

計画目標期の決定に関する基礎的研究

京都大学工学部 学生員 ○窪島 勝治
京都大学工学部 正会員 長尾 義三

1. はじめに 土木計画を策定する場合、土木施設に対する需要は絶えず時間的・空間的に変化しているため、動学的な立場からの考察が必要である。ここで特に時間軸に注目して、「何期までの需要を対象にして計画するのがよいか」という需要予測の期間と計画目標期と呼ぶ。従来、計画目標期と各期の需要量の予測値とは等価とされて、その期間内での最適投資行動を論じてきた。¹⁾ここで本研究は、計画目標期と最適投資計画を同時に決定する方法を、港湾ふ頭建設計画を例に考察する。そして計画目標期の決定に影響を与える要因として、施設の規模の経済、建設費用、手戻り率、需要の成長率とその予測の不確実性などを考えた。

2. 計画目標期の決定 第1期から将来の第 n 期(計画目標期)までに予測される需要量の増加分は、第1期から始まる施設の新規建設、または期間中の拡張に関するひとつの計画によってまかなわれるものとする。

2-1. 便益の定量化

便益は消費者余剰としてとらえる。需要は支払い対価(WTP)に影響されない非弾力的なものみなせば図-1のようになる。図の縦軸はWTPを表わし、その上限を $\bar{U}$ とする。また図中の曲線 $f(S, D)$ は、需要 D は施設規模 S によりまかなわれたときの、利用者の単位需要あたりの平均利用費用をあらわしている。第 t 期において需要が D_t 、 t 期までに建設された施設規模が S^t ($S^t = S_1 + S_2 + \dots + S_t$, S_t : t 期において建設される施設規模)のとき、この期における総便益 $B(S^t, D_t)$ は次のようになる。

$$B(S^t, D_t) = \{ \bar{U} - f(S^t, D_t) \} \cdot D_t \quad (1)$$

平均利用費用 $f(S, D)$ は次式により評価する。

$$f(S, D) = C_1 + C_2(S, D) \quad (2)$$

ここに、 C_1 は固定費用、 $C_2(S, D)$ は変動費用である。ただし $C_2(S, D)$ については3式により計算する。

$$C_2(S, D) = a \cdot \frac{\mu \cdot S^b}{(S-1)!(S\mu-\lambda)^2} \cdot \left[\sum_{n=0}^{S-1} \frac{S^n}{n!} + \frac{S^S}{(S-1)!(S-S)} \right]^{-1} \quad (3)$$

ただし $\lambda = D/b$: 到着率, μ : サービス率, $S = \lambda/\mu$: 利用率, S : バース数, a, b : 定数

(3)式中の係数 a, b, μ の数値は参考文献2)より求めた。一方、施設提供者の t 期における建設費用は $I_t = I_t(S_t)$ でありこれを建設投資と呼ぶ。

Katsuji Kasashima, Yoshimi Nagao

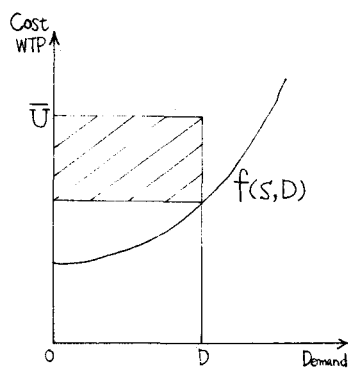


図-1 便益

2-2. 需要予測の不確実性

需要の予測時系列は初期需要を D_0 、成長率を r とし次式で表わす。

$$\bar{D}_t = D_0 \cdot \{ (1+r)^t - 1 \} \quad (4)$$

ここで需要の実現値 D_t は予測時系列の周辺に正規分布していると仮定すれば、大期における需要予測の期待値 $E(D_t)$ は、需要 D_t の確率密度関数 $P_t(D_t)$ を用いて表わせる。

$$E(D_t) = \int_{-\infty}^{\infty} P_t(D_t) \cdot D_t \cdot dD_t \quad (5)$$

$$P_t(D_t) = \frac{1}{\sigma_t \sqrt{2\pi}} \cdot \exp \left[-\frac{1}{2} \cdot \left(\frac{D_t - \bar{D}_t}{\sigma_t} \right)^2 \right] \quad (6)$$

$$\sigma_t = B \cdot \bar{D}_t \quad (B: \text{定数}) \quad (7)$$

2-3. 評価基準③

建設投資は計画目標期の期までに行い、それ以後の耐用年数 n (期間には投資はしないものとする)。また n 期間の間は第 n 期での便益が継続して発生していると仮定する。このとき単位需要あたりの毎年等価純便益 R_n を求め、そのうちで最大値を与える n を最適な計画目標期 m^* とする。同時に最適投資行動 $I_0, I_1, \dots, I_n$ も求められる。すなわち

$$R_n = \max_{I_0, I_1, \dots, I_n} \left[\sum_{t=1}^n \int_{-\infty}^{\infty} P_t(D_t) \cdot \frac{B(S^t, D_t) - I_t}{D_t} \cdot \left(\frac{1}{1+i} \right)^t dD_t \right] \quad (8)$$

$$+ \sum_{n=1}^m \left[\int_{-\infty}^{\infty} P_n(D_n) \cdot \frac{B(S^m, D_n)}{D_n} \cdot \left(\frac{1}{1+i} \right)^n dD_n \right] \cdot \frac{i \cdot (1+i)^{m+1}}{(1+i)^{m+1} - 1}$$

$$R_n^* = \max_{n^*} \{ R_n \} \quad (9)$$

ただし i は社会的割引率である。

3. 結論

数値計算の結果得られた結論を項目ごとに列挙する。

3-1. 施設の規模の経済について

単位需要あたりの平均利用費用はバース数を増加させた方が低くなる(施設の規模の経済)。需要量 Q が大きくなると、規模の経済をはたらかせた方が有利である。

3-2. 建設費用と手戻り率について

1バースあたりの建設費用が大きいほど計画目標期は長くなり、また次の投資行動までの期間も長くなる。手戻り率が大きいほど一括して建設しようとする傾向にある。

3-3. 需要の成長率とその不確実性について

成長率は5, 7, 9%で計算したが、成長率が大きいほど計画目標期は短くなる。また β の値が大きいほど、すなわち予測分布の分散が大きくなり不確実性が増大するほど、計画目標期は短くなる。また単位需要あたりの費用も増加してくる。

3-4. 社会的割引率について

社会的割引率が大きいほど計画目標期は短くなる。
なお計算結果は講演時に発表する。

参考文献

- 1) 長尾義三, 森村寿芳, 吉田哲生: 非弾性需要のちにおける段階建設について 土木論文報告集, No. 250, 1976
- 2) 京都市起点施設研究会: 京都市標準能力調査報告書, 1968
- 3) 竹内廣行: 需要の不確実性と考慮した計画目標期の決定 京都市標準研究, 1978