

首都高速道路を対象としたネットワーク評価手法の検討*

A study on the network evaluation on Tokyo Metropolitan Expressway *

内海和仁**・大塚秀樹***・割田博****・坪田隆宏*****

By Kazuhito UCHIUMI**・Hideki OHTSUKA***・Hiroshi WARITA****・Takahiro TSUBOTA*****

1. はじめに

首都高速道路では、2007年12月の中央環状線（4号新宿線～5号池袋線間）開通に続き、2010年3月には中央環状線（3号渋谷線～4号新宿線間）が開通し（図-1参照）、ネットワークとしての渋滞緩和効果が報告されている¹⁾。このような道路ネットワーク全体の評価指標として、一般にはピーク時渋滞長や渋滞損失時間などが用いられている。しかし、これらの指標は、ネットワーク全体の状態を端的に表現可能である反面、交通状況の一面を捉えたものに留まっており、提供されるサービス水準を的確に把握・評価・説明しているとは言い難い。

一方で、近年、交通需要の変動や、事故等の特異事象による影響を包括した指標として所要時間信頼性評価が注目されており、具体的な評価指標や評価方法についても、多くの研究・分析が為されている^{2), 3)}。しかし、既往の事例では特定ルートや路線などの分析に留まっており、道路ネットワーク全体としてのサービス水準の把握には課題が残る。

そこで、本研究では複雑な道路網を有する首都高速道路全体の交通状況を、所要時間信頼性の観点から把握し得る、新たな評価手法を検討する。評価の視点として、①従来の指標のようにネットワーク全体を端的に表現でき、②所要時間信頼性評価のように交通状況の変動も考慮した評価が可能な手法の提案に努める。尚、本研究で対象とするのはネットワークの機能評価であることから、情報提供の観点を排除し、道路管理者の為の評価を念頭に検討を行う。

*キーワード：サービス水準， 交通管理

**正員， 修（工）， 首都高速道路株式会社

（東京都千代田区霞が関1-4-1，

TEL03-3539-9396, FAX03-3502-2412）

***修（工）， 首都高速道路株式会社

****正員， 博（工）， 首都高速道路株式会社

*****修（工）， パシフィックコンサルタンツ株式会社

（東京都多摩市関戸1-7-5，

TEL042-372-7435, FAX042-372-6394）



図-1 首都高ネットワーク図

2. 総走行台時によるネットワーク評価の提案

はじめに、ネットワーク全体の所要時間算出方法を検討する。任意のODにおける所要時間算出においては、走行軌跡所要時間（タイムスライス値）が広く用いられている（図-2参照）。これは、予め指定した経路に沿って、利用者が実際に経験した所要時間を算出するものであり、路線評価を行う際には適切な手法と言える。この手法をネットワーク全線での評価に適用する際には、例えば代表経路（OD）毎にタイムスライス所要時間を算出し、それらの総和をもって全線の所要時間とすることが考えられる。しかし、これはあくまで抽出された路線の評価を行っているに過ぎず、全線を網羅した評価とは異なる。

一方、所要時間算出のもう一つの考え方として、同時刻瞬時所要時間（瞬時値）が挙げられる。これは、ある時点における対象区間の所要時間の総和をとるものである。利用者が経験する所要時間とは異なるが、算出の際に走行軌跡を踏まえた時系列情報を必要としない為、各時点における全線の交通状況を考慮した所要時間の算出が可能である。

ただし、中央環状線のような新規路線開通前後の比較

の際には、単純な所要時間による評価の場合、開通後のネットワークでは路線長が延びる分、全線の所要時間は大きく算出される傾向にある。そこで、本研究ではある時点における区間毎の所要時間に交通量を乗じた値の総和（総走行台時）による開通前後比較を提案する。総走行台時とは、全車両の走行時間の総和を意味する指標であり、走行費用と等価な値として見なすことができる。この総走行台時を、一定期間蓄積して分布を作成することで、交通状況の変動を加味した全線の評価が可能と考えられる。

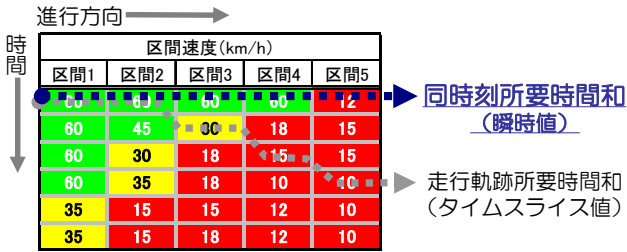


図-2 走行軌跡所要時間と同時刻所要時間

3. 首都高速道路全線への適用

前章にて提案した総走行台時の分布による評価を、実際の道路ネットワーク整備前後の交通状況比較に適用する。対象事例として、2007年12月に開通した中央環状線（4号～5号間）の開通前後比較を行う。

(1) 分析対象データ

分析に用いるデータ範囲は首都高全線とする。また、使用データの周期については、車両感知器速度データ及び交通量データの1時間集計値を用いる。通常、所要時間信頼性評価では、利用者の利用実態に即した評価を行う目的から、5分間集計値を用いることが一般的であるが、本研究ではネットワーク全体の交通状況の端的な把握を目的としていることから、1時間データを用いた日変動把握を実施する。

分析対象期間は以下の通りである。

- 開通前：2007年1～7月（平日：144日間）
- 開通後：2008年1～7月（平日：145日間）

(2) 新規路線開通前後の総走行台時比較

上記のデータを使用して、開通前後の総走行台時分布の比較を行う。ただし、開通前後それぞれの交通量を用いた台時の比較を行った場合、交通量変動の影響が含まれた比較となる。交通量の変動を前提とする事業評価手法としては、倉内ら³⁾が事前事後交通量の平均値を用いた評価式を提案している。そこで、本研究においても、事前事後の平均交通量を用いて総走行台時の算出を行う。はじめに、開通前後それぞれの各日区間別/時間帯別

交通量から、区間/時間帯別の開通前後平均交通量を算定する（図-3参照）。続いて、式(1)に従って全線の総走行台時を日別/時間帯別に算定する。結果、時間帯毎に日数分の総走行台時データが得られるが、それらの平均値と95%ile値を開通前後で比較する。

$$\text{総走行台時} = \sum_i \left(\frac{L_i}{V_i} \times Q_i \right) \quad \text{for } \forall i \quad \dots \text{式(1)}$$

但し、 L_i ：区間*i*の延長、 V_i ：区間*i*の速度

Q_i ：区間*i*の新規路線開通前後平均交通量

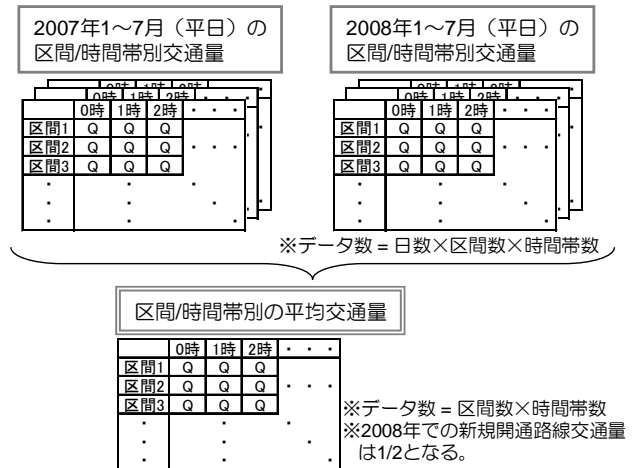


図-3 新規路線開通前後の平均交通量算定の考え方

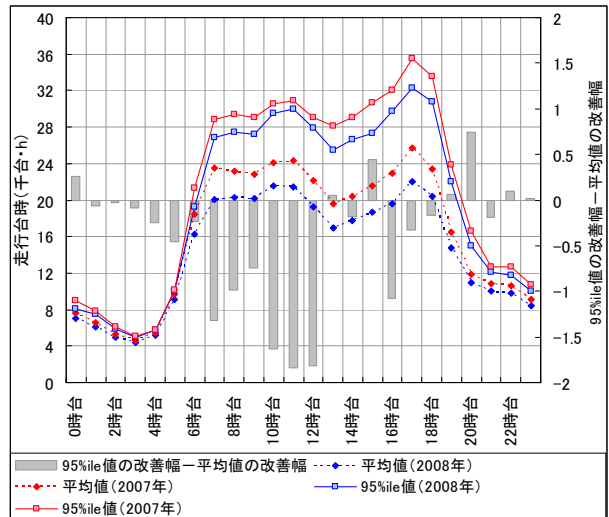


図-4 全線での総走行台時比較結果

開通前後での比較結果を図-4に示す。全線総走行台時の平均値と95%ile値共に、全時間帯で減少傾向が確認でき、新規路線開通によって交通状況が改善していることが分かる。しかし、両指標の改善幅を比較すると、平均値の改善幅よりも、95%ile値の改善幅が小さい時間帯が目立つ。特に、首都高における渋滞の朝ピーク時間帯とされる11時台周辺では、その傾向が特に顕著に現れており、95%ile値は殆ど変化していないという結果が得られ

ている。この結果より、新規路線開通によって通常時の交通状況は改善している一方で、需要が極端に集中する日の交通状況は、十分には改善されていない可能性が考えられる。

但し、上記の分析結果は開通直後との比較であり、新規路線を活用する経路の認知度が低いことが影響していると考えられる為、継続して経年変化を確認する必要がある。また、総走行台時による評価ではOD毎の特性を考慮しておらず、実際の利用者の行動を反映しきれていないという問題点が考えられる。よって、代表OD毎の傾向との整合性を確認する必要がある。次章では、代表OD分析の前段として、首都高速東京料金圏の代表路線を対象とした分析を行う。

4. 代表路線を対象とした傾向の把握

前章での全線評価結果の妥当性を検証する為、図-5に示すような、中央環状線整備により交通影響の受けやすい放射線（24路線=12路線×上下線）、及び湾岸線（2路線=西行き+東行き）を対象に、路線/方向毎の傾向の把握を行う。



図-5 分析対象路線

前章と同じデータを用いて、各路線所要時間の平均値と95%ile値の変化を確認する。結果の一例として、4号新宿線上下線の比較を示す。筆者らは4号新宿線上り方向を対象に、中央環状線（4号～5号間）開通による所要時間信頼性向上効果の把握を試みてきたが⁴⁾、図-6に示すとおり、上り線では所要時間の平均値と95%ile値共に大きく改善している。また、殆どの時間帯において95%ile値の改善幅が平均値の改善を上回っており、所要時間信頼性の観点からも交通状況が改善している。

一方、下り線の結果を見ると（図-7参照）、多くの時間帯において平均値が殆ど変化していない一方で、95%

ile値では顕著に悪化傾向が見られる。他路線の下り方向にも概ね同様の傾向が確認でき、比較的渋滞が少ない路線では部分的に交通状況が悪化している可能性がある。

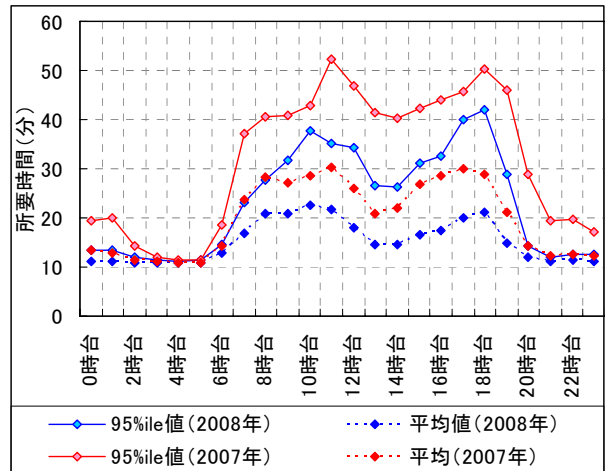


図-6 4号新宿線（上り線）所要時間

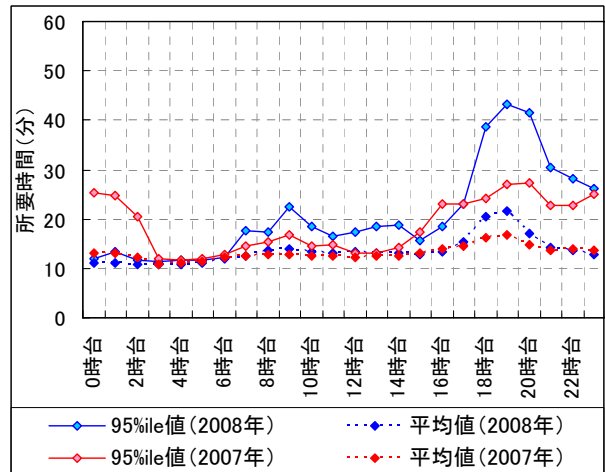


図-7 4号新宿線（下り線）所要時間

次に、路線別に算出した所要時間の平均値/95%ile値を、各路線の平均交通量によって重み付けし、放射線の上下線別に総和を取った結果を示す（図-8、図-9参照）。

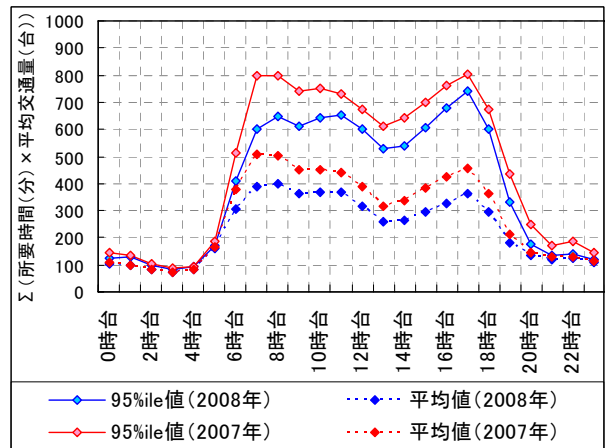


図-8 総所要時間比較（放射上り線）

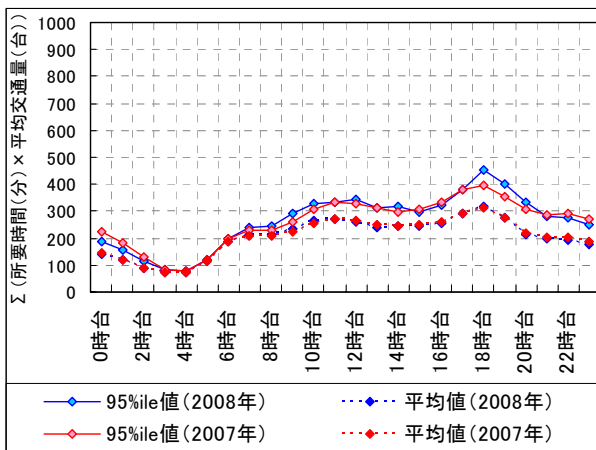


図-9 総所要時間比較（放射下り線）

4号新宿線のみの場合と同様に、上り線では全体的に平均値/95%ile値共に改善傾向を示す反面、下り線では平均値が殆ど変化しておらず、95%ile値には部分的に若干の悪化傾向が見られる。

最後に、代表路線（放射線+湾岸線）全線の所要時間を、各路線の平均交通量によって重み付けし、総和を取った結果を図-10に示す。平均値/95%ile値共に改善傾向を示しており、且つそれぞれの改善幅を見ても、95%ile値の改善幅の方が大きくなり、代表路線全体では所要時間信頼性が改善しているという結果が得られた。

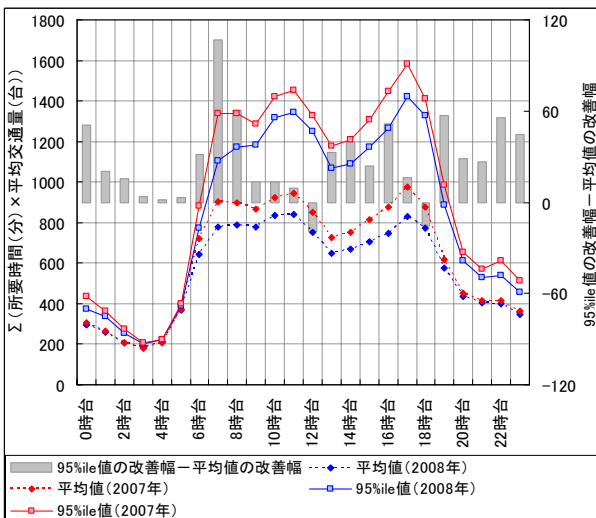


図-10 総所要時間比較（放射線+湾岸線）

5. おわりに

本研究は、ネットワーク全体としての交通状況を、所要時間信頼性の観点を含めて端的に把握し得る評価手法の提案を目的として実施した。全線の総走行台時の分布から平均値と95%ile値を得て、中央環状線（4号～5号間）開通前後の比較を行った結果、平均値の改善幅と比較して、95%ile値の改善幅が小さくなる傾向を確認した。

続いて、代表路線を対象に行った分析では、放射線上り方向では平均値/95%ile値共に改善傾向にあるのに対し、下り方向では平均値が殆ど変化せず、95%ile値では部分的に若干の悪化傾向が見られた。

以上の結果より、通常時及び月に一回程度の激しい渋滞時ともに、新規路線開通によって全体的な混雑緩和傾向は認められるものの、その程度は路線/方向によって異なり、これらを踏まえた全線評価が必要であることが分かった。

今後の課題としては、路線別評価の精緻化、及びその結果を踏まえた全線評価手法の検証が挙げられる。今回の分析では全線での評価を念頭に置いていた為、一貫して車両感知器の1時間集計値を用いた評価を行ったが、路線別の傾向を確認する際には、5分間集計値によるタイムスライス所要時間を用いた評価を行うなどの精緻化が望ましい。また、今回は路線別の分析対象から除外したが、環状路線を対象とした傾向の把握も必要である。これらを踏まえて路線別の傾向を再確認した上で、今回提案した全線評価手法の妥当性の検証が必要である。

また、評価の際の交通量の扱いについても今後更なる検討を行いたい。一般に、景気の変動や街路からの転換などにより、新規路線開通前後で交通量は変動する為、純粋なネットワーク整備効果の把握の為に交通量の正規化が必要である。今回は開通前後の平均交通量を用いることにより、正規化を行ったが、同程度の交通量レベルの日を抽出した分析を行うなど、今後検討を重ねたい。

謝辞 本研究を行うにあたり、首都高渋滞対策ビジョン検討会において、東京大学: 桑原雅夫教授をはじめ、千葉工業大学: 赤羽弘和教授、一橋大学: 根本敏則教授、東京大学: 清水哲夫准教授、首都大学東京: 小根山裕之准教授、岐阜大学: 倉内文孝准教授より貴重なご意見を賜った。ここに記し謝意を表す。

参考文献

- 1) 首都高速道路株式会社HP：中央環状線山手トンネル（3号渋谷線～4号新宿線）開通後の利用状況（速報），<http://www.shutoko.jp/company/press/h22/0421.html>
- 2) 宗像恵子，割田博，岡田知朗：首都高速道路における所要時間の信頼性指標を用いた事業評価事例，土木計画学研究・講演集，Vol.37，No.123，2008
- 3) 倉内文孝・伊藤秀昭・古市英士・宇野伸宏・永田順宏・田中哲也：スケジューリングアプローチによる新名神開通による旅行時間信頼性向上便益の算出，土木計画学研究・講演集，Vol.40，No.69，2009
- 4) 坪田隆宏・菊地春海・梶原一夫・坂爪誠・割田博・倉内文孝：首都高速道路における所要時間信頼性向上便益の試算，土木計画学研究・講演集，Vol.39，No.318，2009