

途絶危険度を考慮した道路網整備計画の評価

山口大学 正員 南 正昭

1. 研究目的

阪神・淡路大震災以降、道路網の安全性を確保することを目的に、各地で道路防災点検が実施され、道路改良や橋梁の補強等の対策が進められている。

これらの道路整備計画の立案において、事業の実施箇所やその優先順位の決定が、重要なプロセスとなる。

しかし、災害が道路網に及ぼす被害の事前評価が困難なため、災害の発生を考慮した道路整備計画の評価あるいは立案は容易なことではない。

本研究では、道路防災点検において得られる危険度に関する段階的な推測結果をもとに、道路網のネットワークとしての連結性を評価する手順を示す。モデルケースへの適用を通じ、道路整備計画の評価・立案のための一手法として提案する。

2. 危険度をもとにした道路網連結性の評価方法

1) 問題の明確化

特に道路災害の発生を前提としたときに、道路網が任意の2都市間について、連結性を確保できるか否かは道路網計画における重要な評価項目である。

従来より、道路網の連結性を評価するには、各々の道路リンクの途絶確率を所与とすることで対応することが一般的だったといえる。しかし一方、その途絶確率の推定には課題が残されてきている。

そこで本研究では、防災点検により得られる道路リンクの危険度評価値を用いた道路網の実用的な連結性の評価方法を提案する。

2) 危険度をもとにした道路網連結性

道路網を道路リンクと都市ノードを含むノードでモデル化する。

道路の途絶に関する危険度が、道路リンクごとに1からn段階で評価されているものとする。そのランクに応じて $FC(l_{ij})$ ($=0 \sim 1$)を設定し、各々の道路リンクに与える。ここでは、 $FC(l_{ij})$ が0に近いほど危険度が高いことを表すものとした。

ここで2都市ノード (i,j) 間の連結性評価値 $FC(i,j)$ を、以下のように定義する。

$$FC(i,j) = \max_k FCroute(i,j),k \quad (k=1,2,\dots,kmax)$$

$$FCroute(i,j),k = \min_m FCl(i,j),k,m \quad (m=1,2,\dots,mmax)$$

$$FC(\cdot) : (\cdot) \text{に関する} FC \text{ 値} \quad (\text{式1})$$

$$route(i,j),k : ij \text{ 間 } k \text{ 番目経路 } (k=1,2,\dots,kmax)$$

$$l(i,j),k,m : ij \text{ 間 } k \text{ 番目経路の } m \text{ 番目構成リンク } (m=1,2,\dots,mmax)$$

ここで、評価対象経路として、都市ノード (i,j) 間の所要時間および最短経路に対する所要時間比の上限値に関する制約を満たす $route(i,j),k$ を選定することとした。

ただし所要時間制約をみたま、全ての経路を列挙することは困難なため、ここでは以下のように対象経路を選定している。

1) (i,j) 間最短経路。

2) その最短経路を構成する各道路リンクに関する2番目経路の中で、所要時間の制約を満足するもの。

3. モデル計算例

図1図2および表1表2に、ネットワークモデルでの計算例を提示した。

本計算例によって、所与の道路網について、 $FC(i,j)$ の算出結果を示す。また道路リンクに改良を加えることで途絶危険度が低減したときに、2都市間の連結性の向上に与える効果を、 $FC(i,j)$ の増加を用いて表現できることを示す。

図1は、現状（改良前）に相当する道路網を表している。（）内に、各道路リンクについての $FC(l_{ij})$ を記している。表1は、この入力に対する全ノード間の $FC(i,j)$ の算出結果である。

たとえばノード $(1,7)$ 間について、経路として1-2-3-7, 1-5-6-7, 1-2-6-7の3経路が選定される。この各経路に対し、式1より $FCroute(1,7),1=0.3, FCroute(1,7),2=0.2, FCroute(1,7),3=0.3$ 、したがって $FC(i,j)=0.3$ と算出される。

設定した各経路の最も危険度の高い道路リンクに注目し、その中で最も危険度の低くなる経路を評価している。

	1 (0.3)	2 (0.5)	3 (0.7)	4
(0.2)	(0.4)	(0.6)		(0.8)
5 (0.3)	6 (0.5)	7 (0.7)		8
(0.2)	(0.4)	(0.6)		(0.8)
9 (0.3)	10 (0.5)	11 (0.7)		12
(0.2)	(0.4)	(0.6)		(0.8)
13 (0.3)	14 (0.5)	15 (0.7)		16

数字は、ノード番号

()内数字は、リンクFC値

図1 計算例に用いたネットワークデータ
(改良前)

	1 (0.3)	2 (0.5)	3 (0.7)	4
(1.0)	(0.4)	(0.6)		(0.8)
5 (1.0)	6 (0.5)	7 (0.7)		8
(1.0)	(0.4)	(0.6)		(0.8)
9 (1.0)	10 (0.5)	11 (0.7)		12
(1.0)	(0.4)	(0.6)		(0.8)
13 (0.3)	14 (0.5)	15 (0.7)		16

数字は、ノード番号

()内数字は、リンクFC値

□内は、改良後リンクFC値

図2 計算例に用いたネットワークデータ
(改良後)

表1 FC算出結果 (改良前)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	-	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
2		-	0.5	0.5	0.3	0.4	0.5	0.5	0.3	0.4	0.5	0.5	0.3	0.4	0.5	0.5
3			-	0.7	0.3	0.5	0.6	0.7	0.3	0.5	0.6	0.7	0.3	0.5	0.6	0.7
4				-	0.3	0.5	0.7	0.8	0.3	0.5	0.7	0.8	0.3	0.5	0.7	0.8
5					-	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
6						-	0.5	0.5	0.3	0.4	0.5	0.5	0.3	0.4	0.5	0.5
7							-	0.7	0.3	0.5	0.6	0.7	0.3	0.5	0.6	0.7
8								-	0.3	0.5	0.7	0.8	0.3	0.5	0.7	0.8
9									-	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
10										-	0.5	0.5	0.3	0.4	0.5	0.5
11											-	0.7	0.3	0.5	0.6	0.7
12												-	0.3	0.5	0.7	0.8
13													-	0.3	0.3	0.3
14														-	0.5	0.5
15															-	0.7
16																-

表2 FC算出結果 (改良後)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	-	0.4	0.4	0.4	1	1	0.5	0.5	1	1	0.5	0.5	1	0.4	0.5	0.5
2		-	0.5	0.5	0.4	0.4	0.5	0.5	0.4	0.4	0.5	0.5	0.4	0.4	0.5	0.5
3			-	0.7	0.5	0.5	0.6	0.7	0.5	0.5	0.6	0.7	0.5	0.5	0.6	0.7
4				-	0.5	0.5	0.7	0.8	0.5	0.5	0.7	0.8	0.5	0.5	0.7	0.8
5					-	1	0.5	0.5	1	1	0.5	0.5	1	0.4	0.5	0.5
6						-	0.5	0.5	1	1	0.5	0.5	1	0.4	0.5	0.5
7							-	0.7	0.5	0.5	0.6	0.7	0.5	0.5	0.6	0.7
8								-	0.5	0.5	0.7	0.8	0.5	0.5	0.7	0.8
9									-	1	0.5	0.5	1	0.4	0.5	0.5
10										-	0.5	0.5	1	0.4	0.5	0.5
11											-	0.7	0.5	0.5	0.6	0.7
12												-	0.5	0.5	0.7	0.8
13													-	0.4	0.5	0.5
14														-	0.5	0.5
15															-	0.7
16																-

図2は、途絶危険度の高い道路リンクを改良し、安全性を上げた場合に相当する道路網を表している。

()内に、各道路リンクについてのFC(ij)を記し、特に□で囲んだ数値は図1に比して高く与え改良済みであることを表している。表2は、この入力に対する全ノード間のFC(ij)の算出結果である。

表から明らかなように、改良によるFC値の増加から、連結性の向上したノード間、ならびにその向上の大きさが明示される。

4. おわりに

本稿では、道路整備計画の代替案が所与のときに、途絶危険度を考慮して2都市間の連結性を比較評価するための一つの手だてを提示した。

改良に関わる費用制約を考慮した上での改良道路リンクの選定、および実際の道路網への適用と検討は、今後の課題である。

なお本研究は、土木学会中国支部平成10年度自主研究助成を受けて実施したものである。ここに記し、厚く感謝申し上げます。