

# 電氣設備의 에너지節約과 life cycle cost (中)

## Energy Saving of Electric Facilities and Life Cycle Cost

韓 萬 春

延世大學校 工科大學 教授

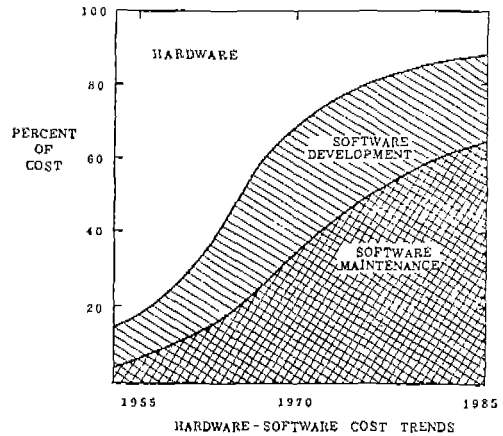
### V. 設備의 design to cost (DTC)

life cycle cost 概念의 發展으로서 design to cost 概念이 있다. 이것은 life cycle cost 또는 그 一部分을 設備의 機能이나 仕様과 같이 設計의 parameter로 생각하거나 또는 아주 仕様의 一部로 생각해서 設備의 計劃, 設計, 製作 등을 進行하는 것이다. 이에는 設備의 研究, 開發, 設計, 製造上 技術 또는 life cycle를 통해서 發生하는 運用費, 保全費 등의 情報收集, 解析 또는 信賴性의 問題 등 여러가지가 關聯되지만 이러한 情報收集, 解析 및 技術發展에 따라서 實現이 可能하게 되는 것이다.

### VI. life cycle cost와 社會的 與件

#### (1) 省에너지 및 省資源과의 關係

우리나라는 勿論이거니와 世界的으로 經濟的 社會的 與件에서 省에너지 및 省資源의 必要性이 더욱 높아지고 있는데 life cycle cost 概念



(그림-5) 計算機시스템의 cost

은 initial cost만이 아니라 그 設備의 生涯期間을 통해서 發生하는 材料費, 에너지費, 人件費 其他 運用費를 總合해서 經濟的으로 하려는 것이므로 省에너지 및 省資源이 必要한 現在 與件에서 가장 適合한 概念이라고 할 수 있다.

#### (2) 經濟의 低成長과의 關係

現在의 經濟成長은 한때의 高度成長時代에서 低成長 時代로 變貌하고 있는데 이러한 低成長 時代에는 生産容량의 增大를 爲한 設備의 新設

이나 交替는 活潑하게 이루어지지 않고 可能한 限 設備를 有效하게 使用하여야 하는 것이 優先이므로 initial cost만이 아니고 運轉段階에서의 cost도 包含해서 가장 經濟的인 設備取得이나 運用을 追求하는 life cycle cost의 概念은 特히 低成長時代에 適合한 것이라고 할 수 있다.

### (3) 自動化시스템 및 software와의 關係

最近에 電氣設備에는 自動化시스템 및 計算機시스템이 많이 導入되고 있는데 이에 대한 life cycle cost와의 關係를 알아 본다. 그림-5는 美國에서 이제까지의 統計的 data와 今後的 豫測 data에서 얻어진 計算機시스템의 cost 內容의 變遷推移를 나타내는 것이다. 이중에서 hardware와 software development cost를 初期段階 및 建設段階에서 發生하는 費用이라고 생각할 수 있으며 software maintenance는 維持, 運用에 必要한 費用으로서 프로세스가 變化하면 그에 따라서 automation system을 바꾸는데 必要한 費用 등이 包含된 것이다.

여기서 보면 hardware費用은 減少하는 대신에 software maintenance費用이 크게 增加하고 있다. 즉 自動化시스템이나 計算機시스템에서는 처음부터 設備의 運用段階에 들어간 後의 maintenance를 重點적으로 考慮해서 設備를 選擇 또는 評價할 必要가 있다는 것을 알 수 있다.

## VII. 外國에서의 適用例

### (1) 美 國

life cycle cost의 概念은 처음에 美國에서

나온 것이다. 즉 美國 國防省에서 軍需品의 維持管理에 必要한 費用이 많다고 해서 軍需品 調達에 이 方法이 使用되었고 다음에 聯邦政府 各省 및 各州政府에서 使用하고 있다.

民間企業에서는 政府機關보다는 늦은감이 있지만 最近에 電動機와 變壓器 등을 購入할 때 이 方法으로 購入先을 決定하는 事例가 增加하고 있다.

表-2는 美國의 한 電力會社에서 25kVA 柱上變壓器를 購買 入札해서 發注業체를 選定한 資料이다. 이 예는 比較를 年價法으로 한 境遇로서 資本回收 係數에 相當하는 一定한 fixed rate를 곱하고 energy loss를 包含한 cost loss를 더해서 life cycle cost의 年價를 算出해서 最低인 D社로 決定했다는 것이다.

다음에 表-3은 美國의 한 工場에서 誘導電動機를 購入한 경우이다.

첫번째 경우 1,750(HP), 900(RPM)의 誘導電動機의 入札에 參加한 各社의 効率は 95.7~95(%)의 範圍에 分布하고 있으며 參考로 같은 定格의 同期電動機의 効率は 96.7(%)이다. 入札에서 初期購入費가 가장싼 것은 \$31,300 이고 그 効率は 95(%)로서 損失電力은 68.7(kW)이다. 다음에 life cycle cost를 計算할 때 가장 經濟的인 電動機의 取得費는 \$39,000이고, 그 効率は 97.7%로서 損失電力은 58.6(kW)이다. 그러므로 이 두 경우의 節約된 電力이 10.1(kW)이며 이것을 金額으로 換算하기 위해서 I. E. (Investment Equivalent for Energy Saving)라는 係數를 쓴다. IE는 각 user가 그 立地條件이나 工場件條에 따라서 값을 定하고 있어서 Energy Saving에 이 係數를 곱해서 最初

〈表-2〉 美國電力會社의 變壓器經濟性 評價의 一例

Manufacturer	Stock number	Purchase price	Fixed rate	Cost + losses	Annual cost
A	556651	33000	0.180	12217	181.57
B	556651	38200	0.180	10503	173.79
C	556651	38900	0.180	10332	173.34
D	556651	36800	0.180	10127	167.51
E	556651	44800	0.180	10025	180.89
F	556651	40100	0.180	10898	181.16

〈表-3〉美國工場の誘導電動機 効率 評價의 一例

I. M. HP QUOTED	1,750	1,500	1,250	900	500	400
Speed(RPM) OF I. M.	900	1,800	900	720	720	1,200
Efficiency Range (%)	95.7--95	96.1--94	95.5 - 94.3	94.7 - 93.6	94 - 92.2	94.4 -- 93.4
Efficiency Synchronous Motor	96.7	96.3	96.4	96.1	95.3	NONE
Low Price Motor Price (\$)	31,300	23,000	25,500	21,200	13,000	11,200
EFF (%)	95	94	94.3	94.7	92.2	93.4
Losses kW ②	68.7	71	56.3	37	31.5	21.1
Low TOTAL Cost Motor Price (\$) ④	39,000	24,000	25,400	SAME	15,000	12,400
EFF (%)	95.7	96.1	95.5		93.9	94.4
Losses kW ①	58.6	45	43.9		24.2	17.7
Energy Savings kW ②--①	10.1	26	12.4		7.3	3.4
Energy Dollars ③	10,500 (I. E. =1039.6)	27,000 (I. E. =1038.5)	13,000 (I. E. =1048.4)		7,600 (I. E. =1041.1)	3,500 (I. E. =1029.4)
eq Cost Low TOTAL Cost (\$)	28,500	-3,000	12,400		7,400	8,900

(注) I. E. = Investment Equivalent for Energy Savings (\$/kW)

의 取得費로서 얼마의 該當하는가를 計算하는 데 첫째 경우에는 I. E. 가 1039.6 으로서 10.1 kW에 곱하면 \$10,500에 該當하므로 39,000kW에서 빼면 實際로는 取得價가 \$28,500로 된다는 것이 life cycle cost의 方法에서 나오는 것이다. 즉 이 경우에도 最初의 견보기의 取價格은 \$39,000로서 表面價格이 가장 싼 \$31,300 보다는 비싸지만 life cycle cost가 싸서 全体的으로는 經濟的임으로 \$39,000짜리를 購賣하였다는 것이며 다른 경우도 같다.

## (2) 캐나다

캐나다에서도 政府를 中心으로 life cycle cost 概念의 導入이 圖謀되고 있다. 特히 電氣, 電子分野에서 關心이 크며 1976년에 캐나다에서 開催된 IEC總會에서 life cycle cost의 評

價 또는 具體的 適用方法에 對한 國際的인 guide line을 IEC에서 制定하도록 提案되었다. 이것은 國際的 去來에서 設備가 갖는 價値 또는 設備의 購入價格에 이 life cycle cost의 概念이 導入될 것을 豫想하고 이런 경우의 問題나 紛爭이 될 수 있는대로 적게 되도록 國際的으로 統一하려는 것이다.

## (3) 英國

英國에서는 國立 technology centre를 中心으로 life cycle cost 概念에서 經濟性的의 追求가 이루어지고 있다.

## (4) 日本

日本에서는 日本 plant engineer協會, 日本 能率協會 등이 主催해서 每年 techarology sy-

posium, plant engineering 全國大會 등이 열려서 engineering과 management의 兩側에서 life cycle cost的인 面에서 經濟性과 設備管理에 對한 報告와 討論이 이루어지고 있다.

한편 省에너지面에서는 1980년에 에너지使用 合理化에 關한 法律이 施行되어 이를 爲한 評價 基準이 定해져 있다. 日本에서는 life cycle cost에서 特別히 運用費에 들어가는 energy cost를 中心으로 現在 實用 段階에 들어가고 있다고 할 수 있다.

## Ⅶ. life cycle cost를 適用할 때의 問題點

life cycle cost의 概念을 實際의 問題에 適用할 때에는 여러가지 問題가 있는데 가장 問題로 되는 것은 經濟的 判斷의 基準 또는 評價方

法이 아직도 確立되어 있지 않은 것으로서 今後 實際로 많은 問題에 適用되고 嵩續됨으로서 確立될 것으로 생각된다.

運用費에서 에너지費와 保全費가 가장 큰 比重을 차지한다.

特別히 큰 plant 또는 連續的인 process가 여러개 있어서 一部分의 故障이 設備全体에 影響을 미치는 경우 또는 保全이 큰 費用이 必要한 경우 등에는 에너지費만이 아니고 그 保全費를 包含하여 全体 費用에서 經濟性을 評價하여야 한다.

위에서 經濟性의 評價基準으로서 2가지 方法을 紹介하였고 또 變壓器와 誘導電動機를 選定하는 例를 說明하였는데 이런 例는 排反的인 여러案 中에서의 選擇으로 된다. 이런 排反的 諸案에서 가장 經濟的인 設備案을 選擇하는 一般的인 方法을 다음에 생각한다.

(다음호에 계속)

(30p에서 계속)

22.9kV-Y多重接地配電方式은 이 配電方式을 運用하면서 나타나는 이러한 枝葉的인 問題點이 하나 하나 해결되므로서 우리나라 電力事業에 크게 기여하는 配電方式으로 定着하게 될 것이다.

### 參 考 文 獻

4. “22~33kV 配電線における 直擊雷および誘導雷サージ의 基本的檢討”, 電力中央研究所, 1968年 8月
5. 李光選, 任化永, 朴龍圭, “22.9kV-Y中性線 多重接地 配電線路의 接地方案”, 靑電研究所報13號, PP211~232, 1979. 8
6. “配電線 雷斷線 檢出裝置의開發” 東京電力株式會社 昭和 53年 3月
7. “GSR를理解するために” 東京電力株式會社 昭和 53年 8月
8. 九州電力 森迫勝彦, “配電線의絶緣化と新しい保護繼電技術”, 電氣計算, PP176~181, 79年 6月
9. “Report of Distribution Conductor Stage Fault Test Held on October 3~4.” 1973. PP & L Internal report.
10. Distribution Fault Interruption Open Conductor Tests, October 20, 1975 PP & L Internal Report.
11. J. Carr, Kitchener, Ontario: “High Impedance and Broken Conductor Fault Detection on Primary Distribution Systems,” Canadian Electrical Association 1979 Spring Meeting, March 26~28, 1979.
12. L. A. Kilar and R. E. Lee; “Improved Reley Schemes for the Detection of Fallen Conductors on Three-Phase, Four-Wire, Distribution Circuits” to be presented at the IEEE/PES 1979 Conference & Exposition on Transmission & Distribution.
13. L. A. Kilar; “High-Impedance Fault Detection”, 1979 Electric Utility Engineering Conference.
14. R. E. Lee & L. A. Kilar; “Summary and Status Report on Research to Detect and De-energize High Impedance Faults on three-Phase, Four-Wire Distribution Circuits”, PP & L, Westing house.
15. H. L. Graham, A. J. Carlson and T. A. Granberg; “Broken-Conductor and High-Impedance Fault Detection by High Frequency Impedance Monitoring”, IEEE PES Winter Meeting, Feb. 3~8, 1980.
16. 中村英夫, 工藤武夫, “配電線의地絡事故と地絡抵抗”, 電氣評論, P. P. 321~326, 1973. 2