

代替経路を持つ高速道路区間の所要時間信頼性に関する実証分析*

Empirical Studies on Travel Time Reliability for Expressway with Alternative Routes *

足立智之**・藤川謙***・朝倉康夫****

By Tomoyuki ADACHI**・Ken FUJIKAWA***・Yasuo ASAKURA****

1. はじめに

経済・社会活動を担う高速道路では、目的地までの移動に対する所要時間を短縮するとともに、所要時間の確実性を担保する必要がある。

移動に対する所要時間の短縮を図ることは、新規路線の整備、あるいはボトルネック箇所への渋滞対策を実施することにより実現可能である。しかし、所要時間の確実性を担保するためには、所要時間の短縮を図るだけでなく、災害や交通事故、あるいは今後重要となる補修工事等(以下、「インシデント」と総称する)の影響をできるだけ小さくする必要がある。そのためのひとつの方策として、インシデント発生時に迂回可能な代替経路の整備、即ち経路選択可能なネットワーク形成は、今後の高速道路における重要な課題といえる。

所要時間の確実性を評価する手法として、我が国においても近年、所要時間信頼性に関する研究が活発化してきており、評価指標や計測手法、活用方法等の新たな提案がなされている^{1)~8)}。

その中で、飛ヶ谷ら⁹⁾は都市高速道路におけるインシデントの発生が、所要時間の信頼性を低下させることを実証し、丸山、宗像ら^{10)~11)}は都市高速道路の新規代替経路形成時の効果を、信頼性指標により実証している。また、若林¹²⁾は名古屋～大阪間の高速道路ネットワークを対象として、インシデント発生時の所要時間と連結信頼性をシミュレートし、複数路線間の信頼性を比較検証している。しかし、著者らの知る限り、既存研究には、突発事象であるインシデント発生時に代替経路を利用することによって、目的地までの所要時間の信頼性低下を

*キーワード：所要時間信頼性、経路選択、高速道路

** 修(工)、西日本高速道路(株) 保全サービス事業部

(大阪府大阪市北区堂島 1-6-20, 堂島アバンザ 19 階
TEL06-6344-7295, t.adachi.af@w-nexco.co.jp)

*** 正会員、修(工)、(株)道路計画 技術部

(東京都豊島区東池袋 2-13-14, マルヤス機械ビル 5 階
TEL03-5979-8855, k_fujikawa@doro.co.jp)

**** 正会員、工博、神戸大学大学院工学研究科

(兵庫県神戸市灘区六甲台町 1-1,
TEL078-803-6208, asakura@kobe-u.ac.jp)

抑制できる可能性について論じているものは少ない。

野間ら¹³⁾は、高速道路の新規開通区間における整備効果を信頼性指標から実証するとともに、目的地までの最短所要時間経路を日別時間帯別に探索し、最短経路が交通条件により日々変動することを示している。しかし、日々発生している交通状況との関係は検証しておらず、インシデントが発生した時の信頼性を経路選択可能なネットワークでどの程度まで確保できるかは明らかになっていない。

そこで本研究の目的は、平成15年8月に全通した京滋バイパスにより一部2ルート化された、名神高速道路を対象として、所要時間信頼性指標より、2ルート区間の交通分散、およびインシデントの回避効果を実証し、経路選択可能な高速道路ネットワークの形成が与える所要時間の信頼性向上効果を評価することにある。

2. 分析方法

(1) 対象区間

分析対象区間を図-1に示す。京滋バイパス全通により2ルート化された名神高速道路の瀬田東JCT～大山崎JCT間(区間A：約28km)、京滋バイパスの瀬田東JCT～大山崎JCT間(区間B：約27km)、および2ルート区間を通過する名神高速道路の八日市IC～吹田JCT間(区間C：約80km)を対象とする。



注)分析対象年である平成19年時点では、新名神高速道路は開通していない(平成20年3月23日開通)。

図-1 分析対象区間位置図

(2) 分析対象期間とデータ

分析対象期間は、京滋バイパス全通前後の各1年間とし、全通直後の不安定な交通状況下の比較は避けるため、全通前は平成13(暦)年、全通後は平成19(暦)年とする。分析に使用するデータは、本線上に約2km間隔で設置されている車両感知器により計測される速度データとし、タイムスライス法により毎日の時間帯別の所要時間データを算出する。なお、高速道路の車両感知器データを用いたタイムスライス法による所要時間算出にあたっては、吉村ら¹⁴⁾により、AVIから計測される実所要時間との比較検証が行われており、その有効性が実証されている。

また、本研究で算出する日別時間帯別の所要時間データには、交通管制データに記録される渋滞発生箇所、渋滞原因、渋滞発生時刻、渋滞終了時刻の情報を付加し、インシデントに遭遇している所要時間か否かを区分可能としている。

3. 交通分散に伴う所要時間の信頼性回復効果

(1) 交通状況の変化

京滋バイパス全通前後における分析対象区間の平均日交通量を表-1に示す。また、交通集中渋滞の発生回数を表2に示す。なお、分析対象区間には複数のIC区間が存在するため、各IC区間の平均日交通量をIC区間の延長で加重平均することにより、対象区間の平均交通量を算出した。

2ルート区間を包括する区間Cの平均交通量は、京滋バイパス全通前後で2.4%、約2千台/日増加している。

表-1 区間別平均交通量の比較

区間	区間平均交通量(台/日)		
	京滋バイパス全通前(H13)	京滋バイパス全通後(H19)	H19-H13
区間A	92,984	83,905	▲ 9,079 (9.8% 減)
区間B [※]	16,594	30,660	14,066 (84.8% 増)
区間C	88,443	90,559	2,116 (2.4% 増)

※平成13年の区間B(京滋バイパス)は部分開通時点の交通量

表-2 区間別交通集中渋滞発生回数の比較

区間	交通集中渋滞発生回数(回/年)		
	京滋バイパス全通前(H13)	京滋バイパス全通後(H19)	H19-H13
区間A	1,050	310	▲ 740 (70.5% 減)
区間B [※]	14	38	24 (171.4% 増)
区間C	1,452	888	▲ 564 (38.8% 減)
区間A+B (2ルート区間)	1,064	348	▲ 716 (67.3% 減)
区間C-A (2ルート区間外)	402	578	176 (43.8% 増)

※平成13年の区間B(京滋バイパス)は部分開通時点の渋滞

区間Cの平均交通量が微増している中で、京滋バイパス全通に伴い代替経路が形成された区間Aの平均交通量は9.8%、約9千台/日減少し、代替経路となる区間Bでは84.8%、約14千台/日増加している。このことから、2ルート区間では交通分散が図られているといえる。

なお、区間Bの増加量は区間Aの減少量を上回ることから、区間Bでは区間Aからの転換に加え、一般道からの転換も生じているといえる。

次に、分析対象区間の交通集中渋滞発生状況を見ると、区間Aの渋滞状況は交通分散に伴い改善しており、区間Aで発生する交通集中渋滞は70.5%、740回減少している。2ルート区間(区間A+B)全体でみても67.3%、716回減少し、交通分散に伴い当該区間の渋滞状況は改善している。

区間Cでは京滋バイパス全通前後で38.8%、564回減少しているが、区間Aを除く区間(区間C-A)では、交通量の増加に伴い、交通集中渋滞が43.8%、176回増加している。

(2) 平均所要時間の変化

2ルート区間である区間Aと、2ルート区間を通過する区間Cの京滋バイパス全通前後における出発時刻別平均所要時間を図-2～図-3に示す。ここで、平均所要時間は毎正時に出発する1年間全ての所要時間データの平均値である。

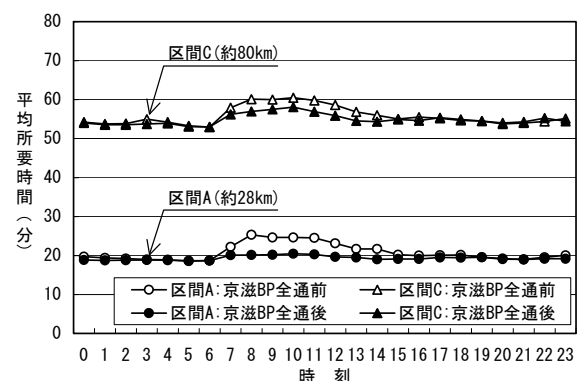


図-2 区間A・Cの平均所要時間比較(上り線:全日)

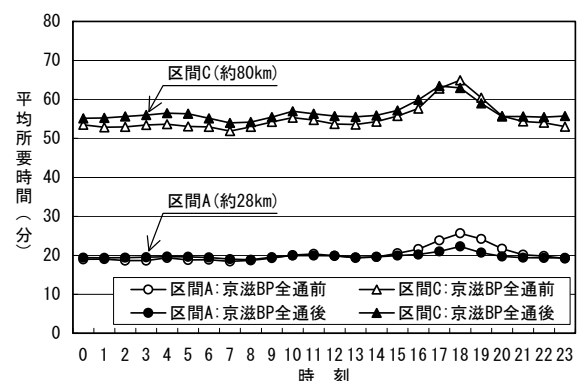


図-3 区間A・Cの平均所要時間比較(下り線:全日)

区間Aと区間Cにおける平均所要時間の時間帯別変動傾向は概ね一致している。

京滋バイパス全通に伴い交通分散が図られている区間Aでは、上下線ともに混雑時間帯における平均所要時間が5分程度短縮しており、京滋バイパス全通後は1日を通じて安定した平均所要時間が実現している。

一方、区間Cでは区間Aの混雑緩和により、混雑時間帯の平均所要時間が改善しているが、区間A以外のエリアにおいて渋滞状況が悪化したことから、区間Aで得られた所要時間短縮量が十分に効果を発揮していない。

(3) 所要時間信頼性の変化

a) 所要時間信頼性の評価指標

所要時間のピーク時間帯を対象として、京滋バイパス全通前後における所要時間信頼性の変化を、米国等で用いられている信頼性指標のうちPT(Planning Time)、BT(Buffer Time)、PTI(Planning Time Index)、BTI(Buffer Time Index)より評価する¹⁵⁾。ここで、PTは95%タイル所要時間を表し、BTはPTと平均所要時間(Tave)の差、PTIは自由流所要時間(所要時間の最小値・Tmin)に対するPTの比率、BTIは平均所要時間に対するBTの比率であり、下式で表わされる。なお、自由流所要時間は分析対象期間内に出現した最小所要時間とした。

$$PT = 95\% \text{タイル所要時間}$$

$$BT = PT - T_{ave}$$

$$PTI = PT / T_{min}$$

$$BTI = BT / T_{ave}$$

b) 所要時間信頼性指標の算出結果

京滋バイパス全通前後の区間A、および区間Cにおける全日のピーク時における所要時間信頼性指標の算出結果を表-3と表-4に示す。ここで、平日と休日では交通状況が異なると考えられるが、全日を評価対象としたのは、京滋バイパス全通後に年間を通じて安定した所要時間を提供可能になったかを検証するとともに、インシデント発生時に迂回可能な状況にあるかの検証に着目したためである。また、ピーク時を対象としたのは、対象区間は毎日恒常的に渋滞が発生する区間ではないため、渋滞が発生する日と未発生の日が混在するピーク時が、1日のうちで最も所要時間の分散が大きい時間帯と考えたからである。

算出にあたっては、上り線(名古屋方向)のピーク時は8時台(最上流地点出発時刻)、下り線(大阪方向)のピーク時は18時台を対象として、車両感知器の計測単位である5分間隔ごとの所要時間データ(1時間につき12サンプル)を使用している。所要時間信頼性は、平常時の交通現象変動を反映した所要時間の安定性を定量的に扱うことが一般的とされているが¹⁶⁾、本研究では代替経路形

成時におけるインシデントの回避効果について実証するため、対象とする所要時間データは、平常時だけでなくインシデント発生時も含めて分析している。

代替経路形成に伴う交通分散により混雑緩和している区間Aでは、上下線ともに各指標で改善傾向を示している。95%タイル所要時間であるPTは上り線で約25分に半減し、下り線で3割以上、約15分短縮しており、大きな遅延の発生が減少している。また、利用時の余裕時間と位置づけられるBTは、上下線ともに、全通前の1/3～1/5に相当する5分程度まで大きく短縮しており、区間Aでは京滋バイパス全通前に比べ所要時間の信頼性は向上しているといえる。区間Aの所要時間信頼性向上に伴い、区間Cでも各指標に改善の傾向が見られる。なお、京滋バイパス全通後における区間Aと区間Cの所要時間信頼性を正規化しているPTI、BTIで比較すると、全通後は両指標ともに2ルート区間である区間Aの方が、より信頼性が高いとの結果を得ている。

次に、所要時間信頼性指標の算出に用いた区間Aと区間Cの京滋バイパス全通前後における所要時間分布を図-4～図-7に示す。区間Aでは、京滋バイパスの全通により所要時間の分布形状が改善されている。たとえば、図-4から、上り線の8時台では、京滋バイパス全通前は平均所要時間(25分)が最頻値(19分)よりも約5分大きかったが、京滋バイパス全通後は概ね最頻値(19分)と平均値(20分)が一致している。京滋バイパス全通後は、平均所要時間を押し上げるほどの大きな遅延

表-3 京滋バイパス全通前後の信頼性指標の変化
(区間A:全日)

指標	上り線(8時台)		下り線(18時台)	
	京滋BP 全通前 (H13)	京滋BP 全通後 (H19)	京滋BP 全通前 (H13)	京滋BP 全通後 (H19)
Tmin(分)	16.8	16.8	17.6	18.0
Tave(分)	25.5	20.2	25.3	21.5
PT(分)	51.1	25.8	40.9	25.9
BT(分)	25.6	5.6	15.6	4.4
PTI	3.04	1.54	2.32	1.44
BTI	1.00	0.28	0.62	0.20

表-4 京滋バイパス全通前後の信頼性指標の変化
(区間C:全日)

指標	上り線(8時台)		下り線(18時台)	
	京滋BP 全通前 (H13)	京滋BP 全通後 (H19)	京滋BP 全通前 (H13)	京滋BP 全通後 (H19)
Tmin(分)	47.1	47.7	49.2	50.5
Tave(分)	60.1	57.4	63.1	61.0
PT(分)	88.8	76.7	94.1	86.3
BT(分)	28.7	19.3	31.0	25.3
PTI	1.89	1.61	1.91	1.71
BTI	0.48	0.34	0.49	0.41

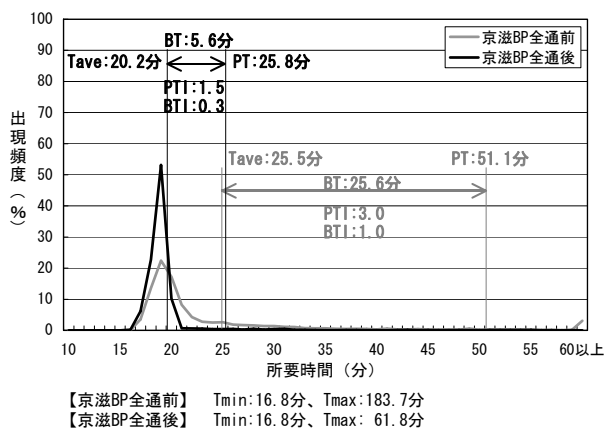


図-4 区間Aの所要時間分布比較(上り線:8時台)

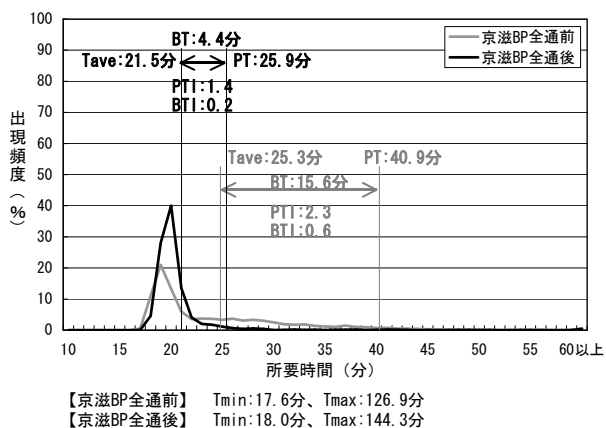


図-5 区間Aの所要時間分布比較(下り線:18時台)

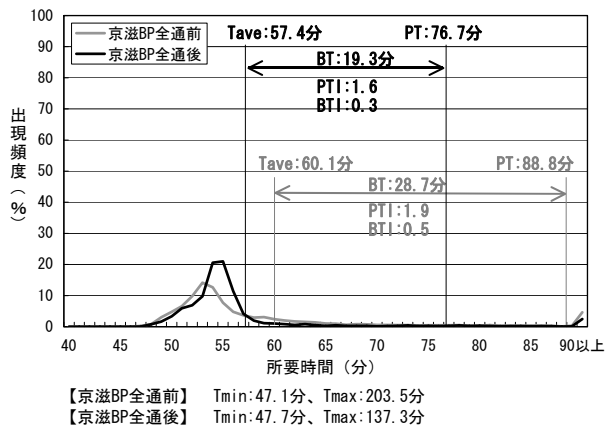


図-6 区間Cの所要時間分布比較(上り線:8時台)

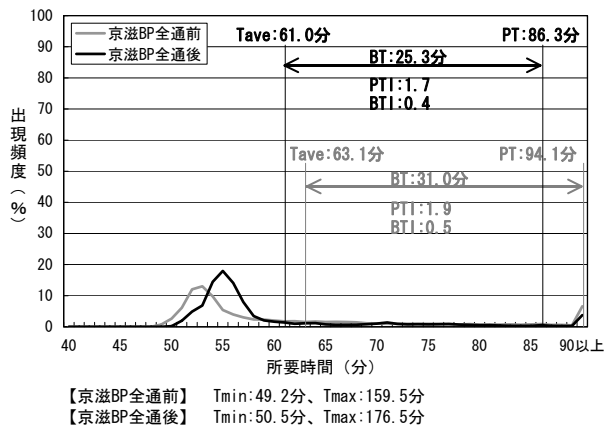


図-7 区間Cの所要時間分布比較(下り線:18時台)

の発生が減少していることを裏付けている。この傾向は図-5でも同様である。

一方、区間Cでは京滋バイパス全通前後で所要時間の信頼性指標は改善しているが、図-6、7からわかるように、所要時間の最頻値が右側に2分程度シフトしている。通常時の所要時間の大半は最頻値の所要時間周辺に位置することから、当該区間では通常時における所要時間の信頼性が低下していることになる。区間内の一部に代替経路が形成されるだけでは、区間全体の所要時間信頼性が必ずしも十分に向上するとは限らないといえる。

4. 代替機能による所要時間の信頼性向上効果

(1) 概要

経路選択可能な高速道路ネットワークは、交通分散による混雑緩和に寄与するだけでなく、代替機能(redundancy)もあわせ持つ。インシデント発生時にも利用者が適切に経路を選択することができれば、所要時間信頼性を低下させずに済むことが期待される。災害や荒天による通行止め時のネットワーク評価としては、一般的に目的地への到達可能性を表す連結信頼性が適用されるが¹⁶⁾、本研究ではインシデント渋滞発生時に所要時間の増加を回避できるかどうかを所要時間信頼性指標より検証する。

(2) インシデントの遭遇確率

インシデント渋滞発生時における影響回避の可能性を検証するに先立ち、分析対象区間のインシデント遭遇状況を整理する。本研究では、分析対象区間の所要時間データのうち、インシデント渋滞に遭遇している所要時間データの構成率を「インシデント遭遇確率」と定義する。

表-5 分析対象区間のインシデント遭遇確率(H19)

区間	方向	所要時間データサンプル数※			インシデント遭遇確率 (2/3×100%)
		1) インシデント未遭遇	2) インシデント遭遇	3) 計 ※※	
区間A	上り線	3,958	161	4,119	3.9%
	下り線	3,959	213	4,172	5.1%
区間B	上り線	4,347	14	4,361	0.3%
	下り線	4,321	38	4,359	0.9%
区間C	上り線	3,341	282	3,623	7.8%
	下り線	2,833	277	3,110	8.9%

※ 上り線は8時台、下り線は18時台の毎5分に出発する所要時間データ。
※※全サンプルは4,380(365日×1時間12サンプル)であるが、データ欠測時は対象外としている。

表-6 分析対象区間のインシデント渋滞回数(H19)

区間	方向	インシデント渋滞回数(回/年)			
		交通事故	工事	その他	計
区間A	上り線	26	290	12	328
	下り線	19	231	12	262
区間B	上り線	5	8	0	13
	下り線	7	4	6	17
区間C	上り線	85	554	38	677
	下り線	116	555	35	706

区間A～Cについてその値を表-5に示す。分析対象は京滋バイパス全通後のピーク時の所要時間データである。

代替経路形成に伴い交通分散が図られている区間 A のインシデント遭遇確率は 4～5%であり、1 ヶ月に 1 回 (1/20～1/25) 程度インシデント渋滞に遭遇する状況にある。区間 A を通過する区間 C では、区間 A よりも走行距離が長いことから、インシデント遭遇確率が 8% 前後まで上昇する。また、区間 A の代替経路である区間 B では、インシデント遭遇確率は 1%未満と低く、インシデントの影響が小さい区間として機能している。参考として、対象区間のインシデント渋滞発生回数を表-6 に示す。

(3) インシデント遭遇時の所要時間

区間Aと区間Cを対象として、インシデント遭遇時の所要時間分布を図-8～図-11に示す。

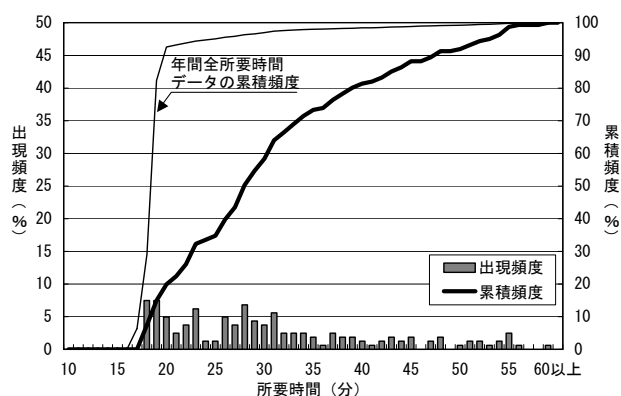
インシデント遭遇時の所要時間は、広範囲に分布しており、区間Aの下り線を除くと出現しやすい所要時間レベルを明確にすることはできない。これは、インシデント渋滞は、交通集中渋滞のように特定の場所で発生し

ていないため、対象区間を走行する際に巻き込まれる渋滞の長さが事象ごとに異なること、また、各インシデントの形態が異なることから、インシデント渋滞発生時の交通容量が一様でなく、その影響により渋滞中の走行速度が変動するためである。

インシデント遭遇時の所要時間に着目すると、年間の全所要時間に対してインシデント遭遇時は、相対的に遅延が生じやすい状況にある。区間Aでは、年間の全所要時間データを対象とした場合、平均所要時間(Tave)は前掲表-3に示すとおり約20分であり、上り線では全体の93%，下り線では全体の73%が20分以内に到着できるのに対し、インシデント遭遇時には上り線で20%，下り線で27%しか20分以内に到着できない。

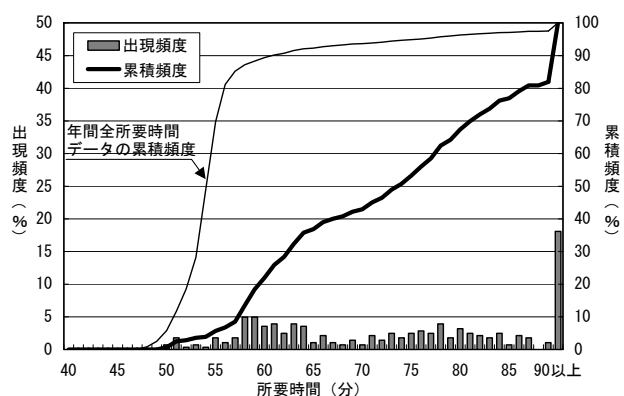
区間Cでは、年間の全所要時間を対象とした場合、平均所要時間は前掲表-4に示すとおり約60分であり、上り線では全体の89%，下り線では全体の75%が60分以内に到着しているが、インシデント遭遇時には上り線で22%，下り線で14%しか60分以内に到着できない。

これらの結果から、一旦インシデント渋滞に遭遇すると、平均的な所要時間レベルで目的地に到達すること



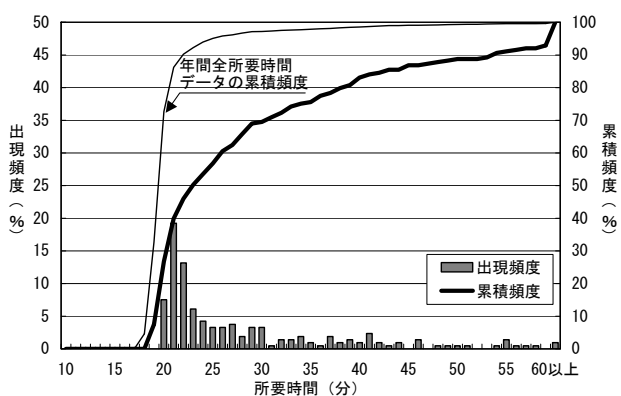
※区間A内のインシデント渋滞に遭遇した上り線8時台の所要時間データ(全161サンプル)を対象。

図-8 区間 A のインシデント遭遇時所要時間分布
(上り線 8 時台を対象:全 161 サンプル)



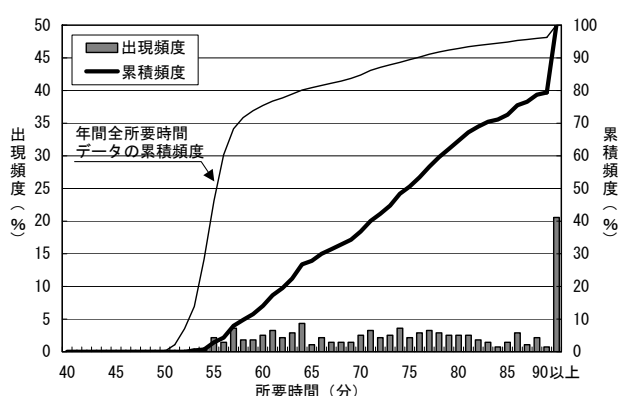
※区間C内のインシデント渋滞に遭遇した上り線8時台の所要時間データ(全282サンプル)を対象。

図-10 区間 C のインシデント遭遇時所要時間分布
(上り線 8 時台を対象:全 282 サンプル)



※区間A内のインシデント渋滞に遭遇した下り線18時台の所要時間データ(全213サンプル)を対象。

図-9 区間 A のインシデント遭遇時所要時間分布
(下り線18時台を対象:全213サンプル)



※区間C内のインシデント渋滞に遭遇した下り線18時台の所要時間データ(全277サンプル)を対象。

図-11 区間 C のインシデント遭遇時所要時間分布
(下り線18時台を対象:全277サンプル)

表-7 年間値とインシデント遭遇時の信頼性指標比較
(区間A:H19)

指標	上り線(8時台)		下り線(18時台)	
	全データ (年間値)	インシデント 遭遇時	全データ (年間値)	インシデント 遭遇時
Tmin(分)	16.8	18.1	18.0	19.5
Tave(分)	20.2	31.2	21.5	32.9
PT(分)	25.8	53.6	25.9	98.1
BT(分)	5.6	22.4	4.4	65.2
PTI	1.5	3.0	1.4	5.0
BTI	0.3	0.7	0.2	2.0

表-8 年間値とインシデント遭遇時の信頼性指標比較
(区間C:H19)

指標	上り線(8時台)		下り線(18時台)	
	全データ (年間値)	インシデント 遭遇時	全データ (年間値)	インシデント 遭遇時
Tmin(分)	47.7	50.5	50.5	54.0
Tave(分)	57.4	76.5	61.0	80.2
PT(分)	76.7	113.6	86.3	124.7
BT(分)	19.3	37.1	25.3	44.5
PTI	1.6	2.2	1.7	2.3
BTI	0.3	0.5	0.4	0.6

は、ほとんど不可能であるといえる。

参考として、インシデント遭遇時の所要時間データによる所要時間信頼性指標と年間の全データによる所要時間信頼性指標を比較し、表-7と表-8に示す。

区間A、Bともに、インシデント遭遇時は年間の全所要時間に対する信頼性指標がより低下する傾向にある。

Tave(平均値所要時間)でみると区間Aで約10分、区間Cで約20分増加、PT(95%タイル値)でみると区間Aで30～70分、区間Cで40分程度増加しており、両区間ともにインシデント遭遇時は大きく信頼性が低下するといえる。代替経路形成区間において、インシデント渋滞を回避可能であれば、交通分散に伴う所要時間の信頼性回復に加え、インシデント回避効果が得られると考える。

(4) インシデント回避の可能性検証

2ルート区間において、区間Aのインシデント渋滞を、代替経路となる区間Bを選択することにより回避可能かを検証するため、区間Aのインシデント遭遇時における所要時間データと、同一時刻に出発する区間Bの所要時間データを比較して、図-12と図-13に示す。

図-12から、上り線8時台では、区間Aでインシデント渋滞に遭遇する可能性があったとしても、ほとんど遅延のない区間Bを選択することができれば、所要時間の遅延を回避可能な状況にある。図-13から、下り線18時台では区間Aから区間Bに経路を変更できたとしても、区間Bでも遅延が発生し、十分にインシデントの影響を回避しきれないケースがあることがわかる。このようなケースは全体の約15%出現しているが、残りの85%は遅延

を回避できる可能性がある。このことから、区間Aでは、適切な経路選択により、インシデント回避による信頼性向上効果が発現する可能性があるといえる。

なお、代替経路である区間Bでもインシデント発生時

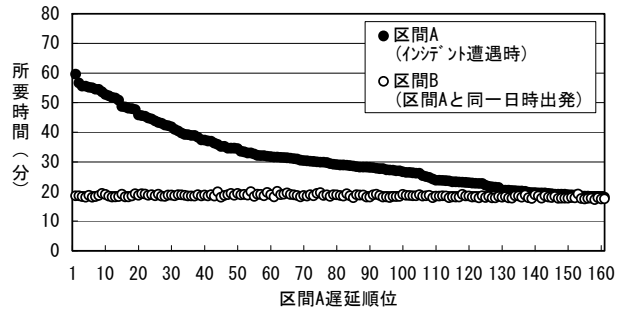


図-12 インシデント遭遇時の所要時間比較
(区間Aのインシデント対象：上り線8時台)

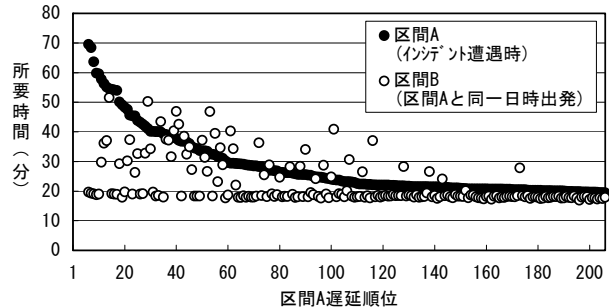
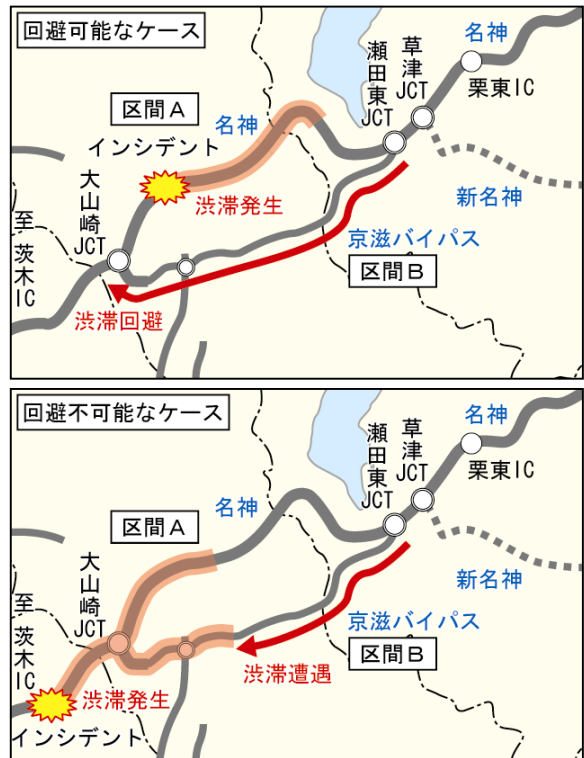


図-13 インシデント遭遇時の所要時間比較
(区間Aのインシデント対象：下り線18時台)



注)分析対象年である平成19年時点では、新名神高速道路は開通していない(平成20年3月23日開通)。

図-14 インシデント発生時の代替機能概念図

に遅延が生じるのは、インシデント発生位置に原因がある。区間Aの下り線走行時におけるインシデント渋滞遭遇パターンを図-14に示す。インシデント遭遇パターンは大きくインシデントを回避可能なケースと、回避不可能なケースに分類される。回避可能なケースは、区間A内でインシデントが発生する場合であり、インシデント渋滞の影響が区間Bに及ばないケースである。回避不可能なケースは、区間Aの下流側で発生したインシデント渋滞が延伸する場合であり、インシデント渋滞が区間Aと区間Bに延伸することにより、どちらを選択してもインシデント渋滞に遭遇するケースである。図-13はこのようなケースが15%程度は発生したことを意味している。

なお、上り線では、分析対象時間帯に下流側区間からインシデント渋滞が延伸する事象は発生していない。上下線で異なる結果が得られた要因として、インシデント渋滞の発生状況自体、上下線で大きく異なることが挙げられる。下り線では、区間AとBに影響を及ぼす可能性が高い名神高速道路の大山崎JCT～茨木IC間(下り線)において、平成19年1年間にインシデント渋滞が262件発生している。一方、上り線の区間AとBに影響を及ぼす可能性が高い名神高速道路の栗東IC～瀬田東JCT間(上り線)では、平成19年1年間にインシデント渋滞は17件しか発生しておらず、影響を及ぼすインシデント渋滞の発生自体、上り線は下り線に比べ極めて少ない状況にある。

(5) 経路選択に伴う信頼性回復効果

区間Aおよび区間Cを対象として、2ルート区間では最短所要時間となる区間を選択すると仮定した所要時間信頼性指標の算出結果を表-9～表-12に示す。なお、インシデント回避効果を検証するため、インシデント発生時のみ最短経路を選定するケースと、常時最短経路を選定する2ケースを比較検討している。

表-9から、区間Aの上り線では、インシデント遭遇時に最短経路を選択することにより、所要時間の信頼性が向上している。上り線ではインシデント遭遇時に代替経路(区間B)に遅延が生じていないことから、利用時の余裕時間と位置付けられるBTは、5.6分から1.6分まで向上しており、インシデントによる信頼性の低下を抑制している。一方、表-10に示すように、下り線のBTは4.4分から3.8分までの短縮にとどまり、上り線に比べインシデントによる信頼性低下の抑制効果は小さい。これは、インシデント発生時以外にも大きな遅延の生じている所要時間データ(交通集中渋滞)が存在することを意味する。

常時最短経路を選択することにより、上り線のBTは更に0.7分にまで短縮、下り線のBTも0.5分まで短縮することから、2ルート区間では適切に経路が選択されれば、確実な高速移動サービスを提供可能といえる。

2ルート区間を通過する区間Cでは、一部区間の経路選択であるもののインシデント遭遇時に所要時間信頼性は向上し、表-11に示すように、上り線ではBTが19.3分から13.2分まで6.1分短縮する。一方、表-12から、下り線では区間Aと同様の理由により25.3分から23.4分と1.9分しか短縮できない。常時最短経路を選択した場合、更に所要時間の信頼性は向上するが、区間Aに比べ信頼

表-9 最短経路選択に伴う信頼性指標の変化
(区間A:上り線8時台)

指標	京滋BP 全通前	京滋BP全通後		
	区間A走行	区間A走行	インシデント 遭遇時	常時
Tmin(分)	16.8	16.8	16.8	16.6
Tave(分)	25.5	20.2	19.9	18.2
PT(分)	51.1	25.8	21.5	18.9
BT(分)	25.6	5.6	1.6	0.7
PTI	3.04	1.54	1.28	1.14
BTI	1.00	0.28	0.08	0.04

表-10 最短経路選択に伴う信頼性指標の変化
(区間A:下り線18時台)

指標	京滋BP 全通前	京滋BP全通後		
	区間A走行	区間A走行	インシデント 遭遇時	常時
Tmin(分)	17.6	18.0	17.0	16.7
Tave(分)	25.3	21.5	21.1	18.6
PT(分)	40.9	25.9	24.9	19.1
BT(分)	15.6	4.4	3.8	0.5
PTI	2.32	1.44	1.46	1.14
BTI	0.62	0.20	0.18	0.03

表-11 最短経路選択に伴う信頼性指標の変化
(区間C:上り線8時台)

指標	京滋BP 全通前	京滋BP全通後		
	区間C走行	区間C走行	インシデント 遭遇時	常時
Tmin(分)	47.1	47.7	47.7	47.5
Tave(分)	60.1	57.4	56.9	55.5
PT(分)	88.8	76.7	70.1	67.8
BT(分)	28.7	19.3	13.2	12.3
PTI	1.89	1.61	1.47	1.43
BTI	0.48	0.34	0.23	0.22

表-12 最短経路選択に伴う信頼性指標の変化
(区間C:下り線18時台)

指標	京滋BP 全通前	京滋BP全通後		
	区間C走行	区間C走行	インシデント 遭遇時	常時
Tmin(分)	49.2	50.5	50.5	49.7
Tave(分)	63.1	61.0	60.7	58.7
PT(分)	94.1	86.3	84.1	81.6
BT(分)	31.0	25.3	23.4	22.9
PTI	1.91	1.17	1.67	1.64
BTI	0.49	0.41	0.39	0.39

性は低い。常時経路選択が可能とした時の区間 A の BTI は 0.03~0.04 とほぼ確実な平均所要時間の提供が可能であるのに対し、区間 C の BTI は 0.22~0.39 である。これは、区間 C を 95% の確率で到着するには、常時最短経路を選べるとしても平均所要時間の 1.2~1.4 倍は余裕を見込む必要があることを意味する。最短経路選択時において、区間 A に比べ区間 C の所要時間信頼性が低いのは、代替経路形成区間以外のエリアにおいて遅延が生じているからであり、一部区間のみの経路変更だけでは、信頼性の低下を回避できない場合もあるといえる。

5. おわりに

本研究では、名神高速道路と京滋バイパスによる2ルート区間を対象として、所要時間信頼性指標を用いた代替経路形成区間の評価を試みた。その結果、経路選択可能な高速道路ネットワークの形成は、交通分散に伴う混雑緩和に起因した所要時間信頼性の回復に寄与するだけでなく、インシデント発生時には代替機能を発揮して、信頼性低下を抑制できる可能性があることを確認した。

今回の分析は京滋バイパス全通後に、年間を通じて安定した所要時間を提供可能となったか、インシデント発生時に迂回可能な状況にあるのかの検証に着目したことから、全日を対象に分析している。現在、平日と休日の違いや季節の違いに着目した詳細な分析を進めており、項を改めて発表する予定である。また、代替経路の形成による交通分散に伴い、インシデントの発生件数自体が減少する効果も発現している可能性があるため、今後、複数年のデータを用いて代替経路の形成に伴うインシデント遭遇確率の変化を検証していくことが必要であると考えられる。

その他として、2ルート区間を通過するトリップについて所要時間信頼性指標を算出し、区間内の一部に代替経路が形成されるだけでは、区間全体の所要時間に対する信頼性を十分に向上できないことを示した。目的地までの確実な所要時間を提供するためには、経路選択可能な高速道路ネットワーク形成が重要であるといえよう。

なお、最短経路の選択により、インシデント発生時以外においても所要時間信頼性は向上するが、極端に転換が発生すると転換先で交通の集中による渋滞が発生することが危惧される。転換先の交通容量や渋滞発生状況を踏まえた上で、経路選択情報を如何にわかりやすく高速道路利用者に提供していくかが、道路管理者としての今後の課題と考える。また、インシデント渋滞発生時の所要時間は、インシデント渋滞の大きさや種類、渋滞の延伸時に通過した場合と衰退時に通過した場合で大きく異なることから、経路選択情報を提供する上でインシデ

ントと所要時間の関連性についても検証していくことが必要であると考えられる。

今回対象としている経路選択可能区間は30km程度であり、高速道路ネットワークとしては狭域の区間である。今後は新名神高速道路等の広域な経路選択可能区間についても同様の効果が得られるか検証していくことが必要であると考えられる。

参考文献

- 1) 北澤, 田名部, 朝倉: 阪神高速道路における所要時間の信頼性に関する評価, 高速道路と自動車, Vol.50, No.5, pp.37-40, 2007.
- 2) 川北, 北澤, 飛ヶ谷, 田名部, 朝倉: 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, No.216, 2007.
- 3) 宇野, 倉内, 嶋本, 山崎, 小笹, 成田: ETC データを用いた都市間高速道路の旅行時間信頼性分析, 土木計画学研究・講演集, Vol.35, No.218, 2007.
- 4) 野間, 奥谷, 井坪, 前川: 交通量自動観測機器を用いた一般道の時間信頼性分析~筑波山交通調査を事例に~, 土木計画学研究・講演集, Vol.35, No.219, 2007.
- 5) 山崎, 嶋本, 宇野, 倉内, 小笹, 成田: ETC データを用いた都市間高速道路の旅行時間信頼性指標についての一考察, 土木計画学研究・講演集, Vol.36, No.220, 2007.
- 6) 若林: 各種旅行時間信頼性指標の比較と課題, 土木計画学研究・講演集, No.118, 2008
- 7) 梶原, 石田, 野中: 所要時間の信頼性に関する評価指標の比較分析, 土木計画学研究・講演集, Vol.37, No.119, 2008.
- 8) 飛ヶ谷, 石橋, 田名部, 朝倉: 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~, 土木計画学研究・講演集, Vol.37, No.124, 2008.
- 9) 飛ヶ谷, 石橋, 田名部, 朝倉: 阪神高速道路におけるインシデント発生時の旅行時間信頼性評価, 交通工学研究発表会論文報告集, Vol.28, pp.177-180, 2008.
- 10) 丸山, 田畑, 岡田, 割田: 所要時間信頼性による ITS 等導入効果の検証手法に関する研究, ITS シンポジウム, Vol.6, pp.361-366, 2007.
- 11) 宗像, 割田, 岡田: 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.
- 12) 若林: 降雪および交通規制の不確定性環境下における高規格道路網の信頼性解析, 土木計画学研究・講演集, Vol.34, No.237, 2006.
- 13) 野間, 奥谷, 橋本: 道路ネットワークの評価における時間信頼性指標の適用に関する研究, 土木計画学研究・講演集, Vol.37, No.122, 2008.

1 4) 吉村, 菅: 阪神高速道路における所要時間情報提供と精度検証, 土木学会年次学術講演会講演概要集 第4部, Vol.59, pp.364-365, 2004.

1 5) Federal Highway Administration HP :
http://www.ops.fhwa.dot.gov/congestion_report/executive_summary.htm

1 6) 飯田: 交通計画のための新パラダイム交通ネットワーク信頼性と OD 交通量逆推定一, 技術書院, 2008.

代替経路を持つ高速道路区間の所要時間信頼性に関する実証分析*

足立智之**・藤川謙***・朝倉康夫****

高速道路における所要時間の信頼性を論ずる上で、代替経路の存在が信頼性に及ぼす影響は大きいと考えられるが、このことに関する実証的知見は十分に蓄積されているとはいえない。本論文は、名神高速道路と京滋バイパスによる2ルート区間を対象として、所要時間信頼性指標より代替経路形成に伴う交通分散、およびインシデントの回避効果を分析し、経路選択可能なネットワークの形成が所要時間信頼性にもたらす効果の実証的評価を試みたものである。

Empirical Studies on Travel Time Reliability for Expressway with Alternative Routes *

By Tomoyuki ADACHI**・Ken FUJIKAWA***・Yasuo ASAKURA****

It is important to analyze the effects of alternative routes on travel time reliability in expressway network. The empirical knowledge on this topic is, however, not sufficient. This paper aims to analyze empirically the various effects of network configuration on travel time reliability indexes. Inter-urban expressway network in Osaka and Kyoto area has a double-route section that consists of Mei-Shin Expressway and Keiji Bypass. Travel time data and travel time reliability indexes along the double-route section were analyzed for evaluating the traffic dispersion effects and the incident avoidance effects caused by the alternative routes in the expressway network.
