

途絶の発生を考慮した道路網分析に関する基礎的研究

山口大学工学部 正員 南 正昭

1. はじめに

災害等により道路途絶が発生した場合においても、その区間を迂回し目的地を同一とする代替ルートが存在すれば、途絶による損失を軽減することが可能である。そこで道路網の整備計画を立案するにあたり、道路途絶の発生をあらかじめ考慮に入れ、着目する都市ノードペア間の経路に途絶が生じたとしても代替ルートが存在するように、道路のネットワークを構成することができれば、途絶に対して有効だと考えられる。

このように複数の都市ノードペア間について、複数の経路を有するリダンダントな道路網を構成するには、どの経路を整備し確保するのが効率的かが問題となる。この問題に対し道路網のネットワークとしての性質を考慮し、あらかじめ着目する各都市ノードペア間に有すべき代替ルートの条件を与え、それを満たす範囲において代替ルートとなり得る経路を確保することにより、対象地域全体の総整備費用を最小とする整備計画を立案することを考えた。この問題の実用的な解法として遺伝的アルゴリズムを応用した計算手法を開発し、実際の道路網での計算を試みている。

本稿では、特に山口県南西部の道路網を対象に、整備事業費の概算データを用いた計算結果を提示する。

2. 問題設定

以下のような問題を設定した。

A) 代替ルートの所要時間に関する制約条件を与える都市ノードペアは、隣接する主要都市間とする。具体的には次節に述べる。

B) A) に述べた各隣接主要都市間の、途絶を想定する平常時の利用経路（基準ルート）は、各々の2都市間についての最短経路により選定する。

C) A) に述べた各隣接主要都市間について、B) に述べた基準ルートに加え、所要時間が最大でもその1.5倍以内の代替ルートが1経路存在することを制約条件とした。この制約は、代替ルートの評価指標として考案した経路代替性指数を用いて設定した。すなわち $R I^{-1.5} = 1.65$ とする。

D) 各道路リンクを確保するのに必要な道路整備費用は、平成4年度山口県道路整備計画（中期1次）に基づき拡幅等の改良事業費を各道路リンクについて算定した値を用いた。

E) 道路の所要時間は、道路時刻表（山口県編集）を用いて与えた。

F) 道路の新設については考慮していない。

G) 道路種別および高速道路料金は考慮していない。

3. 対象道路網

対象道路網は、山口県南西部の道路網とし、高速道路、一般国道、主要地方道を中心にモデル化して設定した。

この対象道路網の中で、下関、宇部、山口、防府、徳山の5つの主要都市に注目し、代替ルートの制約条件を設定する都市間は、それらの隣接都市間である下関-宇部、下関-山口、山口-宇部、宇部-防府、山口-防府、徳山-山口、防府-徳山の7つとした。

4. 入力データ

図1上段に、本計算例で対象とした道路網を示した。この図は、計算の初期状態に対応する。図中の太線が7つの隣接主要都市間に選定された最短経路である。ここではこの太線に含まれる道路リンクについて、整備費用の大小に関わらず確保することを前提とした道路リンク（ADL）として取り扱った。また、細線で表した上述の経路以外の道路リンクは、すべて選択枝集合をなす道路リンク（AAL）とした。

また図1下段に各道路リンクに必要な道路整備事業費の概算を示した。

5. 計算結果

図2および表1に計算結果を示す。

図2は、103世代目に探索された最適解である。7つのどの主要都市間をみても、基準ルートに途絶が生じた際に代替ルートが存在することが確認される。

表1に経路代替性指数の事前確認 $R I_0$ 、事前設定

値 RI^- 、実現値 RI を記した。この指数がたとえば2.0のとき、基準ルート上の最も大きな迂回を必要とする道路リンクが途絶した場合においても、同等の所要時間の代替ルートが確保し得ること、すなわち2経路が存在することを表している。

選択肢集合をなす道路リンクを全て考慮した場合、全ての主要都市間について基準ルート途絶時に代替ルートが存在することが $RI_{0,ij}$ により示される。この結果、 $RI_{ij}^-=1.65$ と設定した場合、全ての主要都市間でこの制約を満たす代替ルートが少なくとも存在し、解が存在すること確認される。

また最適化計算の結果得られた RI_{ij} の実現値は、

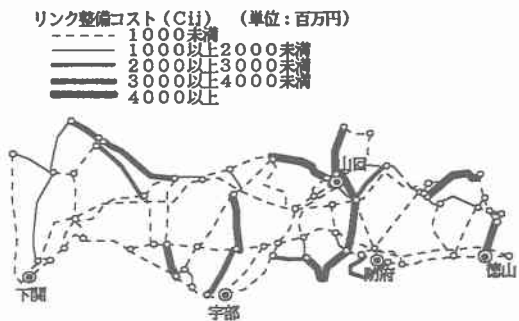
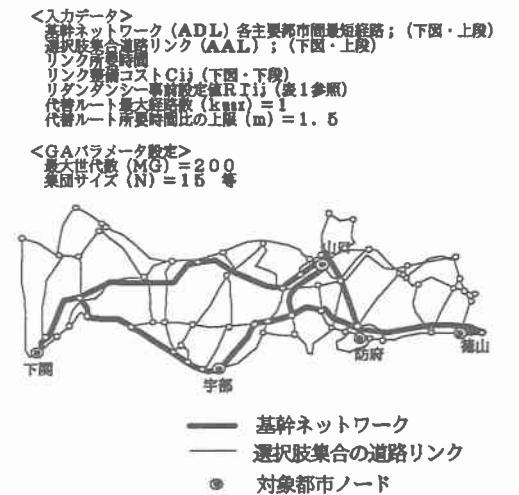


図1 適用事例入力データ

全てこの制約を満たしていることを確認できる。

道路区間によっては、ある主要都市間の基準ルートが、別の主要都市間の代替ルートの役割を果たしているところが生じる。またある主要都市間の代替ルートが、他の主要都市間についても代替ルートになるところが生じる。このように道路網のネットワークとしての性質を利用することで総整備費用を最小化している。

ここに求められた解の総整備費用は260億円程度となった。この地域の道路網の整備水準が比較的良好であり、国道や高速道路等の整備済み区間が経路選定においても多くの路線に相当することになったため、比較的小さく抑えられる結果となった。



図2 計算結果

表1 計算結果 RI の計算値

対象都市間	事前確認	事前設定値	実現値
	RI_0	RI^-	RI
下関-宇部	1.9	1.65	1.9
下関-山口	1.9	1.65	1.7
山口-宇部	1.8	1.65	1.8
宇部-防府	2.0	1.65	1.7
山口-防府	1.8	1.65	1.8
徳山-山口	2.7	1.65	1.8
防府-徳山	1.9	1.65	1.8