

IV-24 災害時における交通選択行動を考慮した道路網信頼性モデルの適用計算

○愛媛大学大学院 学生員 高木 一浩
 愛媛大学工学部 正会員 朝倉 康夫
 愛媛大学工学部 正会員 柏谷 増男
 愛媛大学大学院 学生員 藤原健一郎

1. はじめに

ドライバーは、自然災害による通行規制に遭遇した際、交通行動の変更を迫られる。本研究は、交通目的によるドライバーの行動の差異を記述できる交通量配分モデルを示し、それを組み込んだ道路網の信頼性評価モデルを提案するとともに、四国地域ネットワークへの適用計算を行った。

2. モデル

(1) 信頼性モデル

ネットワークの連結状態を表す状態ベクトル X_s のそれぞれに対して配分計算を行い、ODペア ij 間の中止トリップ $f_{ij}(X_s)$ を求め、平常時（状態ベクトル X_0 ）のトリップ数 $f_{ij}(X_0)$ と比較したときのトリップ中止率

$$y_{ij}(X_s) = \{f_{ij}(X_0) - f_{ij}(X_s)\} / f_{ij}(X_0)$$

を計算する。 $y_{ij}(X_s)$ の値を別途に求めた判断基準 θ ($0 \leq \theta \leq 1$) と比較して、 $y_{ij}(X_s)$ が θ を超えるときそのODペアは機能しておらず、 $y_{ij}(X_s)$ が θ を超えなければ機能しているとみなす。この関係を稼働・停止関数 $Z_{ij}(X_s, \theta)$ で表す。すなわち、

$$\theta \leq y_{ij}(X_s) \leq 1 \quad \text{なら} \quad Z_{ij}(X_s, \theta) = 0$$

$$0 \leq y_{ij}(X_s) < \theta \quad \text{なら} \quad Z_{ij}(X_s, \theta) = 1$$

である。稼働・停止関数を状態ベクトルの発生確率 P_s により加重平均すれば、ODペア間の信頼度 $R_{ij}(\theta)$ が求められる。

$$R_{ij}(\theta) = \sum_s P_s \cdot Z_{ij}(X_s, \theta)$$

(2) 配分モデル

信頼性モデルに組み込まれている交通量配分モデルは、Burrellの確率配分モデルを修正したものである。

通行規制によるトリップの中止と経路選択の変更を考慮すると、配分モデルのアルゴリズムは以下の通りとなる。

【Step1】初期設定：交通目的 p のOD表を N 分割し、 $\Delta q_{ij}^p = Q_j^p / N$ とする。ODペア ij 間の平常時の経路とその所要時間 U_{ij} を求める。計算繰返し回数 $n=1$ とする。

【Step2】リンク走行時間の設定：標準正規乱数をリンクの数だけ発生させ、リンク走行時間 t_a, t_a' を設定する。

【Step3】最短経路探索：各ODペア間で最短経路探索を行い、最短所要時間 C_{ij} を求める。

【Step4】交通量の負荷：時間比 (C_{ij} / U_{ij}) が m_p 以下ならば、目的 p のOD交通量 Δq_{ij}^p を時間最短経路に負荷し、リンク交通量を更新する。 m_p より大きければ目的 p のOD交通量 Δq_{ij}^p を負荷しない。

【Step5】繰返し判定： $n=N$ ならば計算終了、そうでなければ $n=n+1$ として【Step2】へ。

3. 適用計算

(1) 配分計算

交通目的別のパラメータ m_p を仮想的ネットワーク条件での行動選択調査により求めた（表1）。通勤・業務では平常時所要時間の5倍までならトリップを中止しないが、観光・私用では平常時の2倍の所要時間になれば中止することになる。

平成5年9月3日～4日の台風13号による規制を対象に、四国地域道路網（リンク数1053、ノード数697）での配分計算を行った。通行規制されたリンク数は22本である。表2に交通目的別の配分対象トリップ数、トリップ中止数と中止率、及び、潜在的な中止トリップ数

を示す。

ODペア数は全体で2080ペア（64ゾーン）であるが、トリップ中止のあるODペア数は延べ87ペアである。目的別に比較すると、通勤・業務では中止トリップが存在するODペア数が少なく、ODペア全体の0.5%弱である。観光・私用目的ではトリップが中止されるODペア数が通勤・業務の2倍で、トリップが中止されやすい。

四国全体で中止されたトリップ数は約17,000トリップで、配分対象トリップの0.7%である。トリップ中止率からは、観光＞私用＞業務＞通勤の順にトリップが中止されやすいことがわかる。パラメータmの値は同じであるが、業務に比べて通勤、観光に比べて私用がそれぞれトリップを中止するODペア数が少なくトリップ中止率が小さい理由は、通勤や私用で山間部を走行することは業務や観光に比較して少なく規制に遭遇しにくいためであると考えられる。

表2に示す潜在的トリップ中止数とは、「通行規制により何らかの影響を受ける可能性のあるトリップ数」で、トリップ中止があったODペアのトリップ数ある。四国全体で潜在的に90,000トリップ（配分対象トリップ数の3.5%）が通行規制の直接的影響を受ける可能性があったことを示している。

(2)信頼性解析

平成元年～5年までの通行規制データを48のパターンに集約した。各パターンがいずれも同じ確率で発生するとして状態発生確率を求めた。各状態のそれぞれについて配分計算を行ってOD間の中止トリップ数を求め、判断基準 θ に対する信頼度を計算した。

判断基準を $\theta=0.0$ としたとき、つまり最も厳しい条件下での信頼度の小さいODペア5つを示したのが表3ある。最も信頼度が低い上浮穴郡⇔高岡郡のODペアが信頼度0.790、2番目が高岡郡⇔高岡郡で0.811、3番目が吾川郡⇔高岡郡の0.853など、国道33号線沿線のODペアで信頼度が低い。このように山間部を起終点とするODペアで信頼度の値が小さくなることがわかる。また山間部だけでなく、須崎市⇔高岡郡の0.853、鳴門市⇔大川郡の0.894などの海岸部一帯のODペアでも信頼度が低いことがわかる。

次に、判断基準を0.9とした場合について計算し、そ

の結果を示したのが表4である。これは、規制時に平時時のOD交通量の90%まで減少してもそのODペア間は機能しているとしたものであり、判断基準はかなり緩やかである。この場合でも信頼度が1未満のODペアが存在した。1つは、西条市⇔上浮穴郡で0.957、他の1つは、松山市⇔北条市で0.978である。判断基準はかなり緩やかにも関わらず、信頼度が1未満のODペアが存在するということは四国地域の道路網信頼性が低いことを顕著に示している。

表-1 パラメータm

通勤	業務	観光	私用	その他
5.0	5.0	2.0	2.0	3.0

表-2 交通目的別の配分対象トリップ数、トリップ中止数と中止率、潜在的トリップ中止数

交通目的	A	B	C	D(%)	E
通勤	507427	8	1802	0.36	10006
業務	815295	10	3663	0.45	19029
観光	113644	22	1769	1.56	6215
私用	202554	20	2264	1.12	10595
その他	932826	27	7747	0.83	43920
計	2571746	87	17245	0.67	89771

A：配分対象トリップ数

B：トリップ中止のあるODペア数

C：中止トリップ数

D：トリップ中止率（C/A）

E：トリップ中止されたODペアの潜在的中止トリップ数

表-3 $\theta=0.0$ のときのODペア間の信頼度（下位5つ）

ODペア	停止回数（回）	信頼度
上浮穴郡⇔高岡郡	10	0.790
高岡郡⇔高岡郡	9	0.811
須崎市⇔高岡郡	7	0.853
吾川郡⇔高岡郡	7	0.853
鳴門市⇔大川郡	5	0.894

表-4 $\theta=0.9$ のときのODペア間の信頼度

ODペア	停止回数（回）	信頼度
西条市⇔上浮穴郡	2	0.957
松山市⇔北条市	1	0.978

【参考文献】

朝倉康夫、柏谷増男、為広哲也(1995) 災害時における交通処理能力の低下を考慮した道路網の信頼性評価モデル。土木計画学研究・論文集、No12、pp.475-484