

代替案의 原價見積과 限界分析 —Cost Estimating and Marginal Analysis for Alternatives—

李 根 熙*
朴 商 敏**

Abstract

This paper concerns with the decision maker has the job of forecasting capital investments and operating expenses to aid the decision making in choosing and evaluating present, annual and future alternatives.

The cost estimating function eventually analysis, evaluates and choose the alternatives. And also, the marginal analysis performed originally from a preliminary design of some sort, and eventually plans are made to investigate investment possibilities.

This paper provide the discounted net cash flows and the present, annual and future worth methods. In despite of any choice for an analytical methods, there remains the problems of predicting and assessments certain future events.

Therefore, these models dealing with the optimal plant sizing, equipments replacement, and lease or buy will be discussed.

1. 序 論

原價見積은 設備, 裝備, 工程, 建設, 시스템등 모든 代替案에 대한 必要性의 認識에서 부터 出發되어야 한다. 即, 모든 投資計劃은 未來의 行動을 事前에 決定하는 것이기 때문에 時間의 經過와 함께 發生하는 여러가지 不確實한 條件을 無視할 수 없다. 특히 投資決定은 將來의 利益을 目標로 하여 資產에 資本을 長期的으로 投資하는 것을 의미하므로, 投資計劃을 수립할 경우에는 現金의 流入과 流出, 資本コスト의 變動등 長期의 未来의 不確實한 狀況을 可能한 한 正確하게豫測하고 그豫測을 基礎로 해서 合理的인 意思決定을 하여야 한다.

그러나 不確實한 未來의 狀況을 客觀的으로 正確하게豫測한다는 것은 매우 어려운 일이다.

따라서 代替案에 대한豫備的 技術計劃의 着手 또는 効果的인 實行 方法에 대하여 必要한 資源의豫算情報 를 確保하여야만 한다. 作業, 製品, 프로젝트 또는 시스템의 計劃 및 實行에 所要되는 時間은 狀況에 따라 變하여 이를 管理하는 것은 어려우며 따라서 合理的인 管理技法이 要求된다. [6] 또한 設計는 初期段階에서 부터 特定한 形式이나 形態를 지니는 것이 아니므로 問題에 대한 定義를 確實하게 하고 概念을 把握하여 工學的 Model을 設定하고, 最終 設計를 評價하는 順序로 하나의 投資 代替案을 開發하여 나가야 한다.

따라서 作業原價, 製品價格, 프로젝트 收益, 시스템의 有效性에 대한 見積은 財務的으로 重要한 意味를 갖게 된다. [1]

豫備見積은 追加 計劃이 必要하게 되므로 점차적으로 詳細한 見積이 수립되어야 한다. 見積의 信賴性이 크면, 특히 投入 資本이 利用 可能한 資源과 比較하여 크다면 資金 支出에 대한 問題는 代替案의 實行上 調整된 意思決定이 可能하다. [2]

本 研究에서는 技術的 實行 可能性과 其他 物的 서비스에 대한 條件은 주어지고, 原價分析은 考慮되지 않는 것으로 假定했다. 또한 評價를 要하는 프로젝트 設計가 相異하고, 技術 計劃의 設計에 差異가 있어도 代替案의 比較 基準은 共通으로 하였다.

*漢陽大學校 產業工學科 教授

**仁川大學校 產業工學科 助教授

代替案의 原價見積은 設計案에 危險資本(Venture Capital)의 必要 尺度를 提示하여야 한다. 그러나 資本費用(Capital Cost)의 經濟的 結果가 重要하다. 여기에서 基本的인 考慮事項은 設計, 資本, 收入, 支出 및 時間 등이다. 또한 財務安定性과 資本 投資에 대한 所得은 未來의 收益에는 影響을 미치지 못한다. 그러나 適合한 場所에 工場을 建設하고 經濟的인 工程, 機械, 設備, 에너지, 原材料 등 生產要素를 投入하여 製品을 生產하고, 分配할 수 있도록 意思決定을 할 수 있다.

2. 原價見積

資本을 工場, 設備, 시스템등에 投資하는 目的是 投資를 超過하는 資金을 回收하는 데 있다. 따라서 이 資本은 生產의이고 收益을 가져온다고 假定한다. 効率(Efficiency)로서 表현하면 이는 投入과 產出의 比率이 되며, 여기에서 物理的 効率과는 달리 經濟的 効率은 長期의인 成功과 100%를 超過하여야만 한다. [5]

原價 또는 價格과 같이 投資에 대한 報酬도 總金額, 販賣收益率, 投資에 대한 年間收益率 등 여러 指標로 나타낼 수 있다.

原價見積의 目標는 企業의 全般的 資金事情인 費用과 收益의 純變化를豫測하여 代替案을 分析하고 評價하며, 未來 狀況의 相互作用을 測定하고 研究하여 實際의 定量的(Quantitative)인 資料를 구하는 데 있다. 따라서 貨幣의 收益力(Earning Power)과 時間의 價值(Time Value)의 變化를 考慮하여야만 한다. [4]

2.1 資料蒐集類型

代替案 原價見積의 첫 段階는 資料의 蒉集으로 부터 始作되며, 現金 流과 時期 및 最低要求報酬率(MARR)의 決定이 包含되어야 한다. 現金 流은 過去의 資料, 測定된 資料, 政策의 資料의 세 類型으로 分類하여 決定될 수 있다. [7]

過去의 資料는 企業의 利益, 損失, 作業費用, 등 過去의 財務諸表, 見積資料 등의 記錄으로 부터 수집한다. 測定 資料는 作業에 대한 見積으로 作業費用에 包含되지 않은 費用과 資材節減의 不規則한 流에 대한 資料를 求할 수 있다.

政策의 資料는 豫測, 展望, 市場情報 및 有關機關등에서 수집하며, 특히 프로젝트 見積에 有用하다.

MARR에서의 報酬率 i^* 는 貨幣의 時間의 價值를 나타내는 變數로 意思決定에 重要한 寄與를 한다. 一般的으로 投資에 利用할 수 있는 資金은 制限의이나마 既知이어야 한다. [3]

原價見積을 위한 情報 資料를 수집하기 위한 一般的 過程으로 다음을 考慮한다. [7]

1. 適合한 未來의 資料를 指定해야 한다.
2. 貨幣의 時間의 價值를 考慮한다.
3. 共通의 測定手段(現金等)을 比較基準으로 한다.
4. 現價, 年價 또는 終價로 각 代替案의 比較基準을 同一하게 한다.
5. 差額의 收益과 費用은 總收益과 費用과는 다르게 取擇한다.

2.2. 利子係數와 比較基準

代替案의 投資分析은 貨幣의 收益力과 時間의 價值에 關點을 두어야 한다. 貨幣의 時間의 價值는 投資에 의하여 產生되는 追加의 現金流에 대하여 複利로 適用된다. 이 概念은 現在 利用이 可能한 資金뿐만 아니라 未來에 生產의으로 使用될 수 있는 資金에 대해서도 價值를 貸與할 수가 있다. 基本의적으로 貨幣의 時間의 價值는 單利로 始作되나, 借入期間이 여러 利子期間에 걸칠 때에는 利子가 每 利子期間末에 計算된다. 따라서 이 경우에 誘導되는 利子係數는 年末에 支拂되고 또 年間複利로 利子가 計算되는 경우로 年間複利의 利子公式이 適用된다. 그러나, 利子를 1年內에 여러번 支拂하게 되는 경우에는 離散型(Discrete Compounding)의 경우, 即 不連續支拂의 경우에는 連續複利-離散支拂의 利子公式을, 連續型(Continuous Compounding)의 경우, 即, 貨幣去來가 一年中 均等하게 連續的으로 發生하는 경우에는 連續複利-流動支拂의 利子公式을 適用한다. 이에 대한 利子公式은 支拂形態와 複利計算形式에 따라 分類할 수 있으며, 目的에 付合되도록 이들 利子公式을 適合하게 利用할 수가 있다. [5]

그러나, 이들 利子公式이 모든 경우에 有用하다고는 할 수 없다. 即, 어떤 方法은 適用하는 데 制限이 따르기 때문이다. 이러한 方法들은 資料가 明確하게 주어 졌을 때, 그리고 이들의 解가 同等하게 有用하다고 理解될 때 다음의 方法을 提示할 수가 있다. 即, 代替案의 比較基準으로 現在價值, 年次等價, 資本化等價, 終價,

報酬率, 回收期間,豫想價值, 收益·費用比率 등의 方法이 있다. 이들 比較基準은 各己 代替案을 比較 基準할 수 있는 體系的 基準方法이며, 어떤 比較基準을 使用하느냐에 따라 決定基準은 달라진다.

이들 方法들은 投資의 다른 要素를 測定할 수 있으며, 따라서 이러한 方法은 相異한 評價로 나타나게 되지만 結果는 同一하게 된다. [5] 即,

$$\frac{PW(i)_A}{PW(i)_B} = \frac{AE(i)_A}{AE(i)_B} = \frac{FW(i)_A}{FW(i)_B}$$

2.3 MODELING

미리 설정된 기간에서純現金流入의 報酬率와 未來의 一定期間동안 資本에 대하여 설정한 利子率 i에서 費用을 除한 超過收益의 正味現價와 주어진 利子率 i로 初期投資를 모두回收하는 데 必要한期間을 產出하기 위하여一般的인 MODEL을 提示하면 다음과 같다.

P_x; x年의 現在價值

S_k ; k 年의 收益

C_k ; k 年의 總費用

A_k; k年의 減價償却費

F_s;殘存價值

i: 實質利率

t;所得稅率

이 MODEL에서 利益과 所得率, 年間收益, 費用, 減價償却費, 積立金 등과 時間의 變動과 方法을 決定하는데 充分히 融通性을 지닌다. 따라서 이러한 要因들로 인하여 有用한 프로젝트 MODEL의 成立될 수 있다. 式(1)에서 첫 項은 減價償却費를 除外한 費用에 대한 收益의 順次在價值를 나타낸다. 둘째 項은 減價償却費에 대한 稅金效果(TAX EFFECT)를 나타낸다. 셋째 項은 資產의 殘存價值에 대한 現在價值를 나타낸다. 여기에서 變數 S_k , C_k , A_k , F_s 등은 每年 相異한 價值를 갖게되나 平均價值를 求하면 MODEL의 單純化가 可能하게 된다.

또한 이 MODEL에서는 未回收殘額이나 純現金흐름 狀態를 確認할 수 있으며 보다 擴張할 수가 있다. 現金흐름 狀態는 미리 設定된 利子率 i로 0時點에서 割引된다. 따라서 이 MODEL에서 初期資產價值와 割引된 收益과 算價가 되는 期間을 求할 수가 있다. 또한 이 分析形態의 修正은 賃貸對購買의 比較節次를 行한 後 提示되어야 한다. 이 경우 收益은 0으로 推定되게 된다.

다음의 **그림1.**은 **未回収残額의** **割引된** **現金흐름** **圖表의** **形態를** **나타낸다.** 이는 **初期와** **期間末 사이의** **現金흐름** **形態를** **圖示한** **것으로** **技術設計, 研究開發, 建設, 固定資產의 購入 등** **擴張期間이** **制約되는** **代替案에** **대한 것** **이다.**

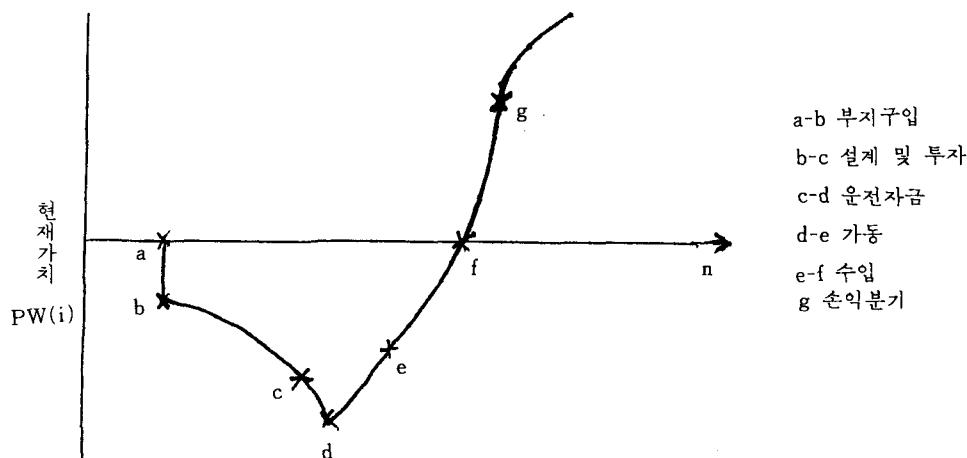


圖1. 現金흐름

그러나,一般的 MODEL의 利子率 i 는 年間實質利子率이므로 年間連續複利로 利子가 計算되는 경우에는 名目利子率 r 을 考慮하여야 하므로 式(1)을 다음과 같이 連續複利 MODEL로 修正하여야 한다.

$$P_s = (1-t) \left[\int_0^N |S(k) - C(k)| e^{-rk} dk \right] + \int_0^N A(k) e^{-rk} dk + F_s(N) e^{-rN}. \quad (2)$$

$S(k)$;連續收益函數

$C(k)$;連續費用函數

r;名目利子率

N:壽命期間

$A(k)$:減價償却費連續函數

即, 이 MODEL은 $S(k)$, $C(k)$, $A(k)$ 와 같이 連續函數를 考慮하였으므로, 이러한 現金흐름 函數가 設定될 수 있다면 代替案 分析을 위한 經濟性工學의 分析方法은 代數的 處理가 可能하게 된다.

即, 資金率引上, 價格과 利益의 減少, 인플레이션과 디플레이션의 壓力 등을 反映하는 MODEL의 成立이 可能해지며, 컴퓨터의 活用으로 이러한 MODEL의 動的 適用으로 動的인 見積(Dynamic Cost Estimating)을 提示할 수 있다.

MODEL의 式(2)에서 現在價值 P_x 는 一括支拂連續復利現價係數(Single-payment present-worth factor) $\left[\frac{1}{e^{rm}} \right]$ 로 割引하고 總壽命期間 N 에 걸쳐 積合하여 求한다. 따라서 所得稅로 因한 修正된 純利益은 實際의 純現在價值를 提示하게 된다. 減價償却費, 收益, 費用, 殘存價值 등과 P_x 와의 N 年後의 連續函數의 現在價值는 圖2와 같이 나타나게 된다.

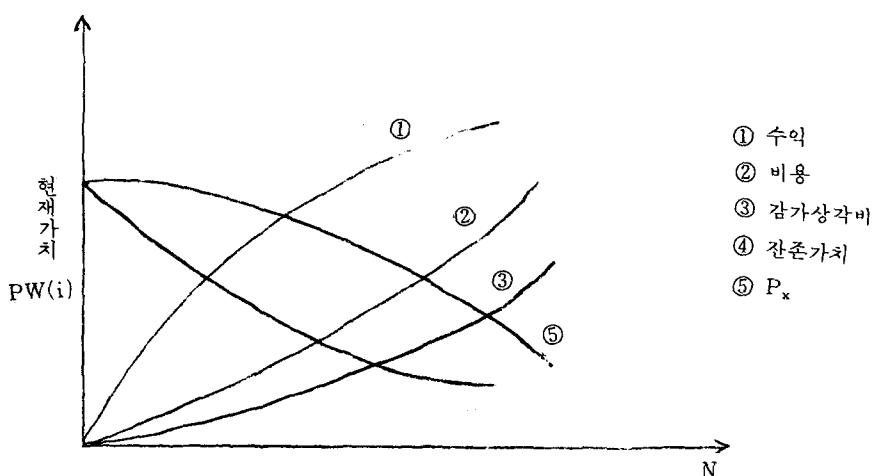


圖 2. 連續函數的 現在價值

式(2)에서 連續函數인 $S(k)$ 와 $C(k)$ 의 特性은 常數, 線型 또는 非線形일 수 있다. 即, 期間 N 에서 販賣가 線型인 경우 b_0 가 初期價値이고 收益의 販賣額에 대한 年間 기울기가 a_s 이면 $a_s k + b_0$ 로 나타낼 수 있다. 費用도 線型인 경우라고 하면 같은 方法으로 整理할 수 있다. 여기에서 收益만 線型 增加한다고 假定하면

이 된다. 여기에서 所得稅와 減價償却을 除外하면

여기에서 收益과 費用을 簡純화하면

$$S(N) = C(N) \equiv h_0 = C_0$$

와 같이 期間末의 流動現金흐름으로 나타내 숙 있다

여기에서考慮해야 할事項은 現價로서의 代替案의 總金額과 代替案의 經濟的壽命으로 總費用은 年度末의 總原價로 나타나 진다.

3 限界分析

$S(k)$, $C(k)$ 와 $A(k)$ 가 連續函數이고 微分 可能이면 다음에서 現在價值 P_x 의 最大值를 구할 수 있다.

$$R_T = m \cdot R_v + R_f \quad \dots \dots \dots \quad (8)$$

C_T ;總原價

C_v ;變動費(單位當)

C_f ; 固定費(期間當)

R_T;總收益

R_v:變動收益(單位當)

R₅固定收益(期間當)

m:總單位數

여기에서 總收益과 總費用의 交叉點은 $dR_T/dm = dC_T/dm$ 에서 구할 수 있으며, 이는 代替案의 評價에서도 有用하다.

現在價值 P_x 의 最大值는 式(2)를 N에 대하여 1次 微分한 後 0으로 하여 구한다. 여기에서 N에 대한 解는 最適의 代替案의 經濟壽命을 意味한다. N이 決定되면 最大現價를 구하기 위해 式(2)로 變換시킨다. 여기에 單位 대식 年度로 하여 $dR_T/dn = dC_T/dn$ 을 代入하면,

$$\frac{dP_x}{dN} = [(1-t) \{S(N) - C(N)\} + tA(N) - rF_s(N) + \frac{dF_s(N)}{dN}] e^{-rN} = 0 \quad \dots \dots \dots \quad (9)$$

따라서 式(9)를修正하면 限界利益=限界損失이 구해진다.

$$(1-t)[S(N) - C(N)] + tA(N) = rF_s(N) - \frac{dF_s(N)}{dN}$$

各項은 N값은 대체에 의해 평가되고 난 후에 적정의 N값이 式(10)을 이용한施行錯誤의 결과로 나온 값에 따라 알수 있다. 最大現價에 대한 經濟壽命은 式(10)의 左側項에 있는 所得稅 空除後의 年間限界收益이同一한期間의 年間限界 損失과 均衡을 이를 때 발생한다.

限界損失은 初期運轉資金과 殘存價值에 대한 利子와 그期間의 殘存價值에 대한 變化 即, 損失이 되며 N 은 代替案의 期待 經濟壽命이 된다. 但, 每年一定한 減價償却을 適用하여, 報酬率은 MARR 보다 높을 것이 要求되어 지며, 所得稅가 計算의 一部가 되면 이는 實際의 現金흐름이 된다.

圖3.은 純利益과 純損失의 크기가一致되는 점에서 代替案의 最適壽命이 구해 점을 보여 준다.

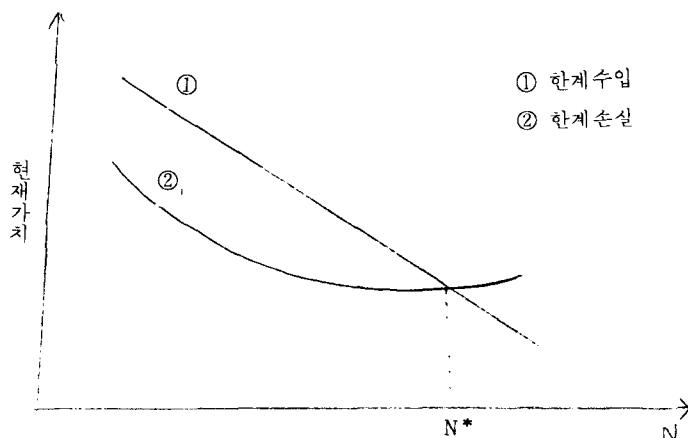


圖3. 代替案의 最適壽命

4. 代替案의 選定MODEL

正味現價와 報酬率의 MODEL은 同一한 서비스를 提供하는 競爭 代替案 中에서 프로젝트 見積에 대한 意思決定이 可能하다. 그러나, 壽命이 다른 경우나 서비스 期間中の 代替案 選定은 基本MODEL을 修正하여야 한다. 更新의 特性은 現存資產과 同一하여도 서비스 形態는 代替案의 經濟壽命을 超過하여야 된다고 期待된다. 更新分析에서 所得稅를 考慮하는 不連續 MODEL을 假定한다면 다음과 같이 MODEL을 修正하여 設定하여야 한다.

한다.

$$P_x = P_i + (1-t) \sum_{k=1}^n \left\{ \frac{C(k)-S(k)}{(1+i)^k} \right\} - t \sum_{k=1}^n \frac{A(k)}{(1+i)^k} - \frac{F_s(N)}{(1+i)^N} \quad (11)$$

P_i : 初期投資額

式(11)은 減價償却에 대한 稅金效果와 利益에 대한 所得稅 負擔을 考慮하고 純費用의 現價 P_x 를 나타낸다. 여기에서 서비스의 純費用은 0 또는 陰이어야 한다. 式(11)에서 $\frac{C(k)-S(k)}{(1+i)^k}$ 는 所得稅를 適用하는 一定期間에서는 $\frac{A(k)}{(1+i)^k}$ 의 絶對值보다 陰의 값이 커야만 한다. 또한 利益性의 MODEL인 式(1)의 $P_x=0$ 에 대한 報酬率를 決定한다. 여기에서 式(11)은 利子率 i 를 考慮한 推定이 이루어 지고 代替案의 比較에 대하여는 同一한 N 이 設定된다. 따라서 서로 다른 壽命을 갖는 代替案에서 現價를 比較하는 것은 適合하지가 않다. 그러나 이들 代替案에 대한 現價分析이 바람직하다면 經過期間이 同一할 때까지의 壽命의 期末에서 각 資產이 回收된다고 假定하여 分析이 可能하다. 또한, 残存價值는 意思決定에 影響을 미치는 경우가 많으나 이는 利子率과 年數에 因素하기 때문에 未知의 資金이 意思決定에 影響이 있으나 代替案의 原價見積에서 残存價值에 대한 精度는 初期費用이나 運轉資金과 같이 重要하지는 않다.

5. 結論

代替案의 原價見積時 現在와 未來의 代替案을 選定하고 評價하는 意思決定을 하기 위해서는 資本投資와 運轉費用을 豫測하는 作業이 必要하다.

見積機能은 代替案에 대한 分析과 評價와 選定이라 할 수 있다. 分析은 어떤 種類의 豫測 設計로 부터 始作되고 計劃은 投資의 可能性을 檢討하는 것이다. 本研究에서는 割引現金흐름과 現價法에 대하여만 다루었으나, 未來의 事象에 대하여 豫測하는 方法의 研究가 남아 있다. 即, 適正 工場規模, 設備更新, 貸貸 또는 購入 등을 다루는 MODEL의 研究가 提示되어야 한다.

參考文獻

1. D. Techroew, A. Robichek and M. Montalbano(Jan, 1965), 'Mathematical Analysis of Rates of Return under Certainty', Management Science Vol. 11, No. 3, pp. 395-403.
2. D. Teichroew, A. Robichek and M. Montalbano(Nov. 1965), 'An analysis of Criteria for investment and Financing Decising under Certainty', Management science Vol. 12, No. 3, pp. 151-179.
3. Euoene L. Grant, W. Grant Ireson and R. S. Leavenworth(1982), 'Principles of Engineering Economy', 7th ed., John Wiley & Sons, Inc., N.Y., pp. 94-116, pp. 276-310.
4. F. S. Hiller(Jan. 1965), 'Supplement to the Derivation of Probabilistic Information for the Evaluation of Risky Investments', Management Science Vol. 11, No. 3, pp. 485-487.
5. H. G. Thuesen, W. J. Fabrycky and G. J. Thuesen(1977), 'Engineering Economy', 5th ed., Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, pp. 6-7, pp. 61-94, pp. 135-247.
6. J. T. Porterfield(1965), 'Investment Decisions and Capital Costs', pp. 114-145.
7. Phillip, F. Ostwald(1974), 'Cost Estimating for Engineering and Management', Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, pp. 195-223, pp. 311-354.