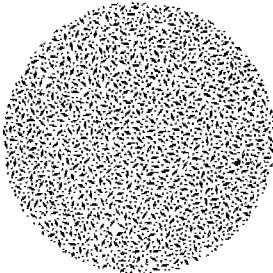


送配電損失率 減少를 위한 設備改善

Expansion of Facilities for Reduction of T/D Losses



申 祥 均

韓電 電源計劃處 系統計劃擔當役

1. 머리말

近來 석유위기에 對한 심각성은 우리로 하여금 에너지利用效率의 極大化를 요구하고 있다.

電力設備에 있어서도 發電에서 販賣端에 이르기까지 熱損失과 電力損失은 약70%이며 그중 送配電 과정에서 電氣의 특성상 必然的으로 생기게 마련인 송배전 손실율은 現在 약6% 水準에 있다.

최근에 들어서 더욱 積極的으로 推進되고 있는 에너지절약시책과 關聯하여 損失減少를 위한 과거로부터의 活動實績과 앞으로의 展望 및 減少方案에 대하여 알아본다.

2. 지금까지의 活動

우리나라의 送配電損失率は 과거 電業3社 통합당시인 '61年度만 하더라도 29.35%라는, 지금으로서는 상상조차 하기 어려운 엄청난게 높은 水準이었다.

當時에 그렇게 높았던 原因은 여러가지가 있었으나, 主要因은 發電所와 電力需要地와의 距離가 遠距離였으며, 거기에다가 送電幹線은 전국에 걸쳐 南北으로 길게 뻗은 단 하나의 154kV 線路뿐이었고 各地方의 主要幹線은 대부분이 66kV 및 22kV 級으로서 長距離 電力輸送을 擔當하였으며 主配電系統은 3.3kV 또는 6.6kV 級으로서 送電 및 配電電壓이 비교적 낮았기 때문이다.

또한 設備가 老朽하였으며 脆弱性으로 인하여 盜電의 素地가 많았기 때문에 要約 할 수 있다.

그러나 그후 經營의 合理化를 도모하기 위하여 여러가지 方面으로 電力損失 減少對策이 樹立·推進되었는데 그동안의 損防活動을 크게 두가지로 區別하여 본다면 設備改善에 의한 것과 損失發生 關聯與件의 改善에 의한 것으로 區別할 수 있다.

가. 設備改善에 의한 減少效果

(1) 基幹送電系統의 擴張

빈약하던 송전계통을 '60年代 末까지 全國에 걸쳐 154kV 送電網으로 構成하고 '70年代 중반기부터는 幹線送電系統을 345kV 超高压 送電線으로 格上, 새로운 간선송전계통을 구성함으로써 1次 送變電 損失이 크게 減少되었다.

(2) 負荷中心地에 發·變電所를 建設

과거에는 發電所가 需要地로 부터 멀리 떨어져 있었으나 차츰 新規發電所를 서울, 仁川, 釜山 등 大都市와 三陟, 馬山, 蔚山, 麗水 등 신규공업지역에 大容量 火力發電所를 建設함으로써 공급지와 수요지와의 距離를 短縮시켰으며, 154kV 송전선로의 擴充과 더불어 負荷地域에 154/22.9kV 配電用 變電所를 集中建設함으로써 配電設備에 대한 供給能力 增大뿐 아니라 配電距離를 短縮시키는 效果를 가져왔다.

(3) 供給電壓階層의 單純化에 의한 設備擴充

중대 발전소로부터 154kV → 66kV → 22kV → 3.3/6.6kV → 100/200V 의 5 단계에 의한 供給階層을 345kV → 154kV → 22.9kV → 220/380V 의 4 단계로 공급계층을 단순화시켜 設備를 확충함으로써 전반적인 送配電損失 減少에 크게 寄與하였다.

(4) 高·低壓配電線의 張替 및 單相配電線의 3相化

대부분 가늘은 銅燃線 또는 單線으로 구성되어 있던 配電線路를 低電壓補償工事를 위하여 鋼心알루미늄燃線(ACSR)으로 차츰 代替함으로써 配電線路損失 減少效果가 著大하였으며, 아울러 農漁村의 長距離 單相配電線路를 3相化함으로써 低電壓解消 및 損失減少에 기여한 바가 컸다.

(5) 低壓配電線路의 單相3線化 및 燈動共用方式의 채택

과거 制限送電 시절에 별도의 柱上變壓器에서 供給되던 100V 單相 2線式의 常時線과 電燈線(이른바 特線과 夜間線)을 통합하여 단상3선식화 하고 燈動共用방식의 3相4線式으로 整備함으로써 柱上變壓器 및 低壓線路의 數를 減縮시키고 變壓器 利用率을 높임으로써 線路事故, 電壓降下 및 電力損失을 輕減시켰다.

(6) 電力用 콘덴서의 設置

動力需用家の 誘導性負荷와 家庭의 螢光등 보급에 따른 電壓降下 및 線路力率의 惡化를 改善시키기 위하여 變電所와 配電線路에 콘덴서를 附設하여 電壓과 力率을 크게 改善시켰으며 動力需用家の 力率을 처음에는 85%, '77년부터는 90%로 基準力率을 定하여 기준역률 未達時에는 割増料金制를 適用하여 力率을 90%以上으로 維持토록 함으로써 電力損失減少에 크게 공헌하였다.

(7) 柱上變壓器損失의 減少

燈動共用方式의 채택으로 柱上變壓器의 利用率이 높아졌고 과거 損失이 많았던 積鐵心 老朽變壓器를 形体가 작고 損失이 적게 發生하는 卷鐵心變壓器로 交替함으로써 柱上變壓器 損失의 比重을 크게 減少시킬 수 있었다.

(8) 1·2次 配電電壓의 昇壓

1次 配電電壓은 극히 一部地域을 除外하고는 3.3kV 또는 6.6kV로부터 22.9kV로 昇壓이 됨에 따라 供給能力增大와 配電損失減少에 著大한 역할을 하여 왔으며 2次 配電電壓의 昇壓에 있어서도 需用家 內線設備를 포함한 完전한 昇壓이 이루어지기까지는 좀더 시일이 걸릴 것으로 展望되나 供給能力增大, 低電壓改善 效果와 더불어 電力損失減少에 기여한 效果를 전면 배제할 수 없다.

(9) 電力系統의 合理的 運用效果

과거 전력이 不足하였던 시절에는 系統의 合理的 運用이란 감히 생각할 수도 없었으나 점차 發電豫備力이 확보되면서 規定電壓과 規定周波數의 維持 및 無停電등 수용가에게 良質의 電氣를 供給하기 위한 노력이 끊임없이 계속되었다.

送電線路의 充分한 擴充과 ALD(자동급전장치) 및 地域別 SCADA(원방감시제어 및 자료취득)System의 設置로 線路의 潮流를 감시하고 按配하여 運用할 수 있게 되었고, 지역내의 電力需給均衡을 위하여 發電所 出力의 조정, 無效電力을 最少化하는 등의 多角的이고 合理的인 系統運轉을 통한 電力損失 減少效果는 著大하다.

나. 損失發生關聯 與件改善에 의한 損防效果

(1) 盜電防止活動

도전방지를 위하여는 需用家 內線設備를 항상 감시할 수도 없는 것이며 또한 과거에는 設備의 老朽·취약성으로 因하여 盜電이 行해될 수 있는 素地가 많았다. 도전방지는 電力損失防止는 물론 供給질서의 確立, 配電設備의 保護, 安全事故豫防의 側面에서도 必要한 것이기 때문에 經營合理化를 위한 力點事業으로 계속 추진되어 왔다.

全職員을 盜電防止員化하고 아울러 摘發意慾을 고취시키기 위하여 報償制度를 實施하였고, 情報体制을 確立하였으며 전국사업소에 도전방지 특별기관과 調査班을 수시로 편성, 운영하여 좋은 成果

를 거두었다. 손방공사에 있어서도 需用家の 引込線으로부터 計量器까지의 電線을 캡타이어케이블로 施工하고, 계량기에는 封印이외에 盜電防止函을 설치함으로써 어느정도까지는 盜電行爲가 不可能하게 되었다.

(2) 定額燈需用家の 從量化

'60年代 초반에는 電燈需用家中 50%이상이 積算 電力計가 없이 契約燈數에 의해 使用電力量을 計算하여 요금을 징수하는 定額燈 需用家이었으나 차츰 計量器의 國產化와 더불어 完全 從量化를 함으로써 道件·기타 손실율을 大幅 減少시킬 수 있었다.

(3) 特高壓需用家 供給比重的 增大

經濟開發에 따라 急増하는 産業用 大動力需用을 보다 높은 特高電壓으로 受電토록 誘導함으로써 여러 電壓階層을 통하여 공급되는 경우를 피하게 되어 損失發生을 적게 함으로써 損失率을 減少시키는 效果를 거두었고 이에 따라 154kV 및 22.9kV 特高壓 需用의 販賣電力量 占有比가 크게 증가하였다.

(4) 負荷率 向上에 따른 損失減少效果

電力系統에서 負荷率이 낮으면 높은 경우보다 發生損失 電力量은 增加되므로 加급적 부하율이 높아야 좋지만 負荷率은 電力會社가 쉽게 調整할 수는 없는 것이다.

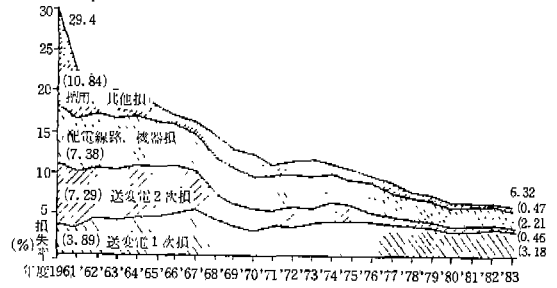
'70年代에 있어서 深夜剩餘電力을 저렴한 料金으로 수용하는 3段階 料金制가 實施된 후 負荷率이 높은수준으로 向上되어 電力損失減少에 기여한 바 크다.

(5) 積算電力計의 算理強化

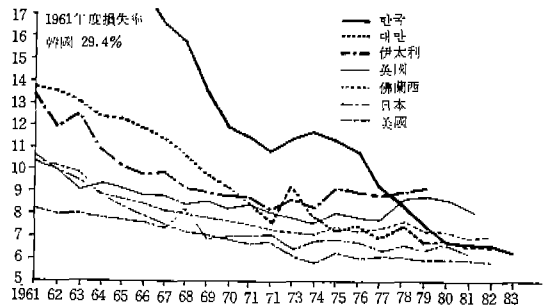
去來의 正確을 기하기 위하여 ① 失效計量器의 再檢定과 不良品の 신속한 交替 ② 大動力 需用家에 附設되어 있는 積算電力系의 定期巡回檢定 實施 ③ 大電力 需用家에 使用되는 變流器容量의 再檢討 ④ 計量用 P.T퓨즈 용단을 표시하는 表示燈(Pilot Lamp)附設 ⑤ 計量器 誤接續 여부를 확인하는 등의 計量器管理를 철저히 함으로써 損失 防止活動의 한 몫을 하였다.

앞으로의 展望 및 減少方案

지금까지 이러한 여러 損失防止 活動과 應件改善을 통하여 그림1에서 보는 바와 같이 驚異의인 電力損失 減少實績을 이룩하였으며, 선진제국들과 비



(그림-1) 部門別 電力損失率 減少實績推移



(그림-2) 年度別 外國과의 電力損失率 實績比較

교하여 볼때 그림2 電力設備의 제반 특성상 對等하게 比較할 수는 없으나 대체적으로 비슷한 수준에 도달되어 있다고 할 수 있다.

한편, 앞으로 損失率의 增減에 영향을 미칠 수 있는 제반여건은 다음과 같이 展望된다.

가. 增加에 영향을 미칠 수 있는 要因

○ 앞으로는 發電設備가 原子力으로의 비중, 立地 環境의인 제약에 의해서 負荷中心地로 부터 먼곳인 동해안과 서남해안쪽에 集中的으로 建設되기 때문에 부하중심지인 경인과 영남지역으로의 長距離 大電力 輸送이 불가피하게 되며 따라서 送電幹線系統의 損失增대를 가져올 것으로 豫想된다.

○ 發電所 熱效率와 燃料費 우선순위에 의한 經濟的인 계통운용을 하게됨에 따라 현재 부하중심지에 있는 低效率 高原價 發電所의 利用率이 점차적으로 低下되어 앞으로 준공되는 新規發電所로 부터 부하중심지로의 移動電力이 커지게 된다.

○ 國民生活이 더욱 운택해지게 됨에 따라 에너지는 使用하기 便利한 전기에너지가 많이 사용하게 될 것이다.

따라서 家庭用을 포함해서 送配電 設備의 末端에

있는 低壓階層의 需用構成比가 점차 增大될 것이며 이는 配電線路 및 機器損失의 增大를 가져올 것이다.

○電壓과 力率의 改善에 의한 電力損失 減少效果는 기대하기 어렵다.

○現在の 負荷率은 상당히 높은 水準으로 소독수 準이 높아짐에 따라 부하율의 低下가 우려된다.

나. 減少에 영향을 미칠 수 있는 要因

○電力供給의 信賴度 향상에 대한 社會的 요청과 環境的 요청이 송배전 설비 投資의 向上을 가져오면서 電力損失 減少效果가 수반될 것이다.

○負荷增加에 의한 單位面積當 電力需要密度的 향상에 따라 平均 送配電距離가 短縮되는 勢이 되어 損失減少效果가 기대된다.

○中央(ALD) 및 地域給電System(SCADA)의 擴大設置 運用에 따른 系統運用상의 손실감소 효과가 다소 기대된다.

다. 減少方案

위와같이 展望되는 制限 要因들을 감안하여 볼 때 과거와 같이 急激한 손실을 감소는 어려우며 그렇다고 經濟性을 無視한 막대한 設備投資를 할 수도 없는 일이다.

年間 損失率 0.1%를 감소시키는 경우에 利得은 燃料費로 환산하여 約21億원의 經費節減 效果를 가져올 뿐이다.

앞으로는 다음과 같은 設備改善을 통하여 電力損失 減少效果를 極大化시켜 나가야 할 것이다.

(1) 送配電設備 投資比重의 增大

4次 5個年計劃期間中 송배전부문의 투자비중은 平均 21%수준으로 發電設備投資에 比하여 상대적으로 위축되었던 것을 年次的으로 증대시켜 總設備投資費中 平均 約30% 이상을 送配電部門에 投入함으로써 전반적인 設備改善에 의한 부수효과를 얻을 수 있을 것이다.

(2) 基幹送電系統을 345kV 超高壓 環狀網化

現在 京仁地域과 嶺南地域을 中心으로 構成되어 있는 345kV 초고압 송전계통망을 '88년까지 全國을 7個地域으로 區分·連結하는 환상계통망을 구성함으로써 장차 發電力의 지역적 偏重에 의한 지역간 融通電力을 均衡 分擔시킬 수 있을 것으로 예상되며

그 내용은 다음과 같다.

○東서울-西서울-仁川-高陽-北서울-東서울을 連結하는 京仁圈

○東서울-西서울-淸陽-新沃川-東서울을 連結하는 忠淸圈

○新沃川-淸陽-靈光-新光州-南原-新沃川을 連結하는 湖南圈

○新沃川-南原-新馬山-北釜山-新蔚山-大邱-新沃川을 連結하는 中南部圈

○新浦項-大邱-新蔚山-北釜山-海雲台-新浦項을 連結하는 嶺南圈

○東서울-新沃川-大邱-新浦項-榮州-新堤川-東서울을 連結하는 東部圈

○新堤川-榮州-蔚珍-東海-新堤川을 連結하는 嶺東圈

(3) 需要密集地域은 154kV 環狀網으로 구성

과거에는 154kV 線路가 系統幹線을 이루었으나 앞으로는 大都市 등의 電力需要密集地域에 대하여는 지역外廓에 154kV 환상계통망을 구성, 변전소를 建設하여 외곽으로부터 都心地로 配電線路를 구성, 供給하도록 한다.

(4) 送電線路를 大型化

新規大容量 發電所는 345kV 超高壓 送電線으로 연결하며 送電線路는 大容量化하여 建設한다.

345kV의 경우 종래 ACSR 480² × 2^B는

ACSR × 4^B로,

154kV는 종래 ACSR 240², 330², 410²로 建設하던 것을 ACSR 410² × 2^B로,

66kV는 종래 HDCC 38², 55²로 建設하던 것을 線種을 바꾸어 ACSR 95², 110², 160²로 建設토록 한다.

(5) 2次 配電電壓의 完全昇壓

이제까지는 新規需用家에 대한 直接昇壓 이외에 既設100V 수용가에 대하여는 220V電源을 추가공급하는 方案으로 昇壓을 實施하여 왔으나 점차적으로 그러한 兩電壓 수용가에 대하여도 220V로 轉換을 하게 함으로써 實質的인 昇壓에 의해 2차 배전선로에 對한 損失輕減效果를 얻도록 한다.

(6) 低損失形 變壓器의 開發誘導 및 代替

현재 배전손실율中 柱上變壓器 損失率의 占有比는 約35%로서 比較的 높은 편이나 우선 1段階로 高品質 鐵心을 사용하여 鐵損을 30%가량 줄일 수

있는 變壓器를 開發하여 現在 試驗使用中에 있으며 '85年 이후로 점차 擴大使用될 예정이다.

또한, 2 단계에서는 銅損도 鐵損比率와 같이 減少 가능한 Amorphous Core라고 불리는 新素材를 國內開發토록 하여 年次的으로 代替해 나감으로써 柱上變壓器 損失率의 減少가 可能할 것으로 보인다.

(7) 損失에 對한 管理強化

각종 送變電 및 配電設備 計劃工事は 夏季 Peak

前에 竣工되도록 하고, 變電所의 主變壓器를 輕負荷時에는 通介運轉 및 V 結線運轉하는 등의 合理的인 設備運轉을 하며, 配電線路에 있어서도 過負荷線路의 負荷分離, 3 相不平衡 電流의 是正, 電力用 콘덴서의 適正配置, 柱上變壓器의 容量을 適正관리 함으로써 別途의 設備投資없이 損失減少效果를 얻을 수 있는 方案에 있어서도 積極 推進되도록 할 것이다. *

* 2 分講座 *

(原子力の 수수께끼) ⑩

原子爐는 무엇으로 構成되어 있는가

原子爐에는 中性子사이클이 成立되도록 서로 다른 役割을 하는 材料가 組合된다.

核燃料: 核分裂性 物質인 우라늄235, 프로토늄 239等이 含有되고 있다. 우라늄은 金屬의 경우도 있으며 二酸化우라늄, 炭化우라늄等的 化合物의 경우도 있어, 濃縮率도 제각기 다르다. 燃料은 被覆이라는 옷을 입히게 되는 것이 普通이다.

減速材: 中性子를 減速하지 않고 사용하는 高速(中性子)爐라는 것이 있는데 一般的으로 分裂한 직후의 高速中性子를 減速하여 熱中性子로 한다. 比較的 가벼운 元素를 含有, 吸收斷面積에 比하여 散亂斷面積의 큰 材料가 좋으며, 輕水, 重水, 벌리움, 鉛鉛等이 사용된다.

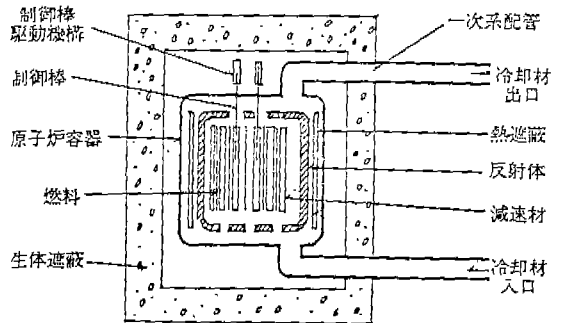
冷却材: 核分裂에너지는 大部分이 熱에너지라고 생각해도 좋으며, 熱은 主로 核燃料內, 一部는 放射線을 吸收한 材料에서 發生한다. 이 熱에너지를 밖으로 傳어내는 媒体가 冷却材이나 初期의 原子爐에서는 內部的 過熱을 防止하는 目的에 使用해 왔기 때문에 冷却材라는 이름이 남아 있다. 冷却材에는 炭酸가스, 헬륨등의 가스, 輕水, 重水, 液体金屬, 有機材等이 사용된다.

反射體: 中性子が 밖으로 漏洩되려는 것을 爐內쪽으로 되돌리는 役割을 한다. 爐心의 물레찰 둘러싸 配置되나 材料로서는 減速材와 같은 것이 適合하다.

遮蔽材: 主로 中性子和 伽馬線을 막는다. 이러한 것들의 放射線에 의한 發熱을 막는 것이 熱遮蔽로서 生命과 健康을 지키는 것이 生體遮蔽이다. 大体로 말하면 伽馬線에 對해서는 鉛, 鐵, 重 콘크리트等 무거운 元素를 含有하는 것, 熱中性子에 對해서는 水, 普通 콘크리트, 폴리에틸렌等 가벼운 元素를 含有하는 것이 適合하나, 두터우면 양쪽에 有效한 경우도 있다.

制御材: 爐를 停止하거나, 出力을 一定하게 유지하도록 制御하는 것으로서 硼素, 카드뮴, 하프늄等 中性子吸收斷面積의 큰 材料를 板子 또는 棒狀으로 하여 驅動機構에 連結한다.

構造材: 原子爐를 構成하는 各種材料에 所定の 機能을 發揮시키면서 原子爐라는 하나의 物건으로 정리하고 있는 것이 構造材로서 熱的, 機械的荷重, 그리고 地震等에 對해 견디어 내도록 設計한다. 燃料의 被覆, 集合體, 爐內構造物, 壓力容器, 配管등이 포함된다.



原子爐의 構成概念圖