

# 經濟性工學의 限界에 關한 考察

(A Study on Limiting Factor of Capital Assets Investment Calculation)

金 成 執\*

## <Abstract>

For investment calculation of capital assets, it is desirable to grasp the limiting factors of its calculation. The limiting factors can be listed as follows:

- ① difficulty in estimating the service life of capital assets.
- ② difficulty in estimating the receipts, and operating and maintenance expenses of the project.
- ③ difficulty in determining common Minimum Attractive Rate of Return.
- ④ difficulty in estimating the salvage value of the assets.
- ⑤ some limiting factors on present worth calculation of the projects.
- ⑥ Some limiting factors on payout period method of the economic calculation.

## 1. 序 論

經濟性工學(Engineering Economy)은 1930년에 Grant와 Ireson에 의한 著書 Principles of Engineering Economy가 出版된 이래로 여러 學者들에 의하여 부단히 발전을 계속해 왔다고 하겠다.

그러나 이들 經濟性計算 역시 基本的으로 貨幣의 時價의 價値(Time value of money)에 의한 設備投資經濟性計算에 중점을 두고 있는 것도 사실이다.

우리나라의 企業에서는 이 經濟性工學을 適用하고 있는 例는 극히 드문 것 같다. 이는 우리나라 企業이 이 經濟性工學에 대한 관심과 이해가 不足한데도 원인이 있겠지만 經濟性工學을 適用함에 있어서 여러 가지 困難한 점도 있기 때문이라 하겠다.

이러한 問題點에 대해서는 어떤 假定을 設定하지 않으면 안된다. 따라서 이 假定을 벗어나면 다른 方策을 강구할 必要가 생기게 되는 것이다. 그러므로 經濟性工學의 適用限界를 明確히 규정해 둘 필요가 있는 것이다.

## 2. 研究範圍

여기서 經濟性工學을 Engineering Economy와 同義語로 解釋하여 설명하기로 한다. Grant도 그러했지만 經濟性工學의 中心的 課題는 역시 設備投資에

관한 經濟計算이며 이 연구에 있어서도 設備投資에 관한 經濟性計算問題에 限定하기로 한다.

## 3. 投資經濟性計算의 方法과 共通의 限界

設備投資 經濟性計算에서 현재 사용하고 있는 基本의 方法으로서는 貨幣의 時間的 價値를 考慮한

- ① 年間等價法(年價法: Annual Equivalent method)
- ② 現在價値法(現價法: Present-worth method)
- ③ 投資利益率法(Rate of return on investment method)
- ④ 回收期間法(Payout period method)을 들 수 있다.

이러한 經濟計算의 方法을 適用함에 있어 다음 4가지의 共通의 限界가 중요한 것으로 제시될 수 있다.

### (1) 設備의 壽命豫測의 限界

事業(Project)의 壽命 또는 設備의 壽命에 의하여 利益計劃이 크게 영향을 받는다는 것은 잘 알려진 사실이다.

經濟計算은 將來의 긴 壽命期間에 있어서 投資利益에 관한 意思決定에 適用되는 것이므로 壽命이 명확히 決定되지 않으면 이들 經濟性計算方法은 전부

\* 漢陽大學校 工科大学 副教授

큰 誤差를 가져오게 된다. 그러나 현실적으로 設備(또는 Project)의 壽命을 정확히 추정하는 것은 困難한 問題로 알려져 있다.

물론 物理的 機能劣化(Physical impairment)에 의한 機械壽命의 決定法으로는

① 法人稅法 施行規則 別表에 掲載된 稅法上的 耐用年數를 이용하거나

② 類似한 設備의 壽命分布(Retirement frequency curve)<sup>1)</sup>上的 平均壽命을 採用할 수 있겠으나 對象으로 하는 設備의 壽命이 반드시 稅制上的 壽命이나 壽命分布上的 平均壽命과 一致되는 保障은 없는 것이며 특히 性質이 다른 새로운 設備에 있어서는 더욱 壽命을 豫測하기가 어렵다.

더우기 技術進步에 따른 陳腐化(Obsolescence)라든가 需要의 變化에 의한 不適合化(Inadequacy)가 隨伴할 경우의 設備壽命의 推定은 더욱 困難한 것이 된다. 따라서 여기에 經濟計算上 하나의 限界가 존재한다.

### (2) 年操業量(稼働率) 豫測의 限界

設備의 稼働率 여하에 따라 作業 cost는 직접 영향을 받는다. 그러나 이 稼働率은 基本的으로 企業의 販賣豫測에 의존하는 것으로 그 販賣豫測의 가능성에는 限界가 있다.

#### ① 收益豫測의 困難性

販賣豫測에 있어서는 既存製品의 경우는 어느 정도 豫測이 가능하나 壽命기간내의 現 狀態에 대한 豫測에는 정확성이 유지된다는 保障은 없다. 더우기 新製品의 販賣豫測은 더욱 困難한 것이다.

#### ② Cost의 推定

初期投資費(First cost)는 현재 시점에서의 費用推定이므로 비교적 正確성을 유지할 수 있으나 年間運營維持費(Annual Operating and Maintenance Cost)의 추정은 그리 용이한 일이 아니다. 물론 稼働率이 一定하다고 假定하고 類似한 設備의 費用行態(Cost behavior)에 의하여 어느정도 推定할 수 있겠으나 稼働率이 매년 變動하는 경우에는 費用推定이 困難하며 특히 全然 異質의인 새로운 設備의 경우에는 費用推定이 困難한 경우가 많다.

### (3) 割引率決定에 대한 限界

經濟性工學에서 投資價値를 평가할 때에는 주어진 資本 Cost 또는 企業의 機會費用을 가지고 貨幣의 時間的價値를 고려하는 방법을 사용하고 있다. 이를 割引率, 計算利率, 또는 最低報酬率(Minimum Attractive Rate of Return: MARR)이라고 하며 이는 投資를 위한 最少限度の 報酬率을 가리키기 때문에

投資決定을 위한 基準이 된다. 이 이하의 報酬率을 가져오는 投資代替案은 拒否(Reject)하게 되므로 拒否率(Cut-off rate)이라고 하며 또 純現在價値를 계산하기 위한 割引率으로 쓰인다.

企業이 만일 필요 이상으로 最低報酬率을 높게 策定하면 상당한 이익을 가져올 수 있는 投資案들이 棄却되어 버리며 반면에 너무 낮게 策定되면 거의 利益이 없는 投資案도 受諾하게 되어 資源의 經濟的配分이 잘못 이루어 질 수도 있는 것이다. 따라서 이 最低報酬率을 어떻게 決定할 것인가가 문제이다.

오랫동안 이 最低報酬率을 어떻게 策定할 것인가 하는 문제에 대해서 많은 論爭이 있어 왔으나 불행하게도 아직까지 이 割引率을 正確하고도 客觀적으로 결정할 수 있는 만족스런 方法이 제시되지 못하고 있다.

이 割引率을 결정하는 주요方法으로는<sup>2)</sup>

① 負債 Cost를 기준으로 하는 방법

② 自己資本(우선주, 보통주, 잉여금) Cost를 기준으로 하는 방법

③ 複合(平均)資本 Cost를 기준으로 하는 방법

④ 外部의 다른 投資機會에 대한 報酬率(機會原價)을 기준으로 하는 방법

등을 들 수 있으며 이외에도 外部鑑定機關에 의한 평가방법<sup>3)</sup> 帳簿價額에 의한 評價方法<sup>4)</sup>(會計的 評價方法)이 있다.

이들 중 ③의 複合資本 Cost와 ④의 機會原價를 기준으로 하는 방법이 가장 說得力이 있으나 ③의 複合資本 Cost를 기준으로 할 경우 이보다 報酬率 이 높은 投資機會가 얼마든지 있을 경우에는 이 複合資本 Cost는 사실상 무의미하게 되어 버린다. 즉 기업은 事業의 危險負擔과 未來의 不確實性 때문에 資本費用보다 훨씬 높은 利益이 保障되는 事業이라야 投資를 할려고 하기 때문에 資本費用보다 훨씬 높은 水準에서 最低報酬率이 決定되는 수도 있는 것이다. 또한 複合資本 Cost를 計算할 때 借入利率이나 優先株의 資金費用은 쉽사리 구할 수 있으나 自己資本에 대해서는 上場株式이 아닌 경우에는 資本費用算定이 困難해 진다는 난점이 있다. 한편 ④의 機會費用을 기준으로 하는 方法에 있어서도 投資機會의 여하에 따라 機會費用이 달라질 수도 있으므로 客觀性

1) E. L. Grant & W. G. Ireson, Principles of Engineering Economy, 1970, p.151.

2) E. L. Grant & W. G. Ireson, op. cit., pp.192~208. 池清, 現代財務管理論, 1978, pp.365~388.

3) 池清, 前掲書, p.883.

4) E. L. Grant & W. G. Ireson, op. cit., pp.179~187

을 결여하고 있다고 하겠다. 그러므로 이 割引率은 企業의 財政狀態와 더불어 企業의 未來機會에 대한 經營者의 見解와 判斷에 의하여 主觀的으로 이루어진다고 보아야 할 것이다.

(4) 殘存價值 豫測의 限界

設備의 壽命末의 殘存價值(Salvage value)를 추정하는 것도 수년 후 미래의 殘存價值를 추정하는 것이므로 어려운 일이다.

가장 손쉬운 방법으로는 稅法에 規定된 10%를 적용하는 방법도 있겠으나 모든 資產의 壽命末의 殘存價額이 10%가 된다는 보장은 없으며 오히려 負의 殘存價額이 나타나는 경우도 있는 것이다.

또 하나의 추정 방법으로는 類似設備의 現在殘存價額을 파악하여 利子計算(貨幣의 時間的價值計算)에 의하여 未來 特定時點의 價額로 환산하는 방법<sup>5)</sup>을 들 수 있겠다. 이 방법은 상당히 說得力이 있는 方法이긴 하나 전혀 다른 새로운 設備에 까지 적용하는 데에는 限界가 있다.

實務的인 方法으로는 전혀 殘存價額을 認定하지 않는 경우도 있다. 이 방법은 理論的인 결함은 있으나 투자안을 保守的(悲觀的)으로 分析하는 경우에는 실용성이 있는 방법이라고 하겠다. 더우기 壽命期間이 긴 事業에 있어서 壽命末의 殘存價額은 별 의미가 없는 경우가 많다.

4. 投資利益率法의 限界

投資報酬率法은 代替案의 投資報酬率을 구하여 이를 最低報酬率과 비교하여 높으면 受諾하는 方法을 일반적으로 취하고 있다. 그런데 이 방법에서는 割引計算 自體의 構造와 算出되는 利益率의 意味에 하나의 限界가 있다. 즉

$I(1+i^*)^n = F_1(1+i^*)^{n-1} + F_2(1+i^*)^{n-2} + \dots + F_n$ 을 만족시키는  $i^*(i \text{ Star})$ 를 구하여 이것을 投資利益率로 하는 見解에 문제가 있다. 만일 이를 利益率로 하여 最低報酬率과 比較하게 되면 이  $i^*$ 로 每年의 利益이 運用可能하다는 條件이 必要한데  $i^*$ 는 單純히 計算上의 利益率에 지나지 않는 것이다. 여기에 適用上 하나의 問題點이 있다.

投資利益率法에 있어서도 各 代替案이 어느 것이든 모두 현금흐름(Cash flow)이 매년 일정한 年金(Annuity) 형태를 취할 때에만 별 문제가 없으나 그렇지 않은 경우 多時點問題에 投資報酬率法을 適用하는 데에는 障敝가 일어나는 경우가 있다. 즉 多時點 Project로서 各 代替案의 純現金흐름(Net cash flow)의 형태(Pattern)가 여러가지 다른 형태로 이루어질 경우에는 投資報酬率法을 適用할 수 없는 경

우가 왕왕 일어난다. 이러한 경우를 살펴보면 다음과 같다.

(1) 再投資率의 影響을 받는 경우

問題點 中の 하나는 多時點 Project에 있어서 中途의 各時點의 純現金收入이 어떠한 利率로 再投資되는가에 따라 投資優位性이 左右되는 것이다. 이를 예를 통하여 살펴보면 다음과 같다.

[例 1] 100萬원을 事業 A에 投資하면 每年末에 23.85萬원씩 10年間に 걸쳐 元利合計를 回收할 수 있으며, 事業 B에 投資하면 10年 後에 一括하여 619.17萬원의 元利合計를 回收할 수가 있다(이러한 B型의 投資 Project로서 典型的인 것은 植木이나 釀造 등에서 볼 수 있다) 이 경우 어느편이 有利한가? (그림 1 參照)

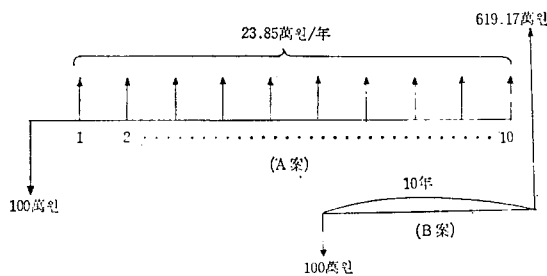


그림 1

投資報酬率法의 原理에 의한다면 代替案들이 같은 事業期間 및 同一한 投資額으로 이루어질 경우에는 報酬率이 큰 편이 有利하다고 할 수 있을 것이다, 그러나 多時點問題로서 더구나 이 예와 같은 경우에는 報酬率이 높은 쪽이 有利하다는 保障은 없는 것이다.

이 예에서 A案도 B案도 投資額은 同一하며 報酬率도 兩편이 모두 20%로 같다. 그러나 各 案을 취했을 때 10年後에 실제로 손에 남는 金額이 같아진다고 할 수 없다. 즉 이는 A案에서 오는 每年의 收入이 몇 %로 再投資되느냐에 의하여 左右되는 것이다. 예컨대 每年의 收入이 10%로 再投資된다면 A案을 선택하는데 따르는 10年후의 純收益은

$$\frac{F}{A}10, 10 = 23.85萬(15.937) \approx 380萬$$

이 된다. (여기서 初期費用은 같은 金額이므로 計算에서 除外해도 좋다) 이에 대하여 B案을 선택한 경우 10年後의 元利合計額은 약 619萬원이 되므로 큰 차이가 생긴다.

다만 A案의 每年 收入이 20%로 再投資되는 경우에는 A案의 10年후의 純收入은

5) 南相午, 會計理論, 1979, pp.1014~1016.

$$F/A_{20,10} \\ 23.85(25.959) \approx 619 \text{萬원}$$

이 된다.

결국 毎期の 收入이 그 案 自體의 報酬率로 再投資된다는 假定이 成立한다면 현금흐름형태(Cash flow pattern)가 서로 다른 여러 案을 比較하더라도 投資報酬率은 有用한 尺度가 될 수 있다. 그러나 資本費用내지 最低報酬率(MARR)의 性格에서 본다면 보통 이러한 假定은 成立되지 않는 것이며 말일 현금흐름 형태가 크게 다른 경우의 比較를 精確하게 하고자 할 때에는 投資報酬率法을 避하는 편이 훨씬 안전하다.

다음으로 앞의 例와 같이 年金型和 植木型이라고 할 만큼 현금흐름형태가 크게 다르지 않더라도 報酬率이 投資評價基準으로 適當하지 않은 例를 만들어 볼 수가 있다.

〔例 2〕 2個의 投資案 C, D는 投資額은 다같이 200萬원이나 每年末의 純收入은 그림 2와 같다. 어느편이 有利한가?

C案과 D案의 報酬率을 각각 求解해보면 C案은 25%, D案은 28.5%이다.

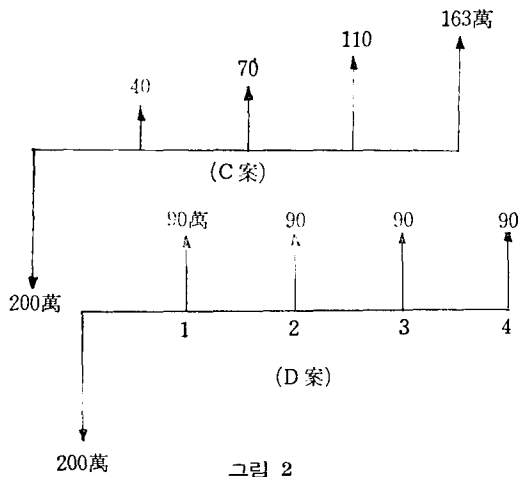


그림 2

이들 案은 投資金額이 같으므로 投資報酬率이 높은 D案이 有利하다고 斷定할 수 있는가 하면 그렇지 않다.

여기서 만일 200萬원의 初期投資는 年利 8%로 銀行에서 借入한 것으로 假定하고 每年末의 純收入은 借入金을 返済하고 나머지가 있으면 8%의 最低報酬率로 再投資된다고 한다면 이 경우 各 投資案의 4年後의 收入 F(純終價)는 다음과 같다. (이 경우에도 初期投資額 200萬원은 C案과 D案이 모두 同一하므로 比較計算에서 除外해도 상관없다).

$$F(C) = 40萬(1.08)^3 + 70萬(1.08)^2 + 110萬(1.08) + 163萬 - 200萬(1.08)^4 = 142.1萬원$$

$$F/A_{8,4}$$

$$F(D) = 90萬(4.506) - 200萬(1.08)^4 = 133.4萬원$$

결국 報酬率이 낮은 C案이 有利한 것으로 밝혀지고 있다.

이상의 두 例에서 알 수 있는 바와같이 計算利子率(最低報酬率)이 各 代替案의 報酬率에 비하여 상당히 낮은 경우(이러한 경우가 많다)에는 同一한 報酬率이라면 現金收入이 壽命期間中 前期에는 적고 末期에 갈수록 커지는 편이 有利하게 되는 傾向이 있다. (이의 極端的인 例가 最終時點에 收入이 集中되는 植木型.)

(2) 複數의 解가 存在하는 경우

n期間에 걸치는 事業(Project)의 報酬率은 일반적으로 다음과 같은 式으로 求解된다.

$$PW = 0 = F_0 + \frac{F_1}{(1+i)} + \frac{F_2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{F_n}{(1+i)^n}$$

이 式은 n次 多項式이므로 당연히 n個의 解(投資報酬率)를 가진 可能性이 있다. 獨立인 投資代替案의 경우 報酬率이 높은 것부터 선택해 간다는 投資利子率法의 原理에는 暗暗裡에 各 代替案은 하나의 唯一한 實數解(投資報酬率)를 갖는다는 假定위에서 成立하고 있다. 따라서 이러한 假定이 滿足되지 않는 경우에는 投資利子率法은 使用하지 않는 편이 안전하다.

投資報酬率의 解의 數學的 및 經濟的 特質에 관한 상세한 內容 설명은 參考文獻에 맡기기로 하고(Grant & Ireson: Principles of E.E. 5th ed., 1950, pp. 546 ~ 565 등) 여기서는 要約的인 說明만 하기로 한다.

우선 「投資型」(支出이 先行하고 收入이 이에 後續되는 型) 및 「借入型」(收入이 先行하고 支出이 이에 後續되는 型)의 Project라면 報酬率의 解는 하나 뿐이라는 것이 證明되어 있다. 複數의 解를 가진 可能性이 있는 경우는 현금흐름에 收入 支出이 不規則的으로 混在하는 「混合型」의 Project인 경우 뿐이다. (混合型은 반드시 複數의 解를 갖는 것이 아니며 單一解를 갖는 경우도 있으며 唯一解를 갖는다는 保障이 없을 뿐이다.) 따라서 單純한 投資型事業을 대상으로 하는 한 이러한 문제는 피할 수 있다.

混合型事業의 典型的인 것으로는 油田의 投資에서 볼 수 있으며 그 간단한 例로서 현금흐름과 報酬率의 圖解를 보면 다음과 같다(표 1 및 그림 3, 4).

Grant에 의하면 混合型의 경우 報酬率을 求解할 때에는 현금흐름을 投資型部分과 借入型部分으로 區分하고 借入部分에 대해서 補助利子率(Auxiliary rate)(예컨대 資本費用)을 적용하면 投資部分에 대한 投

資報酬率을 구할 수 있다고 한다.<sup>6)</sup> 그러나 한 投資案에 두가지 利子率이 나오는 것도 理論構造上 妥當한 것으로는 볼 수 없을 것이다. 또한 實務的으로 본다면 複數의 解를 갖는 事業은 그 純終價나 純現價가 극히 적어서 餘하된 魅力이 없는 案일 경우가 많다.” 그러므로 이러한 問題는 관심을 갖지 않아도 좋을 것이다.

표 1 混合型현금흐름

年 末	E 案	F 案
0	-2,000	-1,000
1	0	4,700
2	10,000	-7,200
3	0	3,600
4	0	0
5	-10,000	0

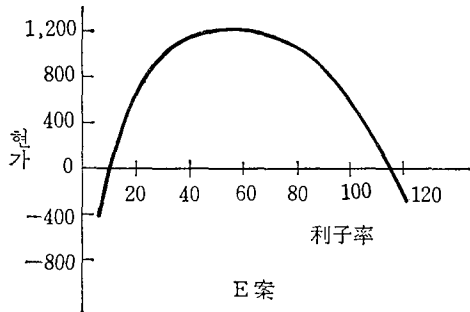


그림 3

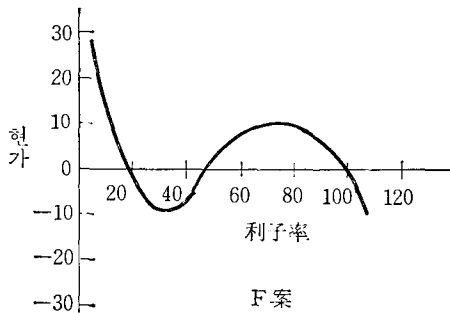


그림 4

### 5. 回收期間法의 限界

이 比較法은 經濟性工學에서는 年價法이나 現價法처럼 基本的인 比較法으로는 사용되고 있지 않으나 補助法인 方法으로 취급되고 있는 것으로 初期投資의 回收速度에 의하여 投資案을 評價하는 方法이다. 그러나 다음 例(표 2)에서 보는 바와 같이 回收期間이 同一한데도 H案이 有利한 것으로 나타나고 있다. 즉 10%의 最低報酬率로 計算해보면 다같이 5년에 投

資額이 10%의 利子를 包含하여 回收되고 있다. 그러나 各 投資案의 純現價를 計算해 보면 다음과 같다.

$$P(A)_{10,10}$$

$$P(G) = 2,638(6,1446) - 10,000 = 6,209원$$

$$A/G_{10,10} \quad P(A)_{10,10}$$

$$P(H) = [1,190 + 800(3.7255)](6.1446) - 10,000$$

$$= 15,625원$$

이 계산에 의하면 H案이 有利한 것으로 나타나고 있다.

이 比較法의 弱點으로서의 回收期間 以後에 오는 現金흐름의 量과 그 發生時點 그리고 投資案의 壽命이 고려되지 않는 點이다.

이와 같은 限界點 때문에 이 比較法을 壽命期間이 짧은 投資案에 대해서 많이 利用된다. 이 比較法은 合理的인 方法이라고는 할 수 없으나 初期投資의 回收速度를 나타내 주므로 投資의 將來가 특히 不確實하거나 企業이 現金收入에 보다 큰 관심을 갖는 경우에는 投資에 대한 有用한 情報로서 이용할 수 있을 것이다.

표 2 回收期間이 같은 현금흐름

年 末	G 案	H 案
0	-10,000	-10,000
1	2,638	1,190
2	2,638	1,990
3	2,638	2,790
4	2,638	3,590
5	2,638	4,390
6	2,638	5,190
7	2,638	5,990
8	2,638	6,790
9	2,638	7,590
10	2,638	8,390

### 6. 結 語

이상 設備投資經濟性計算에 있어서의 主要한 問題點들을 列擧해 보았다. 이와 같은 限界를 충분히 理解하므로써 計算結果에 대한 過信이나 誤用을 피할 수 있을 것이며 이들 方法을 有用하게 利用할 수 있을 것이다.

한편 企業의 設備投資計劃은 經濟計算을 基礎로하면서 한편 이를 초월해야 하는 것이다. Grant는 經濟性計算을 投資의 生産性을 決定하기 위한 計算에

6. E. L. Grant & W. G. Ireson, op. cit., pp. 546~563.  
7. 千住鎮雄·伏見多美雄, 經濟性工學, 昭和 51, p. 124.

지나지 않는다고 하고 있다. 現實으로 企業의 投資計劃은 어떤 期間內에서 어떠한 投資案을 시행할 것인가를 다루는 문제로 결국 이는 綜合的 投資計劃으로서 他的 販賣, 生産, 財務 등의 計劃과 聯關되어 이론바 長期經營計劃과 聯關을 갖는 것이다.

따라서 經濟性工學도 長期經營計劃과 聯關을 맺어 다루어져야 할 것이다. 이러한 것이 經濟性工學의 앞으로의 研究課題일 것이다.

#### <參 考 文 獻>

- H.G. Thuesen(共著) : Engineering Economy, 5th ed., 1977, Prentice-Hall  
 E.L. Grant(共著) : Principles of Engineering Eco-

nomy, 5th ed., 1970.

E.P. DeGarmo : Engineering Economy, 1960, Macmillan

千住鎮雄(共著) : 經濟性工學, 昭和51, 日本能率協會  
 左藤精一 : エンジニアリング エコノミー, 昭和 44, 다이ヤモンド社

山田保 : 設備更新の 經濟計算と 理論, 昭和 41, 日刊工業社

朴景洙 : 工業經濟學, 1977, 塔出版社

金海天(共著) : 經營意思決定論, 1972, 博英社

池 清 : 現代財務管理論, 1978, 貿易經營社

南相午 : 會計理論, 1979, 日新社