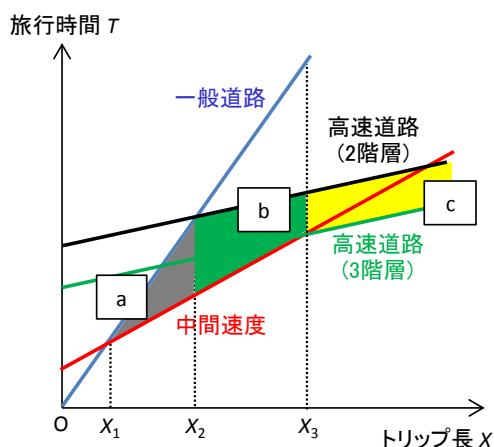


図-15 中間速度層による時間短縮効果の内訳

この中で、a は一般道路から中間速度層の利用によって時間的メリットを受ける距離帯である。一方、b は高速道路よりも中間速度層の利用の方が旅行時間が短い距離帯であるが、既に高速道路利用（2 階層）によって一定の時間短縮は受けている。この a と b の値を比較すると、a が b を大きく上回っており、これまで高速道路のメリットを受けられなかった距離帯において特に有効であることがわかる。

一方で、c の値は、中間速度層によって高速道路利用者が受ける時間短縮分である。この短縮時間は、表-3 よりケース1が最も大きいものの、高速道路の利用の方が中間速度層の利用と比べ旅行時間が短くなる距離は、表-2にみられるように他のケースよりも長い。さらに、図-9下段にみるように、トリップ数の割合は、トリップ長が長いほど小さい。このため、ケース1のcは、他のケースよりも小さい値となっている。しかしながら、ケース1でもcの値は、全体の30%以上を占めているように、中間速度層によって、高速道路利用者にも高いメリットが期待される。

6. 都市間連絡における目標サービス水準の設定

図-14に示した高速道路および中間速度層までの距離が異なる旅行速度遷移図を複数用意すれば、これを各都市間の道路整備目標として活用することもできる。

図-16は、図-7に対し図-14のうちのケース2の旅行速度の遷移図を重ね合わせている。高速道路および中間速度層までのアクセス・イグレス距離がそれぞれ合せて 20km、6km程度の都市間では、ケース2の旅行速度が目標とするサービス水準となり、実データと重ねることで現状との乖離や道路整備上の具体的な問題点・課題をより明確に提示することができる。そこで、図-17、図-18では、図-16のうち、中間速度層までのアクセス・イグレス距離が合せて6km程度の都市間を抽出し、それら

表-4 中間速度層による時間短縮効果とその内訳

	旅行時間評価値		旅行時間評価値の減少量の内訳 (1)－(2)				減少率 ((1)－(2))/(1)
	(1)2 階層	(2)3 階層	a	b	c	計	
ケース 1	3,433	2,897	235 (44%)	126 (23%)	176 (33%)	536	15.6%
ケース 2		3,029	137 (34%)	15 (4%)	252 (62%)	404	11.8%
ケース 3		3,122	72 (23%)	12 (4%)	227 (73%)	311	9.0%

※旅行時間評価値＝時間・TP 長分布(%)／100

※(1)2 階層：一般道路＋高速道路、(2)3 階層：一般道路＋中間速度層＋高速道路

の距離-旅行速度図を作成した。

都市間Bは、旅行速度40km/h以下の区間（5.8km）と60km/h程度で走行できる国道バイパスが存在する、中間速度層が有効に機能しているネットワークであり、目標旅行速度は達成されている。

一方、都市間Cは、本来国道バイパスとして高い速度サービスが期待されるものの、多くの区間で旅行速度が50km/hを下回る状況にあり、サービス目標は達成されていない。この原因としては、交通量が多いものの暫定2車線区間が連続しているためである。

7. おわりに

旅行速度50km/hを超えて走行できるような中間速度層

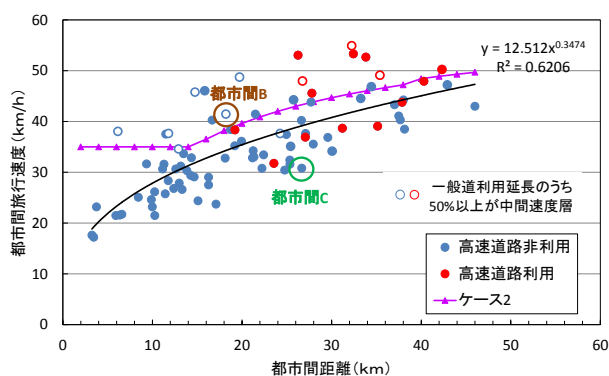


図-16 静岡県の生活圏を構成する都市間旅行速度とサービス目標の例示

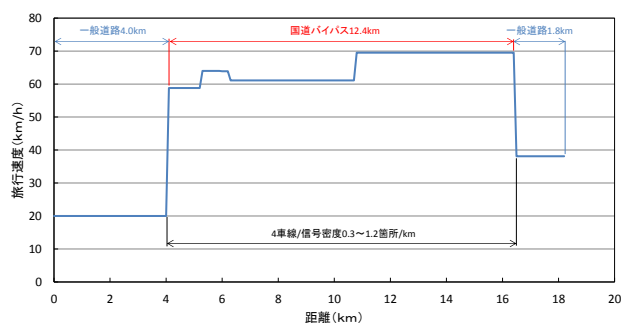


図-17 都市間Bの距離-旅行速度図

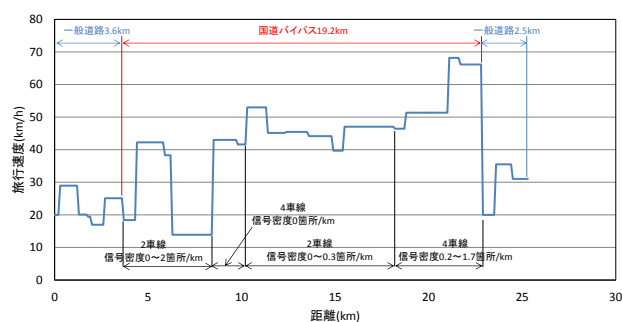


図-18 都市間Cの距離-旅行速度図

は、高速道路ネットワークを補完し、生活圏を形成する都市間連絡において重要な役割を担うことが期待される。

本研究では、これらについて既存データやフィールドスタディにより説明するとともに、さらに簡易なモデルを用いて、中間速度層の適用範囲とその有効性について試算を行った。これにより、以下の点が明らかとなった。

- (1) 中間速度層が実現する旅行速度は、50～65 km/h程度が望ましく、これを超過すると高速道路の利用と競合する可能性がある。
- (2) 高速道路および中間速度層までの距離をそれぞれ10km、2～4kmとした今回の試算では、中間速度層が有効な都市間距離は、10～50km程度である。これは、フィールドスタディとして行った静岡県の生活圏を形成する都市間距離と同程度である。
- (3) 中間速度層を利用することで、都市間の旅行速度は大きく向上する。これにより、今回の試算条件では、中間速度層を利用できる場合は、利用できない場合と比べて10～15%の時間短縮効果が期待される。
- (4) 特に、この中でも、高速道路によるメリットを受けることができなかった距離帯はもちろんのこと、これまで高速道路を利用していた層にも大きな時間短縮のメリットが期待されることが確認できた。

一方、本研究で作成した旅行速度遷移図は、都市間連絡における性能目標そのものであり、実際の都市間連絡速度と重ね合わせることで、現状のサービス水準を客観的に評価でき、プローブや道路交通センサスの区間別旅行速度と対比することで、速度サービスを低下させている区間とその原因をよりわかりやすく確認することが可能となる。

今後は、これらの成果を踏まえ、道路のサービス水準の点検やサービス水準の改善方法など、道路ネットワークの性能を向上させる仕組みを検討し提案していきたい。特に、中間速度層を担う交通機能が期待されるものの、十分な旅行速度が実現できていない道路については、ラウンドアバウトの設置や信号現時の最適化による遅れ時間の減少、車線運用の変更や中央分離帯の設置など、既存の道路空間の有効活用や交通運用といった可能な限りコストをかけずに旅行速度の向上を促し、目標とする速度サービスに段階的に近付けていくことも念頭におきながら、道路ネットワークとして性能を向上させる合理的な仕組みを考えていきたい。

参考文献

- 1) 中村英樹，大口敬，森田緯久，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, 2005.6.
- 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, pp. 195-202, 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, 2012.6.
- 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, 2014.11.
- 6) 国土交通省: 国土のランドデザイン 2050～対流促進型国土の形成～, 2014.7.
- 7) Forschungsgesellschaft für Straßen -und Verkehrswesen (FGSV): Richtlinien für integrierte Netzgestaltung RIN, 2008.
- 8) 後藤梓, 中村英樹: 拠点配置特性に応じた機能的階層型道路網構成に関する研究, 土木計画学研究・論文集, Vol. 51, CD-ROM, 2015.6.
- 9) 根城平, 浜岡秀勝: 道路の階層化に伴う効果の定量評価に関する研究, 土木学会論文集 D3 (土木計画学), Vol. 70, No. 5, pp. I_991-I_1001, 2014.
- 10) 野中康弘, 泉典宏, 下川澄雄, 大口敬, 中村英樹: 道路計画設計における実用的な性能照査実施方法の提案, 土木計画学研究・論文集, Vol. 51, CD-ROM, 2015.6.
- 11) 石村佳之, 阿部義典, 柳沢敬司, 高橋健一: 性能照査型道路計画設計の既存道路ネットワークへの実務的適用に向けた設計手法, 土木計画学研究・論文集, Vol. 51, CD-ROM, 2015.6.
- 12) 山川英一, 内海泰輔, 泉典宏, 野見山尚志, 若林糾: 道路階層別の走行性能を実現するための道路構造条件と道路階層区分相互の接続方法, 土木計画学研究・論文集, Vol. 51, CD-ROM, 2015.6.
- 13) 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・論文集, Vol. 49, CD-ROM, 2014.6.
- 14) 野村昭博, 下川澄雄, 森田緯之: 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, CD-ROM, 2015.6.
- 15) 国土交通省道路局・都市局, 平成 27 年度道路関係予算概算要求概要, 2014.8.
- 16) 国土交通省道路局, 道路統計年報 2013, <http://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-data/tokei-nen/2013/nenpo02.html>
- 17) 交通工学会, 平成 22 年度道路交通センサス一般交通量調査, DVD-ROM, 2010.
- 18) (財)地域開発研究所, 生活圏要覧平成 5 年版, 1993.
- 19) 静岡県ホームページ, 静岡 30 (サーティ)構想, <https://www.pref.shizuoka.jp/kensetsu/ke-210/road -03.html>
- 20) 規制速度決定の在り方に関する調査研究検討委員会, 平成 19 年度規制速度決定の在り方に関する調査研究報告書, p. 17, 2008.3.
- 21) 全国高速道路建設協議会, 高速道路便覧 2012, pp. 164-167, pp. 210-211, 2012.

(2015. 2. 27 受付)

STUDY ON SIGNIFICANCE AND COVERAGE OF INTERMEDIATE SPEED HIERARCHY IN THE ROAD NETWORK

Sumio SHIMOKAWA, Hirohisa MORITA and Katsuki TSUCHIYA

In this study, we point out the fact that in Japanese road networks, there is no structured system; with a built-in intermediate speed category, in which a travel speed exceeding 50 km/h is included. Considering this situation, we tried to construct a simple model having three classes of road networks in which intermediate speed roads are added on a general road and expressway. We then performed calculations based on the model, and demonstrated a scope of application for an intermediate speed category and its effectiveness.