

鳥取大学工学部 正 員 岡田憲夫

鳥取大学工学部 学生員 ○田中成尚

1. はじめに 道路の機能とその整備度を計量指標化するには色々なアプローチが考えられるが、道路をネットワークとしてとらえた場合の整備水準の計量指標化の方法の研究はあまり進んでいるとはいえない。筆者らはこのような視点からグラフ理論を用いた道路の整備水準の計量指標化の方法について研究を進めておりその成果の一部は第37回土木学会中国四国支部研究発表会で発表の予定であるが、ここではさらに、その拡張の方法について考察する。

2. 道路の線的機能特性と位相構造 道路を一つの線分(路線あるいはその部分としての区間)として考えた場合の機能を線的機能特性とよぶとすると、これを特徴づける指標として幅員、交通量などのほかに広義に解釈すれば沿線人口や沿線施設の製造品出荷額をも取り上げることができる。これに対して各道路の有機的な接合構造を位相構造と呼ぶ。そこで本研究では線的機能特性と位相構造の評価を併せ考慮した場合の各道路の整備度の評価を試みる。ついでこのようにして得られた整備度をネットワーク全体について総合評価する方法論を構築する。

3. グラフ理論の適用 実際の道路網の位相構造を有向グラフとしてモデル化する方法として、本研究では交差点をノードとみなし、交差点間の区間道路を有向辺に対応づける方法と、路線をノードとみなし、路線間のつながりを有向辺に対応づける方法の2つを用いることにする。図1の道路網を上記の方法によって有向グラフで表すと図2及び図3が得られる。また図2を行列で表すと式(1)が、図3を行列で表すと式(2)が得られる。この行列 X_c 、 X_r は道路の隣接構造と線的機能特性を同時に表す行列となる。これら2つの行列より隣接構造のみでなく、一定の係数で影響力の減る間接的な接合構造をも考慮して、区間および路線の地位指数を求めることにする。ここでは交差点をノードとみなした場合を考えるが、路線をノードとみなす場合も X_c を X_r でおきかえれば以下全く同じ考えで計算できる。式(3)の $x_{c_{ij}}^{(k)}$ はノード C_i から C_j へ k 段階で到達する経路の特性値を表すもので、 $(k-1)$ 個からなる経路の接続性を表している。またこうした経路が複数あるときは $x_{c_{ij}}^{(k)}$ は各経路の特性値の合計値となる。この行列 $X_c^{(k)}$

$$X_c = \begin{pmatrix} 0 & t_{12} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ t_{21} & 0 & t_{23} & t_{24} & 0 & 0 \\ 0 & t_{32} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & t_{42} & 0 & 0 & t_{45} & t_{46} \\ 0 & 0 & 0 & t_{54} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & t_{64} & 0 & 0 \end{pmatrix} \quad (1)$$

t_{ij} : 区間道路 (C_i, C_j) の線的機能特性値

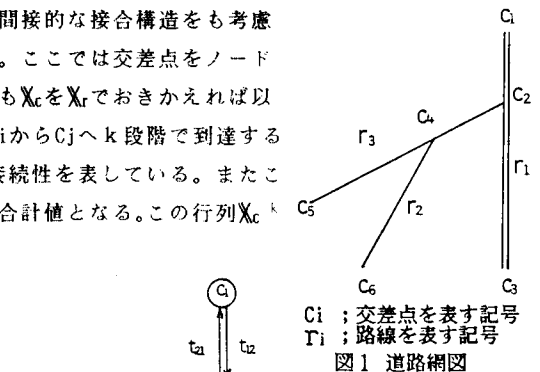
$$X_r = B \times C = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} k_1 & 0 & 0 \\ 0 & k_2 & 0 \\ 0 & 0 & k_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & 0 & k_3 \\ 0 & 0 & k_3 \\ k_1 & k_2 & 0 \end{pmatrix} \quad (2)$$

k_i : 路線 r_i の線的機能特性値
 B : 路線間の隣接構造を表す行列
 C : 重み行列

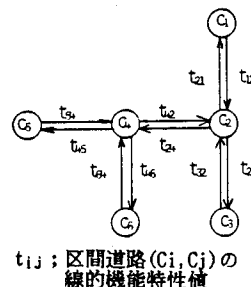
$$X_c^{(k)} = [x_{c_{ij}}^{(k)}] = \begin{pmatrix} x_{c_{11}}^{(k)} & x_{c_{12}}^{(k)} & \dots & x_{c_{1n}}^{(k)} \\ x_{c_{21}}^{(k)} & x_{c_{22}}^{(k)} & \dots & x_{c_{2n}}^{(k)} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{c_{n1}}^{(k)} & x_{c_{n2}}^{(k)} & \dots & x_{c_{nn}}^{(k)} \end{pmatrix} \quad (3)$$

$$V = a_1 x_c + a_2 x_c^2 + a_3 x_c^3 + \dots + a_n x_c^n \quad (4)$$

a_i : 1以下の係数で影響力の減る割合を示す
 x_c : 冗長な経路を取りのぞいた拡張可能行列



C_i : 交差点を表す記号
 r_i : 路線を表す記号
 図1 道路網図



t_{ij} : 区間道路 (C_i, C_j) の線的機能特性値
 図2 交差点をノードとした場合のグラフ

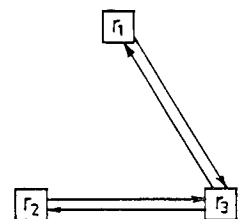


図3 路線をノードとした場合のグラフ

においての同じ交差点を2度以上通る経路(冗長な経路)を取りの除いて補正した要素からなる行列 Δ を用いて k 段階までの経路の特性値をもつ行列 V が式(4)のように定義される。これはL. カッツの地位指数の拡張と考えることができる。ところが交差点をノードとした場合、圏域内の境界付近の交差点の地位指数が低く評価されるという問題が生じる。これは圏域外との接続が考慮されないために生ずるものである。そこで圏域内の交差点に直接接続している圏域外の交差点をダミーとして設けて、これに圏域外周縁部の線的能力特性を反映させることにより補正する方法を提案し、そうでない場合との比較をする。

4. ケーススタディ ケーススタディとして鳥取県東部、中部、および西部地域を取り上げる。以下では紙幅の都合上、主として東部地域について考察する。図4は東部地域を通る国道のルートを示している。線の機能特性を表す係数 k の値としては幅員、交通量、沿線人口および沿線施設の製造品出荷額を用いる。またこれらの係数を使って計算された地位指数をそれぞれ H, K, P, S で表す。図5は交差点をノードとした場合の H を示し、図6は前節の方法によって境界付近の影響を補正した場合の H を表す。図中の各リンクは地位指数値の大小により4階級に分れて表されている。すなわち太い実線はランク4(最大)、細い実線はランク3、一点鎖線はランク2、点線はランク1(最小)を示している。これよりいずれの場合も圏域の道路網の整備度は鳥取市を中心とした東西および南北の太い軸とそれから放射状に分岐する細い軸とで特徴づけられていることが分かる。また2つの図を比較したとき、境界付近のリンクの地位指数は図6のほうが約1ランク高く評価されており、補正の効果が認められる。図7, 8は路線をノードとした場合の H, K を表すものである。 H の場合、この方法の方が先の交差点ノードの場合に比して南北軸がより太目に評価されることが分かる。また K (図8)の場合、図6の H の場合ときわめて似たパターンが得られている。

次に鳥取県内の3圏域を比較するために各地位指数の平均をとったものを表1に示す。これより H, K は西部地域の道路網がやや高い整備水準を示すが P, S は東部地域がより高い値を示すことが分かる。また中部地域はいずれの場合も低い値を示しており、中部地域の道路網は必ずしも整備されていないことを暗示している。

5. おわりに 以上、本研究では線的能力特性と位相構造を同時に計量指標化する方法について検討したが、詳細については講演時に言及する。(参考文献)

表1 各地位指数の平均

	東部	中部	西部
H	0.166	0.156	0.317
K	0.158	0.110	0.164
P	0.593	0.175	0.510
S	0.570	0.014	0.375

1)「ネットワーク機能からみた道路施設整備度の計量指標化に関する研究」, 岡田, 田中第37回土木学会中国四国支研究発表会講演集, (1985年)

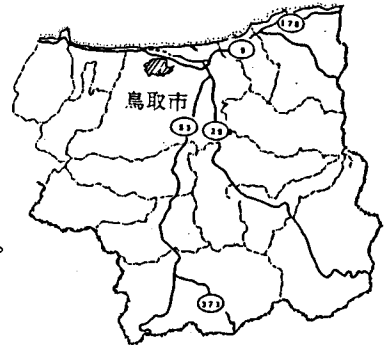


図4 東部地域の概況

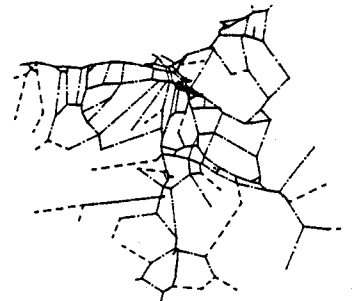


図5 交差点ノード, (H)

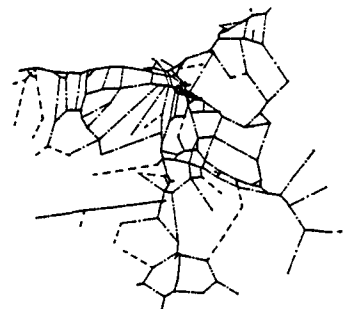


図6 交差点ノード, (H)
補正を行ったもの

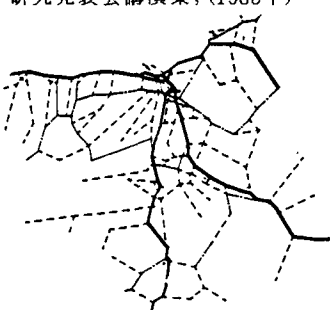


図7 路線ノード, (H)



図8 路線ノード, (K)