

[特集]

道路利用者満足評価に基づく 高速道路のサービス水準の評価

石橋 善明¹・小藪 英彦²・河内 朗³¹日本道路公団 関西支社 保全部 (〒530-0003 大阪府大阪市北区堂島1-6-20)

E-mail: yoshiaki.ishibashi@jhnet.go.jp

²正会員 日本道路公団 中国支社 建設部 (〒730-0017 広島県広島市中区鉄砲町7-18)

E-mail: hidehiko.koyabu@jhnet.go.jp

³経修 株式会社 長大 大阪支社 計画技術部門 (〒550-0013 大阪府大阪市西区新町2-20-6)

E-mail: kouchi-a@chodai.co.jp

本稿では、道路利用者からの評価を反映した道路のサービス水準評価に関する実運用に向けた一つの方向性を示すことを目的として、その考え方を整理し、ケーススタディーによる検証を行った。まず、高速道路利用者を対象として実施したCS調査結果をもとに、道路利用者の満足評価と交通指標の関係を示すモデル式の構築を行った。サービス水準の評価は道路管理者での活用を想定し、全国の高速道路から抽出された区間を対象として15分単位の交通指標データからモデルによる道路利用者満足率を算出し、その年間平均値及び年間構成で行った。その結果から、いくつかの課題は残されているものの、年間平均値と年間構成を組み合わせた評価方法の可能性を提示した。

Key Words : level of service, road user's satisfaction, probit model

1. はじめに

わが国での道路のサービス水準とは、「その道路がそのときの交通状況下において運転者に提供するサービスの程度を表す」もので、「時間ごとの道路交通の運用状態に対して評価を行う尺度として定められる」とされている。一方、道路の計画・設計段階においては、年間を通じたサービスの質の程度を勘案した計画水準が用いられる。サービス水準と計画水準は、サービスの質を時間単位で捉えるか年間単位で捉えるかといった違いこそあるものの、ともにドライバーに提供するサービスの質を考慮している点は同じである¹⁾。

道路のサービス水準が、「利用者に提供できるサービスの程度」であるとするならば、道路管理者はサービスの供給者であり、道路利用者はそのサービスの消費者である。道路利用者からのサービスに対する評価は、サー

ビスの供給者にとって今後のサービス提供のあり方を考えていく上で重要であるのは自明のことであろう。

道路利用者からの満足評価の導入事例である米国の *Highway Capacity Manual (HCM)* におけるサービス水準 (LOS: Level of Service) に関しては、「LOSはHCM1965から導入され、利用者の感覚を重視すべくサービスの評価尺度を改定してきた。この過程で道路利用者の視点を重視していると述べている。しかしながら、道路利用者の受ける感覚との合致度の検証等については、調査研究がまだ不足しているのが現状である」(尾崎ら²⁾)とのことである。わが国においても、これまでに道路利用者の認識や満足度に関する研究として、ドライバーのミクロな走行状態からの効用をベースにしたサービス水準に関する研究(喜多ら^{3),4)}、ドライバーの満足度に影響を及ぼす交通状況に関する研究(中村ら⁵⁾)があり、有用な情報を提供している。しかしながら、わが国におい

て、道路利用者からの評価をもとにした道路のサービス水準の評価は、まだ実運用には至っていないのが現状である。

そこで、本稿では、道路利用者満足評価に基づく道路のサービス水準の評価方法についてその考え方を整理し、ケーススタディーによる検証を試みる。以下では、まず道路利用者満足評価によるサービス水準評価の考え方について整理し、本稿での枠組みを提示する。続いて、トラフィック機能に関する利用者ニーズと交通実態の関連性を把握することを目的に高速道路利用者を対象として実施したCS調査(Customer Satisfaction 調査)⁶⁾の結果から、道路利用者の満足評価を交通指標で説明するモデルの構築を試みる。なお、ここでの満足評価の対象は、高速道路単路部における「円滑性」及び「安全性」に関するものである。そして、全国の高速道路から抽出された代表区間に上述モデルを適用し、道路利用者の満足評価に基づく高速道路のサービス水準評価に関するケーススタディーを実施する。

2. 道路利用者満足評価によるサービス水準評価の枠組み

サービス水準の評価とは、サービスの質の程度をある基準をもって評価することである。それには、まず対象とするサービスの質を明らかにした上で、どのようにその程度を把握し、またサービス水準指標として何を選定するのかといった計量化の課題と、次にその程度をどのように評価するのかといった評価方法に関する課題が存在する。

以下では、それぞれの課題に対する検討方針を述べながら、本稿での道路利用者からの満足評価に基づくサービス水準評価の枠組みを提示する。

(1) サービスの質の対象

道路は多面的な機能を担っており、サービスの質も多岐にわたる。そのうち本稿で対象となる高速道路単路部が担う主な機能の一つはトラフィック機能であり、そのサービスの質としては、「快適性」、「円滑性」、「安全性」、「速達性」、「走行経済性」等が考えられる。これら要素は互いに密接な関連を持ち、中でも「快適性」は、「円滑性」や「安全性」をはじめとして、広義には「景観」のような道路空間に関する要素も含める総合的要素であり、高速道路の多様な機能を総合的に捉える上では適切な指標であろう。しかし、道路空間に対する評価、及びそれが道路利用者の満足評価に与える影響を定量的に把握し、一般化するのには困難であり、一方

で快適性は交通状況を主たる影響要因と捉えることが可能であることが、中村ら⁵⁾からも明らかにされている。

本稿においては、道路利用者が総合的満足度である「快適性」と交通状況に特化した「円滑性」や「安全性」を区別出来るかどうかの議論の余地が残されているものの、サービスの質の対象として直接的にトラフィック機能と関わりを持つ「円滑性」及び「安全性」に着目するものとした。

(2) サービスの質の計量

サービス水準とは、サービスの質の程度を示す尺度であり、管理者の立場からは「(運転者に)提供するサービスの程度」、道路利用者の立場からは「(自分たちが)享受するサービスの程度」と言えよう。サービス水準は道路利用者が享受するサービスの程度からも説明されるべきであり、それにはある交通状況下で利用者が実際にどのくらいサービスを楽しんでいると認識しているかを捉える必要がある。

これらに関する既往研究事例としては、個別ドライバーレベルにおけるサービスの質をドライバーの効用としてドライバーの希望する走行状態(速度、走行自由度、危険度等)の達成度から捉え、交通量が利用者の認識するサービスの質を表す指標として利用できる可能性を示した研究(喜多・平泉⁴⁾)、サービスの質を表す指標の一つとしてドライバーの快適性に関する主観的満足度に着目し、都市間高速道路を対象として交通指標とドライバーの満足度との関係、さらに交通状況がドライバーの印象や満足度に影響を及ぼす構造を把握した上で、自由流状態においては主に15分間交通流率の影響を受けることを示した研究(中村ら⁵⁾)があり、その方向性を指し示している。

ここで、同じ道路交通の質でも個人によってその捉え方が異なることに注意しなければならない。例えば、高速道路の渋滞の場合、渋滞状況に対して大きな不満を感じるドライバーもいれば、周りの走行スピードが低下したことで安心感が増し、あまり不満と感ぜないドライバーもいるかもしれない。個人差を考慮したサービス水準の評価を行う必要があるが、それには個人差と満足評価の関係を明らかにし、さらに実運用を考えた場合、個人差データの収集方法に関する検討が必要となる。

そこで、本稿では、「円滑性」及び「安全性」に関するサービスの計量を「円滑性に関する満足率」と「安全性に関する満足率」で行った。ここで満足率とは、単位時間における当該道路区間の総利用者のうちで「満足」と感じている利用者の割合を示している。満足率といった確率値を用いることにより、同じ交通状況で満足と感じる利用者もいれば不満と感じる利用者もいるといった

ような個人差の違いを「満足と判断する確率」として表現することが可能となる。なお、道路利用者は時々刻々の交通状況に基づいて満足評価を行っているものと考えられることから、評価時間は短時間単位が望ましい。本稿においては、交通指標データとして車両感知器の観測データを用いるが、5分単位では交通状況のバラツキが非常に大きかったことから、15分単位の交通指標に着目するものとした。

サービス水準指標の選定に関しては、岡村⁷⁾により都市間高速道路へサービス水準を導入する場合の考え方が整理されており、その中でサービス水準指標の満たすべき要件として、複雑な交通状況を適切に表現できること、使い易い指標であることの2点が挙げられている。

本稿では、道路利用者満足率からサービスの質の計量を試みているが、使い易さを考慮すると、サービス水準指標としては汎用性のある客観的データを用いるのが望ましい。サービス水準指標には道路利用者満足率と関連性の高い交通指標を用い、サービス水準の状況を道路利用者の視点から説明するものとして満足率を用いるというのが、実務上適切であると考えられる。なお、本稿では道路利用者の満足評価からのサービスの質の計量、及びその結果を用いた評価に関する検討を対象とし、サービス水準指標の選定は今後の課題とする。

(3) サービス水準の評価

サービス水準の評価は、HCMのLOSで採用されているA～Fのサービス水準区分のように、サービス水準を区分して評価する方法や、連続的なサービス水準指標をそのまま用いて評価する方法等が考えられるが、道路管理上の判断基準とする場合は、単一もしくは複数の閾値を設定してそれを基準に判断を行う方が、容易でかつ説明しやすいと考えられる。

閾値の設定に際しては、道路利用者からの評価を考慮したサービス水準の評価を行う場合、その閾値を交通状況と道路利用者の認識で関連づけておく必要がある。この場合の交通状況とは、マクロな交通状況のみならず、各道路利用者が直面するミクロな交通状況も含まれる。

以下では、活用主体に応じたサービス水準の活用イメージを示しながら、道路利用者の満足評価に基づくサービス水準評価について、1つの考え方を示すものとする。

a) 道路管理者による活用

道路管理者による道路サービス水準の活用方法としては、計画・設計段階での活用と管理・運用段階での活用の2つが考えられる。

計画・設計段階では、交通流の運用条件を規定する指標としての活用が考えられる。わが国には、道路の新設あるいは改良の際における計画・設計の条件として、可

能交通容量（基本交通容量に対象とする道路の現実の道路条件及び交通条件による影響を考慮した交通容量）に対する余裕度を年間当たりの可能交通容量超過時間数を根拠に地方部・都市部別に3水準で示した「計画水準」がある⁸⁾。ただし、これら基準は、主に道路管理者の立場からマクロ的にサービスの質の程度を捉えたものであると考えられ、道路利用者がその状況をどのように認識するのかといった関連づけが明らかになっていない。設計・計画段階におけるサービス水準は、多岐に渡るサービス水準をできるだけ総合的に勘案したものが望ましく、その中に占める道路利用者からの評価のウェイトは大きい。サービス水準が示す交通状況とそれに対する道路利用者からの評価を関連づけ、相互を勘案しながら計画・設計段階での基準を設定することが必要である。

管理・運用段階における活用としては、道路利用者の満足評価を考慮した既存道路の交通運用状況に対する評価が考えられ、その評価方法としては、期間単位での集計結果に基づく評価とリアルタイムでの評価が考えられる。期間単位の評価では、例えば道路利用者満足率の年間単位での集計評価を行うことで道路利用者の観点からサービス水準の低い区間を明らかにし、それを改良区間選定における1つの判断基準としたり、改良後の運用状況のサービス改善の予測指標として活用することで、アカウントビリティーの向上が期待できる。ただし、道路利用者の満足評価は、その時々々の道路サービスに対する個人レベルの評価であり、年間評価に関しては、時々刻々変化する交通状況に伴い変動する満足評価の時間集計方法、またある時点の交通状況に対するサービス水準評価メカニズムと年間を通したサービス水準評価メカニズムの相違について、検討を行う必要がある。

もう一つの評価方法であるリアルタイムでの評価に関しては、リアルタイムで交通運用状況の満足評価を行い、その結果を判断材料の一つとして交通規制を実施する等の活用が考えられる。この場合、時々刻々変化するサービス水準をどのような方法や時間単位で評価するのか検討が必要である。

b) 道路利用者による活用

現在、道路利用者が交通行動を判断する交通情報として、所要時間情報や渋滞情報が提供されており、特に渋滞に関する情報提供の充実度は高いものといえる。しかし、非渋滞区間だからといって交通状況が一律に円滑で快適というわけではなく、その走りやすさは多少なりとも異なっているものと思われる。ある区間における現在の交通運用状況を満足評価に基づくサービス水準で交通情報として情報板等を通じてリアルタイムに提供することが可能となれば、道路利用者がサービス水準を交通行動の判断基準の一つとして用いることも可能となるかも

しれない。ここで提供する交通情報の意味は、利用者が当該区間の走行性に関して平均的に感じる満足状況といったもので、非渋滞域及び渋滞域に関してもその中の交通運用状況を道路利用者に伝えるものである。しかし、これには道路利用者のニーズ、技術的可能性、道路利用者への浸透方法に関する検討を行っておく必要がある。

(4) 道路利用者満足評価に基づくサービス水準評価の枠組み

本稿においては、都市間高速道路の単路部における「円滑性」及び「安全性」に関するサービスの程度について、道路利用者満足率からの説明を試みており、その分析の枠組みは図-1のとおりである。

まず交通指標データ（15分間値）から円滑性及び安全性に関する満足率（15分間値）を導くモデルを構築し、道路利用者の認識に基づくサービス水準を算定した。活用主体は道路管理者を想定しており、既存道路の交通運用状況の年間単位での評価を試みた。道路利用者満足率の年間集計方法は、表-1に示す「道路利用者満足率の年間平均値」と「道路利用者満足率の年間構成」の2つとした。これらは時間をベースとした集計となっている。

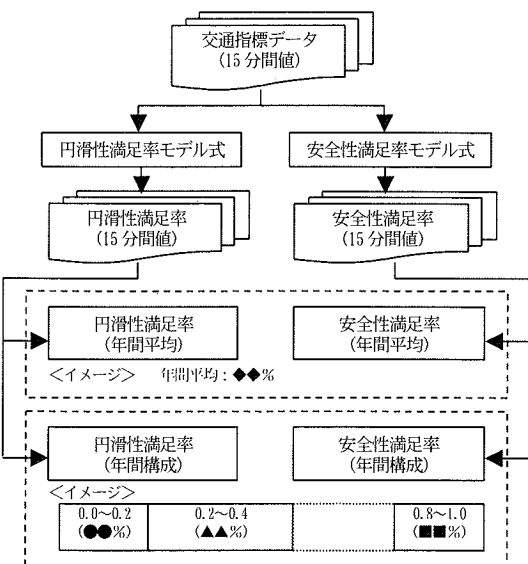


図-1 道路利用者満足率によるサービス水準評価

表-1 道路利用者満足率の年間集計方法

評価方法	活用イメージ
①年間平均値	<ul style="list-style-type: none"> 路線の平均的なサービス水準を把握 単純な横並び評価が可能
②年間構成	<ul style="list-style-type: none"> 路線の平均的な満足率の年間構成比を把握 満足率の変動等路線の持つ特徴を把握することが可能

年間平均値による評価は、15分単位の道路利用者満足率を単純に年間平均化したものであり、これにより、当該区間の年間平均的なサービス水準を単純に横並びで評価できる。年間構成による評価は、道路利用者満足率をある設定区分に従って積み上げたものであり、これにより、例えば、通常は満足率が高いが稀に満足率が極端に低い状況が発生するといったような当該区間の持つ特徴を捉えることができる。

その他集計方法として、当該満足率に該当する利用交通量の重み付けによる年間加重平均値や利用交通量からみた年間構成が考えられ、さらには満足率とその時の利用交通量の積和による年間満足車両台数の集計といった規模を重視した集計も考えられる。しかし、利用交通量の重み付けによる加重平均や、利用交通量からみた年間構成の閾値を超過する割合を根拠とした評価結果では、表-1による結果と順位評価で大きな差は見られなかった。これら結果は交通状況に対する満足率モデルの感度に依存する部分も大きいと考えられるが、本稿では上記状況から「道路利用者満足率の年間平均値」と「道路利用者満足率の年間構成」による集計結果のみを用いて分析を行うものとした。

3. 道路利用者満足率の分析

(1) 分析の方針

ここでは、交通指標データを用いた円滑性及び安全性に関する道路利用者満足率モデルの構築について検討を行った。モデルの構築に際しては、まず交通状況に関連づけられた道路利用者満足評価データを収集する必要がある。そこで、高速道路SAで一般利用者を対象とした実走行による満足調査を行い、事後的に車両感知器観測データをマッチングさせることで、交通状況と道路利用者満足評価の相関性を把握することとした。そして、個人差に起因する評価のバラツキを抑えて全体的な傾向を捉えるために、最も満足評価と相関性の高い交通指標に基づいた個別サンプルのグルーピングを行い、さらに4段階評価の満足度を満足率に変換することで、道路利用者満足率モデルを車線数別・平日日別に構築した。

(2) 調査方法

高速道路の走行円滑性及び安全性に関する道路利用者の満足評価を把握する方法として、高速道路利用者を対象としたCS調査を実施した。CS調査は、顧客満足調査として主にマーケティング分野で用いられる手法であり、提供するサービスに対する顧客の満足評価を把握するとともに、具体的な満足及び不満内容を把握することによ

り、サービスの向上を図ることを目的とした調査である。

調査方法は、図-2に示すとおりである。様々な属性から実走行による満足評価を得ることを目的として、高速道路上で平日及び休日に調査を実施した。具体的には、上流側休憩施設において、一般ドライバーに対してアンケートの趣旨説明及び調査票の配布を行い、高速道路本線走行後の下流側休憩施設で調査票の回収を行った。なお、交通状況の変化に対する同一被験者の満足評価の変化を捉えるため、被験者が走行した区間を2つの区間に分けて各々の区間に対する道路利用者満足度を調査した。調査内容は被験者が走行した区間の「道路状況に対する満足度」や「安全性に対する評価」等に関するものであり、評価は被験者の回答負担を考慮して4段階（満足・やや満足・やや不満・不満）とした。また、車両感知器データとのマッチングや旅行時間算出のため、上流側休憩施設の出発時刻と下流側休憩施設の到着時刻についても記録した。

調査箇所は、満足評価に少なからず影響を及ぼすと想定される車線数（6車線/4車線/暫定2車線）や地域特性（都市部/地方部）、多様な交通状況からの満足度評価データを得るため渋滞と非渋滞状況が見られること（多

車線が対象）、調査票の配布・回収場所となる休憩施設の立地状況等を考慮して、表-2に示す東名高速、名神高速、上信越道の各区間を選定した。結果としてアンケート調査を行った3路線区間で、708人の道路利用者から回答を得ることができ、またこれら被験者に対して各々2つの区間に対する満足度を調査していることから、全体で1,416サンプルの満足度データを取得することができた。

(3) 利用者満足度と交通指標の関連性

CS調査結果をもとに、円滑性及び安全性に関する道路利用者満足度と交通指標の関連性に関して分析を行った。ここでの交通指標とは、交通量、速度に関するデータ、及びそれらを用いて算出される交通密度、混雑状況、交通量・交通容量比（V/C：交通量は15分間交通流率、交通容量は2200pcu/h/車線）であり、被験者が走行した際の車両感知器データから収集した。1区間で複数の車両感知器が設置されている場合は、まず各車両感知器の勢力範囲（簡易的に隣接する車両感知器との中間点から設定）を当該車両感知器の観測速度で走行するものとして、出発時刻の観測速度データを1番目の車両感知器勢力範囲に対応させて、勢力範囲距離と速度から1番目の車両感知器勢力範囲における旅行時間を算出した。その旅行時間を出発時刻に加算することにより、2番目の車両感知器勢力範囲の進入時刻を算出し、1番目の車両感知器と同様の方法で2番目の車両感知器勢力範囲における旅行時間を算出した。これを全ての車両感知器について繰り返し、被験者が各車両感知器を通過した時刻を設定し、その時刻における各観測データを距離に関して積み付けしたものを交通指標データとして割り付けた。なお、車両感知器からの観測データは安定性を確保するため5分単位のデータを15分単位に集約して用いた。さらに、異なる区間延長及び道路構造での比較を可能とするため、交通指標はkm当たりかつ1車線あたりのデータとした。

また、今回の調査では、満足度を4段階で評価している。しかし、これら4段階の間隔は不明であり、交通状況と満足度の関係を検討する上では、4段階の満足度がどのような間隔を持っているかを踏まえておく必要がある。そこで、系列範囲法により不満を0点、満足を100点として円滑性及び安全性に対する満足度を基数変換したところ、円滑性では不満0点、やや不満35.1点、やや満足63.4点、満足100点であり、ほぼ等間隔での評価であることが分かった。同じく安全性に関しては、不満0点、やや不満30.3点、やや満足62.1点、満足100点であり、こちらも円滑性と同等にほぼ等間隔であった。結果的には、これら4段階はほぼ等しい間隔を持つ値であることから、

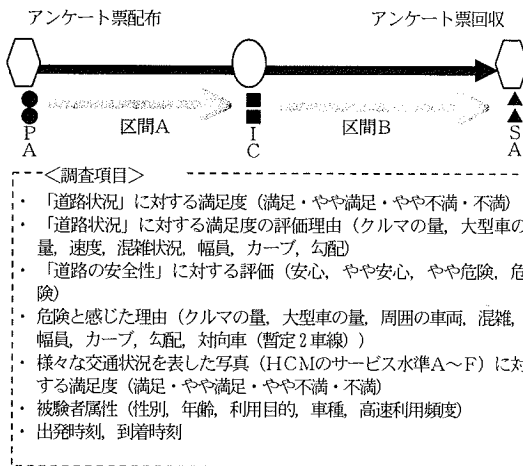


図-2 CS調査方法

表-2 調査箇所及び回答者数

	東名高速	名神高速	上信越道
方向	下り	上り	下り
区間	港北PA →海老名SA	桂川PA →大津SA	東部湯の丸SA →千曲川さかきPA
車線数	6車線	4車線	暫定2車線
回答者数 (人)	平日：140 休日：97 合計：237	平日：97 休日：115 合計：212	平日：131 休日：128 合計：259
調査日	H14.11.29(金) H14.9.14(土)	H14.11.22(金) H14.11.23(土)	H14.11.15(金) H14.11.16(土)
調査時間	昼間12時間(7:00~19:00)		

以下の分析ではこの4段階をそのまま用いることとした。

道路利用者満足度と交通指標との関連性について、個別サンプルによる相関分析を行ったところ、円滑性及び安全性ともに交通指標との明確な関連性は得られなかった。図-3に東名高速の休日(194サンプル)におけるpcu換算交通密度と円滑性満足度の相関図を例示しているが、同じ交通密度であっても満足度評価が満足から不満まで異なって分布しているのが分かる。その他交通指標に関しても同様の傾向であった。その主たる理由として、まず同じ道路交通の質であっても被験者の個人差を要因として満足度評価が異なること、そして被験者が走行した際の交通状況に関して、東名高速は渋滞流域及び自由流域の異なる交通状況が含まれていたのに対して、名神高速及び上信越道はその大半が自由流域であったため、交通状況の差異を要因とした満足度の相違を明確に捉えることが困難であったことが挙げられる。

(4) サンプルデータの加工

サンプルデータはバラツキを持ちながらも、全体としては何らかの傾向を持っているはずである。そこで、道路利用者満足評価と交通指標間の全体的な傾向を掴むことを目的として、個別サンプルデータのグルーピングを行い、グループの平均データを用いて満足評価との関係を確認することとした。グルーピングの考え方は図-4のとおりである。ここでは、pcu換算交通密度を例にとり、東名高速(休日)の194サンプルをpcu換算交通密度ランクに基づき10グループに分けている。ここで10ランクとしたのは、1ランク当たり少なくとも20サンプル程度が含まれるようにしたためであり、他の交通指標においても全て10ランクとした。また、4段階の序数データである利用者満足度は、「満足」と「不満」に2項化し、当該グループ内での「満足」の比率を捉えることで、満足率といった連続性のある基数データに変換した。pcu換算交通密度に関する各グループの平均値は表-3のとおりとなる。pcu換算交通密度に関するグルーピングであることから、pcu換算交通密度平均値と満足率の相関性について確認を行ったところ、単相関係数は-0.89となった(表-4参照)。同様のグルーピング作業を交通指標データ(全車交通量, pcu換算交通量, 大型車混入率, 地点走行速度, 交通密度, pcu換算交通密度, v/c)それぞれについて行い、満足率との相関分析を行ったところ、満足率と最も高い相関がみられたのはpcu換算交通密度であったことから、サンプルデータのグルーピングはpcu換算交通密度を根拠として行うものとした。ランク分けは区間別(3ケース)・平休日別(2ケース)にそれぞれ10ランクとし、モデル分析サンプル数は60サンプル(6ケース×10ランク)である。但し、個別サンプルを

集約化することで、道路利用者の満足評価に関する属性要因は捨棄されてしまっている。

モデル分析サンプルの交通指標と満足率との相関関係は、表-4~5と図-5~8に示すとおりである。円滑性満足率ではpcu換算交通密度、地点走行速度、安全性満足率で有意な相関が見られており、安全性満足率では円滑性満足率と地点走行速度で同じく有意な相関が見られた。

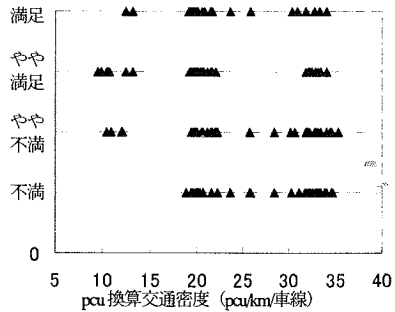


図-3 円滑性満足率とpcu換算交通密度(東名:休日)

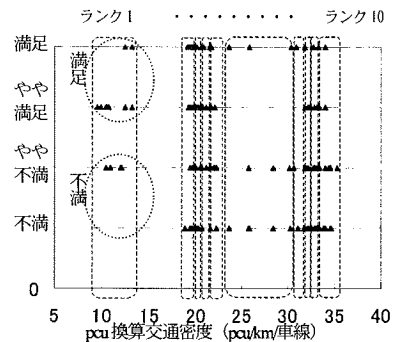


図-4 pcu換算交通密度に関するグルーピング(東名:休日)

表-3 pcu換算交通密度に関するグループの平均値(東名:休日)

ランク	pcu換算交通密度 平均値	満足率	該当 サンプル数
1	12.7	70.6%	17
2	19.8	65.0%	20
3	19.9	60.9%	23
4	20.3	61.1%	18
5	21.5	55.6%	18
6	24.8	35.0%	20
7	31.5	50.0%	18
8	32.2	36.4%	22
9	32.8	30.0%	20
10	34.1	22.2%	18

表-4 モデル分析サンプルの円滑性満足率に関する相関係数

	東名高速		名神高速		上信越道	
	平日	休日	平日	休日	平日	休日
地点走行速度 (km/h)	0.58	0.88**	0.60	0.74*	0.76*	0.26
pcu換算交通密度 (pcu/km/車線)	-0.60	-0.89**	-0.67*	-0.72*	-0.58	-0.48

注：*は5%有意水準，**は1%有意水準。

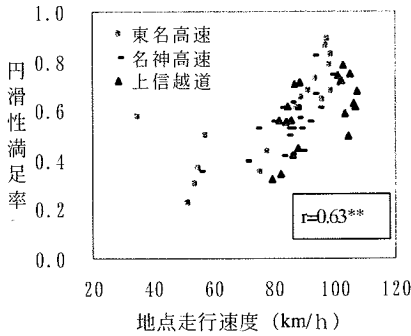


図-5 地点走行速度と円滑性満足率

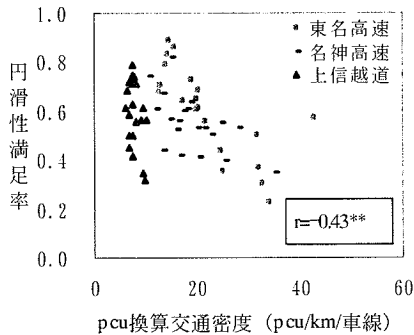


図-6 pcu換算交通密度と円滑性満足率

(5) 道路利用者満足率モデルの構築

上記でのモデル分析サンプルを用いて、交通指標データを説明変数とし、道路利用者満足率を目的変数とする円滑性に関する道路利用者満足率モデル式（以下、「円滑性満足率モデル式」という）、及び安全性に関する道路利用者満足率モデル式（以下、「安全性満足率モデル式」という）を構築した。

モデルは、目的変数が満足率といった確率値であることから、プロビット回帰分析を用い、車線数別（路線別）かつ平休日別に構築した。車線数（路線）毎のモデルについても検討したが、モデルの説明力は全体60サンプルで構築した方が高かったことから、全体60サンプルを用いて、車線数及び曜日の違いは定数項のみに反映させることとした。車線数及び曜日の違いをそれぞれ共通変数ではなく定数項に集約させたのは、モデル分析サンプルを対象とした予備分析では、交通状況の偏り、グル

表-5 モデル分析サンプルの安全性満足率に関する相関係数

	東名高速		名神高速		上信越道	
	平日	休日	平日	休日	平日	休日
地点走行速度 (km/h)	0.34	0.51	0.31	0.49	0.80**	0.31
pcu換算交通密度 (pcu/km/車線)	-0.28	-0.49	-0.22	-0.42	-0.35	-0.20
円滑性満足率	0.69*	0.47	0.12	0.66*	0.54	0.34

注：*は5%有意水準，**は1%有意水準。

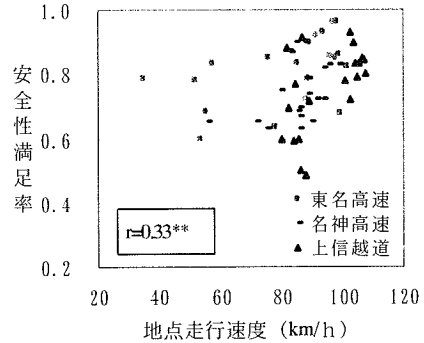


図-7 地点走行速度と安全性満足率

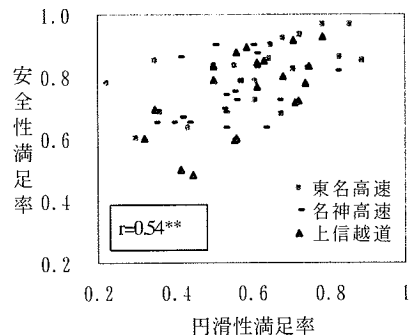


図-8 円滑性満足率と安全性満足率

ープ内変動の大きさを理由に満足率の車線数及び曜日に
関する独立性について有意な結果が得られなかったが、
同じ交通状況でも車線数によって満足評価が異なると考
えられること、また本モデルでは明示的に考慮できない
属性要因である利用目的を間接的に平休日で考慮するた
めである。

説明変数については、各々の満足率と相関性がみられ
た変数として、円滑性満足率モデル式に関しては「地点
走行速度」と「pcu換算交通密度」、安全性満足率モデ
ル式に関しては「円滑性に関する満足率」を採用するこ
ととした。なお、安全性満足率モデル式に関しては、有
意な相関が得られた「地点走行速度」のみを説明変数と
するモデル式も検討したが、ピアソンの適合度検定でモ
デルの適合性は棄却された。そこで、最も相関性が高か
ったのが「円滑性に関する満足率」であったこと、また
円滑性満足率モデル式において既に「地点走行速度」が

説明変数として考慮されていることから、「円滑性に関する満足率」のみを説明変数とすることとした。

設定したモデル式及び推定結果は以下のとおりである。

円滑性満足率

$$= \alpha \times \text{地点走行速度} + \beta \times \text{pcu換算交通密度} + \text{定数項} \quad (1)$$

安全性満足率

$$= \gamma \times \text{円滑性に関する満足率} + \text{定数項} \quad (2)$$

円滑性満足率モデル式のパラメータ推定結果は表-6のとおりである。地点走行速度に関しては有意性が認められたものの、他の変数に関しては有意性が認められなかった。その理由としては、pcu換算交通密度と地点走行速度といったように相関性の高い変数をモデルの中で同時に用いていることが挙げられる。安全性満足率モデル式のパラメータ推定結果は表-7に示すとおりであるが、円滑性に関する満足率については有意性が認められたものの、定数項については有意性が認められなかった。定数項で有意性が認められない理由としては、円滑性満

足率モデル式及び安全性満足率モデル式ともに、満足率に対する車線数及び曜日の差異がサンプルデータからは明確に現れていないこと、一方で勾配、トンネル、カーブ等の構造要因が影響を及ぼしていると考えられること等が考えられる。しかし、モデルの適合度を示すピアソンの適合度検定結果からは両モデルともに「モデルは正しい」との帰無仮説は棄却されておらず、また図-9及び図-10はモデルから算出された満足率を満足者に人数換算した結果と、実際の観測値との適合性を示したものであるが、この結果を見る限りにおいては、円滑性満足率モデル式及び安全性満足率モデル式ともに、モデル全体としての説明力は一定程度あるようである。

そのようなモデルとしての課題を含んではいるものの、本稿では道路利用者満足率を用いたサービス水準評価の一つの方向性を示すことが目的であることから、モデル全体としての説明力を有することを優先し、式(1)を円滑性満足率モデル式、式(2)を安全性満足率モデル式として以下の分析を行うこととした。

表-6 円滑性に関する満足率モデル推計結果

路線		地点走行速度	pcu換算交通密度	定数項
東名高速	6車平日	0.01305 (2.20*)	-0.00745 (-0.53)	-0.44471 (-0.57)
	6車休日			-0.82167 (-1.06)
名神高速	4車平日			-0.74252 (-0.96)
	4車休日			-0.94481 (-1.28)
上信越道	2車平日			-1.10184 (-1.68)
	2車休日			-0.79049 (-1.17)
ピアソンの適合度検定：p=0.39				

注) カッコ内はt値。*は5%有意水準、**は1%有意水準。

表-7 安全性に関する満足率モデル推計結果

路線		円滑性満足率	定数項
東名高速	6車平日	1.47228 (4.85**)	-0.01029 (-0.05)
	6車休日		0.06937 (0.40)
名神高速	4車平日		-0.18555 (-0.91)
	4車休日		-0.06416 (-0.37)
上信越道	2車平日		-0.26676 (-1.51)
	2車休日		-0.06596 (-0.31)
ピアソンの適合度検定：p=0.13			

注) カッコ内はt値。*は5%有意水準、**は1%有意水準。

4. 道路利用者満足評価からのサービス水準の評価

(1) ケーススタディー箇所の抽出

円滑性満足率モデル式及び安全性満足率モデル式を実際にいくつかの高速道路区間に適用することにより、道

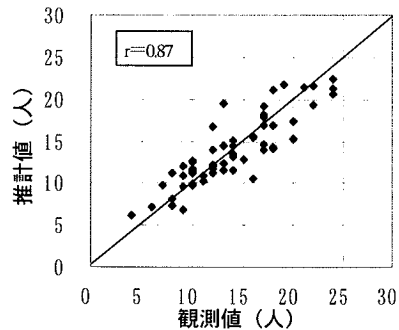


図-9 円滑性に関する満足率の推計データ

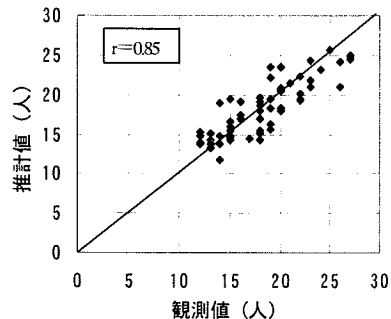


図-10 安全性に関する満足率の推計データ

表-8 ケーススタディー抽出箇所

地域特性・路線特性		車線数	箇所数
大都市部	放射系	6車線	4
		4車線	5
	環状系	4車線	4
地方都市部		6車線	1
		4車線	5
都市間平地区		6車線	4
		4車線	4
		2車線	4
中山間地域		4車線	4
		2車線	5
行楽地		4車線	4
		2車線	4
合 計			48

注) 表中2車線は往復非分離の暫定2車線である。

路利用者満足率に基づくサービス水準評価のケーススタディーを実施した。ケーススタディーにおいてはICで区切られた区間を評価単位区間とし、表-8に示すとおり全国の高速道路を対象に地域特性、路線特性、車線数を勘案して48区間を選定した。なお、調査区間の選定に際しては、車両感知器データが入手可能であることを前提とし、また交通特性データは「道路交通センサス」等の既往調査データとの整合を図るため平成11年とした。

(2) サービス水準評価における閾値

本稿では、各高速道路区間の円滑性及び安全性に関するサービスの状況を道路利用者満足率から捉え、試算的に全区間年間平均値を基準としたサービスの質の程度に関する相対評価を行った。この道路利用者満足率の全区間年間平均値も考慮してサービス水準の閾値（サービス水準指標が交通指標の場合、閾値はその交通指標となる）を設定するには、満足率とそれに対応したマクロ及びミクロな交通状況に関する考察を行い、その妥当性を検証する必要がある。

本稿では、多様な利用者からの評価を得ることを目的とした調査を行っており、各被験者が直面したミクロな交通状況を捉えていないため、サービス水準の閾値設定に関しては今後の課題とした。

(3) 円滑性満足率によるサービス水準評価

ケーススタディー箇所を対象に、円滑性満足率モデル式を適用して円滑性に関する満足率を算出した。なお、円滑性満足率モデル式は昼間12時間（7時～19時）のCSデータによって構築されたものであることから、本分析では昼間12時間のみを対象として満足率を算出した。

以下、「年間評価値による評価」と「年間構成による評価」の2つの方法による道路利用者の視点からの年間サービス水準評価について考察を行う。なお、ケース

スタディー箇所の2車線は往復非分離の暫定2車線である。

a) 年間平均値による評価

円滑性満足率の年間平均値の結果は、図-11に示すとおりである。図-11は15分単位の満足率の年間平均値を小数単位で示したものであり、1.00に近づくほど満足評価が高いことを示している。円滑性満足率の全体年間平均値は0.62であり、6車線道路に関してはいずれの地域も平均を上回った。一方、4車線道路に関しては大都市部で円滑性満足率が低くなっており、暫定2車線道路に関しては軒並み年間平均値を下回る結果となった。

満足率の平均値を基準とした場合、全体的には暫定2車線区間においてサービス水準が低く、一方6車線区間ではサービス水準が高い傾向にあるという結果となった。

b) 年間構成による評価

円滑性満足率の年間構成は、図-12に示すとおりである。図-12は15分単位の満足率を5分類してその年間構成比を示したものであり、図中のグラフ間を結ぶ線は、全体年間平均満足率が0.62であることから、円滑性満足率が0.6となる位置を結んだものである。円滑性満足率の年間構成比をみると、例えば円滑性満足率が0.6以上となるのは、大都市部の6車線区間で年間90%以上を占めているのに対し、都市間平地区の暫定2車線区間では年間20%程度にしか過ぎない。また、暫定2車線区間に着目すると、年間平均値は図-11に示されているように0.55程度でほぼ同一となっているが、その満足率の構成比は図-12のように異なっており、都市間平地区で円滑性満足率が0.6を下回る割合が多くなるという結果となった。

(4) 安全性満足率によるサービス水準評価

次に、円滑性満足率による評価と同様に、安全性満足率によるサービス水準評価を行った。こちらについても円滑性満足率による評価と同様、昼間12時間のみを対象として満足率を算出した。

以下、「年間評価値による評価」と「年間構成による評価」の2つのサービス水準の評価について考察を行う。

a) 年間平均値による評価

安全性満足率の年間平均値の結果は、図-13に示すとおりである。安全性満足率の全体年間平均値は0.77であり、円滑性満足率の全体年間平均値0.62を上回る結果となった。これは、CS調査での安全性に対する満足度が全体として高い傾向にあったことに起因する。その理由として、名神高速及び上信越道のCS調査区間はトンネルもしくは勾配区間を有していたものの、その大半が自由流域であったため構造的要因による影響が相対的に低くなったことが考えられる。

全体年間平均値を基準として安全性満足率を比較する

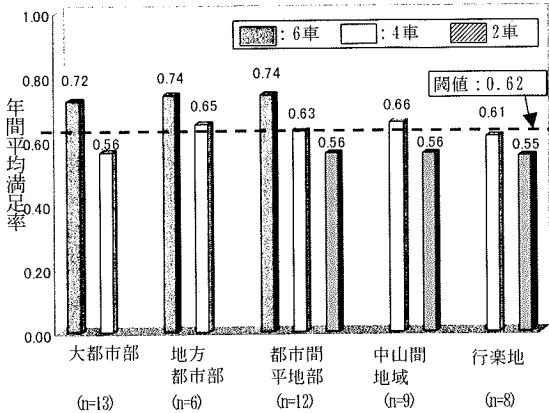
と、6車線道路に関しては平均を上回っているものの、暫定2車線道路では平均満足率が全体平均を軒並み下回った。円滑性満足率を説明変数としていることから、ほぼ円滑性満足率と同様の傾向となっていることが伺える。

満足率の平均値をサービス水準評価の基準とした場合、円滑性に関するサービス水準と同様、全体的には暫定2車線区間においてサービス水準が低く、一方6車線区間ではサービス水準は高い傾向にあるという結果となった。

b) 年間構成による評価

安全性満足率の年間構成は、図-14に示すとおりである。図中のグラフ間を結ぶ線は、年間平均満足率が0.77であることから、安全性満足率が0.8となる位置を結んだものである。安全性満足率の年間構成比をみると、例えば安全性満足率が0.8以上となるのは、大都市部の6車

線区間で年間95%以上を占めるのに対し、大都市部4車線区間では数%程度にしか過ぎない、一方、暫定2車線区間で安全性満足率が0.8以上となるのは20%程度となった。また、4車線区間に着目すると、年間平均値は図-13に示されているように0.75~0.79の値をとっているが、図-14をみるとその満足率の構成比は異なっており、大都市部で安全性満足率が0.8を下回る割合が多くなるという結果となった。

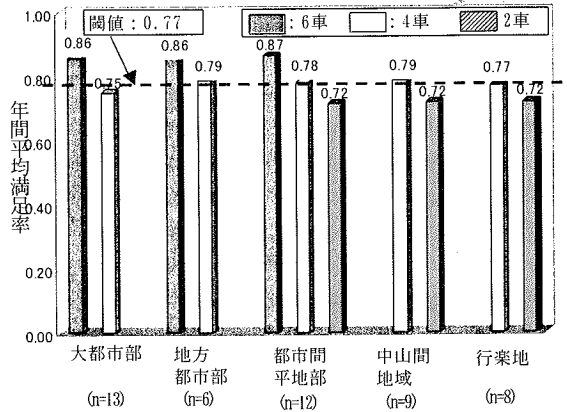


注) 数値は15分単位の満足率(満足と評価する割合)の年間平均値を小数で表したものである。

図-11 円滑性に関する年間平均満足率

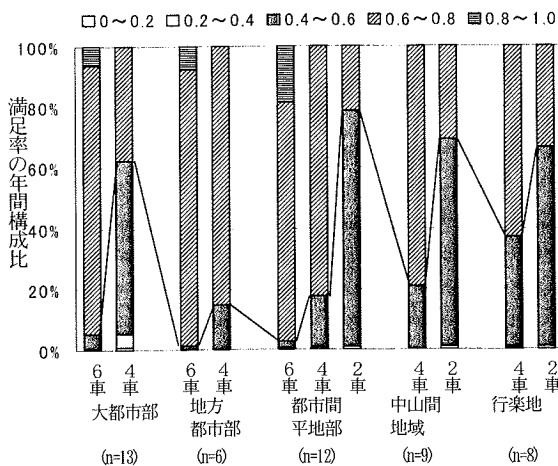
(5) 道路利用者満足評価からのサービス水準評価に関する考察

本稿では、各高速道路区間の円滑性及び安全性に関するサービスの状況を道路利用者の視点として道路利用者



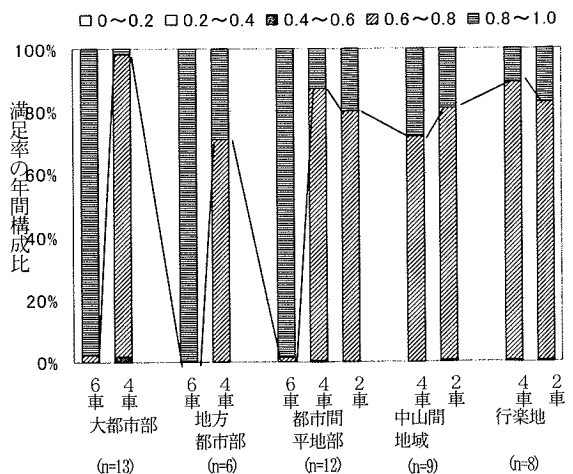
注) 数値は15分単位の満足率(満足と評価する割合)の年間平均値を小数で表したものである。

図-13 安全性に関する年間平均満足率



注) 満足率の年間構成比とは15分単位の満足率(小数值)を5分類し、それを年間で積み上げたときの構成比。

図-12 円滑性に関する年間構成



注) 満足率の年間構成比とは15分単位の満足率(小数值)を5分類し、それを年間で積み上げたときの構成比。

図-14 安全性に関する年間構成

満足率から捉え、年間平均値及び年間構成による評価を試みた。結果として、年間平均値による評価で大きな傾向をうかがい知ることはできるものの、同じ平均値であっても年間構成でみると満足率の構成比率が異なることが示された。勿論、これら結果は満足率モデルに大きく左右されることは言うまでもない。しかし、満足率の構成を今回の年間平均以外に時間、日、月、季節等の様々な時間軸で捉えた場合、道路利用者の観点から路線の持つサービスの質の特徴をサービス水準の変動として明らかにできそうである。

道路利用者満足評価からの年間サービス水準評価に関しては、道路管理者における1つの判断基準としての活用を想定した場合、全体的な平均値等を用いて大きな傾向を明らかにした上で、さらにある種の時間軸によるその構成を把握し、路線固有のサービスの質の特徴を考慮して路線のサービス水準の評価を行うのが適切かと考えられる。しかし、それには作業量の大きさやサービスの質に関する変動をどのように評価するかといった課題が存在する。

5. おわりに

本稿では、道路利用者満足評価からの道路のサービス水準の評価方法について、特に道路管理者での活用を想定した検討を行ってきた。サービス水準の評価方法に関しては、リアルタイムで時々刻々と変化する道路利用者の満足評価を年間集計する方法として、15分単位の道路利用者満足率の年間平均値を用いた方法と年間構成を用いた方法を提案し、全国の高速道路から抽出された区間を対象にケーススタディーによる考察を行った。その結果、道路利用者満足率に基づく高速道路のサービス水準の年間評価では、全体平均値等を用いて大きな傾向を明らかにし、続いてある種の時間軸における満足率の構成を把握することでサービスの質の状況を捉えることができる可能性のあることが示された。

本稿においては、道路利用者満足評価に基づく道路のサービス水準評価の実運用に向けた一つの方向を示すことができたものとする。

しかしながら、今後、道路のサービス水準の実運用に向けた検討を進めて行くにあたり、いくつかの課題が存在する。

まずは道路利用者満足評価を表すモデル式に関して、今回は不特定多数のデータを取得出来たにもかかわらず、評価時点の交通状況及び個人差のバラツキが予想以上に大きく、地域特性、路線特性、個人属性による差異をモデル内で十分に反映することができなかった。しかし、

これら要素は道路利用者満足評価に少なからず影響を及ぼすものであり、今後これらを考慮した満足評価メカニズムを解明していく必要がある。また、本稿でのモデル式は、追い越し等の車両挙動の自由度が限定されてしまう暫定2車線道路を多車線道路と同じ推定式で取り扱っており、その違いを定数項のみで表現したものとなっている。しかし、暫定2車線道路では追従時間率等の挙動の制約に関わる指標が持つ影響もあるものと考えられる。今回実施したCS調査では、一般利用者から追従に関するデータを得ることは困難であったため、モデルの中では挙動の制約に関する指標を明示的に取り扱うことができなかったが、今後の検討においてはこれら指標の満足評価への影響についても検討を行っていく必要がある。

次にサービス水準の設定に関して、本稿では利用者満足率に着目し、全体年間平均値を基準としたサービス水準の評価を行った。今後は、実運用を想定した閾値の設定に向けて利用者からの満足評価と交通状況との関連づけに関する検討や、その利用者感覚との適合性に関する検証を行う必要がある。

さらに、リアルタイム及び年間それぞれのサービス水準が表す交通状況を分かり易く表現することも、利用者に対する交通情報の提供やアカウントビリティーの向上を想定した場合には必要となるであろう。

参考文献

- 1) (社) 日本道路協会：道路の交通容量，pp.14-18, 1984.
- 2) 尾崎晴明，森浩，鹿田成則：HIGHWAY CAPACITY MANUAL 2000: 6.サービス水準（LOS）の考え方，交通工学，vol.38, No.3, pp.66-71,2003.
- 3) 喜多秀行，藤原栄吾：道路のサービス水準評価指標の再考とひとつの提案，第15回交通工学研究発表会論文報告集，pp.25-28,1995.
- 4) 喜多秀行，平泉顕：道路のサービス水準指標算定のためのシミュレーション分析，第16回交通工学研究発表会論文報告集，pp.121-124,1996.
- 5) 中村英樹，加藤博和，鈴木弘司，劉俊晟：ドライバー主観の計量による高速道路単路部のサービスの質の定量化とその要因分析；土木計画学研究論文集，No.17, pp.941-946,2000.
- 6) 佐野良夫：顧客満足の実際，日本経済新聞社，2001.
- 7) 岡村秀樹：都市間高速道路のサービス水準についての考察，交通工学，vol.37, No.6, pp.61-68,2002.
- 8) (社) 日本道路協会：道路の交通容量，p.84, 1984.

(2003. 7. 17 受付)

ASSESSMENT OF LEVEL OF SERVICE FOR EXPRESSWAY TRAFFIC STREAM BASED ON ROAD USER'S SATISFACTION

Yoshiaki ISHIBASHI, Hidehiko KOYABU and Akira KOUCHI

An approach for evaluating quality of expressway traffic service is proposed in this study, based upon a driver's satisfaction with road conditions. With a customer satisfaction survey for expressway drivers, models are developed to estimate the road user's satisfaction with traffic flow and safety by using calculative traffic indicators. Then the quality of a expressway is assessed by the probability of satisfaction calculated with the models. The proposed method, which can be used by planners, is illustrated with a case study of expressway sections. Some concerns remain; however, and a method to determine the quality of expressway service by an annual average and an accumulated distribution of driver's satisfaction is suggested.