

福岡都市圏の幹線道路網整備計画の評価（その2）

－ノード間距離指標を用いた形態評価の観点から－

Evaluation of Trunk Road Network in Fukuoka City Area

－ On the Viewpoint of Network Shape Evaluation Using the Inter-Nodes Distance Index －

外井哲志*・本山実華**・中村 宏**

Satoshi Toi, Mika Motoyama and Hiroshi Nakamura

1. はじめに

都市においては、増加する交通需要の処理は極めて重要な課題であり、この視点からの道路網の評価法は数多い。一方で、交通需要の処理に過大な価値を置いた道路整備は、問題を他の箇所に転嫁し、場合によっては、かえって深刻な交通の集中を招く危険性のあることが経験的に知られている。したがって、新たな経路の開発によってOD交通を分散させるとともに、さらに一歩進めて、地域の均衡ある発展を誘導し、交通需要発生源の分散を促進する道路網整備のあり方が問われている。その一側面として、道路網内の各地区の移動性と道路網との関係の評価する方法論が必要であると考えられる。

さて、著者らは、道路網の連結性と広域的な移動の容易さの評価に着目し、道路網上のあるノードから他のすべてのノードまでの最短距離の平均値と標準偏差の2つの数量からなる“ノード間距離指標”を提案した¹⁾。また前報では、この指標を用いて、福岡都市圏で整備が進行中の自動車専用道路の路線が、道路網全体の移動の効率性や都市圏内の個々の地区に及ぼす影響の大きさを評価し、路線の建設順序についても言及した²⁾。本研究では、前報の内容にOD交通量によるノード間距離指標の重み付け、およびDPによる路線の建設順序の決定を追加し、評価手法の改善を試みたものである。

2. 福岡都市圏における幹線道路網整備計画

福岡都市圏では、現在都市内の自動車専用道路として、東西軸となる福岡都市高速道路1号線が百道～香椎東間、南北軸となる都市高速2号線が千鳥橋

J.C～榎田間、空港連絡軸として都市高速3号線が豊J.C～空港通間で整備済みである。

今後、都市内交通の処理機能を強化するため、平成10年に都市高速1号線を福重まで、2号線を九州縦貫道の太宰府I.Cまで延伸し、さらに平成12年までに4号線（貝塚J.C～福岡I.C間）を整備する計画となっている。また、都心部の通過交通を排除する目的で平成15年までに今宿前原道路、平成17までに福岡外環状道路、続いて、福岡東環状道路を建設する計画となっている（表－1、図－1参照）。

表－1 整備路線

ケ-スNo	路線名 (延長, 走行速度)
①	都市高速道路4号線整備 (6.9km, 40km/h)
②	都市高速道路2号線延伸 (9.3km, 30km/h)
③	都市高速道路1号線延伸 (5.1km, 50km/h)
④	福岡東環状道路 (8.3km, 30km/h)
⑤	福岡外環状道路 (16.2km, 55km/h)
⑥	前原今宿道路 (18.0km, 60km/h)

3. OD交通量によるノード間所要時間の重み付け

本研究では、全路線の完成時点(H22)の予測交通量を最終段階の計画道路網に配分した状態でのリンク速度を用いてノード間所要時間を計算する。

ノード間所要時間をOD交通量で加重平均することにより、都市圏の1人1日当りの平均移動時間が得られる。しかし、本研究で用いるノードの単位のOD交通量データは存在しないので、本研究では、既存のOD交通量データを基に次の方法で推定した。

① ゾーンの内々交通量をゾーン内のノードの内々交通量とノード間の交通量に分割する。ゾーン内のノード数をNとすれば、ノード内々交通量は $1/N^2$ 、ゾーン内のノード内々交通量の総和は、ゾーン内々交通量の $1/N$ となると考えられる。

② ノードの発生交通量（ゾーン内は均一とする）を

キーワード：交通計画、道路計画、交通計画評価

* 正会員、工博、九州大学工学部（福岡市東区箱崎6-10-1、TEL 092-641-1110 1、FAX 092-651-0190）、** 正会員、工博、福岡コンサルタント（福岡市博多区博多駅東3-6-18、TEL 092-471-1417、FAX 092-471-1404）

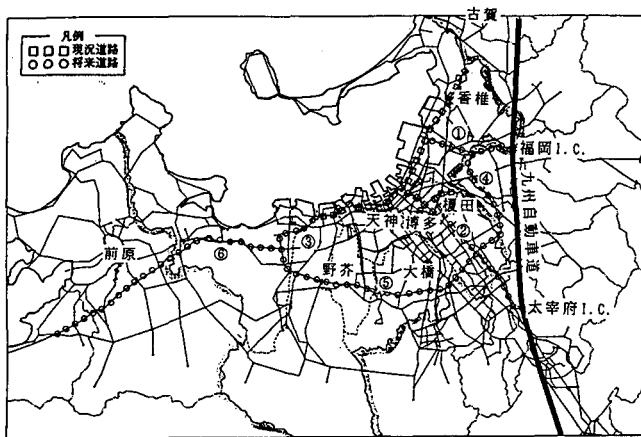


図-1 福岡市域の自動車専用道路計画

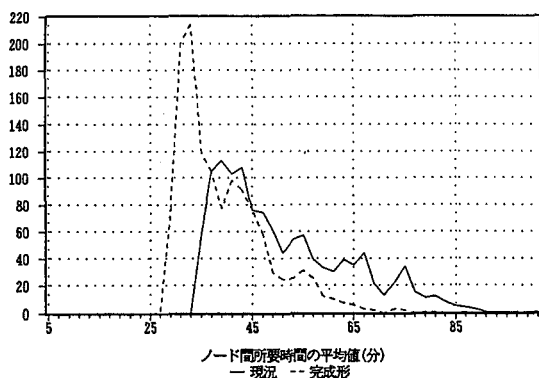


図-2 現況および完成形のノード間所要時間の平均値の頻度分布

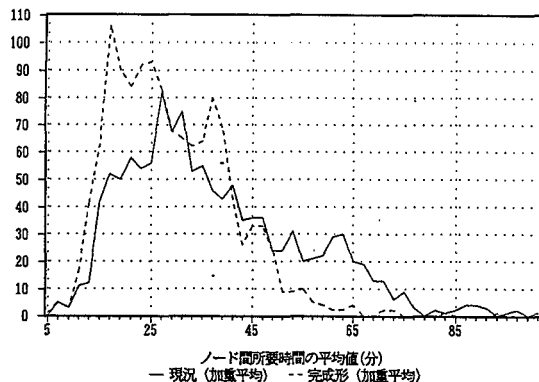


図-3 現況および完成形のノード間所要時間の平均値の頻度分布

求め、重力モデル式を用いて全ノード間のOD交通量を求める。

- ③それをゾーン単位に集計し、その値がゾーン間OD交通量に一致するように調整する。

図-2、図-3は、現況道路網と完成道路網におけるノード間所要時間平均値の頻度分布(ノード単

位)の変化を示したものである。図-2に示すように、現況に対し完成形のノード間所要時間が大幅に減少し、その分布幅も縮小している。図-3はOD交通量で重み付けを施した場合のノード間所要時間平均値の頻度分布である。この場合は所要時間の短いノード間のOD交通量が多いことから、図-2に比べて所要時間が短くなり、分布形が左側にシフトしている。また、図-3では、現況と完成形の差が図-2ほどに大きくないが、これは、OD交通量による重み付けによって、時間短縮効果の大きな周辺地域の比重が相対的に低下したためと考えられる。このように、周辺地域の整備効果を比重が置くか、中心部の整備効果に比重を置くか、評価方法により力点の置き所が変わってくる。

4. DPを用いた路線の整備順位に関する分析

本研究の目的の1つは、ノード間距離評価指標を用いて、表-1の6路線の建設順序を決定することである。

既に前報²⁾において、単独に整備効果の高い路線から建設する順(効果順)で建設順序を検討し、⑥①⑤③②④の順を得た。これを整備延長当りの効果の順でみると⑥①③②⑤④の順であった。これらの建設順は実際の建設計画の順(計画順)の②③①⑥⑤④に比べて、途中段階でのノード間所要時間の累積減少率が高く、早い段階から地域に効果をもたらすことが明らかになった。

本研究では、解の厳密性をさらに高めるため、DPを用いて最適な建設順序を決定することとした。なお、解析の前提として、建設は路線単位で行い、1本の路線の建設が完了するまで、他の路線は着工しないものとする。建設は工区単位で行われるのが一般であるが、その場合でも工区を路線に置き換えれば同様に考えることができる。また、複数の路線を同時並行で建設する場合においても、ランプの供用時を工区(路線)の完成時とみなせば同様の取り扱いができる。

本問題では、現況からどのような順序で路線を建設しようとも、最終段階ではノード間所要時間平均

値は同じ値をとる。したがって、可能な限り早期にノード間所要時間平均値を小さくする建設順序が好ましいといえる。そこで、本研究では、図-4中に斜線で示した面積（道路網の完成までの間に節約できた1人当りの総移動時間）を最大にすることを考えた。次式（1）は、この問題にDP（後退法）を適用する際の段階間の再帰関係式である。

$$f_n^*(s) = \text{Max}_{x_n} \left\{ \Delta d_{x_n s} \left(\sum_{i=2}^n t_i \right) + f_{n-1}^*(x_n) \right\} \quad (1)$$

ここに、

x_n : 第 n 段階の決定変数で、路線建設状況を表す。

本問題では最終段階が x_1 、現況が x_7 となる。

$f_n^*(s)$: 状態が s であるとき、次の第 n 段階の決定変数として x_n を選んだ場合の最終段階における目的関数の最大値

$f_{n-1}^*(x_n)$: 第 n 段階の決定変数が x_n である場合の最終段階の目的関数の最大値

$\Delta d_{x_n s}$: 状態が s から x_n に変化した場合のノード間所要時間平均値の変化（減少）量

t_i : 段階 i の継続期間、すなわち段階 i から段階 $i-1$ の間に建設される路線の建設期間

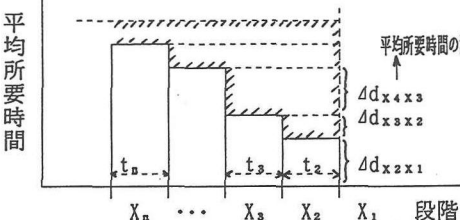


図-4 建設段階と目的関数の関係

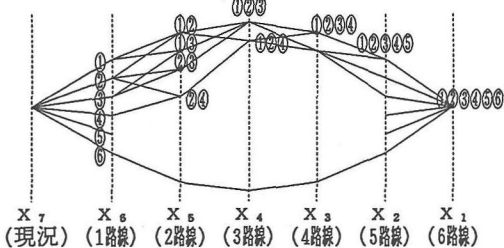


図-5 各段階における組合せ

この計算のためには、各段階(x_n)における前段階(s)からの平均所要時間の減少量 $\Delta d_{x_n s}$ を求めておく必要がある。本問題は、図-4の x_1 の状態から x_7 に至る建設段階の経路を決定するものであり、 $x_2 \sim x_6$ の各段階では、それぞれ5路線、C₅組、4

表-2 路線の組合せとノード間所要時間平均値(分)

路線の組合せ	重み無し	重み有り	組合せ	重み無し	重み有り
123456 (完成)	40.70	25.82	156	43.21	27.58
23456	41.87	26.72	146	44.12	29.40
13456	41.29	26.16	145	49.77	30.54
12456	41.82	26.74	136	43.45	28.03
12356	41.27	26.22	135	49.02	30.28
12346	42.83	27.65	134	43.45	28.03
12345	47.82	29.26	126	43.57	28.20
3456	42.42	27.02	125	49.29	30.71
2456	42.99	27.66	124	50.31	31.59
2356	42.48	27.14	123	49.40	31.04
2346	44.10	28.66	56	42.49	27.12
2345	49.47	30.40	46	45.33	29.45
1456	42.49	27.12	45	51.46	31.67
1356	41.79	26.52	36	44.65	28.96
1346	43.40	27.99	35	50.71	31.41
1345	48.64	29.71	34	51.91	32.54
1256	42.63	27.25	26	44.85	29.21
1246	43.51	28.14	25	50.93	31.86
1245	48.90	30.05	24	52.03	32.83
1236	42.88	27.70	23	51.13	32.27
1235	48.20	29.90	16	44.16	28.54
1234	49.31	30.98	15	50.17	31.12
456	43.60	28.00	14	51.19	32.05
356	42.96	27.38	13	50.26	31.45
346	44.61	28.93	12	50.39	31.68
345	50.32	30.83	6	45.37	29.48
256	43.85	28.19	5	51.85	32.26
246	44.79	29.16	4	52.93	33.23
245	50.53	31.20	3	51.99	32.63
236	44.15	28.70	2	52.12	32.89
235	49.86	31.05	1	51.27	32.07
234	51.04	32.21	現状	53.00	33.27

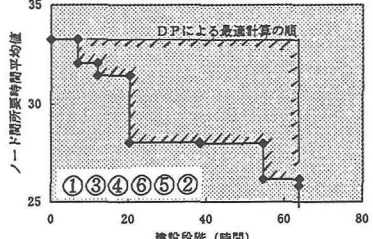
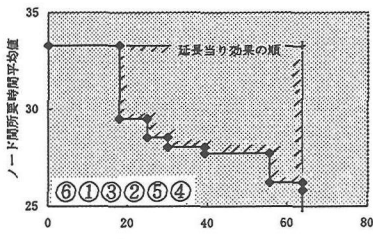
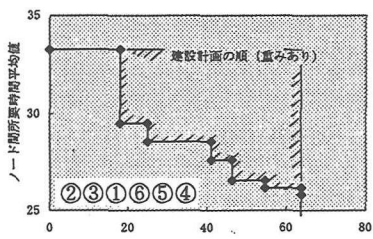


図-6 建設段階と目的関数の変化

路線、C₄組、3
路線、C₃組、2
路線、C₂組、1
路線、C₁組の組合せが考えられる。そこで、全ての組合せ(x_1 と x_7 を含めて計64ケース)についてノード間所要時間平均値を計算しておく必要がある。その結果をOD交通量の重み付けの有無別に表-2に示す。なお、各路線の建設期間は路線延長に比例するものとした。

以上の前提で、最適な路線の建

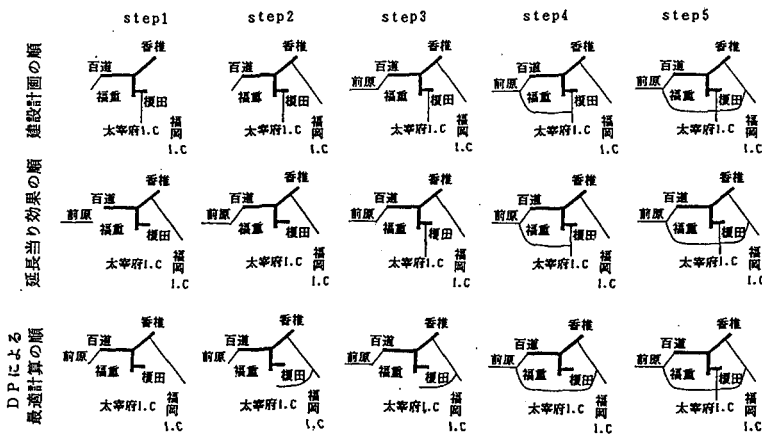


図-7 整備順の各段階

設順序をDPを用いて計算すると、OD交通量による重み無しの場合も、重み有りの場合も①③④⑥⑤②の順となり、全く同じ結果となった。

図-6には、(A)建設計画の順、(B)路線延長当りの整備効果の順、(C)DPによる最適計算の順の3つのケースについて図-4の内容を表示した。なお、図-6はOD交通量による重み付きのノード間所要時間を計算したものである。DPによる最適計算の図の斜線部分の面積が他の図よりも大きくなっている。この傾向は、OD交通量による重みを考慮しない場合にも変わらない。

図-7は、3通りの建設順を図示したものである。上記の(A)と(B)とを比較すると、STEP3以降は全く同じである。(C)の特徴は、②都市高速2号線延伸よりも、④福岡東環状道路を重視する結果となっていることである。図-6とあわせてみれば、単独で比較の効果が高く、しかも建設が短期で終了する①の都市高速4号線から整備するのがよいという結果を示している。

5. 結論と課題

本研究は、OD交通量による重み付けと路線の建設順序の決定法へのDPの導入、の2点について前報の内容を改善したものである。

第一点のOD交通量による重み付けに関しては、道路網全体のノード間所要時間の変化に大きな影響を及ぼすが、重みの有る・無しによって、特に異な

った結果は得られず、各路線の整備効果の相対比較(ノード間の相対比較)に有効であるとの結論は導けなかった。

OD交通量による重み付けは、交通需要の大きいノード間の所要時間の比重を高める効果をもつ。すなわち、重み付けを施したノード間距離指標は、交通需要追随型の性格をもった評価指標となる。一方、重み付けを施さない場合は、現在はもちろんのこと、

交通需要の予測が不可能な遠い将来においても、道路網が地域にもたらす効果を可能性(ポテンシャル)として評価することができる。この両者の性格を踏まえた上で使い分けを行う必要が有ろう。

第二点のDPの導入に関しては、単純なモデル化に基づいたものであるが、前報で示した建設順位よりも優れた解を得ることができた。しかし、本研究の方法では、最適計算の準備として、すべての路線の組合わせに対するノード間所要時間を計算する必要がある、必ずしも効率的であるとは言えない。この点、DPモデルの改善の余地が残されているといえる。

その他、今回は、ノード間距離標準偏差を解析に用いなかったが、今後は、指標のもつ意味と使い方について考察を深める必要が有ろう。

[参考文献]

- 1) 外井・吉武：ノード間平均距離を用いた都市内道路網の形態評価、都市計画論文集No. 27, 1992, PP. 271-276、(社)都市計画学会
- 2) 本山・外井・中村：福岡都市圏の幹線道路網整備計画の評価、土木計画学研究・講演集17, 1995. 1, PP. 85-88