

# 平地部において中間速度層を実現するための 道路構造に関する研究

小山田 直弥<sup>1</sup>・下川 澄雄<sup>2</sup>・吉岡 慶祐<sup>3</sup>・森田 綽之<sup>4</sup>・瀬戸 暢浩<sup>5</sup>

<sup>1</sup>学生会員 日本大学大学院 理工学研究科社会交通工学専攻 (〒274-8501 千葉県船橋市習志野台7-24-1)

E-mail: csna15006@g.nihon-u.ac.jp

<sup>2</sup>正会員 日本大学教授 理工学部交通システム工学科 (同上)

E-mail: shimokawa.sumio@nihon-u.ac.jp

<sup>3</sup>正会員 日本大学助手 理工学部交通システム工学科 (同上)

E-mail: yoshioka.keisuke@nihon-u.ac.jp

<sup>4</sup>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@i-transportlab.jp

<sup>5</sup>非会員 日本大学 理工学部社会交通工学科 (同上)

E-mail: csno12071@g.nihon-u.ac.jp

効率的な移動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の形成が極めて重要である。しかし、わが国の道路のサービス速度は、高速道路と(低速の)一般道路によって、二極化されており、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(中間速度層)が十分でない。そのため、本稿では、平成22年度道路交通センサスを用い、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。さらに、これを用いて、一般道路平地部において50km/hの旅行速度を実現するための道路構造条件(閾値)を明らかにした。

**Key Words** : Road of level terrain, intermediate speed, Hierarchical road, level of service

## 1. はじめに

効率的な移動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必要不可欠である。しかし、わが国の道路のサービス速度は、高速道路と(低速の)一般道路によって二極化されており、その間を埋める旅行速度を実現する階層(以降、「中間速度層」という)が十分でない<sup>1)</sup>。このことが道路の効率的な移動を阻害している原因の一つとなっている。

これに対し、下川ら<sup>2)</sup>は一般道路と高速道路に中間速度層を加えた3つの階層が存在する場合、生活圏を形成するような都市間距離においては、50~65km/h程度の中間速度層を有する道路が有効であると説明している。後藤ら<sup>3)</sup>は、都市拠点間連絡において、連絡する都市規模ごと、任意に設定した目標旅行時間を達成可能とする目標旅行速度(道路階層)の異なる道路の組み合わせについて検討を行い、その中で中間速度層が重要な役割を担っていると明らかにしている。

このように、中間速度層の意義は多くの論文などを通じて説明されてきた。しかし、中間速度層に相当する旅行速度を実現することのできる道路構造についてはこれまで十分に議論されていないのが現状である。

そこで、本研究では、その一環として、平地部の多車線道路を対象に平成22年度道路交通センサス(以降、「H22センサス」という)データ<sup>4)</sup>および、既存の一般に得られる地図データ<sup>5)</sup>を用い、旅行速度が50km/hを超える中間速度層を実現するための道路構造条件を明らかにすることを目的とするものである。

## 2. 既往研究の整理と本研究の位置付け

階層的な道路ネットワークを実現するためには、各階層が目標とする旅行速度と道路構造条件との関係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。

橋本ら<sup>6)</sup>は、実現される都市間の旅行速度に対して、影響を与える要因（信号交差点密度、代表沿道状況、指定最高速度、道路種別、5.5m以上改良済区間率、鉄道との平面交差箇所の有無、1車線あたり昼間12時間自動車類交通量、アクセスコントロール、付加車線及び登坂車線設置箇所の有無、歩道設置率、バス路線延長率、中央分離帯の設置状況）について数量化Ⅰ類による分析を行った。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<sup>7)</sup>は、都市や拠点間連絡における十分な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標に、旅行速度と道路構造の関係について分析を行っている。ここでは、都市内の幹線道路に着目し、旅行速度と道路構造（信号交差点密度、信号のない交差点密度、指定最高速度、区間長、アクセスコントロール、中央分離帯）の関係について、数量化Ⅰ類による分析を行い、信号交差点密度、アクセスコントロールなどが、旅行速度への影響が大きい要因としてあげている。

しかしながら、これらの研究では旅行速度に関する道路構造の導出にとどまっておき、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などを明らかにしたわけではない。

これに対し、野村ら<sup>8)</sup>は、地方部道路を対象に、50km/hを実現するための道路構造条件について分析を行っている。その結果、旅行速度50km/hを実現する条件として、a. 多車線では第3種1級、2車線では、第3種2級に相当する幅員を有していること、b. 多車線道路では、信号交差点密度1.5箇所/km以下、代表信号交差点の青時間比が60%以上であること、c. 2車線道路では、信号交差点密度1.0箇所/km以下、代表信号交差点の青時間比が65%以上であることを示している。しかしながら、この研究では、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と旅行速度との間に有意な関係性を示せていないことなどが課題としてあげられている。

このような先行研究を踏まえ、本研究では、中間速度を実現する旅行速度と、種々の道路構造条件をより明確に分析すべく、幹線道路である全国の都道府県道以上の道路を対象に、より実証的な視点から分析を行う。

### 3. 分析の考え方と手順

#### (1) 分析にあたっての着眼点

本研究では、全国の道路交通状況が網羅的に把握できる道路交通センサスデータを用いることとする。しかし、

現実には、ここから得られる中間速度層が実現できている区間は僅かと考えられる。そのため、このような状況の中で全国すべての区間データを用いて分析を行った場合、当該データは全体の中に埋没してしまい、旅行速度との明確な関係性や、閾値を見出せなくなる恐れがある。

そこで、本研究では、図-1に示すように中間速度が実現している区間のみに着目し、共通する条件について分析を行う。さらに、その結果を踏まえ、共通条件の妥当性を確認する付帯条件分析という2つの分析手順を提案した。

#### a) 共通条件分析(Step1)

中間速度（50km/h）を実現している区間を抽出し、共通する道路構造条件（交通量、信号交差点密度、車線幅員、代表信号交差点の青時間比、右折専用車線、中央分離帯、アクセスコントロール、大型車混入率、交差点密度、バス優先・専用レーン）を明らかにする。

#### b) 付帯条件分析(Step2)

a)で明らかとなった道路構造条件に対して、共通条件を全て満たしながらも50km/h以下の区間を抽出し、それが達成できていない原因を明らかにする。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。

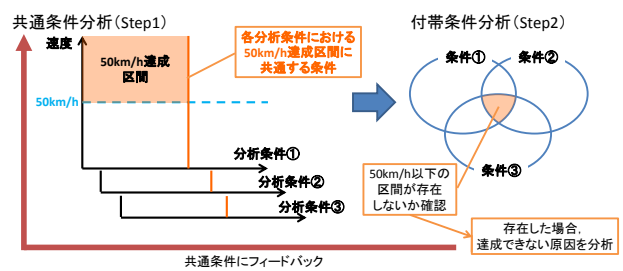


図-1 本研究の分析手順

#### (2) データセットの作成

H22センサス区間について、図-2の手順により抽出作業を行い、分析対象となる176区間を得た。

この中で、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ないものとしている。そのため、センサス区間のうち、下り方向を分析に使用すると、実際はカウントされていない終点側信号交差点を扱う必要がある。そこで、本研究では上り方向の

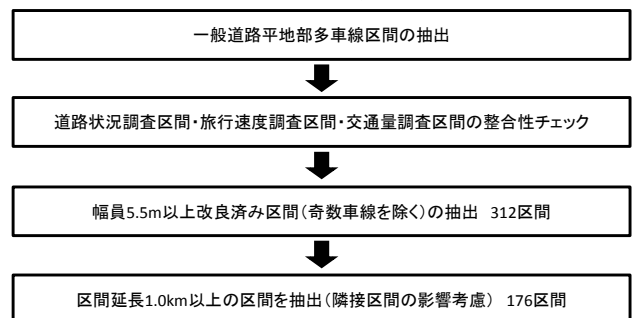


図-2 分析対象区間データの抽出

みを対象とするとともに、道路構造のもつ潜在的な速度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とした。さらに、信号交差点数については、本線の旅行速度への影響が小さい押しボタン式や立体交差の側道の信号交差点などを地図データで確認し、除いたうえで再集計した。図-3を例として示す。この区間のH22センサスにおける信号交差点密度は1.0箇所/kmである。しかし、地図データで確認をしてみると、対象区間に立体交差点(紫)が2箇所存在しており、側道の信号交差点が信号交差点数としてカウントされていた。本研究では、本線に影響の少ない信号交差点は不必要なため、これを除き、信号交差点密度0.5箇所/kmとして以降の分析を行っている。

路線名	一般国道4号	区間延長	4.1km	信号交差点数(箇所)	信号交差点密度(箇所/km)	
起点	つくば古河線	旅行速度	65.6km/h	確認前	確認後	
終点	一般国道125号			4.0	2.0	1.0 / 0.5



図-3 信号交差点密度の確認(例)

#### 4. 中間速度を実現するための道路構造条件

##### (1) 50km/h達成区間の分析(共通条件分析)

図-4は、図-2で抽出した平地部多車線道路の176区間について、非混雑時の交通量と旅行速度の関係をみたものである。ここで、非混雑時の交通量は以下の方法で算出した。

$$V_{off} = (V_{12} - V_{peak}) / (T \times l) \quad (1)$$

ここで、

- $V_{off}$ : 非混雑時交通量(台/車線・h)
- $V_{12}$ : 昼間12時間交通量(台/12h)
- $V_{peak}$ : 混雑時間帯交通量(7-9時, 17-19時, 台/4h)
- $T$ : 非混雑時時間(8時間)
- $l$ : 車線数

これによれば、交通量と旅行速度の間に相関性はみられず、それぞれの道路構造に起因して旅行速度に差異が生じていることが推察される。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45区間(赤枠内)を対象に分析を行う。

##### a) 信号交差点密度

図-5は、旅行速度50km/h以上の区間の交通量と信号交差点密度の関係を50km/h以上60km/h未満、60km/h以上の別に示している。交通量の少ない区間であっても、信号交差点密度が2.0箇所/kmを超えて50km/hを達成している区間はなく、交通量が概ね700台/車線・hを超えて信号交差点が存在する区間は確認できない。また、対象45区間のうち41の区間(信号交差点密度0箇所/kmを含む)が式(2)で示される範囲内に存在する。

なお、60km/h以上を実現している区間について着目すると、サンプル数が少ないため、式(2)のような式で説明することはできないが、全体として50km/h以上の達成

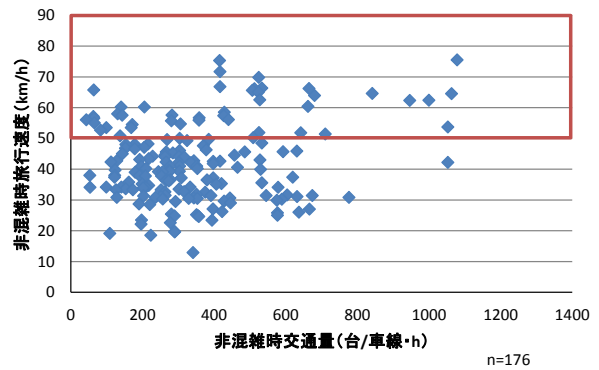


図-4 非混雑時交通量と旅行速度の関係

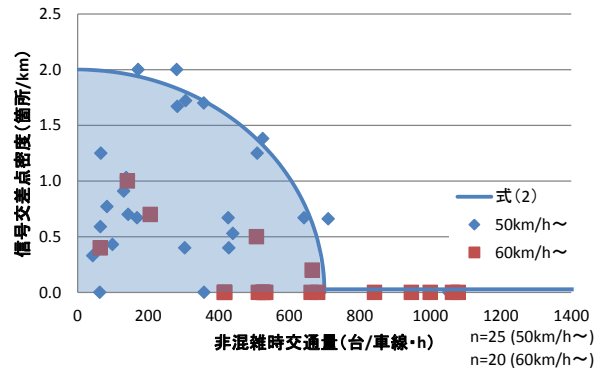


図-5 信号交差点密度と非混雑時交通量の関係

区間よりも信号交差点密度が低い状況にあることが確認できる。

$$\frac{X^2}{700^2} + \frac{Y^2}{2.0^2} = 1 \quad (2)$$

$$X \geq 0, Y \geq 0$$

ここで、

- $X$ : 非混雑時交通量(台/車線・h)
- $Y$ : 信号交差点密度(箇所/km)

b) 車線幅員

図-6は、車線幅員別に50km/hを実現している区間数を50km/h以上60km/h未満、60km/h以上の別に示している。対象45区間のうち43の区間において車線幅員が3.25m以上であることから、車線幅員3.25m以上（第3種2級相当）が旅行速度50km/hを実現している区間に共通する条件といえる。さらに、旅行速度60km/hを実現している区間については、車線幅員3.50m以上の占める割合が多いことが確認できる。

c) 代表信号交差点の青時間比

図-7は、旅行速度が50km/hを実現している区間における代表信号交差点の青時間比と信号交差点密度の関係を示している。対象45区間のうち青時間比のデータが存在していない区間（11区間）、信号交差点が存在していない区間（8区間）、従道路の交通量に対して青時間比の値が極端に低い区間（14区間）を除く12区間について確認した結果、すべての区間で青時間比が60%以上であった。このことから、青時間比60%以上が旅行速度50km/hを達成している区間に共通する条件といえる。なお、旅行速度60km/hを実現している区間は2区間のみであり、60km/h未満の区間との違いを見出すことはできなかった。

d) 右折専用車線

図-8は、旅行速度が50km/hを実現している区間における、右折専用車線の設置の有無を非混雑時交通量と旅行速度との関係の中で示している。なお、対象45区間のうち11の区間についてはデータが存在していないため、34区間について示している。

これによれば、1区間を除き右折専用車線が設置されている。交通量の極端に少ない区間では、右折待ちによる後続車両への影響はほとんどないと考えられるが、中間速度を実現すべき道路はトラフィック機能が期待されることから、安全性の観点からも右折専用車線は不可欠であると考えられる。

e) 中央分離帯

図-9は、旅行速度が50km/hを実現している区間の中央分離帯の設置状況について、データが存在していない1区間を除く44区間を対象に、地図データから設置延長を読み取り、その割合の別に示している。これによれば、44区間のうち37の区間で中央分離帯が全区間に設置されている。その一方で、交通量が少ない区間において中央分離帯の設置率の低い区間もみられる。これら区間は、田畑などが広がり沿道に建物がわずかに点在する程度であった。中央分離帯は、都市的土地利用がなされている区間においては不可欠と言えるが、このような交通量や沿道条件下では中央分離帯はなくても50km/hの旅行速度を達成することは可能であると考えられる。

f) アクセスコントロール

図-10は、旅行速度が50km/hを実現している区間に

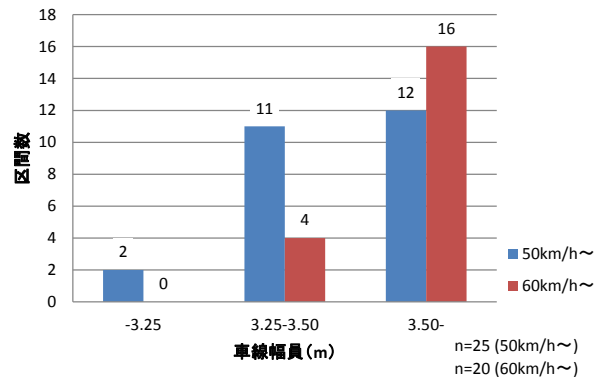


図-6 車線幅員別旅行速度50km/h以上達成区間数

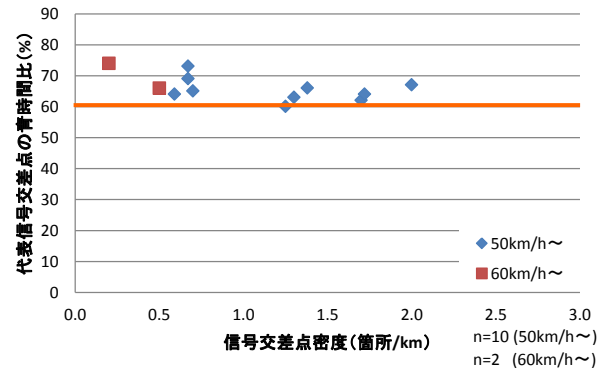


図-7 信号交差点密度と青時間比の関係

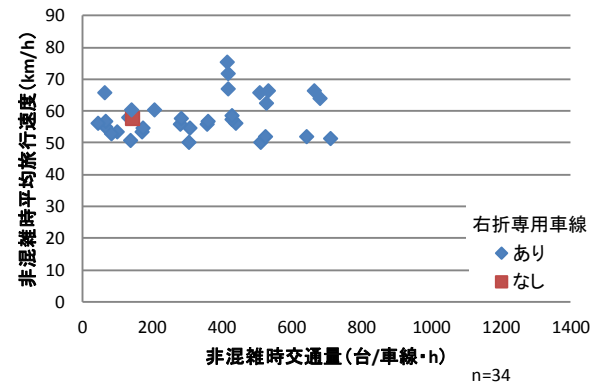


図-8 右折専用車線の有無と非混雑時交通量の関係

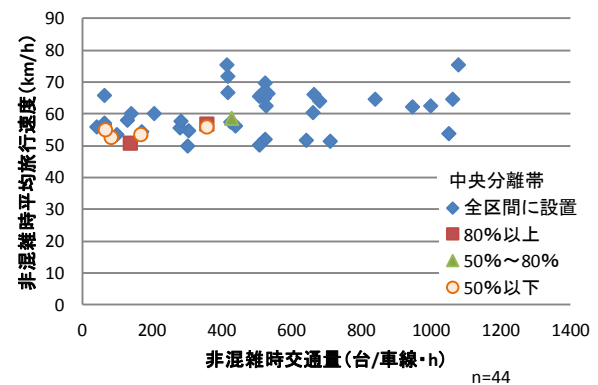


図-9 中央分離帯の有無と非混雑時交通量の関係

ける、アクセスコントロールの状況の違いを示している。交通量が700台/車線・hを超える区間では、出入自由の区間は存在しておらず、部分出入制限とする区間も1区間であった。この1区間を地図データで確認したところ、副道が設置され、本線との交差部は信号のない一旦停止によるものであり、図-5の結果とも整合している。このことからアクセスコントロールは、交通量が700台/車線・hが一つの目安であるといえる。

g) その他の道路構造条件と共通条件の整理

表-1は、a)~f)のほか、その他の道路構造と旅行速度の関係についても分析を行い、旅行速度が50km/hを実現している区間に共通する条件を整理している。しかしながら、大型車混入率、交差点密度については旅行速度と明確な関係はみられず、バス優先・専用レーンの設置区間は存在しなかった。

(2) 50km/h未達成区間の分析 (付帯条件分析)

共通条件分析で整理された、旅行速度が50km/hを実現するための条件 (閾値) は、単独の道路構造条件と旅行速度との関係から設定したものである。そこで、表-1で整理した共通条件の妥当性を検証するため、共通条件を満たしているものの、旅行速度が50km/hを実現できていない区間が存在していないかを図-11のステップで確認した。その結果、多車線道路で50km/h未達成区間131区間のうち、すべての共通条件を満たしている区間が4区間存在した。この4区間を表-2に示す。抽出された区間に対して詳細にみると、区間①は旅行速度がほぼ50km/hであり、表-1の共通条件を即座に否定するものではない。その他の3区間については、地図データを用いて確認を行ったところ、例えば図-12のように「調査対象区間の一部に2車線区間が存在している」といった、道路構造上特殊な要因を有していることが確認された。このことから、非混雑時旅行速度が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的に存在しておらず、提案した共通条件は、50km/h以上の中間速度層を実現するための道路構造条件 (閾値) として妥当であることが確認された。

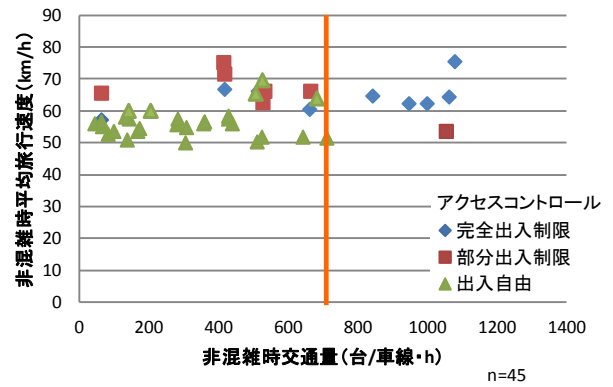


図-10 アクセスコントロールの有無と非混雑時交通量の関係

表-1 旅行速度50km/hを実現するための条件

	道路構造条件	旅行速度50km/h実現するための条件
①	交通量	有意な関係なし
②	信号交差点密度	図-3に示した範囲内で信号交差点密度の設定が必要 $\frac{X^2}{700^2} + \frac{Y^2}{2.0^2} = 1, X \geq 0, Y \geq 0$
③	車線幅員	3.25m以上
④	代表信号交差点の青時間比	60%以上
⑤	右折専用車線	設置が原則
⑥	中央分離帯	設置が原則
⑦	アクセスコントロール	700台/車線・h以上の場合、出入制限が必要
⑧	大型車混入率	有意な関係なし
⑨	交差点密度	有意な関係なし
⑩	バス優先・専用レーン	有意な関係なし

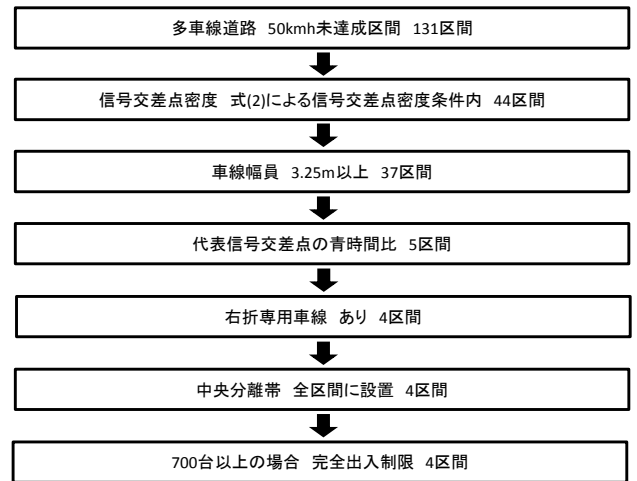


図-11 50km/h未達成区間の確認方法

表-2 50km/h未達成区間の道路構造

	路線名 (区間番号)	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 (台/車線・h)	車線幅員 (m)	青時間比 (%)	右折専用車線の有無	中央分離帯の有無	アクセスコントロール	備考
①	一般国道19号 (21300190410)	2.0	49.3	1.5	324	3.25	68	あり	あり	出入自由	ほぼ50km/hを達成
②	鳴門公園線 (10303540390)	3.2	42.7	0.9	139	3.25	61	あり	あり	出入自由	区間内で該路線が右折方向に屈曲する交差点を含む
③	一般国道42号 (30300420500)	1.2	42.6	0.8	417	3.50	67	あり	あり	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
④	一般国道141号 (20301410170)	1.4	36.6	1.4	278	3.25	69	あり	あり	出入自由	区間内の一部に2車線区間が存在



図-12 旅行速度50km/h未達成区間の確認

## 5. おわりに

本研究では、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、平地部多車線道路において、中間速度として旅行速度が50km/h以上を実現する道路構造条件（閾値）を表-1のように示すことができた。

本研究の成果を踏まえ、今後は、都市部（DID、その他市街地）を対象に分析を加える。その際には、路線バスの影響や、沿道土地利用との関係の中で信号のない交差点や中央分離帯など、平地部では見られない共通条件

が新たに加えられる可能性もある。そのため、こうした点も考慮に入れて分析を行う予定である。

## 参考文献

- 1) 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・講演集, Vol.45, 2012.6.
- 2) 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応範囲, 土木学会論文集 D3, Vol.71, No.5, pp.I\_613-I\_622, 2015.
- 3) 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公正に関する研究, 土木計画学研究・論文集, Vol.51, 2015.6.
- 4) (一社)交通工学研究会, 平成 22 年度道路交通センサス一般交通量調査, CD-ROM
- 5) Google Map : <https://www.google.co.jp/maps/>
- 6) 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.
- 7) 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, Vol.49, 2014.6.
- 8) 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, 2015.6.

(2016.4.22 受付)

## Proposal of the Road Structure for Realizing Intermediate Speed Hierarchy on Flatland Area

Naoya KOYAMADA, Sumio SHIMOKAWA, Keisuke YOSHIOKA, Hirohisa MORITA, Nobuhiro SETO