

不確実性を考慮した費用便益分析手法に関する研究¹⁾

○ 日本大学大学院 学生会員 本田 智久 日本大学大学院 学生会員 飯塚 悟
日本大学大学院 学生会員 石島 一司 日本大学 フェロー会員 高崎 英邦

1. はじめに

近年公共事業においては、「事業評価」が導入され、その分析手法は費用便益分析が軸となっている。費用便益分析は事業費及び便益や事業の効果の予測を行うが、事業費が当初の予測に比して膨張してしまうことも少なくない。その結果、計画時と供用時における評価とが乖離している事例も多いようである。こういった例が通常化してくると評価の信頼性を損ない、工事費が高い、無駄なもの作っている、など国民に不信感を持たれる一因となるため、より正確な事業評価を行う必要性が求められている。

以上を背景として、本研究では高速道路事業を対象として、まず過去の事業執行例から予測事業費と実績事業費の差違を調査し、予測事業費の不確実性を確率論的に把握する。次いで、その予測の不確実性がどの程度費用便益比に影響を及ぼすのかをシミュレーションし把握する。

2. 現行の費用便益分析の方法

費用便益分析とは、事業を実施することにより生じる便益(B)と、建設費、維持管理費など必要な費用(C)を、それぞれ現在価値に換算したうえで比較し、事業の効率性、妥当性を判定する分析手法である。(1)式は費用便益比(B/C)の算出式である。

$$B/C = \frac{\sum_{u=1}^{s+t} \left\{ \sum_k \frac{B_{ku}}{(1+i)^u} \right\}}{\sum_{u=1}^{s+t} \left\{ \sum_j \frac{C_{ju}}{(1+i)^u} \right\}} \quad \dots (1)$$

ここで、

- u: 基準年次からの年数(年)
- s: 基準年次からの供用開始年次までの年数(年)
- t: 供用開始年次を0年目とする供用年次(年)
- B_{ku} : 年次 u 年目の便益 k の計測値(円)
- C_{ju} : 年次 u 年目の費用 j の値(円)
- i: 社会的割引率、j: 費用種別、k: 便益種別

なお、高速道路事業の場合は、便益種別(k)は、走行時間短縮便益、走行経費減少便益、交通事故減少便益が、また費用種別(j)として、道路整備に要する事業費、道路維持管理に要する費用がとられる。

3. 高速道路建設事業費予測の不確実性

図-1 に、高速道路建設事業における 40 区間の事業費実績データ²⁾にもとづく事業費膨張比のヒストグラムを示す。

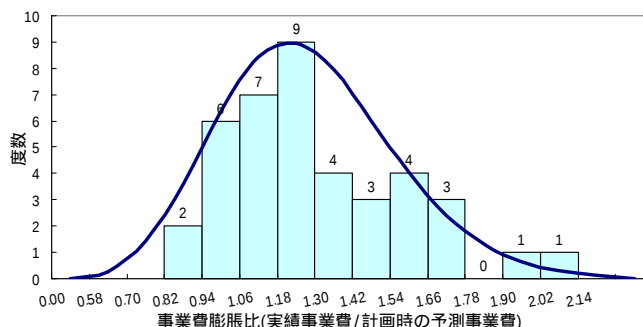


図-1 高速道路建設事業費膨張比の分布

事業費膨張比の最小値 = 0.86、最大値 = 2.05 であり、平均値 = 1.30、標準偏差 = 0.2862 である。そのバラツキの範囲は大きく、計画時に比べて事業費が膨張している事例が全体の 80% 近くを占めていて、事業費予測の精度が良くないことがわかる。すなわち、予想事業費を一意的に決定して事業評価あるいは費用便益分析をしても、その評価値はかなり精度が悪いことを想定しておかねばならないといえる。したがって、事業費予測の不確実性を考慮した費用便益分析を行うためにも、計画時の予測事業費を確率的に幅を持たせて把握しておく必要があると考えられる。

図-1 内の曲線は、ヒストグラムに近似させたアーラン分布曲線($\lambda = 0.77$, $k = 21$)である。アーラン分布の確率密度関数の一般式は(2)式で表される。

$$G(x) = \begin{cases} \frac{(\lambda k)^k x^{k-1}}{(k-1)!} e^{-\lambda k x} & x > 0 \\ 0 & x = 0 \end{cases} \quad \dots (2)$$

ここで、

$$\text{平均値} = 1/\lambda (\text{位相}), \text{分散} = 1/(k\lambda^2)$$

4. 予測事業費の不確実性を考慮した費用便益比の検討

4.1 シミュレーション方法と検討条件の設定

3 章で得られた予測事業費の不確実性が、費用便益比の算出にどのような影響を及ぼすかをシミュレ

キーワード：費用便益分析 不確実性

連絡先：〒275-8575 千葉県習志野市泉町 1-2-1 TEL 047-474-2426

ーションしてみる。条件は以下のように設定した。
 一意的に決めた事業予測費を用いて得られる費用便益比を基準として、予測事業費に確率分布を与えた場合の費用便益比との比を用いて不確実性の検討をするが、便益の項目については一定とする。
 (3)式で費用便益比の不確実性を検討する。

$$\frac{B/C'}{B/C} = \frac{C}{C'} = \frac{\sum_{u=1}^{s+1} \left\{ \frac{C_{1u}}{(1+i)^u} + \frac{C_{2u}}{(1+i)^u} \right\}}{\sum_{u=1}^{s+1} \left\{ \frac{C'_{1u}}{(1+i)^u} + \frac{C_{2u}}{(1+i)^u} \right\}} \quad \cdots (3)$$

ここで、
 C_{1u} : 確定的に予測された道路整備に要する事業費
 C'_{1u} : C_{1u} に不確実性をもたせた事業費で、その集合は 3 章の結果からアーラン分布に従う
 C_{2u} : 道路維持管理に要する費用
 費用を現在価値に換算する基準年を施行命令時とし、道路整備に要する事業費は、施行命令が出て供用開始までの期間(s)に等価に分けられて執行されるものとする。
 各パラメータ値は「費用便益分析マニュアル」³⁾を参考に以下のように設定した。
 $t = 40$ (年)、施工命令(基準年)が出てから供用開始までの期間(s)は各事業の実績、7～15 年を用いる。
 $i = 4$ (%)、道路維持管理に要する費用は、 $C_{2u} = 0.43$ (億円 / km / 年)とする。
 計算方法はまず、過去のデータより、計画時の単位長さあたり事業費 C_1 を期間 s で割って C_{1u} を求める。次に、3 章で示したアーラン分布を示す乱数を発生させ、それに相当する膨張比を求める。その膨張比を C_{1u} に乗じて C'_{1u} とし(3)式を計算する。この手順を 100 回繰り返す。

4.2 結果と考察

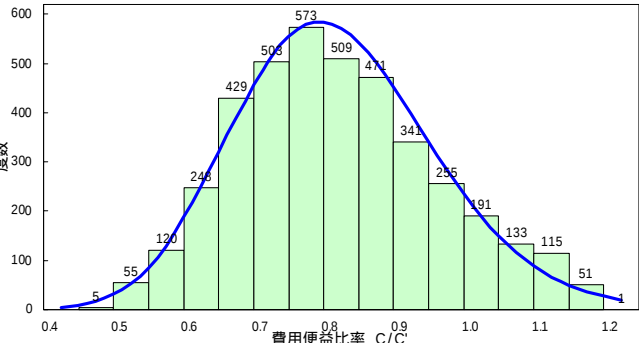


図-2 費用便益比率の不確実性の分布
 数値シミュレーション結果による、(3)式の分布のヒストグラムを図-2 に示す。また表-1 は分布の代表値を示している。

表-1 費用便益比の不確実性の分布の代表値

費用便益比率の平均値	標準偏差	λ (位相)	k
0.82	0.1440	1.22	33

(3)式の分布は平均=0.82、標準偏差=0.1440 であり、ヒストグラムは正規分布に近いアーラン分布で近似している。(表-1 の λ 、k はアーラン分布のパラメータ)

得られた結果として、予測事業費が平均的に 30% 程度上昇すると、費用便益比も平均的に 20% 近く低下することが明らかとなった。つまり、不確実性をもつ計画時事業費を確率的に評価した結果、総事業費の膨張が費用便益比の低下に与える影響は大きいということがいえる。

5. おわりに

本論文では、高速道路事業を対象として、予測事業費と費用便益分析の不確実性を、また感度分析によりパラメータの変動が費用算出に及ぼす影響を調べてみた。その研究成果の概要は、以下に示すとおりである。

(実績事業費 / 予測事業費)の分布はアーラン分布に近似し、平均膨張比 1.30、標準偏差 0.2862 であり、全体の 80% 以上の事例が計画時の事業費よりも増大する傾向を示す。すなわち、事業費は膨張する危険性が高く、予測事業費は確率分布で捕らえる必要があるといえる。

予測事業費が で述べた増加傾向の確率分布をもつと、費用便益比は正規分布に近いアーラン分布であらわすことができ、予測事業費が平均として 30% 上昇すると費用便益比は 20% 低下することが分かった。

したがって、現状の手続きでは計画時の予測事業費の精度が悪くなる危険性を考慮し、確率論的に予測事業費を設定し、また確率論的に費用便益分析を行うことが適当と考えられる。

【参考文献】

- 1)高崎英邦、土田敦隼、本田智久：予測事業費と費用便益分析の不確実性に関する研究、建設マネジメント研究 論文集 vol.12 2005、pp.39-46、平成 17 年 11 月
- 2)(財)国土技術研究センター：平成 15 年度 高速道路のフィジビリティスタディー検討業務報告書、平成 16 年 3 月
- 3)国土交通省道路局都市・地域整備局：費用便益分析マニュアル、平成 15 年 8 月