

IV-3

道路ネットワーク整備水準の指標化に関する研究

— 距離地位指数による計量化

鳥取大学工学部 正会員 岡田憲夫

鳥取大学工学部 ○学生員 田中成尚

1. はじめに 近年の道路網の形態と機能は複雑・多元化しているがそのような道路網の整備水準を的確に計量指標化する方法の研究は必ずしも進んでいるとは言えない。そこで筆者らはこういった視点から道路をネットワーク(道路網の接合構造および、各区間道路が個別に有している機能特性すなわち線の機能特性を合わせもったもの)としてとらえた場合の道路網整備水準の計量指標化にとりこんでいる。本研究はその一環として各区間道路(リンク)が道路ネットワーク全体に占める相対的重要度を、各ODに対する最短ルート構成上の重要度と関連づけて計量化する方法について説明する。

2. 指標の定式化 上述した考え方にたち、本研究では任意のリンク(区間道路)が通行不能となる

場合における、全てのノード(交差点)から他の全てのノードへ到達する最短距離と、それが正常であった場合の同様な最短距離との比を1から引いた数の和をそのリンクのネットワーク全体に占める相対的重要度すなわち距離地位指数(Status index with respect to distance, SID)と定義する。これを定式化すれば次のようになる。

$$SID_k = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N (1 - MD_{ij} / \overline{MD_{ij}}) \quad (1)$$

(i ≠ j, k = 1, ..., M)

ここで SID_k はリンク k の距離地位指数、 MD_{ij} は全リンクが通行可能な場合のネットワークにおけるノード i から j への最短距離、 $\overline{MD_{ij}}$ はリンク k が通行不能になった場合の同一ODに対する最短距離(ただし到達不可能な場合は $\overline{MD_{ij}} = \infty$ とする)、 N は対象ネットワークのノード数、 M は対象ネットワークのリンク数である。式(1)によって定義される SID_k の値が高い場合、リンク k はネットワークにおける相対的重要度が高いことを示し、低い場合は相対的重要度が低いことを示している。特にこの値が0のときは、そのリンクが通れなくなっても(いかなるODに対しても)距離の増分が全くないことを表している。また式(1)の()の中が1をとるときはそのODに対する(最短)経路が存在しないことを意味しており、このときの SID_k は $N \times (N - 1)$ なる値をとる。なお定義よりネ

ットワークの各リンクが等しく P 倍になっても、 SID_k の評価値は不変であることが示され、これを相似なネットワークに関する同値性と呼ぶ。

3. 基本的なネットワークパターンへの適用 式(1)で定義された SID_k がどのような性格をもっているのかを知るために、以下に示す基本的なネットワークパターンを考慮し検討を行う。その際、図1から図5に示すネットワークパターンを比較する。これらの図のなかで()中の数字はそのリンクの距離を示し、[]で示される数字はそのリンクの通過可能時間を示し、それ以外の数字は SID_k の値を示したものである。また各ネットワークパターンの比較を行うために次の式によって求められる値を図中に示す。なお各ODに対する最短距離の算定にあたってはミニマム・スパンニング・ツリー法を用いた。

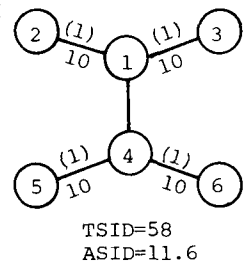


図1 ネットワークパターン1

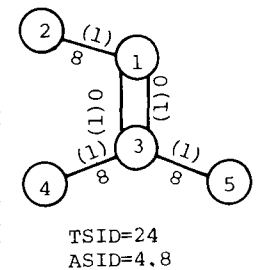


図2 ネットワークパターン2

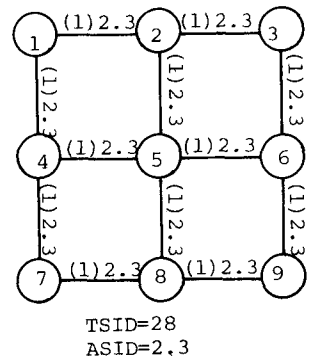


図3 ネットワークパターン3

$$TSID = \sum_{k=1}^M SID_k, \quad ASID = TSID / M$$

各ケースの計算結果を比較することにより概ね次のような結論を得た。

(a) 1つのみのリンクに接続しているノード(端末ノード)がある場合は、そのリンクは高く評価される傾向がある。これは代替リンクが存在しないためである。(図1、図2参照)

(b) 隣接するノード間にリンクが2つ以上ある場合、そのリンクの値は低く評価される。これは相互のリンクが代替リンクとなりうるためである。(図2参照)

(c) 同じリンク数のネットワークでは、各リンク長が等しいかあまり違わないとき、ノード数が少ないネットワークほど低く評価される傾向がある。これは各ノードに接続するリンク数が(従って代替リンク数が)相対的に多くなっているためである。(図1、図2参照)

(d) 距離の短いリンクは高く評価される傾向がある。これは、それだけ距離的にみて匹敵しうる代替リンクが少なくなるためである。もしこの距離を「時間距離」で表すならば、バイパスとしての道路リンクkはそれだけ評価が高くなることが分る。

(e) より複雑な代表的ネットワークとしてノード数の同じ格子状ネットワーク(図3)と放射状ネットワーク(図4)の比較を行った。これら2つの図より、前者の方が各リンクの評価が低い、すなわち各リンクのネットワーク全体へ与える影響は少ないと評価されていることがわかる。これは後者のネットワークがOD構成上中心付近のリンクに支配される傾向が強いのに対して、外周上の道路リンクは相対的に距離が長いために中側の道路リンクの代替となりにくいためである。そこで図5のようなネットワークを考える。これは(d)で述べた考え方を利用したもので、外側の環状線の制限速度を2倍にし通過時間を半分にしたものである。これより外周上の道路リンクの距離地位指数の値が図4の結果と比して高くなっていることが分る。

4. ケース・スタディ ケース・スタディとして鳥取市街部の主要道路網を取り上げる。図6は SID_k を各道路kについて計算した結果を示している。図中太さが距離地位指数 SID_k の大きさに対応している。これより

(1) 端末ノードを有するリンクがかなり高く評価されているなど上述した基本的性質等がここでも保存されていることが確認できる。

(2) 特に興味深いのは対象道路網の中央部に最も太く表された短いリンクがいくつか認められる点である。これは多くのODについてこれらのリンクが最短ルート形成上不可欠であることに起因している。

(3) その他詳細については講演時に譲る。

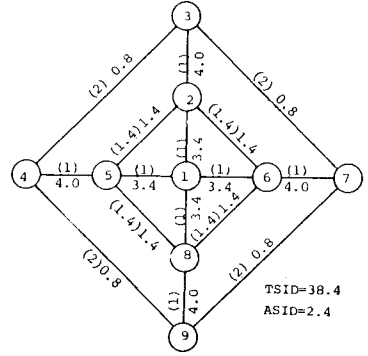


図4 ネットワークパターン4

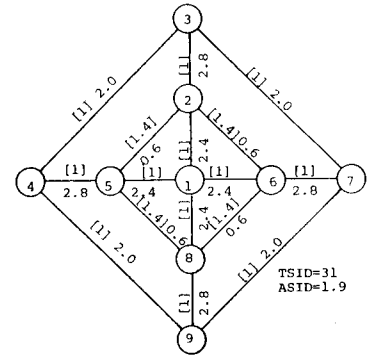


図5 ネットワークパターン5

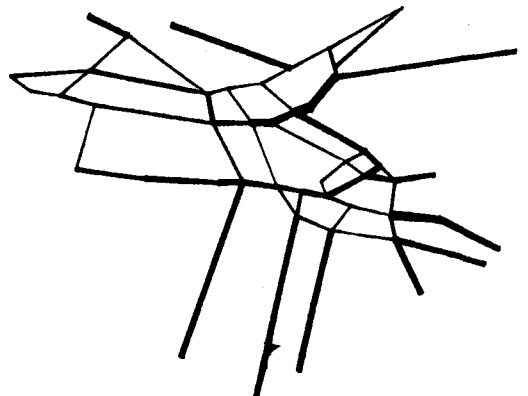


図6 鳥取市街部の距離地位指数
(リンクは太いほうが重要である)