

一般道における交通容量とサービスの質 に関する研究の現状

若林 糾¹・野見山 尚志²・泉 典宏³

¹正会員 株式会社福山コンサルタント (〒112-0004 東京都文京区後楽2-3-21 住友不動産飯田橋ビル)

E-mail : t.wakabayashi@fukuyamaconsul.co.jp

²正会員 株式会社建設技術研究所 (〒103-8430 東京都中央区日本橋浜町3-21-1 日本橋浜町Fタワー)

E-mail : nomiyama@ctie.co.jp

³正会員 株式会社オリエンタルコンサルタンツ (〒450-0003 愛知県名古屋市中村区名駅南2-14-19)

E-mail: izumi@oriconsul.com

性能照査型道路計画設計の実現に向けては、交通運用状態を的確に評価するための交通容量やサービス指標の整備が必要である。一般道における主要なボトルネックは信号交差点であるが、交差点流入部の飽和交通流率に影響する要素は様々である。計画設計時には勾配や幅員などの補正係数を用いて算定する方法が用いられているのが一般的であるが、現地の状況によって考慮すべき影響要因はその他にも様々な要素があることが各種研究で報告されている。道路性能型計画設計により効率的かつ質の高い道路整備を行うには、これらの知見を踏まえて実際の道路交通状況に応じた計画設計を行うことが求められる。本稿では、これまでわが国で研究されてきた一般道における交通容量や交差点の飽和交通流率に影響する要因などの研究で得られた知見について概観する。

Key Words : Road planning, traffic-capacity, saturation-flow-rate, level of Service

1. はじめに

性能照査型道路計画設計の実現に向けては、交通運用状態を的確に評価するための交通容量やサービス指標の整備が必要である。一般道における主要なボトルネックは信号交差点であるが、交差点流入部の飽和交通流率に影響する要素は様々である。計画設計時には、「改訂平面交差の計画と設計 基礎編 第3版」 社団法人交通工学研究会¹⁾に記されている飽和交通流率の基本値および勾配や幅員などの補正係数を用いて算定する方法が用いられているのが一般的であるが、現地の状況によって考慮すべき影響要因はその他にも様々な要素があることが各種研究で報告されている。同書においても、周辺要因や道路要因について、その影響が無視できるということではなく、一般的な値を示すことが出来ないため補正值を示していない旨が記されており、現地の状況に応じて影響する要因を考慮する必要がある。

道路性能照査型計画設計により効率的かつ質の高い道路整備を行うには、これらの知見を踏まえて実際の道路交通状況に応じた計画設計を行うことが求められる。

そこで、本稿では一般道における主要なボトルネック

である信号交差点について、これまでわが国で研究されてきた飽和交通流率に影響する要因などに関して得られた知見について概観し、実際の計画・設計において、一般化された影響要因以外で考慮すべき点を把握するとともに、今後の研究が求められる飽和交通流率の影響要因について提案する。

2. 基本的な飽和交通流率と各種補正

ここでは、信号交差点の計画・設計において一般的に用いられている飽和交通流率の基本値および影響要因とその補正值について概要を示す¹⁾。

(1) 飽和交通流率の基本値

飽和交通流率の基本値は、道路・交通条件が理想の場合、1列の車列から流れる青信号1時間当たりの通過台数を意味している。

直進車線：2,000pcu/青1時間

左折車線：1,800pcu/青1時間

右折車線：1,800pcu/青1時間

注)pcu：乗用車換算台数

(2) 飽和交通流率の影響要因とその補正

飽和交通流率に影響を及ぼす各種要因と補正值には、表-1に示すようなものがあり、個々の要因の影響を掛け合わせた型で影響する。

但し、影響要因として考えられるが、場合によって大きく異なるために一般的な補正值として示されていないものもある。

表-1 飽和交通流率に影響を及ぼす要因と補正值

	影響要因	補正值
道路要因	流入部幅員(車線幅員)	3.0m未満を補正
	縦断勾配	-2%以下, 2%以上を補正
	交差点形状(交差角・視認性)	-(一般的な補正值なし)
交通要因	車種構成(大型車, 二輪車)	大型車混入による補正率 二輪車の乗用車換算係数
	右折車	車線運用別に算定式
	左折車	同上
	対向直進車	右折と対向直進が同現示の場合に考慮
	横断歩行者	左折車と歩行者が同現示の場合に考慮
周辺要因	地域特性(都市部・地方部)	-(一般的な補正值なし)
	駐停車	-(一般的な補正值なし)
	バス停留所	バス停からの距離, 運行台数により補正

3. 飽和交通流率に関する既往の見解

(1) 飽和交通流率の観測値

飽和交通流率の観測値について、鹿田らの研究²⁾によると全国105箇所の直進車線で観測された飽和交通流率の値は、1,580~2,480pcu/青1時間と交差点毎に大きな変動があることが示されている。また、東京都内の1~5の流入車線数をもつ交差点の41直進車線を対象に研究した結果³⁾によると、直進乗用車類の飽和交通流率はほぼ1,400~2,200pcu/青1時間の間で変動する事実が明らかとなっている。このうち、2,000pcu/青1時間を超える、または1,700pcu/青1時間を下回る飽和交通流率は特定の幾何構造条件のもとで出現し得る値としている。さらに、第1車線の飽和車頭時間は他の直進車線の飽和車頭時間とは異なる分布を有している²⁾ことが示されている。

また、外井ら⁴⁾の研究においては、直進専用車線の飽和交通流率は概ね1,600~2,050pcu/青1時間、右折専用車線の飽和交通流率は概ね1,260~2,160pcu/青1時間が報告されている。さらに、2車線流入部と2車線以上の流入部とは交通現象にかなり相違があり、1車線流入部では幅員の大小と滞留右折車の存在とが互いに関連しあいながら交通流に影響しているため、そのメカニズムを数量的に分析し、幅員と運転者の影響を定量化する必要があるとされている。

サイクル長と飽和交通流率の関係について、桜田らの研究⁵⁾では、直進交通の飽和交通流率は時間の経過に従って下落していくものであること、および右左折交通の交通容量を明示的に扱うことによって、サイクル長には上限値なるものが存在することが定量的に示めされている。さらに最適サイクル長なるものは、交通容量に加え

て遅れ時間との関係をも含めて考察する必要があるとされている。

(2) 幾何構造要因

ここでは飽和交通流率に影響を及ぼす要因について、幾何構造要因の面から、幅員、轉向半径・角度の影響に関する既往研究の概要を以下に示す。

a) 幅員

幅員と大型車の影響について鹿田らの研究⁶⁾では、飽和状態においては大型車の存在によって、流入部の各車線の独立性は保たれず、3mを超える3.25m, 3.85mの車線幅員においてもその傾向が見られ、大型車が隣接して走行している小型車同士の車頭時間に影響を及ぼすという結果を実証している。この結果から、飽和状態においては大型車の存在によって、流入部の各車線の独立性は保たれないことが示されている。

b) 轉向半径・轉向角度

轉向半径・轉向角度による飽和交通流率への影響について、河合らの研究⁷⁾によると、都市内街路において多く存在する轉向半径10m~14mや轉向角度80°や90°では我が国の基本値である1,800pcu/青1時間を下回り、基本値を越える左折飽和交通流率が出現する轉向半径は30m以上、轉向角度については120°以上の鈍角交差点において、基本値を越える値が出現することが報告されている。

(3) 交通要因

ここでは飽和交通流率に影響を及ぼす要因について、交通要因の面から、車種、左折車と横断歩行者、右折車と横断歩行者、右折車による直進車への影響に関する既往研究の概要を以下に示す。

a) 車種

車種による飽和交通流率への影響について、外井らの研究⁸⁾によると、7車種区分の車頭時間分析から、バス、マイクロバス、普通貨物車、大型貨物車を大型車として他車種と区別すべきであるとしており、この場合の大型車当量は、1.40程度であるとされている。また、二輪車当量は、車線の幅員及び走行形態によって大きく異なり、0.26~0.87の値をとる。特に幅員の効果は大きく、幅員により0.38の当量差が生じる。

鹿田らの研究⁹⁾では、大型車混入率と乗用車換算係数の関係を実測データで確認した結果、乗用車換算係数は大型車混入率によって小さくなる交差点、大きくなる交差点、ほぼ一定となる交差点と様々であり、大型車の影響が交差点固有の条件によって左右されるものとしている。また、交差点毎の大型車混入率によって推定した乗用車換算係数の値は1.4~1.8で、多くは1.4~1.6であり、乗用車換算係数が1.7を超える交差点はかなり大きな乗

用車換算係数をもつ（大型車の影響の大きい）交差点と
考えられるとしている。

b) 左折車と横断歩行者の影響

左折車と横断歩行者の影響について松本らの研究⁹⁾では、最外車線における左折車と横断歩行者等の交錯による後続車の中断を踏まえた交通容量の解析手法を提案している。この解析手法について実際の交差点での実測値で検証すると、現行手法では実測値と比較してすべての交通容量が大きくなったが、当モデルでは実測値との乖離が少なく、左折車と横断歩行者等の交錯による後続車の中断が大きな影響を与えていることが報告されている。

c) 右折車と横断歩行者の影響

右折車と横断歩行者の影響について野田らの研究¹⁰⁾では、右折交通流の際に考慮されていない右折車と横断歩行者との関係について実証実験を行い、歩行者が5名程度の場合には右折と左折で大きな違いはないが、20名程度と多くなると右折交通流の方が左折交通流よりも横断歩行者の影響を強く受けることが分かり、右折専用車線の横断者による低減率は左折車よりも大きな値を用いなければならないことが報告されている。

d) 右折車による直進車への影響

右折車による直進車への影響について片岡らの研究¹¹⁾では、右折車による後続車へのブロッキング現象を明示的に考慮した交通容量の推計式について提案し、当モデルの妥当性を実証実験で検証している。その結果、従来の算出方法と比較して当モデルは実測値との乖離が小さいことが示されている。

(4) 周辺要因

ここでは飽和交通流率に影響を及ぼす要因について、周辺要因の面から、地域特性、路面状態、平日・休日特性、時間帯・昼夜間、バス停留所、路上駐車の影響に関する既往研究の概要を以下に示す。

a) 地域特性

片倉の論説¹²⁾では飽和交通流率の基本値は、地域によって異なることが指摘されており、人口規模が大きい都市地域ほど飽和交通流率が高い傾向がある。現行の基本値は東京を中心とする大都市の多車線道路から得られたもので、全国的にみると少々高すぎるものが報告されている。外井らの研究⁴⁾によると、人口規模が大きくなるに従って、平均車頭時間が減少する（飽和交通流率が高くなる）傾向が見られ、特に人口50万以上で顕著であることが報告されており、人口規模による補正係数(20万以下：0.919, 20～50万：0.928, 50～100万：0.973, 100万以上：1.0)が提示されている。

石井らの北海道での観測結果に基づく報告¹³⁾では、直進車線の飽和交通流率の基本値は1,800pcu/青1時間が示されている。また、堀井の研究¹⁴⁾では地方都市である

郡山市においても、1,800pcu/青1時間前後と若干小さい値となっていることが報告されている。

b) 路面状態

外井らの研究⁹⁾では冬期路面の圧雪・凍結は、飽和交通流率を約80%に低下させることが報告されている。また、石井らの研究¹³⁾では、前述の直進車線の飽和交通流率1,800pcu/青1時間に対して、路面状態が冬の凍結時にはさらに12%程度の減少が報告されている。堀井の研究¹⁴⁾では、平均車頭時間は路面状態が乾燥の場合、夏期と冬期での変化はほとんど見られず、湿潤・凍結状態では平均車頭時間は増加し、特に凍結状態では約50%増加しており、飽和交通流率は乾燥状態と比較して第2車線が5~7%、第3車線32~33%の減少を示している。渡辺らの研究¹⁵⁾では、路面状態別の飽和交通流率（台/青1時間）は、圧雪：1,460、水雪：1,410、白黒：1,310、湿潤：1,620、乾燥：1,740との値が示されており、スキッド・ナンバーが小さいほど、飽和交通流率が低い値となること、乾燥路面でスキッド・ナンバーが75の時、飽和交通流率は1,740台/青1時間、スキッド・ナンバーがおおよそ20の時1,270~1,410台/青1時間であることから、スキッド・ナンバーが約70%減少すると飽和交通流率が20%から30%減少したことが報告されている。中辻らの研究¹⁶⁾によると、路面状態に関して飽和交通流率は、雪氷路面で約20%、白黒路面で10~15%低下することが報告されている。

c) 平日・休日特性

休日における交通容量の低下に関する木戸の研究¹⁷⁾によると、飽和交通流率の基本値は観光地と非観光地で違いがあるとされ、観光地では平均車頭時間が長くなっており（0.8%~12%までばらつきあり）、休日に10%程度の容量低下があり得ることが報告されている。

d) 時間帯・昼夜間

時間帯・昼夜間による影響について柴田らの研究¹⁸⁾では、時間帯別に飽和交通流率が異なることを国道17号と国道50号の直進車線を対象を実測している。実測結果では、朝の通勤時（8時台）の値が1,865pcu/hと最も大きく、昼（13時台）では1,800pcu/h、夕方（18時台）では1,731pcu/h、夜（20時台）では1,682pcu/hと小さくなっていることが報告されている。

e) バス停留所

バス停留所の影響に関する斉藤らの研究¹⁹⁾によると、交差点からのバス停の位置が近く、また時間あたりの運行頻度が多いほど飽和交通流率が低くなることが報告されている。具体的には、70m,10台/hの低減率が0.915であるのに対し、10m,100台/hでは、低減率が0.359と非常に小さいことが報告されている。

f) 路上駐車車両

濱田の研究²⁰⁾では、単路部交通容量は駐車時車道有効

幅員によって階段状に変動し、1本の交通流を確保するために必要な最小幅員は2.75m~3.0mと考えられ、交差点の直近に駐車車両が存在すると、信号待ち時の左側車線利用率が低下するため、ボトルネックである交差点の交通容量が更に低下するとしている。また、鹿田らの研究²⁾では、駐車がある場合の飽和交通流率の変動は、駐車があることにより第1車線の利用の割合が変動することによって生じ、有効幅員（第一車線の幅員から駐車車両の車幅を引いた幅員）が3m以上の場合、駐車車両の影響はほとんど受けないとしている。また、駐車位置が停止線から離れるに従い飽和交通流率は増加し、40m以上になると飽和交通流率は安定する。この時、3,200台/青1時間程度で、駐車がない時の値にほぼ等しい。駐車車両が停止線から40mの範囲にある場合の飽和交通流率の低下は第1車線利用率の低下という形で表現し得る。また研究²⁾によると、路上駐車がある場合の飽和交通流率の値は非常に大きく変動しており(290~3,900台/青1時間/2車線)、この変動は駐車密度によって相当程度説明し得るものであった。駐車以外の影響要因である左折車や大型車は、駐車の影響のある範囲（駐車位置25m未満、有効幅員4.0m以下）の中で相乗的に影響を及ぼしており、飽和交通流率の変動に対する説明力は大きくないという結果を示している。さらに研究²⁾では、路上駐車がある場合、飽和交通流率が平均的に約20%減少する（片側2車線道路の場合）ことが報告されている。駐車位置は第1車線の飽和交通流率に影響を及ぼすが、第2車線に対しては影響がないこと、残存幅員（2車線合計）がほぼ5mより大きくなると、第1車線の飽和交通流率の値が第2車線の値に近づき残存幅員の影響が小さくなる傾向があったとしている。田中らの研究²⁾では、交差点流出部での駐車車両の影響について、路上駐車がない場合より平均して10%前後低下しており、路上駐車が交差点下流25mの場合は50mの場合に比べて飽和交通流率が小さくなっている。これより、交差点付近（前後ともに）に路上駐車が存在すると飽和交通流率は10~20%程度低下するとしている。

4. 考慮すべき事項・影響要因

ここでは、3. 飽和交通流率に関する既往の知見も含め、今後考慮すべき飽和交通流率に関する事項・影響要因について整理する。

(1) 飽和交通流率の観測

飽和交通流率は、3. での知見でわかるように交差点の幾何構造、車線運用及び右・左折交通、大型車等の道路・交通条件によって大きく変動している。そこで「平面交差の計画と設計」でも既存交差点の改良で交通容量

を検討する場合は、飽和交通流率は実測結果に基づいて決定すべきであるとしている。

しかし、実際に既存交差点の改良計画等を行う場合には、飽和交通流率の観測をせず、飽和交通流率の基本値を用いて交差点交通容量を算定している場合が多い。このため、交通処理状況の再現性に問題があるまま計画が進められている場合があることも懸念される。

従って、交差点の改良計画時に交通状況調査を実施する場合は、15分~1時間単位の交通量や渋滞長の観測のみではなく、ピーク時等においては、飽和交通流率やその影響要因を調査する必要がある。

(2) 流入部車線運用

「平面交差の計画と設計」では、飽和交通流率を1車線ごとの独立した車線の定常的な交通流を想定しているが、信号交差点は流入部単位でみると、複数の方向に向かう交通が輻輳し、非定常的な交通となっており、流入部の車線運用を考慮した飽和交通流率の算定が必要である。例えば、直・左車線と直進2車線の3車線流入部を考えると、第1車線における左折車と直進車の錯綜等は第1車線交通容量のみならず、隣接する第2車線の直進車線に少なからず影響を及ぼし、第3車線の直進車線にはさほど影響を与えないと考えられる。従って、飽和交通流率の算定に当たっては、流入部の輻輳する非定常流を反映できるように、車線ごとに飽和交通流率を観測や算定する必要がある。

単路部が片側1車線の道路で交差点部において直進車線・右折専用車線・左折専用車線とした場合などは、例えば左折専用車線では信号が赤の間に滞留した左折車は飽和交通流率で捌けるが、その後は飽和流が十分あったとしても交差点流入部には単路部の1車線分の流率でしか到達しない。このため、単純に直進・右折専用・左折専用の3車線流入部の飽和交通流率で計算すると交通容量は過大評価となる。したがって、停止線を通る交通の状態を見極めて流入部の交通容量を考えるとともに、効果的に捌くことができる青時間やサイクル長を考えることも必要である。

(3) 信号制御

信号制御において、損失時間の割合を少なくするために、サイクル長を長くするケースが見られる。直進車の飽和交通流率が青時間内で一定であるならば、直進車の交通容量は、サイクル長が長い程大きくなる。

しかし、桜田らの研究⁵⁾で示されたように直進車の飽和交通流率は一定ではなく、時間の経過に伴い低減する。飽和交通流率が低減するのであれば、青時間を効率的に利用するためには、飽和交通流率を一定値とするために短い青時間・サイクル長とする場合の検討も必要である。

(4) 地域特性等の不確定な影響要因

「平面交差の計画と設計」では、地域特性、交差点形状等は飽和交通流率に影響を及ぼす要因として挙げられているものの、その補正値は示されていない。これはその影響を無視できるのではなく、場合によって大きく異なるため、一般的な値を示していないだけである。

交差点の改良及び新設の計画等に当たっては、これら不確定な要因についても飽和交通流率に影響を与える要因を考慮し、必要があれば取り除くことで、円滑な交通流が確保できる。

また、高齢者等の身体・行動特性も影響要因の一因になると想定できるが、現状ではその影響を考慮できていない。同様に道路交通法改正により軽車両として基本的に車道左端を走行することとなった自転車の影響も考慮する必要があるかもしれない。

以上のように、既存の知見を活用し不確定な要因の飽和交通流率に対する影響度を明らかにするとともに、高齢者・自転車等の新たな影響要因についても調査研究を進める必要がある。

5. まとめ

本稿では以上のとおり、3. わが国における信号交差点の飽和交通流率に関する知見を整理した。一般化された影響要因の他にも、轉向半径、路面状態、平日・休日、昼夜、地域特性、路上駐車車両等の影響要因が飽和交通流率に様々に影響している。4. では、信号交差点の計画・設計を行う上で飽和交通流率の面から留意すべき点について、既往の研究及び筆者らの実務的経験からみた実態との乖離が生じる影響要因について、流入部車線運用、信号制御、地域特性等の今後考慮すべき事項・影響要因を整理した。

信号交差点の飽和交通流率は交差点の存する地域や幾何構造・交通要因・その他周辺要因などの様々な影響が複雑に影響しあって発現するものである。したがって、信号交差点の飽和交通流率について実測値が得られる場合はこれを観測して用いることが現実の発揮し得る性能を考慮するうえで必要であるとともに、新たに計画する場合には前述した様々な影響要因を考慮して幾何構造を工夫するとともに影響することが想定される要因をあらゆる角度から検討し影響要因を十分考慮のうえ計画・設計することが望まれる。

さらに、区間としての性能を確保するためには、信号交差点の連担状況等の線的な連続性も含めて発揮すべき性能を確保するための計画とすることが望まれる。この場合には、交差点単独の飽和交通流率だけでなく、区間のサービス水準に影響する要因（信号交差点密度、青時間を最大限有効利用できる到着流の形成、適切なサイク

ル長等）とその影響度を明らかにし、今後の計画・設計に反映していくことが望まれる。

参考文献

- 1) 社団法人交通工学研究会：改訂平面交差の計画と設計(基礎編)第3版
- 2) 鹿田成則，片倉正彦，大口敬：信号交差点における飽和交通流率の変動の基本特性，土木計画学研究・論文集No.14, 1997.9
- 3) 鹿田成則，片倉正彦，大口敬，河合芳之：飽和交通流率の基本値変動の実態解析，土木計画学研究・講演集 No.25, 2002
- 4) 外井哲志，河野辰男，柴田正雄：信号交差点の交通容量に関する研究～飽和交通流率の影響要因分析～，交通工学 Vol.24 No.2 1989
- 5) 桜田陽一，越正毅，桑原雅夫：信号交差点の交通容量とサイクル長の関係に関する一考察，土木学会第43回年次学術講演会（昭和63年10月）
- 6) 鹿田成則，片倉正彦，大口敬，河合芳之：信号交差点における飽和交通流率と車線幅員の関係について，土木計画学研究・論文集 No.5 2001.9
- 7) 河合芳之，鹿田成則，片倉正彦，大口敬：信号交差点における轉向半径と轉向角度が左折飽和交通流率に与える影響について，土木計画学研究・論文集 No.4 2002.9
- 8) 鹿田成則，片倉正彦，大口敬：信号交差点における車頭時間を用いた大型車の乗用車換算係数の推定方法，土木計画学研究・論文集 No.17 2000.9
- 9) 松本卓也，鹿田成則，岩崎征人：左折車と歩行者の交錯現象を考慮した交通容量の解析手法の提案，第28回交通工学研究会論文集 2008.10
- 10) 野田宏治，小倉俊臣，松本幸正，栗本譲：信号交差点の右折交通流における横断歩行者に対する補正率に関する基礎研究，第22回交通工学発表論文報告集 2002.10
- 11) 片岡源宗，吉井稔雄：右折車による後続直進車のブロッキング現象を考慮した交差点容量推計方法の構築，土木計画学研究・論文集 No.4 2004.9
- 12) 片倉正彦：日本の道路交通容量マニュアル，交通工学 VOL.27, No.2, 1992
- 13) 石井憲一，斎藤和夫：信号交差点の右折交通現象および交通容量解析に関する研究，土木計画学研究・論文集 No.10 1992.11
- 14) 堀井雅史：地方都市における飽和交通流率に関する一考察，土木学会東北支部技術研究発表会（昭和63年度）
- 15) 渡辺敏史，藤原隆，加来照俊：冬期における信号交差点の交通容量について，土木学会第44回年次学術講演会（平成元年10月）
- 16) 中辻隆，藤原隆，荻原享 加来照俊：冬期の交差点交通容量について，第19回日本道路会議論文集

- 17) 木戸伴雄：休日における交通容量の低下，科学警察研究所報告交通編 Vol. 36 No. 2, July 1995
- 18) 柴田正雄：右折交通の交差点交通容量に及ぼす影響の検討 第23回交通工学研究発表論文報告集 2003. 10
- 19) 斉藤威：各種交通条件が信号交差点の交通容量に及ぼす影響，科学警察研究所報告交通編Vol21 1980
- 20) 濱田俊一：路上駐車が交通容量に及ぼす影響，交通工学 Vol. 23 No. 3 1988
- 21) 鹿田成則，片倉正彦，堀雄一郎：交差点交通容量に及ぼす路上駐車車両の影響，土木学会第 46 回年次学術講演会（平成3年9月）
- 22) 鹿田成則，片倉正彦，石原晃一：交差点交通容量に及ぼす路上駐車の影響分析，土木学会第48回年次学術講演会，平成5年9月
- 23) 鹿田成則，片倉正彦，大口敬，河合芳之：信号交差点の飽和交通流率に及ぼす路上駐車の影響分析，土木計画学研究・講演集 No. 24(1) 2001. 11
- 24) 田中伸治，桐山孝晴，濱谷健太：路上駐車が交通流に与える影響の分析，交通工学 Vol. 41 2006

(2014. 4. 25受付)

REVIEW OF HIGHWAY CAPACITY AND QUALITY OF SERVICE RESEARCH

Tadashi WAKABAYASHI, Takashi NOMIYAMA, Norihiro IZUMI