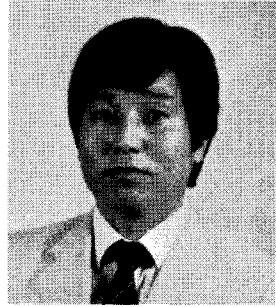


# 尖端技術 어디까지 왔나 鐵鋼産業의 에너지節約技術(1)



金弘球  
〈KIET 責任研究員〉

## 目次

- I. 머리말
- II. 에너지消費의 概要
- III. 에너지節約技術의 現況과 課題
- IV. 次世代 製鐵技術과 에너지
- V. 國內現況
- VI. 맺는말

〈고딕은 이번號, 명조는 다음號〉

## I. 머리말

製鐵産業은 다른 산업에 基礎素材를 공급하는 중요한 산업인 반면, 多量의 에너지를 필요로 하는 에너지 多消費産業이라고 말할 수 있다. 石油危機 이전의 高度成長期에는 코크스用 石炭을 主에너지源으로 하면서, 그 당시 가격이 저렴했던 석유를 다량으로 소비함으로써 생산성을 높였다. 이러한 時代의 에너지對策中 중요한 것은 高爐燃料比의 低減인데, 이것은 高爐의 大型化, 出銑比의 上昇을 가능케 한 高爐操業技術의 발전 덕택이다. 또한 製鐵段階에서는 平爐로부터 생산성이 우수한 轉爐의 轉換을 들 수 있다.

이러한 鐵과 에너지 관계에 충격을 준 것은 두번에 걸친 석유위기인데, 이것은 資源制約이

란 관점에서 高度成長經濟에 걸림돌이 되었다. 또 다시 불어닥칠지도 모르는 석유위기에 대처하기 위해서, 國內의 鐵鋼産業에서도 에너지面으로 본 에너지 절약 노력 및 石油代替化에 대처할 필요가 있다.

따라서 本稿에서는 各部門에서의 作業 개선에 의한 原單位 改善 및 工程省略 등의 設備對策과 高爐로의 重油使用을 코크스로 代替實施하는 등, 오일리스操業을 實現하기 위해서, 에너지利用面에서 세계 최고의 수준을 자랑하는 日本 鐵鋼産業을 살펴봄으로써 다가오는 21世紀의 극심한 에너지위기에 國內 철강산업이 대처할 바를 생각해 보기로 한다.

## II. 에너지消費의 概要

### 1. 鐵鋼産業의 에너지消費

日本の 鐵鋼産業은 '88年度 에너지소비의 13.4%(原油換算 43.6百萬kl)를 점유하는 최대의 에너지需要産業이지만, 석유위기가 있었던 '73年度의 20.5%에 비하면 7%나 低下된 것이다. 鐵鋼産業의 에너지消費中 가장 큰 특징은 石炭에너지의 사용비율이 높다는 것인데, 이 석탄은 鐵鋼石을 還元시키고 銑鐵을 제조하기 위해서 필요불가결한 原料일 뿐 아니라, 이 석탄을 二次 에너지인 副生가스 에너지로 回收하여 利用하는 것이다.

소비량 전체에서 점유하는 에너지 種類別 비

율은 <圖1>과 같다. 석유위기에 대처하기 위해서, 철강산업은 우선적으로 많은 設備投資를 필요로 하지않는 加熱爐의 히트패턴 등의 조업 기술을 개선시키며, 그 다음 段階에서는 高爐 爐頂壓 回收發電 等 에너지절약이 목적인 설비 투자와 연속주조 등의 생산설비 근대화화 합리화를 추진하며, 나아가서는 코크스 乾式 消火 設備 等 排出에너지 回收에 의한 에너지 原單位의 低下를 꾀한다. 日本은 이러한 에너지 절약대책의 結果, '73年度에 비해서 '88年度의 粗鋼 噸當 에너지使用效率를 실질적으로 20% 改善시켰다. 특히 日本에서는 第一次에 이어 第二次 석유위기를 에너지절약대책의 強化와 근본적인 脫石油對策에 박차를 가하는 계기로 삼았다. 즉 철강산업에서 소비되는 石油系 燃料의 30%가량을 점유하는 高爐用 重油(日本 全國平均으로 高爐 銑噸當 最高 61 l, 總量으론 年間 500萬kl)의 全面中止에 나선 結果, '81年度에는 코크스로 대체하는 등 오일리스操業으로 變換했다. 이 移行過程에서 발생하는 石炭系의 副生가스를 壓延과 動力工程 等에 利用해서 石油系 燃料를 減감했다. 그 結果, <圖1>과 같이 '73년에 21.3%(石油 使用量 1,600萬kl) 점유했던 石油系 燃料가 '88年度에는 6.5%(石油 使用量 412萬kl)까지 減하였다.

鑄造工程 等에서 한층 더 品質관리의 強化가 요구되는데, 이는 에너지소비면에서 볼 때 에너지증가의 요인이 된다. 예를들면, 위 공정중 品質관리 強化의 一環인 二次精鍊處理는 熔鋼의 不良成分除去와 成分調整을 목적으로 하는데, 전체 공정에서 二次精鍊比率는 '85년의 66%에서 '89년에는 76%로 증가했는데, <表1>에서 알 수 있듯이 매년 증가하고 있다.

<表1> 轉爐鋼과 電氣爐鋼의 二次 精鍊處理 比率의 推移 (單位: %)

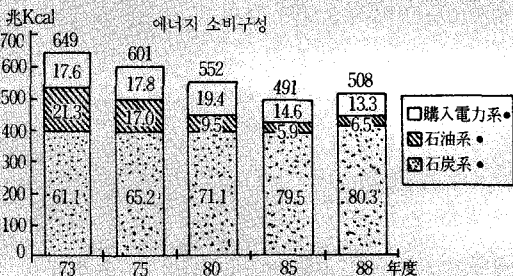
年	1985	86	87	88	89
轉爐鋼	65.9	70.4	71.7	71.7	75.5
電爐鋼	49.1	51.4	53.4	53.5	55.2

그런데, 이工程에서 溫度가 低下하기 때문에 다음 工程에서 溫度補償을 해야 하는데, 이것이 에너지증가의 요인이 된다.

한편, 冷延鋼板은 1噸當 65萬Kcal 정도의 에너지가 필요하며, 高級化 製品인 亞鉛鑛金鋼板은 熱延鋼板과 비슷한 50萬Kcal 정도의 에너지가 필요하다.

결국 이러한 고급화 추세가 粗鋼 噸當 에너지消費 原單位를 높이는 요인이 된다. 國際鐵鋼協會(IISI)의 에너지統計('88年度)에 의한 主要 製鐵國의 에너지消費 原單位를 비교한 結果는 <圖2>와 같다. 日本을 100으로 한 경우,

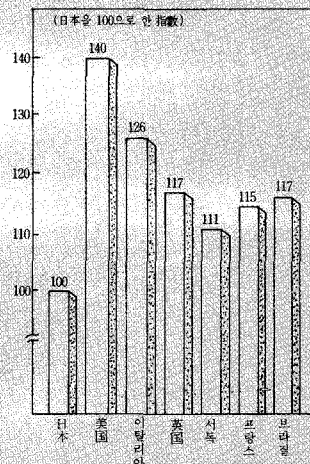
<圖1> 鐵鋼産業의 에너지消費 構成의 推移



## 2. 高附加價値化에 의한 에너지增加

최근 鐵鋼製品에 대한 使用者들의 要求는 冷延鋼板과 表面處理鋼板의 生産증가에서 알 수 있듯이 高級化로 나가고 있는데, 이와같은 고급화에 부응하기 위해서는 高爐, 轉爐 및 運續

<圖2> 主要製鐵國의 에너지消費 原單位 比較('88年度)



에너지消費 原單位는 美國 141, 이탈리아 126, 英國 117, 프랑스 115 등에서 알 수 있듯이 일본의 에너지使用效率는 世界 最高水準이다.

위와 같이 日本 鐵鋼産業의 에너지 原單位가 우수한 이유 중의 하나는 에너지 回收率이 높다는 것을 거론할 수 있는데, 日本의 回收率은 投入에너지量の 33%나 되는데 비해서, 英國 27%, 서독 26%, 이탈리아 21%, 프랑스 20%이며, 美國은 14%에 불과하다.

### III. 에너지節約對策의 現狀과 課題

日本의 鐵鋼産業은 第一次 석유위기를 계기로 第二次 석유위기까지는 操業改善을 중심으로 에너지절약을 했고, 第二次 석유위기 이후에는 排出에너지 回收設備 導入과 에너지절약형 製造設備 等 설비위주로 에너지절약을 추진했다. 그 결과, 에너지 原單位는 '73年度를 100으로 했을 때 '80年度에는 89로 10% 향상했고 '85年度에는 80으로 20%라는 큰 폭의 에너지 절약을 달성했으나, 최근 수년간은 円高와 原油價格의 하락으로 에너지절약대책에 소홀한 감도 있었다.

#### 1. 製造部門의 에너지節約技術

여기서는 에너지절약 효과가 큰 工程省略, 操業改善, 排出에너지 回收利用 및 高爐의 微粉炭使用에 관해서 언급하기로 한다.

##### (1) 工程省略

#### 1) 連續鑄造(Continuous Casting Process)

連續鑄造는 造塊와 分塊壓延 등의 工程을 連續工程만으로 해결함으로써 에너지절약과 결합향상을 도모하는 合理的 設備이다. 連續에 의한 에너지節約量은 噸當 15~20만Kcal에 달하며, 최근에는 運鑄機의 高速化 또는 鑄造時의 斷熱強化에 의해서 900℃를 초월하는 高温에서 작업을 행할 수 있으며, 後工程인 加熱爐의 負荷를 경감시킴으로써 에너지절약을 꾀할 수 있다.

#### 2) 直送壓延(Direct Rolling)

直送壓延은 종래 連續鑄造 後, 슬래브가 冷却된 다음 加熱爐에 裝입되던 工程을 생략하고,

직접 壓延하는 방법인데, 현재 일본에서는 2~3개의 製鐵소에서 실용화되고 있다. 또한 直送壓延보다는 못하지만, 이것에 가까운 技術로 熱片裝入(Hot Charge Rolling)이 있는데, 이것은 연속주조 후의 냉각공정을 생략하고 熱片인 軋材 다음 工程인 加熱爐로 가능한 한 高温에서 鋼材를 裝입시키는 방법이다. 이러한 방법에 의해서 加熱爐의 燃料原單位를 거의 半減시킬 수 있는데, 에너지 절약량은 噸當 25~30萬Kcal가 된다. 최근에는 스케줄프리화 등의 工程運用 改善에 의한 로스타임의 輕減, 搬送時間 短縮, 搬送時의 保温強化 및 對象品種의 확대에 의해서 한층 더 에너지절약효과를 기대할 수 있다.

#### 3) 連續폴림

연속폴림設備는 冷延鋼板의 電氣淸淨, 폴림, 調質壓延 및 精鍊의 4工程을 1工程으로 생략한 설비이며, 생산성 향상, 納期短縮(이전에는 1週間の 처리시간이 필요했으나 불과 數分間으로 단축)에 기여하고 있으며, 최근에는 爐自體의 效率化도 개선되고 있으며, 에너지 절약량은 噸當 7~11萬Kcal가 된다.

#### (2) 操業改善

에너지절약을 위한 조업개선은 全工程에서 실시되며 커다란 효과를 얻고 있다. 各設備에서 대표적인 操業改善事例로는 히트패턴의 개선, 燃燒制御, 燃燒用空氣予熱, 計算機 制御의 導入 等 여러가지가 있으나, 여기서는 熱延加熱爐의 조업개선을 언급하기로 한다.

熱延加熱爐의 에너지 原單位는 '73년의 50萬Kcal/t에서 '88년에는 26萬Kcal/t으로 향상되었는데, 이 개선기술로는 排가스 損失, 冷却水 損失과 爐體 放散熱의 低減 등이 있다.

排가스에 의한 損失을 감소시키는 기술로는 低空氣比 操業, 히트패턴의 最適化, 이를 위한 컴퓨터制御가 성과를 거두고 있으며, 冷却水에 의한 損失防止技術로는 二重 또는 三重斷熱 등의 斷熱強化와 斷熱體 脫落防止技術 등에 의해서 생기는 水量의 低減이 있다.

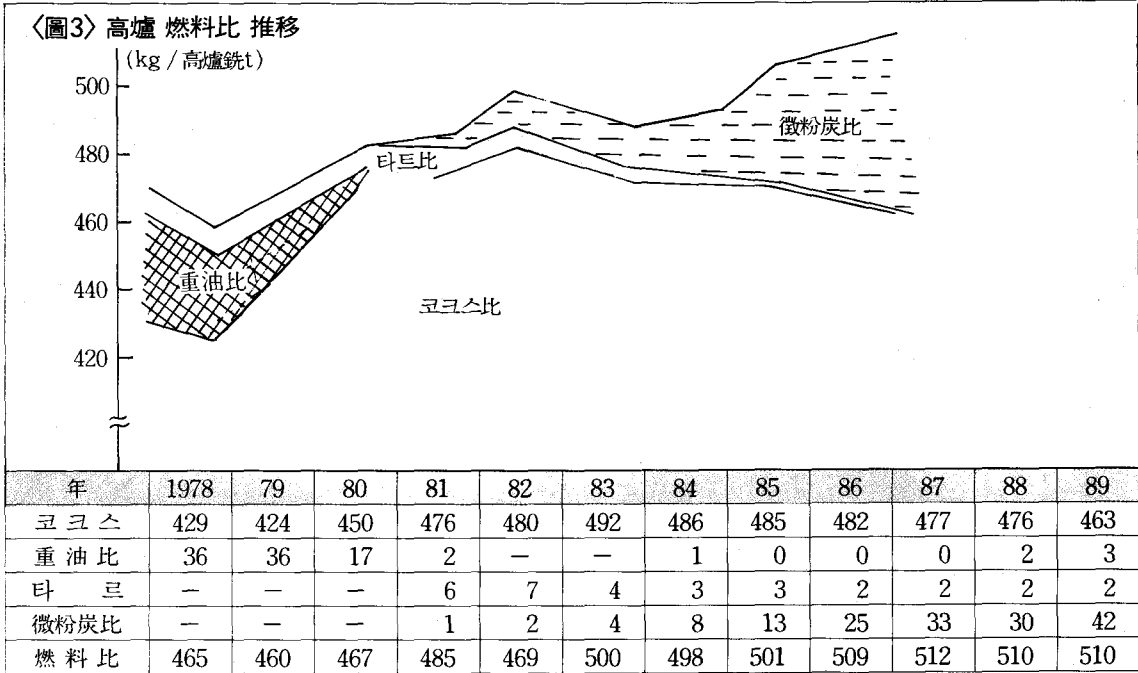
또한 爐體 放散熱의 低減으로는 高温耐熱性의 세라믹스 導入이 있으며, 排가스顯熱의 回

收로는 燃料用 空氣予熱 또는 燃料가스予熱用의 레귤레이터의 設置에 의해서 回收效率의 向上을 促한다. 그 결과, 현재 加熱爐에 投入되는 燃料中 약 70%가 鋼片의 顯熱이 되고, 나머지는 排가스(약 16%), 冷却水(약 10%), 爐體放散(약 5%)의 형태로 외부에 放散된다.

(3) 排出에너지 回收利用

1) 코크스 乾式 消火設備

코크스乾式 消火設備(Coke Dry Quenching)은 赤熱코크스를 종래의 濕式 消火가 아니고, 窒素 등의 不活性가스로 消火하는 것인데, 이 熱은 보일러에서 300~500℃의 蒸氣로 回收된다. 回收蒸氣量은 코크스 噸當 450~600Kg인데, 칼로리로 환산하면 20~30萬Kcal가 된다.



〈表2〉 대표적 에너지 절약설비 및 에너지 절약기술

명칭	내용	보급율	에너지節約量
연속주조설비	造塊, 分塊工程 생략, 나아가서는 出版에 의한 加熱爐 燃料 省감	93%	15~20萬Kcal / t
直送壓延	압연공정에서 가열로의 생략 또는 연료 省감	50~60%	25~30萬Kcal / t
연속풀림爐	冷延 마무리 工程에서의  연속화	-	7~11萬Kcal / t
高爐爐頂壓發電設備	高爐가스를 回收하여 그 排出壓力에 의해서 터빈을 驅動, 發展	92%	9~12萬Kcal / t
코크스乾式消火設備	코크스爐로부터 나온 赤熱 코크스의 冷却에 不活性가스를 사용하고, 이 가스로 蒸氣를 발생시킴	72%	20~30萬Kcal / t
轉爐가스回收設備	전로가스를 未燃燒狀態에서 回收하는 設備	90%	20~24萬Kcal / t
스크랩予熱裝置	電爐 排가스의 顯熱에 의해서 原料스크랩을 予熱, 電氣爐의 使用電力을 省감	60基	7~11萬Kcal / t
水冷爐壁型電氣爐	爐壁을 水冷化하여 高効率 高電壓操業을 실시	-	7萬Kcal / t

2) 高爐 爐頂壓 發展設備

高爐 爐頂壓 發展設備(Top Pressure Recovery Turbine)은 高爐 爐頂部에서 排出되는 가스壓力에 의해서 터빈을 回轉시켜 發展시키는 것으로, 銑鐵 噸當 9~12萬Kcal의 에너지 절약이 된다. 또한 최근에는 發展效率를 향상시키기 위해서 集塵方式을 종래의 濕式에서 乾式 TRT로 변환했는데, 이것에 의한 에너지절약은 銑鐵 噸當 1.5萬Kcal가 된다.

3) 코크스 爐 裝入用 石炭 調濕 裝置

이 裝置는 蒸氣 또는 熱風 등을 熱源으로 하는데, 코크스 爐에 裝입하기 전에 石炭이 水分(10~12%)을 5~7% 정도로 감소시키는 것인데, 이에 의해서 코크스 爐의 乾留熱量은 코크스 噸當 7.5萬Kcal 정도 감소된다.

(4) 高爐의 微粉炭使用(Pulverized Coal Injection)

이 操業은 高爐에서 사용되는 重油 대신 微粉炭을 使用하여, 高爐의 安定操業과 生産性 向上이란 관점에서 重油와 거의 맞먹는 기술로써 日本에서는 이미 '75년부터 실시되었다. <圖 3>과 같이 高爐의 微粉炭比(高爐 銑 噸當 微粉炭 消費量)은 '81年 1Kg에 불과했으나, '85년에는 13Kg, '89년에는 42Kg에 달했다. 最近의 PCI操業은 가격이 저렴한 微粉炭의 大量使用으로 코크스와의 가격차를 더욱 넓혀놓음으로써 경쟁력이 더욱 강화되었다.

또한 <表2>는 지금까지 언급한 製造部門에서의 에너지 절약기술을 도표로 작성했다.

<계속>

「特許·實用新案 出願公開 및 公告索引集('89年度分) 發刊

1. 本會는 기존 索引集發刊에 이어 올해에도 效率的 特許管理를 위한 特許情報檢索의 수단으로 IPC別·出願人別 「特許·實用新案出願公開 및 公告索引集('89年度分)을 다음과 같이 發刊하였습니다.

2. 同 資料가 필요하시면 本會로 통지하여 주시기 바랍니다.

다 음

항목	종류	公開索引集('89年度分)	公告索引集('89年度分)
體面發行種類	制數	菊倍判(11切) 1,480面(권당 740面)	菊倍判(11切) 500面(合本)
總收錄件數		IPC別, 出願人別 44,634件	IPC別, 出願人別 14,846件
發刊豫定日		1990. 8. 20	1990. 8. 20
販賣價格		100,000원	40,000원

\*보내주실 곳 : 한국발명특허협회 조사자료부  
서울 강남구 삼성동 143-19(에림빌딩 3층)  
우편번호 : 135-090  
Fax : 551-5571~2