

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

橋本 雄太¹・小林 寛²・山本 彰³・中野 達也²・高宮 進²

¹非会員 復建調査設計株式会社 道路・地域整備部（〒732-0052 広島県広島市東区光町2-10-11）
前 国土交通省 国土技術政策総合研究所 道路研究室（〒305-0804 茨城県つくば市旭1番地）
E-mail: y-hashimoto@fukken.co.jp

²正会員 国土交通省 国土技術政策総合研究所 道路研究室（〒305-0804 茨城県つくば市旭1番地）
E-mail: kobayashi-h92qs@nilim.go.jp

³非会員 国土交通省 金沢河川国道事務所 加賀国道維持出張所（〒924-0032 石川県白山市村井町3）
前 国土交通省 国土技術政策総合研究所 道路研究室（〒305-0804 茨城県つくば市旭1番地）
E-mail: yamamoto-a84zx@hrr.mlit.go.jp

道路に求められる機能を確保するためには、計画・設計段階から目標とする性能を定め、その目標を実現するための道路構造や運用を考えていかなければならない。道路の性能のうち、通行機能を評価する指標として、旅行速度が第一に挙げられる。実現される旅行速度は、特に信号交差点密度による影響が大きく、既往研究によってこれらの関係を示した。一方、信号交差点密度以外にも旅行速度に影響する要因は考えられ、道路の立地や構造によって異なることも想定される。本稿では、実現される旅行速度に対して、信号交差点密度を中心に、道路の立地や構造との関係を実データで分析することによって、旅行速度に影響を与える条件及びその程度を明らかにした。これにより、目標旅行速度を達成するための道路構造や運用について、道路の計画・設計時に検討すべき項目及びその目安について考察した。

Key Words : road hierarchy, traveling speed, signalized intersection density, road planning and design

1. はじめに

道路は求められる役割に応じて機能分担される必要があり、例えば都市間を連絡するような速達性の求められる道路においては、自動車の通行機能を重視した規格や構造となるべきである。ここでの通行機能は旅行速度で表され、道路の適切な機能分担を図るためには、旅行速度が機能に応じて階層化される必要がある。道路構造令においても道路の種級区分を定め、上位の級区分ほど高い設計速度を設定することができる仕様になっている。一方、図-1に示す既往研究¹⁾では、実際に発揮されている旅行速度が級区分別に階層化されていないことが明らかになっている。これは、級区分が交通量によって区分されることによる課題（交通混雑による影響）や、信号交差点による旅行速度の低下等も考えられる。

以上を踏まえると、道路の機能に応じた階層化を図るには、新たな道路計画・設計手法が必要となる。その一つの解として、階層別に道路の目標性能（旅行速度）を設定し、その目標を達成するための道路構造や運用を決

定していく計画・設計手法が考えられる。これについては、中村ら²⁾が「性能照査型道路計画設計手法」として、そのコンセプトや導入に向けての技術的検討課題等を整理している。この手法の導入にあたっては、計画・設計段階において、信号交差点等による速度低下も踏まえ、実現可能な速度を明らかにすることが重要な課題として

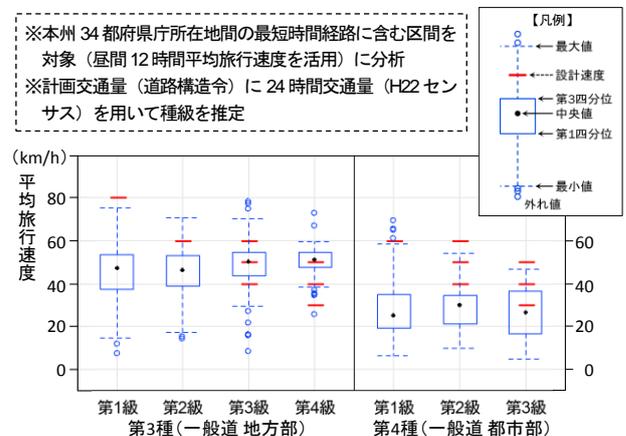
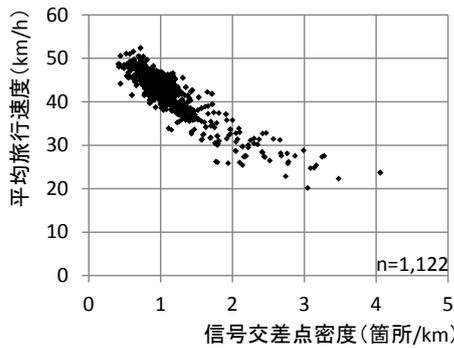


図-1 道路種級区分別（一般道路；第3種、第4種道路）の旅行速度の実態（既往研究¹⁾）



※本州34都府県庁所在地間の最短時間経路（一般道利用）
 図-2 信号交差点密度と旅行速度の関係（既往研究¹⁾）

位置づけられている。

一般道路における信号交差点による旅行速度の低下については、これまでの研究で得られた図-2に示す信号交差点密度と旅行速度の関係¹⁾において明らかになっている。また、内海ら³⁾は、信号遅れ推定式の構築によって幹線街路の旅行速度を推計する手法を開発している。一方、これらはいずれも信号交差点以外の要因が考慮されていない。旅行速度に影響を与える要因としては、信号交差点密度以外にも想定されるため、それらの要因を含めた道路状況別に旅行速度の実態を把握する必要がある。そこで本稿では、旅行速度に影響を与える道路条件を明確にし、信号交差点密度等の道路状況別に達成しうる旅行速度を実態として把握することとした。

2. 分析方法

(1) 分析に用いたデータ

道路状況別旅行速度の実態分析にあたっては、平成22年度道路交通センサス（以下、「H22センサス」という。）における昼間非混雑時の平均旅行速度および道路状況調査の結果を用いた。ここで、昼間非混雑時の平均旅行速度を用いたのは、交通渋滞による影響をできる限り回避するためである。また、旅行速度に影響を与える要因として、H22センサスにおける道路状況調査を活用することで、旅行速度と関連付けた形での分析を試みた。

分析は、表-1に示す道路状況調査の項目から相関分析や速度別区間構成比の整理等によって旅行速度に関連のある項目について類似項目に配慮して絞り込んだ上で、さらに数量化一類によって旅行速度に関連性が高く、また影響を強く与える要因を抽出した。この抽出した要因を踏まえ、信号交差点密度を中心に道路状況別に旅行速度の実態を整理した。

(2) 分析対象区間の概要

分析対象区間については、H22センサスの対象である

表-1 H22センサスにおける道路状況調査の項目

項目名		項目名	
区間延長等	調査単位区間延長	バス路線延長	
	規格改良済区間延長 幅員5.5m以上改良済区間延長	交差点数	信号あり 信号なし
幅員構成	道路部幅員	代表交差点	信号サイクル長
	車道部幅員		青時間
	車道幅員		右折コード
	中央帯幅員		交差点名
	歩道幅員	鉄道との平面交差箇所数	
	自転車道幅員 停車帯等幅員	指定最高速度	
車線数	歩道設置延長 自転車歩行者道設置延長 自転車道設置延長 自転車レーン設置延長 両側歩道設置延長 両側自転車歩行者道設置延長 両側自転車レーン設置延長 両側自転車レーン設置延長 歩道代表幅員 自転車道代表幅員	付加車線、登坂車線設置箇所数	
		代表沿道状況	
交通安全施設等		中央分離帯	中央分離帯の種類 中央分離帯の設置状況
		バス優先・専用レーンの有無	
		軌道の有無	
		自転車通行可能区分	
		異常気象時等通行規制区分	
		リバーシブルレーン運用の有無	
		アクセスコントロール	

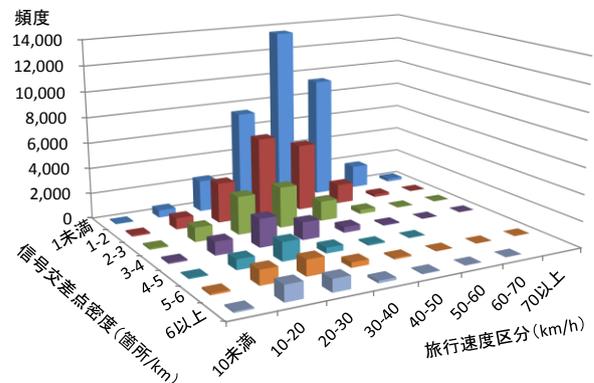


図-3 旅行速度と信号交差点密度の頻度分布

交通調査基本区間⁴⁾のうち、旅行速度調査区間で、かつ交通量や車線データの有る区間とした。また、特異値を排除するため、特に延長の短い区間で頻発している信号交差点密度10箇所/km以上の区間や、混雑度が1.0以上の区間を除くこととした。

以上で抽出した75,451区間の内訳について、図-3に旅行速度および信号交差点密度の区分別に頻度を示した。これによると、信号交差点密度が1箇所/km未満の区間が多く、当該区間では旅行速度40～60km/hの頻度が多くみられる。同様に、信号交差点密度1～3箇所/kmでは旅行速度30～40km/h、3～5箇所/kmでは20～30km/hと、信号交差点密度が高くなるにつれて、旅行速度の低い区分に多く分布する傾向がみられ、頻度分布からもこれらの関係性が見て取れる。これらの傾向を踏まえ、以降に分析結果を述べる。

3. 分析結果

(1) 旅行速度に影響を与える要因の特定

表-2 旅行速度に影響を与える要因（数量化一類）

説明変数	カテゴリー	カテゴリースコア									説明変数レンジ	偏相関係数		
		-10	-8	-6	-4	-2	0	2	4	6			8	10
信号交差点密度	～0.5箇所/km											6.60	15.54	0.40
	0.5～1箇所/km											3.33		
	1～2箇所/km											-0.96		
	2～3箇所/km											-4.91		
	3箇所/km以上											-8.94		
代表沿道状況	人口集中地区かつ商業地域											16.81	8.99	0.26
	人口集中地区(商業地域除く)											-3.95		
	その他市街地											-0.33		
	平地部											2.18		
指定最高速度	～30km/h											-3.91	7.26	0.20
	40km/h											-1.81		
	50km/h											1.14		
	60km/h以上											3.35		
道路種別	一般国道											2.32	5.62	0.17
	主要地方道(都道府県道)											-0.26		
	主要地方道(指定市市道)											-3.30		
	一般都府県道											-1.90		
	指定市の一般市道											-2.74		
5.5m以上改良済み区間率	0～20%											-4.06	4.71	0.14
	20～40%											-4.08		
	40～60%											-3.24		
	60～80%											-1.87		
	80～100%											0.63		
鉄道との平面交差箇所の有無	平面交差箇所あり											-2.81	3.05	0.09
	平面交差箇所なし											0.23		
1車線あたり昼間12時間自動車類交通量	1,000台未満											0.58	2.81	0.09
	1,000～2,000台											1.08		
	2,000～4,000台											-0.16		
	4,000～6,000台											-1.51		
	6,000台～											-1.73		

H22センサスの道路状況調査の項目のうち、旅行速度に影響を与える要因として12項目（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以上改良済み区間率、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）を抽出した。これらに12項目について、影響の大きさ（数量化一類による）を整理したものの一部抜粋（上位7項目）を表-2に示す。これによると、信号交差点密度が旅行速度との関連性、影響度合いともに他の項目と比較して高いことが分かった。信号交差点密度に次いで、代表沿道状況や指定最高速度による旅行速度への影響が大きいことが明らかになった。一方、当初の仮説として、車線数が増加するほど右左折する車両の影響が緩和され、旅行速度が向上すると想定していたものの、図-4に示すように、むしろ旅行速度40km/h未満の4車線以上の区間構成割合が高い結果となった。これは、交通量による混雑の影響が考えられ、純粋な車線数による影響を把握することができないと判断し、今回は抽出除外する結果となった。

旅行速度に影響を与える要因として挙げられた項目のうち、例えば代表沿道状況別の信号交差点密度と旅行速度（平均値）の関係を図-5に示す。これによると、同等の信号交差点密度であっても、代表沿道状況の違いによって旅行速度に差異がみられた。特に、市街地の中でも人口集中地区であるか否かで10km/h程度の差異が生じることが分かった。

また、図-6に示す指定最高速度別の関係からは、信号交差点密度の低い区間において、より指定最高速度によ

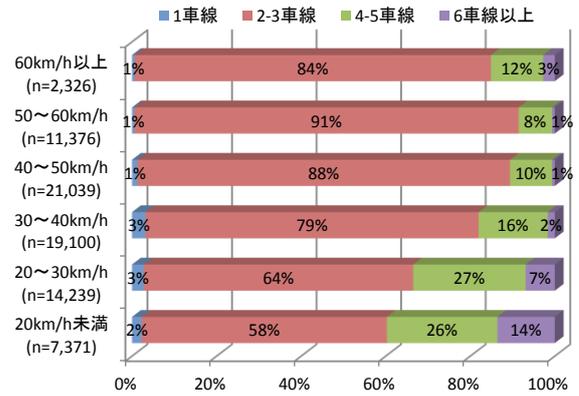


図-4 旅行速度帯別の車線数別区間構成割合

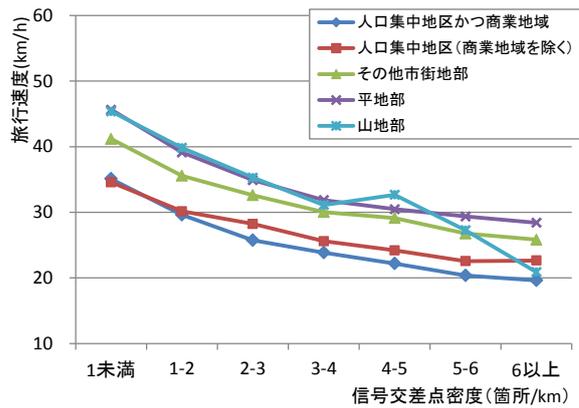


図-5 代表沿道状況別信号交差点密度と旅行速度（平均値）との関係

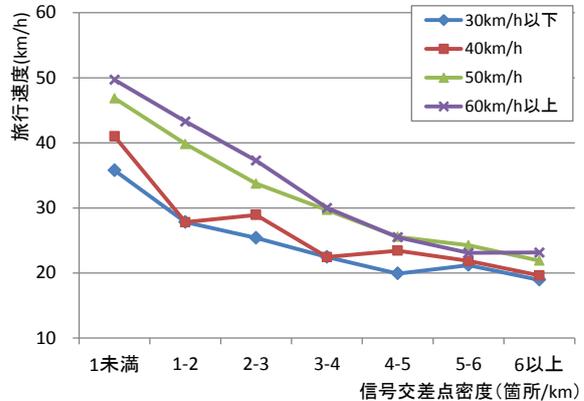


図-6 指定最高速度別の信号交差点密度と旅行速度（平均値）との関係

る影響が強いことが分かった。逆に信号交差点が密になると、指定最高速度による違いは大きくみられず、旅行速度への影響が小さいことが明らかになった。

(2) 道路状況別旅行速度の実態

信号交差点密度と旅行速度の関係について、道路の計画・設計への活用を踏まえ、想定される道路の状況別に明らかにした。例えば、都市間を連絡する地方部の都道府県道相当の道路を計画・設計することを想定し、5.5m以上改良済み区間率80～100%で、代表沿道状況が平地

部、1車線あたり交通量2,000~4,000台/12h程度の区間を抽出すると、図-7で示す関係が得られた。これによると、目標旅行速度を40km/hとした場合、指定最高速度（規制速度）50km/hを想定すると、信号交差点密度2箇所/km未満が目標達成の目安となる。また、同条件下において、延長1km区間に対して信号交差点を1箇所解消することによって、旅行速度5km/h程度の向上が見込まれることが分かった。

以上は平均値での旅行速度をみてきたが、旅行速度の実データではばらつきが多くみられる。例えば、都市部の幹線的な都道府県道相当の道路を計画・設計することを想定し、5.5m以上改良済み区間率80~100%の区間のうち、指定最高速度50km/h、代表沿道状況が人口集中地区（商業地域を除く）で、1車線あたり2,000~4,000台/12h程度の区間を抽出すると、図-8で示す結果が得られた。これをみると、平均値や85パーセンタイル値は比較的容易に関係性が分かるものの、散布図によるとばらつきが多いことが分かる。特に、信号交差点密度が低いにも関わらず、旅行速度が低い区間が比較的多く分布している。

信号交差点密度が低く、かつ旅行速度も低い区間を詳細にみると、①特異値の可能性のある区間延長が特に短い区間、②駅前広場へのアクセス区間など道路の端末区間、③両方向2車線道路で店舗等の沿道立地が多い状況にある区間等が主な特徴として挙げられた。①および②については本分析の対象として相応しくなく、精度向上のためには排除していく必要がある。一方、③については沿道への出入り車両による本線旅行速度の低下等が想定される。また、③で挙げられた区間の中には信号交差点において右折車線が設置されていない箇所も多くみられ、右折待ち車両による本線旅行速度への影響も考えられる。これらの影響要因は、本分析で用いたH22センサスにおける道路状況調査の項目だけでは、影響を十分に把握できていないものと思われる。

逆に、85パーセンタイル値を超える高い旅行速度が発揮されている区間については、片側2車線以上の道路である場合が多く、停止車両の回避が可能な幅員が確保されている。また、中央分離帯が設置されていることによって沿道右側への出入りが制御されていることや、交差点での右折待ち車両の影響が排除されていることが見受けられる。さらに、このような路線は主従関係の明確な主道路の区間である場合が多く、信号現示の青時間比を多く割り当てたり、隣接する信号サイクルを連動させたりするなど、交通運用面での工夫を行っている可能性も想定される。

これらの特に旅行速度が低い、あるいは高い区間を見比べると、明らかに道路の役割が異なり、道路計画・設計への活用を踏まえると、同じ道路状況のグループとし

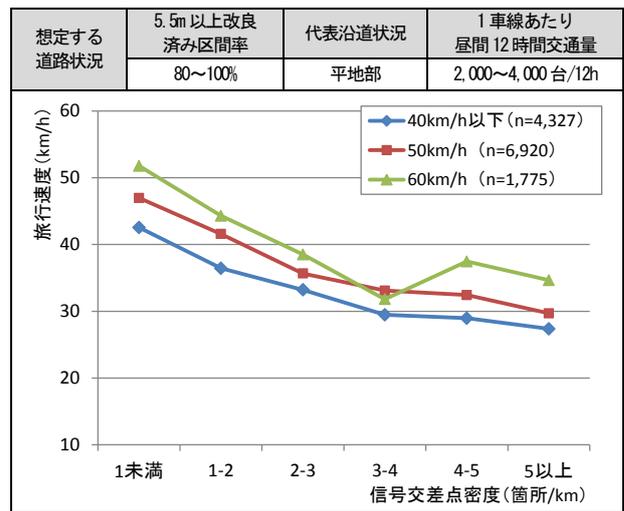


図-7 一定条件下での指定最高速度別の信号交差点密度と旅行速度（平均値）との関係

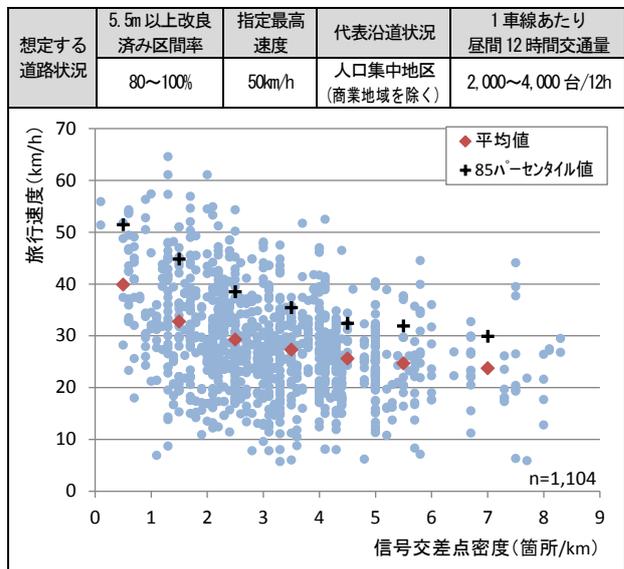


図-8 一定条件下の区間における信号交差点密度と旅行速度との関係

て集計する区間として望ましくない。しかし、道路の役割や位置づけについてはH22センサスの調査結果からは判断できず、適切なグルーピングは困難といえる。

(3) 道路計画・設計への活用に向けた課題

本稿では、道路の計画・設計での活用を見据え、道路の状況別に実現可能な旅行速度を想定することとした。しかし、道路の条件を細分化していくと、データ不足や特異な値の影響が大きくなり、想定される様々な道路状況別に関係を見出すことができていない。また、前述したとおり、道路状況調査の結果からは把握しきれない要因による旅行速度の変動や、道路の役割・位置づけが明確でないことから適切な階層区分でのグルーピングが困難であることなど、H22センサスを用いたマクロ的な分析での課題が明らかになった。

これらの課題に対して、不足データについては同等の条件を有する道路を対象に実測データを補うなどの対応が考えられる。また、道路状況調査では把握しきれないと思われる沿道出入り交通や右折車両による旅行速度の低下等については、個別に旅行速度との関係を分析する必要がある。本分析での結果を含め、これらを統合的に整理することで、道路計画・設計段階で導入可能な、高い精度で旅行速度を想定する手法としての活用が見込まれる。

4. まとめ

本稿では、道路の機能に応じた適切な階層化を背景に、信号交差点密度等の道路状況に応じた旅行速度の実態分析を行い、道路計画・設計への活用について考察した。

以下に得られた知見を示す。

- H22センサスの旅行速度および道路状況調査の結果を用いることで、道路の状況と関連づけた形で旅行速度の実態を把握することができた。
- 旅行速度に強く影響を与える要因として、信号交差点密度の他、代表沿道状況や道路種別、指定最高速度が挙げられた。
- 本分析で得られた結果を活用することで、道路計画・設計時に達成し得る旅行速度や、信号交差点の廃止によって向上する旅行速度の想定が実態ベースで確認可能となった。
- 本分析では、サンプル数の制約も課題となり、想定される様々な道路状況で達成し得る旅行速度を明らかにするためには、実測データを補うなど対応が必要である。

- 道路状況調査の調査項目以外が旅行速度の影響要因となっていることも想定され、沿道出入りや右折車両等の状況を踏まえた旅行速度の想定が必要となる。

道路の機能に応じた適切な階層ネットワークの構築にあたっては、現道改良における制約や沿道住民の理解等、実現に向けては多くの課題を有する。一方で、都市間の連結性向上や、バイパス道路の機能向上など、求められるニーズも多い。したがって、ネットワークを構築する道路各々の役割分担を明確にし、路線ごとに機能向上を図る必要がある。そのためにも、本分析の精度向上を含め、機能向上に資する検討を引き続き進め、道路の計画・設計に反映していくことが重要と考える。

参考文献

- 1) 橋本雄太，小林寛，山本彰，上坂克巳：都市間道路のサービス水準の実態と道路階層性評価，土木計画学研究・講演集，Vol.45，CD-ROM，2012.
- 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，Vol.67，No.3，2011.
- 3) 内海泰輔，中村英樹，中井麻衣子：信号遅れ推計に基づく幹線街路の旅行速度推定法，土木計画学研究・講演集，Vol.36，CD-ROM，2007.
- 4) 上坂克巳，大脇鉄也，松本俊輔，古川誠，水木智英，門間俊幸，橋本浩良：交通調査基本区間標準・基本交差点標準，国土技術政策総合研究所資料，No.666，2012.

(2013.5.?)