

都市内高速道路網における拡幅プロジェクト実施順序に関する研究*

*A study of expansion projects order for the urban highway network**

美濃 雄介**・青山 吉隆***・中川 大****・松中 亮治*****・赤堀 圭佑*****

By Yuusuke MINO**, Yoshitaka AOYAMA***, Dai NAKAGAWA****, Ryoji MATSUNAKA*****, Keisuke AKAHORI*****

1. はじめに

近年、都市内高速道路においては、大規模な交通渋滞が発生しており、早急な解決が迫られている。その反面、財政状況の逼迫などにより、公共事業を取り巻く環境は非常に厳しくなっているため、交通渋滞を緩和するプロジェクトが必要であるとともに、効率的なプロジェクトを峻別・実施していくことが必要不可欠となっている。

現在、道路整備等のプロジェクトを計画する際には、その効率性を評価するために費用便益分析が実施されている。しかしながら、都市内高速道路ネットワークのように、多数のリンクによって構成されているものを整備・拡幅するプロジェクトでは、一つのリンクを整備・拡幅するプロジェクトによって、ネットワークを構成する他のリンクの交通量が変化する。これは、先行のプロジェクトの実施に伴い後続のプロジェクトの評価に影響を及ぼすことを意味している。そのため、各プロジェクトを個別に評価していくことには問題があると思われる¹⁾。すなわち、個別に評価した場合の整備・拡幅順序は、ネットワーク全体で見た場合、必ずしも最適な整備拡幅順序であるとは限らない。

本研究においては、まず、阪神高速道路における交通混雑の解決手段の一つとして、拡幅プロジェクトを対象として考え、ネットワークの拡幅順序を求めた。その際、全プロジェクト完了後の総純便益が最大になるような順序を、分散型組み合わせ問題の優れた解法である遺伝的アルゴリズムのシミュレー

ションを用いて探索した^{2) 3)}。また、現在の評価手法である費用便益比を採択基準とした拡幅プロジェクトの実施順序をシミュレーションを用いて探索した。さらに、他リンクへの影響を考慮しない近視眼的意思決定の方法として、各リンクの混雑度を採択基準とした拡幅プロジェクトの実施順序を探索した。そして、これら（最適な拡幅順序、費用便益比を採択基準とした拡幅順序、混雑度を採択基準とした拡幅順序）を交通混雑も考慮したうえで三者比較し、最適なネットワークの拡幅順序の特徴を明確にすることを目的とした。

2. 拡幅プロジェクト実施順序の探索手法

以下に示す都市内高速道路ネットワークを用いて、次に示す3つの採択基準におけるネットワークの拡幅順序をシミュレーションによって探索した。

- ① 費用便益比 (B/C) を採択基準としたネットワーク拡幅順序 (B/C 基準)
- ② 混雑度 (Q/Ca) を採択基準としたネットワーク拡幅順序 ($混雑度基準$)
- ③ 遺伝的アルゴリズムを用いて、全プロジェクト完了時の総純便益を最大とするような、ネットワーク拡幅順序 (GA 基準)

また、プロジェクトの費用便益比が1.0を下回った時点で、そのネットワークにおける拡幅プロジェクトは終了とした。さらに、ネットワーク完成時の最終総純便益を以下の指標によって定義した。

$$\text{最終総純便益} = \sum_{i=1}^N \frac{1}{(1+r)^{i-1}} (B_i - C_i)$$

B_i : i 期に実施するプロジェクトの便益

C_i : i 期に実施するプロジェクトの費用

r : 社会的割引率 (4%)

N : 実施プロジェクト数

*Key words: 交通計画評価、交通網計画、道路計画

** 学生員 京都大学大学院工学研究科

*** フェロー 工博 京都大学大学院工学研究科

**** 正会員 工博 京都大学大学院工学研究科

***** 正会員 工修 京都大学大学院工学研究科

***** 正会員 工修 都市基盤整備公団

(〒606-8501 京都市左京区吉田本町 075-753-5759)

(1) 対象とする都市内高速道路ネットワーク

本研究において拡幅プロジェクトを実施する対象となる都市内高速道路ネットワークとして、図-1に示すように、2000年における阪神高速道路の供用区間を対象とした。

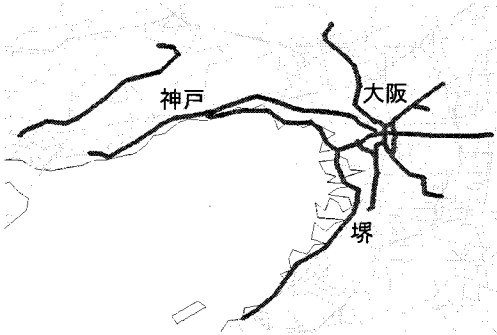


図-1 対象とする阪神高速道路ネットワーク

(2) 拡幅プロジェクトの設定

阪神高速道路を23区間に分けて、1つの区間を片側1車線ずつ拡幅するプロジェクトを1プロジェクトとする。また、1つのリンクを最大5車線まで拡幅できるものとした。そして、1つのプロジェクトにかかる工期を等しく1年とし、その期間でプロジェクトを実施・終了するものとした。なお、大気汚染訴訟等により拡幅プロジェクトが実施困難であると考えられる3号神戸線は対象からはずした。

(3) 便益算出方法の設定

発生する便益は、一般化費用の減少によるもののみとし、リンク一般化費用を基に、各ノード間の最小一般化費用と交通量の関係からプロジェクト実施による便益を消費者余剰測度を用いて算出した。また、発生年次の異なる便益を基準年次のものに換算して考察するため、発生する便益をプロジェクト開始年次の価値に換算し、それを社会的割引率を用いて基準年次における価値に換算した。また、評価対象期間は40年とした。

(4) OD交通量

便益算出の際に用いる交通量を求めるためのOD交通量として、道路交通センサス起終点調査平成6年版によって得られたデータを本研究で利用したゾーン間のOD交通量に集計したものを使用した。な

お、本研究においては、阪神地域を密に、遠くなるほど疎になるように日本をゾーン分けしたものを使用した。

(5) リンク交通量・一般化費用の算出

本研究においては、(4)において集計したOD交通量を分割配分法によってネットワークを構成するリンクに配分した。ここで分割数は、3つのシミュレーションとともに10分割とした。ここで、ゾーン間の経路の探索は一般化費用が最小となる経路とし、ダイクストラ法を用いて算出した。

リンク所要時間は、前述の方法によって求めた各リンクにおける交通量と、各リンクの種別・級別・地形・車線数によって決定されるリンク交通容量を用いて、以下に示すリンクパフォーマンス関数(BPR関数)を適用することによって算出した⁴⁾。

$$t(Q) = t(0) \cdot \left\{ 1 + \alpha \left(\frac{Q}{Ca} \right)^\beta \right\}$$

$t(Q)$: リンク所要時間
 $t(0)$: ゼロ・フロー時の所要時間
 Q : リンク交通量
 Ca : リンク交通容量
 α : 0.96
 β : 1.2

以上より求めたリンク所要時間と、1分間あたりの時間価値58円⁵⁾、および高速道路の通行料金を考慮して各ゾーン間の一般化費用を求めた。

(6) 拡幅コストの設定

本研究においてはリンクの拡幅プロジェクト実施コストは、そのリンクが建設されたときのコストを現在価値に換算したものと同値とした^{6) 7)}。また、本研究においては、連続で拡幅が行われる場合の実施コストの減少は考慮していない。

3. シミュレーション結果の考察

(1) ネットワークの拡幅順序の比較

費用便益比を採択基準とし、その最大のものからリンクの拡幅プロジェクトを行っていく順序と、混雑度を採択基準とし、その最大のものからリンクの拡幅プロジェクトを行っていく順序と、遺伝的アルゴリズムを用いて最終的な総純便益を最大とするよ

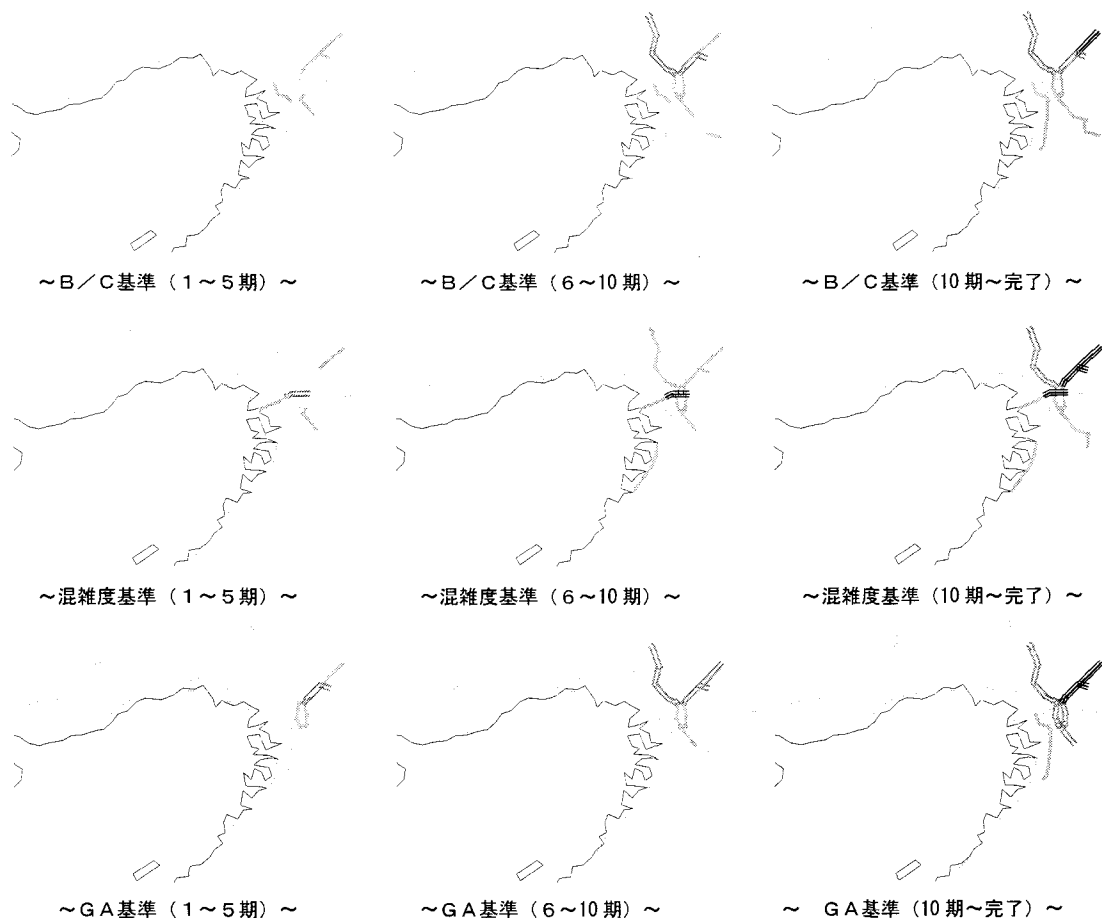


図-2 各採択基準における拡幅プロジェクト実施状況 (==== 3回拡幅 ===== 2回拡幅 1回拡幅)

うに拡幅プロジェクトを行っていく順序の各実施状況の三者比較を図-2に示す。

また、それぞれの順序においてプロジェクト完了時までに実施されたプロジェクトの総数および完了時の最終総純便益を表-1に示す。また、その時の拡幅回数の内訳を表-2に示す。

その結果、GA基準は最終総純便益は3つの中で最も大きい約2900億円となり、B/C基準と比較して170億円、混雑度基準と比較して950億円大きな値となっている。また、プロジェクトの実施総数も混雑度基準と比べると少ないがB/C基準よりは1回多くなっている。拡幅プロジェクトの実施状況は類似しているが、やや狭い範囲を集中的に拡幅していることが伺える。また、混雑度基準においては、図-3で示すように、他の2つの基準と比べて、多くのプロジェクトが実施されているのにも

表-1 実施プロジェクト総数および最終総純便益

	プロジェクト 総数	最終総純便益	割合
B/C基準	14回	2728.16 (億円)	1.00
混雑度基準	16回	1949.09 (億円)	0.71
GA基準	15回	2900.10 (億円)	1.06

表-2 拡幅回数の内訳

	3回拡幅	2回拡幅	1回拡幅	0回拡幅
B/C基準	1	2	7	13
混雑度基準	3	1	5	14
GA基準	2	3	4	15

かわらず、最終総純便益は小さい。すなわち、かなり非効率な順序であるといえる。

このように3つの拡張順序はそれぞれ異なるものとなっているが、GA基準は長期的な視野のもと最適なプロジェクトが実施され、最終総純便益は最も大きなものとなっている。

総純便益(億円)

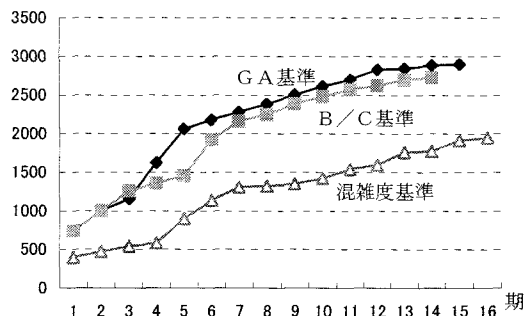


図-3 プロジェクトの実施による総純便益の推移

(2) 混雑度に着目した順序の比較

本節においては、拡張プロジェクトが実施される各期における全リンクの混雑度の分散を算出して、期ごとの混雑度の分散の推移を図-4に示す。

これより、混雑度基準においては拡張プロジェクトが実施されていくにつれて、分散の値が徐々に小さくなっていき、期が進むにつれて、他の二つの基準よりも混雑度の分散が小さくなっていることを表している。それに対し、GA基準はB/C基準と類似した動向を示しているが、B/C基準よりは大きな値になっている。つまり、拡張プロジェクトが進むにつれて、色々な値の混雑度が存在していることを表していることが分かる。

分散の値

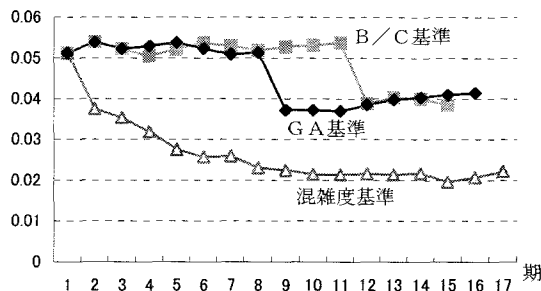


図-4 プロジェクトの実施に伴うリンクの混雑度の分散の推移

4. おわりに

本研究においては、阪神高速道路を対象とし、都市内高速道路における拡張順序を費用便益比を採択基準としたもの、混雑度を採択基準としたもの、遺伝的アルゴリズムを用いて最終総純便益を最大とするようにしたものプロジェクト実施順序を探索した。また、その3つの基準について、拡張順序および総純便益の推移、混雑度の分散の推移の面から比較し、各拡張プロジェクト実施順序の特徴を考察した。

その結果、3つの基準による順序はそれぞれ異なった拡張順序を示し、特にGA基準においては、現在行われている費用便益比を使って個別にプロジェクトを実施していく順序よりも、最終総純便益は約6%大きくなり、プロジェクト数も多くなった。また、混雑度の面でも、各順序ともに特徴が見られた。

今後の研究としては、拡張プロジェクトに加えて、新規建設プロジェクトをも含めたプロジェクト実施順序についての研究などが挙げられる。

【参考文献】

- 1) 赤堀圭佑・青山吉隆・中川大・松中亮治：最適な交通ネットワーク形成プロセスに関する研究、土木計画学研究・講演集、No23(1)、pp499-502、2000.11
- 2) 田村亨・杉本博之・上前孝之：遺伝的アルゴリズムの道路整備順位決定問題への適用、土木学会論文集 No482/IV-22、pp37-46、1994.1
- 3) 長濱裕朗・田村亨・杉本博之：遺伝的アルゴリズムによる道路整備順位の決定、土木学会第49回年次学術講演集講演概要集第4部、pp768-769、1994.9
- 4) 道路投資の評価に関する指針検討委員会編：道路投資の評価に関する指針(案)、財団法人日本総合研究所、1998
- 5) 土木学会編：交通ネットワークの均衡分析—最新の理論と解法—、1998
- 6) 阪神高速道路公団：阪神高速道路公団三十年史、1993
- 7) 朝倉康夫：交通ネットワーク均衡を考慮した道路網と土地利用の最適計画モデル、京都大学学位論文、1987