

# 向上對策

## 品質과

# 電氣의

## A Quality of Electricity and Its Improvement Plan

李 載 明

韓國電力公社 配電處 配電技術役

### 1. 序 論

‘값 싸고 質 좋은 電氣를 信賴性있게 供給한다’는 電力事業 本來의 目標은 어느 시대를 막론하고 변함이 없었으나, 우리 社會가 점차 高度情報化, 都市化됨에 따라 電力 依存度가 深化되어 電氣의 質 向上에 對한 社會的 要請이 일층 강화되고 있는 엄한 狀況下에 놓여 있다.

지난 1960年代初만 해도 電氣供給量 그 自体가 問題視되었던 ‘量의 時代’에서 이제는 電氣品質의 良否를 따지는 ‘質의 時代’로 變化되었으며, 最近의 電氣利用은 Computer化나 生産工程의 一貫化 등으로 瞬時停電도 許容되지 않는 것이 오늘 우리에게 닥쳐 온 現實이다.

앞으로 우리 社會가 急速히 高度 情報産業 構造로 進展됨에 따라 社會的 機能이 大都市에 集中되는 한편, 地方化 時代의 展開로 精密産業 設備의 地方分散 및 地方都市의 발달化, 過密化가 促進될 것이므로 供給電力의 高信賴度 維持 要請은 全國的으로 同時多發, 擴散될 展望이다.

### 2. 電氣品質의 定義

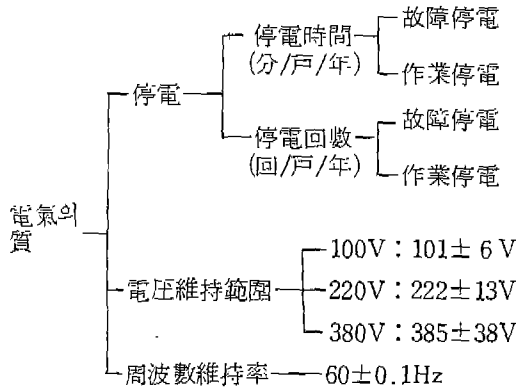
製品으로서 電氣의 特徵은,

가. 國民生活와 産業活動에 있어서 不可缺의 Energy로 顧客側에서 볼 때 他Energy源으로 代替가 아주 곤란한 製品이며,

나. 電氣는 저장이 不可能하여 消費와 生産이 同時에 이루어지면서, 顧客이 願하는 아무 때나 필요한 量을 安定的으로 공급해야 되는 製品이고

다. 電氣製品의 輸送에는 專用의 送配電線路가 필요하다.

위와 같은 特性을 갖는 電氣의 品質 構成要素는 停電, 電壓 및 周波數로서, 一定期間 동안의 停電時間과 停電回數가 어느 程度인가? 供給되는 周波數와 電壓이 規定值 範圍內로 어느 정도 維持되는가? 를 綜合的으로 나타내는 것이 電氣의 品質이다.



### 3. 電氣品質의 現況

#### 가. 停電

'88年 1年間 顧客 1戶當 總停電時間331分中 約 18%가 電源側 停電으로서, 電氣品質은 發電 所에서부터 고객의 屋內配線에 이르기까지 全 流 通過程을 管理해야 되는 課題이다.

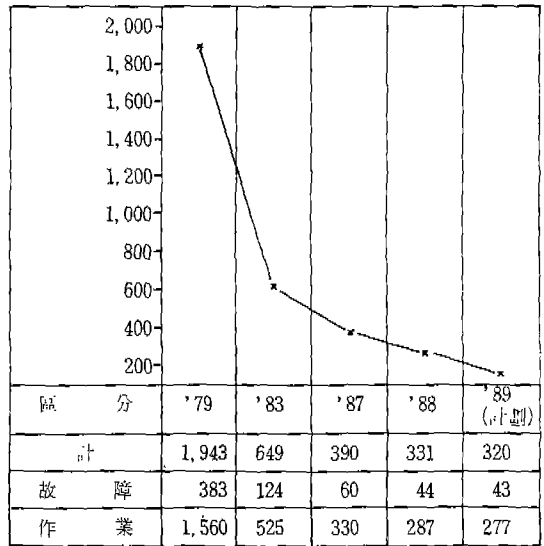
표 1에서 보는 바와 같이 顧客 1戶當 年間 停電時間은 10年前에 比하여 1/6로 減少했으며, 特히 故障으로 인한 停電은 1/9로 大幅 減少되어서 故障停電은 우리들이 日常生活하는 데 別로 不便을 느낄 수 없는 거의 先進國 水準에 接近하고 있다.

참고로 外國의 最近 5年間 故障停電 平均時間을 보면 日本 30分, 美國·英國 70分, 佛蘭西 300分('87.5月 日本, 전력기반 강화 간담회 자료)으로 되어 있다.

반면에 全体 停電時間의 85%를 占有하고 있는 作業停電은 外國과 比較해 볼 때 아직도 상당한 차이를 보이고 있는 바, 이는 急速한 需要成長, 都市開發, 電力設備 補強에 따른 作業 過多 등으로 作業停電이 많을 수밖에 없는 實情이다.

표 2에서 보는 바와 같이 先進諸國에 比하여 4~5 倍의 높은 電力需要를 新規로 供給하

〈표 1〉 年度別 顧客 1戶當 停電時間 推移



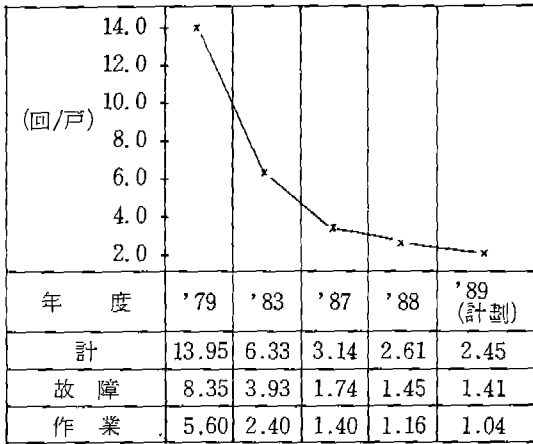
\* '88年 停電 331分/戶中, 전원측 정전61分, 배전측 정전 270分

〈표 2〉 電力需要 成長率

國 家 別	韓國	日本	台灣	프랑스	美國
需要成長率 (%)	15.8	-0.4	12.3	5.7	2.0
GNP成長率 (%)	12.1	4.3	11.9	2.1	3.4

기 爲한 作業停電과 過去 未開發地였을 당시에 健柱된 電線路가 道路의 開設, 住宅建築 등의 事由로 電線로 移設 需要가 발생되고 기존도로의 電線로도 道路擴張에 따른 移設工事が 不可避해 짐으로써 作業停電이 隨伴되고 있으며, 60年代 후반~70年代末까지 全國적으로 施行된 農漁村 電化事業은 농어민의 부당경감 및 供給于先施策에 따라 最少限의 設備基準에 따라 構成된데다 이제는 거의 耐用年限이 經過되어 設備가 劣化됨으로써 農漁村 線路의 大部分을 補強해야 되

〈표 3〉 顧客 1戶當 平均停電回數(回/戶/年)



\* '88實績中 電源側 停電回數는 0.79回임 (故障 0.55回, 作業 0.24回)

는 시점에 이르러 작업정진이 고장정전에 비해 약 5배를 上廻하는 實情이다.

停電에 關한 電氣의 質은 停電時間과 함께 停電回數로 表示하는 바, 표 3에서 보는 바와 같이 고객 1戶當 停電回數도 '79년에 比하여 '88년 實績을 比較해 보면 거의 1/6 以上 減少되었으나 顧客의 要求水準에는 미흡한 實情이다.

電氣의 質을 先進國과 比較할 境遇에는 停電時間과 回數에 대한 數值上的 單純比較보다는 社會 一般的인 水準差異를 고려하여 比較하는 것이 타당할 것으로 생각한다.

顧客 1人當 年間 電力使用量을 比較해 보면 표 4와 같다.

이 표 4에서 보는 바와 같이 우리나라의 國民 1人當 使用電力量은 日本의 1962年度, 美國의 1946年度와 비슷한 水準으로서, 이를 감안하여 電氣의 質을 比較 分析해야 한다.

나. 電 壓

顧客에게 供給되는 電壓을 規定範圍內로 維持

〈표 4〉 顧客 1人當 年平均 使用電力量

	韓國	日本	台灣	佛蘭西	美國
1986年	kWh 1,355	kWh 4,272	kWh 2,874	kWh 5,160	kWh 9,970
	-	" 1,325 (1962)	" 1,340 (1975)	" 1,360 (1959)	" 1,295 (1946)

하는 것은 發電所에서부터 配電線路는 勿論 顧客의 內線設備에 이르기까지 總合的인 管理로서만이 可能한 것이다.

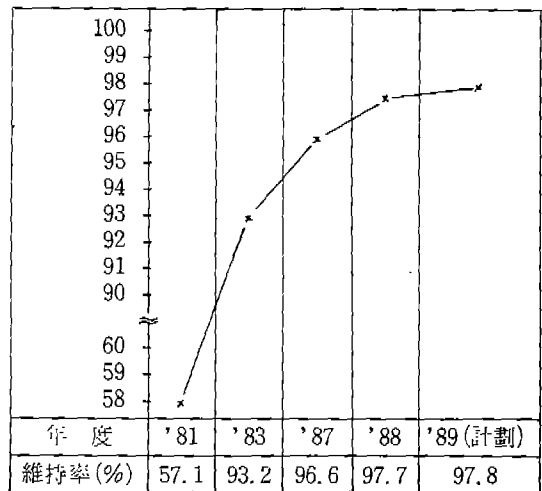
1次配電線路의 電壓은 무엇보다도 1965년부터 3.3kV 및 6.6kV 배전전압을 22.9kV-Y로 昇壓함으로써 現在 全國의 總 2,300餘個 配電線

〈표 5〉

供給電壓 維持範圍

電	燈	動	力
100V	101±6V	200V	202±20V
220V	222±13V	380V	385±38V

規定電壓 維持率 推移



路中 末端電壓降下率이 10%를 초과하는 配電線路는 없으며, 顧客 供給電壓의 維持範圍와 規定電壓維持率 推移는 表5와 같다.

顧客에게 供給되는 電壓의 實態를 파악하기 爲하여 우리회사에서는 毎年 標本電壓測定을 施行하고 있는데, 全國 2,300餘個의 配電線路를 對象으로 아래와 같은 方法으로 約 3,000~4,000個所의 電壓을 測定하고 있다.

〈標本電壓 測定方法〉

區 分	內 容
測定時期(8月)	年中 夏季 最大 負荷時
測定個所	S/S M.Tr P.T 2次側 1個所
	D/L 電壓降下 5%以內線路: 2個所 電壓降下 5%超過線路: 4個所
測定方法	變台直下 및 低壓 末端의 入口에서 24時間 連續記錄 測定

(24時間동안 規定電

$$*維持率 = \frac{\text{電壓이 供給된 個所}}{\text{(總 測定個所)}} \times 100(\%)$$

표 5에서 보면 規定電壓 維持率은 '81年 57.1%에 비해 '88年 實績이 97.7%로 大幅의으로 改善되었으며, '88年 標本電壓測定 結果를 分析해 보면 表6과 같다.

低電壓으로 分類된 電壓範圍는 92V~94V, 204V~208V이고, 過電壓으로 分類된 範圍는 108V~110V, 236V~240V로서 規定電壓을 벗어난 範圍가 1~5V 정도로 日常生活에 크게 影響을 미칠 정도는 아니라고 본다.

여기서, 우리나라의 22.9KV-Y 배전계통에서 흔히 發生되는 瞬間電壓降下에 對하여 언급코자 한다.

配電線路 故障時, 變電所의 遮斷器가 動作하여 故障線路를 系統에서 分離하기까지는 0.07秒

〈표 6〉 '88年 標本電壓 測定結果

區分 電壓	測定個 所數	測 定 結 果			電壓適正率 (%)
		適 正	低電壓	過電壓	
100V (95~107V)	1,816	1,770	22	24	97.5
220V (209~235V)	2,045	2,001	23	21	97.8
計	3,681	3,771	45	45	97.7

~2.0秒까지의 時間이 所要되는데, 이 境遇에 故障配電線路 以外에 同一 配電用 主變壓器에 連結된 他 健全 配電線路에도 故障의 程度에 따라 瞬間電壓降下가 發生케 된다.

그 밖에 配電線路 途中의 Recloser나 Sectionalizer 등이 動作하면 그 負荷側은 停電이 되고 電源側은 瞬間電壓降下가 생기게 된다.

다. 周波數

電力使用量의 크기는 시시각각으로 動變되기 마련인데, 전력사용량이 늘어나면 發電機 回轉速度가 떨어지고, 전력사용량이 減少하면 發電機 速度가 빨라져 周波數가 變動되게 된다.

周波數 維持率은 (範圍內 維持時間 ÷ 總時間) × 100%로 나타내며, 維持範圍는 60±0.1Hz이다.

美國, 日本, 유럽 등은 여러 電力系統이 상호 연계 運用되고 있어 電力公社別 周波數유지율통계는 작성치 않고 있으나, 표7에서 보는 바와 같이 우리나라의 周波數유지율 實적이 '88년에 97.34%로서, 台灣電力의 '87年 實績 96.7%에 비해 앞서 가고 있다.

周波數의 變動要因은 순간순간의 負荷變動에 따른 需給-供給力의 不均衡이 發生하거나 發電機, 送電線路等 系統設備의 事故 停止로 인한 發電力 또는 負荷遮斷과 같은 이상상태가 周波

(표 7) 周波數 維持率 現況

年度 維持範圍	'82	'83	'87	'88	'89 (計劃)
60±0.2Hz	97.65	98.24	99.86	99.94	-
60±0.1Hz	81.89	82.34	94.84	97.34	97.6

數 變動要因이 되고 있다.

電力系統 規模가 클수록 周波數 調整 發電機 台數가 많아지고 系統規模에 대한 負荷變動 比率이 작아져 周波數는 安定되게 된다.

우리 公社에서는 '79년에 周波數維持率을 目標管理項目으로 選定한 以來 需要豫側方法 改善 기저부하용 유연탄화력 건설, Governor free 운전, 制御設備 檢計 및 調整, 給電綜合 自動化 設備竣工等의 對策을 實施하여 現在는 거의 先進國 水準에 도달해 있다고 본다.

#### 4. 電氣品質 向上의 障礙要因

電氣의 品質은 전기설비를 구성하는 機資材의 品質과 設備를 施工하는 工事業體의 施工品質 및 設備에 對한 維持補修 技術水準等이 複合的으로 關聯되어 있는 바, 電氣品質 向上의 첫번째 問題點으로는 國產機資材의 品質이 先進 外國에 비해 미흡하다는 點이다.

國內 Maker들은 外國 Maker들보다 歷史가 日淺하여 製造技術上的 Know-How 蓄積이 빈약한 실정이고, 現행 규정상으로는 電力事業者가 優秀品質 製品만을 選擇購買하는 것이 不可能하므로 Maker 自體의 積極적인 品質改善 勞力만을 기대할 수 밖에 없는데 이 노력 역시 부족한 실정이다.

특히 우리나라의 配電線路는 기후에 完전 노출됨으로써 자연 현상에 영향을 많이 받고 있다.

日本의 九州電力은 이미 6.6kV 배전선로를 1982년에 完全 絶緣化한 바 있다.

우리나라의 경우는 完全 絶緣화가 어려운 22.9kV-Y 배전선로로서 裸電線을 絶緣電線으로 交替한 '88年末 現在 實績이 42%에 不過하므로 22.9kV-Y선로 完전 絶緣化용 자체개발 및 품질향상이 절실한 실정이다.

둘째로는 配電線路 施工品質이 문제점이다.

全國的으로 第1種 電氣工事業體數가 810個, 第2種 電氣工事業體數는 무려 3,000餘個가 있어, 工事業體間의 과당경쟁은 물론, 업체의 실질적 지도 관리가 거의 불가능한 상태이며 업체가 대형화되어 있지 않으므로 技術人力 및 裝備確保가 미흡하며 工事業體에 從事하는 電工에 對한 國家技術資格상의 規制가 없는 것도 크나 큰 문제점이다.

셋째로는 配電線路의 投資費 問題로서, 배전 설비는 전국에 걸쳐 광범위하게 시설되어 있으므로 每年 發生되는 經年 劣化設備를 抽出해서 交替하는 외에 그동안 교체하지 못한 劣化설비의 누적분까지도 포함 교체해 나가야 하는데, '80年代初까지만 해도 年間 우리公社의 全体投資 예산중 배전설비에 할애된 것은 불과 10%정도에 지나지 않았으나, '84年 以後부터는 電力豫備率이 充分해짐으로써 電源開發에 對한 投資가 縮少되고 相對的으로 配電設備 投資가 增大되어 現在는 約 24% 정도가 投資되고 있다.

배전설비는 電力流通設備의 최말단에 있으므로 먼저 電源이 確保된 後라야 투자가 될 수 밖에 없는 特性을 갖고 있으며 또한 배전설비는 고객들과 직접 밀착되어 있어서 고객의 요구사항 中 대부분이 배전설비와 관련된 것이고, 돌발적 고장정전이 발생되면 눈보라가 몰아치는 비바람이 불든 아랑곳하지 않고 어떤 악조건 하에서 도 복구작업을 진행해야만 하는 것이 배전분야의 숙명인 것이다.

넷째로는 顧客의 受電設備에서 發生된 故障이 우리 公社의 一般供給線路에 까지 波及되어 문제점으로 대두되고 있다.

고객 수전설비는 고객소유의 재산으로서 所有主들의 인식부족으로 수전설비 투자에 인식하고 값싼 자재만을 선호하는 경향이 있으며 또한 국내에서 고장이 발생하여도 이를 은폐하려는 俗性이 있으므로 이에 대한 관리가 상당히 어려운 실정이다.

年間 總故障 發生件數의 約 8% 정도가 고객 수전설비 사고의 波及分인데, 그 原因을 分析해 보면 MOF, 개폐류 등 기자재 不良에 의한 사고가 80% 이상을 상회하고 있으며, '87년에 우리 公社 서울補給所에서 참고로 市中에 流通되고 있는 電氣資材를 수거해서 試驗해 본 결과 표 8과 같이 不良品이 많이 流通되고 있음이 確認

되었다.

### 5. 電氣品質 向上對策

#### 가. 電力系統 運轉效率化를 위한 自動化設備 運轉

○EMS (Energy Management System)

給電自動化 設備가 지난 '88. 10. 26에 준공되어 電力系統의 經濟的, 安定的, 最適運用을 도모하고 있다.

○SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition)

全國 總 305個 變電所中 179個 變電所의 차단기를 원방에서 자동제어하고 전압, 전류 등 선로 운전 정보를 遠方에서 수집하여 變電所 運轉效率를 提高시키고 있다.

○ADS (Automated Distribution System)

배전선로상에 시설된 개폐기의 상태를 원방에서 감시 및 조작함으로써 고장 발생시 정전시간을 축소하고 복구시간을 획기적으로 단축시킬 수 있는 배전설비 운영의 총아로서, '87~'88年中 시험설비 운전결과를 토대로 今年에는 일부 지역에 좀 더 擴大할 계획이다.

#### 나. 電力流通設備의 體質強化

○변전소간 송전선로의 2回線化 (7件)

○변전소의 주변압기에서 送出되는 電壓을 一定하게 유지시켜 주는 ULTC (Under Load Tap Changer) 설치 (48台)

○배전선로의 多重 Loop化 (163件)

○배전선로의 絶緣化 (2,500km)

〈표 8〉 市中 電氣工用 資材 試驗結果

試驗對象品目數	合格	不合格	合格率
224品目	81品目	125品目	36%

### 自動車 에너지節約

#### 연료를 낭비하는 운전 방법을 개선합시다



• 오랫동안 난기운전 및 공회전 실시



• 급작스런 출발과 정지



• 빈번한 뒷가속 실시



• 신경질적하고 잔뜩한 운전



• 불필요한 가속 추력, 과속과 부적절한 기어비로 추행



• 브레이크 페달에 의한 급정차 (엔진브레이크, 배기브레이크를 사용하면 연료가 소비되지 않음)

○ 低壓設備補強 및 引込線交替 (590,000件)

다. 休電作業의 合理的 運營과 活線作業擴大

부하밀집지역은 격월 1회에 限하여 휴전작업을 시행하고, 송·변·배전 공사를 同時에 施行함으로써 고객불편을 최소화하고, 이러한 休電作業을 신문 및 Radio에 公告하는 外에 계약전력 3kW 이상 고객에 대하여는 休電情報를 엽서로 알릴 계획이며, 현재까지 우리 公社의 電氣員들만이 시행하던 活線作業을 시공업체에서도 시행할 수 있도록 유도함으로써 活線作業을 擴大해 나갈 方針이다.

또한 무정전 공법을 적극 도입함으로써 작업 정전을 대폭적으로 감소시켜 나가고자 한다.

라. 配電設備 補修運營技術 向上

배전설비 관리 및 공사관리를 電算化함으로써 設備 및 工事를 기술적, 경제적으로 관리하며 경년연화 설비의 진단기술과 耐塩機資材 등 새로운 資材와 工法을 개발할 계획이다.

마. 國產機資材 品質向上 誘導

기자재 불량으로 인한 정전사고분석을 엄격히 하여 우수품질 제품은 구매물량을 늘이고 고장이 많은 자재의 구매물량은 줄이는 등 제품의 성능에 따라 구매물량을 차등적용하고, 기자재의 하자기간을 연장하는 등의 가능한 조치를 시행할 계획이며, 제작회사에 사고원인분석 결과를 提供하여 업체 스스로 品質改善을 유도하며, 新開發資材는 開發採擇하기 전에 試驗使用을 義務化하는 方向으로 改善코자 한다.

바. 周波數 維持率 向上을 爲하여

○ 水力 및 火力발전기 설비개선을 하고,

○ 電力使用量의 隨時變動에 對應한 適正水準의 發電豫備力을 確保 運轉하며,

○ 周波數變動이 심한 不良時間帶를 重點管理하고 있다.

6. 結 論

이상에서 言及한 바와 같이 우리나라의 電氣品質은 電力 各分野의 많은 協助에 힘입어 過去 10年前에 比해 括目할 만한 水準까지 向上시켰으나 아직도 고객의 높은 期待水準에는 未洽한 實情이다.

아무리 電力公社가 勞力해도 落雷라든가 颱風等 自然現象에 依한 불의의 정전은 防止 不可能하므로 이런 사태에 對備하는 갖가지의 對策에 關한 Know-How를 蓄積해 나가야 할 것이다.

最近 顧客들의 要求는 瞬時停電도 許容하지 않는 엄한 狀況에 처해 있으나 雷擊等에 起因하는 瞬時電壓降下나 各種 半導체를 使用한 機器에서 發生되는 高調波의 影響을 電力系統 側面에서만 對應하기에는 거의 不可能하므로 機器를 直接 製作하는 Maker나 機器를 使用하는 顧客의 側面에서도 이에 對應하는 UPS (Uninterruptible Power Supply)나 CVCF (Constant Voltage Constant Frequency)等 停電補償 (Power Failure Backup Performance) 裝置가 內藏된 機器를 使用토록 해야할 것이다.

날로 電氣品質 向上要求가 增大되는 이 時點에서 우리 配電分野 뿐만이 아니고 發電에서 送變電分野를 포함한 電力會社 全体가 電力供給信賴度 向上 및 維持를 위한 勞力과 아울러 關聯者間의 役轄을 分擔해서 積極적으로 勞力해야할 共同의 과제라고 생각하면서 우리 韓國電力公社 全職員은 우리들의 至上課題이자 顧客에 對한 基本的 奉仕義務事項인 電氣品質 向上을 爲하여 加一層의 노력을 경주해 나갈 것을 다짐하면서 앞으로 顧客 여러분들의 電力事業에 對한 많은 理解와 協助이 있으시기를 바라는 바이다.