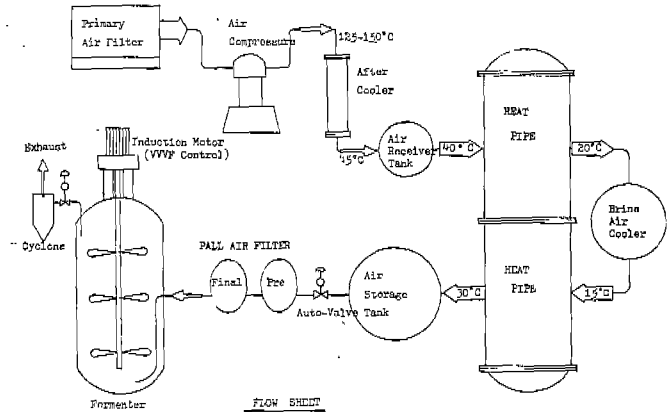


〈東明產業 (株) 篇〉

高效率에너지
節約型機器의 設置

洪 承 漢

東明產業 (株) 電氣管理者



1. 會社概要

- 가. 所在地: 京畿道 安養市 石水洞415番地
- 나. 商 號: 東明產業株式會社
- 다. 代表者: 代表理事 金塔培
- 라. 規 模: 從業員數: 100名
 地 址: 30, 440m²
 建 物: 6, 270m²

2. 施設現況

가. 電氣設備

- 1) 受電設備
 受電電壓: 22, 900V 3φ4W
 變壓器容量: 1, 300kVA 1台
- 2) 發電設備
 發電電壓: 3, 300V 3φ 3W
 發電機容量: 1, 000kW 1台
- 3) 負荷設備
 發動機: 2, 080kW 245台
 電熱器: 43kW 11台
 熔接器: 15kW 3台
 照 明: 58kW 543燈

나. 熱設備

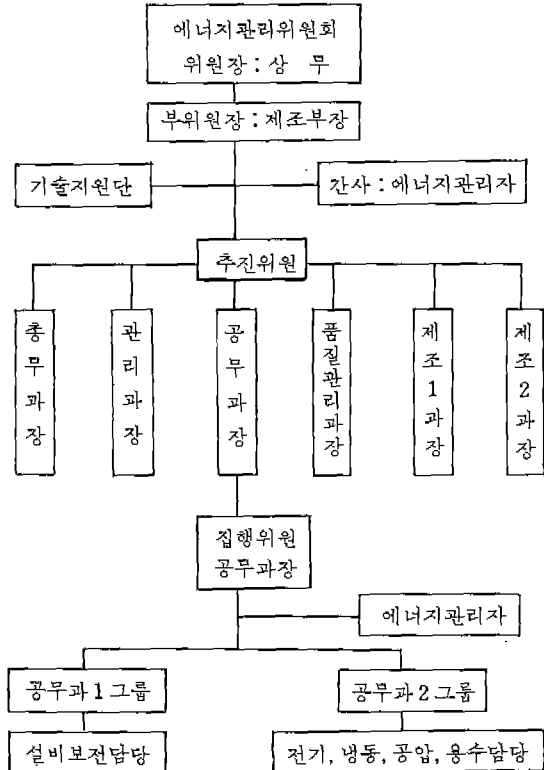
- 1) 爐桶煙管式Boiler: 5 Ton/Hr 1台
- 2) 燒却爐: 200kg/Hr 1台

3. 에너지管理現況

가. 에너지管理委員會 構成

1) 組織 (그림1 參照)

〈그림-1〉 에너지관리위원회 조직



2) 業務 및 運營

- 나. 에너지管理教育 및 弘報活動
- 다. 에너지別 目標原單位設定 및 施行分析
- 라. 標準原價制度의 導入實施 및 分析
- 마. 設備의 保全補修計劃樹立 및 施行
- 바. 作業標準書의 作成及遵守

5. 電力使用構成比 및 原單位低減實績表

電氣使用合理化를 위하여 工程別 設備別 電力使用現況을 分析한 結果는 아래 표1과 같다.

表-1) 전력사용현황 (1980년도)

설비별	설비용량	사용전력량	전력요금(원)	구성비(%)
기관설비	35.1	141,443	5,761,776	2.1575
냉동설비	265.5	1,460,411	59,073,230	22.1200
공압설비	639.5	1,762,350	71,286,593	26.6933
용수설비	228.9	968,823	39,188,625	14.6742
배양공정	315.6	896,086	36,246,447	13.5725
경계공정	353.6	508,813	20,581,359	7.7067
폐수설비	117.7	373,851	15,122,159	5.6625
전동기타	64.1	489,443	19,797,812	7.4133
합계	2,020.0 kW	6,602,220 kWh	267,058,001	100.00%

위 表에서와 같이 冷凍設備과 空壓設備의 電力使用比重이 크며 다음으로 用水設備과 培養設備의 順으로 나타났으므로 各工程의 改善과 老朽된 設備를 에너지節約型으로 代替하여 많은 電力을 節減하였으며, 特히 系列會社間에 一部用役設備를 統合하여 共同運營함으로써 많은 에너지를 節約함은 勿論 新規投資를 止揚하여 企業의 體質을 強化하였다.

5. 改善事例

가. 空氣壓縮機의 에너지節減方案

1) 現象과 問題點

培養工程上 無菌, 無塵狀態의 壓縮空氣를 多量使用하고 있으며 空氣의 壓力을 높여야 必要한 空氣量을 供給할 수 있으므로 空氣壓力上昇에 따른 負

荷增加로 많은 電力이 消費되고 있었다.

2) 改善方案

現在使用中에 있던 Eikoh Filtep를 濾過效率이 높은 Pall Filter로 代替함으로써 壓縮空氣의 壓力을 2.6kg/cm²에서 1.8kg/cm²로 낮추어 使用토록 하여 空氣壓縮機의 負荷를 減少시켜 電力을 節減하였다. 또한 配管의 壓力損失을 줄이기 위해서 두차례의 增設된 配管을 적당한 크기로 交替하고 設備를 統合하여 Valve의 數를 줄였다.

使用하는 管의 壓力損失을 다음과 같은 式으로 求했다.

$$\text{円管}\Delta P = 3,069 \times 10^3 \lambda \cdot \frac{L}{d} \cdot \frac{Q_0^2}{Pd^5} \cdot \frac{t+273}{173} \quad (\text{kg f/cm}^2)$$

$$\text{曲管部}\Delta P = 3,069 \times 10^3 \cdot f \cdot \frac{Q_0^2}{Pd^5} \cdot \frac{t+273}{273}$$

$$(\text{kg f/cm}^2)$$

$$= 0.0072 + \frac{0.6104}{\text{Re}^{0.35}}$$

$$\text{Re} = 1.5 \times 10^4 \frac{Q_0}{d}$$

λ : 管摩擦係數

f : 壓力損失係數

L : 管의 길이 (mm)

d : 管의 內徑 (mm)

Q₀ : 大氣壓으로 換算한 空氣流量

P : 空氣의 絕對壓力 (kg·f/cm²)

t : 空氣溫度

여기서 f는 90°일때 1.25, 45°일때 0.32, T일때

0.1 管중삼반경 이 0.5일때 f는 0.73, 1.0일때 0.26 管경

또한 空氣壓縮機의 消費動力은 다음과 같은 式으로 算定했다.

$$L = \frac{(a+1)K}{K-1} \cdot \frac{P_s Q_s}{6,120} \cdot \left[\left(\frac{P_d}{P_s} \right)^{\frac{k}{a+1}} - 1 \right] \cdot \frac{\phi}{\eta c \eta t} \quad (\text{kW})$$

L : 所要動力 (kW)

φ : 余裕率

P_d, P_s : 吸入 및 吐出空氣의 絕對壓力 (kg·f/cm² abs)

Q_s : 吸入狀態로 換算한 單位時間當 空氣量 (m³/min)

a : 中間冷却器의 數

K : 空氣의 斷熱指數

η_c ; 壓縮機의 全斷熱效率

η_c : 傳達效率

所要動力을 算出하는 式에서 알 수 있는 바와 같이 여러가지 方法으로 所要動力을 最小化 할 수 있다.

① 吸入空氣의 相對溫度와 消費動力

除濕된 空氣를 必要로 할때에는 壓縮後에 除濕하는 것 보다 壓縮前에 除濕하면 水分을 壓縮하는데 必要한 動力이 節減 된다.

② 壓縮段數와 理論所要 動力

壓縮段數가 많으면 所要動力이 적게 된다.

③ 吸氣溫度와 消費動力

吸入되는 空氣는 Fresh, Cold, Dry된 狀態가 가장 理想的이지만 空氣壓縮機의 動力은 氣體의 絕對溫度에 比例하기 때문에 吸氣溫度가 낮을수록 消費動力은 節減된다.

④ 吸氣抵抗과 消費動力

吸入側의 Filter, Silencer, Valve等에 依해 吸氣抵抗이 增加되며, 吸氣抵抗이 커지게 되면 壓力損失에 따라 壓縮機의 吸入壓力이 低下되고 그에 따라 動力이 增加한다.

⑤ 吐出壓力과 消費動力

空氣壓縮機의 吐出壓力을 내리게 되면 動力의 消費가 減少하게 되며 設計仕樣時 壓力을 낮추는 것 보다는 電力節減이 적으나 效果는 상당히 크다.

3) 效果把握

◎ 空氣壓力에 따른 電力消費量을 測定한 結果는 표 2와 같다.

◎ 改善前

$$407kW \times 0.7 \times 24Hr \times 350일 = 2,393,160kWh$$

◎ 改善後

$$350kW \times 0.7 \times 24Hr \times 350일 = 2,058,000kWh$$

(表-2) 공압기 압력별 전력 소비량

설비번호 압력	CO-701	CO-702	CO-703	CO-704	합계
2.6kg/cm ²	76	75	108	148	407
2.4kg/cm ²	73	72	103	143	391
2.2kg/cm ²	70	69	99	138	376
2.0kg/cm ²	66	65	95	133	359
1.8kg/cm ²	65	63	92	130	350

4) 年間節減電力量

$$2,393,160 - 2,058,000 = 335,160 kWh$$

5) 年間節減金額

$$335,160kWh \times 53.25원 = 17,847,270원$$

6) 投資費

A) 設備代替期間

① 種出槽 3基 : 1981. 5. 14 ~ 5. 25

② FEED槽 2基 : 1981. 5. 24 ~ 5. 31

③ 醱酵槽 1基 : 1981. 5. 19 ~ 5. 24

④ 醱酵槽 3基 : 1982. 4. 19 ~ 5. 1

B) 設備投資金額

① 1981年 代替分 : 5,040,000원

② 1982年 代替分 : 5,960,000원

合計 : 11,000,000원

7) 投資費回收期間

$$11,000,000 \div 17,847,270 \times 12 = 8 個月$$

나. 攪拌用變速制御裝置의 代替

1) 現象과 問題點

培養工程中 主醱酵槽의 攪拌用變速裝置에 V. S Coupling을 使用하여 오던중 長期間 使用에 따른 設備의 老朽와 效率의 低下로 生産性向上에 阻害要因과 많은 電力이 消費되고 있었다.

2) 攪拌機에서 消費되는 電力은 回轉數의 3乘에 比例하므로 最近 開發되어 活用段階에 있는 誘導電動機의 速度制御方法인 可變電壓, 可變周波數(VVVF)方式의 制御裝置로 代替하여 負荷變動에 따른 安定된 攪拌效果와 特히 같은 所要動力으로 높은 攪拌速度를 얻을 수 있어 生産性向上은 勿論 많은 電力을 節減하였다.

또한 VVVF方式은 特히 50%이하의 低負荷 運轉時 他方法에 비해 가장 優秀한 節電效果를 나타내며 自動적으로 連續 無段階式이므로 便利하며 에너지節約이 가장 크나 設備費가 高價이고 우리나라에서는 아직 試驗段階에 있어 좀더 檢討가 必要하다. 이들의 電力使用量에 對한 概要는 그림 2와 같다.

3) 效果把握

VVVF와 VS의 比較는 표 3과 같다.

4) 年間節減電力量

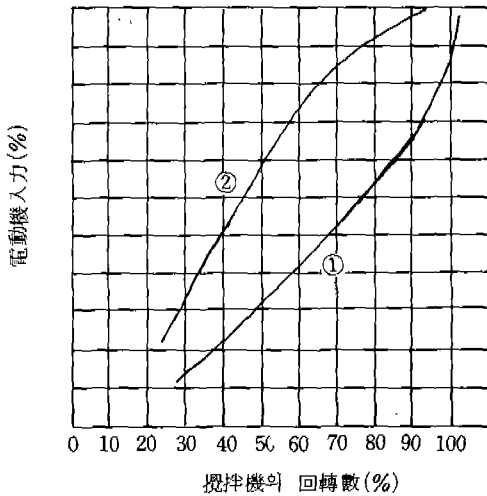
$$50.14kWh \times 230HR \times 25Batch = 288,305kWh$$

5) 年間節減金額

$$288,305kWh \times 53.25원 = 15,352,241원$$

6) 投資費

〈그림-2〉 攪拌用 電動機의 消費電力



1. VVVF 制御
2. VS. Coupling方式

〈表-3〉 V. V. V. F 와 V. S 의 RPM, KW 비교

적 요	V.V.V.F	V.S	차	비 고
V. V. V. F 기준 RPM	137.26	137.26	0	
V. S 산출 kW	70.63	120.30	49.67	효율 : 81%, 48%
V. S 기준 RPM	113.82	113.82	0	
V. V. V. F 산출 kW	46.34	96.95	50.61	효율 : 79%, 38%
	RPM 125.54	125.54	0	
평 균 kW	58.49	108.63	50.14	소비전력차이
	효율 80%	43%	37%	효율차이

“구동 모터는 440V/110kW이며 입력 전력을 측정 한 것임”

A) 設備代替期間 : 1982. 12. 20 ~ 1983. 1. 11

B) 設備投資金額 : 53,540,000원

7) 投資費回收期間

$$53,540,000 \div 15,352,241 \times 12 = 42 \text{個月}$$

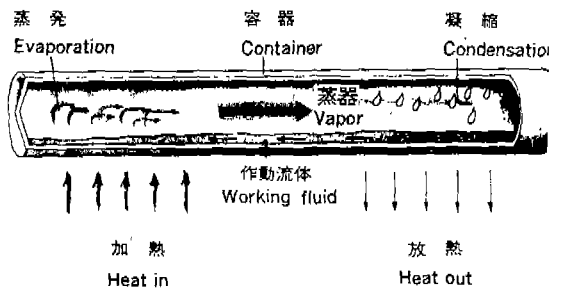
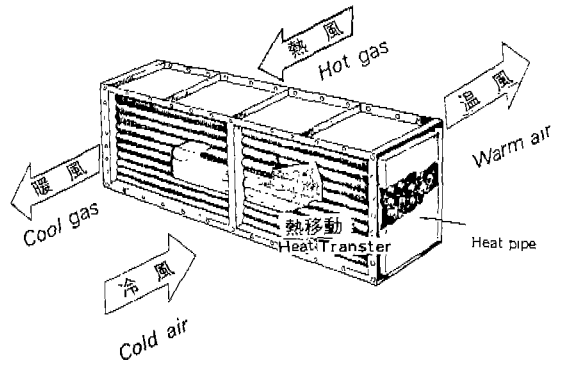
다. 壓縮空氣系統에 Heat Pipe 設置

1) 現狀과 問題點

培養工程에 使用되는 壓縮空氣는 空氣壓縮機로부터 壓縮된 높은 溫度의 空氣를 冷却하여 除濕하는 過程에서 空氣冷却器와 空氣加熱器를 使用하여 適正 溫度와 適正 溫度를 維持하기 위하여는 많은 冷却負荷와 加熱負荷가 消費되고 있었다.

2) 改善方案

廢熱回收型 熱交換器의 一種인 Heat Pipe를 設置하여 空氣壓縮機로 부터 壓縮된 높은 溫度의 空氣를 冷却하여 除濕하는 過程에서 1次로 Heat Pipe를 通過시켜 溫度를 낮춘다음 2次로 Brine 冷却器를 通하여 完全除濕시킴으로써 空氣除濕을 위한 冷却負荷를 줄이고 다음에는 冷却된 空氣의 溫度調節을 위하여 Heat Pipe의 다른편을 通過하게 되어 1次 冷却時 높은 溫度가 蓄積된 熱을 利用하므로 二重의 에너지節減效果를 얻을 수 있다(그림 3 參照).



(2) Heat Pipe의 斷面圖

〈그림-3〉

A) Heat Pipe의 用途

- ① Boiler等 給氣于熱
- ② 空調機의 熱源
- ③ 公害防止機器의 排氣Gas處理裝置
- ④ 其他裝置의 熱源

B) Heat Pipe의 特徵

- ① 壓力損失이 적다.
- ② 輕量으로 構造가 簡單하다.
- ③ 信賴性이 높다.
- ④ 給排氣가 混合되지 않는다.

表 4 · 처리조건

개 선 전	개 선 후
냉각부하 : 40℃ - 15℃ ($\Delta t = 25^\circ\text{C}$)	20℃ - 15℃ ($\Delta t = 5^\circ\text{C}$)
가열부하 : 15℃ - 30℃ ($\Delta t = 15^\circ\text{C}$)	없음

대처하여 손실절감 5) 설비의 자동화개선 및 적정화 개선	208,160
년간 절감금액 (188,121,485원)	1,833,234kWH

3) 效果把握
(표 4 參照)

① 냉각부하

개선전 : $25^\circ\text{C} \times 50\text{Nm}^3 \times 60\text{Min} \times 1.293 \times 0.24$
= 27,929Kcal / Hr

개선후 : $5^\circ\text{C} \times 60\text{Nm}^3 \times 60\text{Min} \times 1.293 \times 0.24$
= 5586Kcal / Hr

차 22,343Kcal / Hr

② 가열부하

개선전 : $15^\circ\text{C} \times 60\text{Nm}^3 \times 60\text{Min} \times 1.293 \times 0.24$
= 16,757Kcal / Hr

개선후 : 없음

차 16,757Kcal / Hr

③ 절감금액

냉각부하 : $22,343\text{Kcal/Hr} \times 0.037\text{원} \times 24\text{Hr} \times 350$
일 = 6,944,204 원

가열부하 : $16,757\text{Kcal/Hr} \div 553.7 \times 17.50\text{원} \times 24$
 $\times 350 = 4,448,760\text{원}$

합 계 = 11,392,964원

4) 年間節減金額 : 11,392,964 원

5) 投資費 : 14,328,000 원

6) 投資回收期間 : 15個月

6. 에너지節減實績集計表

(表-5) 에너지 절감실적 집계표

개 선 내 용	년간절감량
1) 계열회사 용역설비의 공동운영으로 에너지이용합리화와 기업의 체질 강화	531,149
2) 배양공정의 운영방법개선으로 에너지절감	295,050
3) 경제설비의 공정개선으로 전기 사용합리화	391,059
4) 노후설비를 에너지절약형으로	407,816

7. 結論 및 向後對策

- 1979年 第2次 世界에너지波動 以後 에너지節減 目標達成을 위하여 資本金의 約12%를 投資하여 年間 1,833,234kWH의 電力節減과 技術革新等 으로 188,121 千원의 製造經費節減效果를 거두었다.
- 特히 系列會社間에 用役設備의 共同運營으로 많은 에너지를 節減케 하였으며 非生産部門의 新規投資의 止揚으로 企業의 經營合理化를 이룩하였다.
- 또한 1984년에는 에너지節減 10%를 目標로 勞使協調속에 努力을 傾注하고 있으며 設備의 單一化와 大容量化를 檢討 推進하여 에너지節減은 勿論 技術革新과 生産性 向上으로 輸入自由化에 따른 國際競爭力을 強化할 것이다.

