

ETC2.0プローブ情報を用いた地方中核都市の 環状道路の交通状況の比較

後藤 梓¹・小木曾 俊夫²・榊 真³・吉田 秀範⁴・牧野 浩志⁵

¹正会員 国土技術政策総合研究所 高度道路交通システム研究室(〒305-0804 つくば市旭1番地)

E-mail: goto-a92uj@mlit.go.jp

²非会員 国土技術政策総合研究所 高度道路交通システム研究室(同上)

E-mail: ogiso-t2vw@mlit.go.jp

³非会員 国土技術政策総合研究所 高度道路交通システム研究室(同上)

E-mail: sakaki-s924a@mlit.go.jp

⁴正会員 国土技術政策総合研究所 高度道路交通システム研究室(同上)

E-mail: yoshida-h224@mlit.go.jp

⁵正会員 元・国土技術政策総合研究所 高度道路交通システム研究室

(現・国土交通省北陸地方整備局 建政部)(〒950-8801 新潟市中央区美咲町1-11-1)

E-mail: makino-h87bh@mlit.go.jp

都市の環状道路は、通過交通排除による都心内部の交通状況の改善を実現する上で重要な機能を持つが、従来行われてきた観測調査や交通量推計では、通過交通の都市内への流入実態を網羅的に把握して環状道路の整備効果を分析することは困難であった。そこで本稿では、ETC2.0プローブ情報を用いて、外環状道路の内部を通行するトリップを通過交通とそれ以外に分類し、通過交通混入割合を算出することによりこの分析を行った。外環状道路の整備状況が異なる宇都宮、岡山、広島、福岡の4都市について、都市内道路の主要な路線を対象に通過交通混入割合の比較を行った結果、外環の自専道整備が進み旅行速度が高い場合には通過交通が都市内から排除されている一方、外環の旅行速度が低い場合には通過交通が都市内に流入していることが確認された。

Key Words : ring road, probe data, through traffic, travel speed

1. はじめに

都市の環状道路は、都心から通過交通を排除し道路交通状況の改善を図る上で重要な機能を持つ。都市の混雑問題に対して環状道路の様なバイパスを設けるといふ解決策は、古くはBuchanan report¹⁾でも指摘されているものである。アクセス交通の多い都心を回避することで通過交通は円滑性が向上する一方、通過交通が排除されることで都市内道路に余裕が生まれれば、公共交通や歩行者・自転車を主体とした道路空間の再配分が可能となると期待される。また、図-1に示すように、周辺部から都心への経路が複数になり交通が分散されることによる都心アクセス性の向上や、環状方向の周辺地域間移動の円滑性向上などの機能も期待されている²⁾。このため、中心市街地活性化や賑わい創出、拠点集積型の都市構造を目指す地方中核都市において、環状道路の整備が果たす役割は大きいと考えられる。

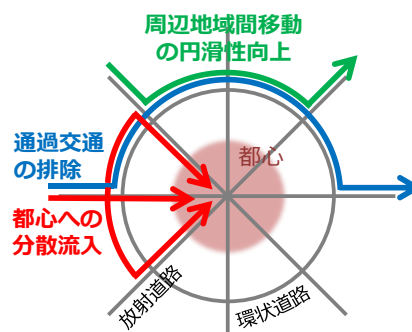


図-1 環状道路に期待される機能

環状道路の整備効果を評価するにあたっては、上記のような機能が発揮されているかどうかを定量的に把握する必要がある。既往研究では、実地観測調査やアンケート調査に基づく交通量配分などに基づいて、交通量、旅行時間、渋滞長などに関する分析が行われている。例えば岡ら³⁾は、徳島市を対象にOD調査結果の交通量配分を行い、総走行時間や時間帯別の走行時間を試算すること

で、環状道路の整備効果を予測している。また、片岸ら⁹⁾は、金沢市における外環状山側幹線の整備前後の観測調査結果を比較することで、通過交通の経路分担率や渋滞長の分析を行っている。古池⁹⁾は、OD調査結果と配分シミュレーションを用いて、宇都宮環状道路の整備前後の渋滞長や旅行時間を比較している。都市計画の分野では、より一般化された形で環状道路の効果を定量化する研究として、例えば藤田・鈴木⁷⁾が、一様な人口分布を有する円盤都市における放射・環状道路ネットワークを仮想した数値計算を行い、放射道路に環状道路が1本加わるだけで二地点間の平均移動距離が大きく減少することなどを示している。

しかしながら、特に、通過交通の排除や都心への分散流入のような交通流動あるいは道路ネットワークの使われ方に着目した評価については、実地観測では観測地点や期間の制約から網羅的に扱うことが困難であった。また、交通量配分では推定精度などが課題であった。これに対して近年は、個々の車両の経路が判別可能なプローブ情報を活用した分析が試みられている。この例として太田ら⁸⁾は、携帯カーナビのプローブ情報を用いて、圏央道開通による経路転換状況などを分析している。

ETC2.0車載器から収集されるプローブ情報(以降、ETC2.0プローブ情報)も、経路が取得可能な交通ビッグデータとしてその活用が期待されており⁹⁾、牧野ら¹⁰⁾は、これを用いて宇都宮市の環状道路とその内側の都市内道路において通過交通が占める割合を分析している。この分析から、宇都宮市では、両側4-6車線以上で信号交差点密度も低い区間が多い外環状道路では、通過交通がその内側の地域から排除されている一方、車線数が少なく交差点密度が高い内環状道路では、通過交通が都心に流入していることが示されている。このように環状道路としての機能に課題が残る区間、路線を抽出できれば、さらにその要因を分析することで、運用施策や需要管理施策を含めた対策の検討が可能となる。これは、国土交通省が推進する道路ネットワークの効果的・効率的な利用、すなわち「賢く使う取組み」¹¹⁾にも繋がるものである。また、我が国においては環状道路に未整備区間が残る都市も少なからず存在し、このような都市において通過交通の実態を把握しておくことは、今後の整備方針を検討する上でも重要であろう。

そこで本稿は、ETC2.0プローブ情報を用いて、環状道路の整備状況が異なる複数の地方中枢都市を比較することで、都市内の道路ネットワークの使われ方を定量的に示し、環状道路の整備効果について考察を行う。なお、環状道路の整備効果には、通過交通排除による混雑緩和に派生した追突事故の減少(片岸ら⁹⁾)や、沿道への立地促進(片岸ら⁹⁾、古池⁹⁾などを示した例もあるが、本稿では

環状道路の機能として最も基本的なものとして、冒頭で述べたような通過交通の排除や都心への分散流入に着目した分析を行う。

2. 分析対象都市と環状道路の整備状況

本稿では、福岡市、宇都宮市、岡山市、広島市の4都市を対象に分析を行う。各都市の道路ネットワークの特徴を把握するため、図-2に、道路交通センサス¹²⁾による各区間の車線数および交差点密度を示す。ただし、車線数等の情報は、福岡市および広島市において新たに供用された都市高速道路区間については一部更新しているものの、基本的に2010年(平成22年)時点のものである。また、道路交通センサス対象外の道路ネットワークは省略されている点に留意が必要である。環状道路の整備方針は、各都市の都市計画マスタープラン¹³⁾⁻¹⁶⁾に示されており、図-2には、このうち本研究で取り扱う外環状道路(以降、外環)を点線で示している。

福岡市の外環は都市高速が整備され、全線自動車専用道路(以降、自専道)となっているが、その他の都市では完全に自専道とはなっていない。宇都宮市の外環は、東側はバイパス整備により一般道の自専道区間となっている一方、西側・南側は一般道で信号交差点密度の高い区間も多い。広島市についても、東側・南側は自専道が存在するが、西側・北側は整備が進んでいない。岡山市については、西側の一部が一般道として存在するものの大部分が繋がっていない状況である。

4都市に共通して、外環内側の道路では信号交差点密度が2か所/km以上と高くなっている。これは、日本の都市内道路の典型的な特徴といえよう。

3. 各都市における通過交通の実態

(1) 通過交通混入割合の定義

前章で述べたような環状道路の整備状況の違いによって、都市の道路ネットワークの使われ方がどのように異なるかを把握するため、本稿では、外環内側を境界とした場合の「通過トリップ」を以下のように定義し、式(1)によって各道路区間の交通量に占める通過交通の割合(以降、通過交通混入割合)を分析する。

$$\text{通過交通混入割合} = \frac{\text{通過トリップ数}}{\text{全トリップ数}} \quad (1)$$

ここに、通過トリップとは、ある道路区間を走行するトリップのうち、走行経路が外環内側(具体は次章図-3に記載)を通過し、かつ外環の外側に起終点を持つトリップ(外外トリップ)である。また、全トリップとは、上

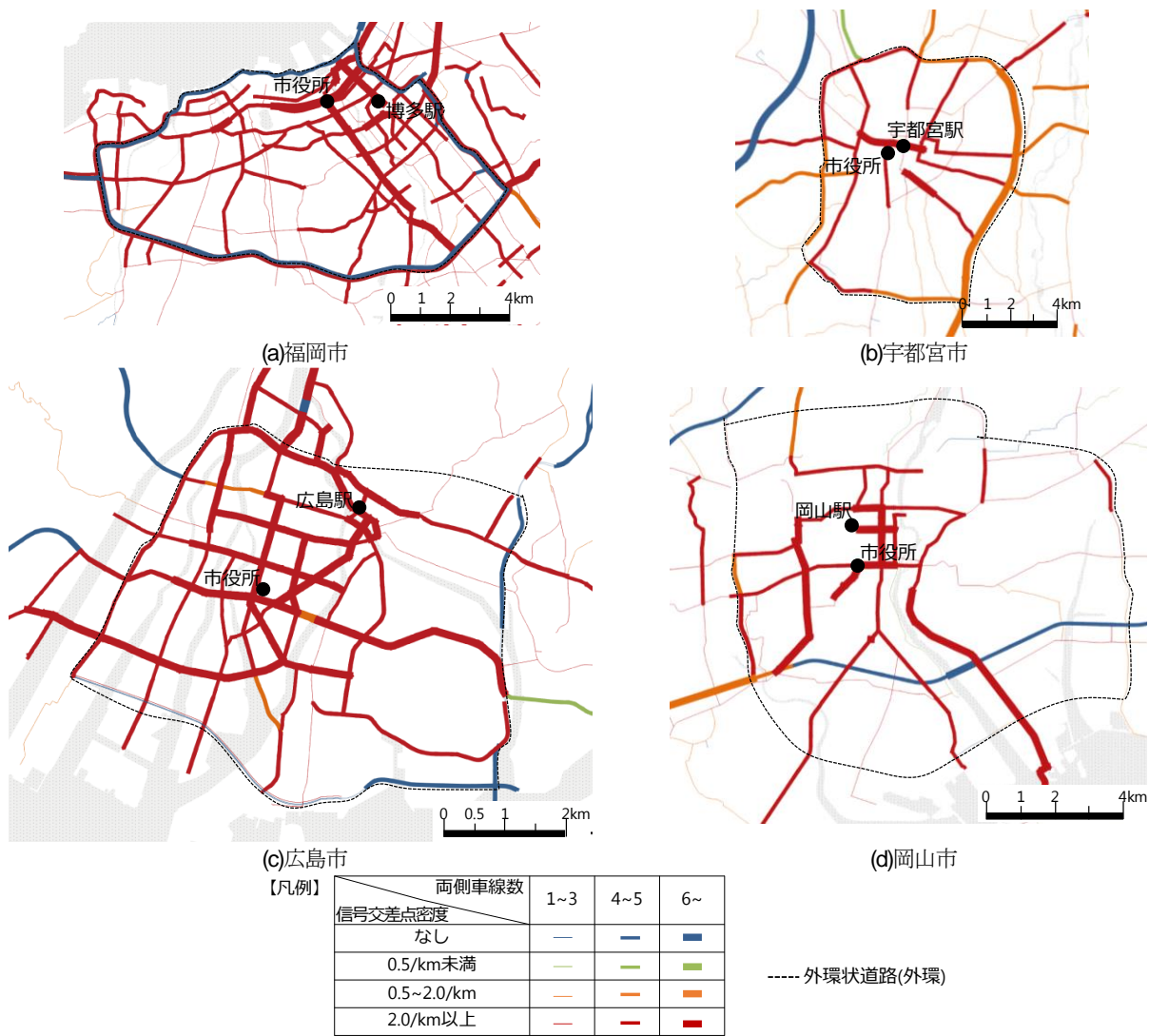


図-2 道路ネットワークの車線数と交差点密度

記通過トリップと、起終点のどちらか一方が外環内側にある内外・外内トリップ、および起終点の両方が外環内側にある内々トリップの合計である。

道路ネットワークを通行する全交通の経路を把握して通過交通混入割合を算出することは、観測制約上不可能である。このため、本研究ではETC2.0プローブ車両の通過交通混入割合を計算することで、全体の傾向を推測するものとする。

(2) ETC2.0プローブ情報による通過交通混入割合の算出

a) ETC2.0プローブ情報の概要

通過交通割合の算出にあたり、本研究では、ETC2.0プローブ車両の走行履歴情報を用いる。ETC2.0プローブ車両の走行履歴情報には、車両が200m走行する毎および車両の進行方向が45度以上変化する毎に、時刻と緯度・経度が記録されている(ただし車載器によっては、2点間の走行距離が100m、進行方向の変化が22.5度以上で履歴を記録するものもある)⁷⁾。走行履歴情報は約80km分の

データが車載器に蓄積され、プローブ車両が高速道路や直轄国道に設置された路側機を通過する際に収集される。

エンジンがオン・オフになった地点を起終点としてトリップが分割されているほか、今回の分析では走行履歴の2点間に30分以上の空白があった場合は別のトリップとみなしている。なお、エンジンオン・オフの前後約500mはプライバシー保護の観点から自動的に削除されている。

b) プローブ情報の集計区間単位および期間

道路ネットワークの各区間について、ETC2.0プローブ車両の走行履歴が取得された台数をトリップ数とカウントすることで、前節(1)で定義した通過交通混入割合が計算される。トリップ数は上り・下りの合計とする。ただし今回は便宜上、都市の主要な道路ネットワークを形成する外環状道路および外環状道路の内側の道路(以降、都市内道路と呼ぶ)のみを分析対象とする。

また、割合を算出するのに十分なトリップ数を取得するため、1ヶ月分(宇都宮は2015年10月、その他の都市は

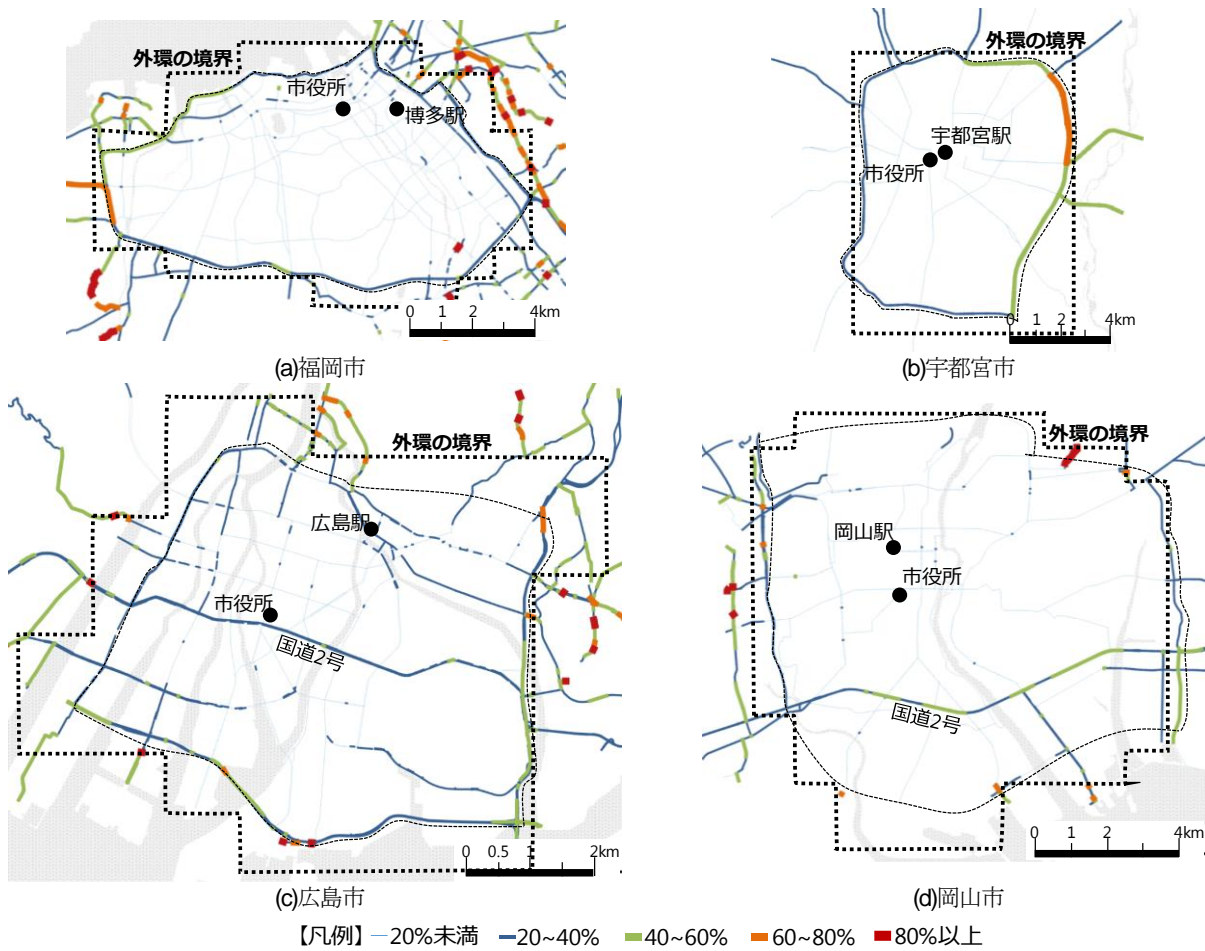


図-3 外環内側における通過交通混入割合

2016年10月)のデータを集計している。

c) ETC2.0プローブによる代表性

ETC2.0プローブ情報は、取得対象がETC2.0車載器搭載車両に限定され、かつ前述の通り路側機通過までに蓄積可能なデータ量も約80kmまでと限定されている。そのため、これにより計算される通過交通混入割合が全交通の傾向を代表可能か確認しておく必要がある。

そこで今回は、通過交通混入割合を計算する対象区間それぞれについて、ETC2.0プローブのトリップ数と道路交通センサス¹²⁾の24時間交通量の相関係数を確認した。この結果を表-1に示す。これより、どの都市についてもプローブのトリップ数とセンサス交通量の相関は強く、交通量の大小関係について、ある程度の代表性はあるといえる。ただし、今回は区間交通量での相関関係を確認するに留まっているが、OD交通量でみた場合、ETC2.0プローブ情報では、路側機を通過しない都心の内々トリップが収集されにくい傾向があると予想される。この点については今後精査が必要である。

(3) 外環状道路内部における通過交通混入割合算出結果

外環を境界として通過トリップを定義した場合の通過交通混入割合を図-3に示す。ただし、便宜上、通過トリ

表-1 ETC2.0プローブのトリップ数とセンサス交通量の相関

都市	相関係数
福岡	0.76
宇都宮	0.84
広島	0.83
岡山	0.90

ップかどうかを判定する境界は図-3の黒点線としている。

これより、福岡市、宇都宮市については、外環の通過交通混入割合が60%超の区間もあるなど高くなっており、外環内側の道路ネットワークでは20%と低くなっている。これより、外環によって通過交通が都市内からある程度排除されていることが確認できる。広島市では、外環以外に市役所前を東西に抜ける国道2号などでも通過交通混入割合がやや高いほか、自専道未整備の外環西側と北側では複数の経路で通過交通混入割合がやや高く、通過交通の集約ができていないと考えられる。また岡山市では、外環の北側・南側が繋がっていないため、東西方向の通過交通は国道2号を利用している様子がうかがえる。

4. 通過交通と旅行速度の関係

都市内から通過交通を排除するためには、都市内を通

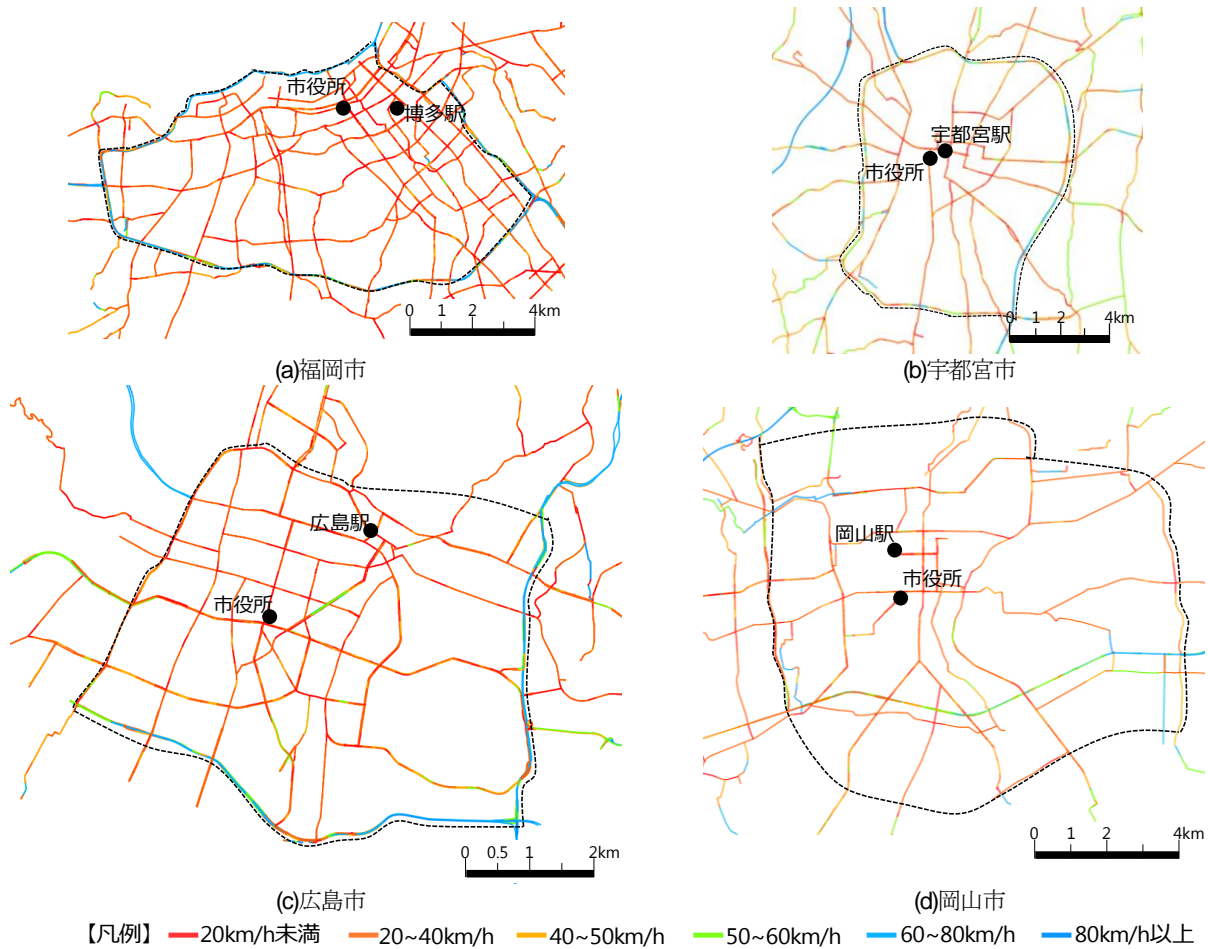


図-4 旅行速度(昼間12時間平均速度)

過するより環状道路へ迂回した方が旅行時間を短縮できるように、環状道路の走行性能(代表的には、旅行速度)を確保しておく必要がある。前章において、外環の専道整備が進む福岡、宇都宮では通過交通が都市内から排除されていることが示されたが、これも外環および都市内道路の旅行速度の違いによるものと考えられる。

通過交通の迂回をはじめとした経路選択が旅行速度による影響を受けていると考えられる一方、通過交通が都市内に流入している場合、これによる混雑で旅行速度が低下していることも予想され、道路ネットワークの使われ方と旅行速度は相互に作用していると考えられる。環状道路と都市内道路が、それぞれ通過交通と都市内交通に対して適切なサービスを提供するためには、道路の使われ方、旅行速度の両面から機能的な差別化が図られていることが重要である。そのため、ここでは各都市における道路ネットワークの旅行速度の実態を確認すると共に、通過交通混入割合との関係について調べる。

(1) ETC2.0プローブ情報による旅行速度の取得

本稿では、道路ネットワークの旅行速度の実態を把握するため、3.(2)b)と同一の期間に得られたETC2.0プローブ情報によるDRM(デジタル道路地図)区間単位の昼間12

時間平均速度を用いる。ETC2.0プローブシステムでは、各プローブ車両の走行履歴(3.(2)a))をもとに各DRM区間の走行に要した旅行時間を推定し、区間長をこの旅行時間で除すことによってDRM区間単位の旅行速度を算出している。昼間12時間平均速度は、集計対象期間中の平日7:00~19:00に観測されたプローブ車両の旅行速度の平均値である。

(2) 外環状道路および都市内道路の旅行速度の実態と通過交通の関係

図-4に、各都市の道路ネットワークを旅行速度(昼間12時間平均速度)で色分けしたものを示す。これより、外環のうち専道整備が行われている区間で旅行速度が高いことが確認できる。一方、外環の一般道区間や都市内道路は、旅行速度が40km/h未満の区間が大半を占める。オフピーク時間帯も含めた昼間12時間平均速度でもこのような状況であることから、交通混雑による影響だけでなく、図-2で示した信号交差点密度が高いことが大きく影響していると考えられる。

このような旅行速度の実態と都市内への通過交通混入との関係を見るため、各都市の外環およびその他の都市内道路の旅行速度(昼間12時間平均速度)と通過交通混入

割合の関係を図-5に示す。ここでは便宜的に、主要な交差点・インター間を1区間として、トリップの集計および通過交通混入割合の算出を行っている。旅行速度もこの区間長に合わせて、DRM区間毎の旅行速度をDRM区間長で重みづけして平均値を算出している。

図-5より、外環の全区間が自専道となっている福岡市では、旅行速度は、外環(図中の○印)で高い一方、都市内道路(図中の×印)では低く、道路の使われ方としても通過交通混入割合が外環で多く、都市内道路で少なくなっており、外環と都市内道路の差別化が図られていることがわかる。宇都宮市では、外環の速度は福岡ほど高くない区間が存在するが、通過交通混入割合の面では外環と都市内道路の差別化が実現している。これには、都市内道路の速度が総じて外環より低いことに加え、通過交通ODと外環のアクセス性などが関係していると考えられる。

一方、広島市では、一部、外環と都市内道路で速度や通過交通混入割合が同程度となっており、機能的な差別化が徹底していないと考えられる。これらは、西側・南側の外環や国道2号の道路区間に該当する。通過交通を外環に迂回させるためには、外環の速度を高いレベルに確保する必要があるが、現状では、特に西側の外環の速度が低く南側の自専道区間との接続性が悪いことから、通過交通が国道2号に流入している可能性があるかと推察される。

図-5からは、外環の速度が同程度でも通過交通混入割合には幅があることも確認できる。これは、1.で述べたように、外環が通過交通のバイパスとしてだけでなく、都心へのアクセス交通の分散流入にも利用されるためと考えられる。環状道路が通過交通のバイパス機能とアクセス交通の分散流入機能のどちらに卓越するかは、外環の大きさや都心からの距離、外環と都市内道路、都市間道路とのアクセスのしやすさなどによって左右されると考えられる。今回は比較的径の大きい外環道路を扱ったが、内環状道路や都心環状道路も分析を進めることで、環状道路の配置や走行速度と、その使われ方の関係についてさらなる分析を行うことが課題である。

5. おわりに

本稿では、ETC2.0プローブ情報を用いて、福岡、宇都宮、広島、岡山という環状道路の整備状況が異なる4都市における都市内道路の通過交通混入割合と旅行速度の比較を行った。これにより、外環の自専道整備が進み高速走行可能となっている場合に、都市内への通過交通の流入が抑えられる一方、外環が未整備であったり、外環の旅行速度が確保されていない場合には、都市内道路に

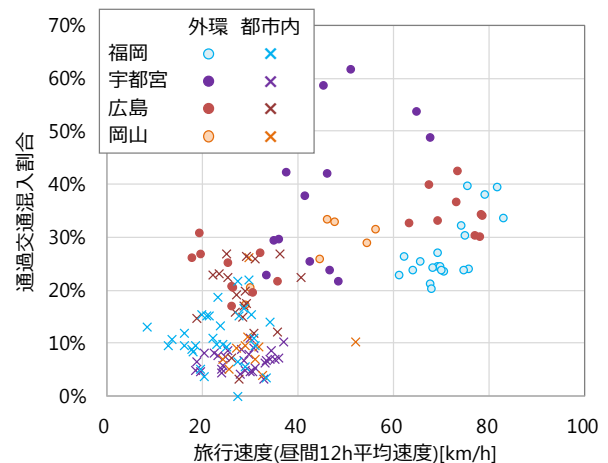


図-5 旅行速度と通過交通混入割合の関係

通過交通が流入していることが定量的に示された。

今後は、外環の整備状況、旅行速度の実態と外環内側への通過交通流入状況の関係について、その影響要因や相互関係をより詳細に分析することが課題である。この際、通過交通となるODの配置や都市部の規模、環状道路の環径などによって、通過交通の迂回状況や都市内の混雑状況がどのように影響を受けるかについても分析が必要である。また、内環状や都心環状も含めて取り扱うことで、都心への分散流入機能など今回考慮していない環状道路の機能についても分析を進める予定である。

参考文献

- 1) Steering Group and Working Group appointed by the Minister of Transport: *Traffic in Towns – A study of the long term problems of traffic in urban areas-*, p.33-35, Her Majesty's Stationery Office, 1993.
- 2) 富田安夫: ロンドンの環状道路計画に関する事例研究, 土木計画学研究・講演集, Vol.23(1), pp.503-506, 2000.
- 3) 屋井鉄雄: 環状道路が担うべき役割と課題, 土木学会誌, Vol.92, No.4, pp.12-13, 2007.
- 4) 岡道治, 板谷俊夫, 近藤光男, 青山吉隆: 地方都市における環状道路の整備効果の計量, 土木学会年次講演会概要集第4部, Vol.48, 1993.
- 5) 片岸将広, 埴正浩, 川上光彦: 環状道路整備による交通状況の変化と沿道市街地の変容に関する一考察—金沢外環状道路山側幹線を事例に—, 都市計画論文集, Vol.43, No.3, pp.847-852, 2008.
- 6) 古池弘隆: 地方都市における交通整備とまちづくり, 国際交通安全学会誌, Vol.24, No.1, pp.34-41, 1998.
- 7) 藤田学洋, 鈴木勉: 複数の環状路をもつ円盤都市における平均移動距離と流動量, 都市計画論文集, Vol.38, No.3, pp.421-426, 2003.
- 8) 太田恒平, 梶原康至, 野津直樹, 清水哲夫: 交通ビッグデータを用いた圏央道開通の多面的な影響分析～経

- 路変化、渋滞の緩和と発生、商圈拡大の3カ年にわたるモニタリング～, 土木計画学研究・講演集, Vol.51, 11pages, 2015.
- 9) 牧野浩志, 井坪慎二, 後藤梓: 道路政策評価におけるETC2.0プローブ情報の活用方法に関する研究, 実践政策学研究, Vol.3, No.1, pp.15-30, 2017.
- 10) 牧野浩志, 井坪慎二, 鳥海大輔, 水谷友彰, 西坂淳: ETC2.0プローブ情報を活用した環状道路の機能分析, 土木計画学研究・講演集, Vol.54, pp.455-463, 2016.
- 11) 国土交通省社会資本整備審議会: 第15回道路分科会配布資料4「新たな国土構造を支える道路交通のあり方について」, 2014.
- 12) 国土交通省: 平成22年度全国道路・街路交通情勢調査(交通センサス), <http://www.mlit.go.jp/road/census/h22-1/>, 2012.
- 13) 福岡市: 福岡市都市マスタープラン, <http://www.city.fukuoka.lg.jp/jutaku-toshi/toshikeikaku/machi/toshikeikaku-mp.html>, 2014.
- 14) 宇都宮市: 第2次宇都宮市都市計画マスタープラン, <http://www.city.utsunomiya.tochigi.jp/shisei/machizukuri/uplaza/1009281.html>, 2010.
- 15) 岡山市: 岡山市都市計画マスタープラン, http://www.city.okayama.jp/toshi/tokei/tokei_t00009.html, 2012.
- 16) 広島市: 広島市都市計画マスタープラン, <http://www.city.hiroshima.lg.jp/www/contents/1378977490763/index.html>, 2013.
- 17) 財団法人道路新産業開発機構: 電波ビーコン5.8GHz帯仕様書集, 2010.
- (?)

COMPARISON OF TRAFFIC CONDITIONS ON RING ROAD IN REGIONAL HUB CITIES USING ETC2.0 PROBE DATA

Azusa GOTO, Toshio OGISO, Shin SAKAKI, Hidenori YOSHIDA
and Hiroshi MAKINO

Ring road plays an important role for improving traffic conditions in urban area by diverting the through traffic. However, by some conventional methodologies such as field survey or demand assignment, it was difficult to analyze and evaluate diversion of through traffic. Therefore, in this study, traffics inside an urban area are categorized into through traffic with both origin and destination detected outside the urban area and others, by using ETC2.0 probe data that contains the whole trajectories of individual probe vehicles. Based on that, proportions of through traffic are calculated and compared in four regional hub cities, Japan. The result quantitatively shows that the road network with ring road for the exclusive use of cars can effectively eliminate through traffic from the urban area.