

IV-232 連結性と正確性からみた四国地域道路網の信頼性評価

愛媛大学大学院 学生員 熊本 伸夫

愛媛大学工学部 正 員 柏谷 増男

愛媛大学工学部 正 員 朝倉 康夫

1. はじめに

高速道路網が未整備である四国地域の道路網では、それらの整備により、主要都市間の所要時間が大幅に短縮されるばかりでなく、ネットワーク全体の信頼性も向上することが期待される。本研究は、四国地域道路網を対象に、「連結性」と「正確性」の二指標から道路網整備水準を評価し、信頼性からみた道路網整備効果を計測する。本研究で言う「連結性」とは、ODペア間に通行可能な経路が存在するか否かを表す指標であり、「正確性」とは、ODペア間が通行可能であることを前提に、所定の時間で到達しうるか否かを表す指標である。なお、「連結性」については、2点間(県庁所在都市間)を対象に、「正確性」については、県庁所在都市を起点とした場合の指標値を計算した。

2. 計算方法

(1)連結性 計算の準備段階として、二都市間の利用可能経路を求めておく。現況OD交通量を分割配分法を用いて現況道路網に配分し、分割の繰り返しごとに時間最短経路をインシデンス行列の形で抽出する。

次に、以下の①～⑤の手順により、OD交通量を確率変数とみなして交通量配分シミュレーションを行い、その配分結果を用いて信頼性の数値計算を行う。

①観測OD交通量を平均値として、そのまわりで確率的に変動するOD交通量 Z_{ij} を作成する。

$$Z_{ij} = T_{ij} \times (1.0 + \varepsilon) \quad \dots\dots\dots (1)$$

ここに、 T_{ij} : 観測OD交通量

ε : $N(0, \sigma)$ の正規乱数

②分割配分法を用いて、作成したOD交通量 Z_{ij} をネットワークに配分する。

③リンクの通行可能性の判定を行う。リンク混雑率(リンク交通量/リンク容量)が設定した値以下であれば通行可能とし、そうでなければ通行不可能とする。①～③の操作をN回繰り返す。

④各リンクごとに、通行可能回数Mを試行回数Nで除し、リンク通行可能確率 $ra (=M/N, a: \text{リンク})$ を求める。

⑤構造関数により、二都市間の信頼性 R_{ij} を求める。

構造関数には、都市間の利用経路が並列構造をなすものとして、以下の式を用いる。

$$\begin{aligned} R_{ij} &= \prod_{k \in K_{ij}} \left(\prod_{a \in L_{ij}^k} ra \right) = \prod_{k \in K_{ij}} r_{ij}^k \\ &= 1 - \prod_{k \in K_{ij}} (1 - r_{ij}^k) \quad \dots\dots\dots (2) \end{aligned}$$

ここに、 r_{ij}^k : 都市 i, j 間の利用経路 k の信頼性

L_{ij}^k : 経路 k に含まれるリンクの集合

K_{ij} : 都市 i, j 間の利用経路の集合

L_{ij}^k と K_{ij} は、計算の準備段階で求められている。

(2)正確性 連結性の計算方法と同様にOD交通量を確率変数とみなして、上記の①～②の交通量配分シミュレーションをN回繰り返して得られた結果をもとに、以下の手順により信頼性の計算を行う。

③得られたN個のOD間所要時間のサンプルから、所要時間の平均と標準偏差を計算する。

④目標時間T、目標到着確率Pを設定し、ある起点から時間T以内に到着できる確率を、以下の式により算出する。

$$\begin{aligned} P_{ij}(T) &= \Phi(T) \\ &= \int_{-\infty}^T \phi_{ij}(t) dt \quad \dots\dots\dots (3) \end{aligned}$$

ここに、 $\Phi(T)$: 分布関数(正規分布)

$\phi_{ij}(t)$: OD間所要時間の確率密度関数

同様に、確率P以上で目的地に到着できる所要時間Tを、(3)式の逆関数 $\Phi^{-1}(P)$ により算出する。

3. 計算の前提条件

現況ネットワーク(セトリ付'数 258, ノド'数 540, リンク'数 830)は、昭和60年時点の道路網であり、一般国道を中心に県道、主要地方道から構成されている。四大都市圏内については詳細にネットワークを作成した。将来ネットワーク(セトリ付'数 258, ノド'数 692, リンク'数 1113)は、昭和63年時点で整備計画路線に指定されている四国縦貫・横断自動車道を中心に、国道バイパスなどを含め、ほぼ20年後に完成予定の道路網とした。リンク走行時間関数とOD表は、昭和60年の道路交通

センサス（一般交通量調査および自動車OD調査）結果に基づいて作成した。

計算の準備段階で、二都市間の利用経路を抽出するための現況交通量配分の分割回数は5回とした。従って、二都市間の経路数は最大5本である。信頼性計算の際の交通量配分シミュレーションの試行回数Nは10回とし、交通量配分の分割回数は5回とした。OD交通量を規定する正規分布の標準偏差は、 $\sigma = 0.25$ に設定した。OD交通量の変動は、各ODが相互に独立である場合と完全相関である場合の二通りについて計算を行ったが、本稿では後者の場合について報告する。

4. 信頼性の計算結果と考察

(1) 連結性 現況および将来道路網に対する連結性の計算結果を、それぞれ図-1、図-2に示す。以下、2項目に分けて信頼性評価を行う。

① 現況・将来比較 現況網では、混雑率 1.0 を判定基準にした場合、どのODペアも信頼性は0である。このことより、連結性からみた四国道路網の整備水準はかなり低いと言える。将来網では、信頼性は全般に向上しており、道路網の整備効果が信頼性指標にも反映されていることがわかる。しかし、判定基準を 1.2 とした場合でも信頼性の低いODペアが存在し、必ずしも整備水準が十分ではないことがうかがえる。

② 都市間比較 将来、高速道路網や国道バイパスが整備されるODペア間では、信頼性の向上がみられる。松山を起終点とするODペアの信頼性が相対的に向上するのに対し、徳島を起終点とするODペアの信頼性はそれほど向上していない。これは、徳島県下の将来道路網整備水準が十分でないことを示唆している。

(2) 正確性 松山を起点とする現況および将来の所要時間3時間での確率圏を、それぞれ図-3、図-4に示す。現況網では、高松市や高知市付近まで3時間で到達できる確率はわずか10%程度であるが、将来網では、両市とも90%圏内に入っており、徳島市も30%圏内に入っていることがわかる。また、将来網は、現況網に比べて等確率線の間隔が密になっていることより、将来網では正確性が向上していると言える。

5. おわりに

本研究では、連結性に影響する要因については、交通需要の変動を原因とするもののみを扱ったにとどまっている。今後は、自然災害、交通事故、工事などの影響も考慮した信頼性計算方法の開発に努めたい。

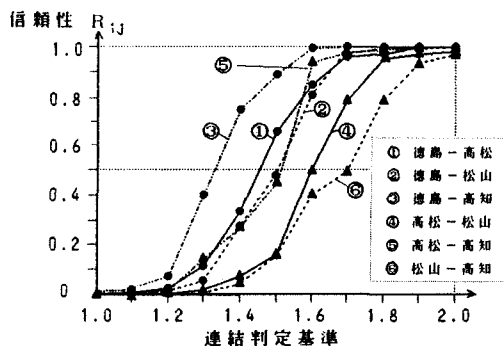


図-1 現況道路網の信頼性

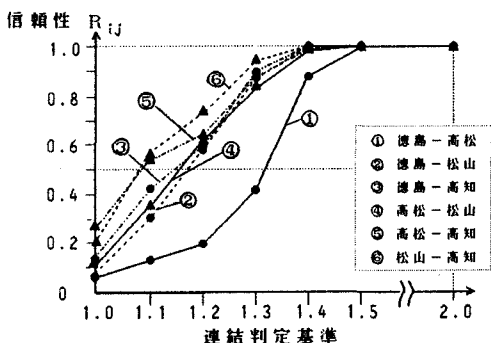


図-2 将来道路網の信頼性

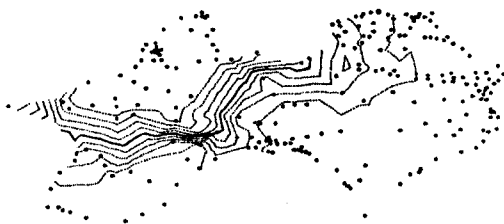


図-3 松山を起点とする所要時間3時間の確率圏（現況）



図-4 松山を起点とする所要時間3時間の確率圏（将来）

注) 図-3、図-4は、松山から所要時間3時間で
の確率圏を表す。実線は到着確率が50%であり、
点線は10%刻みに10%～90%の確率圏を示す。