

主要 基礎製品의 電力 原單位와 그 低減方案

The Unit Power Consumption of Major Basic Products and Its Countermeasure to Reduce

(2)

金 善 慶

大韓電氣協會 電氣使用合理化 專門委員長

4. 製 紙

이 業種은 크게 펄프와 製紙의 2個 部門으로 大別된다.

가. 電力原單位 分析

(1) 펄 프

펄프 製造에는 여러가지 種類가 있으나 우리나라에서 生産되는 碎木 펄프와 化學 펄프의 두 가지만 들기로 한다.

(가) 碎木 펄프

原木을 절단하여 껍질을 벗기고 이를 碎木機에 의하여 죽과 같은 狀態로 갈고 이를 精選하여 濃縮시켜 製造한다.

(나) 化學 펄프

漂白化學 펄프는 木片을 잘게 잘라 化學處理

를 하여 만드는 펄프이다.

이들의 電力原單位는 左下의 表와 같다.

(2) 製 紙

生活用紙인 新聞用紙, 印刷用紙와 産業用紙인 크라프트紙, 板紙等은 모두 生産工程이 비슷하다.

原料로 펄프 또는 古紙를 叩解, 離解하여 調成設備에서 組織의 構成, 纖維間 結合에 적합한 각종 펄프를 抄紙目的에 적합토록 配合하고 藥品處理를 하여 抄紙機에 보낸다. 抄紙機에서는 組織을 構成하여 加壓, 脫水, 乾燥하여 종이를 만든다. 따라서 主要工程은 調成工程, 抄紙工程 및 유틸리티 設備로 大別한다. 이들의 電力原單位는 다음과 같다.

	新聞用紙	印刷用紙	크라프트紙	板 紙
'86	892kWh/ton	597kWh/ton	726kWh/ton	558kWh/ton
'87	898 "	574 "	710 "	552 "

이들을 살펴 보면 역시 製品의 厚薄에 比例하

	碎木 펄프	化學 펄프
'86	1,257 (kWh/ton)	725 (kWh/ton)
'87	1,218 (")	724 (")

여 電力原單位의 差가 나는 것을 볼 수 있다.

나. 電力原單位 低減方法

製紙 펄프產業은 에너지 多消費產業이기 때문에 에너지 使用合理化를 위하여 여러가지 合理化事業을 推進하고 있다.

生産面에서 磨碎, 蒸解, 洗淨, 漂白, 抄紙等 工程에서 많은 에너지가 必要하기 때문에 蒸解술을 팻치式에서 連續式으로 轉換시키는 등 代替作業이 進展되고 있다.

이 産業에서는 原木→펄프→紙로 一貫作業을 하는 大企業과 古紙→板紙를 生産하는 中小企業이 있다. 前者가 大規模 連續生産으로 스케일메리트를 가지며 또 生産合理化가 可能한데 反하여 後者は 比較的 小規模이어서 經營基盤이 弱하고 供給事情이 不安定한 古紙에 의존하고 있어 各 工程의 에너지 使用合理化가 어렵다.

그러나 共通的인 에너지 使用合理化의 要點은 다음과 같다.

(1) 古紙使用比率 및 古紙回收率

古紙는 펄프의 2次原料로, 環境, 資源面은 물론 에너지 면에서도 比重이 큰 만큼 이의 積極的인 回收와 使用比率의 向上이 매우 重要하다고 본다.

(2) 펄프의 品質改善

(가) 電力消費가 큰 TMP에는 加급적 軟質木材를 使用하여 電力消費를 減少시킨다.

(나) 蒸解의 程度와 效率向上

(다) 精選과 叩解工程의 改善

(3) 輕量紙化

(4) 코트紙化

(5) 自家發電과 프로세스 蒸氣와의 關係

紙 펄프 産業은 蒸氣와 電力消費의 比가 높으므로 抽背氣 터빈 設置에는 有利하지만 에너지 使用合理化面에서 보면 可變的이라 할 수 있다. 즉, 프로세스 蒸氣量을 줄이면 自家發電이 減少

하게 되며 電力使用이 變하지 않으면 復水發電이나 購入電力의 增加를 필요로 한다. 그러므로 設備投資가 적은 蒸氣節減은 可能하다고 본다.

(6) 設備改善

(가) 連續蒸解술 設置

(나) 蒸解술의 프래시 蒸氣回收

(다) Kiln리파이너 抄紙Dryer food의 熱回收

(라) 黑液濃縮 에버플레이터의 效率向上

黑液 에버플레이터 熱交換率 改造

(마) 黑液 스토리지 바크의 脫水強化

(바) 抄紙機 프레스 脫水強化

(사) 프로세스 컴퓨터 導入

(아) 세척방식의 改善

(자) 可變速電動機 效率向上

(차) 유틸리티 設備改善

5. 化 學

化學分野는 매우 광범위하여 調査된 分野인 石油化學, 石油精製, 基礎化學 및 타이어 攄브 部門에 대하여 記述코자 한다.

가. 石油化學工業

石油化學工業은 鐵鋼工業과 함께 우리 나라의 重化學工業의 支柱産業임과 同時에 纖維, 고무, 電子, 電氣, 建築等과 生活必須品에 이르기까지 輕工業系列의 基礎素材産業으로 우리나라 經濟成長에 매우 重要的인 位置를 占하고 있다. 여기서는 石油化學의 꽃이라 불리우는 에틸렌(攄사分解)을 위시하여 프로필렌, BTX, 폴리프로필렌, HDPE, LDPE, P. P 등에 대하여 記述하기로 한다.

(1) 電力原單位分析

(가) 攄사分解

攄사는 熱分解에 의하여 에틸렌을 生産함과 同時에 프로필렌(Propylene), 브타디엔(Butadiene), 톨루엔(Toluene), 키시렌(Xylene), 其

他 重要한 中間製品이 多量으로 副生된다.

製造工程은 原料인 Naptha를 加熱式管의 分解爐에 보내어 多量의 蒸氣中에서 熱分解시킨다 (熱分解工程). 이 分解生成物은 直時 冷却되고 蒸溜되어 液体狀態의 高沸騰點 生成物이 除去된다 (冷却工程). 이를 다시 蒸溜하면 重油 및 B TX의 原料가 되는 分解 Gasoline이 回收된다.

한편 가스 모양의 低沸騰點 生成物은 高壓으로 加壓 및 冷却되고 液化된 後에 (壓縮工程) 蒸溜操作에 의하여 純度 100%에 가까운 에틸렌 프로필렌이 얻어지며 Aromatic (芳香族) 工場의 處理過程을 거쳐 Benzene, Toluene, Xylene이 分離 回收된다.

따라서 Ethylene Propylene을 같이 抽出하고 BTX 가 分離 回收되는 Naptha 分解工程과 Aromatic 工程의 電力原單位는 다음과 같다.

	납사 分解	B T X
'86	205 (kWh / ton)	89 (kWh / ton)
'87	196 (kWh/ton)	87 (kWh / ton)

(나) HDPE (高密度 폴리에틸렌)

LDPE (低密度 폴리에틸렌)

PP (폴리프로필렌)

폴리에틸렌은 에틸렌으로부터 얻어지는데, 重合方法에 따라 高密度와 低密度 폴리에틸렌으로 분류된다. HDPE는 주로 병이나 큰 容器, 家庭用品, 장난감, 필름, 電線被覆, 塗膜, Pipe 등을 만드는 데 사용되고 LDPE는 食品包裝, 臨床用器, 包裝用 農産用 비닐하우스 등에 쓰인다.

이들은 触媒, 重合, 壓縮, 反應, 分離工程을 거쳐 生産된다. 電力消費는 주로 壓縮, 乾燥, 製精工程 등에서 많이 쓰인다.

	HDPE	LDPE	PP
'86	744 (kWh/ton)	1,015 (kWh/ton)	701 (kWh / ton)
'87	700 (")	1,002 (")	669 (")

(2) 電力原單位 低減方法

(가) 概要

石油化學工業에서의 에너지 使用合理化로 電力原單位 低減方法은 다음과 같다.

① 運轉方法改善에 의한 에너지 使用合理化 方案

溫度, 壓力, 還流比, 反應時間, PH, 물比, 切替頻度等 各操業條件을 철저히 살펴서 가장 合理的이고도 不必要한 點이 없도록 함으로써 運轉管理를 強化하여 로스를 없애는 方法이다.

② 프로세스 合理化에 의한 對策

製造方法의 改善과 触媒의 改良으로 大別할 수 있는데, 前者는 工程短縮, 製造 루트 變更等 技術革新을 수반한 프로세스 轉換으로 副反應防止 無溶媒化學의 프로세스 改良을 말하며, 後者는 使用하고 있는 触媒의 組成을 변경하거나 触媒 被毒을 除去함으로써 触媒 그 자체의 壽命을 延長하거나 또는 触媒 그 自体를 값싼 것으로 變更하는 케이스이다.

③ 排出回收強化에 의한 에너지 使用合理化 方案

製造工程에서 생기는 副生 廢棄物이나 廢熱을 回收하여 利用하는 것으로, 특히 化學工業에서는 酸化改質, 重合等 反應에 의하여 發生된 熱이나 燃燒, 乾燥, 加熱 등으로 생긴 廢熱을 適切히 利用하는 方案이다. 이제까지 熱交換器, 廢熱 보일러, 豫熱器 등에 의한 熱利用은 많이 하고 있으나 앞으로는 低溫廢熱回收, 經濟적인 蓄熱方法, 固體의 廢熱回收等 技術開發이 重要한 課題라고 생각한다.

④ 裝置 및 裝置運轉條件 改善에 의한 合理化 方案

이 對策은 反應器, 蒸溜塔等 製造工程中的의 設備를 改良함으로써 反應效率이나 精製效率을 向上시키고 펌프, 팬, 冷凍機 등의 運轉臺數, 運轉 패턴을 季節이나 플랜트에 걸리는 負荷에 따라서 調節하며 設備를 改良함으로써 電力을 節減하는 方案이다.

(나) 에틸렌 플랜트의 에너지 使用合理化方案
에틸렌 製造工程은 熱分解工程, 分解 가스 冷却工程, 壓縮工程, 分離工程으로 나뉘어진다. 熱

源은 高温에서는 800~850℃, 低温에서는 150~170℃로 温度幅이 넓다.

에틸렌 1톤당 에너지 原單位의 推移를 보면 近來 技術改良으로 大幅 내려가고 있는데, 그 主要 改善內容을 보면 往復動 壓縮機를 터보 縮壓 機로 交換하거나 分解爐의 效率向上等을 들 수 있다.

(다) 石油化學에서의 電力使用合理化 一般的 共通方案

石油化學에서 使用되는 에너지中 電力이 많이 使用되는 部門으로는 펌프, 교반기, 壓縮機, 照明 등이 있다.

電力節減方案은

- 不必要한 運轉方法 억제 (全面停止, 一部停止, 能力縮少等)
- 效率向上 (電力損失節減, 自轉數制御, 에너지 損失 節減)
- 컴퓨터에 의한 綜合電力管理
- 電力需給管理 (電力會社와의 契約 電力의 效率的 管理)

等으로 集約되나 電力의 경우 固定的 要素가 強한데, 바꾸어 말하면 電力節減의 效果가 별로 없는 경우가 많다. 이러한 固定分의 節減方法은

- ① 運轉臺數의 減少
- ② 無負荷時의 電動機 運轉停止
- ③ 機器稼動時間의 短縮
- ④ 自壓輸送
- ⑤ 蒸氣驅動과의 比較
- ⑥ 適正照明維持와 不必要時 消燈 等이다.

나. 石油精製

石油精製製品은 LPG, 揮發油, 潤滑油, 燈油, 重油, 輕油, 제트油, 아스팔트를 위시하여 其他 石油製品으로 널리 利用되고 있다.

生産工程은 常壓蒸溜, 減壓蒸溜, 接觸改質 等의 化學的反應에 의하여 이루어지고 있다.

(1) 電力原單位分析

各 Unit Process에는 여러가지 펌프, 水素 가스壓縮機, 보일러, 冷凍機等에 의하여 驅動되고 있다.

이들 各種 Process 補機와 驅動裝置는 電動機와 Steam Turbine의 두가지가 使用되고 있다. 그 使用比例는 工場事情에 따라 다르다. 따라서 電動機를 많이 사용하는 곳은 Steam 使用量이 적고 반대로 Steam을 使用하는 Steam Turbine을 많이 사용하는 곳은 電氣를 적게 쓰고 있다. 그렇기 때문에 一律的인 電力原單位算出은 문제점이 있다고 보아야겠다. '86, '87年度의 平均電力原單位는 각각 33kWh/kl로 나타났다.

(2) 電力原單位 低減方案

前記한 石油化學工業의 경우와 같다.

다. 基礎化學工業

이 分野의 調査에는 苛性소다, 소다灰, 酸素, 카바이트, 암모니아等 5 個品目を 調査하였다.

이 分野는 1970年代 中半에 들어서면서 蔚山 石油化學 콤플렉스 系列工場의 稼動과 各種 最終化學製品工業의 急速한 成長과 從前의 無機化學工業 中心으로부터 有機化學工業 中心으로의 構造的轉換等으로 괄목할만한 發展을 이룩하였다.

(1) 電力原單位 分析

(가) 苛性 소다

苛性 소다 製造業은 工法에 따라 다르나 電力費가 生産原價에 占有하는 比率이 33~70%에 이르는 電力多消費品目이다. 工法差로서 이온 交換隔膜法을 사용하고 있는 會社의 경우는 '87年 電力原單位는 2,470 (kWh/ton)인데, 他社의 平均은 3,461 (kWh/ton)으로 많은 差異가 있으며 電解槽의 性能과 運轉管理 如何에 따라서도 많은 差異를 보이고 있다.

(나) 소다灰

소다灰 生産業體는 하나 뿐으로, 年間生産能力

職場과 安全生活

건 설작업이나 대형제품의 제작에서는 높은 곳에 발판을 조립하여 작업한다. 이 때에는 추락과 물건의 낙하를 방지하는 것이 특히 절실하다. 추락이나 물건의 낙하는 큰 재해에 직결되는 것으로 다음과 같은 대책을 세우자.

- 난간, 안전그물 등 추락방지설비가 없는 높은 곳에서는 원칙적으로 작업을 하지 않는다.

- 추락방지설비를 설치하지 않은 곳에서는 안전대를 사용해 작업한다.
- 발판위의 물건은 정리·정돈하여 낙하를 방지하도록 한다.
- 아래 위에서 동시에 작업하지 않는다.
- 반드시 안전모를 착용한다.

▣ 한국산업안전공단

은 28萬M/T 規模이다.

소다灰는 유리製造, 비누, 食品工業에 많이 사용되고 있다.

電力原單位는 高層 빌딩, 아파트 및 自動車産業에 의한 유리關聯産業의 好況으로 '86年 169 (kWh/CS), '87년에는 165 (kWh/CS)로 나타났다.

(다) 酸素

酸素 製造工程에서 電氣設備의 主宗을 이루는 것은 圧縮設備(Compressor)이다. 窒素, 아르곤 등과 함께 生産하는 業體의 경우와 순수한 酸素만을 生産하는 業體(鐵鋼工場)로 나눌 수 있다. 前者의 電力原單位는 後者の 경우보다 높은데, 이는 液體酸素 뿐 아니라 窒素, 아르곤 등도 함께 生産하는데서 오는 設備效率의 低下로 電力消費가 많기 때문이다. '86, '87年の 電力原單位는 前者의 경우 1.3 (kWh/Nm³), 1.0 (kWh/Nm³)이며, 後者の 경우는 각각 0.8 (kWh/Nm³)이다.

(라) 카바이드

카바이드는 肥料, 石灰窒素의 製造 및 塩化비닐, 아세트 알데히드, 아세트산 등의 合成用 아세틸렌 製造 및 金屬酸化物的 還元 鎔接棒 등에 많이 사용된다.

카바이드는 化學業種中 全般에서 製品單位當 電力消費量이 가장 높은 3,533 (kWh/ton) ('87年)으로 算出되었는데, 이는 生産原價에 대한 電力費 比重이 約50% 程度로 높다. 카바이드는 純度에 따라 1等級~4等級으로 區分하는데, 純

度 280L/kg를 기준으로 換算하여 電力原單位를 算出한다. '86, '87년에 各己 350 (kWh/ton) 3,533 (kWh/ton)으로 나타났다.

(마) 암모니아

암모니아 製造工程은 原料인 水素와 窒素 가스의 精製工程과 合成塔內에서 高温, 高压下의 合成過程을 걸치는데 電力의 70%를 消費하고 있다. 따라서 合成에 필요한 에너지 供給과 水素 가스 供給이 製造原價 및 電力原單位에 큰 영향을 미친다. 石油精製의 경우와 같이 動力驅動 에너지를 Steam Turbine으로 많이 利用하는 工場은 電力原單位가 낮고 電動機로만 驅動하는 工場은 반대로 높다. '87년에 前者의 경우 45 kWh/ton인데 比하여 後者は 727 (kWh/ton)으로 나타났다.

(2) 電力原單位 低減方案

(가) 苛性 소다

이 製品의 製造工程에서 電力의 대부분을 消費하는 機器는 電解槽이다. 따라서 電解槽의 性能과 그 運轉管理 如何에 따라 電力原單位는 물론 生産原價가 左右된다고 하여도 過言은 아니다. 따라서 電解槽의 性能向上方法으로서 다음과 같은 點을 留意하여야겠다.

- 電解槽의 負荷時間別 電流調整運轉
- 電解槽의 DC 電圧上昇 抑制
- 電解液의 豫熱強化
- 配線設備의 適正化
- 電解槽의 陽極改善

· 其他 유틸리티의 運轉合理化

(나) 소라灰

소라灰 製造工程에서의 電力消費는 보일러에서 39% 정도로 가장 많이 消費되고 壓縮機에서 14%, 하소로에서 14% 程度 사용되고 있다. 따라서 이 部分의 運轉合理化 與否가 電力原單位 低減方案의 關鍵이라 하겠다. 스팀을 많이 使用하기 때문에 熱併合發電을 하여 全電力使用量의 90%를 커버하고 있다.

(다) 酸素

酸素製造業에 있어 生産費의 主宗을 이루고 있는 것이 電力費이다. 이 電力費를 如何히 減少시키느냐에 따라 그 業體의 經營收支가 左右된다고 보아야겠다. 液體酸素業에서 電力費가 生産費에 占有하는 比率는 65~78%에 이르고 있다.

酸素 製造工程에서 電氣設備의 主宗을 이루고 있는 것은 콤프레서이다. 보통 10,000m³/L의 液體 플랜트일 경우 가스 酸素를 分離하는 工程까지의 電力原單位는 0.4~0.5kWh/m³를 占하고 가스 酸素의 液體工程에서 0.75~0.8kWh/m³가 필요하여 合計 1.2kWh/m³ 程度가 되고 있다. 이를 LNG 冷熱方式으로 변경하면 液體工程의 原單位를 0.4kWh/m³로 半減시킬 수 있다.

보통 우리가 콤프레서나 시스템을 아무리 運轉 合理化하여도 0.05~0.1kWh/m³程度밖에 줄일 수 없는데 比하여 LNG 液酸은 큰 革新이라 할 수 있다. 따라서 무엇보다도 LNG의 導入이 電力原單位 低減의 가장 큰 方案일 것이다.

(라) 카바이드

카바이드 製造工場에서 電力費가 生産費에 占有하는 比率는 約 50% 内外로 큰 比重을 차지하고 있다. 그 中에서도 主宗을 이루는 負荷는 電氣爐이다. 따라서 電氣爐의 性能과 그 運轉의 合理化 如何로 電力原單位가 左右된다고 본다. 電氣爐에 대하여는 金屬部門의 鐵鋼欄을 參照하기 바란다.

(마) 암모니아

電力消費率이 높은 암모니아 合成에서는 高溫,

高壓下의 合成에 필요한 에너지 供給과 廉價의 水素 가스 供給이 製造原價 및 電力原單位에 큰 影響을 미친다. 또한 암모니아 冷却水 펌프 驅動機交替 硫安製造工程에서 廢熱 보일러를 利用하여 에너지를 供給하는 등의 對策이 必要하다.

라. 타이어 및 튜브

(1) 電力原單位 分析

타이어 및 튜브 製造業은 關聯産業인 自動車 産業의 發展에 힘입어 매우 好況을 누리고 있다. 우리나라에는 4 個社 6 個工場에서 이를 生産하고 있다. 生産工程은 精練, 壓延, 壓出, 成形 加流工程으로 되어 있으며, 精練 및 유틸리티에서 60% 以上の 電力을 使用하고 있다. '86, '87年의 電力原單位는 다음과 같다.

	타 이 어	튜 브
'86	702 (kWh / ton)	618 (kWh / ton)
'87	697 (kWh/ton)	578 (kWh/ton)

(2) 電力原單位 低減方案

가장 電力消費가 많은 Mixer에서의 에너지 節減對策으로 Rotor 形狀 및 冷却水 溫度 制御 裝置의 合理的인 改善과 運轉이 電力原單位 低減에 큰 影響을 미칠 것으로 보며, 이 外에 Floating Weight의 空氣消費量 節減 및 補助機器의 效率의 使用方法 등이 있다. 앞으로의 課題는 材料溫度를 必要以上 낮게 하지 않고도 素練, Carbon 投入, 硫黃投入作業을 할 수 있게 하는데 있다. 이에는 Batch of Machine에서 Sheet의 溫度를 適當한 溫度까지 올려 바로 다음의 Mixer 또는 Roll에 넣는 Services 形과 같은 機械로 素練投入까지 回轉數와 冷却水 溫度를 制御하면서 全作業을 單·形으로 한다. 이와 같은 方法은 Mixer의 性能向上과 混練技術의 向上으로 머지 않아 實現될 것으로 생각된다. 또한 Mixing Room 機器에는 Mixer 外에 Under Banbury 用 Roller Bed 押出機가 에너지 節約上 重要하다. <다음號에 계속>