

降雪予報下における高規格道路網の所要時間信頼性解析

Travel Time Reliability of Expressway Network under Snowfall Weather Forecast

若林拓史**・坂部正治***・吉崎理絵***

By Hiroshi Wakabayashi**, Shoji Sakabe *** and Rie Yoshizaki ****

1. はじめに

従来の道路網整備は、平均的な交通需要に対してなされてきた。しかしながら、交通需要にも変動があり、交通需要の変化や交通規制等交通サービスにも変動が生じる。今後は、物流をはじめとする経済活動が阻害されて社会的損失が生じないように、災害や事故などで道路網を構成するリンクの一部が、機能停止、低下した場合であっても交通ネットワークが円滑に運用できる、信頼性の高い道路網の整備

が重要とされている。本研究では、冬季の降雪状況下において、高速道路や自動車専用道路が速度規制、除雪作業、あるいは通行止め等サービスレベルの低下を余儀なくされる場合の所要時間信頼性解析モデルを開発する。

用いるデータは、各気象台から発表される天気予報と降水確率、および高規格道路上で行われた交通規制である。これらから降水確率毎の交通規制出現確率を算出し、天気予報パターンから、各ルートの通行止め確率、所要時間分布を求めるというモデル

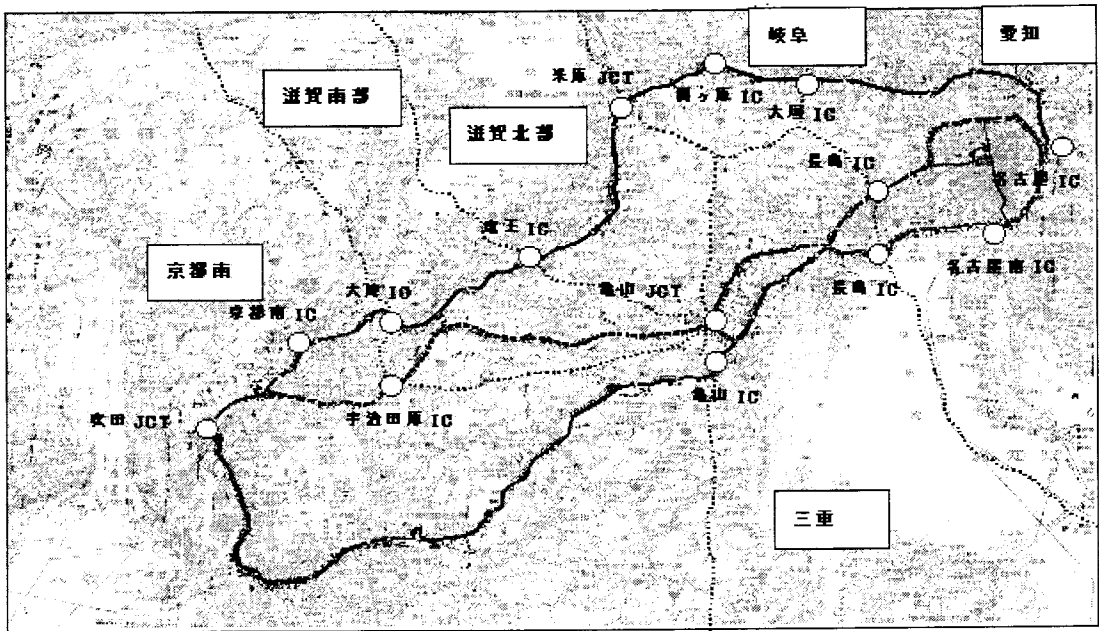


図-1 名古屋・大阪間高規格道路ネットワークと天気予報区分

*キーワード：交通ネットワーク信頼性、時間信頼性、降雪予報、整備効果分析

**正員、工博、名城大学都市情報学部

(〒509-0261 岐阜県可児市虹ヶ丘 名城大学都市情報学部、
Tel:0574-69-0131, Fax:0574-69-0155)

***学生員、名城大学大学院都市情報学研究科

(〒509-0261 岐阜県可児市虹ヶ丘 名城大学都市情報学部、
Tel:0574-69-0131, Fax:0574-69-0155)

****非会員 (株) ジェイ・エス・エス

を構築した。このモデルを構築することによって、天気予報パターンから、各ルートの所要時間の変動を予測することが可能となる。本モデルにより、降雪時の所要時間への影響分析、ドライバーへの情報提供、新線整備による効果の検討、また除雪設備等の整備効果分析も行なえる。

2. 対象地域と対象ネットワーク

対象ネットワークは、名古屋・大阪間の高規格道路ネットワークとし、将来ネットワークとして第2名神高速道路も加えた。所要時間信頼性の算出区間は、名古屋地域（名神高速道路、東名阪自動車道路は、名古屋 IC、第2名神高速道路は名古屋南 IC）と吹田 JCT 間である。天気予報の地区としては、行政区域で分けた場合、愛知県、岐阜県、滋賀県北部、滋賀県南部、京都府南部、三重県、大阪府、奈良県の8つの地域となる。図-1では、ルート毎のグループ化したノード名と天気予報区分を示している。

3. 降雪予報と交通規制の関係分析

(1) 降雪予報と交通規制の関係

悪天候下での信頼性解析は、交通規制がその気象条件下のみで生じるため、単なる通行規制時間の調査では不十分であり、天候の条件付確率で考える必要がある。図-2では、降雪予報下での降雪の有無、降雪下での交通規制の有無、交通規制のレベル（通行止め、梯団作業、種々の速度規制）の流れを示している。

沿道で実現した天気を知ることは困難であり、本研究では天気予報分布から所要時間信頼度を推定する予測モデルの構築が目的であるので、提供される天気予報を与件とした交通規制のレベルの条件付き確率 $p_{a,rj|wi}$ 、

$$p_{a,rj|wi} =$$

$\text{Prob}(\text{リンク } a \text{ の規制レベルが } j | \text{天気予報が } i \text{ レベル})$ を算定する。ここに、 j は上記交通規制、 i は天気予報の集約レベル(後述)を表す。

一方、気象庁によって提供される天気予報には種々の種類がある。本研究では、気象庁が1日3回発表する短期予報のうち、『雪、雨、曇、晴』というカテゴリー予報、降水（降雪）確率を扱う確率予報¹⁾を取り上げる。

(2) データベースの作成

対象期間を平成7年～8年の冬季とし、天気予報は新聞発表（予報は各地方気象台から提供されるが、一元的に入手できるのは新聞による天気予報である）を利用し、日本道路公団から提供いただいた交通規制とその継続時間とを結合するデータベースを作成した。天気予報と交通規制の関係を分析すると、天気予報とその6時間後の交通規制との関係が最も相関が高いことが明らかになった。さらに、10%毎に与えられる降水確率を11段階のまま用いると、データが存在しないケースが多くなるので、最も説明力の高い予報として確率予報の層別化（0-20%、30-50%、60-100%）を用いた。

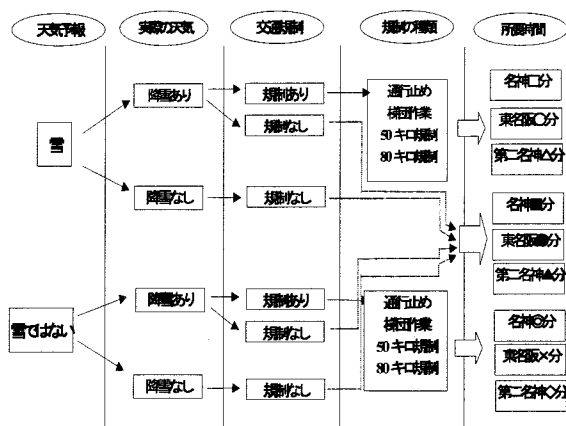


図-2 天気予報から交通規制までの流れ

4. 所要時間信頼度の算出法

所要時間信頼度をノード間を t 時間以内に旅行可能な確率と定義する。各リンク毎の規制レベル j での所要時間分布を $h_{a,rj}(t)$ とすると、リンクでの所要時間分布関数は、

$$H_{a,rj}(t) = \int_0^t h_{a,rj}(t) dt.$$

で与えられる。高山らは、 $h_a(t)$ は交通量変動に支配されると関連づけて求めている³⁾。ところが高規格道路においては、所要時間は交通量に關係させて論じるだけでは不十分であり、各車両の走行速度に依存して決まる部分も多いと考えられる。そこで、本研究に用いる所要時間は、実際に走行して得られたものを用いることとする。

実際に対象ネットワークで走行時間を計測し、所要

時間分布を求めた。計測方法は、追い越し車線を主に走った場合（最高速度）、走行車線を主に走った場合（追従による最低速度）、空間平均速度（Wardropの測定法⁴⁾による）を実測した。χ²検定により正規分布性も確認した。

5. 降雪予報と所要時間信頼性

天気予報を与件として各区間で実現する交通規制確率が求められる。対象とするOD間は、この交通規制の組み合わせで求められるが、隣接する道路区間で交通規制に従属性が存在する。このため、実施された交通規制の区間相互の相関分析を行った。この結果を利用して、同一の交通規制が行われ易い区間をグループ化し、従属性の高い区間を統合した。この相関の低い区間は独立性が高いと判断し、規制の組み合わせによる計算を行う。

区間 *a* での所要時間の分布関数は交通規制 *j* に関する期待値、 $\sum_j p_{a,j|w_i} \cdot H_{a,j}(t)$ で与えられる。これを区間を通じて積分することによって対象ODペア間での所要時間信頼度が求められる。このとき、区間相互間での走行状態は従属性を仮定しているが、独立性の仮定も可能である。

表1では、東名・名神の上下線のグループ化を示している。なお、東名・名神ルートでは、地形的な問題から上り線の場合、米原JCTから関ヶ原ICまでの間に急勾配な坂が存在し、大型車両が道路凍結時に走行不能となる可能性があり、一つ手前の彦根ICから規制が行われると考えられる。同様に下り線では、大垣ICから関ヶ原IC、関ヶ原ICから米原JCTまでに急勾配な坂が存在するため、手前の大垣ICから規制が行われると考えられる。このため上下線で異なるグループ化となった。その結果、東名・名神高速道路では、6つのグループに、東名阪・国道25号・西名阪・近畿自動車道では、3つのグループに、第2名神高速道路では、4つのグループに分類された。

6. 計算結果と考察

表1に示す天気予報パターンを与件とし、上記の方法で各ルートの通行可能確率を算出し（表2）、図・3の平常時と降雪予報時の所要時間分布関数を求めた。入力する天気パターンとしては、過去の新聞

等降雪時の記録から岐阜県と滋賀北部の降雪確率が高いものを与えた。図・3の平常時と降雪予報時の所要時間から、名神ルートの通行止め確率が高くなり、平常時と降雪予報時を比較すると、所要時間も大きく異なった。しかし、名阪ルートでは降雪の影響が少ないため平常時と降雪予報時の所要時間を比較しても大きな差がない。また、第2名神ルートは、3つのルートの中でも最も所要時間が短く、降雪地帯を通過しないために平常時と降雪予報時の差がほとんどみられなかった。このことから、名神ルートが降雪により、何らかの規制が行われたとしても、第2名神ルートが機能するといえる。また、既存のルートよりも所要時間は短く所要時間の安定した結果が得られた。

表1 天気予報と交通規制グループ

	天気予報区分	交通規制グループ化	
		上り	下り
京都東	↑	↑	↑
京都南部		京都南部	京都南部
大津			
瀬田西	↑	↑	↑
瀬田東			
滋賀南部	↓	滋賀南部	滋賀南部
栗東		↓	↓
竜王			
八日市	↑	↑	↑
彦根		滋賀北部	滋賀北部
米原JCT	↓	↓	↓
関ヶ原		岐阜	岐阜
大垣	↑	↑	↑
岐阜羽島	↓		
木曽川県境			
一宮	↑	愛知	愛知
小牧			
小牧JCT	↓	愛知	愛知
春日井			
名古屋			

表2 入力する天気予報パターン

	降雪確率
愛知	0～20%
岐阜	30～50%
滋賀北部	60～100%
滋賀南部	0～20%
京都南部	0～20%
三重	0～20%

表3 表2の条件下での各ルートの通行可能確率

	通行可能確率	通行止め確率
名神ルート	67.27%	32.73%
名阪ルート	84.33%	15.67%
第2名神ルート	82.87%	17.13%

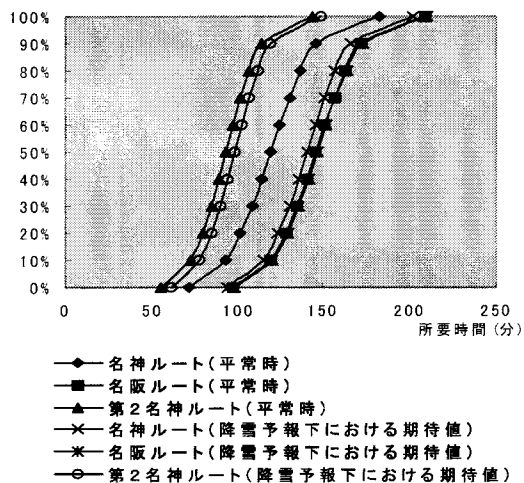


図-3 平常時と降雪予報時の所要時間

7. おわりに

今後の課題としては、対象ネットワークの相互の連絡によって生じる経路の信頼性評価やロードヒーティング導入後の信頼性解析、経済効果の評価があげられる。

最後に、高速道路の交通規制データをご提供いただいた日本道路公団名古屋管理局に心から御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 立平良三：天気情報の見方，pp.30-46，岩波書店，1987。
- 2) Wakabayashi, H. (2000). Snowfall Weather Forecast and Expressway Network Reliability Analysis. Reliability of Transport Networks, Research Studies Press Ltd., pp.103-118.
- 3) 高山純一・黒田昌生(2000)：救急車の走行時間信頼性からみた救急拠点の最適配置に関する研究，都市計画論文集No.35, pp.595-600.
- 4) 米谷栄二監修：交通工学(新訂版)，国民科学社，1977。