

旅行時間信頼性指標と既存の渋滞評価指標との比較 ～阪神高速道路の事例～*

A Comparative Analysis on Relationship of Travel Time Reliability Indexes and Ordinary Congestion Indexes – Empirical Case Study in the Hanshin Expressway *

飛ヶ谷 明人**・石橋 照久**・田名部 淳***・朝倉 康夫****

By Akito Higatani**・Teruhisa Ishibashi**・Jun Tanabe*** and Yasuo Asakura****

1. はじめに

現代社会の社会経済活動にとっては、移動時間の短縮と不確実性の低減が極めて重要である。道路ネットワークのサービス水準は様々な要因によって日々変動しており、道路利用者の満足度や交通行動にも大きな影響を与えていると考えられる。

上記の背景を受けて、欧米を中心とした諸外国においても、観測データに基づいた信頼性評価と情報提供に関する取り組みがなされている¹⁾。

我が国においても、ベルや飯田によって輸送システムにおける様々なネットワーク信頼性指標が提案されている²⁾。その中でも、所要時間信頼性は輸送LOS (Level Of Service) の安定性を示す指標であり、様々な要因によって変動する。所要時間信頼性とは、1991年に朝倉・柏谷によって「ある時、ある時間内で目的地に到達できる確率」と定義されている³⁾。

本研究では、阪神高速道路ネットワークを対象として既存の混雑指標と時間信頼性指標 (95%タイル所要時間, Buffer Time, Buffer Time Index) との関係性について分析を行い、新たなパフォーマンス指標としての有効性・可能性を検証する。

2. 既存混雑指標・所要時間信頼性指標の算定

(1) 渋滞量の算定

阪神高速道路では、ネットワーク上で発生する渋滞の総量を示す指標として、渋滞量を用いている。渋滞量とは、「渋滞時間 (高速道路上に設置されている検知器によって渋滞と判定された時間)」×「各検知器のカバー範囲」を足し合わせたものである。阪神高速道路におい

*キーワード：時間信頼性, 渋滞, サービス水準

**非会員, 修(工) 阪神高速道路(株) 計画部調査グループ

(大阪市中央区久太郎町4-1-3, Tel 06-6252-8121,

akito-higatani@hanshin-exp.co.jp)

***正員, 修(工), (株) 都市交通計画研究所 (大阪市中央区釣鐘町1-1-11, Tel 06-6945-0144)

****正員, 工博, 神戸大学大学院工学研究科 (神戸市灘区六甲台町1-1, Tel 078-803-6208, asakura@kobe-u.ac.jp)

て渋滞は「徐行あるいは停止、発進を繰り返す車列が1kmを超え、かつその状態が30分以上継続した場合」を言う。渋滞量を阪神高速の主要放射5路線の上り(環状線に向かう車線、図-1参照)で算定した結果を図-2に示す。なお、対象期間は2005年度の一年間である。



図-1 阪神高速道路網図

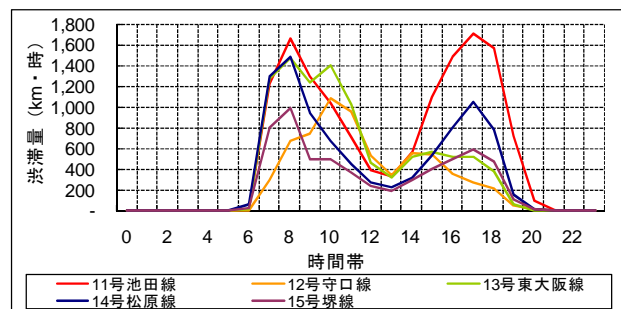


図-2 時間帯別年間渋滞量の路線間比較

図-2 から 11 号池田線上りにおいて渋滞が頻繁に発生している様子が見て取れる。また、各路線とも通勤時間帯 (午前 7 時台、午後 5 時台) に渋滞量が大きくなっており、総じて午前ピークが午後ピーク時を上回っていることが見て取れる。ただし 12 号守口線は、午前 10 時台にピークがあり、他路線とは異なる傾向を示している。これは 12 号守口線に流入する交通が他路線と異なるためと推察される。

(2) 渋滞損失時間の算定

阪神高速道路では、前述した渋滞量とともに、ネットワーク全体のサービスレベルを示す指標として渋滞損失時間を用いている。渋滞損失時間とは、「1 時間区間存在台数 (1 時間区間交通量/1 時間区間平均速度)」×「ロス時間 (区間長/1 時間区間平均速度-区間長/規制速度)」×「区間長」を足し合わせたものである (区間とは各検知器のカバー範囲である)。渋滞損失時間を阪神高速の主要放射 5 路線の上りに適用した結果を図-3 に示す。なお、対象期間は渋滞量と同様である。

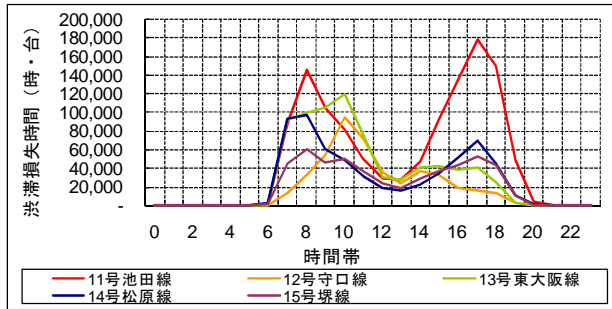


図-3 時間帯別年間渋滞損失時間の路線間比較

図-2 と図-3 を比較すると、11 号池田線のピーク時渋滞損失時間の他路線との差異が大きくなっていることが見て取れる。これはピーク時平均速度が、他路線と比較して低いことに起因すると思われる、サービスレベルが他路線と比較して低いことが伺える。さらに、午後ピーク時の渋滞損失時間が午前ピーク時よりも大きく、11 号池田線に関しては他路線と異なり、午後ピーク時のサービスレベルが午前ピーク時よりも悪いという結果が見られる。13 号東大阪線では、渋滞量では午前ピーク時が午前 8 時だったのが、渋滞損失時間では午前ピーク時間帯が午前 10 時となっている。

(3) 所要時間信頼性指標の算定

本研究で用いる所要時間信頼性指標は平均所要時間、95%タイル所要時間、Buffer Time (=95%タイル値-平均値)、Buffer Time Index (=Buffer Time/平均値) である。Buffer Time、Buffer Time Index は近年、米国で所要時間信頼性評価に用いられている指標である⁴⁾。

所要時間の算定については、車両検知器データを用いて、タイムスライス法により所要時間を算定した⁵⁾。時間信頼性指標を阪神高速主要放射 5 路線の上りに適用した結果を図-4. a、4. b、4. c、4. d に示す。対象期間は渋滞量・渋滞損失時間と同様である。対象区間は、11 号池田線 (豊中北→池環合流、12.0km)、12 号守口線 (守口→守環合流、10.8km)、13 号東大阪線 (水走→東環合流、11.1km)、14 号松原線 (松原→松環合流、12.1km)、15 号堺線 (堺→堺環合流、11.7km) である。なお、路線間の比較が可能ないように延長がほぼ同一 (約 11km) になる

区間を選定している。

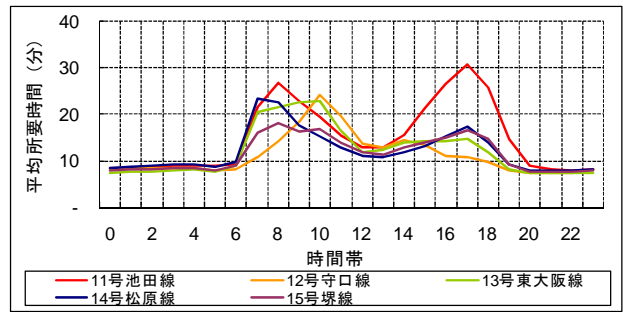


図-4. a 平均所要時間の路線間比較

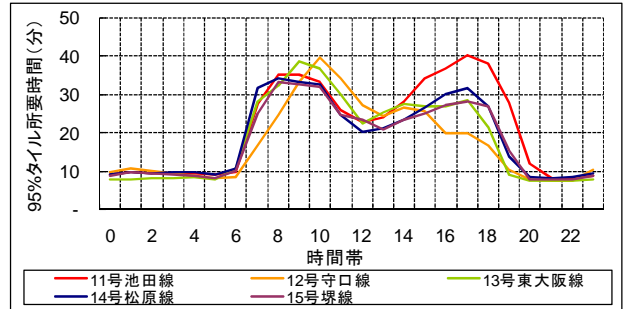


図-4. b 95%タイル所要時間の路線間比較

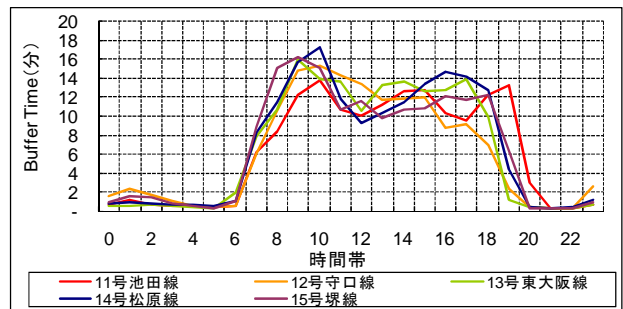


図-4. c BT の路線間比較

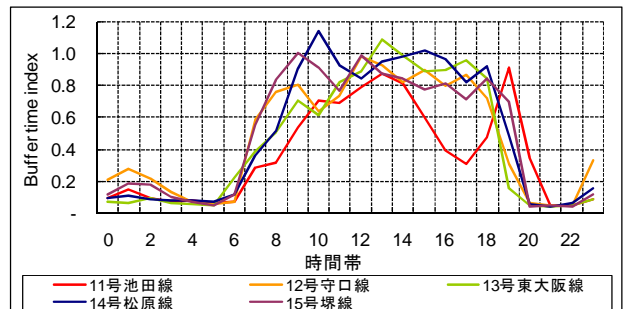


図-4. d BT の路線間比較

平均所要時間は午前ピーク時、午後ピーク時も 11 号池田線が最も旅行時間が大きく、渋滞による大きな遅れが生じている状況を示している。

95%タイル所要時間については、ピーク時間帯は異なるものの、午前の時間帯では 12 号守口線や 13 号東大阪線が 11 号池田線の所要時間を上まわっている。このことから、平均的には 11 号池田線の渋滞が最も厳しいが、12 号守口線や 13 号東大阪線の方がひどい渋滞に巻き込まれる可能性が高いことを示している。

BT (Buffer Time) は、変動の絶対量を示す指標であり、

9～10 時にかけて最大になる傾向がみられ、路線間において明確な違いは見られない。

BTI (Buffer Time Index) については、変動の割合を示す指標であり、午前は 14 号松原線、午後は 13 号東大阪線が高い値を示しており、14 号松原線は日中も高い値を保っている。一方、混雑が最も激しい 11 号池田線の BTI は総じて低い値となっている。

3. 所要時間信頼性指標と渋滞量・渋滞損失時間の相関関係について

(1) 渋滞量との比較検討

本節では、時間信頼性指標と既存の渋滞指標である渋滞量との関係について分析を行う。まず、2004 年度～2006 年度の渋滞量の変化について整理する。対象としたのは、全路線の昼間 12 時間の年間渋滞量（ただし平日のみ）である（図 5）。渋滞量が多い順に 2005 年度、2006 年度、2004 年度となっている。同時に、図 5. b には時間信頼性指標として BTI を取り上げ、宇野らが 2007 年に信頼性指標を用いてネットワーク評価を行った手法に倣い、全路線をまとめて累積分布を作成した図を示している⁶⁾。例えば 80% タイル値をみると 2004 年度、2006 年度、2005 年度の順になっており、渋滞量とは逆の関係が成立している。すなわち、渋滞量が増えると BTI が低下する傾向が存在していると言える。

次に、渋滞量と信頼性指標が異なる特性を持つ指標であるか否かを判断するために相関分析を行う。相関分析

の対象としたのは平均所要時間、95% タイル所要時間、Buffer Time、Buffer Time Index の 4 指標であるが、Buffer Time Index 以外の指標は区間延長に依存するため、ここでは区間延長で除すことで基準化を図った。渋滞量に関しても同じく区間延長で除した値を用いている。

なお、本分析については 2006 年度の昼間 12 時間を対象としている（夜間の渋滞量が少ないため）。さらに、相関関係をより明確にするため、恒常的に交通集中渋滞が発生している大阪地区の放射路線上りのみを対象として分析を行った（図-6）。具体的には 11 号池田線上り、12 号守口線上り、13 号東大阪線上り、14 号松原線上り、15 号堺線上り、16 号大阪港線上りの 6 路線である。

平均所要時間に関しては強い正の相関が存在している（決定係数=0.84）。この結果は、渋滞量と平均所要時間は渋滞を表す指標としては、ほぼ等価であることを意味している。

95% タイル所要時間に関しては、平均所要時間に較べると弱い正の相関がみられる。

Buffer Time については、ほぼ無相関という結果が得られた。Buffer Time は、日によって渋滞が発生したりしなかったりする場合にも大きくなる指標であることから、渋滞量の大きさは直接関係しないためであると考えられる。

Buffer Time Index については、弱いながら負の相関がみられる。渋滞量が多い区間・時間帯では交通集中による渋滞が恒常的に発生することから、所要時間の変動が小さくなるといった関係が存在する可能性がある。

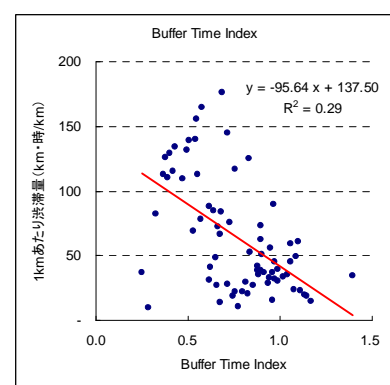
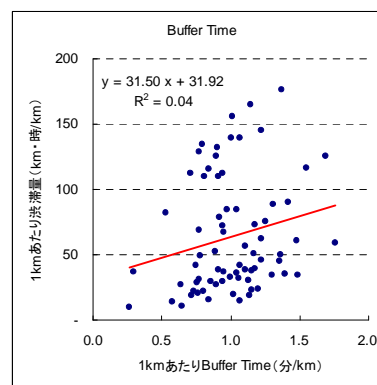
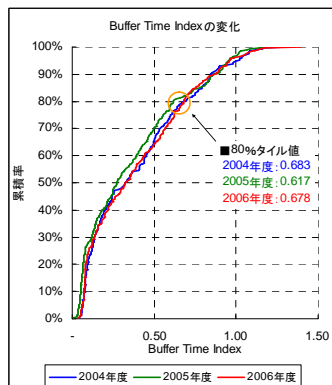
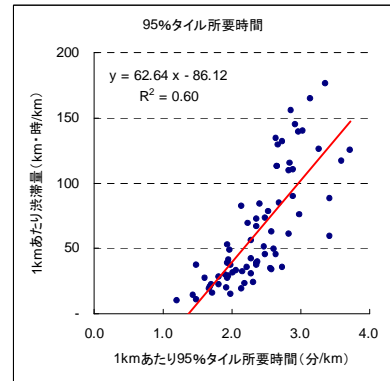
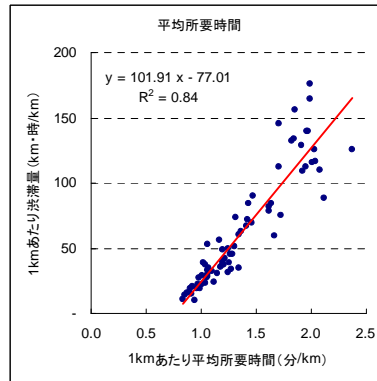
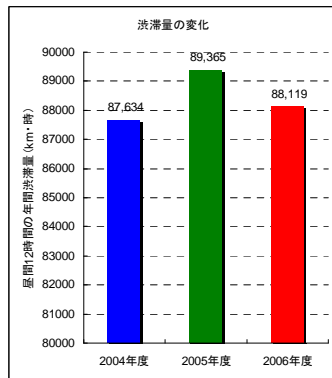


図-5 渋滞量と BTI 年次変化

図-6 渋滞量と信頼性指標との相関分析（大阪地区・放射路線上り）

(2) 渋滞損失時間との比較検討

本節では、時間信頼性指標と渋滞損失時間との関係について分析を行う。2004年度～2006年度の全路線の平日昼間12時間の年間渋滞損失時間は図7に示すとおりであり、2004年度から2006年度にかけて徐々に減少している。渋滞損失時間の変化とBuffer Time Indexの変化に関しては、渋滞量とは異なり、関係性が認められない。

渋滞損失時間についても、大阪地区の放射路線上りのみを対象とした相関分析を行った(図8)。全体的に、渋滞量と似通った傾向を示している。渋滞量の場合と同様に、渋滞損失時間、平均所要時間、95%タイル所要時間、Buffer Timeの各指標については区間延長で除して基準化した値を用いた。分析対象は2006年度の昼間12時間である。

平均所要時間に関しては、渋滞量よりも決定係数が高くなっている。これは、渋滞量が渋滞・非渋滞のバイナリデータであるのに対し、渋滞損失時間は連続的な値をとる指標であることに起因すると考えられる。

95%タイル所要時間については弱い正の相関、Buffer Timeについては無相関、Buffer Time Indexについては非常に弱い負の相関関係が存在している。

以上の検討結果より、Buffer TimeやBuffer Time Indexといった信頼性指標は、従来の渋滞指標である渋滞量や渋滞損失時間とは異なる傾向を示す指標であり、道路のサービスレベルを別の観点から評価することができる指標であると言えるであろう。

4. おわりに

本研究では、既存の指標である渋滞量と渋滞損失時間と所要時間信頼性指標を比較検討することによって、所要時間信頼性指標が既存指標では表現可能なばらつきを含んだサービス水準を表現可能であることを示した。

今後、利用者の所要時間・時間信頼性に対する意識について詳細分析を行いながら、新たなサービス水準を示す指標として分析を進めていく予定である。

【参考文献】

- 1) Lomax T., Schrank D., Turner S and Margiotta R. (2003) Selecting Travel Reliability Measures, (<http://tti.tamu.edu/documents/474360-1.pdf>)
- 2) Bell, M.G.H. and Iida, Y. (2003) The Network Reliability of Transport, Pergamon.
- 3) Asakura, Y. and Kashiwadani, M. (1991) Road Network Reliability Caused by Daily Fluctuation of Traffic Flow, 19th PTRC Summer Annual Meeting, Proc. Seminar G, pp.73-84.
- 4) Traffic Congestion and Reliability: Linking Solutions to Problems (http://www.ops.fhwa.dot.gov/congestion_report_04/)
- 5) 川北・北澤 (2007) 阪神高速道路における所要時間の信頼性に関する分析, 土木計画学研究・講演集vol. 35, 論文番号216
- 6) Nobuhiro, U. and Heroshi, T. (2007) A Study Of Evaluating Level Of Service Of Road Network Based On Concept Of Travel Time Reliability Using Bus Probe Data, Proceedings of The Third International Symposium on Transport Network Reliability,

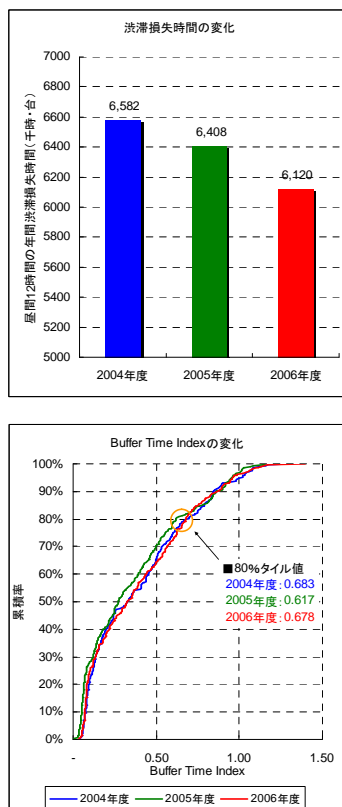


図-7 渋滞損失時間とBTI年次変化

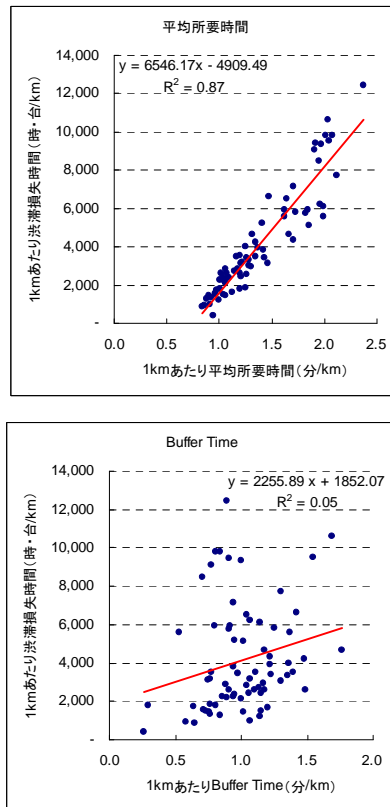


図-8 渋滞損失時間と信頼性指標との相関分析(大阪地区・放射路線上り)

