

# 流体機械의 省에너지 對策

## — 임펠러 컷트의 實際 —

### 어느 펄프工場の 實例

#### 1. 머리말

製紙 펄프産業에서도 省에너지에 對應이 企業存立의 可否를 묻는 重要한 課題가 된 것도 昨今の 일이 아니다. 熱에너지面에서는 燃料轉換, 保温強化 再蒸發蒸氣 및 排熱의 有効利用等 各種 對策이 實施되고 있으나 電力面에서는 別로 큰 成果가 없는 現狀이라 할 수 있다.

以下 이 會社에서 實施한 펄프의 임펠러 컷트에 의한 省電力 對策을 紹介한다.

#### 2. 省에너지 活動

이 會社에서는 主로 DP (溶解펄프)를 月産約

〈表-1〉 流体機械의 省電力對策

區分	施 工 方 法	數 量	省電力量 kWh/H
펌 프	1. 임펠러 컷트	60	825.9
	2. 回轉數 低減	2	9.2
	3. 임펠러 交換	2	7.2
	4. 펌프 交換	3	21.5
	5. 工程改善에 의한 停止	37	644.2
	6. 運轉管理 改善	2	12.0
팬 로아	1. 回轉數 低減	4	70.9
	2. 工程 改善에 의한 停止	6	333.5
	3. 運轉 管理 改善	1	25.5
아지 테타	1. 回轉數 低減	2	12.0
	2. 임펠러 角度 變更	3	75
	3. 工程改善에 의한 停止	1	4.8
	合 計		2,041.7

10,000t 生産하고 있다.

普通 製紙用 펄프工場과는 달리 펄프를 離解, 叩解하는 摩砕機等の 電力多消費 裝置가 없고 펌프·팬 아지테타等の 流体機械類로 總電力量의 78%를 點하는 特殊한 電力使用工場이다.

78年 10月부터 6次에 걸쳐 流体機械類의 省電力을 위한 여러가지 工事を 하였다(表1 參照).

그 結果 總計 2,041kWh/h의 電力 節減 實績을 보았고 操業方式의 變更等 操業現場의 努力에 의하여 펄스製造 電力原單位를 約 20% 節減할 수 있게 되었다.

이러한 여러가지 工事中 가장 큰 比重을 占한 流体機械의 임펠러 컷트에 의한 省電力 對策은 工事を 自家修繕으로 實施할 수 있고 또 工費가 底廉하며 效果가 커서 앞으로 繼續 推進할 方針으로 있다.

#### 3. 펌프의 省電力의 必要性

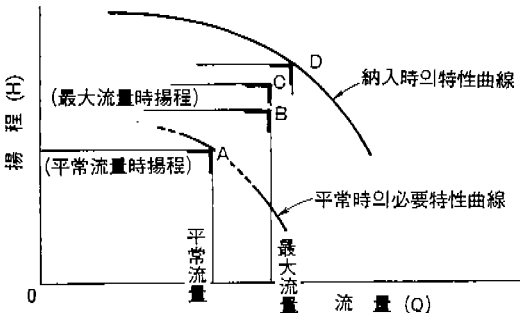
通常 펌프의 仕様은 다음과 같이 정한다.

(1) 計劃 후로시트上的의 最大 피크流量을 滿足시킨다.

(2) 揚程은 最大 流量時에도 使用處에서 所定의 壓力이 確保되도록 計算하고 그리고 設計者로서 어느 安全係數를 加算하여 設定한다.

(3) 펌프 메이커는 發注仕樣을 確實히 滿足할만큼 어느程度 過大容量으로 納品한다.

以上の 세가지 要因이 各기 積算되어 實際의 平常 使用時에 比하여 1.5倍에서 2倍程度 過大한 펌프가 稼動되고 있는 곳이 많다(그림1 參照)



A : 平常生産時の仕様      C : 発註仕様  
 B : 最大生産時の仕様      D : 納入仕様

〈그림-1〉 펌프仕様の決定方法

이와같이 過대한 펌프도 한번 設置되어 使用하게 되면 操業現場側에서는 弁の 調整으로 生産의 多少에 따를 수 있고 다시 앞으로의 増産에도 對處할 수 있어 問題가 되지않고 放置되어 온 實情이다. 이들을 考慮하면 펌프의 大部分이 過大펌프라 하여도 過言은 아니다.

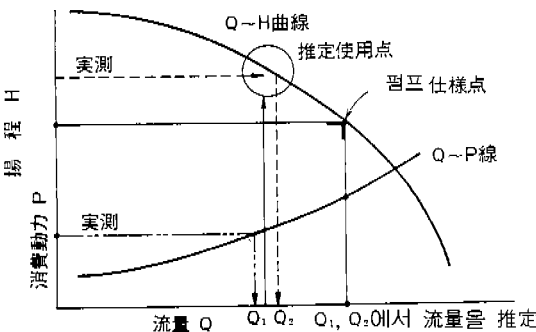
따라서 펌프는 不必要한 電力을 消費하고 있는 機械라는 認識을 주어 過大펌프의 解消와 省電力化를 圖謀할 必要가 있다.

#### 4. 過大 펌프의 索出

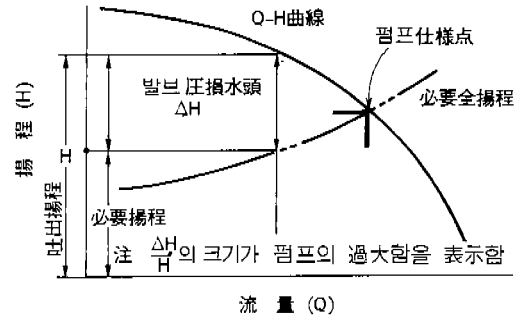
펌프의 適正化를 期하려면 우선 過大펌프의 發見에서부터 始作하여야 한다.

펌프의 適正容量은 다음과 같은 것을 把握할 必要가 있다.

- (1) 吐出壓力, 消費動力의 測定
- (2) 메이커提出의 펌프特性 曲線을 보고 實流量 推定
- (3) 후로우시트, 現場操業實體에서의 推定 流量과 의 比較



〈그림-2〉 吐出壓, 消費動力實測에 의한 使用點의 推定



〈그림-3〉 弁壓損에 의한 過大펌프判定圖

이 會社에도 約 500台的 펌프가 있어 그 모든 펌프에 對하여 以上과 같은 세가지 段階를 거쳐 過대한 펌프인가 아닌가를 決定하는 方法(그림2 參照)으로 調査하는 것은 容易한 일이 아니고 펌프 效率의 低下나 生産量의 増減 製品의 變更等이 있으면 더욱 困難하여진다.

이 會社에서는 操業 擔當者의 協力을 얻어 細密하지는 못하나 廣範圍하게 捕捉되는 吐出側 弁開放度에 따른 調査를 工場의 全部門에 걸쳐 實施하여 弁開放度 50% 以下の 펌프를 過大 펌프로 定義하였다(그림3 參照).

但 吐出側 弁은 펌프直後의 吐出弁은 勿論, 遠方操作等 使用處에서의 弁等 全部를 包含하여 그中 어느것인가 50% 以下の 開放度가 되어 있으면 過大펌프로 보았다.

그러나 이 條件만 가지고는 台數가 많아 다음과 같은 計算式으로 概算의 省電力量을 算出하였다.

$$\Delta kW = \text{모우터定格kW} \times \frac{\text{모우터實압헤어}}{\text{모우터定格압헤어}} \times \frac{\Delta H}{H} \dots\dots\dots (1)$$

$\Delta kW$  : 省電力量(kW)

H : 펌프吐出揚程(m)

(實測이 안될때는 펌프의 仕様の 揚程을 利用한다)

$\Delta H$  : 吐出側弁 前後의 壓力差(m)

但  $\Delta H$ 를 測定하려면 吐出側 弁의 前後에 壓力計를 設置할 必要가 있으나 測定不能時는 다음式으로 算出한다.

$$\Delta H = 0.23 \times k \times \frac{Q^2}{S^4} \text{ (m)} \dots\dots\dots (2)$$

k : 表2 參照

Q : 流量  $m^3/秒$  (펌프仕様流量 利用)

S : 발브 口徑 (10cm 單位)

이와 같이하여 概算의 省電力量을 算出하면 過大 펌프의 順位를 決定할 수 있다. 따라서 工事效果가 큰 것부터 前記한 바와같은 方法으로 調査하여 임펠러 컷트에 의한 省電力을 實施하게 되었다. 但, 初期의 段階에서는 ΔH는 實測은 없고 (2) 式에 의한 計算만으로 임펠러 컷트를 計算하여 實施한 例도 있다.

또 流量에 對하여도 吐出壓 消費動力에 의한 그 펌프의 特性曲線에 따라 流量을 推定하는 方法에서 超音波 流量計로 直接 流量을 재는 方法을 採用하여 보다 正確度가 높은 임펠러 컷트가 되도록 하였다.

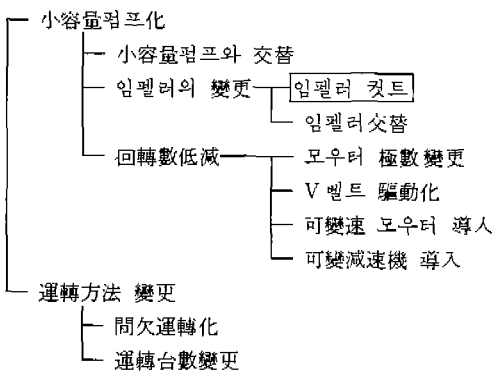
### 5. 過大펌프 適正化의 方法

過大펌프를 適正化하려면 그림 4에 表示한 改善方法이 있으나 各己 一長一短이 있고 그 特徵을 充分히 檢討한 後에 어떠한 方法을 採擇하는 것이 必要하다.

임펠러 컷트의 特徵은 前項에도 記述한 바와같이 停止時間이 있으면 卽時 實施할 수 있는 即効性이 있다. 그렇지만 工事費는 底廉하다고 하나 20% 이상 컷트하는 것은 펌프 效率 面에서도 바람직하지 못하고 펌프의 交替 또는 回轉數의 底減方式을 採擇하는 것이 바람직하다.

임펠러 컷트量에 의한 펌프 效率의 變化를 實驗한 結果를 그림 5에 表示한다.

또 임펠러 컷트方法을 採擇하였을 때 가장 問題點이 되는 것은 너무 많이 減었을 때이다. 이 會社에서는 펌프의 材質이 스텐레스 鑄物이 많다. 이 機質은 溶斷 銲接이 되니까 그 對策으로서 컷트하



(그림-4) 過大펌프의 改善方法

(表-2) k의 值

발브 口徑	발 브 開 放 度			
	1 / 8	1 / 4	3 / 8	1 / 2
2 B	146.	22.5	7.15	3.22
4 B	67.2	13.0	4.62	1.93
5 B	70	15.0	5.4	2.2
6 B	87.3	17.1	6.12	2.64
8 B	66	13.5	4.92	2.19
10 B	96.2	17.4	5.61	2.29

는 部分을 溶斷한後 旋盤加工 다음질하여 復原時는 溶斷切取한 部材를 溶接함으로써 卽時 復原이 可能케 되었다.

### 6. 임펠러 컷트量의 計算法

임펠러 컷트를 할 때 컷트量을 어떻게 決定하는 냐가 問題이다.

現在의 操業條件을 確保하는 것이 大前提이니가 流量을 變化시키지 않고 발브의 壓力損失만을 없애려면 그림 6의 A 點을 통한 펌프特性 曲線을, B 點을 통한 特性曲線으로 바꾸면 된다.

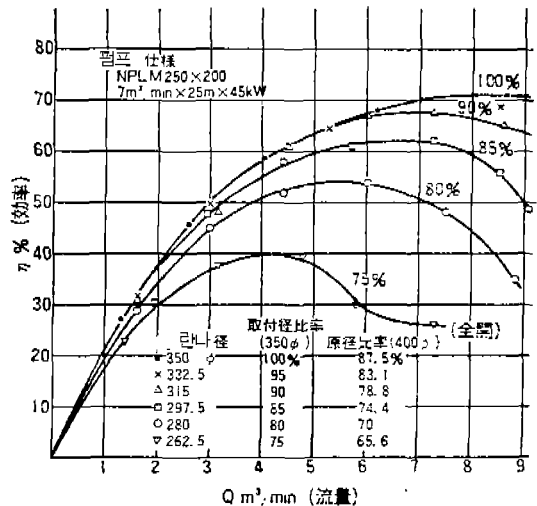
따라서 펌프 效率이 變하지 않는 條件下에서는 다음式이 成立된다.

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{Q(H-\Delta H)}{QH} = \frac{(H-\Delta H)}{H} = \left(\frac{D^2}{D^1}\right)^n \dots (3)$$

P<sub>1</sub> : A 點에서의 消費動力(kW)

P<sub>2</sub> : B " " "

H : A 點에서의 揚程(m)



(그림-5) 임펠러컷트와 펌프의 效率變化

(41P에 계속)

된다.

片山新任 社長은 就任 所感에서 「海外部門에 힘을 기울이겠다」고 말한 것으로 보아 그러한 면에서는 韓國과의 關係가 보다 擴大될 것으로 믿어진다.

現在 韓國重工業(株) 間에 合併問題가 進行되고 있다.

進藤前社長은 一般的으로 能動的인 타입이라고評되고 있었으나 片山新社長은 地味한 型이라고 말하고 있다. 今年 64才.

또한 片山社長은 韓國電力과 姉妹關係를 맺고 있는 九州電力의 永倉社長과 같은 佐賀縣 出身이다.



四國電力(株) 本川發電所 納品 發電電動機  
(世界에서도 有數의 高速大容量機)

## ◇ 日本 電氣界 元老

### 進藤海外電力調査會長 死去

— 韓國電力과도 깊은 因緣 —



進藤武左門氏

技術研修의 便宜 등 韓國電力과 關係가 깊은 日本의 海外電力調査會長 進藤武左門氏가 84才로 지난 8月 27日 別世했다.

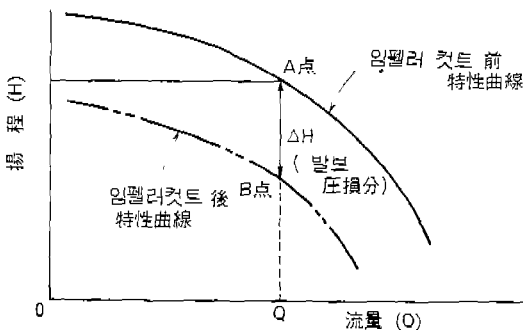
後任에는 시라자와 후이찌로오(白澤富一郎)氏로 決定되었다. 白澤氏는 東京電力 副社長에서 原子力發電社長에 就任하여 2年前 會長이 되고 最近 相談役의 閉職으로 있었다.

進藤氏는 50余年에 걸쳐 日本電氣事業의 發展과 國土開發, 國內資源開發에 盡力한 바 그 功績이 多大했던만큼 日本의 電氣界에서는 人物의 으로 그의 죽음으로 日本의 電力界는 第2의 時代를 맞이할 것이라고 말하고 있다.

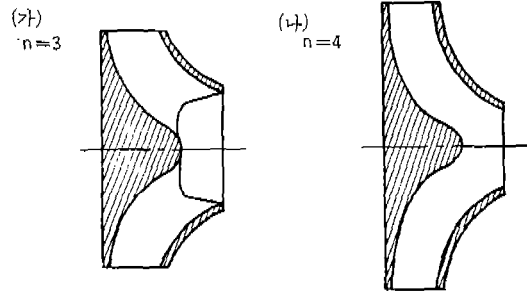
한편 進藤氏의 實弟인 進藤一郎氏는 東京電力의 副社長을 지낸 후 現在는 電力保安協會의 會長으로 있으며 三菱電機의 會長 進藤貞和氏는 義弟가 된다.

< 86 p에서 계속 >

- $\Delta H$  : 밸브壓損 (m)
- $Q$  : A, B 點에서의 流量 ( $m^3/秒$ )
- $D_1$  : 컷트前의 임펠러直徑 (mm)
- $D_2$  : 컷트後의 "
- $n$  : 임펠러形狀에 의한 係數



< 그림 - 6 > 임펠러 컷트 前後의 펌프 특성 곡선의 변화



< 그림 - 7 > 펌프 形狀에 의한 n의 值

即 그림 7에 表示한 바와 같이 (가)의 形狀에서는  $n=3$  (나)의 形狀에서는  $n=4$ 이다.

이 會社에서는  $n=3$ 으로 하고 (3)式에서  $D_2/D_1$ 을 다음式으로 計算하여 컷트量을 算出하였다.

$$\frac{D_2}{D_1} = \sqrt[3]{1 - \frac{\Delta H}{H}} \dots \dots \dots (4)$$