

IV-13

幹線道路網におけるリンクの機能評価について

秋田大学 正 員 清水浩志郎

秋田大学 正 員 木村 一裕

秋田大学 学生員 ○島山 正明

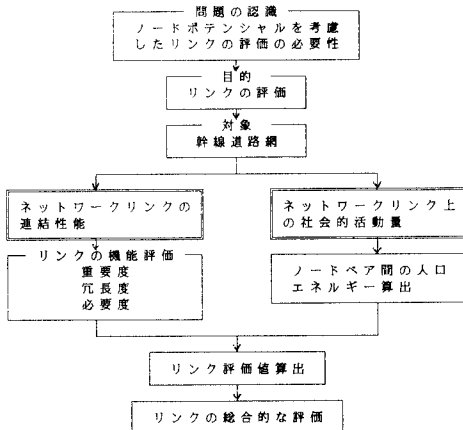
1. はじめに

本研究では幹線道路網におけるリンクを評価する際に、ネットワークの連結性、近接性の変化率から求められる重要性、冗長性および必要性（ネットワーク指標）によりリンクの機能評価をしている。リンクの重要性とはそのリンクが最短経路を形成している意味での重要度を、また冗長性とはリンクが有している余裕度をそれぞれ意味している。必要性は両者を総合的に評価した指標と考えている。

本研究ではこれらの指標にノードポテンシャルから求められる人口エネルギー（エネルギー指標）を考慮することでリンクの総合的な評価を行なうことを目的とした。

2. 分析方法の概要

リンクはノードペア間でノードポテンシャルの移動を仲介するという役割を担っており、下の図のようにリンクの果たしている役割は、ネットワーク指標とエネルギー指標の積により評価できるものと思われる。



研究のフローチャート

3. ネットワーク指標によるリンクの機能評価

ノード数 V 、リンク数 L のネットワークにおける任意のオーダー δ での連結度および近接度指標を次

のように定義する。

連結度指標 $C(\delta) = Y(\delta) / W$

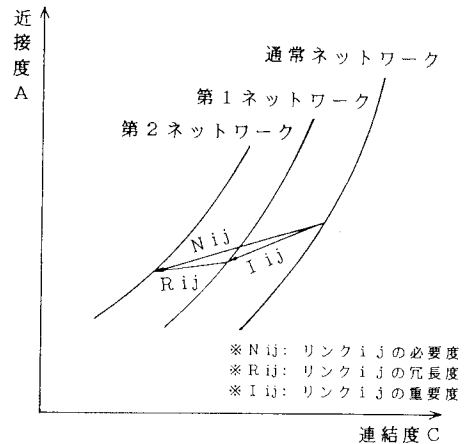
近接度指標 $A(\delta) = S(\delta) / W$

ここで、 $Y(\delta)$: 結合関係にあるノードペア数

$S(\delta)$: 総実距離

W : 完全グラフにおけるリンク数

次に図-1に示す概念図を用い、必要度の考え方について説明する。リンクの重要度および冗長度をそれぞれベクトルとして考えると、必要度は重要度ベクトルと冗長度ベクトルの和で表わすことができる。すなわち必要度は、当該リンクにおける通常的重要性とともにそのリンクが有している余裕を含んだ総合的機能を表わしているものと考えられる。



通常ネットワーク: 全てのリンクが機能しているネットワーク
第1ネットワーク: 任意のリンクが通行不可能なネットワーク
第2ネットワーク: 任意のリンクを含む2本が通行不可能なネットワーク

図-1 概念図

ここで、通常ネットワークと第1ネットワークの連結度および近接度の変化率を C_{ij}' , A_{ij}' 、第1ネットワークと第2ネットワークの連結度および近接度の変化率を C_{ij}'' , A_{ij}'' とした。さらに通常ネットワークと第2ネットワークの連結度および近接度の変化率を C_{ij}''' , A_{ij}''' とすると重要度、冗長度および必要度はそれぞれ次式で表すことができる。

$$I_{ij}(\delta) = \sqrt{C_{ij}'(\delta)^2 + A_{ij}'(\delta)^2} \dots\dots(1)$$

$$R_{ij}(\delta) = \sqrt{C_{ij}''(\delta)^2 + A_{ij}''(\delta)^2} \dots\dots(2)$$

$$N_{ij}(\delta) = \sqrt{C_{ij}'''(\delta)^2 + A_{ij}'''(\delta)^2} \dots\dots(3)$$

4. エネルギー指標

ここでは、ネットワーク指標からのリンクの評価では表わすことのできないリンクを利用するノードのポテンシャルをグラビティモデルで算出する。

当該リンクIJを含んだルートを持つノードペアijの人口エネルギーPijの総計を求め、これを当該リンクの人口エネルギーPIJとする。

$$PIJ = \sum P_{ij} = \sum C \frac{(X_i X_j)^a}{R_{ij}^b} \dots\dots\dots(4)$$

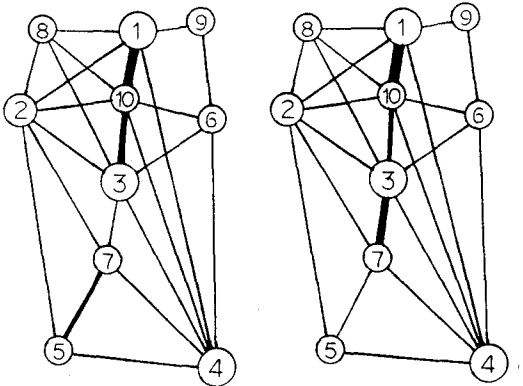
ここで、Xi, Xj: ノードi, jの人口

Rij: ノードペア間実距離

a = 1, b = 2, c = 1

5. ケーススタディ

これらの指標を用いて東北6県に適用し図-2のネットワークを例にとり表-1にその分析結果を示した。



(Nijの高いリンク) (Nij×PIJの高いリンク)

図-2 サンプルネットワーク

(1) ネットワーク指標からのリンク評価

ネットワークのリンクを総合的に評価すると考えられる必要性は、

- I. 冗長性よりも重要性の値に大きく影響される傾向がある(リンク①-⑩, ③-⑩等)。
- II. 重要性の値にそれほど差がない場合は冗長性の値に影響を受ける(リンク①-②と④-⑦)。

表-1 実距離データの分析結果

リンク	Iij	Rij	Nij	PIJ (×10 ³)	Nij×PIJ (×10 ³)
①-②	0.097	0.154	0.246	5,374	1,320
①-④	0.105	0.156	0.254	7,323	1,858
①-⑥	0.083	0.161	0.239	4,535	1,085
①-⑧	0.147	0.165	0.289	1,999	578
①-⑨	0.197	0.123	0.295	6,451	1,901
①-⑩	0.432	0.135	0.533	88,200	47,016
②-③	0.073	0.164	0.233	10,717	2,499
②-⑤	0.102	0.170	0.268	1,010	271
②-⑦	0.101	0.173	0.265	5,493	1,455
②-⑧	0.169	0.163	0.322	12,530	4,028
②-⑩	0.151	0.157	0.299	7,170	2,143
③-④	0.089	0.163	0.248	31,031	7,686
③-⑥	0.130	0.151	0.263	2,718	713
③-⑦	0.283	0.101	0.373	124,906	46,541
③-⑧	0.091	0.165	0.250	3,400	851
③-⑩	0.428	0.114	0.518	81,350	42,168
④-⑤	0.135	0.159	0.281	2,604	731
④-⑥	0.234	0.155	0.384	4,670	1,791
④-⑦	0.098	0.172	0.262	8,981	2,354
④-⑩	0.083	0.157	0.234	8,696	2,038
⑤-⑦	0.317	0.128	0.430	15,725	6,761
⑤-⑧	0.264	0.128	0.376	6,586	2,474
⑤-⑩	0.127	0.155	0.274	3,673	1,006
⑥-⑩	0.072	0.157	0.226	210	47

またリンク③-⑦, ④-⑥では重要性と必要性の順位がそれぞれ変動している。これは、冗長性の値に大きく影響を受けているためである。これらのことより必要性は重要性と冗長性という相反する性質のものを総合的に評価しているといえる。

(2) リンクの総合的な評価

得られたネットワーク指標とエネルギー指標の積により、リンクの総合的な評価を行なった。全般にエネルギー指標の高いリンクが総合的にみたリンクの評価も高くなっている。しかし、エネルギー指標の順位と総合的なリンク評価の順位には変動がある(リンク①-⑩, ③-⑦)。このようにリンクの機能評価のみならずノードのポテンシャルを考慮した評価を行なうことにより、現実的で総合的なリンクの評価ができると思われる。

6. おわりに

本研究では、重要性、冗長性、必要性といったネットワーク指標からのリンクの機能評価に、ノードポテンシャルより求められるエネルギー指標を考慮したリンクの総合的な評価を試みた。その結果、重要性と冗長性を総合的に評価する必要性という概念を明確にし、ノードポテンシャルを考慮したリンクの総合的な評価を行なうことができた。

今後は、これらの考え方を実際の道路の整備にフィードバックできるような指標の作成が必要であると思われる。