

# 한국 철강산업의 규모의 경제에 관한 연구

金世榮\*·丁太庸\*\*

## 目 次

- I. 서 론
- II. 철강산업과 규모의 경제
- III. 세계철강산업의 구조적 변화와 생산규모의 국제비교
- IV. 모형의 설정
- V. 비용함수 추정결과
- VI. 요약 및 결론

## I. 序 論

鐵鋼은 産業의 擘로서 大部分의 産業설비가 鐵과 관련이 없는 것이 없을 정도로 중요한 재화이다. 우리나라 철강산업은 1960년 까지만 해도 보잘것 없었으나 포항제철이 1973년 103만톤 규모의 一貫製鐵所를 建립함으로써 새로운 모습을 드러내고 크게 發展하게 되었다. 우리나라 철강산업은 1980년대 후반부터 1992년까지 포항제철소의 뒤를 잇는 광양제철소의 4기 공사를 차례로 竣工하는 등 量的인 成長을 거듭하고 粗鋼生産能力 3천 3백만 톤으로 세계 6대 鐵鋼生産國으로 부상하게 되었다.

鐵鋼産業은 經濟발전과정에서 필수불가결한 國家의 基礎 기간산업 中的 하나이며 대규모의 投資가 要求되는 資本집약형의 裝置産業이다. 또한 鐵鋼産業은 國內시장 규모가 작은 經濟에서 民間기업이 처음 시작하기에는 위험 부담이 크기 때문에 政府가 주도하여 영리 에 집착하지 않고 그 國家의 經濟발전을 촉진시킬 목적으로 장기적으로 育成·發展시켜 가는 産業이다. 따라서 우리政府는 鐵鋼재의 수입대체는 물론 수출증대를 통하여 國際수지 의 개선과 經濟성장 을 위하여 적극적으로 一貫製鐵所의 건설에 참여하여 建設자금 지원,

\* 本 研究所 研究員, 商經大學 貿易學科 副教授

\*\* 에너지경제연구원 연구위원

부대 사회간접자본의 시설, 시장보호정책 등을 펴 왔다. 철강산업은 기초소재산업으로 관련산업의 국제경쟁력에 큰 영향력을 미친다. 따라서 우리나라에서는 철강재의 가격, 생산량 및 판매량 결정에 우리 정부의 규제가 미치는 독과점 형태로 유지되어 왔다. 최근 우리 정부 주변에는 포항제철의 민영화가 심각하게 검토되고 있고, 또한 제3의 제철소 건설의 필요성에 대한 논란이 일고 있다. 그 필요성이 인정된다면 포항제철이 계속 말아서 철강업의 독과점 체제를 계속 유지하는 것이 효율적이나 혹은 다른 企業의 제3의 제철소 건설 참여가 바람직스러운 것인가에 대한 검토가 重要的 의미를 가지게 될 것이다.

철강시장을 多數의 企業이 나누어 공급하는 것보다 한 企業이 독점으로 生産하는 것이 생산비가 저렴하다면 사회적 측면에서 한 기업의 생산이 효율적이라고 할 수 있다. 일반적으로 철강산업은 규모의 경제가 크게 작용하는 산업으로 일정한 규모에 이르기까지는 사회적으로 독점의 효율성을 가진 산업으로 인식되어 왔다. 정부가 철강산업에 대해 기존 企業이 생산규모를 확장해 나가도록 하느냐 아니면 새로운 기업의 진입을 허용하느냐를 결정하는 데는 기존 철강업체가 규모의 경제가 존재하는 영역에서 生産을 하고 있느냐가 중요한 기준이 된다.

이를 이론적으로 分析하기 爲하여서는 비용함수가 가법성을 가지고 있는 조건하에서  $n$  개의 기업에 의해 분할 生産하는 것 보다 기존 독점기업이 生産하는 것이 비용면에서 저렴해야 한다. 즉 다음의 조건을 만족해야 하는 것이다.

$$\sum_{i=1}^n c_i(q_i) \geq c(Q)$$

그러나 이 조건만으로는 새로운 企業의 진입을 막을 경제적인 명분이 없다. 경제적인 측면에서의 독점을 유지하기 위해서 기존 독점기업이 규모의 경제가 이루어지는 국면에서 生産이 이루어져야 한다. 즉 평균비용이 감소하는 부분에서는 기존 독점기업이 생산규모를 늘려 나가는 것이 바람직하나 평균비용이 상승해 나가는 부분, 즉 규모의 경제가 존재하지 않는 경우에는 다른 기업의 진입을 막을 명분이 없어진다는 것이다. 鐵鋼産業의 규모의 경제성을 단순히 비용의 저렴성을 기준으로 한다는 것이 문제가 없는 것은 아니지만 제품을 질적 효율성으로 평가하는 기준이 대단히 모호하므로 본 논문에서는 주로 가격을 중심으로 규모의 경제성을 分析하고자 한다.

본 논문은 우리나라 철강산업의 규모의 경제성을 검정하기 爲하여 비용함수로 초월대수함수를 설정하여 규모의 경제를 검정하고자 한다. 먼저 2장에서는 한국 철강산업의 규모

의 발전과정을 설명하고, 제3장에서는 그것을 국제적으로 비교한다. 그리고 제4장에서는 초월대수함수를 모형으로 설정하여 SUR에 의하여 추정하고, 제5장에서는 추정결과에 대해 검토하며, 마지막으로 제6장에서는 연구 결과를 요약하고 정부와 업계에 건의한다.

## II. 철강산업과 규모의 경제

저개발국들이 경제발전을 통하여 선진공업국이 되는데는 대부분의 나라들이 공통적으로 갖는 과정이 있다. 대개 초기에는 정통적인 농업시대에서 출발하여 산업시대를 거쳐 정보시대로 발전되어 나가게 된다. 첫단계의 농업시대에는 주로 자연자원이 중요시 되는 시기이고, 다음단계인 산업시대에는 자본이 중요시 되고, 마지막 단계인 정보시대에는 인적자원 즉 인간의 두뇌가 대단히 중요한 역할을 하는 시기가 된다. 경제발전이 본격적으로 이루어지는 시기는 산업시대인데 이때에 기계설비, 정보통신장비, 및 수송장비 등의 생산에 필요한 중간재를 생산하게 되는데, 이때 가장 중요한 산업은 철강이다. 따라서 經濟開發을 計劃하는 대부분의 나라들은 우선적으로 산업설비재로 활용되는 철강재 생산 확보에 주력하게 된다. 工業先進國인 美國과 서유럽 국가들이 그러했고 그 뒤를 잇는 일본도 그들의 경제개발 초창기에 철강생산능력 확보에 국력을 쏟았다. 出發은 다소 늦었지만 상당한 수준의 공업이 이루어진 신흥공업국들, 경제개발을 막 시작한 개발도상국, 그리고 경제개발이 낙후된 후진국들도 그들의 產業發展 계획의 최우선 순위에 철강산업을 올려 놓고 있다. 自國에서 鐵鋼生産能力을 갖추지 못하고 工業化를 시도하는 나라는 우선 그 기본설비를 위해서 중간재로서의 鐵鋼材를 수입하지 않으면 안된다. 그러나 미개발국으로서는 철강재 수입을 위한 자원확보가 급선무이기 때문에 工業化 초기에 쉽게 生産할수 있는 노동집약적인 재화의 輸出이 불가피해진다. 공업화 과정이 진행되면서 政策의 目標가 輸入代替에 있다고 한다면 철강생산능력 확보가 그 經濟의 최우선 目標가 될것이다. 철강재 수입대체 目標가 설정되면, 철강산업은 규모의 경제가 크게 작용하는 産業이므로 대단위의 一貫製鐵所가 건립된다. 철강산업보다 자본이 적게 들게되는 신발류나 의류산업 등은 적은 생산규모에서 출발 할 수도 있고 해외수요가 개발되기전에도 국내 수요증가에 따라 생산규모의 조정이 용이하다. 그러나 이들 산업들에 비해 철강산업은 보다 자본집약적이고 규모의 경제 이점이 큰 산업이다. 따라서 輸入代替를 위한 鐵鋼産業 育成計劃은 효율적인 生産規模를 유지하기 위하여 大規模의 생산 설비로 실현되기 쉽다. 개발초기 단계에는 대부분의 국

가가 적은 철강재수요를 가지게 되므로, 대규모 철강생산설비는 공급과잉현상을 초래하게 되고 마침내는 수출압박까지 받게 된다. 예를들면, 미국과 같이 國內鐵鋼需要가 매우 큰 경우를 제외하고는 서유럽국가들, 일본, 그리고 신생공업국가들인 브라질과 한국 등도 수입대체를 위한 철강산업을 育成하는 과정에서 공급과잉 현상이 나타나 輸出하지 않고는 효율적인 설비가동율을 유지하기 어려운 실정이었기 때문에 世界市場으로의 鐵鋼材 수출이 불가피 했다.

### Ⅲ. 세계 철강산업의 구조적 변화와 생산 규모의 국제 비교

영국은 최초의 철강 생산기술을 개발한 나라로 19세기까지 세계 철강산업을 이끌어 왔으며 그들의 철강 생산기술을 인접해 있는 서유럽 국가들과 미국에 이전시켰다. 영국으로부터 철강생산기술을 습득한 서유럽 국가들중 독일은 19세기 후반에 들어와서는 규모면에서 영국을 앞지를 정도로 크게 발전되었으며 2차대전 직전까지 그발전은 이어졌다. 서유럽 철강공업국들의 대부분은 세계 2차대전의 피해를 입게 되었다.

1900년대에 들어와서는 미국이 대규모 생산설비와 효율적인 생산기술로 세계 철강산업을 주도하게 되었으며 이는 1950년 까지 계속 되었다. 그러나 1960년대에 들어와서 세계 철강산업의 판도는 크게 달라지기 시작하였다. 이때부터 서유럽 제국과 일본의 전후 철강산업이 회복됨으로써 미국의 철강산업은 크게 도전을 받게 되었고, 1970년대 후반부터의 신생공업국인 한국, 브라질 등의 세계 철강시장 출현은 미국, 서유럽제국 및 일본의 철강산업에 크나큰 타격이었으며 마침내 그들은 국제경쟁력을 상실하기 시작하였다.

철강산업은 규모의 경제가 크게 작용하는 산업이므로 규모에 대한 경제를 충분히 활용하는 과정에서 상당한 나라들이 그들의 국내시장수요보다 훨씬 큰 규모의 생산능력을 갖추게 되는 것이 일반적인 현상이며 그들의 국내시장에서 독과점의 형태를 유지하고 있는 예를 쉽게 볼 수 있다. 특히, 영국, 이탈리아 등의 몇개 나라는 독점적 시장점유율을 유지하고 있으며 일본의 신일본제철(Nippon Steel)과 프랑스의 유시모어(Usimor), 그리고 한국의 포항제철 등은 비록 독점형태를 취하고 있지는 않지만 생산규모면에서 세계수위를 차지하고 있다. 일본과 같은 세계 최대철강국은 대규모의 철강생산능력을 가진 기업이 4개나 되면서 1960년대 이후 세계철강시장에서 가장 효율적인 철강국으로서의 위치를 유지해온 나라이다. 이는 역시 철강산업은 어느 시점까지는 규모의 경제가 존재하는 산업이라

는 것을 입증해주는 점이라 하겠다. 그리고 오래동안 세계철강업계를 군림해 왔던 미국의 US Steel 사는 규모를 축소시키고 회사상호까지도 USX로 바꾸는 몸부림을 친 결과 오늘날은 1980년대 중반보다는 상대적으로 회복되어 오늘날 세계 11위의 생산규모를 유지하고 있다.

〈표 1〉 주요철강회사별 조강생산량비교

(단위 : 백만톤)

| 회 사 명          | 국 명 | 1988 |    | 1990 |    | 1991 |    |
|----------------|-----|------|----|------|----|------|----|
|                |     | 생산량  | 순위 | 생산량  | 순위 | 생산량  | 순위 |
| Nippon Steel   | 일 본 | 28.3 | 1  | 28.8 | 1  | 28.6 | 1  |
| USIMOR         | 프랑스 | 17.6 | 2  | 23.3 | 2  | 22.8 | 2  |
| POSCO          | 한 국 | 13.1 | 5  | 16.2 | 3  | 19.1 | 3  |
| British Steel  | 영 국 | 14.7 | 3  | 13.8 | 4  | 12.9 | 4  |
| NKK            | 일 본 | 12.0 | 6  | 12.1 | 6  | 12.3 | 5  |
| ILVA           | 이태리 | 11.8 | 7  | 11.5 | 7  | 11.3 | 6  |
| Thyssen        | 독 일 | 11.8 | 8  | 11.1 | 8  | 11.1 | 7  |
| Kawasaki       | 일 본 | 10.9 | 11 | 11.1 | 10 | 10.9 | 8  |
| Sumitomo Metal | 일 본 | 11.0 | 10 | 11.1 | 9  | 0.9  | 9  |
| SAIL           | 인 도 | 8.4  | 13 | 8.8  | 12 | 9.8  | 10 |
| USX            | 미 국 | 14.1 | 4  | 12.4 | 5  | 9.5  | 11 |

우리나라 철강산업의 상징인 포항제철은 1975년 포항제철소 제1기 설비준공이래 1981년 까지 850만톤 규모의 설비를 준공하였고, 1980년대 후반부터 시작된 광양제철소 제4기가 1992년에 준공됨으로써 조강생산은 현재 2,100만톤 규모로 세계 3위의 철강기업으로 위치를 확고히 하게 되었다.

#### IV. 모형의 설정

본 연구에서 이용되는 비용함수는 두번까지 미분가능하며 철강생산에서의 주요한 생산요소인 노동, 자본, 그리고 철강석 등의 함수인 생산함수로 부터 변환되어진 것이다. 이러한 비용함수의 추정을 통하여 요소간의 대체관계 및 규모의 경제에 대한 분석을 한 논문들

은 Christensen과 Greene(1976)이 미국의 전력산업을 분석한 것을 비롯하여 최근 손양훈, 정태용(1993)의 한국 전력산업에 대한 분석 등을 들 수 있다. 이때에는 생산자가 이윤극대화를 달성하고 있는 임의의 생산량 Q를 제약조건으로 하여 비용최소화 과정으로 변환하는 것을 의미한다. 즉,

$$\text{Min } C = XW \quad \text{단, } Q = f(X) \quad (1)$$

이 경우 C는 총생산비용, X는 생산요소 Vector, W는 생산요소 가격 Vector, Q는 생산량, f는 생산함수를 나타낸다.

### 1. 비용함수(Cost function)

본 연구에서 분석대상이 되는 비용함수로는 초월대수 비용함수(translog cost function)를 다음과 같이 설정한다.

$$\begin{aligned} \ln C_t = & \alpha_0 + f_g \ln Q_t + (1/2)f_{gg}(\ln Q_t)^2 + \sum_i \alpha_i \ln W_{it} \\ & + (1/2) \sum_i \sum_j \beta_{ij} (\ln W_{it}) (\ln W_{jt}) + \sum_i \gamma_{gi} (\ln Q_t) (\ln W_{it}) + U_{ct} \end{aligned} \quad (2)$$

여기서,  $C_t$ 는 총비용,  $W_{it}$ 는 생산요소의 단위당 가격을 의미하고 하첨자의 l, K, m은 각각 노동, 자본, 원료를 의미한다. 그리고 Q는 철강생산량이며,  $U_{ct}$ 는 정규분포를 갖는 오차항을 나타내며 정규분포를 가정한다.

본 연구에서의 비용함수는 생산요소가격에 대하여 1차 동차함수(homogeneous of degree one)로 가정되기 때문에 다음의 조건이 충족되어야 한다.

$$\begin{aligned} \sum_i \alpha_i &= 1 \\ \sum_i \beta_{ij} = \sum_j \beta_{ji} = \sum_i \gamma_{gi} &= 0 \end{aligned} \quad (3)$$

또한 비용함수에 있어서 투입요소가격에 대하여 2차 미순한 계수가 대칭이라는 조건은 다음과 같이 나타난다.

$$\beta_{ij} = \beta_{ji} \quad (4)$$

## 2. 요소분담함수(Share equation)

초월대수비용함수인 방정식 (1)을 생산요소가격,  $W_{it}$ 에 대하여 미분하고 Shephard's lemma를 적용하면 다음과 같다.

$$\frac{\partial C}{\partial W_i} = X_i \quad (\text{Shephard's lemma}) \quad (5)$$

$$\frac{\partial \ln C}{\partial \ln W_i} = \frac{W_i}{C} = \frac{\partial C}{\partial W_i} = \frac{W_i X_i}{C} = S_i$$

$S_i$ 는  $\frac{W_i X_i}{C}$ 로서 총비용중  $i$ 번째 생산요소의 Share을 나타낸다. 비용함수와 세파드補題(Shephard's lemma)에 의해 각 생산분담함수(Share equation)를 아래와 같이 나타낼수 있다.

$$S_{it} = \alpha_i + \sum_j \beta_{ij} (\ln W_{jt}) + \gamma_{it} (\ln Q_t) + U_{it} \quad (6)$$

여기서 오차항  $U_{it}$ 는 정규분포를 이룬다고 가정한다.

## 3. 요소수요의 가격탄력치

생산요소의 투입과 산출의 과정에서 생산요소가격의 變化에 대한 수요탄력치는 중요한 의미를 가진다. 생산요소수요의 가격탄력치를 유도하기 위한 Allen의 편대체탄력성(Partial elasticity of substitution)은 다음과 같다.

$$\begin{aligned} \sigma_{ii}^A &= (\beta_{ii} + S_i^2 - S_i) S_i^2 & i = j \text{인 경우 } i = l, K, m \\ \sigma_{ii}^A &= (\beta_{ii} + S_i S_j) / (S_i S_j), & i \neq j \text{인 경우 } i, j = l, K, m \end{aligned} \quad (7)$$

이때 Allen의 편대체탄력성은 대칭조건을 만족하므로  $\sigma_{ij}^A = \sigma_{ji}^A$ 가 된다. 이에 Allen 탄력치의 대칭성의 단점을 극복하기 위한 대안으로 다음과 같이 비대칭적인 Morishima 대체탄력치를 이용한다. 그러나 자기탄력치(Ownelasticity)가 없는 것이 단점이 된다.

$$\begin{aligned} \sigma_{ii}^M &= 0, & i = l, K, M & \quad i = j \text{인 경우} \\ \sigma_{ii}^M &= S_i (\sigma_{ij}^A - \sigma_{ji}^A) & i = l, K, M & \quad i = j \text{인 경우} \end{aligned} \quad (8)$$

그러면 이제 Allen 편대체탄력치를 이용하여 생산요소의 가격탄력치와 교차탄력치를 다음과 같이 구할 수 있다.

$$\epsilon_{ij} = S_j \sigma_{ij}^A \quad i = L, K, m \quad (9)$$

#### 4. 규모의 경제(Economy of scale)

산출량의 변화에 대한 비용의 변화분을 나타내는 비용탄력성은 다음과 같이 표시되며 이는 한계비용과 평균비용의 비율  $\left[ \frac{MC}{AC} \right]$ 로 나타낸다.

$$\eta_c = \frac{\partial \ln C}{\partial \ln Q} = f_q + f_{qq}(\ln Q) + \sum \gamma_g(\ln W_i) \quad (10)$$

여기서 총비용과 산출량 규모사이의 관계를 나타내는 비용탄력성을 이용하여 규모의 경제지표를 다음과 같이 나타낼 수 있다.<sup>1)</sup>

$$\eta_s = 1 - \eta_c \quad (11)$$

만약 규모의 경제지수가 0보다 크다면( $\eta_s > 0$ ), 규모의 경제가 존재하는 것이고, 반면에  $\eta_s < 0$ 이면 규모의 비경제가 존재하는 것을 의미한다.

#### 5. 자료와 추정방법

한 산업의 규모의 경제에 관한 대부분의 선행연구들이 횡단면 자료에 의해 이루어 졌지만, 한국의 철강산업은 포항제철이 그 생산량의 대부분을 차지할 정도이고 다른 군소 기업들과는 기업 특성차이가 현저하므로 횡단면 분석은 큰 의미를 찾을수 없기 때문에 시계열 분석에 의존하고자 한다.

비용함수의 추정에는 한국철강협회의 『철강통계연부』, 한국산업은행의 『재무분석』의 손익계산서, 제조원가명세서 및 대차대조표 등의 연간 통계자료를 사용하였다. 함수의 형태에서 각 생산요소는 노동, 자본, 그리고 원료로 정의되는데 이들 각각에 대해 살펴보면 다음과 같다. 먼저 노동비용은 인건비, 퇴직금 등의 연도별 관련비용을 사용하였고, 노동은 고용인원을 의미한다. 따라서 임금( $W_1$ )은 노동비용을 노동량으로 나눈 연도별 평균임금

1) 규모의 경제를 나타내는 지표로  $1/\eta_c$ 을 사용할 수 있다. 이때에는  $\eta_s > 1$ 이면 규모의 경제가 존재한다 하겠다.



에 해당된다.

자본비용의 계산은 표학길<sup>2)</sup>의 철강부문의 Capital Stock 추계치에서 각년도의 감가상각비를 제외한 순자본(Net Capital)에 대하여 8% 지급이자율을 가정하여 자본비용을 계산하였다. 자본의 단위는 조강생산능력을 사용하였고, 따라서 자본의 가격은 조강생산능력이 한 단위당 자본가격이 된다. 원료비용은 철강석, 석회석, Coking coal에 지출된 비용을 사용하였고 원료소요량은 세항목을 합산하였으며, 연료의 가격은 M/T 당 연료비용을 사용한다. 이 때 각 요소가격은 1985년 기준의 도매물가상승율로 실질화하여 사용한다.

추정방법은 비용함수와 Share함수 오차항간의 상호 상관관계를 가진다는 가정 아래 Zellner의 SUR(Seemingly Unrelated Regression) 방법을 사용하여 추정하였다. 여기서 자본의 Share 함수의 추정계수는 사후적으로 비용함수의 1차동차조건에 의해 Residual로 구해질 수 있기 때문에 자본 share함수를 제외하여 추정하였다.

함수의 추정과정에서 우리는 함수형태에 관한 몇 가지 제약식에 대한 가설을 설정하고 이를 검정함으로써 설정모형의 타당성을 검정하였다. 위에서 설정한 비용함수의 형태가 일반형(unrestricted)이라고 할 때 두가지 다른형태 동조성(homotheticity)과 동차성(homogeneity)에 관한 제약조건이다. 먼저 동조함수는 비용함수가 투입요소와 산출물의 가격으로부터 분리가능(Separable)하여 산출량과 요소가격이 독립적인 조건을 의미하는데 이 조건이 충족되면 비용함수는  $C=C_1(Q) C_2(W_i)$ 로 표시되고  $\gamma_{gi}=0$ 가 된다.

두번째 제약조건은 동차성 (homogeneity)조건인데 이는 동조성의 특수한 경우로서 Q에 대한 비용탄력성이 상수가 되어 규모가 변화하는 데도 규모의 경제성이 변화하지 않는 비용함수를 말하며  $f_{gg}=0$ 를 의미한다. 이들 두가지의 제약조건은 추정할 비용함수의 성질을 정의하는데 매우 중요한 의미를 갖고 있으며, 규모의 경제를 판별하는데 중요한 의미를 가지게 된다.

## V. 비용함수 추정결과

### 1. 비용함수의 형태

비용함수의 추정결과는 unrestricted, homothetic, homogeneous의 순으로 정리하여 다

2) 표학길, "A Synthetic Estimate of the National Wealth of Korea, 1953-1990", *KDI Working paper No. 9212*.

음의 공식을 이용하여 우도비검정(likelihood ratio test,  $\lambda$ )을 시도해 보기로 한다.

$$\lambda = \left[ \frac{\det(\hat{\alpha}_r)}{\det(\hat{\alpha}_u)} \right]^{-n/2}$$

이때  $\det(\hat{\Omega}_r)$ 와  $\det(\hat{\Omega}_u)$ 는 각각 제약식과 일반식의 오차항 공분산행렬의 행렬식을 의미하고  $-2 \ln \lambda$ 는  $\chi^2$  분포를 한다.

비용함수형태에 대한 검정결과를 동조성과 동차성에 관한 가설이 각각 기각되기 때문에 일반형, 즉 unrestricted의 형태를 가지는 것으로 판명되었다. 비용함수가 homothetic하다는 가설에 대해서는 자유도가 2인  $\chi^2$  분포의 임계치가 1%인 신뢰구간에서 9.21인데 검정 통계량은 83.64이고, 또한 Homotheticity에 대한 Homogeneity 경우 자유도 1의 임계치가 1% 신뢰구간에서 6.64인데 검정통계량은 18.03으로 Homogeneity의 가설도 기각된다. 따라서 우리나라의 철강산업이 불변수확정도(constant return to scale)의 생산함수가 아니라 규모에 대한 수확정도가 변화하는 형태의 생산함수를 가지는 것을 의미한다. 생산요소 share의 추정치가 0과 1사이에서 존재하고 translog형태의 비용함수가 잘 설명하고 있음을 의미한다. 또한 계수의 추정결과를 보면 대부분의 계수가 유의적인 범위에서 추정되어 있고 계수의 방향에 있어서도 이론과 부합되고 있다.〈표 2〉

〈표 2〉 추정결과

| 모 형          | General |        | Homothetic |        | Homogeneous |        |
|--------------|---------|--------|------------|--------|-------------|--------|
|              | 추정치     | t-stat | 추정치        | t-stat | 추정치         | t-stat |
| $\alpha_0$   | 8.2657  | 4.09   | -3.5092    | -1.58  | 1.7047      | 13.27  |
| $f_g$        | -0.4033 | -1.56  | 1.4267     | 5.03   | 0.7568      | 94.21  |
| $f_g$        | 0.1013  | 6.14   | -0.0428    | -2.36  | .           | .      |
| $\alpha_l$   | 0.8557  | 13.15  | -0.0753    | -7.06  | -0.0726     | -6.81  |
| $\alpha_k$   | -0.2916 | -4.39  | -0.5526    | -24.62 | -0.5517     | -24.53 |
| $\alpha_m$   | -0.5641 | -75.57 | 0.6297     | 30.38  | 0.6243      | 30.26  |
| $\beta_{ll}$ | 0.1336  | 25.60  | 0.0654     | 34.29  | 0.0658      | 34.75  |
| $\beta_{kk}$ | -0.0771 | -9.55  | -0.0140    | -1.62  | -0.0189     | -2.22  |
| $\beta_{mm}$ | -0.564  | -9.43  | -0.0513    | -6.45  | -0.0469     | -6.00  |
| $\beta_{kl}$ | -0.771  | 9.55   | -0.0140    | -1.62  | -0.0189     | -2.22  |

한국 철강산업의 규모의 경제에 관한 연구

|                         |         |        |         |       |         |      |
|-------------------------|---------|--------|---------|-------|---------|------|
| $\beta_{kk}$            | 0.1753  | 12.68  | 0.0054  | 0.23  | 0.0114  | 0.48 |
| $\beta_{km}$            | -0.0981 | -14.52 | 0.0085  | 0.43  | 0.0075  | 0.38 |
| $\beta_{mi}$            | -0.0564 | -9.43  | -0.0513 | -6.45 | -0.0469 | 6.00 |
| $\beta_{mk}$            | -0.0981 | -14.52 | 0.0085  | 0.43  | 0.0075  | 0.38 |
| $\beta_{mm}$            | 0.1545  | 73.58  | 0.0427  | 2.29  | 0.0394  | 2.11 |
| $\gamma_{qi}$           | -0.0781 | -14.26 | .       | .     | .       | .    |
| $\gamma_{qk}$           | -0.0072 | -1.30  | .       | .     | .       | .    |
| $\gamma_{qm}$           | 0.0853  | 174.74 | .       | .     | .       | .    |
| $R^2$                   | 0.9878  |        | 0.9299  |       | 0.0226  |      |
| log det<br>( $\Sigma$ ) | -22.635 |        | -18.233 |       | -17.284 |      |

2. 요소가격탄력치

비용함수의 모형태의 검정결과와 계수의 추정결과에 이어서 Allen 편대체력치, Morishima 대체탄력치, 그리고 투입요소 가격탄력치를 1991년 총비용함수의 추정결과에 따라 산출하여 <표 3>, <표 4>, <표 5>에 정리하였다.

<표 3> Allen 대체탄력성(1991)

|     | 노 동           | 자 본           | 원 료           |
|-----|---------------|---------------|---------------|
| 노 동 | -0.810(0.049) | 0.438(0.059)  | 0.314(0.073)  |
| 자 본 | 0.438(0.059)  | -0.386(0.078) | 0.078(0.063)  |
| 원 료 | 0.314(0.073)  | 0.078(0.063)  | -0.536(0.033) |

<표 4> Morishima 대체탄력성(1991)

|     | 노 동          | 자 본          | 원 료          |
|-----|--------------|--------------|--------------|
| 노 동 |              | 0.347(0.041) | 0.215(0.020) |
| 자 본 | 0.407(0.025) |              | 0.155(0.018) |
| 원 료 | 0.366(0.029) | 0.195(0.031) |              |

〈표 5〉 요소가격탄력성(1991)

|     | 노 동           | 자 본           | 원 료           |
|-----|---------------|---------------|---------------|
| 노 동 | -0.264(0.016) | 0.185(0.025)  | 0.079(0.018)  |
| 자 본 | 0.143(0.019)  | -0.163(0.033) | 0.020(0.016)  |
| 원 료 | 0.102(0.024)  | 0.033(0.027)  | -0.135(0.008) |

투입요소의 가격탄력치를 보면 각 요소는 자기가격에 대해 부의 관계를 나타내고 있어 요소수요이론과 부합하고 있다. 그리고 교차탄력성은 자동화시스템의 도입 등에 따라 노동과 자본이 대체관계로 나타났으나 그 정도는 낮은 실정이며, 자본과 연료도 유류가격 인상 등의 영향으로 신예설비가 도입되면서 상대적으로 에너지 절감효과가 나타나 대체관계가 나타났다. 노동과 연료관계는 부분적으로 보완관계가 나타나는 것을 제외하고는 대체관계가 유지되고 있으나 노동과 자본에 비해 매우 미약하다. 이는 장치산업인 철강산업의 특징상 한번 설치한 철강생산 시설에 대한 생산요소의 변화가 용이하지 않음을 의미한다.

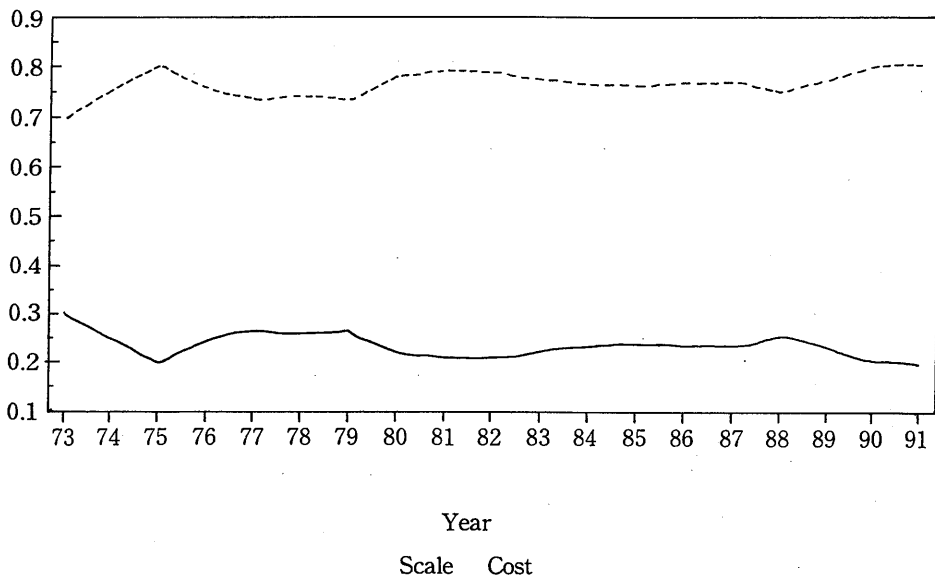
### 3. 규모의 경제

규모의 경제란 규모에 대한 비용탄력성에 대한 반대 개념이 규모의 경제를 판단하는 지표가 된다. 규모의 경제 탄력성은 (그림 1)에 잘 나타나고 있는데, 여기서 규모의 경제 탄력성이 0보다 크면 규모의 경제가 존재하고 있는 상태로 보고 0이하일 때는 규모의 경제를 상실한 것으로 본다. 전체적으로 우리나라 철강산업의 규모의 경제는 0.3에서 최근에는 0.2이하로 하락하는 추세를 보이고 있다. 우리나라의 철강산업 규모의 경제는 조강 생산규모의 증가와 깊은 관계를 유지하면서 변화되어 왔다. 포항제철소의 103만톤 규모의 1기 공사가 준공된 1973년 이후 포항 2기공사가 준공되기 전인 1975년도에 규모의 경제상태가 악화되었다. 그러나 포항제철소의 2, 3기 공사의 준공으로 규모의 경제는 다시 회복되었으며, 또한 광양제철소의 착공할 무렵인 1981년도에 규모의 경제상태가 악화되었다. 규모의 경제가 다소 약화되는 두시점 모두 1, 2차 오일쇼크 시점과 일치하여 오일쇼크에 따른 원료비 상승요인을 반영하고 있다 하겠다. 광양제철소 2, 3기가 준공됨으로써 개선되었다. 그러나 최근에 두 제철소의 생산규모가 포항제철소 910만톤, 광양제철소 810만톤인 1720만톤이 달성되면서 다소 규모의 경제성이 감소되고 있다. 그러나 분석결과 우리나라 철강산업은 아직도 규모의 경제성을 유지하고 있는 것으로 나타났다. 이는 철강

한국 철강산업의 규모의 경제에 관한 연구

산업의 규모의 경제는 800만톤에서 1,000만톤 사이라고 주장하고 있는 코커릴의 연구<sup>3)</sup>와 부합된다.

본 연구가 철강산업전체를 대상으로 하여 분석되어 졌기 때문에 개별 철강기업들의 규모의 경제에 대하여 명확하게 밝힐 수는 없으나 현재 우리나라 철강산업 자체가 규모의 경제를 유지하고 있다는 결과는 아직 포항제철도 규모의 경제를 유지하고 있는 것으로 볼 수 있다. 그렇기 때문에 이 사실은 새로운 기업의 철강업 진출에 대한 하나의 자연적인 장벽으로 존재한다는 결론을 얻을 수 있다(그림 1).



〈그림 1〉 Scale and Cost Elasticity(Steel Industry)

#### 4. 총요소생산성(Total Factor Productivity)

총요소 생산성은 생산량의 증가 중 투입요소의 증가분으로 설명되지 않는 부분을 나타내며, 이는 개념적으로 기술의 변화(Technical Change)에 따른 생산량 증가분으로 해

3) 영국의 캠브리지대학의 코커릴(Cockerill) 교수의 주요철강국을 대상으로한 철강생산 규모의 경제에 대한 연구결과를 보면 미국, 캐나다, 일본 및 이태리 등의 조강생산 백만톤 때의 단위당 원가를 100으로 볼 때, 800만톤 시는 105,500만톤 시의 114,200만톤 시는 155로 규모가 작을수록 제철소 조강생산단가가 높은 것으로 나타나 제철소의 규모증대에 따라 생산비가 감소된다는 사실을 보여주고 있다.

석될 수 있다.

총요소생산성(TFP)은 총생산량(Q)과 총투입요소(F)간의 비율로 정의할 수 있고, 수식으로 표현하면 다음과 같다.

TFP=Q/F, 따라서 총요소생산성의 증가율은 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$\dot{TFP} = \dot{Q} - F, \quad (12)$$

$$F = \sum \frac{W_i X_i}{C} X_i \quad (13)$$

식 (12)는 다음과 같이 다시 표현할 수 있다.<sup>4)</sup>

$$\dot{Q} = \dot{TFP} + \dot{L} + S_k(K/L) + S_m(M/L) \quad (14)$$

다음 <표 6>에서, 대부분의 연도에서 기술진보가 이루어졌음을 알 수 있다.

<표 6> 총요소생산성

| 년 도  | TFP (%) | Q (%) | L (%)  | (K/L)*S <sub>k</sub> (%) | (M/L)*S <sub>m</sub> (%) |
|------|---------|-------|--------|--------------------------|--------------------------|
| 1974 | 25.17   | 45.47 | 7.96   | 6.72                     | 5.62                     |
| 1975 | 2.46    | 10.26 | 7.36   | -1.27                    | 1.71                     |
| 1976 | -7.28   | 27.83 | 18.74  | 11.86                    | 4.51                     |
| 1977 | 11.54   | 19.55 | 8.50   | -3.94                    | 3.45                     |
| 1978 | 0.45    | 12.17 | 20.05  | -7.24                    | -1.09                    |
| 1979 | 13.06   | 34.70 | -10.17 | 24.22                    | 7.59                     |
| 1980 | 4.66    | 11.08 | 3.05   | 2.11                     | 1.25                     |
| 1981 | 2.40    | 20.41 | -0.92  | 13.23                    | 5.71                     |
| 1982 | 4.40    | 8.55  | 0.58   | 1.79                     | 1.77                     |
| 1983 | -3.40   | 1.32  | 2.28   | 2.50                     | -0.06                    |
| 1984 | 4.89    | 8.59  | 1.97   | 0.72                     | 1.01                     |
| 1985 | 0.42    | 3.73  | -1.44  | 3.69                     | 1.06                     |
| 1986 | 4.04    | 6.98  | 4.25   | -1.44                    | 0.12                     |
| 1987 | 4.17    | 13.27 | 0.61   | 6.21                     | 2.28                     |
| 1988 | 2.79    | 12.22 | 0.58   | 7.06                     | 1.79                     |

4) 식(14)의 도출방법은 Solow(1957) 참조.

한국 철강산업의 규모의 경제에 관한 연구

|      |       |       |       |       |      |
|------|-------|-------|-------|-------|------|
| 1989 | 9.38  | 12.60 | -0.83 | 1.33  | 2.72 |
| 1990 | -2.78 | 5.41  | 3.82  | 4.11  | 0.26 |
| 1991 | 5.75  | 11.06 | 4.01  | -1.17 | 2.47 |

이는 식(14)에서 보여주는 것처럼 생산량의 증가를 생산요소의 증가와 나머지 설명되지 않는 부문으로 나누어서 이부문을 기술진보로 해석 할 수 있다. 70년대와 80년대 초까지 철강산업의 생산량은 높은증가율을 보이고 있으며, 80년대 이후에는 생산량 증가가 안정적이라 할 수 있다. 특히, 몇몇 년도에서 나타나는 노동 생산요소의 증가가 감소하는 것은 철강산업이 자본 집약적이며, 기술 집약적인 산업임을 보여 주고 있다. 70년대와 80년대 초까지는 상대적으로 생산요소의 증가보다 기술진보에 따른 효과가 크다고 할 수 있다. <표 7>에서, 생산량 증가에 대한 각생산요소와 총요소생산성의 기여도를 나타내고 있다. 전반적으로 철강업 생산량 증가의 많은 부분은 기술진보에 의해 이루어졌음을 알 수 있다.

<표 7> 생산량 증가에 대한 기여도

| 년 도  | $\dot{TFP}$<br>(%) | $\dot{L}$<br>(%) | $(K/L) \cdot S_k$<br>(%) | $(M/L) \cdot S_m$<br>(%) |
|------|--------------------|------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1974 | 55.36              | 17.51            | 14.78                    | 12.35                    |
| 1975 | 23.95              | 71.69            | -12.34                   | 16.71                    |
| 1976 | -26.15             | 67.33            | 42.63                    | 16.19                    |
| 1977 | 59.02              | 43.49            | -20.15                   | 17.64                    |
| 1978 | 3.73               | 164.69           | -59.44                   | -8.97                    |
| 1979 | 37.62              | -29.29           | 69.79                    | 21.88                    |
| 1980 | 42.09              | 27.52            | 19.07                    | 11.33                    |
| 1981 | 11.77              | -4.52            | 64.80                    | 27.95                    |
| 1982 | 51.48              | 6.81             | 20.95                    | 20.76                    |
| 1983 | -258.20            | 173.10           | 189.81                   | -4.71                    |
| 1984 | 56.92              | 22.94            | 8.35                     | 11.79                    |
| 1985 | 11.27              | -38.70           | 98.95                    | 28.48                    |
| 1986 | 57.87              | 60.86            | -20.61                   | 1.88                     |
| 1987 | 31.42              | 4.60             | 46.77                    | 17.21                    |
| 1988 | 22.80              | 4.77             | 57.76                    | 14.67                    |
| 1989 | 74.48              | -6.62            | 10.56                    | 21.58                    |
| 1990 | -51.35             | 70.62            | 75.93                    | 4.79                     |
| 1991 | 52.00              | 36.29            | -10.58                   | 22.29                    |

## IV. 요약 및 결론

우리나라 철강산업을 중심 translog 비용함수를 설정하고 1973-1991년의 자료를 이용하여 ISUR 측정방법에 의하여 추정하였다. 생산요소로는 노동과 자본, 그리고 원료를 이용하여 조강을 생산하는 것으로 규정하여 비용함수를 추정하였다. 함수형태에 대한 가설검정의 결과 우리나라의 철강산업에 가장 적합한 비용함수의 형태를 찾아내고 매우 유의적인 결과를 얻었다. 비용함수의 추정결과에 따라 투입요소의 대체탄력성을 살펴보고 규모의 경제에 대한 분석을 시도하였다.

비용함수의 추정결과는 모형형태에 대한 가설검정의 결과에 따라 일반형(Unrestricted)을 따르게 된다. 계수의 추정결과를 보면 대부분의 계수가 유의적인 범위에서 추정되고 있고 계수의 방향에 있어서도 이론과 부합하고 있다.

투입요소의 자기가격 탄력치(Own Factor Price Elasticity)를 보면 각 요소는 자기가격에 대해 부의 관계를 갖고 있어 이론과 부합하고 있다. 노동이 자본과 원료에 대해서 대체재로 나타나고 있으나, 그 정도는 노동과 자본의 관계가 더욱 강한것으로 밝혀졌다. 현재 우리나라 철강산업은 최근에 와서 규모의 경제성이 다소 감소되어 왔으나 아직도 규모의 경제성이 존재하는 것으로 나타났다. 이 사실은 다른기업에 의한 제3의 제철소 건설에 하나의 장애요인으로 작용할 것으로 예상된다.

향후에 진행되어야 할 분야는 비용의 증가에 대한 각 생산요소들의 증가 기여도를 분석하고 나머지를 Total Factor Productivity로 상정하여 기술진보에 따른 생산성의 증가효과를 제외한 규모의 경제성을 검토하는 방법을 사용하여 한국 철강산업의 규모의 경제성에 대한 분석을 다시 시도해 보는 것이라 하겠다. 아울러 비용함수의 형태도 초월함수가 아닌 AIDS(Almost Ideal Demand System) 모형을 이용한 분석이나, 다른 함수의 형태를 통해 추정하여도 비슷한 결과를 도출할 수 있는지 여부를 검증하는 것이라 하겠다. 이러한 연구가 지속적으로 진행되어 한국 철강산업에 대한 실증분석 결과들을 축적함으로써 철강산업 구조의 재조정에 시사점을 제공할 수 있을 것으로 생각된다.



## 參 考 文 獻

1. 고려대학교 경제연구소, 「鐵鋼産業 發展의 패턴과 국제비교분석」, 1983.
2. 郭相瓊外, 「浦項製鐵과 국민경제」, 水晶堂, 1992. 5.
3. 김세영, 「산업단체모형과 국제무역이론: 철강산업의 국제비교우위에 관한 연구」, 『경제학연구』 제39집 제1호, 1991. 6.
4. 손양훈·정태용, 「전력산업의 규모의 경제성에 관한 연구」, 정책연구자료 93-07, 에너지경제연구원, 1993. 6.
5. 韓國鐵鋼協會, 『鐵鋼統計 年譜』 각호.
6. Blackorby, C. and R.R. Russell(1989), "Will the Real Elasticity of Substitution Please Stand Up?," *The American Economic Review*, No. 79, pp. 882-888.
7. Cave, D., L. Christensen, and J. Swanson(1980), "Productivity in U.S. Railroads, 1951-1974," *The Bell Journal of Economics*, No. 11, pp. 166-181.
8. Cave, D., L. Christensen, and J. Swanson(1980), "Productivity Growth, scale Economies and Capital Utilization in U.S. Railroads, 1955-1974," *The American Economic Review*, No. 71, pp. 994-1002.
9. Christensen, L. and W. Greene(1976), "Economies of Scale on U.S. Electric Power Generation," *Journal of Political Economy*, No. 84, pp. 655-676.
10. Cockerill, A., "The Steel Industry," London Cambridge University Press, 1974.
11. Deaton, A.S.(1972), "The Estimation and Testing of Wsystem of Demand Equations: A Note," *European Economic Review*, No. 3, pp. 339-411.
12. Deaton, A.S. and J. Muelbauer(1980), "An Almost Ideal Demand System," *The American Economics Review*, No. 70, pp. 312-326.
13. Ehud, R. and A. Melnik(1981), "The Substitution of Capital, Labor and Energy in the Israeli Economy," *Resources and Energy*, No. 3, pp. 247-258.
14. Gollop, F.M. and M.J. Roberts(1983), "Environmental Relation and Productivity Growth: The Case of Fossil-Fueled Electric Power Generation," *Journal of Political Economy*, No. 91, pp. 654-674.
15. Hanoch, G.(1975), "The Elasticity of Scale and the Shape of Average Cost,"

- American Economic Review*, No. 65, PP. 492—497.
16. Humphrey, D.B. and J.R. Moroney(1975), "Substitution among Capital, Labor, and Natural Resource Products in American Manufacturing," *Journal of Political Economy*, No. 83, pp. 57—82.
  17. Lima, Jose Guilherme de Heraclito, *Restructuring the U.S. Steel Industry: Semi-finished steel imports, International Intergration, and U.S. Adaption*, Boulder, Colorado, Westview Press, Inc., 1991.
  18. Mangum, G.S. Mangum and S.Y. Kim, "The High Cost of Peace in Steel," *Challenge*, Jul.-Aug. 1986, pp. 47—50.
  19. \_\_\_\_\_, "Steel on the Industrial Staircase: a Conceptual Model for Early Warning to Other Industries and Nations," *Economic Development Quarterly*, Vol. 2 No. 1, 1988, pp. 31—49.
  20. McElroy, M.B.(1977), "Goodness of Fit Seemingly Unrelated Regressions," *Journal of Econometrics*, No. 6, pp. 381—387.
  21. McLaren, K.(1982), "Estimation of Translog Demand System," *Australian Economic Paper*, pp. 392—406.
  22. Moroney, J.R. and J.M. Trapani(1981), "Factor Demand and Substitution in Mineral-Intensive Industries," *The Journal of Economics*, No. 12, pp. 272—284.
  23. Oum, T.H., M.W. Tretheway, and Y., Zhang(1991), "A Note on Capacity Utilization and Measurement of Scale Economies," *Journal of Business & Economics Statistics*, No. 9, pp. 119—123.
  24. Simmons, P. and D. Weiserbs(1979), "Translog Flexible Functional Forms and Associated Demand System," *The American Economic Review*, No. 69, pp. 892—901.
  25. Solow, R.M.(1957), "Technical Change and the Aggregate Production Function," *Review of Economic Statistics*, No. 39, pp. 312—320.