

道路構造・交通運用に起因する道路交通性能 に関する国際比較分析

高橋 健一¹・稲本 雄一²・柿元 祐史³・張 馨⁴・中村 英樹⁵

¹正会員 三井共同建設コンサルタント株式会社 (〒141-0032 東京都品川区大崎1-11-1)

E-mail: takaken@mccnet.co.jp

²学生会員 名古屋大学大学院 環境学研究科 (〒464-8603 名古屋市千種区不老町C1-2(651))

E-mail: inamoto.yuichi.x7@s.mail.nagoya-u.ac.jp

³正会員 株式会社オリエンタルコンサルタンツ (〒980-0811 仙台市青葉区一番町4-6-1)

E-mail: kakimoto@oriconsul.com

⁴正会員 名古屋大学大学院講師 環境学研究科 (〒464-8603 名古屋市千種区不老町C1-2(651))

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

⁵フェロー会員 名古屋大学大学院教授 環境学研究科 (同上)

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

日本の道路の旅行速度は、特に幹線道路においてはドイツやアメリカといった諸外国に対して低い水準にあると考えられる。このような交通性能の差が、道路構造や交通運用のどのような違いによってもたらされているのかを把握することは、今後の日本の道路計画を検討していく上でも重要である。昨今、Google Mapsやそのストリートビューといった国内外の旅行速度や道路構造、交通運用を簡便に把握し得るオンラインデータが普及してきており、それらのデータを活用した国際比較を行うことも可能となっている。そこで本稿では、国内外の幹線道路において、求められる道路機能が同等である区間の道路構造、交通運用を比較し、道路交通性能として閑散時旅行速度について、オンラインで入手可能なデータを活用した国際比較を行った取り組みについて報告する。

Key Words: traffic performance, international comparison, road structure, traffic operation

1. はじめに

我が国では、道路構造令¹⁾に基づく仕様型道路設計による道路の量的整備が進み、道路ネットワークは概成しつつある。一方で道路の質に着目すると、特にトラフィック機能が必要と考えられる幹線道路においては、低い規制速度や信号交差点密度など走行速度を低下させる要因が多く、諸外国と比較して高い水準の道路交通性能を有しているとは言えない状況である。

このような状況において、2018年道路法改正により重要物流道路制度²⁾が創設され、また、国土交通省各地方整備局や地方自治体においては「新広域道路交通ビジョン」および「新広域道路交通計画」が策定され、概ね20～30年間の中長期的な広域道路交通のあり方が示されているところである。この新広域道路交通計画の中では、広域道路として高速自動車国道を含めた自動車専用道路

を中心とした高規格道路とそれを補完する一般国道等を中心とした一般広域道路が設定されており、それぞれに求められるサービス速度の確保等を図ることが謳われている。

広域道路等に求められるサービス速度を照査することは、中村・大口ら³⁾⁴⁾により提唱されてきた性能照査型道路計画設計においてもその必要性が謳われているが、必要な道路交通性能(ここでは主に広域交通を担う幹線道路を対象とし、旅行速度を取り上げる)に対して、どのような道路構造あるいは交通運用を採用すべきかについては明らかになっていないことが多く、必要な道路交通性能、道路構造、交通運用の面から、我が国における幹線道路の整備方針を体系的に整理した計画論が待たれるところである。

データの取得に関しては、昨今のICTやインターネットでの情報提供サービスの進展により、道路構造や交通

運用，旅行速度等のデータをオンラインで容易に取得できる環境が整ってきており⁹⁾，これらデータを活用することにより，道路交通性能の国際比較分析や必要な道路交通性能を満足するための道路構造や交通運用に関する分析を行うことも可能になってきている。

本稿では，オンラインで取得したデータを活用することにより我が国の幹線道路における道路構造，交通運用，道路交通性能について国際比較を行った取り組みについて報告する。

2. Google Maps等を活用したデータ取得

(1) データ取得方法

本稿で分析に用いるデータは，道路交通性能の指標となる旅行速度，旅行速度の大きな影響要因と考えられる沿道状況，車線数，信号交差点密度，規制速度である。後述の対象路線を沿道状況，車線数，規制速度が変化する箇所を区間に分割し，区間毎にデータを取得している。区間毎に0～23時の時間帯別に取得した旅行速度のうち，最も早い旅行速度をその区間の閑散時旅行速度として使用する。データの取得方法や後述の国際比較の方法については，稲本らの研究⁷⁾に詳述されている。

各データの各国における取得方法の概要および対象路線においてデータを取得した区間数を表-1に示す。

表-1 取得データと取得方法，取得区間数の概要

取得データ	日本	アメリカ	ドイツ
旅行速度	GMDAPI ^{※1}	GMDAPI ^{※1}	GMDAPI ^{※1}
沿道状況	センサス ^{※2} 土地利用データ ^{※3}	土地利用データ ^{※3} Google Maps	土地利用データ ^{※3} Google Maps
車線数	センサス ^{※2}	Google Maps	Google Maps
信号交差点密度	センサス ^{※2}	Google Maps	Google Maps
規制速度	センサス ^{※2}	Google Maps	現地調査 Google Maps
区間数	65	63	71

※1：Google Maps Directions API

※2：平成27年度全国道路・街路交通情勢調査(道路交通センサス)⁹⁾

※3：日本「国土数値情報 土地利用細分メッシュデータ⁹⁾」
アメリカ「MD Land Use / Land Cover 2010¹⁰⁾」
ドイツ「Kartendienst Landschaftsplanung¹¹⁾」

(2) 国際比較の方法

本稿では，機能分類により階層的に構成されたナショナル・ハイウェイ・システムが構築されているアメリカ¹²⁾と拠点間の連絡機能階層に応じたサービスレベルの道路ネットワークが形成されているドイツ¹²⁾を国際比較の対象国として選定する。

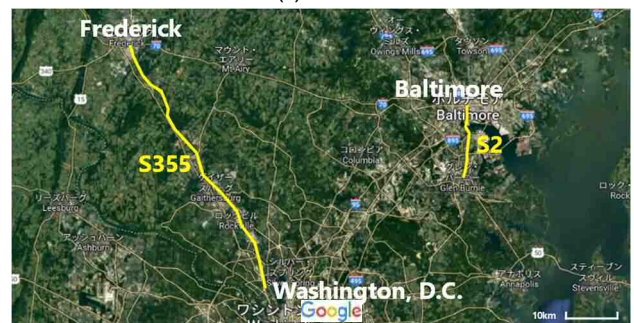
選定した対象国の中で，機能階層型道路ネットワーク計画のためのガイドライン(案)¹³⁾における高次都市拠点，生活拠点，小さな拠点を含む都市であり，周辺都市との連絡に際して比較的高いトラフィック機能を必要とする階層B及びCと想定される路線が多く存在する地域として，日本では愛知県名古屋～豊橋付近，アメリカではメリーランド州ワシントンD.C～ボルチモア付近，ドイツではバーデン=ヴュルテンベルク州シュツットガルト～ウルム付近を選定する。

データ取得を行う路線としては，市街部と平地部の区間を有する路線として，日本では一般国道1号，19号，23号，151号，アメリカではメリーランド州道(state highways)2号，355号，ドイツでは連邦道路(Bundesstraßen)10号，27号，295号，463号のそれぞれ一部区間を選定する。

データ取得を行った各国の路線を図-1(a),(b),(c)に示す。



(a) 日本



(b) アメリカ



(c) ドイツ

図-1 データ取得した比較対象路線
(Google Mapsの画像に著者らが加工)

3. 諸外国との道路構造比較

(1) 対象路線全体の道路構造比較

各国の道路構造について、市街部と平地部に分類される沿道状況別に、車線数、規制速度、信号交差点密度の状況を整理した。

a) 往復車線数

往復車線数別の道路延長比率を、図-2(a),(b)に示す。

市街部は、ドイツは2~4車線で占められており、アメリカ、日本では5車線以上の区間も存在している。ドイツの車線数が~4車線となっているのは、アメリカはワシントンD.C.やボルチモア市街部、日本は名古屋市街部が対象路線に含まれる一方、ドイツはシュツットガルトやウルム市街部を対象路線に含んでいないことが影響している。5車線以上の区間も存在するものの、アメリカと比べると日本は2~4車線の比率が高い。

平地部は、各国とも2~6車線を有しており、ドイツで5~6車線の比率がやや低いが、各国で車線数毎の比率に大きな差異は見られない。

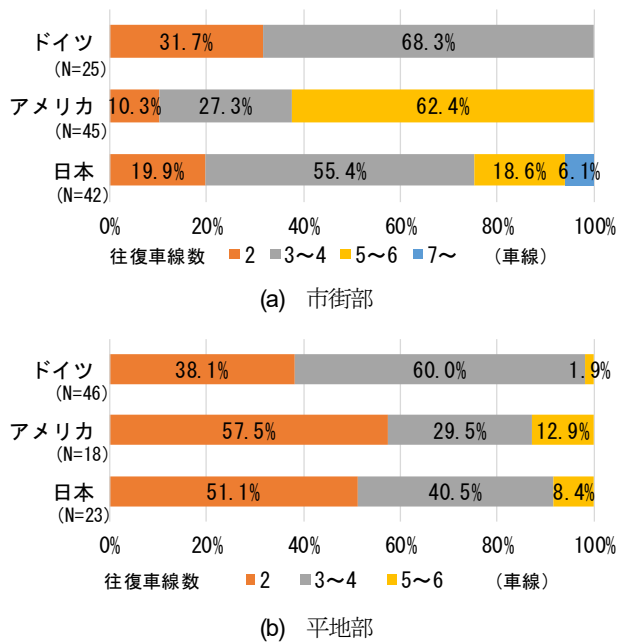


図-2 沿道状況別往復車線数の国際比較

b) 規制速度

規制速度別の延長比率を、図-3(a),(b)に示す。

市街部は、ドイツは80km/h以上の区間が多く見られるが、これは自動車専用道路区間が含まれることが要因であり、80km/h以上の区間を除くとほとんどが45~55km/hで占められる。ドイツにおいては市街部での一般道路の規制速度が基本的に50km/hと設定されていることが要因である。アメリカは55~80km/hの比率が高く、日本は35~45km/hの区間がドイツ、アメリカの倍以上の比率となっている。

平地部は、ドイツとアメリカは自動車専用道路ではない区間でも80km/h以上の区間が多く見られ、日本は一般道路の規制速度が60km/hであることから80km/h以上の区間は見られない。また、40km/hの区間が見られるのは日本のみであり、その比率は約18%である。

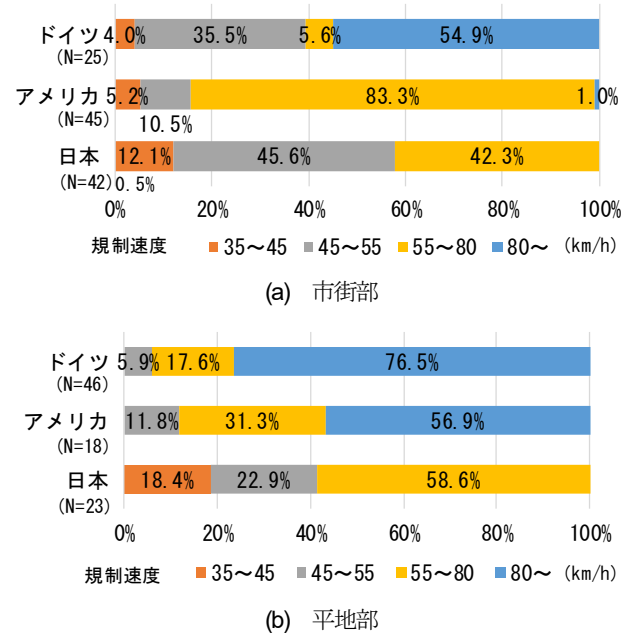


図-3 沿道状況別規制速度の国際比較

c) 信号交差点密度

信号交差点密度の区間数比率を図-4(a),(b)に示す。

市街部は、各国ともに4箇所/km以上の区間を有しているが、日本は2箇所/km以上の比率が約80%と他国に比べて高く、信号交差点密度が高い区間を多く有する。

平地部は、0~0.5箇所/kmの区間がドイツとアメリカでは70%以上であるのに対して日本は約20%と少ない。

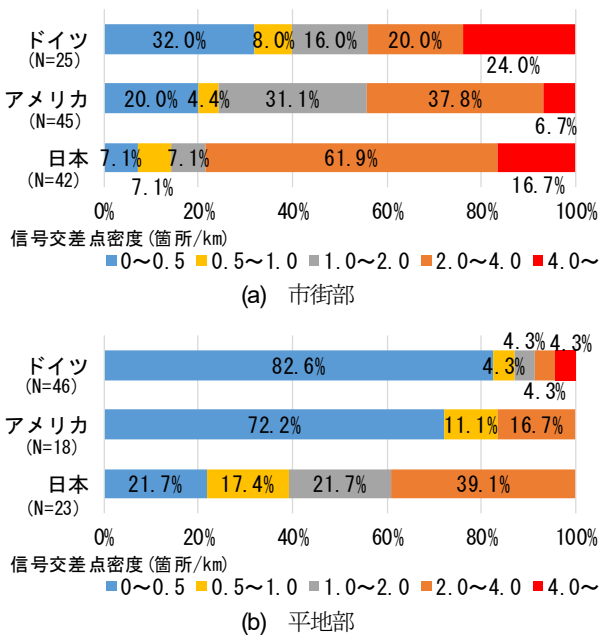


図-4 沿道状況別信号交差点密度の国際比較

(2) 個別路線における道路構造比較

次に、平地部の路線が単区間だけ市街部に区間設定されている集落を通過する箇所において、各国の道路構造や交通運用の状況を整理した。

a) ドイツ

ドイツ連邦道路10号のうち、シュツットガルト～ウルム間のUrspring付近における道路構造・交通運用の状況を図-5(a),(b),(c),(d)に示す。

Urspring市街部の前後区間で市街部に近づくにつれ規制速度が100km/h、70km/hと低下し、市街部では50km/hとなり、短い区間であっても沿道状況に応じて異なる規制速度が設定されている。さらに市街部では、騒音対策として夜間の規制速度が30km/hと低く設定されている。

また、小さい集落で市街部区間が短いものの、市街部内に信号交差点は1箇所しか設置されておらず、その他は無信号交差点となっており、信号交差点による幹線道路の遅れ時間が抑えられている。一方で沿道に商業施設も立地しており、沿道施設から幹線道路への車両の出入りは制限されていない。

市街部前後の規制速度が高い平地部区間においては歩道は設置されていないが、市街部では両側に歩道が設置されており、市街部内外での道路構造の変化が明確である。さらに市街部入口付近には市街部を示す標識や規制速度50km/hの標示の他、分離島を設けて視覚的にも市街部の入口であることを明確にしている。



(b) 市街部前後区間の状況



(c) 市街部入口付近の状況



(d) 市街部内の状況

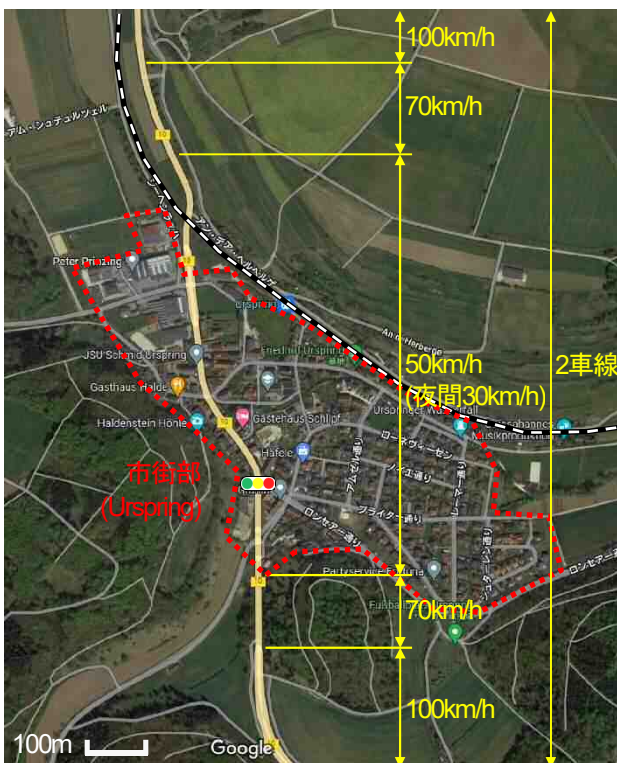
図-5 ドイツ連邦道路10号Urspring付近の道路構造・交通運用

b) アメリカ

アメリカ、メリーランド州道355号のうち、ワシントンD.C.～フレデリック間のUrbana付近における道路構造・交通運用の状況を図-6(a),(b),(c),(d)に示す。

Urbana前後区間の平地部では40mile/hの規制速度であるのに対して、市街部では35mile/hと低く設定され、ドイツのUrspring付近程の速度差はないものの、やはり短い区間であっても沿道状況に応じて異なる規制速度が設定されている。また、市街部前後区間は2車線であるのに対して市街部区間は4車線となっており、植栽を伴う広い分離帯で上下線が分離されている。ドイツのUrspring付近と比べて市街部の延長が長く、信号交差点は2箇所設置されているが、ラウンドアバウトも2箇所に導入されており、信号交差点による遅れを最小限に抑えている。

市街部前後区間ではドイツのUrspring付近同様歩道は設置されていないが、市街部内では両側に歩道が設置されている。分離された4車線道路ということもあり沿道に商業施設や集合住宅等の立地はあるものの、沿道施設から幹線道路への出入りは制限され、区画道路及び集散道路を介して交差点で幹線道路にアクセスするように道路ネットワークが整備されている。市街部入口付近より分離帯を設けて、市街部の入口であることを明確にしている。



(a) 市街部付近の道路構造・交通運用状況 (Google Mapsの画像に著者らが加工)



(a) 市街部付近の道路構造・交通運用状況



(b) 市街部前後区間の状況



(c) 市街部入口付近の状況



(d) 市街部内の状況

図-6 メリーランド州道355号Urbana付近の道路構造・交通運用 (Google Maps の画像に著者が加工)

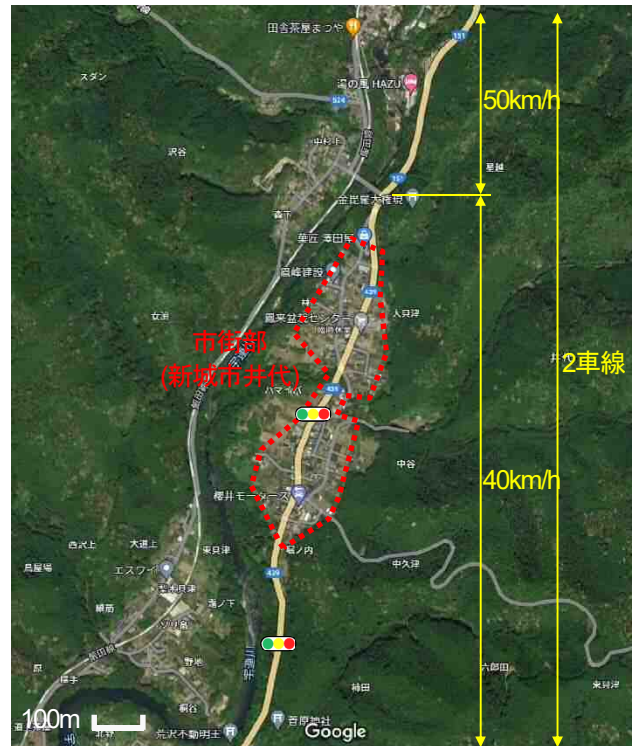
c) 日本

日本では、豊橋と飯田を結ぶ国道151号のうち、愛知県新城市井代付近における道路構造・交通運用の状況を図-7(a),(b),(c),(d)に示す。

新城市井代付近は2車線であり、市街部北側の平地部において50km/hから40km/hへと規制速度が変わるものの、市街部南側においては40km/hが連続する。これは次の市街部が近いことが要因のひとつと考えられる。

当該市街部に信号交差点は設置されていないものの、単路部の横断歩道に信号機が設置されており、市街部南側の平地部においても横断歩道に信号機が設置されてい

る。これは片側歩道が上り線側から下り線側に切り替わる箇所に横断歩道と信号機が設置されたものであるが、平地部の単路部への設置であり、規制速度は40km/hと低く設定されているものの走行速度はこれより高い可能性もあり、周辺が森林の平地部に突如信号機を伴う横断歩道が出現することとなり、歩行者にとって危険な道路構造となっている。



(a) 市街部付近の道路構造・交通運用状況



(b) 市街部前後区間の状況



(c) 市街部入口付近の状況



(d) 市街部内の状況

図-7 国道151号新城市井代付近の道路構造・交通運用 (Google Maps の画像に著者が加工)

市街部前後区間では、ドイツのUrspring付近やアメリカのUrbana付近と異なり片側歩道が設置されている。一方で市街部内でも片側歩道となっており、基本的な横断構成は平地部と市街部で変わらない。また、市街部では沿道に商業施設や家屋が立地しており、沿道施設からの車両の出入りは制限されていない。

市街部入口付近は施設立地が生じる沿道状況の変化しないため、市街部の入口であることを認識しづらい道路構造となっている。

(3) 各国の道路構造の違いに関する考察

a) 市街部

市街部では、アメリカは4車線以上で規制速度55～80km/hの区間が多く、トラフィック機能を重視しているのに対して、ドイツと日本は4車線以下で規制速度50km/h以下の区間が多く、アクセス機能も考慮した交通運用となっている。

一方で信号交差点密度に着目すると、アメリカ、ドイツでは2箇所/km以上の区間は40%程度であるのに対して日本では約80%と高く、信号交差点による遅れ時間の増加に伴い旅行速度の低下を招いていると推察される。

b) 平地部

平地部では、80km/h以上の規制速度が5割以上を占めるアメリカ、ドイツに比べて日本の規制速度は全て60km/h以下であり、40～50km/hの低い規制速度の区間も40%以上存在する。さらに、信号交差点密度でもドイツとアメリカでは0～0.5箇所/kmの区間が7割以上を占めるのに対して日本では2割程度にとどまり、2箇所/km以上の高い信号交差点密度の区間も4割程度存在する。

市街部と市街部を結ぶ平地部区間では規制速度を高く、信号交差点密度を低く抑えて、高いトラフィック機能を与えているアメリカ、ドイツに対して、低い規制速度と高い信号交差点密度でトラフィック機能が低下してしまっている日本では、アメリカ、ドイツと比べて都市間、市街部間の移動に多くの時間を要することが推察される。

c) 市街部・平地部の境界

市街部と平地部の道路構造の違いに着目すると、アメリカ、ドイツでは市街部と平地部の境界で明確に道路構造を変更しており、その境界で規制速度も変化させているのに対して、日本では沿道立地の有無という違いはあるものの道路構造としては市街部と平地部の境界で変化がなく、規制速度も変化しないことから、市街部で低い抑えられた規制速度が平地部にもそのまま適用されるような区間が多く存在すると推察される。

4. 閑散時旅行速度の諸外国との比較

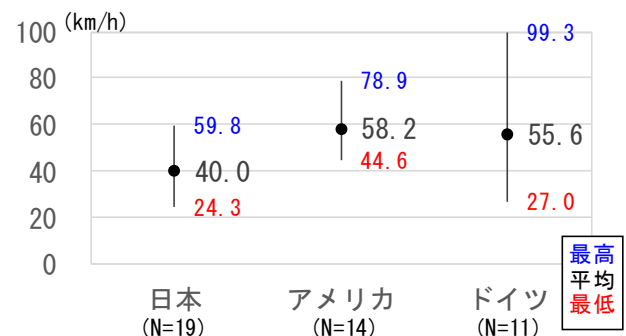
各国の閑散時旅行速度について、市街部と平地部の沿道状況別に分けた上で、往復車線数別、規制速度別、信号交差点密度別に集計、比較した結果のうち、特徴的な傾向が見られる比較結果を以下に示す。

(1) 往復車線数別閑散時旅行速度の比較

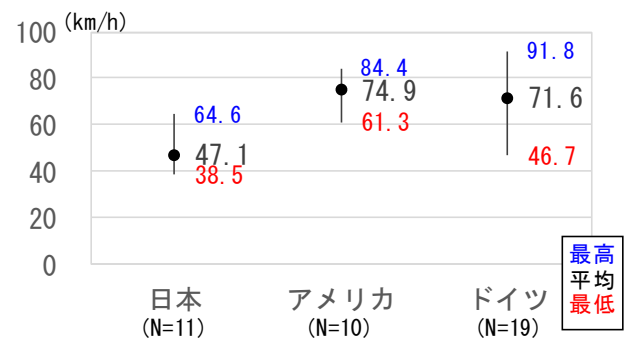
市街部の3～4車線区間における閑散時旅行速度の比較を図-8(a)に、平地部の2車線区間における閑散時旅行速度の比較を図-8(b)に示す。

市街部3～4車線区間では、最低値は日本の約24km/hに対してドイツが同程度で27km/hとなっているもののアメリカは約45km/hと日本の平均値よりも高い値となっている。平均値は日本が40km/hであるのに対してアメリカで約58km/h、ドイツで約56km/hと日本の一般道路における規制速度の最高値である60km/hに近い閑散時旅行速度となっている。

平地部2車線区間では、最低値は日本の約39km/hに対してアメリカで約61km/h、ドイツで約47km/hと高く、平均値も日本の約74km/hに対してアメリカで約75km/h、ドイツで約72km/hと日本の約1.5倍の閑散時旅行速度となっている。



(a) 市街部の3～4車線区間における閑散時旅行速度



(b) 平地部の2車線区間における閑散時旅行速度

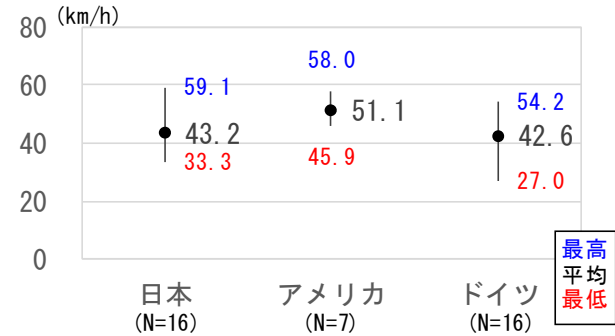
図-8 車線数別の閑散時旅行速度の比較結果(抜粋)

(2) 規制速度別閑散時旅行速度の比較

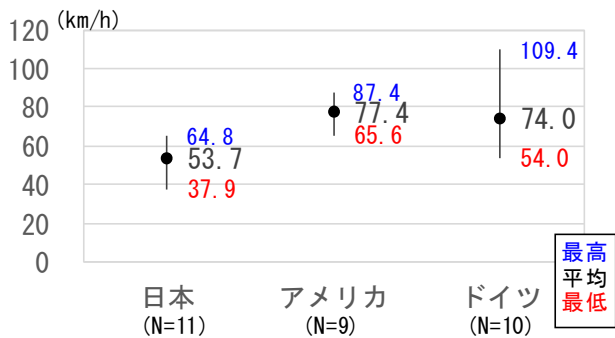
市街部の規制速度45～55km/h区間における閑散時旅行速度の比較を図-9(a)に、平地部の規制速度55～80km/h区間における閑散時旅行速度の比較を図-9(b)に示す。

市街部の規制速度45～55km/h区間では、最低値は日本の約33km/hに対してアメリカは約46km/hと日本より高いが、ドイツは27km/hと日本より低い値となっている。平均値は日本の約43km/hに対してアメリカで約51km/h、ドイツで約43km/hと大きな差異は見られない。最高値は各国ともに規制速度を超過した値となっており、その中でも日本が約59km/hと最も高い値となっている。

平地部の規制速度55～80km/h区間では、最高値、平均値、最低値ともにアメリカ、ドイツは日本の約1.5倍以上となっている。



(a) 市街部の規制速度45～55km/h区間における閑散時旅行速度



(b) 平地部の規制速度55～80km/h区間における閑散時旅行速度

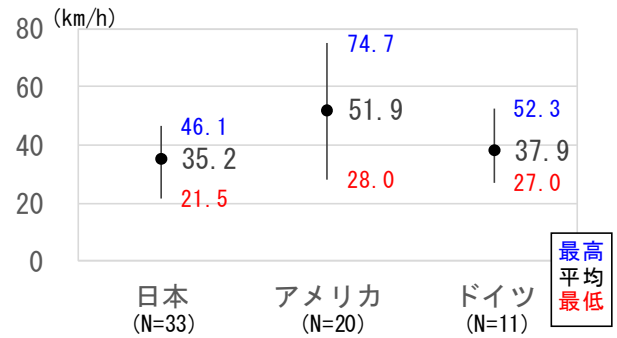
図-9 規制速度別の閑散時旅行速度の比較結果(抜粋)

(3) 信号交差点密度別閑散時旅行速度の比較

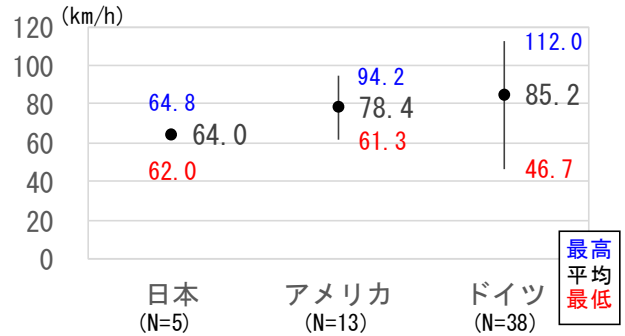
市街部の信号交差点密度が2箇所/km以上の区間における閑散時旅行速度の比較を図-10(a)に、平地部の信号交差点密度が0.5箇所/km未満の区間における閑散時旅行速度の比較を図-10(b)に示す。

市街部の信号交差点密度が2箇所/km以上の区間では、日本とドイツに大きな差異は見られないものの、アメリカは平均値と最高値が日本及びドイツの1.5倍程度となっている。

平地部の信号交差点密度が0.5箇所/km未満の区間では、日本は対象が5区間と少なく60～65km/hの閑散時旅行速度となっているのに対して、アメリカでは平均値で約78km/h、最高値で約94km/h、ドイツでは平均値で約85km/h、最高値で112km/hと高い閑散時旅行速度となっている。



(a) 市街部の信号交差点密度2箇所/km以上の区間における閑散時旅行速度



(b) 平地部の信号交差点密度0.5箇所/km未満の区間における閑散時旅行速度

図-10 信号交差点密度別の閑散時旅行速度の比較結果(抜粋)

(3) 各国の閑散時旅行速度の違いに関する考察

a) 市街部

規制速度45～55km/hの区間における比較や信号交差点密度2箇所/km以上の区間における比較では、各国とも閑散時旅行速度は同じような速度となっている。信号交差点密度2箇所/km以上の閑散時旅行速度は日本、ドイツに比べてやや高く、車線数や規制速度、その他道路構造別の閑散時旅行速度により詳細な分析を行うとともに、青時間設定等の交通運用の違いなどについても分析を行い、要因を解明する必要がある。

b) 平地部

2車線区間における比較、規制速度55～80km/hの区間における比較、信号交差点密度0.5箇所/km未満の区間における比較の全てにおいて、アメリカ、ドイツは日本の閑散時旅行速度の平均値の約1.5倍の値となっており、前述の平地部における日本とアメリカ、ドイツの道路構造、交通運用の違いがそのまま閑散時旅行速度にも表れている。

ここで、信号交差点密度0.5箇所/km未満の比較に着目すると、規制速度が60km/hより高い区間が存在するアメリカ、ドイツと比べて、サンプル数が5区間と少ないものの日本での閑散時旅行速度は規制速度を少し超える62～65km/hが実現されており、日本においても道路構造や交通運用の工夫により、規制速度の上限である60km/h程

度の閑散時旅行速度は実現できる可能性が示されていると考えられる。

5. おわりに

本稿では、オンラインで容易に得られるデータを活用して、日本、アメリカ、ドイツにおける幹線道路について、任意の区間に分割して旅行速度、道路構造、交通運用等のデータを取得し、比較分析を行った。

現時点では、各国のサンプル数が70区間前後と少なく、本稿で示した比較結果においても閑散時旅行速度の傾向について一般化できているとは言い難く、さらに詳細な旅行速度への影響要因別の分析、各影響要因のクロス集計による分析などを行うため、サンプル数の増加が不可欠である。

一方で今回取得したデータについては、稲本らの既往研究⁷⁾においても国際比較に十分な精度を有することが確認されており、さらなるサンプル数の増加による詳細な比較分析により、道路構造、交通運用等が旅行速度に与える影響を明らかにすることが可能である。

今回の分析では、平地部で日本は諸外国より低い閑散時旅行速度を示す傾向が見られ、市街部と平地部の道路構造に変化がないため境界が明確でなく、市街部と平地部でメリハリのない道路構造、交通運用となっていることが明らかになった。

アメリカやドイツの平地部と比較して日本の平地部は山間の河川沿いの平地であったり、市街部ではない区間においても沿道施設の立地が見られたりと、設計速度や規制速度を諸外国と同様に高くすることは簡単ではない。また、日本では市街部と平地部との境界が明確でなかったり、沿道施設立地が幹線道路沿いに連続するなど、諸外国と異なる都市構造を有していることから、市街部における道路構造、交通運用も単純に諸外国の事例を導入すればよいという訳でもない。

このような状況において、諸外国との比較を踏まえて日本の国土、都市構造に相応しい幹線道路のあり方を提案する計画論の整備が必要と考えられる。

本研究においては、今後、サンプル数を増やしたオンラインデータの活用による道路構造、交通運用別の閑散

時旅行速度の詳細な比較分析を実施した上で、日本の国土、都市構造に相応しい幹線道路のあり方を明らかにしていく予定である。

参考文献

- 1) 公益社団法人日本道路協会：道路構造令の解説と運用, 2021.4.
- 2) 道路法第三章第八節 重要物流道路（第四十七条の十七～十九）
- 3) 中村英樹：道路交通パフォーマンスとサービス水準, 交通工学, Vol.40, No.1, pp.7-10, 2005.
- 4) 大口敬・中村英樹・森田紳之・桑原雅夫・尾崎晴男：ボトルネックベースで考える道路ネットワーク計画設計試論, 土木計画学研究・講演集 No.31, CD-ROM, 2005.6.
- 5) 中村英樹：道路機能に対応した性能照査型道路計画と交通運用, IATSS Review, Vol.31, No.1, pp.75-80, 2006
- 6) 稲本雄一・柿元祐史・関原敏裕・中村英樹：空港アクセスに着目した自動車旅行速度の日独比較分析, 土木計画学研究・講演集 Vol.64, 2021.12.
- 7) 稲本雄一・高橋健一・柿元祐史・張馨・中村英樹：道路交通性能に関する国際比較のためのオンラインデータの活用, 土木計画学研究・講演集 Vol.66, 2022.11.
- 8) 国土交通省：平成27年度 全国道路・街路交通情勢調査, <https://www.mlit.go.jp/road/census/h27/index.html>
- 9) 国土交通省：国土数値情報 土地利用細分メッシュデータ, https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/gml/datalist/KsjTmplt-L03-b-v3_1.html
- 10) Maryland Department of Planning: MD Land Use / Land Cover 2010, <http://mdpgis.mdp.state.md.us/landuse/imap/index.html>
- 11) Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg: Kartendienst Landschaftsplanung, <https://udo.lubw.baden-wuerttemberg.de/projekte/>
- 12) 国土交通省：諸外国における広域道路ネットワークの考え方, https://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-council/road_network/pdf02/08.pdf
- 13) 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.

(2022.9.30 受付)

INTERNATIONAL COMPARATIVE ANALYSIS OF ROAD TRAFFIC PERFORMANCE CAUSED BY ROAD STRUCTURE AND TRAFFIC OPERATION

Kenichi TAKAHASHI, Yuichi INAMOTO, Xin ZHANG, Yuji KAKIMOTO
and Hideki NAKAMURA