

IV-76 異常気象時における連結性能からみた道路網の信頼性評価

金沢大学工学部 正会員 ○ 高山 純一
石川県庁土木部 木口屋昌蔵

1. はじめに

豪雨や豪雪等の異常気象は大規模な地震の発生に比べて影響範囲が局地的であり、時間的にも一過性である場合が多いが、より日常的に毎年のごとく発生するため、たとえ直接的な被害が生じなくても、異常気象時における道路の通行止めは地域居住者の生活や社会・経済に大きな影響を及ぼすものと考えられる¹⁾。

そこで、本研究では道路管理者によって実施される道路の事前通行規制を対象として、道路網の連結性能からみた信頼性評価を行い、道路整備の事前対策案の作成およびその評価を試みる。

2. 連結性能からみた道路網の信頼性評価

2.1 トポロジー変換による2点間信頼度の

近似計算法

道路網の信頼性を厳密に評価する方法として、従来より様々な方法(たとえば、最小パス法・最小カット法²⁾、ブール代数法³⁾、反復分割法⁴⁾など)が提案されているが、いずれの方法もネットワーク規模が大きくなると計算時間や計算機記憶容量が指数関数的に増大するため、実際規模の道路網を対象としては、計算不可能な場合が多いといえる。そこで、本研究では2点間の信頼度(連結確率)を近似的に計算するトポロジー変換法⁵⁾を用いて、異常気象時(豪雨時)における道路網の信頼性評価を行う。このトポロジー変換法は、ネットワークを互いに直列ないくつかのサブネットワーク(簡略ネットワーク)に変換し、各サブネットワークごとに計算した2点間信頼度(連結確率)とトポロジー変換によるノード集約の補正値を掛け合わせることで、S～T(Source to Terminal)間の信頼度を計算する方法であり、計算時間と計算機記憶容量の大幅な節約を実現したところに特徴がある。

2.2 対象地域および使用データ

今回は図-1に示す奥能登地域(石川県中島町以北)の道路網(一般国道、主要地方道、一般県道)

を対象にケース・スタディを行った。図-1に示すように、奥能登地域の道路網は豪雨による事前通行規制が行われる路線(リンク)をかなり多く含んでおり、集中豪雨が長期間となる場合には、地域社会・経済へ及ぼす影響もかなり大きなものになると予想される。そこで、本研究では豪雨の発生確率から各路線の通行規制確率(通行止め確率)を計算し、道路網の信頼性評価を行う。

本来、路線の事前通行規制は路線を管理する各土木事務所(奥能登地域では、珠洲市、輪島市、七尾市)が、そこで得られる気象観測データに基づいて行うが、今回はそのようなデータを入手するのが困難であったので、対象地域内の気象観測所(珠洲市輪島市、富来町、門前町)における気象観測データ(6月～8月の夏期におけるアメダス10年間の毎時降水量データ)を用いて、式(1)により通行止め確率を与えるものとする。ただし、通行規制の対象となっている各路線は、それぞれ表-1に示す3ランクの基準により、事前通行規制が実施される。ここで、表-1は各気象観測所におけるアメダスデータより求めた各通行規制ランク別の通行可能確率(=1.0-通行止め確率)を示したものである。

通行止め確率 =

$$\frac{10 \text{ 年間における夏期の通行止め回数}}{10 \text{ (年間)}} \quad (1)$$

本研究では、表-1に示す通行可能確率を用いて主要9市町村間(36ODペアについて)の2点間信頼度を計算し、道路整備の事前対策案の評価を行う。

3. リンク重要度を用いた整備優先順位の決定法

ここでは、2点間信頼度を指標としたリンク重要度を用いて、道路の整備優先順位を決定する。具体的には、着目する路線(リンクL)が道路整備を行うことによって、まったく通行規制(通行止め)を

受けなくなる状態(すなわち、リンクLの通行可能確率が1.0の状態)のときの2点間信頼度 R_L^* と現状における2点間信頼度 R_L を計算し、その差(式(2))あるいはその比(式(3))により、リンク重要度(WD_L あるいは WR_L)を計算する。ただし、各リンクのリンク重要度は対象とする2点間、すなわちどの市町村間を対象とするかによってその値が異なるので、ここでは9市町村間の36ODペアすべてについて、そのリンク重要度を計算しその単純合計値あるいは主要市町村間のOD交通量(道路センサス・OD調査データ)で重み付けした合計値により、整備優先順位の決定を行った。

$$WD_L = R_L^* - R_L \quad (2)$$

$$WR_L = (R_L^* - R_L) / R_L \quad (3)$$

ただし、各主要市町村間の2点間信頼度の計算は、それぞれODペアごとに対象とするネットワークをある程度限定して計算するばよいため、トポロジー変換法による近似計算を必要とするのは、2点間の対象ネットワークが大きくなる「富来町～柳田村」、「富来町～珠洲市」、「中島町～珠洲市」、「中島

表-1 連続雨量の発生確率より求めた通行可能確率

気象観測所	通行規制の基準値(連続雨量)		
	80mm以上	110mm以上	120mm以上
珠洲市	0.4	0.7	0.8
輪島市	0.3	0.8	0.9
富来町	0.3	0.8	0.8
門前町	0.4	0.5	0.8

町～柳田村」、「門前町～珠洲市」、「輪島市～珠洲市」の6つのODペアのみであり、それ以外のODペアについては厳密解法(ブール代数法)により計算を行った。なお、計算結果については講演時にまとめて発表する。

最後に、研究を進めるにあたり金沢大学工学部助教教授川上光彦先生より貴重なコメントを頂いた。また、本研究は財団法人小川育英会からの研究助成により行われた研究成果の一部である。ここに記して感謝したい。

4. 参考文献

- 1) 深井・建辺・林「異常気象時における道路網の信頼性評価手法について」、土木学会第41回年次学術講演会、第4部、pp.13～14、1987年11月
- 2) 井上・稲垣「大規模システムの信頼性解析へのグラフ理論の応用」、システムと制御、Vol.20, No.12, pp.641～648, 1976年
- 3) L.Fratta, U.G.Montanari,;"A Boolean Algebra Method for Computing the Terminal Reliability in A Communication Network", IEEE Trans. On Circuit Theory, Vol. CT-20, No.3, pp.203～211, My 1973.
- 4) 山田・家村・野田・小笠原、「反復分割法による震災後の上水供給系の時変信頼性解析」、土木学会論文集、第326号、PP.1～13 1982年10月
- 5) 高山・大野、「連結性能から見た道路網の信頼性評価法」、土木計画学研究・講演集、No.11, pp.251～258, 1988年11月

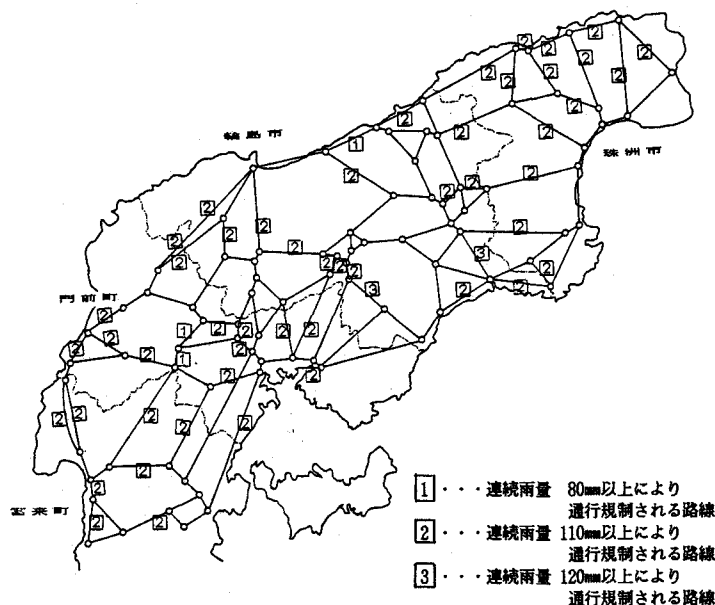


図-1 対象ネットワークと通行規制路線(リンク)