

經濟性設計(Ⅲ)

成 煥 泰

〈慶熙大 工大·教授〉

3. 經濟性과 經濟計算

3·1 經濟性과 能率

經濟性(Economical Efficiency)은 넓은 뜻으로는 經濟活動의 合理性 즉 最小의 投入으로 最大成果의 達成, 最小費用으로 最大收益의 획득이라는 目的에 對한 達成比率을 말하며 活動의 合理性의 尺度를 表示하는 主概念이다.

따라서 다시 말하면 이것은 生産性이기도하고 收益性, 能率이 기도하며 그들의 上位概念으로서 定義할 수도 있다.

收益性 또는 利潤性(Profitability)은 價值的 側面에서의 合理性이며 一般的으로는 投入한 費生에 對하여 얻어진 成果의 比率이다.

個別企業의 立場에서는 구체적으로는 投入된 資本에 對한 利潤의 비율로서, 經濟性의 立場으로는 價值經濟性이며 物的側面의 尺度인 能率이나 物的生産性과는 다른 次元에 있다.

生産性은 收益性에 規制되어서 副次的 意味를 加함에 不適當하게 되고 經濟性이 즉 收益性인 것이다.

能率(Efficiency)은 技術的意味로 定義되는 것이 보통이며 社會的經濟性, 制度的立場과는 관련이 없다.

極히 一般的으로는 규정의 時間에 주어진 일을 完遂하는 能力의 程度를 의미하며 이것을 충분히 수행할 수 있을때 能率이 높다고 한다.

그러나 엄밀하게는 노동자의 素質, 技能度,

技術知識 등 質的 要因과 勞動力의 強化度, 努力에 따른 量的 要因을 結合한 主體的 要因에 바탕한 노동자의 能率과 技術進步, 技術裝備의 向上, 組織改善, 環境개선 등 客觀的 要因에 바탕한 勞動生産性으로 나누어져 생각하고 이 廣義의 能率을 勞動生産力이라 稱하며 能率은 노동자의 能率을 말할 때도 있다.

標準과 實績의 비율로서 表示하는 能率은 正常의 노력으로 100% 달성할 수 있는 기준으로서의 표준을 실현하는 노력의 程度를 表示하는 것이다.

이와같이 能率은 物的側面에서 評價尺度로서의 經濟性이다.

3·2 生産工程에서의 費用과 經濟性

3·2·1 損益分岐點

製品의 販賣價格은 一般으로는 製品의 總原價에 適正한 利潤을 加하여 定해지는 것이나 한편 다른 企業과의 경쟁일때는 마케팅의 觀點으로도 검토되어야 할 것이다.

製品販賣價格의 費用構成은 概念的으로는 製品의 材料費와 直接 生産作業에 要하는 直接勞務費로 成立되고 이 두가지의 合이 直接費用이다.

이것에 光熱費, 動力費, 施設償却費, 工場間接費 등의 工場經費와 經營, 技術, 購買, 事務 등의 一般經費가 加해져서 製造原價가 되고 다시 廣告宣傳費, 販賣人件費 등 販賣經費가 必要하게 되고 이것들로서 總費用이 構成된다.

經濟性設計에 있어서는 이 原價의 基本構成을

□ 連載講座

잘 理解하고 素材나 生産工程의 적절한 선택을 하여야 한다.

製品的 生産販賣量과 原價·利益·損失과 의 關係는 그림 5와 같은 損益分岐圖(break even chart)로 표현할 수가 있다.

收入線과 總費用線과의 交點 즉 損益分岐點(break even point) 以上에서는 粗利益이며 以下에서는 損失이다.

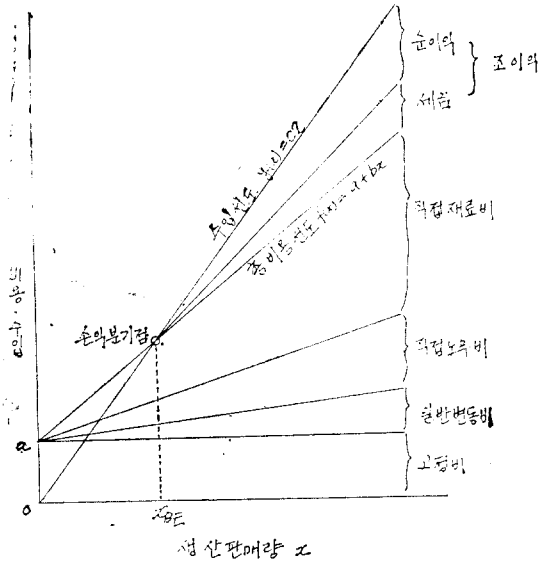


그림 5. 손익분기도

지금 a : 固定費, b : 單位製品生産當의 變動費라 하고 生産販賣量 x 일때의 總費用函數는

$$f(x) = a + bx \quad (1)$$

c 를 單位제품當의 收入 즉 販賣價格이라 하면 收入函數는

$$g(x) = cx \quad (2)$$

로 주어지므로 損益分岐點 x_{BE} 는

$$f(x_{BE}) = g(x_{BE}) \text{ 에서}$$

$$x_{BE} = \frac{a}{c-b} \quad (b < c \text{ 일때}) \quad (3)$$

가 되고 $x > x_{BE}$ 인 生産·販賣量의 범위에서는 粗收益:

$$P(x) = g(x) - f(x) = (c-b)x - a \quad (4)$$

를 얻는다.

이 利益의 크기, 또 그것을 얻는 生産·販賣量의 最小值(損益分岐點) x_{BE} 는 3定數: a, b 및 c

의 大小關係로 영향된다.

(1) 固定費 a 의 증가는 損益分岐點의 上昇이 되고 따라서 이윤을 얻기 위해서는 生産·販賣量을 증가하지 않으면 안된다.

(2) 變動費 b 의 증가는 a 와 같이 손익분기점의 상승을 가져오고 生産·販賣로 얻어지는 이익의 크기를 감소한다.

(3) 販賣價格 c 의 증가는 손익분기점을 낮추고 生産·販賣에 따르는 이익을 증대 한다.

따라서 큰 이윤을 얻기 위해서는 a 와 b 를 가급적 적게 하고 c 를 크게 하면 좋게 된다.

a 와 b 의 감소는 生産活動에서의 原價節減을 뜻하고 c 의 增大는 판매가격의 증대를 뜻한다.

3.2.2 經濟的 生産 lot

상품의 수요가 限定되어 있거나 또는 수요속도에 비하여 生産速度가 훨씬 클때에는 lot生産方式이 取해진다.

즉 어떤 時期에서 수요를 滿足시킬만큼의 量을 週期的으로 만들어 남은 時間은 다른 제품의 生産에 應答하는 것이다.

이러한때에 製品的 品目이 많으면 잘 生産計劃을 세우지 않으면 수요를 滿足시킬 수가 없게 된다.

첫째 基本的인 問題로서 1종류의 제품을 생산하는 경우에 適期的으로 생산하는 제품의 경제적 lot量을 결정하는 것은 經濟性의 觀點에서 重要하다.

生産速度 즉 單位時間當의 生産量을 α_p , 需要速度 즉 單位시간當의 需要量을 α_r 라 하면 生産期間中의 제품 生庫量은 單位時間當 $\alpha_p - \alpha_r$ 의 비율로 증가하며 非生産期間 T_e 에서는 單位시간當 α_r 의 비율로 감소한다.

生産期間에서의 生産量은 $\alpha_p T_p = Q_p$ 이며 此의 最適量을 年間 總費用이 最小가 되도록 求하고 싶다.

그 비용은 다음의 項目으로 된다.

① 工場原價: 年間生産量을 S 라하고 單位 제품원가를 C_p 라 하면 전체로 $C_p S$,

② 生産準備費用: 1 lot生産當 C_0 라 하면 年間 $C_0 \frac{S}{Q_p}$

③ 保管費用: 제품 1개당 年間 在庫 보관비용을 C_I 이라 하면 平均스톡수준이 $\frac{1}{2}Q_I$ (Q_I 는 생산기의 최고 스톡량)이므로 年間保管費用은 $\frac{1}{2}C_I Q_I$ 따라서 年間費用은

$$C_T = C_p S + C_0 \frac{S}{Q_p} + \frac{C_I}{2} Q_I \quad (5)$$

여기에

$$Q_I = \frac{\alpha_p - \alpha_c}{\alpha_p} Q_p = (1 - \varepsilon) Q_p$$

$$\text{단 } \varepsilon = \frac{\alpha_c}{\alpha_p} \quad (6)$$

따라서

$$C_T = C_p S + C_0 \frac{S}{Q_p} + \frac{1}{2} C_I (1 - \varepsilon) Q_p \quad (7)$$

이것을 最小로하는 Q_p 의 값 즉 最適 lot量은

$\frac{dC_T}{dQ} = 0$ 에서 求하고 다음과 같이 된다.

$$Q_p = \sqrt{\frac{2C_0 S}{C_I(1-\varepsilon)}} \quad (8)$$

年間 最適生産사이클數는

$$N_{BP} = \frac{S}{Q_p} = \sqrt{\frac{C_I(1-\varepsilon)S}{2C_0}} \quad (9)$$

또 年間비용은 生産費用과 保管費用을 포함하여 다음과 같이 된다.

$$C_T = C_p S + \sqrt{2C_0 C_I (1 - \varepsilon) S} \quad (10)$$

3.3 經濟性設計에 必要한 經濟計算例

3.3.1 生産計劃을 決定하기위한 經濟計算 品種別 生産比率의 決定(2품종, 2제약일때)

A, B 2품종을 生産하는 工場이 있다.

지금 設備使用可能時間과 總工數의 2가지 制約條件으로 最大利益을 올리는 品種別 生産計劃을 수립하려 한다.

단 주어진 여건은 다음표와 같다.

표 3. 2제품 2제약의 生産조건

제품	단위당 한계이 익	설비		공수		생산 량
		단위당 생산시간	시간당 한계이익	단위당 공수	공수당 한계이익	
A	36원	12H	3원/H	6공수	6원/공수	x_1
B	28원	7H	4원/H	7공수	4원/공수	x_2
제한량		200H		170공수		

[解] linear Programming이론을 적용한다.

(1) 代數的解法

$$12x_1 + 7x_2 \leq 200 \quad \textcircled{1}$$

$$6x_1 + 7x_2 \leq 170 \quad \textcircled{2}$$

$$x_1 \geq 0 \quad x_2 \geq 0 \quad \textcircled{3}$$

$$z = 36x_1 + 28x_2 \rightarrow \max. \quad \textcircled{4}$$

①②③의 조건下에서 ④를 最大로하는 x_1, x_2 를 求한다.

①②의 不等號를 削고 ①' ②'式을 만든다.

$$12x_1 + 7x_2 = 200 \quad \textcircled{1'}$$

$$6x_1 + 7x_2 = 170 \quad \textcircled{2'}$$

①' ②'式으로

$$x_1 = 5 \quad x_2 = 20$$

이 x_1, x_2 를 ④에 代入하면

$$z = 36 \times 5 + 28 \times 20 = 740$$

답 A=5개 B=20개 이익=740원

(2) 圖式解法

①'②'式을 만들기까지는 前解와 같다.

式①'에서 $x_1=0$ 라하면 $x_2=28.57$ 이되므로 그림의 x_2 軸上에 點을 求하고, $x_2=0$ 라하면 $x_1=16.67$ 이 되므로 x_1 軸上에 點을 구한다.

그點을 연결하는 線을 긋는다.

이線은 설비의 制約線이며 求하는 (x_1, x_2) 는 이 線上 또는 線보다 左下側에 있지 않으면 안 된다.

이와같이 하여 ②'에서 $(x_1=0, x_2=24.29)$ ($x_2=0, x_1=28.33$)을 써서 工數制約線을 求한다.

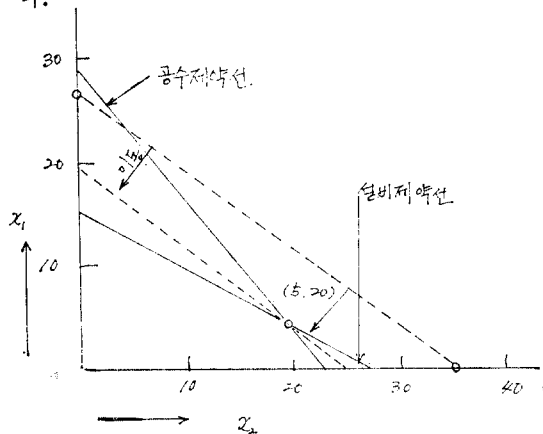


그림 6. 도식해법

兩直線의 交點(x_1, x_2) 즉 눈금에서 (5, 20)이 구하는 값이 된다.

그때 이익은 ④式에서 740원이 된다.

지금 $z=36x_1+28x_2=36 \times 28$ 이라고 하면 Z式은

($x_1=0$ 에서 $x_2=36$) ($x_2=0$ 에서 $x_1=28$)

이것을 使用하여 그림에 點線을 그린다. 이 직선은 等利益線이라하고 이 직선에 平行으로 右上에 갈수록 이익은 크게되고 左下에 갈수록 이익은 적게된다.

그래서 이 點線을 조금씩 이동하여보면 等利益線이 ①②의 交點에서 ①②를 만족하고 最大利益을 얻는點임을 알 수 있다.

3·3·2 設備新設의 採算性의 經濟計算

A社는 X라는 新製品生産을 위하여 新設備를 설치하려고 한다.

製品의 需要豫測 기타의 條件이 다음과 같을 때 이 投資의 採算性을 檢討한다.

단 주어진 條件은 다음과 같다.

① 新設備購入設置費 $V_0=20,000$ 천원

② 耐用年數 法定 $n'=12$ 年 實際 $n=7$ 年

③ 減價償却의 方法은 定率法에 따른다.

法定耐用年數에 대한 償却率 $k'=0.175$

實際耐用年數에 대한 償却率 $k=0.280$

④ 殘價 10%(7年末)

⑤ 製品販賣로 생기는 年間 豫測限界利益

1 年次 15,000천원

2 " 19,000 "

3 " 27,000 "

4 " 27,000 "

5 " 22,000 "

6 " 17,000 "

7 " 9,000 "

⑥ 每年의 設備유지비(감가상각비와 金利를 제외한 固定費)는 1年次가 3,000천원이며 다음은 30만원씩 증가한다.

⑦ 利率 $i=10\%$

⑧ 設備資金은 50% 銀行借入, 利率 10%, 7年間 每年 元利均等返濟, 남은 50%는 自己資金

⑨ 當社의 投資에 使用되는 限界利益率은 15%

[解] 設備新設計算理論을 적용한다.

(1) New MAPI*法에 依한 解法

① 新設備구입설치비 $V_0=20,000$ 천원

② 舊설비 없음

③ 正味投資額천 20,000원

④ 次年度利益

每年의 粗利益(限界利益—其他의 固定費)이 每年 다르므로 New MAPI의 次年度 테스트를 1年次의 粗利益 만 使用하여 시험하는것은 적당치 않다. 그래서 먼저 每年 달라지는 絕對의粗利益(當設備 獨自의 利益)을 年平均으로 修正한다. 그런뒤에 陳腐化에 따르는 相對의利益劣化에 대하여 New MAPI의 利益劣化의 標準中 A型, B型 어느것을 적용한다. 그래서 표4와같은 順序로 粗利益의 年平均値를 計算한다.

표 4. 조이익의 現가계산

年	① 現가이익	② 기 타 고정비	③ 조이익 ①-②	④ 現가계수 $i=10\%$	⑤ 조이익의現가 ③×④
1	15,000	3,000	12,000	0.9091	10,909
2	19,000	3,300	15,700	0.8264	12,974
3	27,000	3,600	23,400	0.7513	17,580
4	27,000	3,900	23,100	0.6830	15,777
5	22,000	4,200	17,800	0.6209	11,052
6	17,000	4,500	12,500	0.5645	7,056
7	9,000	4,800	4,200	0.5132	2,155
계	136,000	27,300	108,700		77,503

日比宗平：實用經濟計算 p.85

따라서 年平均粗利益을 U_1 이라하면 B型일 때 $U_1=77,503$ (P→R) 10% 7年= $77,503 \times 0.20541^* = 15,920$ 천원/年 收益率을 구하는 公式에 數値를 代入하여 計算한다.

$$r^* = \frac{V_0}{2U_1} - f = \frac{15,720}{2 \times 20,000} - 0.114^*$$

$$= 0.398 - 0.114 = 0.284 = 28.4\%$$

萬若 利益劣化에 A型을 取하면 $r=33.5\%$ 가 된다.

** MAPI: 美國의 Machinery and Allied Products Institute의 略 文獻 (3)(4)(5)參照

* 이 公式은 New PAMI公式이며 0.20541, 0.114 등은 同公式의 係數이다.

어느것이 나 採算性이 充分하다.

(2) New MAPI의 修正實用公式에 依한 解

$$V_0 = 20,000 \text{ 千圓}$$

$$U_1 = 15,920$$

$$S = 2,080 \text{ (단 } n' = 12 \text{ 年 } n = 7 \text{ 年 } \alpha = 10\%)$$

$$f = 0.105 \text{ (他人資本 } 70\% \text{ 金利率 } 10\%)$$

s, f는 算式의 係數

$$r = \frac{U_1}{SV_1} - f = \frac{15,920}{2.08 \times 20,000} - 0.105$$

$$= 0.383 - 0.105 = 0.278 = 27.8\%$$

當社의 限界利益率 15%를 相當히 上回하므로 採算이 맞는 投資라고 할수 있다.

3·3·3 設備投資案의 經濟計算

N社는 現在 S工場에서 X製品의 豫測生産을 하고 있으나 今後로도 進조로운 賣上이 기대 되므로 增産하려고 생각하고 있다. 다만 現設備은 풀 생산의 상태에 있고 餘力이 없으므로 新規設備投資가 필요하다.

그 투자안으로서 다음表와 같은 A,B,C의 3案이 고려되나 다음의 조건하에 가장 유리한 投資案을 선택하라.

표 5. 최대능력과 구입설치비용

설 비	최대능력	구입설치비용
A	900개/H	90百萬圓
B	1,000 "	100 "
C	1,200 "	125 "

(條件)

(1) 設備의 最大能力과 購入設置費用(위 표와 같음)

(2) 新設備에 대한 需要豫測

初年度는 月平均 600개, 그後의 需要의 伸張은 最尤值로서 年率 12%로 예측되나 15%를 크게 伸張할 수도 20%정도의 確率로 생각되며 다시 8%로 적은 伸張으로 떨어짐도 10%정도의 確率로 생각해둘 必要가 있을것같다.

(3) 製品의 限界利益은 月 700개까지는 1개當 9,000圓 700개를 넘어서 900개까지는 8,500圓 901개 이상은 7,500圓으로 견적된다.

(4) 수선비, 용구비, 고정재산세, 보험료등의

増分조업비용율을 6%, 새로 必要한 人件費는 7,500千圓이라고 예측한다.

(5) 法定耐用年數는 15年, 實際耐用年數는 8年, 殘價率은 10%이다.

[解] 設備更新新設理論*을 적용한다.

(1) 年平均으로서 月수요의 伸張計算

伸 率①	確 率②	伸率期待值 ①×②
15%	0.2	3.0
12%	0.7	8.4
8%	0.1	0.8
計	1.0	12.2

(2) 年平均의 月수요량 x_n 의 計算式

$$x_n = 600(1 + 0.122)^{n-1} \text{ (n은 年數)}$$

(3) 年平均 粗利益의 計算

다음에 計算表를 表示하였으나 그것은 다음 의 스텝으로 進行된다.

1) 표의 橫軸에는 實際耐用年 年數 8년까지 取한다.

2) 上記 月平均의 月需要量算式으로 月需要量 x_n 을 1年에서 8년까지 求한다.

3) 다음에 A,B,C 別의 計算을 한다.

첫째 각각의 月生産量을 記入하나 이것은 設備別의 最大能力이며 需要量 즉 生産量으로 한다.

4) 표6의 項目 No.① 限界利益은 月生産量을 조건(3)에 맞추어서 計算한다.

예를들어 設備 A의 3年次의 755개의 경우면 $9,000 \text{ 圓} \times 700 \text{ 개} + 8,500 \text{ 圓} \times 55 \text{ 개} = 6,768 \text{ 千圓}$ 이 計算된다.

5) No.③ 現價는 ①의 限界利益을 現在時點으로 하기위하여 ①에 ②의 現價係數를 곱하여 求한다.

6) No.④는 ③의 누계

7) No.⑤는 ④의 現價累計를 8年間の 年平均으로 한것

④에 資本回收係數를 곱한다.

8) No.⑥은 ⑤의 年平均의 1개월분임으로 이

* 文獻 (4)(5)(6)(7)(8) 참조

표 6. 투자안별연평균조이익의 계산

설비	항목	연평균의 월수요량	년								
			1	2	3	4	5	6	7	8	
			600	673	755	847	950	1,065	1,194	1,340	
A	월 생산량 n	(개)	600	673	755	847	900	900	900	900	
	① 한계이익 $\sum mn$	(천원)	5,400	6,057	6,768	7,550	8,000	8,000	8,000	8,000	
	② 현재계수 $S \rightarrow P$	($i = \%$)	0.9091	0.8264	0.7513	0.6830	0.6209	0.5645	0.5132	0.4665	
	③ 현재가 P ①×②		4,909	5,006	5,085	5,157	4,967	4,516	4,105	3,732	
	④ 현재가합계 $\sum P$	(천원)	37,477								
	⑤ 연평균한계이익 R_A	(천원)	$R_A = \sum P \times (P \rightarrow R) 1/8^0 = 37,477 \times 0.1874 = 7,023$								
	⑥	(천원)	$U_A = 7,023 \times 12 = 84,280$								
B	월 생산량	(개)	600	673	755	847	950	1,000	1,000	1,000	
	① $\sum mn$	(천원)	5,400	6,057	6,768	7,550	8,375	8,750	8,750	8,750	
	② $S \rightarrow P$		0.9091	0.8264	0.7513	0.6830	0.6209	0.5645	0.5132	0.4665	
	③ 현재가 P	(천원)	4,909	5,006	5,085	5,157	5,200	4,939	4,490	4,082	
	④ $\sum P$	(천원)	38,868								
	⑤ R_B	(천원)	$R_B = \sum P \times (P \rightarrow R) 1/8^0 = 38,868 \times 0.1874 = 7,284$								
	⑥ $U_B = R_B \times 12$	(천원)	$U_B = 7,284 \times 12 = 87,410$								
C	월 생산량	(개)	600	673	755	847	950	1,065	1,194	1,200	
	① $\sum mn$	(천원)	5,400	6,057	6,768	7,550	8,375	9,238	10,205	10,250	
	② $S \rightarrow P$		0.9091	0.8264	0.7513	0.6830	0.6209	0.5645	0.5132	0.4665	
	③ 현재가 P	(천원)	4,909	5,006	5,085	5,157	5,200	5,215	5,237	4,782	
	④ $\sum P$	(천원)	40,591								
	⑤ R_C	(천원)	$R_C = \sum P \times (P \rightarrow R) 1/8^0 = 40,591 \times 0.1874 = 7,607$								
	⑥ $U_C = R_C \times 12$	(천원)	$U_C = 7,607 \times 12 = 91,280$								

日比宗平：實用經濟計算 p. 90

것을 1年分으로 하기위하여 12배한것
(4) 收益率計算式(New MAPI의 修正實用式)

$$r = \frac{U - 0.06V_0 - 7,500}{SV_0} - f$$

$$= \frac{U - 0.06V_0 - 7,500}{2,100 \times V_0} - 0.090$$

단 r : 稅外 실질수익율(%)

U : 표 6에서 計算한 投資案別의 年平均粗利益

$0.06V_0$: 新設備의 増分操業費

7,500 : 新設備運轉에 필요한 年間人件費

$S = 2,100$: 法定耐用年數 $n' = 15$, 實際耐用年數 $n = 8$ 에서 稅金修正係數

$f = 0.09$: 實際耐用年數에 대한 Chart係數

S, f 는 New MAPI修正 實用式의 係數

(5) 投資案別 收益率計算

(4)의 算式으로 A, B, C 別로 $r\%$ 를 求하면

$$r_A = 0.288 = 28.8\%$$

$$r_B = 0.262 = 26.2\%$$

$$r_C = 0.200 = 20\%$$

以上の 結果로 萬若 限界利益率을 15%라하면 各案모두 그것을 잊돌며 A案이 가장 採算性이 좋음을 알 수 있다.

以上으로 本講座를 일단 끝맺는바이나 넓은 의미에서 經濟性設計에는 工學과 經濟理論, 生 生, 工程, 設備 또는 人員計劃等의 經濟計算이 必要함은 勿論이므로 經營工學의 立場에서 더욱

깊은 研究있으시기를 바라는 바이다.

參 考 文 獻

1. 黑澤一清：生産性の基本問題(1967)全原出版
2. B.W. Niebel, E.N. Baldwin: Designing for Production, Revised Edition (1963), Richard D. Irwin, Inc
3. 山田 保：設備更新の經濟計算上理論 (1966)日刊工業新聞社
4. 村川武雄：設備投資の經濟計算上理論 (1961) JUES出版
5. 奏 恒雄：設備更新の經濟理論 (1958) 日刊 工業新聞社
6. 千信鎖雄：經濟性工學 (1969) 日本能率協會



— 69페이지에서 계속 —

그러나 Paris의 유명한 Eiffel탑의 철강재를 생산한 제철소들을 곤경에 빠뜨리게 까지 발달한 오늘날의 한국 공업에 그 무엇인가 사명감을 가지고 내일을 위해 묵묵히 일해 보려한다.

여러 나라를 여행해 보지 못한 필자로서 위의 글 중에 부족한 점이 있더라도 널리 이해하여 주시기 바라며 이만 줄이려 한다.

