

道路の段階建設計画に関する一考察

京都大学工学部

正員

長尾義三

〃

学生員

○吉田哲生

1. はじめに

与件の資源の適正配分を行うに際して、時間的に分割することによって計画全体としての最適性を図ろうとするのが段階開発の趣旨である。しかしながら従来されてきたこの方式については次の問題点が指摘される。第1にこの方式の採用を決定する基準として費用面の経済性のみ重点が置かれていたこと。第2にその決定が社会状況におけるいかなる要素によってどれだけ影響されるかといった決定についての感度分析がなされていなかったことなどである。本報告は上記の問題点に着眼して、高速道路計画を一例にとって事業効果も十分に考慮した上での採択基準式を提案し、さらにこの決定が、社会的割引率、建設コスト、初期需要、需要成長率によってどのように変化するかについての考察を行っている。

2. 方式決定モデル

ひとつの上木事業の評価は新システムに移ったことによる効果(図-1)と移るのに要した費用とのかねあひにおいて論じることができる。高速道路計画においては交通状況の向上がシステム改善の目的であるから、その効果は主として走行費用の軽減、時間の短縮、事故の減少が考えられる。これらの事項が既存のまま放置されたシステムとの比較において便益として捉えられる。ここで上の各便益の数量化を試みる。いま高速道路の利用量が車線数によって変動しないと仮定する。プロジェクトの t 年次における高速道路への転換交通量および非転換交通量とそれぞれ $Q_1(t)$, $Q_2(t)$ (台/年), ふのふの走行費用と $C_1(t)$, $C_2(t)$ (円/km/台), さらに放置されたシステムの場合は全車両一律に $C(t)$ とするとこの年次における走行費用軽減額 $BC(t)$ (円/km) は(1)式のようになる。

$$BC(t) = [Q_1(t)\{C(t) - C_1(t)\} + Q_2(t)\{C(t) - C_2(t)\}] \times \frac{1}{(1+p)^t} \quad \dots (1)$$

さらに T を走行時間 (分/km) A を事故率 (件/km/台) として同様の添字を付すと、プロジェクトの t 年次における時間短縮便益 $BT(t)$ (円/km), 事故軽減便益 $BA(t)$ (円/km) は(2)式および(3)式のようになる。

$$BT(t) = Q_T \cdot [Q_1(t)\{T(t) - T_1(t)\} + Q_2(t)\{T(t) - T_2(t)\}] \times \frac{1}{(1+p)^t} \quad \dots (2)$$

$$BA(t) = Q_A \cdot [Q_1(t)\{A(t) - A_1(t)\} + Q_2(t)\{A(t) - A_2(t)\}] \times \frac{1}{(1+p)^t} \quad \dots (3)$$

(1),(2),(3)においては、社会的割引率 p を用いて現在価値額を示した。また Q_T , Q_A はそれぞれ時間短縮の貨幣価値換算額 (円/分/台), 交通事故1件あたりの被害の貨幣価値換算額 (円/件) である。ここで高速道路計画における段階建設を初年度に2車線建設を行い、同年からのちにさらに2車線を追加建設することにする。この追加建設年次を n とすると $n=0 \sim L$ (L はプロジェクトライフ, $n=0$ のときは一括建設となる) の $(L+1)$ 回の代替案が存在することになる。(1),(2),(3)式について n にかかわらず一定なもの整理するとプロジェクトにおける総便益現在価値額 PB (円/km) は(4)式で表わされる。

$$PB = C_{PB} - \sum_{t=1}^n (a_T T_1(t) + a_A A_1(t)) Q_1(t) \frac{1}{(1+P)^n} \quad \dots (4)$$

(4)式中の C_{PB} は凡にかかわらず一定の部分である。また $T_1(t), A_1(t)$ は t 年により関数形が変わる。すなわち車線数の増加によってスケールメリットが働くので 2 車線供用時における $T_1(t), A_1(t)$ は 4 車線供用時における $T_1(t), A_1(t)$ より常に大きい値をもつ。したがって $t \leq n$ である t の多い代替案ほど PB が減小するので、便益に就いては凡の大きい代替案ほど不利になる。次にプロジェクト費用は、建設工費、維持管理費に分かれるが、維持管理費は、車線数によって利用量が変動しないという仮定から追加建設の時期 n にかかわらず一定である。このことから本報告では建設工費のみを考慮し、プロジェクト費用の現在価値 PC (円/km) は次の (5) 式のようになる。

$$PC = \begin{cases} C_0 & (n=0) \\ C_1 + C_2/(1+P)^n & (n \neq 0) \end{cases} \quad \dots (5)$$

ここに C_0, C_1, C_2 は一括建設費、段階建設の初期建設費、追加建設費 (円/km) であり、手戻り費の存在から $C_1 + C_2 > C_0$ となる。ここで費用便益差 ($PB - PC$) を最大にする n を選択するとすれば

$$PV = \sum_{t=1}^n (a_T T_1(t) + a_A A_1(t)) Q_1(t) \frac{1}{(1+P)^n} + PC \quad \dots (6)$$

(6) 式を最小にする n をもつ代替案が最適代替案ということになる。

3. 感度分析

本研究では (6) 式を用いて最適追加建設年次を求めるにあたり、この年次に影響を与える社会的要素として初期需要 (Q_0)、需要成長率 (R)、社会的割引率 (P)、建設費 (C_0) を抽出し感度分析を試みた。ここで R は初期 10 年間は地域の成長率の差異を考慮して数個の値を与え、その後の 10~20, 20~30 年間については成長率の安定期に入るものとしてそれぞれ R_1, R_2 を与えることにする。(6) 式中の他の値について、 C_1, C_2 は上位計画、事業の種類によって与件として与えられ、 a_T, a_A, R_1, R_2 は広範囲に地域にわたって差がなく、また $A_1(t)$ は感度分析の結果、影響がほとんどない。したがってこれらの値は最適代替案の選択には大きく影響しないことから、既存の高速道路について調べた資料から求めた値を暫定変数として用いた。(Q_0, R, P, C_0) の 1 ケースについての結果を (図-2) に示す。さらに 1 要素のみが追加建設年次に与える影響を調べた。(図-3) は R の場合で、破線は一括建設のすが有利な部分を示す。ここで (C_0, Q_0) を固定した上で、 $n=0$ と与える (R, P) の作る曲線は、段階建設と一括建設の領域の境界を示すことになる。(図-4)。本研究では、同様の領域表示を他の 2 変数の組み合わせについても行っている。

4. おわりに

本報告では高速道路計画を一例にとり、同様のプロジェクトを他の土木事業にも適用できることが、計画の時間的効率化を図る手段として有意義である。

