

京大・工学部 学生員の竹内 廣行
 京大・工学部 正員 長尾 義三
 京大・工学部 正員 浅岡 顕

1. はじめに

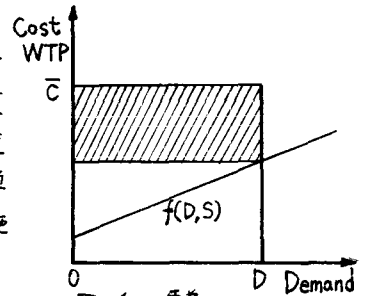
需要は時間とともに変化するため、いつどれほどのものをつくるかという時間軸に沿った動的な計画が必要となる。いったい何期先までの需要を対象に計画すれば効果的な計画ができるかという需要予測の期間を計画目標期と呼ぶことにする。従来、計画目標期とそれまでの期間の需要の予測値とは、その計画に対しては、確定的な与件とされていて、その期間内で施設の建設計画が考察されている。本研究は、港湾の埠頭建設計画における計画目標期の設定について考察し、施設の規模の経済、建設費用における手戻り率、社会的割引率、需要の時間的な成長率とその予測の不確実性、施設の耐用年数などがいかに計画目標期の設定に影響するかを調べる。

2. 計画目標期決定の1方法

施設を利用する需要は時間とともに増大すると考える。また施設はその規模とそれを利用する需要量によって定まるサービス能力をもっているとする。現在を第1期とし、将来第n期までに予測される需要の増分は第1期からスタートする施設の新規建設または拡張に関するひとつの計画によってまかなわれるとする。第n期以後はその間に出来上った施設がn期における需要量をL期間(耐用年数)さばき便益を発生しつづけるとする。第n期(計画目標期)以後の需要量の増大は第n+1期からスタートする同様の新しい計画によってまかなわれるとする。この新しい第2の計画には最初の計画期間中に得られた需要の実績値も新しく将来の需要予測に用いられる。

2-1. 便益

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のみとし、図-1に示すように、需要D軸に直角の直線で表わす。図の縦軸はWTPを表わし、その上限をCとする。図-1の直線f(D,S)は需要がDで、同期における施設規模がSのときの利用者の単位需要あたりの平均利用費用を表わしている。第j期において需要がD_j、施設のストックS^j(S^j=S₁+S₂+……+S_j)のとき、この期の総便益は、



$$B_j(D_j, S^j) = (C - f(D_j, S^j)) \cdot D_j \quad (1)$$

ここで、単位需要あたりの平均利用費用f(D, S)は、Sをバース数、Dを取扱貨物量として、

$$f(D, S) = f_0(S) + f_1(S) \cdot D \quad (2)$$

$$f_0(S) = 360/\sqrt{S} \quad (\text{円/トン}) \quad (3)$$

$$f_1(S) = (10 + 250 \exp(-0.5 S)) \times 10^{-4} \quad (\text{円/ト}^2) \quad (4)$$

(2)式の第1項は、維持管理費用や外部不経済のうち需要量に関係しない項で、第2項は利用者の混雑費用や外部不経済のうち需要量に関係する項である。(3)(4)の数値は昭和40年資料から定めたものである。一方第j期にあらたに建設する施設をS_jとするとこのための建設費用はI_j=I_j(S_j)であり、これを建設投資と呼ぶ。

2-2. 需要予測の方法

過去の需要の時系列データをD⁰=(……, D₂, D₁, D₀)とする。t_j期における需要D_jを次式で予測する。

$$D_j = \alpha t_j + \beta + \eta \quad (\eta = N(0, \sigma^2)) \quad (5)$$

過去のデータから得られるモデル(5)の未知パラメータθ=(α, β, σ)の事後分布をπ(θ|D⁰)と書くことにする。(したがって過去の需要のデータD⁰によって、任意のj期の需要の予測確率密度関数は次のようになる。

$$P(D_j | D^0) = \int_{\theta} P(D_j | t_j, \theta) \xi(\theta | D^0) d\theta \quad (6)$$

ここで $P(D_j | t_j, \theta)$ は、 t_j とパラメータが与えられたときの需要 D_j の確率密度関数である。

2-3. 評価基準

計画目標期を n 期とし、それ以降の耐用年数を l 期間とする。ただし耐用年数 l 期間の間は、第 n 期での純便益が継続して発生していると仮定する。そして耐用年数 l 期間の間は投資しないものとする。このとき計画目標期 n を固定して単位需要あたりの毎年等価純便益 R_n を最大にする投資時系列と R_n の最大値とを D.P. の手法により求めておく。そして n を種々変化させ R_n の最大値を与え n を最適な計画目標期 n^* とする。このとき同時に最適な投資時系列 I_1, I_2, \dots, I_{n^*} ももたまっている。すなわち

$$R_n = \max_{I_1, I_2, \dots, I_n} \left[\left(\sum_{i=1}^n \int P(D_i | D^0) \left(\frac{B_i}{D_i} - \frac{I_i}{D_i - D_{i-1}} \right) \left(\frac{1}{1+r} \right)^i dD_i \right. \right. \\ \left. \left. + \sum_{i=n+1}^{n+l} \int P(D_n | D^0) \frac{B_n}{D_n} \left(\frac{1}{1+r} \right)^i dD_n \right) \frac{r \cdot (1+r)^{n+l}}{(1+r)^{n+l} - 1} \right] \quad (7)$$

$$R_n^* = \max_{n^*} [R_n] \quad (8)$$

上式で r は社会的割引率である。

3. 計画のダイナミズム

種々の数値計算の結果得られた定性的な結論を列挙する。

3-1. 施設の規模の経済

単位需要あたりの平均利用費用は (3)(4) 式においてパス数 S を大きくしたほうが小さくなる (施設の規模の経済)。 S を大きくするように投資を促し、したがって計画目標期を長くとうとうとする。

3-2. 建設費用における手戻り率

これは、施設を分割してつくるよりは、一括してつくるように働く。手戻り率を 1 パスあたりの建設費用に対して 0%, 50%, 100% として種々計算したが、手戻り率が大きいほど計画目標期を長くとうとうと働く。

3-3. 社会的割引率

これは 3%, 9%, 15% として計算したが、社会的割引率の大きいほど計画目標期を小さくとうとうと働く。

3-4. 需要の時間的な成長率とその予測の不確実性

需要予測そのものは (5) のような線形式で行なわれる。しかし、2. の冒頭でのべたようにこのような計画をくりかえすときには、得られる需要のデータをロングタームでながめると、これらは必ずしも時間に対して線形 (増加率一定) ではない。くりかえされてゆく将来の計画についていえば、需要の増加率が暫時低減する場合のほうが、高度成長時のように暫時増大する場合よりも計画目標期が長くなる。すなわち需要の増加率が暫時増大するときは、追いかけ型建設に近づく。予測の不確実性は、計画目標期を短くするほうに働く。

3-5. 施設の耐用年数

これを大きく考慮するほど計画目標期は短くなる。とくに耐用年数が長く、その間に確実に便益を発生しつづけるとすると、長い計画目標期をもった一括または段階建設より、むしろ追いかけ型の建設方式に近くなる。

数値計算例の詳細は講演時に発表する。

参考文献

1. 高田：段階的港湾投資計画に関する基礎的研究。京都大学修士論文 1971
2. 長尾，森杉，吉田：非弾性需要のもとにおける段階建設について。土木学会論文報告集 No. 250 1976
3. 長尾，浅岡，西田：計画期間設定のための港湾取扱貨物量の時系列解析。年次学術講演会 1977