

複数のプロジェクト分割方法に基づく高規格幹線道路網の段階的整備プロセスの比較*

Comparison among phased construction processes based on the plural methods to divide projects in national expressway network *

松中亮治**・谷口守***・木宮健吾****

By Ryoji MATSUNAKA**・Mamoru TANIGUCHI***・Kengo KIMIYA****

1. 背景・目的

わが国では、1987年の第四次全国総合開発において必要とされた14,000kmの高規格幹線道路の整備が計画されてきたが、未供用部分については、多くの不採算路線が含まれている可能性があること、整備主体であった日本道路公団が多額の債務を抱えていたことなどを理由に、整備の是非を含めた様々な議論がなされている。

一般的に、高規格幹線道路は、整備費用が膨大であり工期が長期に渡ることから、路線を複数のプロジェクトに分割され、段階的に整備される。また、その事業評価は、社会的観点からの評価、財務的観点からの評価、公平性の観点からの評価など、さまざまな観点から総合的に評価し、各プロジェクトの整備順序、すなわち、段階的整備プロセスを決定する必要がある。

以上のことを踏まえた高規格幹線道路の整備プロセスに関する先行研究¹⁾²⁾では、各プロジェクトの実施時期や整備順序を決定する基準の違いが、高規格幹線道路網の段階的整備プロセスに大きな影響を及ぼすことが明らかにされており、さらには、路線をどの地点で区切り、どこからどこまでを1つのプロジェクトにするかといったプロジェクト分割方法が、高規格幹線道路の整備効果に影響を及ぼす可能性も指摘されている³⁾。しかしながら、プロジェクト分割方法に着目し、その違いが、高規格幹線道路網の段階的整備プロセスにどのような影響を及ぼすのかということについて、定量的に明らかにされていない。

そこで本研究では、社会的観点、財務的観点、事業規模の観点から3種類のプロジェクト分割方法を提案し、それらのプロジェクト方法に基づき探索したプロジェクト分割の結果について、高規格幹線道路網の段階的整備プロセスを探索・比較することで、プロジェクト分割方法の違いが、高規格幹線道路網の段階的整備プロセス・整備効果に及ぼす影響を検証する。

2. プロジェクト分割方法の提案

本章では、本研究で提案するプロジェクト分割方法の考え方と、それらのプロジェクト分割方法に基づくプロジェクト分割の探索手法について述べる。

(1) 社会経済効率性に基づくプロジェクト分割方法

評価対象路線を構成する各プロジェクトを実施することにより生じる純便益の総和が最大となるようにプロジェクトを分割する方法である。なお、純便益の総和は、式1を用いて計測し、評価基準年の一時点において、各プロジェクトを評価することとする。

$$TBC = \sum_{k=1}^N \left(\sum_{t=0}^{d_k+T-1} \frac{UB_{t,k} + SB_{t,k}}{(1+r)^t} - \sum_{t=0}^{d_k+T-1} \frac{C_{t,k} + \Delta RC_{t,k}}{(1+r)^t} \right) \quad \text{式1}$$

ただし

TBC : 各プロジェクトによって生じる純便益の総和

k : プロジェクト番号

t : 年次

$UB_{t,k}$: プロジェクト k によって生じる t 年次の利用者便益

$SB_{t,k}$: プロジェクト k によって生じる t 年次の供給者便益

$C_{t,k}$: プロジェクト k によって生じる t 年次の建設費

$\Delta RC_{t,k}$: プロジェクト k によって生じる t 年次の管理費増加分

N : プロジェクト総数

T : 便益計測期間 (=50年)

d_k : プロジェクト k の工期

r : 社会的割引率 (=4%)

(2) 事業者採算性に基づくプロジェクト分割方法

評価対象路線を構成する各プロジェクトを実施することにより生じる、高規格幹線道路網全体の料金収入増加額の総和が最大となるようにプロジェクトを分割する方法である。なお、料金収入増加額の総和は、式2を用いて計測し、評価基準年の一時点において各プロジェクトを評価することとする。

$$TRv = \sum_{k=1}^N \sum_{t=0}^{d_k+T-1} \frac{Rv_{t,k}}{(1+r)^t} \quad \text{式2}$$

*キーワード：交通網計画，交通計画評価，高規格幹線道路網

**正員，博(工)，岡山大学大学院環境学研究所

〒700-8530 岡山市津島中3-1-1 TEL・FAX 086-251-8921

***正員，工博，岡山大学大学院環境学研究所

****学生員，岡山大学大学院環境学研究所

ただし

TRv : 各プロジェクトによって生じる料金収入増加額の総和

$Rv_{t,k}$: プロジェクト k によって生じる t 年次の料金収入増加額

(3) 路線及び事業規模に基づくプロジェクト分割方法

評価対象路線を構成する各プロジェクトの事業規模がなるべく平均的になるように、路線名毎にプロジェクトを分割する方法である。これは、現行の高規格幹線道路整備で用いられる方法と類似していることから、他のプロジェクト分割方法に対する比較対象として用いることとする。

(4) プロジェクト分割探索手法

高規格幹線道路整備における評価対象路線のプロジェクト分割を考える場合、何個のプロジェクトに分割するか、どの地点で路線を区切るかといったように、プロジェクト分割案は無数に存在する。

そこで、2. (1)(2)で提案したプロジェクト分割方法に基づきプロジェクト分割を探索する際には、評価対象路線をプロジェクトとして成立する最小単位（以下：セクション）にまで細分化し、そのセクションの組み合わせによりプロジェクト分割を決定することとした。すなわち、プロジェクト分割の探索を、セクションについての離散型組み合わせ最適化問題として捉え、各プロジェクト分割方法に基づくプロジェクト分割を、遺伝的アルゴリズムを用いて探索する。なお、セクション数は586個であり、実際のネットワーク上で隣接しているセクション同士が、各プロジェクトを構成することを探索条件とした。

3. 段階的整備プロセス決定基準と前提条件

本研究では、2. で述べたプロジェクト分割方法に基づき探索したプロジェクト分割の結果について、先行研究²⁾で構築した段階的整備プロセス探索システムを用いて、各プロジェクトの整備順序、すなわち、段階的整備プロセスを探索する。

(1) 本研究で用いる段階的整備プロセス決定基準

本節では、評価対象路線を構成する各プロジェクトの実施優先順位を決定する段階的整備プロセス決定基準について述べる。本研究で用いる段階的整備プロセスは、先行研究²⁾で提案された13基準のうち、表3-1に示すように、社会的観点からの2基準、財務的観点からの2基準の合計4基準とする。なお、静的基準とは、評価基準年の一時点において各プロジェクトを評価し、段階的整備

表3-1 本研究で用いた段階的整備プロセス決定基準

段階的整備プロセス決定基準		定 義
社会的観点	静的費用便益比基準	評価基準年の一時点において、有無比較により各プロジェクトの費用便益比 (B/C) を計測し、B/Cが高いプロジェクトから順に実施する。ただし、B/C>1.0であることをプロジェクト実施条件とする。
	動的費用便益比基準	段階的整備プロセスの各段階において、有無比較により各プロジェクトのB/Cを計測し、B/Cが最も高いプロジェクトを実施する。ただし、B/C>1.0であることをプロジェクト実施条件とする。
財務的観点	静的短期採算性基準	評価基準年の一時点において、有無比較により各プロジェクトの収益改善率 (PC) を計測し、PCが高いプロジェクトから順に実施する。ただし、PC>0であることをプロジェクト実施条件とする。
	動的短期採算性基準	段階的整備プロセスの各段階において、有無比較により各プロジェクトのPCを計測し、PCが最も高いプロジェクトを実施する。ただし、PC>0であることをプロジェクト実施条件とする。

プロセスを決定する基準である。また、動的基準とは、段階的整備プロセスの各段階において各プロジェクトを評価し、段階的整備プロセスを決定する基準である。

(2) 分析に用いた道路ネットワーク

評価対象路線は、2000年3月末現在未供用の高規格幹線道路とし、段階的整備プロセスを探索する。その際、先行研究と同様に、図3-1に示すような2000年3月現在供用済の高規格幹線道路、一般国道、並びに地方主要道などから成る既存道路ネットワーク160,612kmと、2000年3月現在未供用の高規格幹線道路5,930kmを合わせた、166,542km、リンク数69,025、ノード数44,014の道路ネットワークを用いる。

(3) 前提条件

本研究では、先行研究²⁾と同様に、需要変動型利用者均衡配分を用いてリンク交通量、リンク一般化費用、ゾーン間OD交通量、ゾーン間一般化費用を同時に算出する。また、評価対象路線を構成する各プロジェクトを実施することにより生じる社会的便益として、利用者便益(移動時間短縮便益と走行費用減少便益を消費者余剰により算出)と供給者便益(旧日本道路公団が管理する高規格幹線道路からの料金収入を計測)を、そして、供給者便益を基に、旧日本道路公団が借入金を返済した場合の償還期間を算出している。計測の際に用いるゾーン区分には、国土交通省による全国幹線旅客純流動調査における207ゾーンから、沖縄・離島部を除く196ゾーンを設定している。

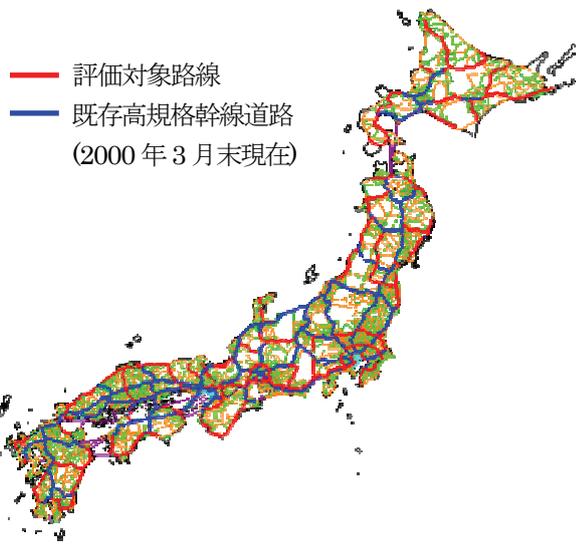


図3-1 構築した道路ネットワーク

4. 探索結果の比較

本章では、2. で述べたプロジェクト分割方法に基づき探索したプロジェクト分割結果と、3. で述べた段階的整備プロセス決定基準に従い探索した段階的整備プロセスについて比較する。

(1) プロジェクト分割結果

2. で述べたプロジェクト分割方法に基づきプロジェクト分割を探索した結果、総プロジェクト数は、社会経済効率性に基づくプロジェクト分割では144個、事業者採算性に基づくプロジェクト分割では193個、路線及び事業規模に基づくプロジェクト分割では83個となった。

また、社会経済効率性に基づくプロジェクト分割及び事業者採算性に基づくプロジェクト分割の双方において、路線及び事業者規模に基づくプロジェクト分割に比べて、プロジェクト数が増加した反面、路線延長が200kmを超える巨大プロジェクトが複数形成される結果となった。

(2) 段階的整備プロセス探索結果

4. (1) で述べたプロジェクト分割の結果について、各段階的整備プロセス決定基準に基づき段階的整備プロセス探索した結果を、表4-1に示す。段階的整備プロセスの評価値としては、供用延長、総建設費、総純便益、償還期間、2100年時点の年間料金収入を用いた。

a) 社会的観点からの評価基準に基づく段階的整備プロセスの比較

本節では、表4-1に示した段階的整備プロセス探索結果のうち、静的費用便益比基準及び動的費用便益比基準に従う段階的整備プロセスについて、社会経済効率性に基づくプロジェクト分割を用いた場合と路線及び事業規模に基づくプロジェクト分割を用いた場合を比較することにより、社会的観点からの評価基準に基づきプロジェクト分割を決定することが、高規格幹線道路網の段階的整備プロセスに及ぼす影響を検証する。比較結果を図4-1に示す。なお、比較指標には、式3で算出した値を用いた。ただし、償還期間については、右辺の分子の第1項と第2項を入れ替えて算出した値を用いた。

$$r = \frac{(V_{i,j,k} - V_{sc,j,k})}{V_{sc,j,k}} \quad \text{式3}$$

ただし、

$V_{i,j,k}$: プロジェクト分割 i を用いた段階的整備プロセス決定基準 j に従う段階的整備プロセスの評価値 k

$V_{sc,j,k}$: 路線及び事業規模に基づくプロジェクト分割を用いた段階的整備プロセス決定基準 j に従う段階的整備プロセスの評価値 k

動的費用便益比基準と静的費用便益比基準の双方で、比較結果は評価値毎に同じような傾向を示した。動的費用便益比基準では、供用延長が約50km、総純便益が約1兆3000億円、静的費用便益比基準では、供用延長が約120km、総純便益が約7300億円大きくっており、社会的な便益は向上する結果となった。また、両者とも償還

表 4-1 段階的整備プロセス探索結果

段階的整備プロセス決定基準		プロジェクト分割方法	供用延長	総建設費 (億円)	総純便益 (億円)	建設完了年度	償還完了年次	償還期間 (年)	2100年時年間料金収入 (億円)
静的	費用便益比基準	社会経済効率性	1,085.5 km	92,371.44	91,666.73	2009年	2034.45	24.45	7,706.45
		事業者採算性	907.5 km	86,039.98	68,665.40	2008年	2035.10	26.10	7,480.00
		路線及び事業規模	962.6 km	63,040.91	84,354.44	2006年	2030.37	23.37	7,474.70
	短期採算性基準	社会経済効率性	287.6 km	22,257.16	58,124.02	2002年	2025.57	22.57	7,006.27
		事業者採算性	284.9 km	22,670.66	43,173.63	2002年	2026.21	23.21	6,908.09
		路線及び事業規模	279.1 km	20,290.51	66,185.55	2002年	2025.70	22.70	7,002.61
動的	費用便益比基準	社会経済効率性	1,332.0 km	134,831.25	122,815.56	2013年	2040.19	26.19	8,093.66
		事業者採算性	973.1 km	86,651.98	77,031.10	2008年	2034.91	25.91	7,536.31
		路線及び事業規模	1,248.7 km	78,625.44	109,517.85	2007年	2031.31	23.31	7,717.27
	短期採算性基準	社会経済効率性	364.1 km	24,728.58	66,365.25	2002年	2025.44	22.44	7,084.25
		事業者採算性	287.5 km	22,800.66	44,361.34	2002年	2026.13	23.13	6,922.69
		路線及び事業規模	506.4 km	28,142.52	68,717.58	2002年	2025.66	22.66	7,119.93

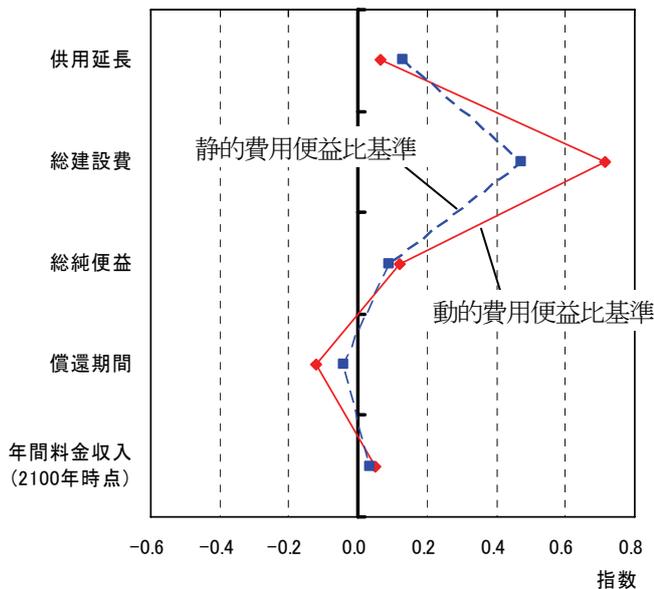


図4-1 社会的観点からの評価基準に基づく
段階的整備プロセスの比較

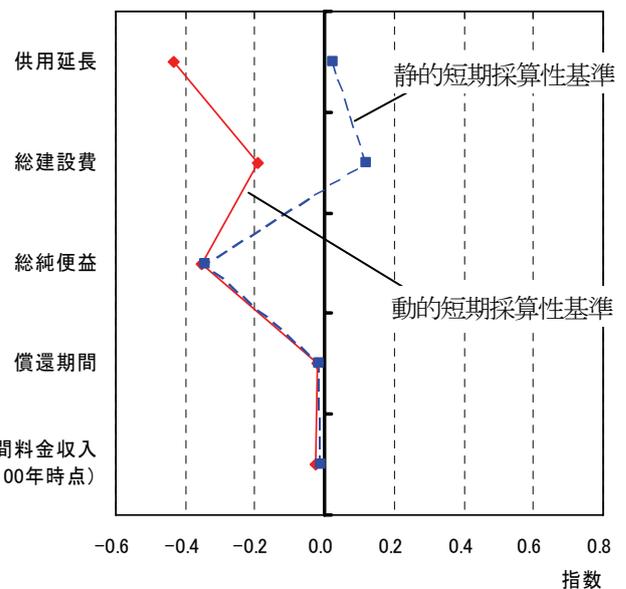


図4-2 財務的観点からの評価基準に基づく
段階的整備プロセスの比較

期間は伸びているものの、それは総建設費が大幅に増加したこと起因しており、2100年時点の年間料金収入が増加していることから、事業者採算性が著しく低下したわけではないと言える。

b) 財務的観点からの評価基準に基づく段階的整備プロセスの比較

同様に、静的短期採算性基準及び動的短期採算性基準に従う段階的整備プロセスについて、事業者採算性に基づくプロジェクト分割を用いた場合と路線及び事業規模に基づくプロジェクト分割を用いた場合を比較することにより、財務的観点からの評価基準に基づきプロジェクト分割を決定することが、高規格幹線道路網の段階的整備プロセスに及ぼす影響を検証する。比較結果を図4-2に示し、比較指標はa.と同様の方法で算出する。

静的短期採算性基準では、供用延長、総建設費に関する指標は大きくなっているものの、2100年時点の年間料金収入、償還期間に関する指標は低下しており、動的短期採算性基準では、それに加え供用延長、総建設費に関する指標が低下していることから、双方の決定基準において、事業者採算性は若干ながら低下する結果となった。このような結果となった要因としては、提案した事業者採算性に基づくプロジェクト分割方法における評価基準が、評価対象路線全体から生じる料金収入増加額の総和の最大化を目的としており、プロジェクトの実施条件は考慮していないことが考えられる。

5. 結論

本研究では、社会経済効率性に基づくプロジェクト分割方法、事業者採算性に基づくプロジェクト分割方法、

路線及び事業規模に基づくプロジェクト分割方法を提案し、それらに基づき探索したプロジェクト分割を用いて、段階的整備プロセスを探索・比較することにより、プロジェクト分割方法の違いが、高規格幹線道路網の段階的整備プロセスに及ぼす影響を検証した。その結果として、本研究で提案した社会経済効率性に基づくプロジェクト分割方法を用いることにより、事業規模が平均的になるように単純にプロジェクトを分割した場合に比べ、事業者採算性を大きく損なうことなく、生じる社会的便益を向上させることを明らかにし、高規格幹線道路整備におけるプロジェクト分割方法の重要性を示した。

今後の課題としては、分割された各プロジェクトが、それぞれの決定基準におけるプロジェクト実施条件を満たすか否かを考慮した上で、社会経済効率性、事業者採算性が最大となるようなプロジェクト分割方法を考案することが挙げられる。

参考文献

- 1) 青山吉隆, 松中亮治: 全国高速道路網の整備順序と最適ネットワーク — ネットワーク・シミュレーションによる評価 —, ITPS Report, 運輸政策研究機構, 2002
- 2) 松中亮治・谷口守・青山吉隆・舛岡田渡史: 高規格幹線道路網整備計画における段階的整備プロセスの評価, 土木学会論文集, No. 793. IV68, pp13-25, 2005
- 3) 松中亮治・谷口守・舛岡田渡史: 複数の段階的整備プロセス決定基準における非採択プロジェクトの採択可能性に関する研究, 土木計画学研究・論文集, Vol. 22, No. 3, pp667-674, 2005