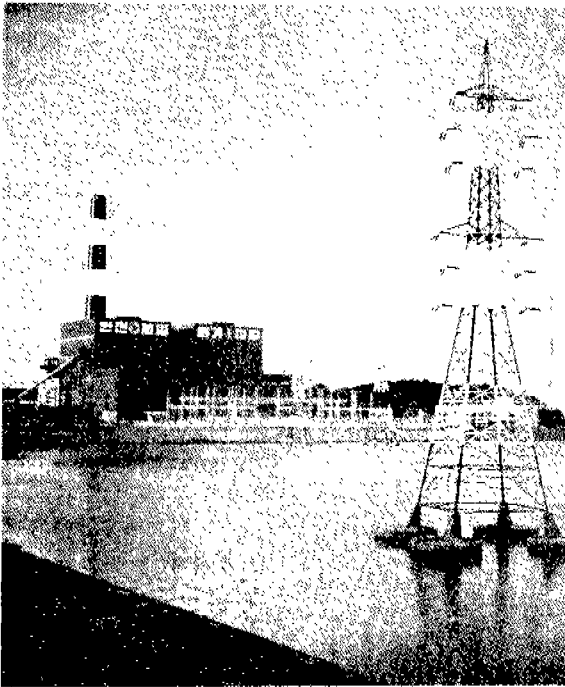


舒川火力發電所

준공까지

Completion of SeoCheon

Thermal Power Plant



尹 判 植

韓電舒川火力發電所長

1. 序 設

가. 建設經緯

舒川火力發電所 1, 2 號機는 長期電源開發計劃의 一環으로 국내賦存資源인 忠南地域의 低質無煙炭을 活用하여 이지역에 良質의 전력을 供給키 위하여 建設되었으며 最初의 국내 主導型 分割發注계 약방식(Piece Meal)을 적용한 무연탄 重油混燒발전 소이다. 總工事費 2,056億원 (內資 1,437억, 外資 619억)이 소요되고 延人員 104萬名이 動員되었으며 1978. 10월에 着工하여 5년만인 '84. 11월에 준공 되었다. 建設工事(표 1)는 정부의 발전설비 一元化 시책에 따른 主機器 공급 지연과 인근炭田에서 공 급된 무연탄(평균 3,500Kcal/kg) 열량이 예상보다 미달되어 저질탄 燃燒가 容易토록 보일러설비 補完 공사를 施行함에 따라 당초 工程보다 다소 지연되 어 준공되었다.

〈표-1〉 建設공사 推進經緯

區 分	第 1 號機	第 2 號機
着 工	1978. 10. 15	1978. 10. 15
本館鐵骨立	1980. 4. 30	1980. 7. 4
水 壓 試 驗	1981. 11. 19	1982. 5. 18
系 統 並 入	1982. 12. 31	1983. 7. 28
竣工(商業運轉 開始)	1983. 3. 31	1983. 11. 30

나. 發電設備概要

施設容量 400MW (200MW×2基)의 本 發電所主 要機器의 개요는 표 2와 같으며 특히 보일러와 터 빈은 韓國重工業이 C.E 및 G.E社와 기술계휴하여 제작하였으며 터빈발전기와 2호기 보일러는 韓重 이 國內 최초로 加工하였다. 燃料設備로 무연료인 무연탄수송은 鐵道引込線을 築造하여 (총延長 24.8 KM)炭畝으로부터 기차로 직접 現場으로 수송Track Scale에 計重된 후 屋內貯炭場(貯炭능력: 230,000 ton)에 下荷되며, Truck 運搬도 並行하여 무연탄수 송에 단전을 기하고 있다. 補助연료인 Bunker-C油 는 海上으로 수송되어 Dolphin에서 (下荷能力: 310 ton/hr) Unloading Line을 통하여 19,200KL의 貯油

〈표-2〉 발전설비 개요

主機器	項目	設備概要
보일러	型式	드럼型, 強制循環, 再熱, 平衡通風, 屋內型
	容量	670T/H
	使用燃料	重油·低質無煙炭
	蒸氣發生條件	179.5kg/cm ² , 540.6℃
터어빈	製作社	韓國重工業(株), C. E Co. (美國)
	型式	Tandem Compound, 複流, 再熱再生式
	容量	定格 200,000KW
	回轉數	3600 RPM
發電機	製作社	韓國重工業(株), G. E Co. (美國)
	型式	水素冷却, 3相同期發電機
	容量	246,000 KVA(水素壓力2.11kg/cm ²)
	電壓	20KV
主變壓器	製作社	韓國重工業(株), G. E Co. (美國)
	型式	F. O. A(送油風冷式)
	容量	250,000 KVA
	電壓	20KV/161KVA

槽 3 基에 저장된다.

2. 건설공사 내역

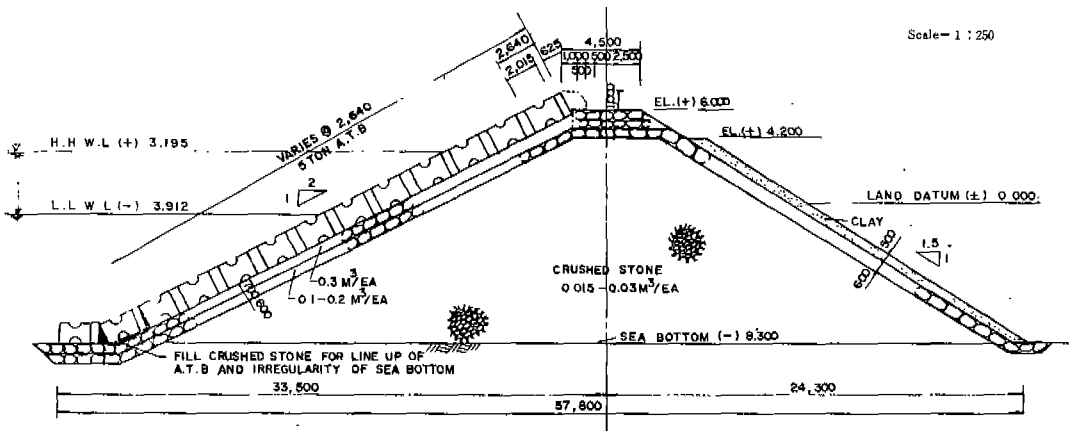
가. 토목설비

敷地整地の水準測量은 國立地理院의 기설 三角點 成果表에 따라 地形을 측량하였으며 1等水準點인 B.M (Bench Mark) No. 16(H=18.868M)를 起點

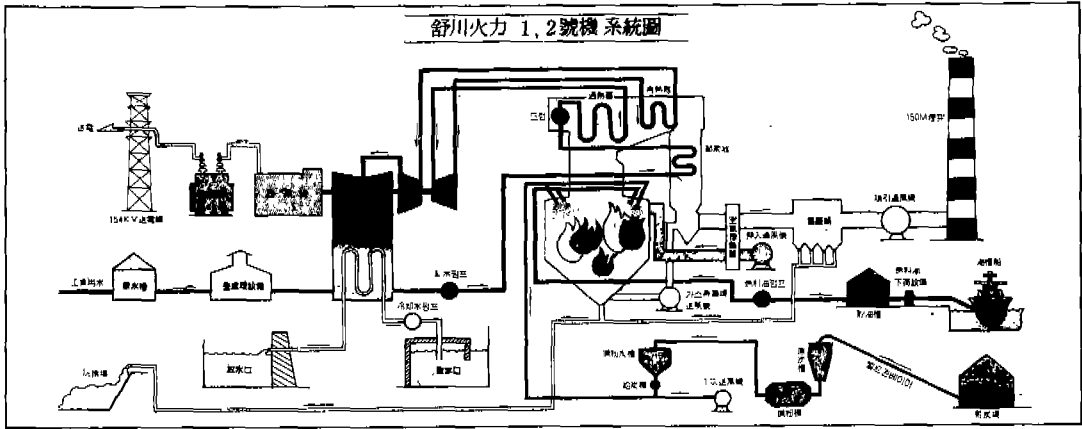
으로하여 발전소부지內 T. B. M. 1(Typical Bench Mark) 까지 往復 平均치를 算出하여 T. B. M1의 標高(41.151M)를 결정하였으며 이것을 基準으로하여 발전소 本館은 E. L.+7.50M, 철도引込線은 E. L.+12.00M로 하여 整地하였다.

발전소 本館地는 E. L.7.5M 이상의 土地를 截取하였고 E. L.7.5M 이하의 共有水面을 埋立하여 成土 및 切土를 하였다. 여기에 投入된 主要工量은 硯土 720,000m³, 성토81,600m³가 소요 되었으며 비탈면 에 대하여는 保護工이 施行되었다. 발전소 부지內 法面보호를 위하여 砂防 Block 16,963m³, 메 12,976 m³를 투입, 부지와 灰捨場 境界法面은 Conc Block 2,044m³가 소요되었다. 成土時 波浪에 의한 土砂流失을 방지하기 위해서는 찰쌓기로 假護岸을 築造하여 부지정지 시공에 만전을 기하였다. 부지정지 내역은 본부지 90,000평, 철도路盤12만평, 사택 및 野積場 50,000평으로 총 260,000여평이다.

護岸築造는 灰捨場 확보를 위한 北側호안과 부지 확보를 위한 南側호안으로 구분, 北側호안은 총연장 1,160m로 Cement 260,000 袋, 철근 42ton 被覆石 44,800m³, 捨石 273,000m³가 投入 되었는데 設計波高는 3.9m이다. 外海斜面에는 단위중량 5톤짜리 A. T. B (Arch Tri-Bar) 7,500개가 整積으로 설치되었고 피복석은 0.3m³급과 0.1m³급으로 구분하여 二層으로 설치 하였으며 호안內部는 0.015~0.03m³ 급의 捨石으로 채웠다(그림 1). 南側호안은 372m로 설계波高는 3.0m로 3톤급의 ATB가 3,500개, 越波防止로 축조 上部에 Con'c 구조의 消波工을 설치하였다.



〈그림-1〉 북측호안설치 단면도



나. 建築設備

건축공사는 鐵骨設置, Pile 抗打, Siding 및 Conc 配合, 打設에 이르기까지 기계화 施工으로 品質管理에 철저를 기하는 한편 발전소 本館基礎, 各種 機器기초, 煙突축조 및 附帶建物공사로 區分, 確定圖貨 公사로 施行하였다. 9,000여톤에 달하는 本館 철골설치는 Tower Crane, Truck Crane, Winch 등을 이용하였으며 보일러 철골중 Erection Schedule과 規格이 相異한 部分은 현장에서 修正제작하여 설치하였다. 특히 Heavy Girder 設置前 보일러 Part 주위의 Column, Girder 및 Brace Beam 을 전부 취부하여 H. T. Bolt 죄임을 確認하였고, Crane 進入路 部分을 50cm 정도 成土하여 140ton Truck Crane 2대를 前, 後進 시켜서 설치 하였는데 Heavy Girder의 規格 및 重量은 아래와 같다.

H-4,089×762×21/38-2,186mm (28ton)

H-4,138×940×13/35-2,186mm (25ton)

H-4,496×1,194×15/38-2,186mm (32ton)

설치시 Shackle 部分 및 모서리의 Wire 손상 여부를 확인하는 한편 Lifting 도중 Girder가 水平 유지토록 各層에 신호수를 대기시켜 설치部材에 충격 방지 및 안전관리에 대비하였다.

本 Girder는 地上 53m 기둥 上部 Pin 위에 설치함으로써 보일러의 荷重을 지지하도록 했다. 연돌 축조는 1 Set/2 보일러 Type로 1, 2 호기 公용이며 圓筒形(鐵筋 Conc) Shell의 높이는 150m, 内部에 2개의 Inner Flue를 설치하였다. Shell Conc는 Jump Form Method의 工法으로 내외의 거푸집 4조를 1單位로, 順序대로 Conc打設을 반복 하였다.

Shell 外部에 4 Parts의 航空障礙燈을 설치, 150m 를 9等分하여 赤色과 白色의 아크릴 樹脂塗料로 교대로 塗裝하였다.

다. 기계설비

(1) 보일러 설치

보일러設備 설치공사의 核心인 Drum (106ton) 上揚은 용량 6톤인 Winch 2대를 사용하여 地上 1m 에서 24시간 동안 Loading Test 를 실시하여 Heavy Steel Block, Wire (32mm ϕ), Shackle 및 Lifting Frame의 強度와 安全度를 확인후 지상에서 45m 까지 上揚하였다.

各種 Header類는 보일러 Presser Parts가 正位置에 설치되도록 Leveling과 Centering에 各별히 留意하여 설치, 低合金 계통의 材質은 熔接후 Post Weld Heat Treatment 를 하고 全熔接部 (號機當 13,000 Point)를 τ -Ray Test를 시행하였다. I. D, F. D 등 각종 Fan類는 Shaft의 Coupling Alignment 를 하여 5 /100mm 以內로 Aligning이 되도록 하였으며 試運轉후 Vibration 測定値가 2 Mills 이내로 B-alancing을 실시하였다. 보일러 설치후 최고사용압력 (204n k/cm²)의 1.5배인 308kg/cm²의 압력에서 수 압시험을 1차 실시하였으며 이 때 물의 온도는 ASME규정에 따라 21°C로 유지시켰으며 2 단계로 208kg/cm²에서 재차 시험하여 汽罐의 Leak 여부를 檢驗하였다. 다음 단계로 Furnace에 最初 火入시엔 High Energy Arc System을 사용하여 輕油대신 Bunker-C油로 직접 點화하였으며 化學洗淨 (Boil-Out 및 Acid Cleaning) 실시후 보일러安全弁시험 및

Thermal Expansion 상태를 점검하여 터빈通汽에 對 備하였다.

低質炭 燃焼에 따른 灰含有量은 53~55% 이므로 Fly Ash 系統은 진공방식(Hydro-Ejector)을 채택 하여 灰의 流動상태 개선 및 灰處理시간을 단축시 키고 있다.

(2) 터빈 및 附屬設備

터빈設備은 G.E社의 圖面과 SPEC. 에 따라 Supervisor의 監理하에 설치하였으며 설치작업중 발생된 문제점에 대하여 기술하고자 한다.

1호기 터빈 Front Standard Shell Arm Key의 제작 오류로 인하여 중심선 잡기 정열작업중 H.P Outer Casing의 Misalignment가 발생하여 Key의 Dimension을 修正하여 最終인 정열을 施行하였으며(사진 1) 1호기 H.P 터빈 Rotor 설치중 Journal 부분 표면에 Pitting 현상이 발견되어 Rotor 설치를 중지하고 H.P No. 2 Journal 부분의 表面을 加工하고 Bearing은 Rebabbing 하여 설치 하였다. 따라서 차후 건설용 機資材는 조립 검사를 세밀히 하고 운반 및 저장관리에 철저를 기하여야 하겠다.

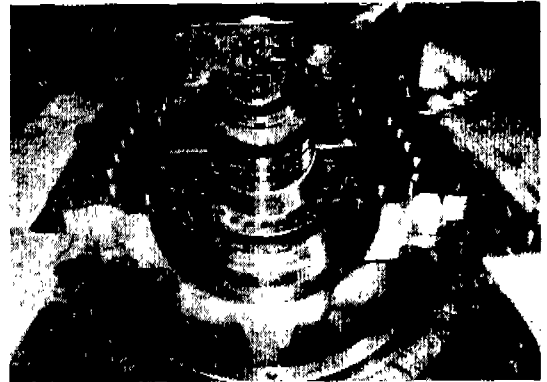
발전기 Air Leak Test 실시시 H₂ Cooler Cover 熔接部에서 Air가 Leak하므로 Collectorend Shaft Seal의 Insulation Ring Groove를 加工補完하여 누 설을 방지 하였다. 터빈의 주요 부속 설비로 12- Stage Double Casing Type의 보일러 급수 펌프

Sea Water Lifting 펌프, Circulating Water Pump 및 공기압축기 등을 설치 하였다.

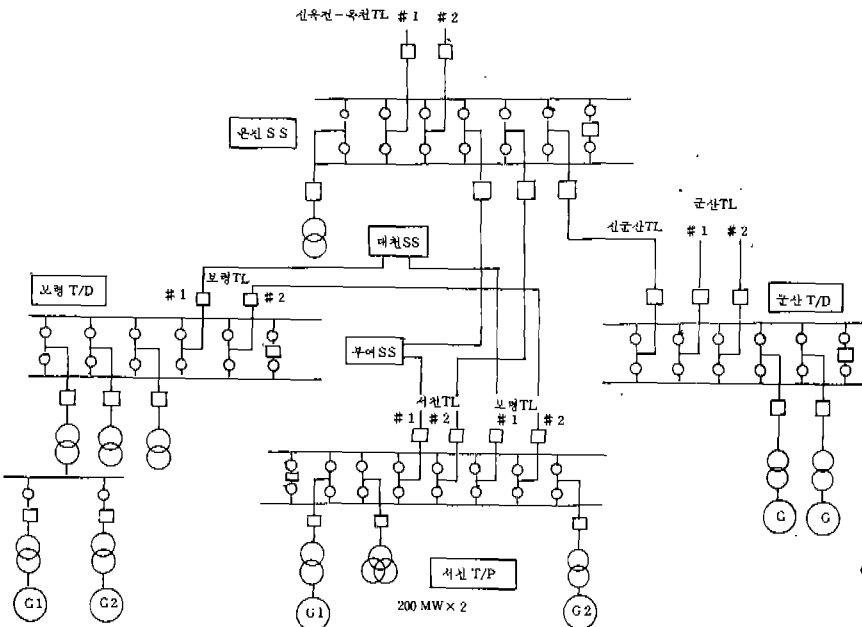
라. 電氣 및 計測設備

주발전기는 回轉界磁型 交流同期 발전기이며 界磁電源은 발전기의 出力 전원을 整流한 直流가 Static Exciter로부터 Collector Ring과 炭素 Brush를 通하여 供給된다. 발전기의 出力은 I.P.B(相分離 母線)를 거쳐 屋外型 主變壓器에서 161KV로 昇壓되어 舒川T/L 및 保寧T/L로 구분되어 送電된다(그림 2).

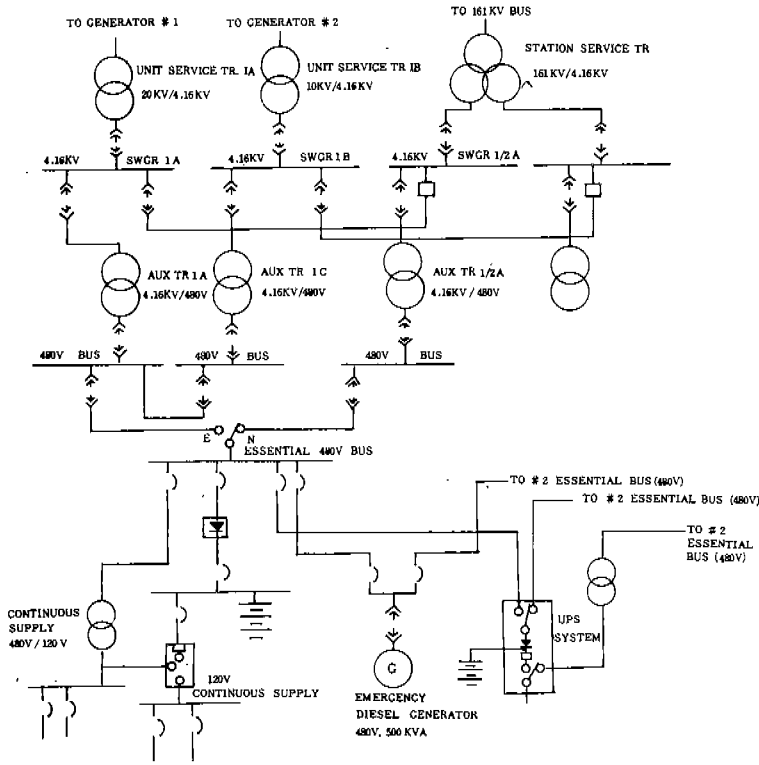
所內 전원은 정상 운전시 Unit Service Trans가 공급하지만 起動 및 停止時에는 Start-Up Trans로



〈사진-1〉 H.P. 터빈 Inner Shell 정열작업



〈그림-2〉 電力系統圖



〈그림-3〉 소내전원공급
Single Line Diagram

1, 2號機 공회 공급받는다(그림 3).

보일러 給水Pump를 위시한 대형 모터는 4.16KV 이며, 480V 계통의 부하는 소내용 보조 변압기에서 공급하며 자동제어용 D. C 전원은 Battery(2400 AH)에서 125V를 공급하여 所内 비상전원 설비로 500KVA Diesel 발전기가 설치되어 비상사고시 자동 및 수동으로 소내 비상전원을 공급한다.

Data Logger 등 無停電이 요구되는 機器에 대비하여 A. C 전원 喪失時 D. C가 Inverter를 거쳐 A. C로 변환하는 U. P. S(Uninter-Ruptable Power System) 설비를 갖추었다. 各種 Switch Gear 설치하는 차단기의 충격을 고려하여 기초공사 및 Bus Bar 연결을 精巧히 하였으며 Cable 端末處理 및 接地線 연결을 철저히 시공 하였다. Power Cable과 Control Cable이 並行시 적정 離格 거리를 유지하거나 別途의 Route를 이용하여 誘導電壓 방지에 유념하여 포설하였으며 단말 처리후 Wire마다 고유 Numbering을 부착하여 補修가 편리하도록 하였다. 計測 장치는 대부분 Solid State Electronic Type이며 현장에서 Calibration하여 유지 및 보수가 편리하도록

일부는 동일 지역에 聚合하여 Rack에 설치 하였다 Remote Control Board 및 Recorder Panel 설치는 内部의 Card가 損傷되지 않도록 品質管理에 우선하여 施工하였다.

주요 제어장치로 보일러 연소 상태의 감시와 소내 안전운전을 도모하는 FSSS(Furnace Safeguard Supervisory System)와 터빈제어용 E. H. C(Electric Hydraulic Control) 계통이 있으며 Plant의 효율적인 운전 및 감시를 위하여 Westing House W 2,500 Proteus Computer System 인 Data Logger가 설비되어 있다.

마. 公害防止設備

Bunker-C油 및 無煙炭 燃燒로 발생되는 環境汚染에 對備하여 본 발전소는 排出 및 廢水로 인한 오염이 環境保全法에 의한 허용 規制値 이내가 되도록 公害방지 설비를 완벽하게 설치 하였으며 주요 설비를 소개하면 다음과 같다.

(1) 粉塵防止설비 : 보일러 排氣Gas 出口 Duct와 煙突 사이에 高性能 電氣集塵器(效率 99.8%)를 설

치하여 재와 먼지를 集塵處理하며 일부 排出되는 분진은 高煙突(150m)로 널리 확산시켜 效果的으로 분진을 방지하고 있다.

(2) 水質汚染방지:發電 副産物인 廢水 및 廢油로 인한 海洋오염 방지 대책으로 綜合廢水처리 설비인 中和槽(2개) 및 油水分離槽(6개) 설치하여 시간당 780m³의 油水を 분리 처리하고 있다.

(3) 騒音防止:보일러 安全弁을 위시하여 소음防止器가 19개가 설치되어 있으며 I. D Fan(送風機) 주변에 防音壁까지 갖추었다.

(4) 海岸오염방지:油槽船이 下荷時 漏泄에 對備하여 OIL Fence 및 汚物収去船을 完備하였다.

이밖에도 飛炭을 방지하기 위하여 貯炭場에 撒水 장치와 飛炭防止壁을 施工 환경 保全에 철저히 대비하였다.

3. 發電事業 效果

本 發電所는 年間 약24억kwh의 電力을 生産하여 安定된 전력을 供給하며 民需用으로 使用할 수 없는 3,000Kcal級 低質無煙炭을 年 100萬톤(忠南지역 採掘量의 61%)을 소비하여 350,000kl의 油類節減 效果를 거두므로 脫油電源開發에 寄與하며 국내賦存資源인 炭硯稼動 活性化로 이 地域의 雇傭增大에 큰 몫을 차지하게 된다. 또한 舒川火力 建設로 最初의 국내 加工 터빈 발전기 製作을 위시하여 11個 國內業체가 17種의 보조기기를 제작 공급하여 總發電設備 中 54.9%를 國産化 하는데 成功하여 高度의 기술을 요구하는 플랜트 설비의 技術 蓄積은 물론 국내 단독으로 발전 설비의 제작 및 건설의 가능성을 보였다. *

〈Report Digest〉

變電機器의 低損失化에의 提案

電氣에너지는 장차 高度情報社會에 있어서의 2次에너지로서의 重要性을 더욱 높이고 있다. 그러나 1次에너지 資源의 價格은 今後 上昇은 해도 低下하는 일은 없을 것이다. 電力供給의 安定化와 コスト低減을 위해 電源의 脫石油對策외에도 電力輸送部門에 있어서의 省에너지對策이 중요한 課題로 되어 있다. 多樣한 電源에서 集約된 大量의 電氣에너지는 變電所에 설치된 大容量機器에 있어서 集中的으로 電壓·電流를 變換시켜 需要地에 보내진다. 따라서 變電機器의 低損失化는 가령 약간의 率이라 할지라도 量的으로는 效果가 크며 運轉 기간중 長時間에 걸쳐 有效하다. 現在의 技術레벨로서도 十分可能하며 장차 材料의 進歩로서 더욱 有效하게 될것이다. 그러나 거기에는 當然 コ스트의 上昇과 한편으로는 投資할 수 있는 限度額이 存在한다. 調查報告는 低의失化를 위한 追加投資를 建設되는 電源設備損 節減과 今後 運轉되는 期間中의 燃料費의 節減이라는 두 가지 観点에서 評價하려고 하고 있다. 이같은 性格의 다른 3個種類의 金額을 統一的으로 比較하기 위해「年

經費」라는 새로운 方法을 導入하여 追加投資에 대한 判別式을 提案하고 있다. 그리고 그 評價手法을 現狀을 기초로한 모델變壓器 모델리액탈에 對해서 구체적으로 적용하여 省에너지의 實效를 거둘 수 있다고 例示하고 있다. 먼저 當事者가 그에 따라 節減할 수 있는 電氣에너지의 KW價値와 KWh價値를 定하는 手法을 記述한 연후에 試算에 들어가고 있다. 다음으로 廣範한 實態調査에 立脚하여 대표적 電壓階級, 容量 및 地域別로 變壓器, 리액탈의 이용율과 負荷의 持續曲線을 設定하여 두가지의 작업을 進行하고 있다.

하나의 模型器를 低損失化한 경우의 코스트 上昇의 平均的인 値를 제조하는 立場에서 試算하여 다른 하나는 投下資本에 換算된 損失低減 評價額을 電力事業者의 立場에서 試算하여 比較檢討했다.

물론 이것은 演習으로서 現狀에 대한 하나의 平均的 動向을 표시하는 것으로서 數値 그自體가 個個의 케이스를 拘束하는 것은 아니다.