

道路ネットワークの機能的階層化のための 必要条件に関する研究

柿元 祐史¹・中村 英樹²・石山 良太³

¹正会員 名古屋大学大学院助教 環境学研究科 持続的共発展教育研究センター
(〒464-8603 名古屋市千種区不老町C1-2 (651))

E-mail: kakimoto@nagoya-u.jp

²フェロー会員 名古屋大学大学院教授 環境学研究科 都市環境学専攻 (同上)

E-mail: nakamura@genv.nagoya-u.ac.jp

³正会員 国土交通省東北地方整備局三陸国道事務所 調査第一課 (〒027-0029 宮古市藤の川4番1号)

E-mail: ishiyama-r82ac@mlit.go.jp

近年、我が国の道路ネットワークの整備は概成しつつあるが、本来発揮すべきサービスを発揮できていない道路も多い。特に、幹線道路でサービスの質が不十分であるが、これは沿道施設へのアクセスや信号交差点等によるところが大きい。これらの解決策として、ネットワークの機能的階層化によって各道路が発揮すべきサービスを明確にした上で、それを担保する道路構造と交通運用を決定する設計思想が必要であると考えられる。そこで本研究では、道路ネットワークの機能的階層化に必要な道路の性能目標の設定方法を示し、目標達成のために許容できる信号交差点密度の条件を明らかにすることを目的とする。仮定の起点・終点間に、それぞれ幹線道路、および一般道路を用いる2つの経路を仮定し、幹線道路を用いる経路が最短時間または最小コストとなるネットワークの必要条件を明らかにした。また、信号交差点密度に応じた旅行速度推定モデルを用いて、性能目標を達成するために許容できる最大信号交差点密度を明らかにした。

Key Words : Hierarchical road network, Travel speed, Requirements, Signalized intersection density

1. はじめに

近年、我が国の道路ネットワークの整備は概成しつつある。国土交通省道路統計年報¹⁾によれば、各道路の総延長に占める実延長+重用延長(重複区間の延長)の割合は、一般国道、主要地方道(含主要市道)、一般都道府県道のそれぞれで96.5、99.5、98.4%あり、未供用区間は5%未満となっている。しかしながら、それらの道路の使われ方に着目すると、信号交差点などの平面交差が連続した幹線道路や、通過交通の流入する生活道路など、安全性・円滑性の問題が日常的に生じている。これは、各道路が提供する機能が明確にされておらず、多様な使われ方がされていることに起因している。

道路が提供する機能を明確にする考え方として、道路ネットワークの機能的階層化²⁾(以下、階層化)がある。階層化とは、道路の交通機能のうち移動機能と沿道出入機能³⁾の程度に応じて、道路の機能の差別化を図ることである。階層化により、各道路が発揮する機能が明確と

なることで、道路が本来あるべき利用主体・機能に応じた使われ方をすることが想定される。

階層化を進めていくためには、各道路に求められる機能とその性能目標を明らかにしたうえで、目標を達成できるような道路構造・交通運用上の条件を整える、性能照査型道路計画³⁾の考え方が必要となる。しかし、我が国においては、性能照査型道路設計の下で道路計画がなされる例はほとんどない。その原因の一端として、各道路を計画する際の性能目標の設定手法、およびその目標値を達成するために求められる道路構造や交通運用が明らかにされていないことが挙げられる。

よって、本研究では、道路ネットワークの階層化に際して必要となる道路の性能目標の設定方法を示したうえで、その目標を達成するために許容できる信号交差点密度の条件を明らかにする。

2. 既往研究のレビュー

中村ら⁴⁾は、わが国の道路ネットワークにおいて日常的に生じている幹線道路の渋滞や生活道路への通過交通の混入といった交通問題の多くは、各道路が持つ移動機能と沿道出入機能の分担が曖昧であることにより生じているものと指摘している。そのうえで、従来の道路区分を根本から見直し、ネットワーク特性に応じた道路階層区分の第一次試案を提示した。また、道路ネットワークの階層化手法に関する研究として下川ら⁵⁾は、現状の道路ネットワークには旅行速度の観点から見て、高速道路と一般道路間の速度を發揮する階層である「中間速度層」が存在しないことを指摘した。そして、簡易なモデルを用いた試算により中間速度層整備によるネットワークとしての旅行時間短縮効果を示している。また、中間速度を50km/h～65km/hと定義し、この速度層を達成するような道路構造上の条件を示している。

このように、既往研究では、階層化に際して各道路に求められる目標旅行速度の目安や、その旅行速度を達成するための道路構造・交通運用上の留意点の整理が行われている。交通工学研究会⁶⁾による研究成果報告書においては、機能に応じて分類すべき階層やそれぞれの階層に必要とされる道路構造や交通運用上の留意点がまとめられている。一方で、これらの研究で定められている値はあくまでも目標値であり、任意の道路ネットワークへ適用することは難しい。つまり、ある道路ネットワークの条件が与えられた時に、そのネットワークの目標とすべき値の求め方や、その目標値を達成するために必要とされる条件を、改めて整理することが望まれる。

よって、本研究では、任意の道路ネットワークに対して、各階層の道路が使われるための性能目標の設定手法を示すとともに、その目標を達成するための最大の信号交差点密度を明らかにする。

3. 仮想ネットワークおよび計算条件の設定

ここでは、仮想ネットワークに上位と下位の道路階層を仮定し、上位の階層の道路を利用するためのネットワーク形状および旅行速度を把握することを検討し、性能目標の設定手法を示すための計算条件について示す。

(1) 仮想ネットワークの設定

本分析では、図-1に示す道路ネットワークを仮定する。このネットワーク上には、起点から終点*j*に向かうODに対して、起終点を一本の道路で結ぶ「一般道路」と起点からラインホールおよびアクセス/イグレス階層の道路を使用して終点に向かう「ラインホール道路」の2つの経路を想定する。

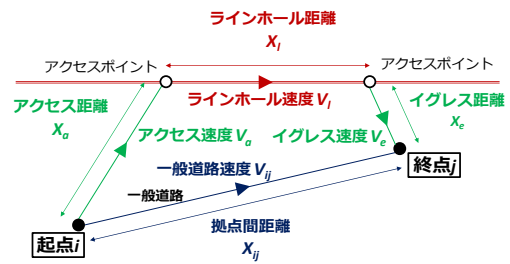


図-1 仮想ネットワーク

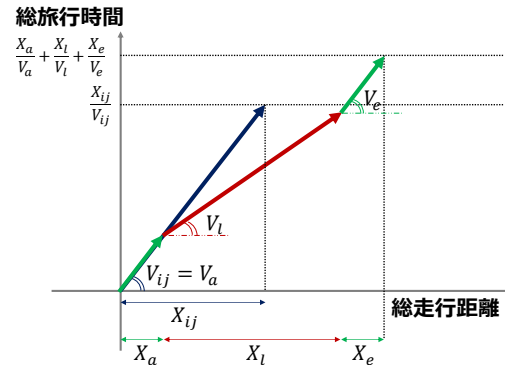


図-2 総走行距離と総旅行時間の関係

(2) 経路選択パラメータの設定

仮想ネットワークにおいて、ラインホール道路が使用されるための条件を検討する。本分析では、最短旅行時間と最小旅行コストの2つの評価によって実施する。

a) 最短旅行時間経路

ラインホール道路が、最短旅行時間経路になる経路を選択すると仮定すると、条件式は式(1)で表される。

$$\frac{X_a}{V_a} + \frac{X_l}{V_l} + \frac{X_e}{V_e} \leq \frac{X_{ij}}{V_{ij}} \quad (1)$$

$$V_l > V_a = V_e \geq V_{ij} \quad (2)$$

ここに、 X_{ij}, X_a, X_l, X_e は、それぞれ拠点間距離、アクセス距離、ラインホール距離、イグレス距離、 V_{ij}, V_a, V_l, V_e は一般道路の旅行速度、アクセス道路の旅行速度、ラインホールの旅行速度、イグレス道路の旅行速度である。また、簡単のために $V_a = V_e$ とし、上位階層と下位階層との間で速度の逆転が生じないという条件として、式(2)を与えている。

なお、一般的に道路ネットワークにおいては階層間の接続箇所には交差点やインターチェンジ等が存在し、階層間の移動時に遅れを伴うが、本分析では階層間の移動の遅れも含めた旅行速度として扱っている。

図-2に、各経路の総走行距離と総旅行時間の関係の模式図を示す。横軸が総走行距離、縦軸が総旅行時間となっており、傾きが速度を表す。図-2の条件では、一般道路利用の方が総旅行時間が短いため、このネットワーク

形状および旅行速度であれば一般道路を利用すると考えられる。

次に、ネットワークの特性を表現する変数として、式(3)、式(4)に示す変数 α, β を定義する。

$$\alpha = \frac{X_a + X_l + X_e}{X_{ij}} \quad (\alpha \geq 1.0) \quad (3)$$

$$\beta = \frac{X_l}{X_a + X_l + X_e} \quad (0 < \beta \leq 1.0) \quad (4)$$

ここに、 α はラインホール道路の総走行距離に対する一般道路の距離の比（以降、迂回率）、 β はラインホール部分の距離に対するラインホール道路の総走行距離の比（以降、ラインホール距離比）、である。

α と β の2変数を用いることで、式(1)を式(5)で示すことができる。

$$\frac{\alpha(1-\beta)}{V_{ae}} + \frac{\alpha\beta}{V_l} \leq \frac{1}{V_{ij}} \quad (5)$$

$$V_{ae} = V_a = V_e \quad (6)$$

ここに、 V_{ae} はアクセス道路とイグレス道路の旅行速度が同じである場合のアクセス/イグレス道路の旅行速度、である。

これにより、任意のOD間距離に応じたネットワーク形状について分析を行うことが可能となる。

b) 最小旅行コスト経路

ラインホール道路が、最小旅行コスト経路となる経路を選択すると仮定すると、条件式は式(7)で、旅行コストは式(8)のように表せる。

$$C_a + C_l + C_e \leq C_{ij} \quad (7)$$

$$C_x = BT_x + BR_x \quad (8)$$

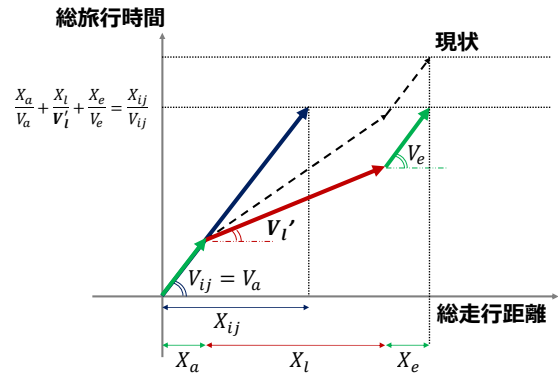
ここに、 C_{ij}, C_a, C_l, C_e はそれぞれ道路の旅行コスト、アクセス道路の旅行コスト、ラインホール道路の旅行コスト、イグレス道路の旅行コスト（円/年）、 C_x は道路 $x = (ij, a, l, e)$ の旅行コスト（円/年）、 BT_x, BR_x は道路 x の総走行時間費用、総走行経費、である。

BT, BR は費用便益分析マニュアル⁷⁾を踏まえて式(9)、式(10)により算出する。本分析では、乗用車のみを対象とする。

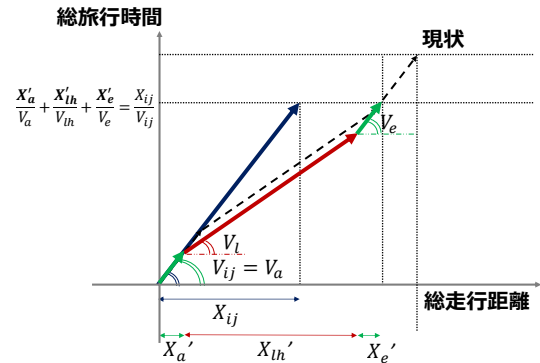
$$BT = \sum_x (Q_x \times T_x \times \tau) \times 365 \quad (9)$$

$$BR = \sum_x (Q_x \times L_x \times \varphi) \times 365 \quad (10)$$

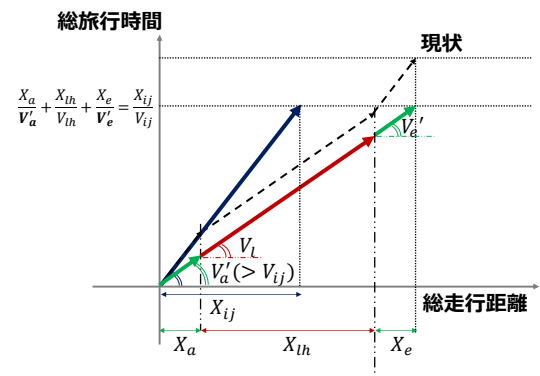
ここに、 Q_x は道路 x における乗用車の交通量(台/日)、 T_x は道路 x における乗用車の走行時間(分)、 τ は乗用車



(a) ラインホールの旅行速度の引き上げ



(b) 道路ネットワークの改良



(c) アクセス/イグレスの旅行速度の引き上げ

図-3 分析シナリオのイメージ

の時間価値原単位（円/分・台）、 L_x は道路 x の延長(km)、 φ は乗用車の走行経費原単位（円/台・km）、である。

式(11)と式(12)は、 T_x と L_x を式(1)に示す変数で表したものであり、これにより旅行コスト経路も旅行速度及びネットワーク形状に感度があることが分かる。

$$T_x = \begin{cases} \frac{X_{ij}}{V_{ij}} & \text{(一般道路利用)} \\ \frac{X_a}{V_a}, \frac{X_l}{V_l}, \frac{X_e}{V_e} & \text{(ラインホール道路利用)} \end{cases} \quad (11)$$

$$L_x = \begin{cases} X_{ij} & \text{(一般道路利用)} \\ X_a, X_l, X_e & \text{(ラインホール道路利用)} \end{cases} \quad (12)$$

(3) 分析シナリオの設定

図-2で示したラインホール道路が使用されない道路条

件から、式(1)もしくは式(7)を満たすように改良することを検討すると、以下の3つのシナリオが考えられる。

- (a)ラインホールの速度改善によるラインホールの旅行速度 V_l の引き上げ (図-3(a))
- (b)道路ネットワーク (α, β) の改良 (図-3(b))
- (c)アクセス/イグレスの速度改善によるアクセス/イグレスの旅行速度 V_{ae} の引き上げ (図-3(c))

上記のシナリオの変数を目的変数として式(5)を解くことにより、最短旅行時間経路および最小旅行コスト経路に必要なネットワーク形状および旅行速度を明らかにする。(c)については、(a)と(b)に対する追加改良として、各々の分析に加えて実施する。

また、表-1にコスト算出に用いるパラメータおよび原単位を示す。走行経費原単位について、旅行速度70.0km/h未満の場合は、一般道(市街地)の値を、70.0km/h以上の場合は高速・地域高規格道路の値を用いる。これは、日本において、旅行速度70.0km/h以上で走行できる道路は、高速道路もしくは地域高規格道路であるためである。

表-1 コスト算出のための各種パラメータ及び原単位⁷⁾

	条件	使用する値
一般道路の道路延長 X_{ij} <small>*走行経費のL_x算出のみに使用</small>	-	10 km
交通量 Q_i	-	1 台/日
時間価値原単位(τ) [乗用車]	-	39.60 円/分・台
走行経費原単位(φ)* [乗用車、一般道(市街地)の値] <small>*条件にない速度の原単位は、速度間の値を直線補間することにより算出</small>	5km/h	38.33 円/台・km
	10km/h	28.02 円/台・km

	55km/h	20.21 円/台・km
	60km/h	20.35 円/台・km
走行経費原単位(φ)* [乗用車、高速・地域高規格の値] <small>*条件にない速度の原単位は、速度間の値を直線補間することにより算出</small>	70km/h	8.50 円/台・km
	75km/h	8.60 円/台・km

	85km/h	8.91 円/台・km
	90km/h	9.15 円/台・km

4. 仮想ネットワークを用いた性能目標の設定

(1) ラインホールの旅行速度 V_l の引き上げ

上位の階層の道路を選択するために必要なラインホール旅行速度 V_l の下限値を把握する。式(5)をラインホール旅行速度に対して式変形をすると、式(13)となる。

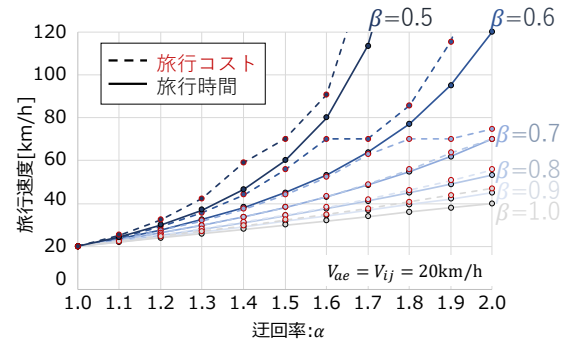
$$V_l \geq \frac{\alpha\beta}{\frac{1}{V_{ij}} - \frac{\alpha(1-\beta)}{V_{ae}}} \quad (13)$$

この式の $\alpha, \beta, V_{ij}, V_{ae}$ にそれぞれ任意の値を代入し、ネットワーク形状に応じたラインホールの旅行速度 V_l を把握する。

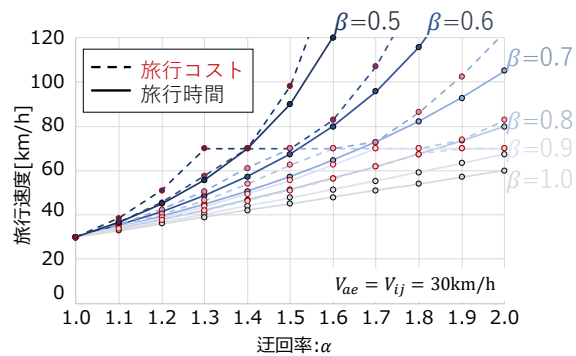
a) ネットワーク形状とラインホール旅行速度の関係

図-4に、 $V_{ae} = V_{ij}$ でのネットワーク形状とラインホール旅行速度の関係を示す。実線は最短旅行時間経路、破線は最小旅行コスト経路を示す。迂回率 α が増加すると、必要となるラインホール旅行速度が増加する。これは、総旅行距離が一般道路に比べて増加することにより、ラインホール道路を利用することで増加した距離を補うだけの速度で移動する必要があるためである。また、ラインホール距離比 β が減少すると、必要となるラインホールの旅行速度が急激に増加する。これは、他の道路と速度差のあるラインホール区間が短くなるため、より短い区間で一般道路の旅行時間を下回る必要があるためである。また、 V_{ae} と V_{ij} の値が20km/hから30km/hに増加すると、必要となるラインホール旅行速度が高くなる。

最短旅行時間経路と最小旅行コスト経路で必要となる



(a) $V_{ij} = V_{ae} = 20.0 \text{ km/h}$



(b) $V_{ij} = V_{ae} = 30.0 \text{ km/h}$

図-4 道路ネットワークとラインホール旅行速度

ラインホール旅行速度を比較すると、最小旅行コスト経路の方が、最短旅行時間経路よりも必要な旅行速度が高いことが分かる。これは、一般道路よりもラインホール道路の方が総走行距離が長いことにより必要となる速度に加えて、走行経費の増加分も補う必要があるため旅行速度が高くなる。また、70km/h前後で最小旅行コスト経路の線がいびつな形状となっている理由は、前章で述べた走行経費原単位の違いのためである。高速・地域高規格道路の原単位を用いた場合 ($V_l \geq 70 \text{ km/h}$) では、最短旅行時間経路と最小旅行コスト経路の乖離が小さく

なることが分かる．このことから高速・地域高規格道路として整備することにより，最短旅行時間経路に近い条件の旅行速度で，ラインホール道路へ経路変更されることがわかる．

b) アクセス/イグレス道路の旅行速度引き上げの効果

図-5は，最短旅行時間経路での，アクセス/イグレス道路の旅行速度の引き上げを行った場合の結果を示している．実線は $V_{ae} = V_{ij}$ の際の結果，点線は $V_{ae} = V_{ij} + 5\text{km/h}$ の結果を示す．アクセス/イグレス道路の旅行速度が増加することにより，必要なラインホール旅行速度の下限値の線が下へ移行していることが分かる．また，その変化量はラインホール距離比 β が小さいほど大きくなる．つまり，アクセス/イグレス距離の長い道路などでは，ラインホール旅行速度の引き上げより，アクセス/イグレスの旅行速度をわずかに引き上げるだけで，ラインホール道路へと経路変更を促すことができる可能性を示している．

(2) 道路ネットワークの改良

上位の階層に経路を変更するために必要なネットワークの形状を把握するため，式(5)をラインホール距離比 β について解くと，式(14)となる．

$$\beta \leq \frac{V_l(V_{ae} - \alpha V_{ij})}{\alpha V_{ij}(V_{ae} - V_l)} \quad (14)$$

この式の $\alpha, V_l, V_{ij}, V_{ae}$ にそれぞれ任意の値を代入し，ラインホールの旅行速度 V_l に応じたラインホール距離 β を把握する．

a) 迂回率とラインホール距離比の関係

図-6に， $V_{ae} = V_{ij}$ での迂回率とラインホール距離比の関係を示す．実線は最短旅行時間経路，破線は最小旅行コスト経路を示す．迂回率 α が増加すると，必要となるラインホール距離比が増加する．これは，総旅行距離が増加することにより，一般道路に比べて速度の高いラインホールで増加した時間を補うだけの移動が必要になるためである．また，ラインホール旅行速度 V_l が増加すると，必要となるラインホール距離比が減少する．これは，一般道路との速度差が大きくなることにより，一般道路の旅行時間を下回るために必要な距離が短くなるためである．また， V_{ae} と V_{ij} の値が 20km/h から 30km/h に増加すると，必要となるラインホール距離比が大きくなる．

最短旅行時間経路と最小旅行コスト経路のラインホール距離比を比較すると，最小旅行コスト経路の方が，最短旅行時間経路よりもラインホール距離比が大きいことが分かる．これは，一般道路よりもラインホール道路の方が総走行距離が長いことによる走行経費の増加分を，速度の高いラインホールの走行距離を延ばすことで，総旅行時間の短縮を図ることができるためである．

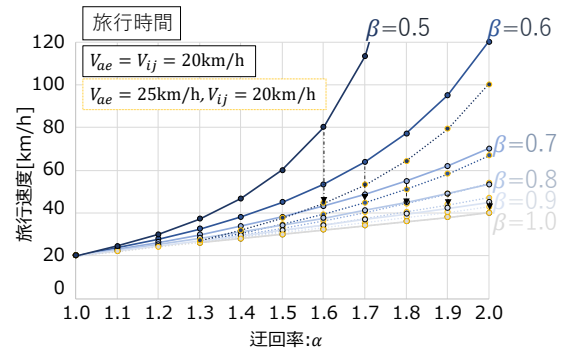
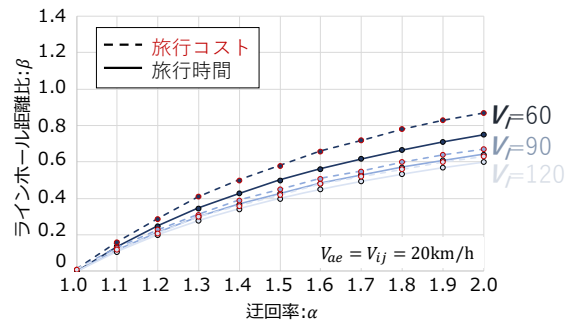
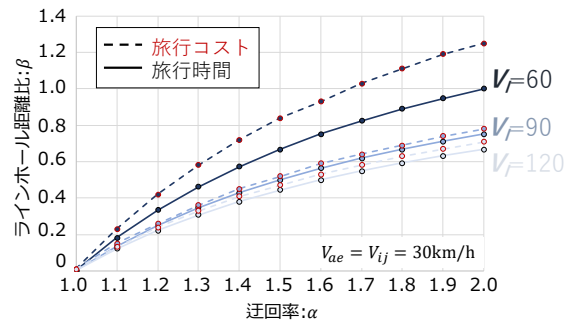


図-5 アクセス/イグレスの旅行速度引き上げ (最短旅行時間経路, $V_{ij}=20.0\text{km/h}$, $V_{ae}=25.0\text{km/h}$)



(a) $V_{ij}=V_{ae}=20.0\text{km/h}$



(b) $V_{ij}=V_{ae}=30.0\text{km/h}$

図-6 迂回率とラインホール距離比の関係

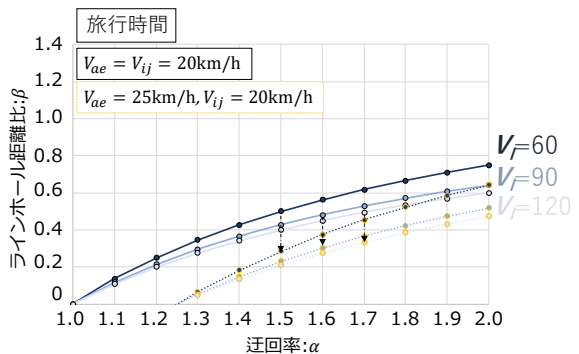


図-7 アクセス/イグレス道路の旅行速度引き上げ ($V_{ij}=20.0\text{km/h}$, $V_{ae}=25.0\text{km/h}$)

b) アクセス/イグレス道路の旅行速度引き上げの効果

図-7は，最短旅行時間経路の結果における，アクセス/イグレス道路の旅行速度の引き上げを行った場合の結

果を示している。実線は $V_{ae} = V_{ij}$ の際の結果、点線は $V_{ae} = V_{ij} + 5\text{km/h}$ の結果を示す。アクセス/イグレス道路の旅行速度が増加することにより、必要なラインホール距離比の値が下へ移行していることが分かる。また、その変化量は、ラインホールの旅行速度 60km/h が最も大きく、 90km/h と 120km/h はほとんど同じとなっている。これは、高速・地域高規格道路の原単位によるものであり、 $V_l \geq 90\text{km/h}$ では原単位が一定になることから変化量も同じになったと考えられる。

以上より、アクセス/イグレス道路の旅行速度をわずかに引き上げることにより、ラインホールの整備延長を短くすることができる可能性を示した。

5. 目標旅行速度を達成するための道路条件の把握

ここでは、前章で把握したラインホール旅行速度を性能目標と仮定し、その性能目標を達成するための道路条件を把握する。本研究では、道路条件として交差点密度に着目し、柿元・中村⁹⁾が示している信号交差点密度と旅行速度の分析結果と図-4の結果を基に、性能目標を実現するための最大信号交差点密度を把握する。図-8は、柿元・中村⁹⁾が示す信号交差点密度に応じた旅行速度の結果の軸を入れ替えたものであり、旅行速度を入力値としてその旅行速度を達成する際に許容できる最大信号交差点密度を示すことができる。

表-2に、迂回率 $\alpha = 1.5$ の場合について、目標旅行速度を達成するために許容できる最大信号交差点密度をラインホール距離比 β に応じて示す。ここで、最大信号交差点密度は、増加するほど旅行速度が低下することから、四捨五入をせず端数を切り捨てた値を採用している。

表-2(a)は、最小旅行時間経路の考え方にに基づき算出したネットワーク形状 (α, β) に応じた目標旅行速度と規制速度別の最大信号交差点密度を示したものである。目標旅行速度が大きくなるにつれて、また規制速度が小さくなるにつれて、最大信号交差点密度は小さくなる。これは、信号交差点密度の増加により目標旅行速度が達成できなくなるためである。

また、表-2(b)は、最小旅行コスト経路の考え方にに基づき算出したネットワーク形状 (α, β) に応じた目標旅行速度と規制速度別の最大信号交差点密度を示したものである。最小旅行時間経路の場合と傾向は同じであり、目標旅行速度が大きくなるにつれて、また規制速度が小さくなるにつれて、最大信号交差点密度は小さくなる。最大信号交差点密度を最小旅行コスト経路と最小旅行時間経路で比較すると、最小旅行コスト経路の方が最大信号交差点密度は小さくなる。これは、4(1)の分析結果から

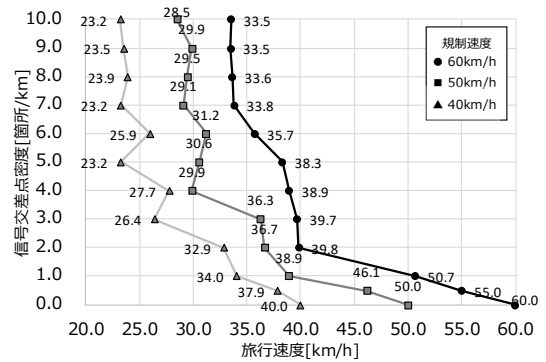


図-8 旅行速度を達成するための最大信号交差点密度 (青時間比0.50, 柿元・中村⁹⁾の図を筆者らで変形)

表-2 旅行速度に応じた信号交差点密度の関係

(a) 最小旅行時間経路 ($V_{ae} = V_{ij} = 20\text{km/h}$)

α	β	目標旅行速度 V_l [km/h]	規制速度別 最大信号交差点密度 [箇所/km]		
			60.0	50.0	40.0
1.5	0.5	60.0	0	*	*
	0.6	45.0	1.5	0.58	*
	0.7	38.2	5.0	1.3	0.42
	0.8	34.3	6.7	3.3	0.97
	0.9	31.8	*	3.7	2.1
	1.0	30.0	*	3.9	2.4

(b) 最小旅行コスト経路 ($V_{ae} = V_{ij} = 20\text{km/h}, X_{ij} = 10\text{km}$)

α	β	目標旅行速度 V_l [km/h]	規制速度別 最大信号交差点密度 [箇所/km]		
			60.0	50.0	40.0
1.5	0.5	70.0	*	*	*
	0.6	55.8	0.42	*	*
	0.7	44.0	1.6	0.65	*
	0.8	38.2	5.0	1.3	0.42
	0.9	34.6	6.5	3.2	0.93
	1.0	32.3	*	3.6	2.0

*図-8の適用範囲外, ※最大信号交差点密度は、有効数字3桁目を切り捨てた値

もわかるとおり、最小旅行コスト経路の方が最小旅行時間経路に比べて目標旅行速度が高いためである。

表-2(a)と表-2(b)いずれにおいても、複数の規制速度下で目標旅行速度を達成できる信号交差点密度の条件が存在することが分かる。目標旅行速度が規制速度に比べて十分に小さい場合、信号交差点密度が高くても目標が達成可能となるためである。しかし、規制速度と目標旅行速度の乖離が大きい場合、道路利用者の満足度に悪影響を与えることが考えられるため、このような設計は望ましくない。

これらより、道路のネットワーク形状 (α, β) に応じた目標旅行速度 V_l に対して、許容できる最大信号交差点密度の値について検討することができるようになった。ただし、本研究での検討はあくまで交通量が微小である

状況での道路の潜在性能⁹⁾についての検討であり、交通量の増加に伴う旅行速度の低下については考慮していないことに注意が必要である。

Akandwanaho and Nakamura¹⁰⁾によれば、往復4車線の幹線道路の旅行速度は、信号交差点密度に加えて、希望速度、交通量、信号のサイクル長によって変わること示唆しており、本研究で考慮できていない交通量、信号のサイクル長にも言及している。そして、検討対象の交通量の範囲（交通容量比<0.9）では、希望速度や信号のサイクル長の変化による旅行速度の減少率の方が、交通量の増加による減少率よりも大きい結果となっている。

つまり、交通量や信号サイクル長を考慮すると、表-2の値よりも小さい値がラインホールの性能を達成するために許容できる最大信号交差点密度となるため、複合的な要素を含めた検討が必要である。

6. おわりに

本論文では、1OD2経路の簡易ネットワークを仮定して、道路ネットワークの階層化に際して必要となる各道路の性能目標の設定方法を示したうえで、その目標を達成するための道路の条件（ここでは、最大信号交差点密度）を明らかにした。

道路ネットワーク形状の違いによるラインホール旅行速度 V_l の分析では、迂回率 α が大きくなるほど V_l は大きくなり、ラインホール距離比 β が大きくなるほど V_l は小さくなることを示した。また、アクセス/イグレス道路の旅行速度 V_{ae} の引き上げが、必要とするラインホール旅行速度を小さくすることに大きく寄与することを明らかにした。ここで得られたラインホール旅行速度を目標旅行速度として、既往研究の分析結果を基に目標旅行速度を達成するために許容できる最大信号交差点密度を把握した。これにより、道路の設計段階で許容できる信号交差点密度が把握できることにより、道路に求める性能を考慮した交差点形式やその箇所数の決定を適切に行うことが可能となる。ただし、本研究では交通量が微小である状況での検討であるため、交通量の増加に伴う旅行速度の低下については別途考慮する必要がある。

本研究では、ネットワーク形状と目標旅行速度の関係について仮想ネットワークを用いて提示したにとどまり、日本の実道路では現在どのような状況にあり、ネットワー

ク形状、ラインホール旅行速度のどの部分において問題が生じているのか確認をする必要があると考えられる。また、今回はターゲットとする1ODのみに着目した分析であり、交差点を設定することによって生じる新たなODに対して考慮がされていない。実道路においては、様々なODが混在することによる道路の性能の低下がみられることから、様々なODに対する考慮が必要である。

謝辞：本研究は国土交通省「道路政策の質の向上に資する技術研究開発」の助成を受けたものです。

参考文献

- 1) 国土交通省道路局：道路統計年報2018（道路現況総括表），<https://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-data/tokei-nen/2018/nenpo02.html>, 2018.（閲覧2019年9月08日）
- 2) 一般社団法人交通工学研究会：機能階層型道路ネットワーク計画のためのガイドライン（案），平成27~29年度 基幹型研究課題，<http://www.jste.or.jp/Activity/act1.html>, 2018.9.
- 3) 下川澄雄，内海泰輔，中村英樹，大口敬：道路階層区分を考慮した交通性能照査手法の提案，土木計画学研究発表会・講演集，Vol.43, 2011.5.
- 4) 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，土木計画学研究発表会・講演集，Vol.31, 2005.6.
- 5) 下川澄雄，小山田直弥，吉岡慶祐，森田綽之：中間速度を実現するための道路構造条件の分析，交通工学論文集，第4巻，第1号(特集号A)，pp.A_55-A_63, 2018.2.
- 6) 一般社団法人交通工学研究会：平成24~26年度 基幹研究課題「道路の交通容量とサービスの質に関する研究」最終成果報告書，<http://www.jste.or.jp/Activity/act1.html>, 2015.8.
- 7) 国土交通省道路局，都市局：費用便益分析マニュアル，2018.2.
- 8) 柿元祐史，中村英樹：信号交差点密度を考慮した道路事業便益の算出手法，交通工学研究発表会・論文集，Vol.39, 2019.8.
- 9) 柿元祐史，中村英樹：道路の交通機能における潜在性能と顕在性能に関する一考察，交通工学研究発表会・論文集，Vol.38, 2018.8.
- 10) Akandwanaho, E. and Nakamura, H.: Analysis of Travel Speed on 4-Lane Signalized Arterials, World Conference on Transportation Research – 15th WCTR 2019, 2019.5.

(2019.10.1 受付)

A STUDY ON THE REQUIREMENTS FOR FORMING A FUNCTIONALLY HIERERCHICAL ROAD NETWORK

Yuji KAKIMOTO, Hideki NAKAMURA and Ryota ISHIYAMA