

降雨時における四国地域道路網の信頼性評価

愛媛大学工学部 正会員 柏谷 増男
愛媛大学工学部 正会員 朝倉 康夫
○建設省四国地建 正会員 井伊 喜清

1. はじめに

本研究では、四国地域を対象に、アメダスデータから求めた日降水量の確率分布を用いて、降雨時における道路網の連結性能からみた信頼性に関する実証的分析を行う。

2. 建設省通行規制資料の分析

用いた資料は、原因別通行規制回数と規制延べ時間をs.46年～s.60年の各年ごとに主要国道路線別に集計したものである。路線別の通行規制状況を表1に示す。この表より次のことがわかる。①国道33号、56号では年間5～6回の規制が行われているが、196号での規制回数はきわめて少ない。②単位距離当りの規制回数をみると、最も規制が発生しやすいのは33号で、以下32号、56号の順である。③規制1回当りの平均規制時間は、平均45時間程度である。

なお、通行規制原因は、事前規制、法面崩壊、冠水による場合が多い。それぞれの占める割合は 39%、31%、24%と全体の 90% 以上である。

3. 降水量の確率分布

昭和60年度の四国地域のアメダスデータ（観測地点数:66）を使って日降水量の確率分布を求める。まず、雨が降った日の日降水量の平均と標準偏差を求めたところ、日降水量の平均は 10～20mm、標準偏差は 10～30mm であった。

次に、降水量の確率分布を対数正規分布と仮定して、 χ^2 検定による適合度の検定を行った。有意水準を 5% とすると、全体では 60% の地点で仮定した対数正規分布を受け入れることができた。地域別にみ

ると、相対的に降水量の少ない北四国（愛媛、香川）ではやや適合度が悪く、降水量の多い南四国（徳島、高知）では比較的良く適合した。

4. 道路網信頼性の計算法と結果

道路網信頼性の計算手順の概略は、以下のとおりである。まず、アメダスデータに基づいて降水量の確率分布を求め、それを道路区間の通行可能確率に変換する。一方、交通量配分によりODペア間（県庁所在都市間）の利用可能経路を抽出しておき、求めたリンク通行可能確率を用いて都市間の連結信頼性を計算するものとする。

(1)リンク通行可能確率の設定法

実際の通行規制は連続降雨量が一定の値を超過した場合に行われるが、連続雨量のデータが得られなかったため、本研究では便宜的に日降水量が一定以上になれば通行規制が実施されると仮定する。具体的には、「日降水量が100 mm を超過する場合に通行規制が行われる」とする。

降水量の確率分布を対数正規分布とし、各アメダスポイントごとに降水量が観測された日に日降水量が100mmを越える確率を求め、その空間的分布（等確率線）を描いたのが図1である。明らかに南四国や山間部で確率の値が高くなっていることがわかる。

道路網を構成する各リンクの信頼性（通行可能確率）は、降水量の超過確率を次式によって変換したものである。

通行可能確率 = $1 - (1 \text{ 日 } 100\text{mm 以上雨の降る確率})$

表 1 路線別通行規制回数と規制時間（s.46～s.60まで15年間の平均値）

国道路線番号	11	32	33	55	56	192	196	路線平均
a)年平均規制回数	1.67	2.80	6.47	2.53	5.07	0.87	0.27	2.81
b)単位距離(1km)あたり規制回数	0.10	0.29	0.82	0.17	0.26	0.14	0.06	0.25
c)年平均規制時間(単位:時間/年)	39.0	114.0	275.3	36.9	102.4	59.3	297.6	131.8
d)規制一回あたりの規制時間(c/a)	23.4	40.7	42.6	14.6	20.2	68.5	1116.	46.9

この値を求めるには、各リンクに最も近いアメダスポイントを探索し、一対一に対応させればよい。

(2) 都市間信頼性の計算方法

各リンクの信頼性が与えられたとき、ネットワーク上の2点間の連結性を計算するための方法は、いくつか提案されている。ここでは、特定の都市間に限定して、利用可能経路を事前に抽出しておき、その範囲で連結性を考えるものとした。利用可能経路の抽出の際には、実際の道路網において利用されやすい経路を選ぶために、分割配分による交通量配分を別途行い、分割の各繰返しごとにOD間の時間最短経路を取り出すものとした。具体的な経路の記憶方法は、インシデンス行列を用いる。

OD間の利用可能経路の集合と経路を構成するリンクの信頼性が与えられれば、モンテカルロシミュレーションによりOD間の連結信頼性が計算できる。ただし、この方法では相当数の試行回数が必要であると考えられるため、より簡便にOD間信頼性を計算することを狙いとして、「全ての経路が重複して通るリンクの通行可能確率の積を計算する」という方法を併せて用いた。

(3) 計算結果と考察

用いたネットワークは、昭和60年時点の現況道路網のうち主要地方道以上の幹線道路からなるものであり、その規模はノード数 549 個、リンク数 1692 本である。

四国内の県庁所在都市間を対象にした信頼性の計算結果を表2に示す。経路の信頼性とは、各経路に含まれるリンクだけを取り出し、それらの信頼性の積を計算した値である。一般に、経路に含まれるリンク本数が少ないほどこの値は高く、リンク本数が多いほど低くなるはずである。しかし北四国と南四国におけるリンク信頼性の差が大きいために、このような傾向はみられない。

簡便法による都市間信頼性の計算値が妥当であるかどうかをモンテカルロ法による計算値と比較すると、多少のずれはあるもののほぼ一致しており、簡便法での計算は妥当なものであるといえる。都市間で比較すると、信頼性の高いODペアは高松-松山、高松-徳島であり、低いODペアは松山-高知、高松-高知である。これは南四国地域のリンク信頼性が、北四国地域に比較して低く推定されたことによるもの

のである。

ここで求めた値は、雨が降る日にトリップするとして通行規制に遭遇しないで目的地に到達できる確率である。規制基準の設定が厳しいことと、各リンクでの規制の発生をすべて独立に扱っているために、計算値は実際の感覚よりもやや小さいものと思われる。しかし、地域的な比較をすれば、過去の通行規制の発生の分布とも良く整合した結果となっていることがわかる。

5. おわりに

今後に残された課題は、①実際の規制基準により対応したリンク信頼度の設定方法の検討、②利用可能経路の抽出法の検討である。後者は、現況道路網と将来道路網との比較の際に問題となってくるため、現在の方法を改良する必要がある。

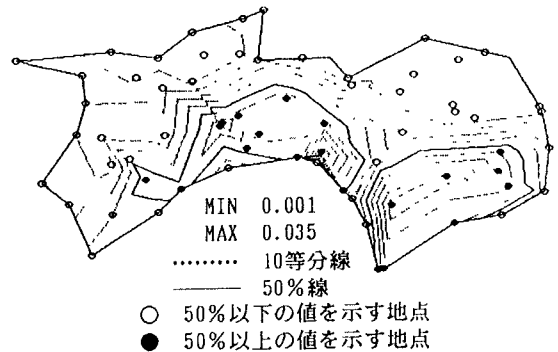


図 1 100mm以上雨の降る確率分布図

表 2 県庁所在都市間の信頼性

ODペア	r_{ij}	LN	R_{ij}^M	R_{ij}^S
徳島-高松	0.876	25~26	0.966	0.963
徳島-松山	0.792	43~47	0.932	0.940
徳島-高知	0.722	21~32	0.892	0.919
高松-松山	0.932	36~41	0.965	0.968
高松-高知	0.852	23~29	0.850	0.865
松山-高知	0.732	24~26	0.802	0.810

r_{ij} : ODペアij間の経路信頼性の平均値

LN : 経路に含まれるリンク本数の最小~最大

R_{ij}^M : モンテカルロ法(3000回)による都市間信頼性

R_{ij}^S : 簡便法による都市間信頼性