

行政院及所屬各機關出國報告

(出國類別：考察)

(第廿六屆韓國電力考察團報告)

服務機關：台灣電力公司

出國人	姓名	單位	職稱	姓名代號
團長	鄭安弘	副總經理辦公室	副總經理	538088
副團長	李原宜	電力修護處	處長	566657
團員	呂學義	核能火力發電工程處	處長	709663
團員	劉宏基	公眾服務處	處長	052326
團員	李清山	核能後端營運處	副處長	806149
團員	郭繁陽	供電處	副處長	735997
團員	蔡大同	業務處	副處長	406987
團員	潘清水	財務處	專業管理師	047961
團員	李清河	核能發電處	課長	638635

出國地區：韓國

出國期間：92年9月25日至92年10月2日

報告日期：92年11月12日

出國計畫：92年度第134號

行政院及所屬各機關出國報告審核表

出國報告名稱：第廿六屆韓國電力考察團報告	
出國計畫主辦機關名稱：台灣電力公司	
出國人姓名/職稱/服務單位： 鄭安弘/副總經理/副總經理辦公室 李原宣/處長/電力修護處 呂學義/處長/核能火力發電工程處 劉宏基/處長/公眾服務處 李清山/副處長/核能後端營運處	出國人姓名/職稱/服務單位： 郭繁陽/副處長/供電處 蔡大同/副處長/業務處 潘清水/專業管理師/財務處 李清河/課長/核能發電處 等九人
出國計畫 主辦機關 審核意見	☒ 1. 依限繳交出國報告 ☒ 2. 格式完整 ☒ 3. 內容充實完備。 ☒ 4. 建議具參考價值 ☒ 5. 送本機關參考或研辦 ☐ 6. 送上級機關參考 ☐ 7. 退回補正，原因： ☐ (1) 不符原核定出國計畫 ☐ (2) 以外文撰寫或僅以所蒐集外文資料為內容 ☐ (3) 內容空洞簡略容 ☐ (4) 未依行政院所屬各機關出國報告規格辦理 ☐ (5) 未於資訊網登錄提要資料及傳送出國報告電子檔 ☐ 8. 其他處理意見
層轉機關 審核意見	☐ 同意主辦機關審核意見 ☐ 全部 ☐ 部分 _____ (填寫審核意見編號) ☐ 退回補正，原因： _____ (填寫審核意見編號) ☐ 其他處理意見：

說明：

- 一、出國計畫主辦機關即層轉機關時，不需填寫「層轉機關審核意見」。
- 二、各機關可依需要自行增列審核項目內容，出國報告審核完畢本表請自行保存。
- 三、審核作業應於報告提出後二個月內完成。

報告人：

團長：

主管人事

副總經理：

總經理

行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：第廿六屆韓國電力考察團報告

頁數 152 含附件：☐是☒否

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話：台灣電力公司/陳德隆/(02)23667685

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話：

姓 名	服 務 機 關	單 位	職 稱	電 話
鄭 安 弘	台灣電力公司	副總經理辦公室	副總經理	(02)2366-6251
李 原 宣	台灣電力公司	電力修護處	處 長	(02)2786-6850
呂 學 義	台灣電力公司	核能火力發電工程處	處 長	(02)2396-8840
劉 宏 基	台灣電力公司	公眾服務處	處 長	(02)2366-7430
李 清 山	台灣電力公司	核能後端營運處	副 處 長	(02)2365-3430
郭 繁 陽	台灣電力公司	供 電 處	副 處 長	(02)2366-6562
蔡 大 同	台灣電力公司	業 務 處	副 處 長	(02)2366-6651
潘 清 水	台灣電力公司	財 務 處	專業管理師	(02)2366-6845
李 清 河	台灣電力公司	核 能 發 電 處	課 長	(02)2366-7058

出國類別：☒1 考察☐2 進修☐3 研究☐4 實習☐5 其他

出國期間：92年9月25日至92年10月2日

出國地區：韓國

報告日期：92年11月12日

分類號/目：

關鍵詞：韓國電力公司核能安全政策、修護服務、超臨界機組、公共關係實務、核後端營運、配售電組織調整、客戶服務策略、財務管理、壓水式反應爐爐蓋穿越管設備檢測與維護

內容摘要：

第廿六屆韓國電力考察團共計九人，由鄭副總經理安弘擔任團長，電力修護處李處長原宣擔任副團長，團員包括核能火力發電工程處呂處長學義、公眾服務處劉處長宏基、核能後端營運處李副處長清山、供電處郭副處長繁陽、業務處蔡副處長大同、財務處潘專業管理師清水及核能發電處李課長清河。

考察期間自民國 92 年 9 月 25 日至 92 年 10 月 2 日共計 8 天，就韓國電力公社之核能安全政策、電力修護服務、超臨界機組、公共關係實務、核後端營運、財務管理、因應民營化自由化之配售電組織調整及客戶服務策略，與壓水式反應爐蓋穿越管及其他相關電廠設備之檢測與維護等相關議題實地考察，並充分討論。另實地參觀資料室、中央給電所、月城核能發電廠、慶州支店及現代汽車公司等單位。

韓電為適切因應韓國電力市場的發展趨勢以及韓電角色與功能的變動，以「有變化的企業，能信賴的韓電」為主軸，配合韓電社長「調整電力產業結構、持續推進經營改革、穩步實現組織融合、樹立道德和理論基礎、進行滿足顧客的經營」之經營方針，建構卓越之企業文化與員工旺盛之企圖心及高度向心力，實可供本公司參考借鏡。僅將此次考察團團員所見所聞之心得報告彙整成冊，考察內容有許多具體建議，可供本公司相關單位推動業務及辦理興革事項之參考。

目 錄

	頁 數
壹、 出國任務與目的	6
貳、 出國行程	7
參、 感想與建議	8
肆、 報告內容	
一、 韓電核能安全政策沿革 (鄭安弘)	- A - (7 頁)
二、 韓電修護服務現況 (李原宣)	- B - (22 頁)
三、 韓電超臨界機組概況與借鏡 (呂學義)	- C - (10 頁)
四、 韓國電力公社公共關係實務探討 (劉宏基)	- D - (11 頁)
五、 韓電電力現況、參訪月城核能電廠及與 KHNP 人員 研討核後端營運相關議題 (李清山)	- E - (18 頁)
六、 韓電之輸電線路設計、維護、線下補償及電力自由化 (郭繁陽)	- F - (37 頁)
七、 因應電業民營化、自由化，韓電配售電組織調整及客 戶服務策略 (蔡大同)	- G - (14 頁)
八、 韓電之財務管理 (潘清水)	- H - (10 頁)
九、 韓電壓水式反應爐爐蓋穿越管及其他相關電廠設備之 檢測與維護實務探討 (李清河)	- I - (11 頁)

壹、出國任務與目的

本公司與韓國電力公司自民國六十五年簽訂人員互訪交流協定，每年雙方派員互訪，迄今已逾廿七年，本屆為廿六屆，考察團成員共九人，由鄭副總經理安弘擔任團長，電力修護處處長李原宣擔任副團長，團員包括核能火力發電工程處呂處長學義、公眾服務處劉處長宏基、核能後端營運處李副處長清山、供電處郭副處長繁陽、業務處蔡副處長大同、財務處潘專業管理師清水及核能發電處李課長清河，考察期間自九十二年九月二十五日至十月二日共計八天，考察項目如下：

團員別	姓 名	單 位	職 稱	考 察 項 目
團 長	鄭 安 弘	副總經理辦公室	副總經理	韓電核能安全政策沿革
副團長	李 原 宣	電 力 修 護 處	處 長	韓電修護服務現況
團 員	呂 學 義	核能火力發電工程處	處 長	韓電超臨界機組概況與借鏡
團 員	劉 宏 基	公 眾 服 務 處	處 長	韓國電力公社公共關係實務探討
團 員	李 清 山	核能後端營運處	副 處 長	韓電電力現況、參訪月城核能電廠及與KHNP 人員研討核後端營運相關議題
團 員	郭 繁 陽	供 電 處	副 處 長	韓電之輸電線路設計、維護、線下補償及電力自由化
團 員	蔡 大 同	業 務 處	副 處 長	因應電業民營化、自由化，韓電配售電組織調整及客戶服務策略
團 員	潘 清 水	財 務 處	專業管理師	韓電之財務管理
團 員	李 清 河	核 能 發 電 處	課 長	韓電壓水式反應爐爐蓋穿越管及其他相關電廠設備之檢測與維護實務探討

貳、出國行程

九月二十五日出國，十月二日返國，全部行程合計八日。

日 期	地 點	工 作	紀 要
9 月 25 日 (星 期 四)	台北-漢城	16:00-21:00	出訪(長榮 BR-1160)韓國仁川機場
9 月 26 日 (星 期 五)	漢 城	09:30-10:20 10:30-11:00 11:00-12:00 14:00-17:00 1 8 : 0 0 ~	歡迎式 拜會社長 參訪韓電總公司 參訪漢城(秘苑，南山 Tower) 歡迎宴
9 月 27 日 (星 期 六)	慶 州	08:30-09:30 09:30-16:00 16:55-17:50 18:00-18:40	至臨津閣 參訪臨津閣 乘飛機至浦項 浦項-慶州
9 月 28 日 (星 期 日)	慶 州	09:00-17:00 1 9 : 0 0 ~	參訪慶州 晚餐
9 月 29 日 (星 期 一)	漢 城	09:00-09:40 09:40-11:10 11:10-12:00 13:30-15:00 16:00-17:00 *16:30-17:20	自慶州至月城核能發電廠 訪問月城核能發電廠 自月城至蔚山 訪問現代汽車蔚山工廠 自蔚山乘飛機至漢城金浦機場 *團長副團長另自蔚山乘飛機至濟州
9 月 30 日 (星 期 二)	漢 城	09:30-17:00 *9:00-15:30 *16:30-17:30	參訪韓電總公司有關單位 *團長副團長參訪濟州 *團長副團長自濟州至漢城金浦機場
10 月 1 日 (星 期 三)	漢 城	09:00-12:00 13:00-17:00 1 9 : 0 0 ~	參訪韓國民俗村 參訪南大門市場 歡送宴
10 月 2 日 (星 期 四)	漢城-台北	14:00-15:00 15:00-16:30 16:30-18:00 20:25-21:55	參訪青瓦台 參訪景福宮 往仁川機場 返國(長榮 BR-1159)

參、感想與建議

1. 韓國能源大部份仰賴國外進口，電源開發也是採取多元化政策，以分散能源風險。
2. 韓國核能發電能夠蓬勃快速發展主要是政府能源政策明確且負責規劃長期電源開發方案，韓電祇是負責執行政府政策，此外，核能相關工業強力支持配合也是主因之一。
3. 文化的表現源於內心，其形成需經長時間日積月累才能深植心中，韓電在推動核能安全文化過程和本公司一樣面臨員工認同問題，惟經由教育訓練洗禮終於見到成效。
4. 本公司核能安全文化歷經醞釀期、發展期、成熟期，績效也相當顯著，惟仍有改善提昇空間，今後更應加強落實到每位員工及包商人員。
5. 韓電核能績效表現較本公司優異，除主、客觀因數差異促成外，實有許多值得本公司借鏡之處。
6. 韓電技工所提願景具有挑戰性，可提供修護處推動維修一元化借鏡。
7. 韓電技工與廠家之策略結盟，可做為修護處正進行之策略結盟之參考。
8. 韓電之發包方式 **piece-meal method**，台電因受政府採購法之約束無法比照，但台電以後新計畫發包方式應考慮 **Island Turn Key** 方式，但要如何把最新之施工技術如超臨界鍋爐 **pressure parts** 之電焊技術移轉到台電，應先做妥善之規劃，否則以後機組維護會受國外廠商之操控，難以掌握。
9. 韓電近來致力於民營化及電力自由化，已將發電系統分割，成立六大發電公司，其中含有五家火力發電公司，並另有海外事業處。目前韓電 **KOSEP (Korea South East Power Co. Ltd)**興建中之永漢電廠(**Younghung Thermal Power Plant**)第一部及第二部機即採 **800MW** 之燃煤超臨界機組 (**Coal Fire Supercritical one through**)。由於此種機組效率的提昇，使得二氧化碳及氮氧化物等空氣污染物的排放量相對地減少，同時可降低發電成本，值得本公司積極開發採用。
10. 在韓國，若因工會的影響導致電力提供不穩定，電力公司可向工會求償。

11. 韓國的都市市容十分整潔美觀，足見其國民皆謹守秩序；街上隨處可見國產的現代汽車，再加上其經過世界盃足球賽後益增其民族自信心及團結力，這個國家的未來實不容小覷。
12. 在訪談過程中，可體認到南韓國會及新聞媒體對韓電之監督，其強度、頻率均不及我國；而電力建設遭受之民情抗爭似亦不若國內之普遍；此或係因南韓政治改革開放之時程較我國稍緩所致。惟韓電公關部門亦指出，未來民情抗爭將趨激化。
13. 韓電輸變電建設亦常民眾抗爭，其訴求理由與國內相仿；依韓電經驗，處理抗爭問題只能盡量溝通，但不可能完全說服，最終仍須動用公權力；此與國內情況相同。
14. 韓電總社資料室蒐集各類資訊頗為齊全，且已著手將文件資料電子掃描，並以成立電子圖書館為最終目標。目前本公司正著手推動知識管理，似可將各類施工技術、運轉經驗及電力調度等文件資訊集中整理，並予以電子化，未來將成為本公司最珍貴之資產。
15. 月城核電廠的溫排水魚類養殖場，是讓魚類成長至某一重量後，移放至附近大海繼續成長，以增加電廠附近漁民的漁獲量，等於是給附近居民的間接回饋，有助於提升核電廠形象並爭取附近居民的支持，建議本公司核電廠的溫排水養殖計畫考量評估這種作法的可行性與效益。
16. 韓國政府相關部會及 KHNP 正傾全力與今年七月選出的候選處置場址地方的民眾溝通，其環境技術部分批邀請地方民眾訪問該部，並向民眾說明處置場的安全與環保措施；KHNP 邀請國際原子能總署及英、美、法等國技術專家與處置場附近醫生及居民至韓國協助 KHNP 與地方民眾溝通等作法，與本公司邀請地方人士參觀國內外處置設施的作法有所不同，其效果如何，值為本公司觀察並瞭解其後續發展。
17. 目前韓國只有 KHNP 具備處理與處置核廢棄物的政府許可與相關技術，將來韓國低放射性廢棄物最終處置設施啓用後，將以收費方式接收處置非核電業者產生的低放射性廢棄物，但預計不全額反映成本，而僅收處

置成本的一半，以間接獎勵放射性同位素的應用。本公司將來建造的最終處置設施也將接收處置其他業者產生的低放射性廢棄物，其收費辦法的訂定，也可將韓國的作法納入考量。

18. 韓電輸電線路建設在政府、大部民眾支持及韓電人員力爭上游的努力下，其設備規模及部分技術(如超超高壓輸電線，直流高壓海底電纜)均已超越本公司(詳附表二)。如何得到社會的支持及引進新的輸電技術是我們應努力的方向。
19. 韓電對股長以上員工不准加入工會，故其在分割六大發電公司時，雖遭遇 38 天之罷工，仍可維持基組正常運轉，此點值得公司深入探討。
20. 韓電為因應民營化及電業自由化之趨勢，近年來積極進行組織重整，電廠業務已順利分割，未來將開放輸配售電業務，該公司 2002 年獲利超過 3 兆韓元，財務結構健全，經營效率十分卓越，並提出「尊重用戶、追求改變、加強獲利」之核心價值，連續 4 年獲韓國政府投資企業中滿意度第 1 名，亮麗的表現，值得本公司觀摩與學習。
21. 為確保用戶於自由化仍選擇向韓電購電，韓電認為經由提高經營效率，以強化價格競爭力及加強與用戶間的信賴關係，迎合用戶多方面的需求，韓電預知經營危機的精神，值得本公司學習。韓電為了留住客戶，其公司政策均已調整為顧客導向，對新服務之開發與落實，均可為本公司之參考。
22. 韓國電力自由化雖然產生競爭，但解除管制的結果也允許去做發電及供電以外的業務，韓電已成立多家子公司，對於人員轉置及協助韓電集中力量發展核心技術，具有相當成效，此不但可增加集團綜效，亦可強化母公司的競爭力，實值得本公司民營化之參考。
23. 韓電進年來致力於提高電壓等級，藉以提昇供電品質及減少線路損失，其配電系統由原 11KV 全部改為 22KV 配電，而 66KV 輸電線也多以 154KV 取代，完成 765KV 之特高壓輸電線及 765KV 特高壓變電所，對供電能力有很大幫助，本公司簡化電壓階層有必要加速進行。

24. 韓電訂定供電保證契約（類似服務品質標準），以承諾對用戶權益的關心，提供快速且滿意的服務，將用戶的滿意度視為最優先的選擇，以感動用戶的心，能獲得全國最高榮譽獎，不是從天而降，例如利用網路服務用戶，增加與用戶間之溝通管道，韓電之作法及網路化內容，值得作為本公司服務用戶之參考。
25. 韓電工作停電時間指標每年每戶 10 分鐘，比起本公司每年每戶約 58 分鐘（92 年 1 至 9 月實績），實在優異許多，而韓電推動實實施不停電施工法，有助於提升恢復供電績效。
26. 韓電配電事故停電時間降低的方式，是採用每人及每組責任認養制度，幹部亦需每年定期參與巡視，重視不停電的預防性維護，檢測儀器齊備，人力不足即委外發包檢測，尤其在重負載、大風雨後、雷害季節、颱風季節前等狀況下，實施特別維護，提高饋線供電能力，可供本公司參考改進。
27. 韓電技術人員及工程師均穿著統一制服（包括支店及電廠人員），其團隊經神及團隊紀律讓人印象深刻，值得本公司學習。
28. 韓電自 2003 年 2 月起規劃推動成立 Call Center(客戶服務中心)，以漢城支社之 Call Center 為例，初估移轉其轄區內各支店及支社電話接聽業務約 92.6%，相對減少相關部門之工作量，韓電擬以一年期間工作量之變化據以檢討人力配置標準，該項做法可供本公司目前正規劃推動成立客戶服務中心須配合調整相關部門人力之參考。
29. 韓電大量使用衍生性商品（換利、換匯）管理其利率、匯率之風險，雖符合最新之潮流與趨勢，惟在過去三年間（2000~2002 年）也因操作換利、換匯導致淨虧損達 2278 億韓圓，可見衍生性商品本身即具高度風險性，本公司將來在操作衍生性商品時，宜審慎為之。
30. 韓電之近二年純益中約有 80%以保留盈餘方式將資金留作公司繼續擴充發展之用，故其財務結構近年有大幅改善，本公司之盈餘除法定公積外，幾乎全數發放股利，致自有資金短缺，亦使財務結構逐年惡化，宜繼續

向政府爭取提列特別公積或保留盈餘，俾充裕自有資金，改善財務結構。

31. 韓電之人員經常於各不同之單位輪調，對人才之養成助益甚大（據了解，目前韓電之財務處長李道植先生，過去就曾在人事處及海外事業處歷練過），頗值得本公司效法。
32. 壓水式核電廠反應爐頂蓋以及底部穿越管應力腐蝕龜裂問題，近年來因美國 Oconee、Davis-Besse 以及南德州等電廠接連發生穿越管洩漏事故後，此英高鎳 600 穿越管龜裂問題，已成為核能界廣泛討論及頭痛的問題。本公司核三廠反應爐頂蓋以及底部穿越管雖經評估認為發生龜裂機率極低，但本公司仍利用各種管道及機會廣泛搜集瞭解世界各重要核能工業大國之作法，以為本公司之參考借鏡。本次赴韓電考察，發現本公司核三廠反應爐頂蓋以及底部穿越管之檢測計劃較韓電嚴謹，且經驗亦較韓電為佳，但韓電核能工業之自主獨立性亦可供本公司參考學習。
33. 核三廠目前所訂定之反應爐頂蓋及爐蓋檢查計劃相較美、日、韓等國家而言，堪稱嚴謹，依此計劃落實執行檢測，若穿越管中有瑕疵生成，應可及早發現。
34. 韓電仰光 5 號機發生反應爐內壁覆襯撞擊事件，此事件韓電目前尚未對外發佈細節，本次利用赴韓之便，順利獲取此事件之最新資料，此資料可供本公司探討類似事件發生之可能性及因應措施，可謂本次赴韓考察的一大收穫。

台灣電力公司派赴韓國電力公社

第廿六屆考察團

(民國 92 年 9 月 25 日~92 年 10 月 2 日)

韓電核能安全政策沿革

報告人：鄭 安 弘

壹.前言

韓國電力公司〔Korea Electric Power Corporation, 簡稱 KEPCO〕為因應國際自由化、民營化潮流,提昇公司競爭力及營運績效,於 2001 年 4 月將發電部門依火力發電廠所在區域及核能、水力發電營運特性分割重組成六家發電公司,其中水力發電及核能發電基於營運特性合併組成韓國水力原子力公司(Korea Hydro & Nuclear Power Co., 簡稱 KHNP),不民營化;但其餘五家火力發電公司則計劃逐步移轉民營。KHNP 現有十四部輕水壓水式核能機組(PWR)及四部重水式核能機組(CANDU)運轉,兩部輕水壓水式核能機組建造中,分別預定 2004 年中及 2005 年中開始商業運轉,另外還計劃興建六部輕水壓水式核能機組。截至去(2002)年底,韓國電力公司總裝置容量 53,801 百萬瓦,核能佔 29.2%,水力佔 7.2%,燃煤佔 29.6%,燃油佔 8.7%,天然氣佔 25.3%;而發電量佔比則以核能佔 38.9%最高,其次分別為燃煤 38.5%,天然氣 12.7%,燃油 8.2%,水力 1.7%。

貳.考察主題內容及心得

韓國核能發電不僅發展迅速,營運績效表現也相當優異,去年核能機組可用率超過 90%。本次考察主題特別選定韓國電力公司核能安全政策沿革,含核能安全政策制訂、推動及核能安全文化執行情

形。以下就 KHNP 核能安全政策方針、計畫、核安文化推動過程以及未來可能改善作法做重點說明。

一、核能政策方面

KHNP 核能安全政策是建立以安全第一，並保護人員、社會及環境免於受到輻射傷害之核能電廠營運政策。為貫徹此一安全政策，執行重點包括：

- 政府頒布「核能安全政策聲明」。
- 運轉中電廠定期安全審查方案。
- 嚴重事故執行方案。

另外為達到高安全水準，KHNP 訂有許多積極計畫，例如，管理革新計畫、行為倫理準則、核能電廠安全改進措施等。針對上述政策及計劃內容摘述如下：

1. 「核能安全政策聲明」於 1994 年 9 月頒布，包括五項核能安全法規，基本原則及十一條施行細則。強調「安全」是發展與使用核能的先決條件，所有參與核能工作有關人員必須恪守「安全優先」的最高原則。並強調核能安全文化的重要。
2. 根據運轉中電廠定期安全審查方案，有系統地執行影響電廠安全因子之評估作業，例如，每十年執行電廠設備老化評估。

3. 根據嚴重事故執行方案，執行安全度評估(Probabilistic Safety Assessment)、風險監測、活化安全度評估以及嚴重事故管理，作為防止嚴重事故發生及減緩事故嚴重性。
4. 管理革新計畫於今(2003)年 8 月建立，訂出主要策略及應採行之計畫，期望成為全球最卓越的電力公司。這個計畫包含與核能安全有關的三個基本策略，第一個策略是落實核能營運安全和提昇安全文化，第二個策略是加強放射性廢料處理能力，第三個策略是建立完整的輻射安全管理體系。
5. 行為倫理準則在今年六月建立，宣示所有員工必須遵守最高標準行為規範和價值觀以提昇企業文化。其中一條明文要求所有員工須竭盡所能確保核能電廠安全並承諾立即且透明地提供核能安全資訊。
6. 根據安全提昇方案，每月有核能安全檢查日，每年有核能安全日，每年舉辦核能安全研討會，同時每半年執行安全文化評估，以改善個人和公司級安全文化情形。
7. 利用“安全績效指標”評估核能安全和輻射安全情況好壞，並將評估結果公布讓社會大眾知道。

二. 核能安全計畫推動細節

1. “安全績效指標(Safety Performance Indicator)”做為各核能電廠安全績效評比之用，同時提供社會大眾一個容易瞭解核能電廠安全績效的訊息。本項指標涵蓋五大類共十一項，例如，非計劃性反應爐急停、緊急反應能力等。由獨立部門計算並以綠色、藍色、黃色、橘色表示，目標是“綠色”。
2. “安全績效指標”從2002年使用，到目前尚未碰到任何執行上的困難，故還沒有進一步改變的構想。去年所有指標實績都能符合預先訂定的目標值。
3. “核能安全衡量指標(Nuclear Safety Assessment Indicator)”係參照國際原子能總署 INSAG - 4 (International Nuclear Safety Advisory Group) 及 ASCOT(Assessment of Safety Culture in Organizations Team)指引訂定，有八大類共五十項，係做為執行安全改善之依據。
4. 最近五年容量因數及非計劃性急停實績：

項目 \ 年	1998	1999	2000	2001	2002
容量因數	90.2%	88.2%	90.4%	93.2%	92.7%
非計劃性急停/每機組	0.4	0.9	0.5	0.5	0.4

5. 為預防因核能電廠結構、系統和組件老化而降低電廠安全情形，KHNP 採不定期修正核能安全計畫，例如，修正策略管理方案、建立管理革新計畫。

三. 核能安全文化推動情形

1. 推動之初，核能電廠員工並無法體認到核能安全文化之重要，但透過不斷地教育與訓練，電廠員工的態度與認知已有改變。
2. 核能安全文化沒有量化目標，但藉由電廠間安全績效互比，再利用核能安全文化做為改善工具。

四. 未來推動構想

1. 嚴重事故執行方案、運轉中電廠定期安全審查方案、安全文化提昇方案及安全績效指標非常有效，將持續推動各項計畫方案。
2. 準備與公司外專家合作發展目標化和量化的安全文化評估工具。

五. 結語與心得

1. 韓國能源大部份仰賴國外進口，電源開發也是採取多元化政策，以分散能源風險。
2. 韓國核能發電能夠蓬勃快速發展主要是政府能源政策明確且負責規劃長期電源開發方案，韓電祇是負責執行政府政策;此外，核能相關工業強力支持配合也是主因之一。

3. 文化的表現源於內心，其形成需經長時間日積月累才能深植心中，韓電在推動核能安全文化過程和本公司一樣面臨員工認同問題，惟經由教育訓練洗禮終於見到成效。
4. 本公司核能安全文化歷經醞釀期、發展期、成熟期，績效也相當顯著，惟仍有改善提昇空間，今後更應加強落實到每位員工及包商人員。
5. 韓電核能績效表現較本公司優異，除主、客觀因數差異促成外，實有許多值得本公司借鏡之處。

台灣電力公司派赴韓國電力公社

第廿六屆考察團

(民國 92 年 9 月 25 日~92 年 10 月 2 日)

韓電電力修護服務現況

報告人：李 原 宣

1. 韓國電力技術服務工程公司(簡稱:韓電技工 KPS)負責韓國電力公司(KEPCO)之各項修護服務,員工 3850 位,除總公司外,在全國設立三十三個水/火力/核能/特殊辦公室,提供高品質的運轉及高品質的維護工作,對韓國之工業發展有很大貢獻。
2. 韓電技工 2007 願景
 - 2-1 公司哲學:以傑出的服務建立對顧客的價值觀及對人類社會的貢獻。
 - 2-2 願景:成為世界級的整廠服務公司。
 - 2-3 目標:達到 5140 億韓元的銷售業績及 5%以上的獲利、建立整廠修護服務系統—即最新的診斷、測試、設計及修護技術、保持優勢的市場競爭及市場導向、訓練各種設備之技術專家並建立靈活的人力系統。
 - 2-4 策略:高水準的電力技術、企業領域的延伸、強化的管理系統。
3. 韓電技工在水力機組中成立 19 個服務,主要的業務領域:試運轉期間的維護、正常運轉下之例行維護、計劃大修之規則及改善、再生與機裝。由於整體之規劃針對發電設備之預防事故發生幫助很大。
4. 韓電技工(KPS)已獲得各項電廠修護服務之 ISO9002 認證,提供韓國工業界較高水準電廠修護及設備診斷服務,其範圍甚廣,包括一

般預防維護、緊急搶修、化學清洗、壽命診斷、鐵塔油漆、電源設備網路檢查、柴油引擎維修、設備改善 AUR & GOV 檢查、開關設備維修及韓電以外電廠之試運轉等等維修工作。

5. 韓電技工策略聯盟於 1992 成立氣渦輪機修護總部與 GE 達成技術協定，1995 年 6 月成立第一個修護工場，1998 年 12 月成立第二個修護工場，因此建立一個擁有各項修護系統設備、專業技術及永續經營之團隊，朝著自主修護及備品本土化，增加生產力同時拓展海內外市場。

- 主要業務：汽輪機組件再生、氣渦輪機及汽輪機組件製造及修理、大型工業設備之製造/修理及維護、大型轉子修理及平衡、汽輪機組件之研發。

- 主要服務：車修、放電加工、葉片鍍層處理、葉片表面清理、焊接、熱處理、材料分析及試驗、非破壞試驗。

6. 韓電技工正積極從事國外事業方案計劃,至目前為止為已完成”巴格達南方火力電廠復建””Dihis 火力電廠大修””Harthe 電廠水處理復建””中國廣東核電廠修護方案”等等以良好技術能力與耐心,達成雙方互利共榮。

7. 韓國電力公司電廠修護之管理模式。(如附件)

1. 請問貴公司對電廠修護之管理方式及組織架構？

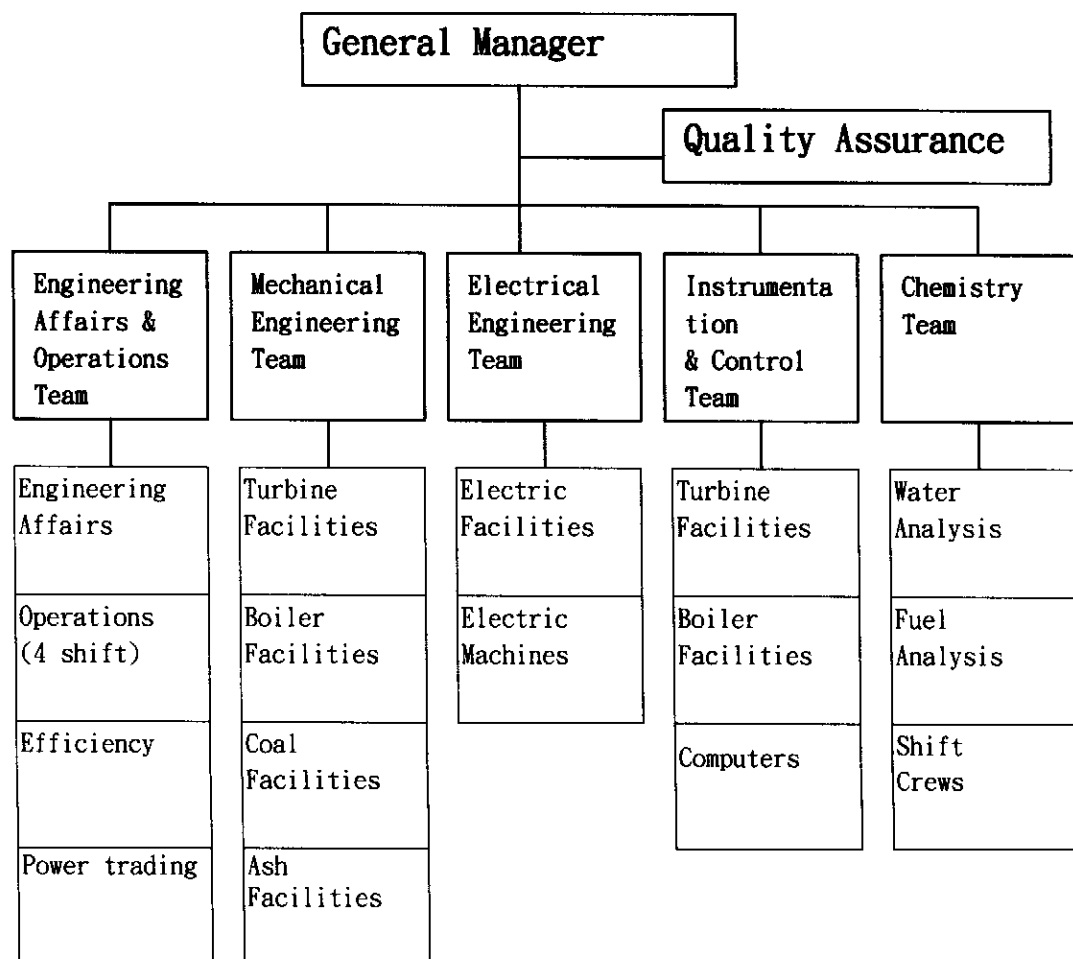
√基本上，我們將修護工作委由我們的設備修護公司即 KPS 負責，煤灰處理系統及煤灰與煤灰與燃煤處理系統之運轉操作工作，則由韓國電力工業發展公司（KEPID）來負責。而修護管理監督的角色則由 KOMIPO 執行。

√本公司 Boryeong 火力發電廠之 #1 & #2 機組的修護組織如下：

⊙總容量：1000MW (500MW× 2Units)

⊙完工日期：1984 年

⊙燃料：瀝青煤



2. 請問發電機修護管理的程序？

√例行性維修(Routine Maintenance)

⊗每值、每天、每週及每月

⊗檢查水壓及水溫

⊗檢查匯流理及碳刷

⊗檢查油壓及油溫

⊗檢查氬氣壓力，封油壓力、振動等。

√大修(Overhaul)

⊗A 級檢修 (Major, A class)、B 級檢修 (Medium, B class)、C 級檢修 (Minor, C class)

⊗A 級檢修

-檢查終端托架 (end bracket)、氣體冷卻器、定子線圈、鐵心、冷卻管、格蘭。

-檢查轉子及轉子線圈，冷卻管，格蘭。

-檢查碳刷扣環。

-檢查軸承、軸封系統、油分離器。

-檢查氬氣控制系統。

-檢查封油系統、定子冷卻系統。

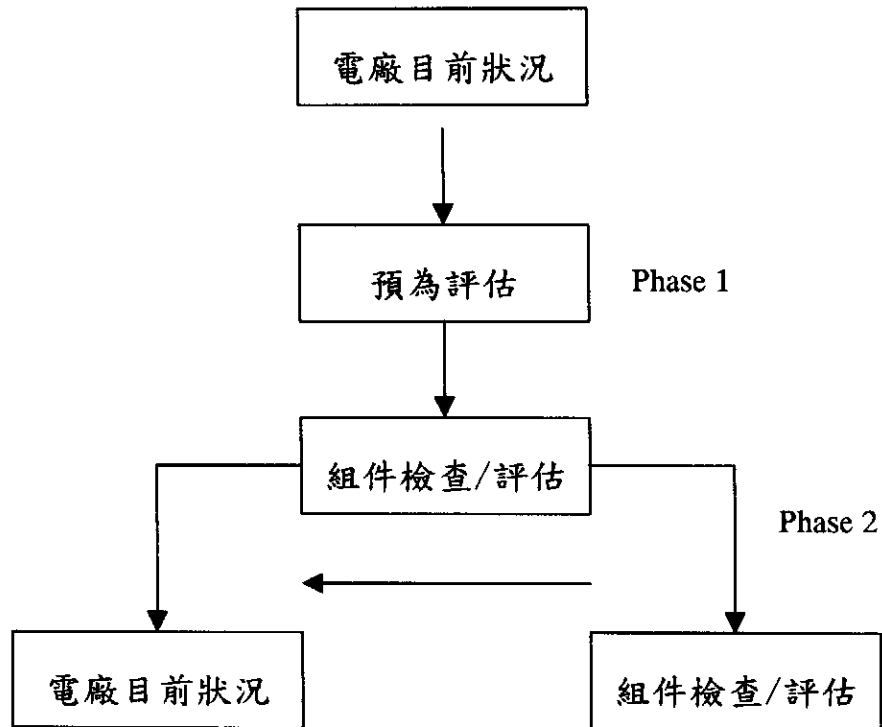
-檢查勵磁機。

-檢查接地裝置。

※B 與 C 級檢查項目與 A 級檢修大致相同，僅部份項目刪除。

3. 請問核能、火力及水力電廠使用壽命如何評估？

✓發電廠壽命評估之程序如下：



Phase 3	
Phase 1 - 預為評估 (Preliminary Assessment)	
：鍋爐、汽輪機、發電機、BOP (高溫管路/設備系統)	
Phase 2 - 檢查/評估 (Inspection/Assessment)	
：鍋爐、汽輪機、發電機、BOP (高溫管路/設備系統)	
Phase 3 - 先進的壽命評估技術 (Advanced Life Assessment Techniques)	
：鍋爐、汽輪機、發電機、BOP (高溫管路/設備系統)	

● Phase 1: 預為評估 (Preliminary Assessment)

壽命評估所有工作的焦點即先由 phase1 開始。由 Phase 1 我們可發現主要總壽命評估的設備組件，並可決定所需的非破壞檢查種類。

Phase 1 之主要工作如下：

-電廠過去的記錄、資料審查及評估（例如：各種故障、修理及記錄等）、設備組件的材質、運轉情況及設備製造廠家的經驗。

-各種圖面及指導手冊的審查並結合工程經驗及各種機具。

● Phase 2:檢查/評估 (Inspection/Assessment)

設備組件的剩餘壽命評估是使用非破壞檢查的方法，並從 phase 2 開始，它可提供各項設備組件剩餘壽命評估之初始資料，剩餘壽命評估所使用之非破壞檢查方法如下：

-渦電流檢查(ET)、潛變複製膜(Creep Replication)、磁粉檢查(MT)。

-超音波檢查(UT)、放射線檢查(RT)、染色探傷檢查(PT)、硬度試驗。

-材質成份分析、尺寸測量、目視檢查(VT)。

● Phase 3:先進的壽命評估技術 (Advanced Life Assessment Techniques)

在有些情況下，只憑著某些檢查技術並無法來評估設備組件的剩餘壽命，因此必須使用先進的評估技術。許多電力公司以“壽命管理”來達到其火力電廠設備組件能保持運轉的目標。而未來的壽命延長目標可藉著一系列計劃性的設備檢查來達成。

潛在的故障因子例如：疲勞、潛變、浸蝕、應力腐蝕及腐蝕疲勞等。

4. 貴公司的主要修護項目？

√汽輪機

⊙磨損的軸承、齒輪、連結器、閥件、Packing、spill strip、

氫氣封、匯流環等。

⊙浸蝕(Erosion)：乾燥區域的固體粒子、潮濕區域的水氣。

⊙淤積物(Deposit)：收集因功率損失而堆積於蒸汽道內之淤積物。

⊙對心不良。

⊙液壓系統之污染(雜質)。

√發電機

⊙定子之絕緣、現場繞線。

⊙發電機硬體之鬆動。

⊙污染(油或灰塵)。

⊙電器系統過熱。

⊙勵磁機系統之機電問題。

√鍋爐

⊙爐垢、爐水管及蒸汽管之磨損及浸蝕。

⊙非破壞檢查鍋爐管之焊接部份。

⊙檢查爐管飛灰磨損(ash cutting)情形。

⊙檢查鍋爐外殼、氣漏、支柱(buck stay)、風箱、人口及檢查門。

⊙檢查管路系統之吊架及支撐。

5. 貴公司如何拓展業務，包括哪些項目及國家？

√KOMIPO 於 2001 年以其可競爭的電力系統，開始在韓國電力業界展露風采，因此尚未建立對外策略，但是我們的員工正努力的將我們推向世界電力市場上。希望不久後，本公司高水準的技術及良好的合作特質，廣被世人所知且成為世界級的電力公司。

√本公司對外策略是藉著與我們合作的團體及英文版的公司年度報告與公司的網頁來做宣導。經由這些方法來提供公司的資訊給客戶、員工、股東、投資者、電廠附近的居民及其他對 KOMIPO 有興趣的公司。

6. 貴公司如何與製造廠家做策略聯盟？

√目前我們已經與世界主要的製造廠家培養了深厚的關係，例如：GE、Alstom、Doosan Heavy Industry(Korea)。藉由參與各項技術訓練課程、國際會議及討論等，我們提昇與製造廠家雙方在電力事業的發展合作及交換技術及經驗等。

7. 核能電廠之修護是否 24 小時的趕工且人力與工作範圍為何？

√概括來說，我們沒有 24 小時的工作方式。如果需要的話，對每天進度落後的工作或要徑項目，我們會加班 2-4 小時。

8. 水力電廠之修護是否 24 小時趕工，且人力與工作範圍為何？

✓答案與 7 相同。

9. 火力電廠之修護是否 24 小時趕工且人力與工作範圍為何？

✓答案與 7 相同。

10. 貴公司是否有計劃將舊的電力設備現代化？

✓目前尚無此計劃，但是基於壽命評估的結果及長程的電力發展，我們將會考慮對較舊的電廠做現代化。

11. 貴公司如何運用協力廠商的人力？是否結合電廠之人力？

✓各電力公司（GENCO）與協力廠商共同執行電廠修護之方式如下：

✧GENCO

- 設備是否更換及修護之決定
- 修護作業之監督，成本審核及管理

✧修護公司

•KPS 公司(Korea Plant Service and Engineering Co.,Ltd.)

-負責電廠之修護服務

•KEPID 公司(Korea Electric Power Industrial Development Co.,Ltd.)

-負責吹灰系統之修護服務。吹灰及燃煤系統的運轉。

✓每一次大修各 GENCO 會與 KPS 簽約，並在每次大修完成後，GENCO 計算正確的金額付與 KPS。

✧修護計劃之審核及監督:by GENCO

✧備品及材料之採購:by GENCO

-GENCO 分別向國內及國外製造廠採購備品及材料。

✧修護工作:由每個電廠的修護公司負責。

-主要工作(汽機/鍋爐)由製造廠協助。

-修理工作由修護公司負責。

√Boryeong 火力電廠#1 機大修共有 255 人參與

✧KOMIPO:164 人

- 工程事務及運轉小組:87 人

- 機械小組:20 人

- 電器小組:13 人

- 儀控小組:21 人

- 化學小組:23 人

✧修護公司:91 人

- KPS:75 人

- 機械小組:31 人

- 電器小組:17 人

- 支援小組:27 人

- KEPID:16 人

-燃煤及吹灰系統小組:16 人

12. 如何提昇電廠自動化？

√電廠是否自動化，此策略由每一個 GENCO 來決定。以 KOMIPO 為例，我們負責 5 個火力電廠及 1 個複循環電廠的運轉。其中 Boreyong 火力與複循環電廠及 Jeju 火力電廠都是新完工的電廠，幾乎所有的系統都是高度的自動化。其主要的設備都可經由主控室來遙控。然而部份較舊的電廠，某些閥類必須由操作人員手動操作。近年來，經過徹底的調查後，我們確認了某些閥必須改為由馬達來控制 (MOV)，我們將持續的進行此項工作。

13. 貴公司修護部門的業務範圍為何？包括大修及檢修？

√修護部門

⊙機械小組

⊙電器小組

⊙儀控小組

⊙化學小組

√修護部門的業務範圍

⊙修護計劃、審查、監督

•修護範圍的決策

•成本審查及管理(修護前、修護後)

- 資料管理

- ◉備品及材料採購

- ◉修理：修護公司負責執行主要的修理工作，但是電廠主要控制

系統的修理是由儀控小組負責。

14. 效率評估的程序為何？何謂優秀的修護技術員？

√主要的診斷項目：

- ◉熱效率超過 90%負載的評估

- ◉運轉模式及負載之特性圖

- ◉發電機端及輔助電力消耗之總輸出

- ◉汽輪機、鍋爐及輔助設備之變動效率因素

√效率試驗之條件：

- ◉預先負載試驗：100%正常功率（1 次）

- ◉主要試驗：5 次（90%、95%、100%(2 次)，105%）

- ◉在試驗時保持負載之設定值

- ◉所有的設備設定在”自動模式”

- ◉測試前檢查汽機控制閥之開啟狀態

- ◉閥隔離

√試驗法規：

- ◉ASME PTC 4.1：蒸汽產生器

✧ASME PTC 4.3：氣體預熱器

✧ASME PTC 6.0：汽輪機

✧ASME PTC 12.1：飼水加熱器

✧ASME PTC 12.2：冷凝器

15. 如何使用知識管理？

√每一個 GENCO 對知識管理之應用都不一樣。以 KOMIPO 為例，基本的知識管理系統方案是在今年七月才定案。而相關軟體之購買正在進行中。KOMIPO 將使用知識管理系統（KMS）來管理公司的資產，包括整合知識庫及專家網路，我們將發展我們的 IT/MIS 包括企業資源計劃（ERP）及企業組織管理（ECM）等。

KMS：Knowledge Management System

ERP：Enterprise Resource Planning

ECM：Enterprise Content Management

16. 貴公司與協力廠商工作人力之比例？

√計劃性大修之人力

✧Boryeong 火力電廠#1 機（"A" class:47 天）

-KOMIPO(每日雇用人力):1672 人力(11%)

•技術工:1024 人力

•勞工:648 人力

-KPS:13142 人力(89%)

•技術工:5482 人力

•勞工:7660 人力

√KOMIPO 負責 10%工作，KPS 負責 90%工作。

17. 貴公司對電力修護之研究發展為何？

√每個 GENCO 對自己的發電設備都有類似的研發方案。

√主要的研究發展挑戰由本公司員工解決，另外部份是由韓國電力

(KEPRI: Korea Electric Power Research Institute) 來負責。

√研發方案之主題

⊙汽輪機及輔助設備的問題

⊙發電機及變壓器的問題

⊙燃燒最佳化

⊙其他與發電設備相關的問題

18. 請問變壓器維修之範圍為何？

√主變壓器

名稱	檢查項目
主體(Body)	⊙外部損壞情形、變形、漏油 ⊙油位計、油溫狀態 ⊙散熱(輸出)端損壞情形 ⊙水氣收集器狀態 ⊙外部損壞情形、變形 ⊙線圈、鐵心狀態 ⊙電壓分接器(tap exchanger)接觸及操作裝置狀態

	⊙端子(terminal)過熱、損壞情形 ⊙支架(frame)支架固定螺栓過熱 ⊙線圈支撐絕緣間隔片固定狀態 ⊙外部油漆剝落及損壞情形 ⊙磁性保護裝置狀態 ⊙鐵心接地狀態 ⊙絕緣油分析
套 (Bushing)	⊙套管損壞、變形、生鏽 ⊙端子過熱、損壞 ⊙套管固定情況 ⊙油位計狀態 ⊙放電間隙 ⊙套管變頻器固定情形
冷卻裝置 (Cooling Device)	⊙散熱器損壞、漏油 ⊙油泵馬達狀態 ⊙冷卻風扇馬達狀態 ⊙油量計狀態 ⊙主機板損壞情形 ⊙序列(sequence)狀態 ⊙油泵狀態
接地裝置	⊙驅動馬達狀態 ⊙機械裝置外部狀態 ⊙操作狀態 ⊙套管損壞、裂痕
整體的檢查 (Overall Check)	⊙絕緣電阻狀態 -變壓器繞線、馬達繞線、控制器 ⊙內部故障、偵測電驛試驗 ⊙絕緣劣化檢查 ⊙冷卻風扇及馬達控制迴路檢查 ⊙繞線電阻、中性點接地電阻測量 ⊙控制板、接線盒狀態

√輔助、起動變壓器

名稱	檢查項目
主體	與主變壓器相同
-套管	
-冷卻裝置	

-絕緣油	
負載電壓分接器	⊙斷路器狀態 ⊙操作機構狀態 ⊙其它項目與主變壓器相同

√乾式變壓器

檢查名稱	檢查項目
主體	⊙線圈、鐵心狀態 ⊙導體、絕緣、接頭損壞情形 ⊙線圈溫度 ⊙支架及支架固定螺栓過熱情形 ⊙線圈支撐絕緣間隔片狀態
主機板	⊙主機版損壞、變形 ⊙設備及電纜損壞、變形 ⊙冷卻及通風扇馬達狀態 ⊙過濾器損壞
整體的檢查	⊙絕緣電阻狀態 ⊙絕緣劣化檢查

19. 開關 (Switch) 的檢修範圍？

√差壓開關 (Differential Switch)

名稱	檢查項目
操作機構	⊙變形、磨損情況
整體檢查	⊙運轉、磁滯(hysteresis)

√溫度開關 (Thermal Switch)

名稱	檢查項目
溫度元件	⊙腐蝕、損壞情形
整體檢查	⊙運轉、磁滯

√液位開關 (Level Switch) (Float Type, 浮球型)

名稱	檢查項目
----	------

浮球機構	⊙外殼損壞
操作機構	⊙腐蝕、損壞情形
整體檢查	⊙運轉、磁滯 ⊙絕緣電阻 ⊙防凍機構

√流量開關 (Flow Switch)

名稱	檢查項目
溫度元件	⊙變形、磨損情況
整體檢查	⊙運轉、磁滯

20. 貴公司的技術證照為何?工人如何得到技術證照?

√我們並沒有任何的證照制度，但是我們會在韓國電力訓練所(KPLI: Korea Power Learning Institute)及製造廠家的訓練中心來訓練我們的員工，包括電廠運轉與維護等理論與技術。經由這些不同的訓練課程，來評估每個員工的技術。

21. 在電廠大修時，是由貴公司或是別部門執行 QC 再檢查?

√以設備或零件採購或者電廠主要設備的修護為例，都是由電廠的 QA 小組執行品質查證工作。

22. 水力電廠修護技術規範為何?

A. 高運轉效率模式

√以 Kaplan 及水平 Francis 型之水輪機為例，我們採高效率模式運轉—即隨著意水頭(water head)之變化，而改變葉片的角度。

√採用高效率模式的水力電廠如下：

電廠名稱	發電量	水輪機種類
CheonPyung#1, 2	79.6MW	KaPlan

Euam#1, 2	45MW	KaPlan
Chuncheon#1, 2	57.6MW	KaPlan
Boseong-gang#1, 2	4.5MW	Horizontal Francis

B. 變壓器檢查標準

√變壓器檢查標準如下：

項目	檢查標準
檢查	⊙主體 ⊙無負載電壓分接器(No Load Tap Changer) ⊙電極交換器(Pole Changer) ⊙不斷電電源供給器 ⊙冷卻系統 ⊙負載電壓分接器(Load Tap Changer)
測試	⊙絕緣測試 ⊙極性測試 ⊙部份放電測試 ⊙交流電測試 ⊙tan δ 測試

23. 電廠如何保護資料避免電腦病毒的發生？

√電廠系統病毒的防範措施如下：

- ⊙使用授權的軟體及網路
- ⊙定期的備份系統資料
- ⊙使用最新的防毒軟體(可自動更新)

√隔離外界的網路

- ⊙系統應用
 - 入侵偵測系統, 整體安全管理系統
 - 防火牆

☉指派系統安全人員來管理系統安全

24. 核能及火力電廠的管路因腐蝕及浸蝕而造成管壁薄化, 請問何種

管路系統必須評估及檢查且多久及如何評估檢查?

✓我們使用” PipePlus7.02 管路系統分析設備”來檢查管路系統的情

況, 並於每次大修時執行檢查作業(A, B, C 級管路)

✓檢查主蒸汽管的變化情形, (冷熱)再熱器管路及支架(hanger)等。

25. 貴公司有關振動之服務及組織為何?

✓本公司沒有外部振動組織。

26. 貴公司是否有高速平衡機或現場平衡工作?是否有在汽機轉子中

央平面加平衡塊之經驗?及如何訓練員工?

✓我們沒有平衡機, 當我們的轉子須做平衡時, 使用振動監測系統。

✓我們沒有在汽機轉子中央平面(即轉子中段 mid span)加平衡塊的經

驗, 但是我們有在轉子末端及聯軸器上加減平衡塊之經驗。

✓我們在韓國電力訓練所(KPLI)利用”Rotor-kit”來訓練我們的員工

有關振動的理論及實務。

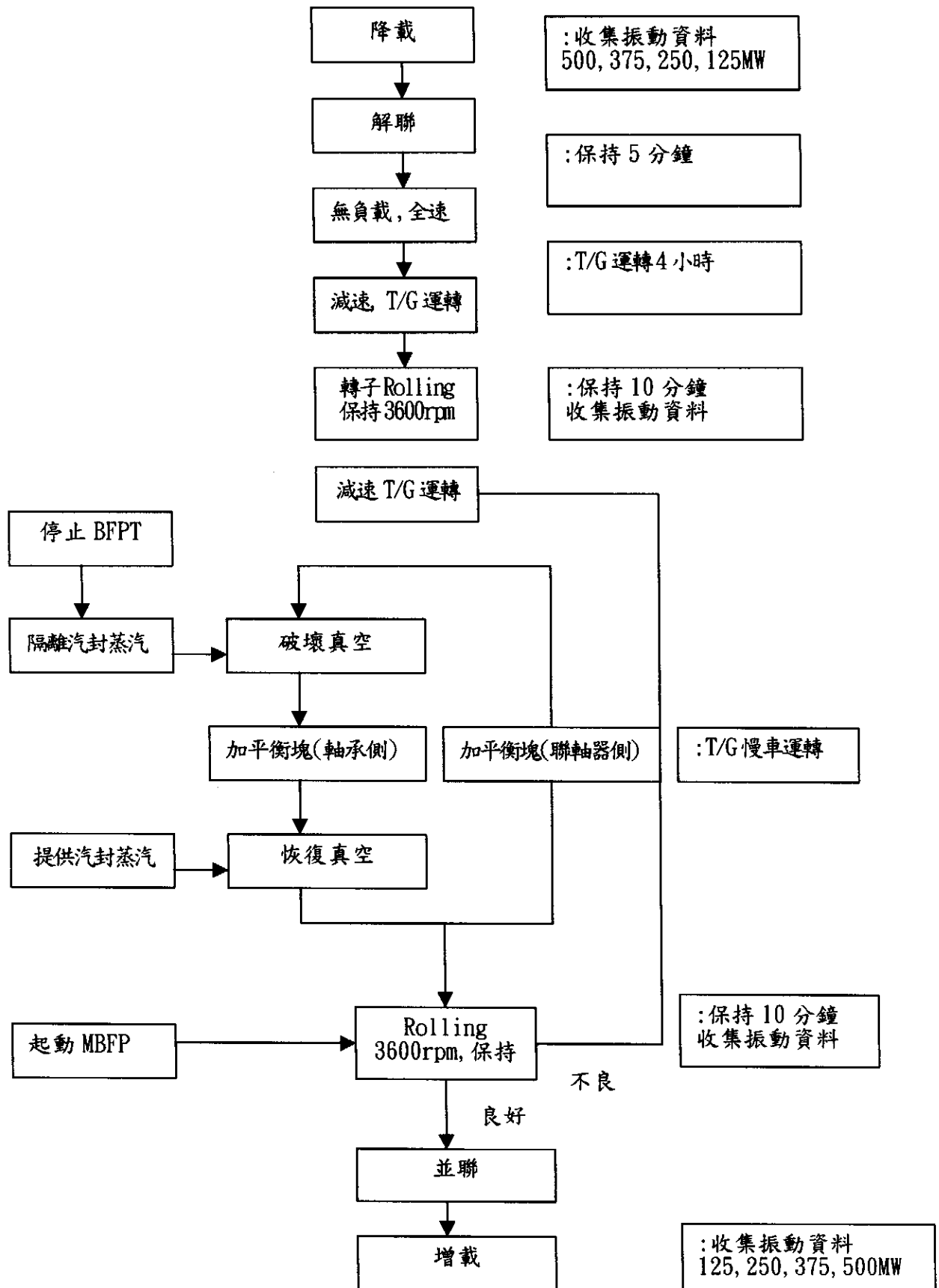
27. 貴公司修護部門是否提供組件的修護?

✓如果組件必須車修或部份更換, 我們下定單給協力廠商來修理(如

KPS 或製造廠家)

28. 請問振動量測之過程為何?

✓汽輪機平衡流程圖



29. 請問如何訓練有技術的振動人員？

✓我們係在 KPLI 利用”Rotor-Kit”來訓練員工有關振動之理論及技術。

30. 使用何種非破壞檢查技術來做鍋爐組件壽命評估, 其週期為何？

✓造成鍋爐組件劣化的潛在因子為疲勞、潛變、浸蝕、應力腐蝕及腐蝕疲勞。

考慮上述之各項原因, 我們選擇下列相關的非破壞檢查方式:

⊙週期: 商業運轉日起+20 年(於”A”級之大修期間)

⊙方法:

-鍋爐管: 磁粉檢查(MT)、超音波檢查(UT)、目視及放射線檢查(VT & RT)

-集管箱及汽水鼓: MT、UT、VT; RT, 潛變複製膜及硬度試驗。

韓電訪問心得與建議：

1. 韓電技工所提願景具有挑戰性, 可提供修護處推動維修一元化借鏡。
2. 韓電技工與廠家之策略結盟, 可做為修護處正進行之策略結盟之參考。

台灣電力公司派赴韓國電力公社

第廿六屆考察團

(民國 92 年 9 月 25 日~92 年 10 月 2 日)

韓電超臨界機組概況與借鏡

報告人：呂 學 義

一、超臨界機組蒸汽輪機材質

自西元 1957 年 3 月，美國俄亥俄電力公司 Philo 電廠第一部 125 MW 超臨界機組開始正式發電商轉，鍋爐及蒸汽輪機的製造廠商為求有效地提升能源利用效率以節省燃料成本，火力發電機組持續提昇其蒸汽溫度與壓力。另一方面，由於金屬材料技術不斷的進步，改良的肥粒鐵系、奧斯田鐵系鋼材及超合金都已成功地走出研發實驗室，開始進入商業實用階段，各種耐高溫、高壓材料都已成功發展並應用在超臨界機組。在目前普遍已商業運轉的汽輪機組中，高壓段汽機轉子多使用 鉻-鉬-鈮 (CrMoV) 合金鋼材及 12 鉻-鉬-鈮鋼材 (12CrMoVCbN)，鉻-鉬-鈮合金鋼材耐溫約 566°C，12 鉻鋼材的耐溫更高，達 593°C。用來取代肥力鐵系鋼材供鍛造高、中壓段汽機轉子，耐溫超過 650°C 的超合金材質，也已陸續發展。

韓電現有 500MW 超臨界機組的高、中壓段蒸汽進口壓力為 246 kg/cm²，溫度分別為 538°C/538°C，高、中壓段汽機轉子及高壓段內、外缸不論是次臨界或是超臨界機組則均採用鉻-鉬-鈮合金鋼材。台電的台中 9、10 號機次臨界火力機組的高、中壓段(HIP)汽輪機轉子之材質亦為耐高溫及疲勞 (fatigue) 強度甚佳之鉻-鉬-鈮(CrMoV)合金鋼。現今，低壓汽輪機轉子若使用特殊鎳-鉻-鉬-鈮(NiCrMoV)合金鋼材之設計，耐溫約可提升至 427°C。韓電現有次臨界或是超臨界機組

則均採用鎳-鉻-鉬-鈮合金鋼材。台中 9、10 號機次臨界機組低壓汽輪機轉子之材質亦採用為可對抗低溫脆性 (brittleness) 之鎳-鉻-鉬-鈮合金鋼。

在葉片強度方面，10 鉻-鉬-鈮鋼材(10CrMoVCbN)應用於超臨界汽機葉片可較原使用之材質 AISI 422(566℃)合金強度高出約 50%。韓電現有次臨界機組之高壓、中壓、低壓各級葉片採用鉻-鉬鋼材 (CrMo, Carbon steel)，超臨界機組則均採用 12 鉻鋼材，台中 9、10 號機汽輪機的葉片亦採用 12 鉻鋼材，具絕佳的強度和疲勞 (fatigue) 特性，並對蒸汽的侵蝕與沖蝕有高度的對抗性能。

二、超臨界機組尖載調節特性

同時由於材料強度改良，蒸汽輪機汽缸厚度可以較薄，使得機組更適合彈性與快速的負載變化。超臨界機組由於所使用的鍋爐與汽機的關鍵零組件材質強度與可容許溫升變化率的改良與提昇，比起以往僅適合用於基載運轉的汽鼓式鍋爐有大型耐壓汽鼓組件溫升率之限制，新型貫流式鍋爐的爐管因較細，重量與熱容量亦較汽鼓式鍋爐小，對負載變動的反應會較迅速，使得現今採用貫流式鍋爐的超臨界機組均有不錯的尖載調節彈性(Peak load regulating characteristics)，可採用混和壓力變化模式運轉，在非常低負載下仍能保持極高效率。一

般廠商的設計於兩值運轉模式的深夜停機後，自點火升到滿載可於三小時左右完成，在 40~100% 負載之昇載率約為 5%，有機組過半的彈性負載可供尖載調節之需。韓電現有 500MW 超臨界機組之設計為可在 30~100% 負載間運轉，高壓汽機旁通系統為 100%，低壓汽機旁通系統的能力則為 65%(with 35% safety valve capacity)。

汽力循環若增加蒸汽旁通系統的應用，除了可以加速起動所需耗費的時間，同時亦可減少起動時所浪費之燃料及提高機組之調度彈性，熱機起動（停機 2 小時後）時，點火至併聯時間由沒有旁通系統的 40 分鐘減至 30 分鐘；冷機起動（停機 36 小時後）時，點火至併聯時間則由沒有旁通系統的 130 分鐘減至 90 分鐘。以日本 Chubu Electric 的 Atsumi 電廠 700MW 機組啟動（停機 10 小時後）為例，點火至併聯時間需 87 分鐘，點火至滿載的時間則為 195 分鐘，相較於南部單軸複循環機組第四號機的暖機啟動(Warm Start，停機 8~72 小時後)，從氣渦輪機點火至滿載 248MW 的 120.2 分鐘。其中超臨界機組於 50% ~ 100% 負載間的升/降載率可達 7%/Min.，甚至高於南部單軸複循環機組第四號機的 6.7%/Min. 升載率。

三、超臨界機組之經濟性

超臨界機組從西元 1957 發展至今，全球累計之機組已超過 570

部以上。其最大容量已達 1,300 MW，最高效率達 48.5%，根據 91 年 8 月號 POWER 雜誌所作的年度 TOP PLANTS 調查報告指出，全美 58% 的電力仍是由燃煤電廠所供應。考量經濟因素，平均燃料成本方面，燃煤電廠仍與燃油/氣保持 4:1 的優勢，縱使燃煤磨耗成本較多，在整體生產成本方面依舊保持 3:1 的優勢。以韓電現有之 500MW，Ha-dong#1,2 機之超臨界機組與 560MW，Samchonpo#3,4 機之次臨界機組之汽輪機作成本比較（匯率為 1,200 Won/\$），兩者皆為同時興建 2 部發電機組，超臨界機組於 1994 年開始建造，汽輪機價格約為 USD 84,208,000（每 KW 平均單價約 USD 168.4），次臨界機組於 1991 年開始建造，出力較高但價格略低約為 USD 82,403,000（每 KW 平均單價約 USD 147.1），超臨界機組汽輪機之單價約高出次臨界機組 15%，但由於效率的提昇，使得二氧化碳及氮氧化物等空氣污染物的排放量相對地減少，同時可降低發電成本，從西元 1995 至 2000 年，包括七大工業國、歐盟等 30 國的經濟合作暨發展組織 (OECD) 國家所新建的燃煤機組中有超過 85% 採用效率約為 44% 超臨界機組，發電總量共計 20,000 MW，其可用率 (Availability) 亦可達 85~90%，與台電 90 年度所統計的 500MW (興達 1~2 機) 與 550MW 燃煤次臨界機組 (台中 1~8 機及興達 3~4 機) 的可用率 88.2% 相當，換言之，超臨界機組已經是非常成熟之高效率商業化技術，亦可配合經

濟部所訂 91 年施政計畫的落實能源政策，研發推廣新能源及淨潔能源，並鼓勵節約能源及提升能源使用效率，值得本公司積極開發採用。

四、計畫執行

茲將本次出國考察韓電(KEPCO)及參觀目前興建中之 YOUNGHUNG 電廠，其計畫執行情形略述如下：韓電以 800MW、246 kg/ c m², 566°C /566°C Steam Condition Supercritical Coal Fire Power Plant 為其興建中燃煤電廠之新選擇，目前興建中屬 KOSEP(Koera South East Power Co. LTD)之永漢電廠 Younghung Thermal Power Plant unit 1&2 即為此型式，也是韓電 800MW 超臨界機組之頭兩部機：

容量 Capacity：800MW* 2unit

型式 Type：Coal Fire Supercritical one through

廠區面積 Area：3,107,400 m²

工期 Period：第一部機— 1999.9~2004.7

(預估將於 2004.4 完工，提前三個月)

第二部機— 1999.9~2004.12

(預估將於 2004.7 完工，提前五個月)

建廠成本 Cost：2,317.4billion won

Domestic : 2,227.8 billion

Foreign : 75.31billion

承包商 Contractor :

Design: KOPEC(Co.)

Bolier/Tbn.Gen: Doosan(Co.)

Civil Work : Hyundai(Co.)

Mech./Electric Work :Doosan/Dong-A(Co.)

組織 Organization : 分成 civil , Mech./Electric , commission

三個部門 , 12 個 section , 46 個 team

construction: 8sec. 26 個 team

總計 216 人

由 KOSEP 擬定計畫，並做 Basic Design，後續 Engineering 工作由 consultant Engineering Company 即 KOPEC(Koera Power Engineering Company)承包，然後以 Design-Bid-Build-Operation, step by step 完成建廠工作，韓國人稱為 piece-meal method 發包方式。

五、台電未來計畫執行方式之探討

韓電所謂 piece-meal method，永漢電廠由 KOPEC(consultant

Engineering)依業主 KOSEP 之需求開出各系統 Function 規範，再由 Doosan 提送 Proposal 經雙方做詳細之合約內容討論，待各系統合約內容完全敲定後再議價，議價範圍含設備、施工及試驗，即 Design-Bid-Build-Operation step by step 其實這種發包方式與 Island Turn Key 方式相同，只是合約內容是經由雙方協商議價出來。

國內和平電廠以 EPC(Engineering Procurement Construction) 即大統包方式由 Alstom 一手包辦，其最大問題是業主無權對系統細部內容提異議造成系統無足夠備用能力，如稍有問題或機齡稍大效率或性能稍降既可能造成降載或停機之困擾。

台塑麥寮電廠除了主要設備如 Turbine, Generator, 及 Boiler pressure parts 及其他台塑或國內無法提供之設備外，均由台塑自行提供，只向廠家買系統，由廠家開出各系統之規範，台塑再自行採購，如一般之 Pump，Motor，鋼構, piping----。其採購方式更以議價比較方式樽節成本。

台電台中 9~10 號機，FGD 系統以 Island Turn Key 方式由 IHI 承包，其他則以 component 採購（設備標）施工安裝工作由台中施工處發國內安裝標，如此常造成介面複雜，各承攬商之間之相互配合困難，經常須由業主居間協調、溝通、費時費人力。

國內和平電廠之 EPC 大統包方式不足取，台塑及韓電之發包方

式，台電因受政府採購法之約束無法比照，台電以後新計畫發包方式應考慮 Island Turn Key 方式，但要如何把最新之施工技術如超臨界鍋爐 pressure parts 之電焊技術移轉到台電，應先做妥善之規劃，否則以後機組維護會受國外廠商之操控，難以掌握。

韓電 Yonghung 電廠，施工高峰期人力 219 人本公司台中 9~10 號機目前人力（高峰期）520 人（含 AE 支援人力）本公司一向對包商之施工品質做嚴厲管控，凡事鉅細靡遺，均深入參與，人力耗費頗巨，如果以 Turn Key 方式將諸多施工管控人力轉由承包廠商負責，當可節省相當人力，而且因 Island Turn Key 責任介面將較單純，施工程序由承包商做較合理的規劃，可省掉業主不少事，人力當可精簡。

和平電廠 EPC 大統包方式固然可以節省很多人力，但因業主無權要求系統合理之備用容量，可能造成整個電廠 Availability 及 Reliability 之下降，除非規範訂定時，業主能深入參與，否則不宜採用。本公司作業程序為計畫經政府核准後開始聘 AE，AE 聘訂後開採購規範經邀標、審標、決標後，工地才會發施工標，然後才能動工，因受政府採購法約束，程序無法改變，時間上很難縮短，但是發包方式如改為 Island Turn Key，標案大為減縮，設備與施工一次招標，當可省掉不少時間。

六、感想與建議

1. 韓電之發包方式 piece-meal method，台電因受政府採購法之約束無法比照，但台電以後新計畫發包方式應考慮 Island Turn Key 方式，但要如何把最新之施工技術如超臨界鍋爐 pressure parts 之電焊技術移轉到台電，應先做妥善之規劃，否則以後機組維護會受國外廠商之操控，難以掌握。
2. 韓電近來致力於民營化及電力自由化，已將發電系統分割，成立六大發電公司，其中含有五家火力發電公司，並另有海外事業處。目前韓電 KOSEP (Korea South East Power Co. Ltd)興建中之永漢電廠(Younghung Thermal Power Plant)第一部及第二部機即採 800MW 之燃煤超臨界機組 (Coal Fire Supercritical one through)。由於此種機組效率的提昇，使得二氧化碳及氮氧化物等空氣污染物的排放量相對地減少，同時可降低發電成本，值得本公司積極開發採用。
3. 在韓國，若因工會的影響導致電力提供不穩定，電力公司可向工會求償。
4. 韓國的都市市容十分整潔美觀，足見其國民皆謹守秩序；街上隨處可見國產的現代汽車，再加上其經過世界盃足球賽後益增其民族自信心及團結力，這個國家的未來實不容小覷。

台灣電力公司派赴韓國電力公社

第廿六屆考察團

(民國 92 年 9 月 25 日~92 年 10 月 2 日)

韓國電力公社公共關係實務探討

報告人：劉 宏 基

壹、概述

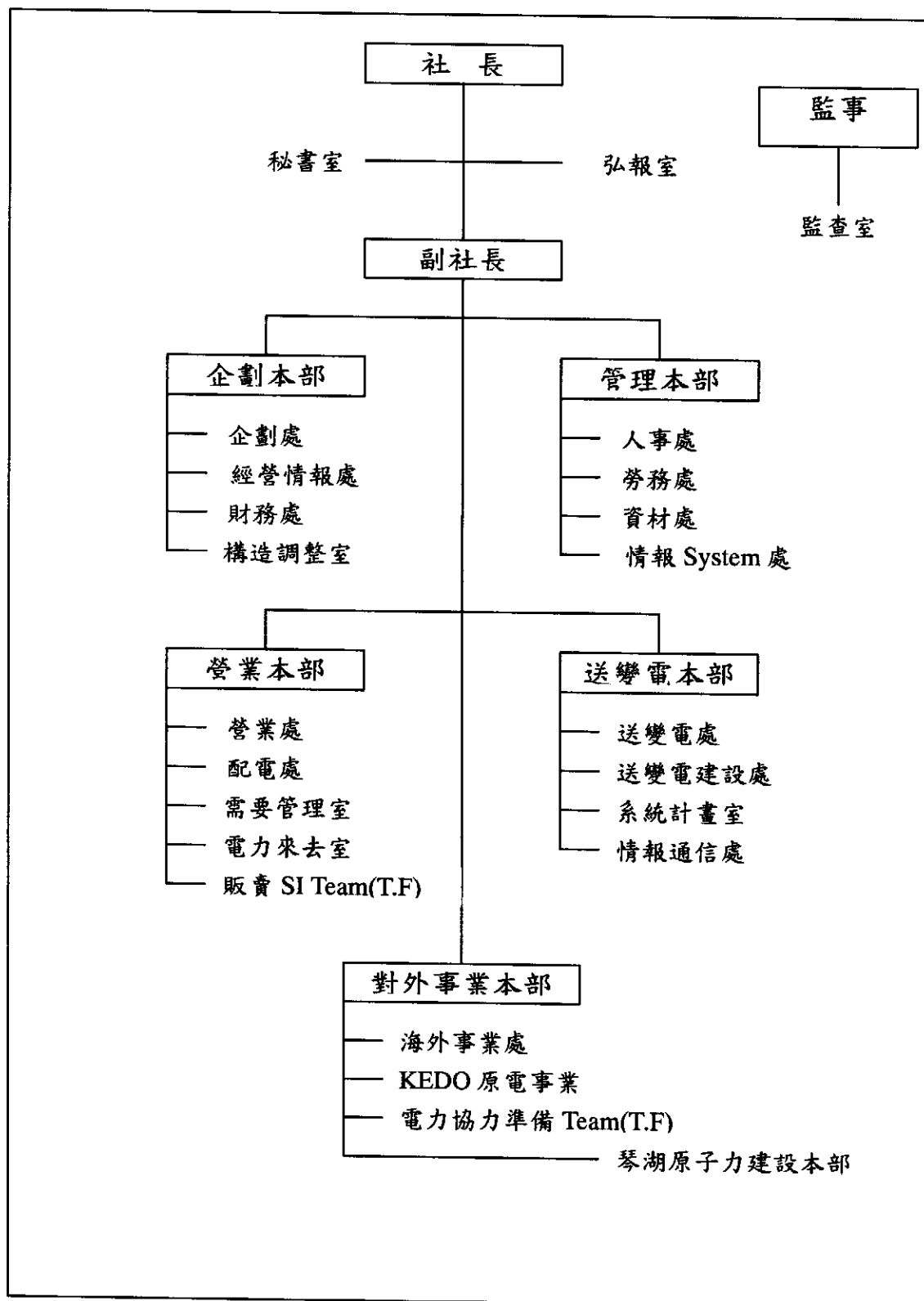
電力事業既係攸關國計民生之公用事業，其營運管理廣受各界關注亦屬中外皆然。本次訪問期間，與韓國電力公社公關人員座談交流結果，體認到因國情不同，故韓電公關部門之運作實務與本公司同中有異。整體而言，南韓民主開放之時間較我國稍晚，故其社會多元化及民情抗爭程度較我國和緩，國會監督之強度、頻率亦不如國內。韓電公關部門之工作係以新聞媒體聯繫及文宣廣告為主，至於國會聯繫業務則非屬公關部門職掌，而係於總社企劃本部中設置「預算小組」承辦(註：韓電總社於社長、副社長下設置五個本部，本部下設置四至五個處)。據訪談結果，韓國國會對韓電之監督，強度及頻率均不如我國，除非有重大問題，否則國會議員很少對韓電進行考察。復以新聞聯繫實務而言，韓電總社每年約發布新聞稿 60 次，僅略遜於本公司；但記者會每年僅有 3 次，且由社長親自主持，總社亦未設置發言人，實令人訝異；或許可因而反證，南韓新聞媒體對政府機構及國營企業之監督，其強度應不如國內。

貳、韓電總社公關部門(弘報室)組織圖

韓電總社公關部門命名為「弘報室」，顧名思義應係「對公眾傳播公司訊息」之意。惟弘報室直屬社長管轄，誠然相當特殊。在運作上，該室係直接向社長報告，但是重要事項，也會「非正式」向副社長(即

執行副總經理)陳報，制度設計頗為獨特。

(註：韓電社長為 chairman & CEO，意即董事長兼總裁)



參、弘報室之職掌與員額

一、韓電已於 2001 年 4 月將水力、火力、核能發電廠之營運及電廠建廠工程分割，成立 5 家火力發電公司及 1 家水力核能發電公司，因此，韓電弘報室之業務範疇僅限於輸、變電系統，業務系統(含各地區營業處)，海外事業處及企劃、財務、人事、資訊、材料等管理單位，無需處理核能及水力、火力發電廠暨興建發電廠工程之公關事宜，其業務性質應較本公司單純。

二、韓電總社弘報室成員計 34 人，分為：

1. 企業弘報部：新聞媒體之聯繫溝通及有關新聞報導之因應、處理。
2. 宣傳計畫部：規劃宣傳策略、年度宣傳計畫及編印文宣刊物。
3. 企業文化部：製作報紙、電視、廣播電台廣告，對外宣傳企業文化及贊助文化活動。

韓電對國會之聯繫工作不隸屬弘報室，而在企劃本部中設置預算小組承辦，亦與我國各政府機關迥異。經與韓電弘報室人員會談所得印象，除預算審查外，韓國國會議員與韓電之互動似乎不如國內頻仍，到各地支社考察的次數亦不多。

肆、韓電總社與地方支社間，公共關係業務之整合、
分工

一、總社弘報室

1. 中央(全國性)新聞媒體之聯繫及新聞報導之因應處理。
2. 綜合管理宣傳業務，製作宣傳廣告。
3. 編印宣導刊物。
4. 宣傳企業文化。
5. 贊助文化活動。

二、各地支社、支店

與地方記者之溝通聯繫及處理地方新聞報導。此項做法與本公司相同，為爭取新聞處理時效，建立與地方記者之良好互動，本公司及韓電均授權地方單位主管得就其主管業務接受地方新聞媒體採訪，發布地方新聞稿。

此外，韓電地方單位亦未設置專責新聞聯繫人員，而係由地方單位之企劃部負責。

(註：因核能電廠頗受各界矚目，因此韓國的水力核能公司特別在核電廠內設置弘報部，處理新聞媒體相關事宜)

伍、弘報室處理新聞媒體聯繫概況

一、媒體家數

經常與韓電總社聯繫的新聞媒體有 24 家報社，3 家有線電視台及 3 家無線電視台。

與本公司經常聯繫的新聞媒體含：報社 19 家，電視台 15 家，廣播電台 10 家及 2 家通訊社。相形之下，顯示我國自解嚴後，電視及廣播電台蓬勃發展，數量超過南韓，新聞競爭之壓力亦隨之加劇。

二、總社與地方支社間，新聞聯繫之分工如前項肆所述。

三、採訪之聯繫安排

在上班時間內，新聞媒體可隨時進入韓電總社，原則上由弘報室聯絡安排相關單位主管接受採訪；但也有部分記者會直接與業務主管部門聯繫，該單位仍可受理，惟應知會弘報室。（此項做法與本公司相同）

四、發言人與記者會

韓電總社未設置公司發言人，對本公司發言人制度頗感興趣，詢問甚詳。遇有新聞媒體要求查詢採訪時，由弘報室安排相關單位主管接受採訪；但韓電總社卻很少舉行記者會，以 2002 年而言僅有 3 次，且係由社長親自主持，對外宣布重要事件；與我國政府機關及公營企業經常舉行記者會之作風有顯著的差異。

五、發布新聞稿次數

弘報室每年約發布新聞稿 60 次，性質上可分為主動發布營運資訊暨防衛性之說明澄清，顯見韓電在新聞聯繫方面亦頗為積極。至

於本公司因係綜合電業，業務性質較為複雜，近年來每年發布新聞稿均超過 100 次。

六、錯誤報導之處理

韓電與本公司均常遭遇新聞媒體之錯誤報導，其處理方式亦與本公司相同。對於情節較輕微或性質較不重要者，通常由弘報室人員直接與記者說明溝通，使其了解真相。若情況較嚴重，則要求該媒體更正報導，或發布新聞稿公開對外澄清。

據弘報室人員表示，韓電曾經有一次對媒體興訟，但最終仍以和解收場。

七、媒體參訪活動

2001 年之前，韓電仍係綜合電業，每年約舉辦 2 或 3 次參訪活動，邀請新聞媒體實地參訪電力設施並聽取簡報、座談。2001 年 4 月之後，水力、火力、核能發電獨立成 6 家發電公司，韓電公社之業務已大幅縮減，對新聞媒體而言，韓電公社之新聞重要性及量均隨之降低，故即使邀請媒體到各地營業支社或支店參訪，參加的人數也不多，曾經只有 2~3 人成行。

陸、民情抗爭暨溝通處理情形

由於水、火力及核能系統均已分割成立公司，因此目前韓電公社遭遇之民情抗爭為輸電線及變電所設施，而且隨著民主開放，社會日趨多

元化的結果，民眾自主意識及環保團體之活動亦顯著漸趨強烈。

據弘報室人員告知，近年來，南韓境內對於輸、變電設施之抗爭次數愈來愈多，規模也愈來愈大，對韓電公社形成重大困擾。

一、對輸變電抗爭之趨勢

南韓民眾對於變電所的抗爭，反對意見最多，推測其原因，可能係變電所必須設在都會區或用戶密集處，遭遇的抗爭必然較多。

在輸電線路方面，因南韓幅員較台灣遼闊，人口多數集中在漢城、仁州、釜山、慶州、大邱等幾個大城市，就沿途觀察所得，南韓鄉間人口密度較低，不若台灣西部地區，即使號稱鄉下，實際上各村落、社區亦櫛比鱗次，各都市城鎮之間，建築物均已連結成帶狀，所謂的地名僅係行政區分而已。但即使如此，韓電公社亦已開始面臨輸電線抗爭問題，且據弘報室人員判斷，此一趨勢將日益激化。

二、民眾抗爭之理由/訴求

1. 電磁場有輻射問題，危害人體健康。
2. 導致房地產價格下跌。
3. 質疑輸、變電設施安全問題。
4. 鄰近有輸變電設施，會使居住環境惡化。

前述抗爭訴求均與我國民情相同，另據弘報室人員表示，曾有環

保團體在江南道輸電線預定地先行購下土地，阻止施工。

三、韓電公社如何處理民情抗爭

1. 依韓電經驗，輸變電民情抗爭問題僅能儘力說明溝通，但不可能完全說服民眾，故抗爭在所難免，最終仍需動用公權力。
2. 韓電總社弘報室負責新聞媒體溝通及文宣廣告，籲請民眾了解支持，地方居民抗爭事宜由韓電當地單位處理。
3. 韓電預定於 2003 年 12 月開工興建幾處地下型變電所，地面樓層作為辦公室及職員宿舍。
4. 韓電對於施工中及運轉中的發電廠周邊地區有提供回饋金，協助地方進行公共建設、優惠電費或其他福利措施。至於輸變電設施則無類似本公司之固定公式提撥協助金，但是在協調溝通之過程中也會視情況酌予補助。

柒、附記一韓電總社資料室概況

韓電安排本公司考察團參訪其資料室，因時間約僅 20 分鐘，僅能描述其概況如下。

一、組織沿革

資料室成立於 1977 年 10 月，隸屬於企劃本部(下設 4 個處)經營情報處，現有 6 位工作人員，面積約 967 平方公尺。

二、功能

1. 蒐集國內、外電力事業相關刊物及資訊，並予整理歸納。
2. 為各部門提供資訊供營運參考。

總社每年約有 6,000 人次查詢運用資料室資訊，另約有 10,000 人次前來影印資料，計約 22 萬頁。

三、資訊種類

1. 韓電總社設有對外事業本部，並於紐約、巴黎、東京設置海外辦事處，目前已蒐集 1 萬餘件海外電業相關資訊，均列為機密文件。
2. 該室蒐集各國電業年報或各類報告達 850 餘種，電力相關刊物及考察報告、出國報告、竣工報告 411 種，計約 2 萬餘冊。

四、1995 年開始將文件資料逐漸進行電子化掃描，未來將達成全面電子圖書館之目標。

捌、心得感想

- 一、在訪談過程中，可體認到南韓國會及新聞媒體對韓電之監督，其強度、頻率均不及我國；而電力建設遭受之民情抗爭似亦不若國內之普遍；此或係因南韓政治改革開放之時程較我國稍緩所致。惟韓電公關部門亦指出，未來民情抗爭將趨激化。
- 二、韓電輸變電建設亦常民眾抗爭，其訴求理由與國內相仿；依韓電經驗，處理抗爭問題只能盡量溝通，但不可能完全說服，最終仍

須動用公權力；此與國內情況相同。

三、韓電總社資料室蒐集各類資訊頗為齊全，且已著手將文件資料電子掃描，並以成立電子圖書館為最終目標。目前本公司正著手推動知識管理，似可將各類施工技術、運轉經驗及電力調度等文件資訊集中整理，並予以電子化，未來將成為本公司最珍貴之資產。

台灣電力公司派赴韓國電力公社

第廿六屆考察團

(民國 92 年 9 月 25 日~92 年 10 月 2 日)

韓電電力現況、參訪月城核能電廠及與
KHNP 人員研討核後端營運相關議題

報告人：李 清 山

一、出國行程

(略)

二、工作內容

(一) 韓電電力現況簡介

1. 韓國政府於 1993 年開始規劃國營事業的重整與改造，並在 1998 年宣佈電力工業改造計畫。依照該計畫的目標，在短期方面，韓電必須將發電部門分割出去並成立數家子公司，以建立發電市場競爭環境，並為後續該等子公司民營化鋪路；在長期方面，則必須將配電部門分離並分割為許多小公司，以進一步提升電力市場競爭環境。

依照前述韓國政府的政策要求，在 2001 年 4 月，韓電的發電部門分割為六家發電子公司，而對於發電子公司的民營化，韓電將採漸進方式，先將其中的「韓國東南發電公司」民營化，目前正積極進行準備作業中。

2. 為適切因應未來韓國電力市場的發展趨勢以及韓電角色與功能的變動，韓電在 2001 年 7 月將其公司願景修訂為：成為與顧客一起成長的世界性電力公司。韓電將以「尊重顧客」、「追求改變」及「重視獲利率」等三個核心價值觀作為達成該願景的經營理念基礎。因此，韓電自 2002 年韓國打入世界杯足球賽前四強開始，就對其顧客提出「Quality, one-call, non-stop」的服務訴求，也就是「韓電的奉獻只有開始，沒有結束；韓電的服務是滿懷愛心，要讓顧客感動」。而實際上，韓電這種以滿足顧客需求為宗旨的服務理念，也已贏得顧客的肯定——連續四年顧客滿意度為韓國公營企業的第一名。

(二) 參觀月城核能電廠

1. 本團於 9 月 29 日上午前往「韓國水力原子力發電公司(Korea Hydro & Nuclear Power Co., Ltd, 簡稱 KHNP)所屬的月城(Wolsong)核能電廠參觀，該廠位於韓國古都慶州附近，由 KHNP 本部長李哲彥先生主持接待。
2. 目前月城核電廠有四部重水式核能機組在運轉中，總裝置容量 2,778MW, 也是韓國唯一使用加拿大設計的重水式核反應器的核電廠，由於該型反應器可在發電的同時，進行爐心核燃料填換作業，亦即線上燃料填換(On-power Refueling)。因此，一般而言，其容量因素(Capacity Factor)較輕水式核能機組高。在 2002 年，KHNP 核能機組的平均容量因素為 92.7%，而月城核電廠的容量因素則高達 95.2%。但是此型核反應器須使用重水，在運轉發電過程中也因而產生較多的放射性氙，故為進一步降低對工作人員的輻射暴露劑量與對環境的排放量，該廠於 2003 年 1 月開始於廠址內興建一座耗資五千萬美元的氙處理設施，預定 2005 年 6 月完工啟用，預計可將氙的濃度降至原有的六分之一。
3. 月城核電廠安排本團先參觀其溫排水魚類養殖場，隨後參觀運轉控制室與用過核燃料池，重點說明如下：

(1)溫排水魚類養殖場

該養殖場為室內式，劃分成多個小魚池，將電廠的溫排水以管線引入，並與淡水混合，讓水溫維持在攝氏 25 度左右(較附近的海水溫度高 6 ~8 度)，目前養殖的魚類有比目魚、紅 等數種，成長至某一重量後，移放至附近大海，讓其繼續成長，以增加電廠附近漁民的漁獲量。據該廠人員表示，這些魚類在該養殖場的成長速度較在附近的海水快約百分之三十。

(2) 用過核燃料池

如前述，因採線上燃料填換方式，且其核燃料元件小(每支僅約 60 公分長)，故平均每天約換 16 支。換下來的用過核燃料，先送至核反應器旁的用過核燃料池中冷卻與暫存。由於燃料池容量僅供接收該核能機組運轉十年產生的用過核燃料，加上其設計特性，無法如本公司輕水式核能機組用過核燃料池可採更換貯存架方式增加部分貯存容量。因此，該廠的用過核燃料營運方式是：用過核燃料在池內暫存六年後，移至廠內另建的乾式貯存設施。

目前廠內已建有專供一號機組(1983 年開始運轉)使用的用過核燃料乾式貯存設施，屬露天貯存型式，目前存有 200 只混凝土護箱(Concrete Canister)，每一只護箱內容納 540 支用過核燃料元件。至於二、三、四號機組，是分別從 1997 年起逐年開始運轉，因此該廠目前正在廠內興建供二號機使用的乾式貯存設施中。

(三) 與 KHNP 人員研討核後端營運相關議題

韓國核電廠核廢棄物營運計畫是在韓國政府產業資源部的政策指導下，由 KHNP 負責執行。KHNP 的組織分工圖如附件一，其中 Power Generation Division 負責核廢棄物設施的規劃與營運，而在該 Division 下的分工則為：「安全技術處 (Safety & Technology Department)」負責核廢棄物設施的營運、安全及執照申請等事宜；而「發電處 (Power Generation Department)」則負責核廢棄物相關計畫的整體規劃。故針對核後端營運相關議題的研討，是由本團李清山副處長拜訪 KHNP 的安全技術處，該處則指派林錫男先生(Mr. Suk-Nam Lim) 負責接

待與對談。

KHNP 對本團行前提送的核後端營運相關議題，已事先備妥書面說明資料(如附件二)，再經由雙方面對面討論，讓我們對韓國核能發電後端營運的現況與未來發展有進一步的瞭解。其重點說明如下：

1. 低放射性廢棄物最終處置計畫

- (1) 媒體報導 KHNP 於今(2003)年七月選定低放射性廢棄物最終處置候選場址—蜆島，造成地方民眾強烈抗爭。但事實上，島上居民有九成是贊成設址在該島上，抗爭民眾則大部分是來自島外——也就是該島的行政管轄機關所在地的扶安郡及韓國的環保團體(按：蜆島與扶安郡以海相隔約 11 公里)。
- (2) 從 2008 年起，韓國各核電廠的低放射性廢棄物貯存容量將陸續用完，過去選址計畫亦曾遭遇重大挫敗而重新推動，已拖延多年。此次好不容易選到蜆島，且該島大部分居民接受設址，韓國政府相當重視這樣難得的成果。因此，韓國政府相關部會(主要為產業資源部與環境技術部，分別相當於我國經濟部與環保署)及 KHNP 正傾全力與反對民眾溝通中，要儘力在明(2004)年將該場址確定下來，並儘快開始施工，而以 2008 年底啟用為目標。
- (3) 前述反對設址的扶安郡人士已組成「反核廢委員會」，而為與反對人士溝通，環境技術部已開始分批(每批 40 人)邀請地方民眾訪問該部，由該部向民眾說明處置場的安全與環保措施。而 KHNP 則將邀請國際原子能總署及英、美、法等國核廢棄物處置技術專家與處置場附近的醫生及居民派代表，預定於今年十一月至韓國協助 KHNP 與地方民眾溝通。另外，KHNP 為加強選

址計畫的推動與執行，於今(2003)年七月成立「核廢棄物接收管理中心」，隸屬於其 Project Division，為 KHNP 的處級單位，負責執行處置場址選擇(包括與地方的溝通)及處置設施的設計建造計畫。

- (4) 至於報載於蜆島建總統度假別墅的提議，是考量將有助於宣導處置場的安全性。但是蜆島與扶安郡居民反對，其理由是疑慮如在島上建總統別墅，總統的安全防護相關措施反而會對居民生活造成不便。因此，這項提議可能不會付諸實施。
- (5) 韓國對於低放射性廢棄物最終處置場址的選擇，並未制定如「選址條例」之特別法，但韓國政府科學技術部有訂定「選址標準」、「處置設施功能標準」、「設施周邊環境調查及影響評估標準」等法規，KHNP 就是依照這些標準進行選址計畫。而這次 KHNP 選址的過程中，是先採用「徵選」方式，因無自願場址；嗣後，改採「評選」方式，與本公司以往選址過程類似。
- (6) 如場址設在蜆島，其處置方式是地表淺層抑地下坑道，要看其地質條件而定。至於處置場容量，預訂為 80 萬桶，可以容納韓國現有及未來一百年所有核電廠及其他非核電業界所產生的低放射性廢棄物。目前韓國低放射性廢棄物總量是六萬桶，其中非核電廠產生者約五千桶。

2. 低放射性廢棄物處理

- (1) KHNP 的蔚珍(Ulchin) 核電廠正在建造一座包含下列兩種設備的低放射性廢棄物處理設施：

- ① 冷坩堝熔融爐 (Cold Crucible Melter, CCM)，其中心溫度為攝氏 1000~1200 度，將用以處理可燃低放射性廢棄物

(包括廢樹脂)，處理容量為每小時 15 公斤；

④ 高溫電漿熔爐 (Plasma Melter)，其中心溫度為攝氏 7000~10000 度，將用以處理不可燃低放射性廢棄物，處理容量為每小時 45 公斤。

該座設施是於 2002 年 7 月開始建造，預定於 2007 年 9 月啟用，其處理容量足供該廠四部機組所產生低放射性廢棄物處理需求。

KHNP 的策略是：這座設施屬先導示範廠，如運轉績效良好，其他核電廠再興建。此外，KHNP 人員表示：由於可燃低放射性廢棄物經冷坩堝熔融爐處理後及不可燃低放射性廢棄物經高溫電漿熔爐處理後都體積大幅降低(估計約 20:1)且成為相當穩定的玻璃化固體，對於低放射性廢棄物最終處置計畫在民眾接受性、技術及成本上都有相當大的助益。

(2) 由於高溫電漿熔爐本亦可處理可燃低放射性廢棄物，為何要另使用冷坩堝熔融爐呢？KHNP 人員表示：經評估，如將可燃與不可燃廢棄物同在高溫電漿熔爐內處理，所釋放出來的 Cs -- 137, I -- 129 等氣體放射性核種的處理較複雜，加上其他伴隨的技術問題也較多。因此，KHNP 決定分別用冷坩堝熔融爐與高溫電漿熔爐來處理可燃與不可燃廢棄物。此外，KHNP 核電廠運轉產生的濃縮廢液是乾燥後用石蠟油 (paraffin) 予以固化，但是目前 KHNP 尚無將該等固化廢棄物再用高溫電漿熔爐處理之規劃。

- (3) 至於韓國低放射性廢棄物的核種分類，KHNP 也將採用美國核管會的分類方式，目前已訂定相關法規草案，預定 2004 公布實施。而進行分類所需的取樣分析工作，KHNP 將委託韓國原子能研究所(KAERI)辦理，並用 Scaling Factor 方法估算放射性核種活度。(按：前述 KHNP 關於低放射性廢棄物核種分類的作法與本公司相同。)

3. 用過核燃料營運

- (1) 依 KHNP 的規劃，蟬島除建造低放射性廢棄物最終處置場外，也將興建用過核燃料中期貯存設施。由於 Wolsong 核電廠是 KHNP 唯一的重水式核電廠，且該廠因用過核燃料中期貯存需求較為迫切，已在廠內建有乾式中期貯存設施。因此，將來蟬島如興建中期貯存設施，將是集中型，供 KHNP 所有其他核電廠(均為壓水式)產生的用過核燃料中期貯存用。至於將使用那一種技術(水池式抑乾式)，目前尚未決定。
- (2) 在用過核燃料最終處置方面，由於韓國政府在政策上究係採直接處置抑先經再處理尚未確定，KHNP 尚未進行深層地質處置相關的地質調查研究，但仍持續進行處置方案比較研究(針對直接處置與再處理)以及相關技術的基礎研究(如放射性核種遷移等)。

4. 核電廠除役規劃

- (1) KHNP 有設立「原子能政策小組」，負責制定該公司核能策略。以 KHNP 最老的兩個廠—Kori-1 與 Wolsong-1—而言，原分別訂於 2008 年與 2013 年除役，但依該小組的新規劃，將改為分別延壽二十年，亦即將分別延至 2028

年與 2033 年除役。

- (2) 由於距核電廠預定除役時間尚有二十餘年，KHNP 目前對核電廠除役並無進一步的規劃，其核能主管機關也尚未制定相關法規。

5. 核後端基金

- (1) 韓電是於 1983 年設立核後端基金，其動支範圍與我國經濟部的核後端基金類似—包括低放射性廢棄物最終處置、用過核燃料中期貯存與最終處置以及核電廠除役拆廠。其每年提列額度計算方式如下：

① 核廢棄物部分：依當年度低放射性廢棄物及用過核燃料產生量並考量物價上漲因素計算而得。

② 拆廠部分：依每一核能機組的拆廠估計費用(如以 2002 年幣值為準，約 2,234 億韓圓，含拆廠廢棄物的最終處置)，分 25 年攤提。

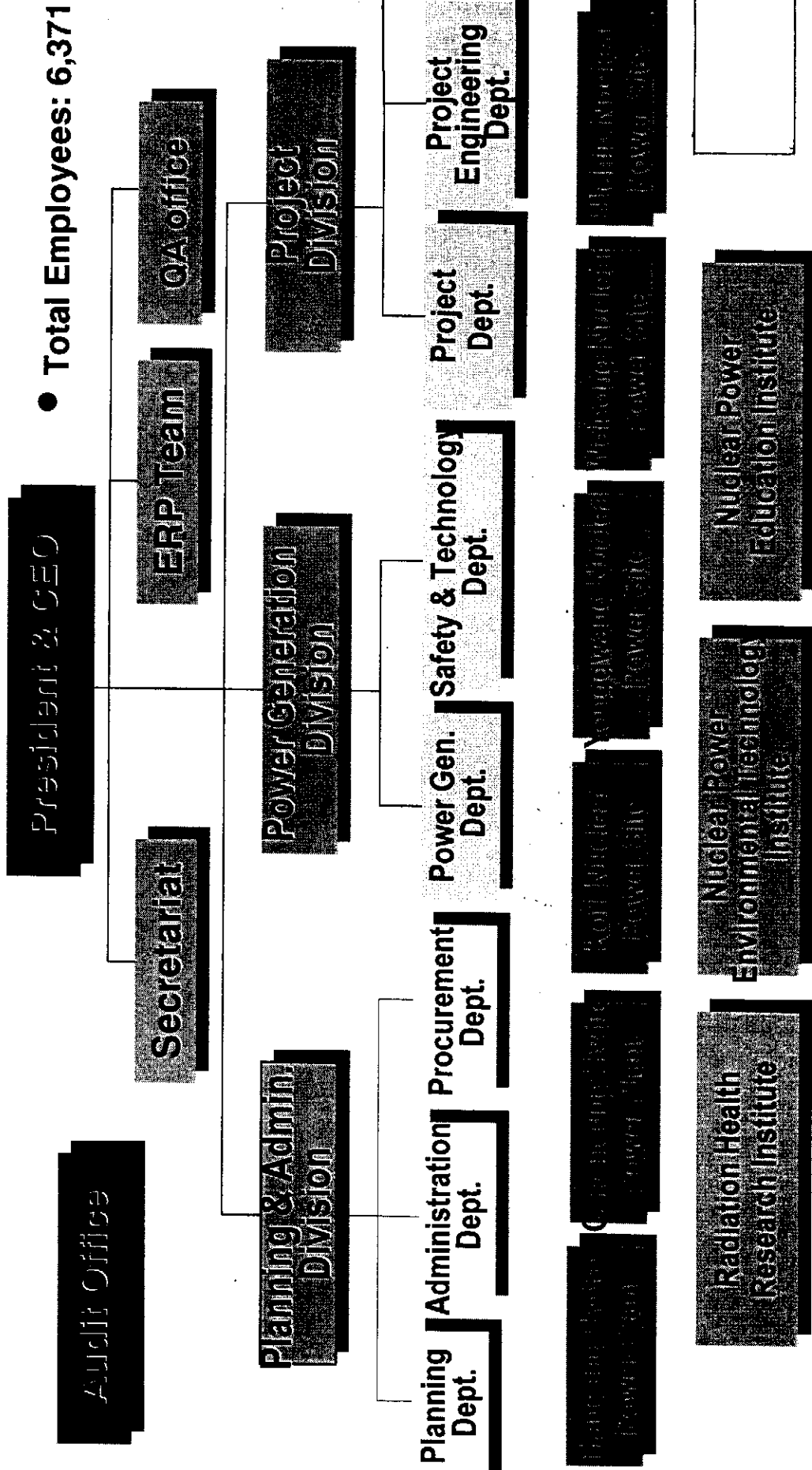
- (2) 韓國政府與 KHNP 均未設立專門的組織或委員會執行核後端基金的管理與運用事務，KHNP 是將其定位為公司內部例行業務。

三、感想與建議

- (一) 月城核電廠的溫排水魚類養殖場，是讓魚類成長至某一重量後，移放至附近大海繼續成長，以增加電廠附近漁民的漁獲量，等於是給附近居民的間接回饋，有助於提升核電廠形象並爭取附近居民的支持，建議本公司核電廠的溫排水養殖計畫考量評估這種作法的可行性與效益。

- (二) 韓國政府相關部會及 KHNP 正傾全力與今年七月選出的候選處置場址地方的民眾溝通，其環境技術部分批邀請地方民眾訪問該部，並向民眾說明處置場的安全與環保措施；KHNP 邀請國際原子能總署及英、美、法等國技術專家與處置場附近醫生及居民至韓國協助 KHNP 與地方民眾溝通等作法，與本公司邀請地方人士參觀國內外處置設施的作法有所不同，其效果如何，值為本公司觀察並瞭解其後續發展。
- (三) 目前韓國只有 KHNP 具備處理與處置核廢棄物的政府許可與相關技術，將來韓國低放射性廢棄物最終處置設施啟用後，將以收費方式接收處置非核電業者產生的低放射性廢棄物，但預計不全額反映成本，而僅收處置成本的一半，以間接獎勵放射性同位素的應用。本公司將來建造的最終處置設施也將接收處置其他業者產生的低放射性廢棄物，其收費辦法的訂定，也可將韓國的作法納入考量。

Organization of KHNP



● Total Employees: 6,371

THE 26th STUDY GROUP OF TAIPOWER

MATERIALS RELATING TO
THE 26th TPC STUDY GROUP

September 29, 2003

NUCLEAR BACK-END MANAGEMENT PROGRAM

A. Nuclear Backend Management Fund

- Does KEPCO establish a nuclear backend management fund? If yes, please provide the following.
1. When was the fund established?
 - In-house liability (fund) for radioactive waste disposal has been funded since 1983.
 2. Was an ad hoc committee organized for managing the fund?
 - There is no an ad hoc committee for fund management.
 3. What are those nuclear backend management activities to be financed by the fund?
 - Fund can be used for LLW disposal, centralized interim storage and disposal of spent fuel.
 4. How much is the rate (yon/kwh) levied on each kwh of nuclear power production?
 - Fund is funded every year according to annual generation volume of radioactive waste.
 5. How much is the present total amount of the fund?
 - Total amount of fund is 47,000 hundred million Korean won including decommissioning of NPP as of the end of December, 2002.

B. Treatment of Low-level Radioactive Waste

1. Which method is being used for the treatment of spent resin? Why did you decide to carry out the Cold Crucible Melter (CCM) demonstration project?

- Spent resin is dried and packaged in HIC (High Integrated Container) by Spent Resin Drying System.
 - CCM demonstration project were launched to develop the commercial vitrification facility for volume reduction of radioactive waste.
2. What's the current status of the CCM demonstration project? Have you decided to apply this technology in treating LLW?
- CCM demonstration project has been completed successfully in 2002
 - KHNP decided to vitrify all LLW. Proto type plant is now under construction in Ulchin NPP.
3. As we understand, KEPCO also uses Scaling Factor method for determining the radioactivity level of some K ,2-emitting nuclides. In this aspect, please provide the following:
- (1) Do you follow US 10 CFR 61.55 in the classification of LLW, namely class A, B, C, and GTCC?
- Korea Regulatory Body established the draft of classification criteria for LLW. This draft will be into an effect in 2004.
 - The draft describe that LLW be divided into 4 groups (class A, B, C and GTCC).
- (2) For those samples taken for LLW classification, do you do the analyses by yourself or contractors? How do you guarantee its quality?
- The sampling and analysis for making Scaling Factors are performed by contractor (KAERRI).
 - The sampling and analysis results are guaranteed by using the analysis procedures approved by official organization and performing the quality control.
- (3) Does your licensing authority impose any specific requirements on the results of the sample analyses and accuracy of the Scaling Factor method?
- The results of the sample analyses should be guaranteed by cross check with the standard control organization and regulatory body.
 - Accuracy of the Scaling Factor method is controlled by

periodical analyses of important nuclides in the waste streams.

(4) If you decide to apply CCM technology in treating LLW, how will you conduct its classification?

- Classification of vitrified waste is done by the same methods used for other waste.

4. Do you plan to use the plasma technology for treating LLW?

- Our proto type vitrification plant is consisted of CCM, PM(Plasma Melter) and Off gas treatment system.
- CCM is for combustible waste and PM is for non combustible waste.

C. Final Disposal of Low-level Radioactive Waste

1. What are Korean's regulatory requirements on the low-level radwaste (LLW) disposal, from site selection to obtaining operation license?

- Our regulation requirement on LLW disposal is that annual exposure of the public who live in the vicinity of repository is limited to bellow the 2mRem. Our government evaluates the licensing documents for the LLW disposal and issue the license according to the atomic energy law if documents comply with criteria.

2. Which organization is responsible for selecting a LLW disposal site? How did this organization carry out the site selection program?

- KHNP is responsible for sitting for LLW repository under control MOCIE.
- Sitting is performed according to site selection program approved by AEC(Atomic Energy Committee).

3. As we learned from media reports that a candidate site was selected in July, 2003. When will the construction be started? And when is the date scheduled for commissioning the disposal facility?

- Construction of repository for LLW will be started in 2004.
 - Repository can be operated at the end of 2008.
4. Which disposal method will be adopted, tunnel or shallow-land type?
 - Disposal method will be selected from shallow-land type method and rock-cavern type method according to geological conditions.
 5. Do you plan to provide the local residents with compensation for developing their public construction and social welfare programs? And how much is the compensation amount?
 - Area that house the repository site will be supported for area development as a cash (3,000 hundred million Korean won).

D. Spent Nuclear Fuel Management

1. Which nuclear power stations have the need of building spent nuclear fuel interim storage facilities in the coming ten years?
 - Spent fuel interim storage capacity for Wolsong site has to be extended by building the dry silo because spent fuel storage facilities will be saturated in 2006.
2. Which technology will be used for building the interim storage facilities? How long will it take for construction?
 - Macstor-400 type dry storage technology developing jointly with KHNP and AECL is used for Wolsong storage capacity extension for spent fuel.
 - It is taken 2 years to constructed the spent fuel storage facilities.
3. Please briefly describe KEPCO's spent nuclear fuel disposal program, including:
 - (1) Strategy : direct disposal or through reprocessing?
 - Final disposal policy for spent fuel is not determined.

- Spent fuel is to store in the interim storage facility until final disposal policy for spent fuel is determined
- (2) What are those potential host rocks, and their geographical distribution in Korea?
- The geological evaluation for spent fuel disposal has not been performed.
- (3) Any plan for building an underground laboratory, like the Hard Rock Laboratory in Sweden?
- There is no plan to construct under ground laboratory for spent fuel.
- (4) What's the scheduled date for selecting the candidate site?
- There is no plant to search the candidate site for spent fuel.
- (5) When will the geological disposal facility be commissioned?
- Our final disposal policy for spent fuel is not determined yet.

E. Planning on Nuclear Power Plants Decommissioning

1. Which method will be adopted for decommissioning, DECON, SAFSTOR, or ENTOMB?
 - SAFSTOR and DECON methods are to be used for decommissioning the NPP.
2. Any specific laws or regulations on the decommissioning of nuclear power plants? If yes, please provide a brief highlight.
 - Specific laws for the decommissioning of nuclear power plants are not established .
3. Any specific fund established for financing the decommissioning programs? If yes, when was it established?

How much is the rate (yon/kwh) levied on each kwh of nuclear power production?

- In-house liability (fund) for the decommissioning programs has been funded since 1983.
- Decommissioning cost per a reactor is 2,234 hundred million Korean won as of 2002.

4. Taking Kori-1 and Wolsong-1 as examples, what are the scheduled dates for permanent cessation of operation? How much is the estimated decommissioning cost for each unit? Does that amount include the cost for the final disposal cost of decommissioning waste?

- Kori NPP #1 and Wolsung NPP #1 are to be planned to be decommissioned in 2008, 2013 respectively. But their life span will be extended to 2028, 2033 respectively.
- The estimated decommissioning cost is 2,234 hundred million Korean won a reactor as of the end of 2002
- The final disposal cost for decommissioning waste is included in decommissioning cost.

5. Any specific organization at KEPCO established for the planning of nuclear power plants decommissioning?

- KHNP don't have any organization, which is responsible for NPP.

台灣電力公司派赴韓國電力公社

第廿六屆考察團

(民國 92 年 9 月 25 日~92 年 10 月 2 日)

韓電之輸電線路設計、維護、線下補償
及電力自由化

報告人：郭 繁 陽

甲、摘要

壹、 韓國電力公司輸電線路之維護、設計、公安上與本公司大致相似，但有些地方值得學習：

- 已建設 765KV 超超高壓輸電線 662c-km，計畫在 21 世紀中發展成為韓電主要輸電幹線。
- 與離島間有特高壓直流（D C±180KV）輸電線（架空 30km+海底電纜 202km）。
- 每年利用直昇機測溫兩次，但尚未利用直昇機碍掃，此點正好與本公司相反。
- 沒有地震災害，颱風設計風速也較本公司小。
- 大部分器材皆用國產品。
- 跨越河流、高速鐵公司處所之鐵塔皆塗紅白相間之警告標誌，地線裝設航空警示球，鐵塔裝有警示燈。
- 選線原則與公司類似，但其事先有民意調查，且用電腦圖形處理技術評估線路建造後對景觀之影響衝擊。
- 開發 TGIS 系統圖，將全系統之支持物、座標及其相關屬性資料、落雷、污損圖風速區域圖等與電子地圖系統整合，應用於維護管理作業。
- 架線時採 Prefab 工法，減少塔上工作時數，確保工作人員安全。
- 特殊處所鐵塔加設橫擔，裝設保護網。
- 對北美大停電亦有該公司之原因推測及應變措施。

貳、 有關輸電線路線下補償可供將來本公司實行線下補償參考事項有下列幾項：

- 韓電原僅將 1989 年以後新設線路列入線下補償範圍。

- 後因法院判例，補償對象遂包含既設及新設線路。
- 線下補償由韓電公司職員辦理，業務無法負擔時，可僱用臨時人員、委託地方自治團體或補償專門機關辦理。
- 既設線路線下補償預計 2004 年開始，訂有優先順序，預估 20 年間逐年辦理。
- 對不同意補償條件者之處理，現在獎勵電源開發特別法正修訂中，待修正完畢則可依法辦徵收。

參、自由化下的韓電運作有下列事項可供參考：

- 韓電自由化分三階段
 - 第一階段 發電競爭期 2001/02~2004/03
 - 第二階段 躉售競爭期 2004/04~2008/12
 - 第三階段 零售競爭期 2009~
- 2001 年 4 月自由化後，火力發電公司（Gen Cos）自韓電分立，但仍屬韓電所有。
- 成立電力交易所（Korea Power Exchange,KPX）、能源會（KOREC）。
- 發電公司與 IPPS 透過電力交易所（KPX）競價。
- KPX 負責：
 - 蒐集與電力需求有關資料
 - 預測電力需求
 - 價格訂定排程與運轉排程
 - 即時電力系統調度
 - 透過競價機制進行電力交易

乙、考察內容

壹、韓電的輸電線路維護、工安與設計

一、維護：

(一) 線路維修基準：

點檢種類	點檢週期		備註
初期點檢	1 次		竣工後 1~2 年
基別點檢	1 次/2 年		一般處所
	1 次 1 年		高鐵、鐵路、高速道路、市街地、 長跨距處所、其他重要處所
精密點檢	1 次/5 年		
特別點檢	必要時		
航空障礙燈點檢	2 次/1 年		1 次在夏季或夏季終了時
Spacer 點檢	必要時		
導線接頭點檢	345KV 以上	1 次/2 年	重負載線路增加次數
	154KV 以下	1 次/2 年	與電廠連接線路，1 次/年
導線接頭偏心測定	必要時		風大處所
接地電阻測定	1 次/3 年		● 雷害事故處所：即時量測 ● 最初測定：初期點檢時
不良碍子檢出	1 次/5 年		一般線路
	1 次/3 年		● 不良碍子發生線路或不良碍子發生預想線路

- 345KV 以上線路巡視：1 次/3 個月

- 154KV 以下（含）線路巡視：冬天（10月~3月） 1次/3月
夏天（4月~9月） 1次/2月
- 每年2次直昇機測溫：春秋各一次

(二) TGIS 主要功能：

- 全國國家數位地圖（1/1,000 及 1/5,000）管理
- 架空線路支持物位置座標（GPS 座標）輸入及線路產生功能
地下電纜纜線查詢圖面變換及地下構造物（管線，管溝）產生機能
- 線路設備個體別屬性情報及履歷情報管理
- 污損圖、風壓地域圖、落雷圖管理
- 一般使用者經由 Web 系統使用
- 經由 PDA 聯繫支援現場業務
- 開發費時兩年，預定2003年10月完成，開始時資料外包建構，
正常運轉後由授權單位更新維護
- 僅外購 GIS 引擎，其餘皆用韓製品

(三) 嚴重腐蝕地區鐵塔防蝕措施為：

- 使用塗料：Epoxy 係(環氧樹脂系)油漆
- 塗膜厚：100±10um

(四) 輸電線路防止鹽塵害對策：

- 依鹽塵害污損等級增設碍子及增加碍子清掃次數
- 直昇機碍掃尚未採用

● 輸電線路碍子清掃週期如下：

單位：mg/cm²，次/年

污損地區 電壓別	清淨 地區	A 地區 (0.03~0.063)	B 地區 (0.063~0.125)	C 地區 (0.125~0.25)	D 地區 (0.25~0.5)	E 地區 (0.5 以上)
154KV 以下	必要時	1	2	3	4	6
345KV	必要時	1	1	2	2	3

(五) 雷害防止措施使用情形：

- 架空地線：全部輸電鐵塔設置
- 落雷消散裝置：現在未使用
- ESL 避雷系統：現在試用中

(六) 韓電 2002 年之事故現況如附表一，以雷害、外物接觸、風害分居前三名(此趨勢與本公司事故原因雷同)。

(七) 目前巡視員尚未使用 PDA&GPS。

(八) 尚未使用半導電紬碍子。

(九) 連接站避雷器之點檢週期及方法如下：

點檢週期	點檢方法	備註
1 次/2 年	絕緣劣化測定——利用 Doble Test 測定 Capacitance	與電纜接頭點檢時同時實施

(十) 154KV 以上引接架空線之屋外型電纜終端匣目前全國共有 1200 組。規格如下：

公稱電壓 (KV)	154KV	345KV
最大電壓 (KV)	170KV	362KV
BIL (KV)	750KV	1300KV
洩漏距離 (mm)	5,100	12,900

其裝置如圖 1。

(十一) 韓電對北美大停電之原因推測及採取應變措施如下：

1、大停電原因推測：

(1) 輸電網路投資未配合

- 最近 10 年內電力需求每年以 2.4% 增加，但對輸電網之投資及維護費用却減少。
- 區域用電不平衡，事故發生時輸電網脆弱。

(2) 初期處置不當

- 345KV Harding-Chamberlain, Hanna-Juniper 輸電線啟斷後必須採取洩載及發電機出力增加之必要措施。

(3) 太多的系統營運者

- 停電地區有多家 ISO (Independent System Operator)，事故復舊時資訊交換協調不易。

2、採取預防措施：

點檢項目	點檢對象
供電體系及保護裝置	1、調度系統及供電系統管理 ● 相互通訊網及復電指揮體系 ● 全系統停電時細部復電程序書維持狀態 ● 復舊程序熟知狀態 ● 黃色遮斷器管理實務 ● 自行起動發電所及優先供電發電所把握狀態 ● 始送電系統熟知狀態 ● 發電所別負載優先供電順位 2、SPS (Special Protection Sysytem)運轉狀態 ● 發電機遮斷及首都圈負載遮斷系統 3、保護裝置營運可靠度 ● 低頻洩載容量管理狀態 ● 低頻洩載設備竣工，定期，臨時試驗狀態 4、電力供給不足時，各階段處置計畫熟知，供給不足警報分1、2、3級
設備操作程序 及主要設備點檢	1、供給首都圈之主要北上線路點檢 2、事故復電體系管理 ● 標準操作程序書 (SOP)運用 3、是否實施事故復電模擬訓練 4、移動用電力設備之維護及運用機制 5、人力動員體系之建立

大規模停電時復舊對策建立 (危機管理中心：政府機關)

(十二) 關於運轉中電纜檢點及殘餘壽命推估：

1、活線點檢：

點檢種類	點檢週期	點檢方法
接續匣點檢	1 次/6 個月	1、測定器:Thermo Vision 等 2、點檢項目 ● 接續匣溫度測量 ● Sheath 電流測量 ● C/H 給油設備點檢

2、殘餘壽命推估：

(1) 於製作時，依 V-t 特性試驗推算壽命。

(2) 計畫運轉後於線路故障時，取試片做特性試驗，預估殘餘壽命。

(十三) 地下電纜之故障點測定：

1、送電線路之保護電驛有距離標示功能。

2、保護電驛內輸入線路阻抗(impedance)，於故障時依其電壓電流量計算阻抗(impedance)，兩相比較推算故障點距離。一回線時誤差較大，二回線時誤差約 5%。

(十四) 架空與地下電纜混用輸電線路，地下電纜之保護電驛方式及動作時間設定，如下：

1、保護方式：

(1) 345KV 地下電纜輸電線路：

- 第 1 系列: 差電流電驛 + 測距電驛

● 第2系列: 差電流電驛

(2)154KV 地下電纜輸電線路：差電流電驛 + 測距電驛

2、動作時間：

(1) 差電流電驛方式：瞬間

(2) 測距電驛方式：

● Zone1：瞬時(345KV 電纜 100%線路 9 cycle 延遲)

● Zone2：345KV，24 cycle；154KV，20 cycle

● Zone3：345KV，100 cycle；154KV，100 cycle

(十五) 地下電纜輸電線路事故原因及事故原因不明之處理如下：

1、地下電纜主要事故原因：

事故原因	外物接觸	施工不良	設備劣化	其他	計
百分率(%)	38	27	18	17	100

2、因輸電線路以環狀網路供電未因地下電纜事故造成停電。

3、事故原因不明時，由韓電，廠商，研究院研究查明。

4、找不出事故原因會受到不好的待遇，所以會認真找。

(十六) 地下電纜監視系統：

1、監視裝置：電力管道監視系統，其構成要素如下：

● 溫度監視 (容許電流，時間計算)

● OF 電纜油壓監視

● 火災監視

● 出入者聲音/影像監視

● 附屬設備 (排水泵，抽送風機，照明...)監視

● 浸水監視

- 有害氣體監視

二、工作安全：輸電線路建設時使工作人員傷害降至最低之管理對策：

(一) 延線末端採終端鐵塔(詳附圖 2)：

- 延線作業時鐵塔補強支線不必施設
- 作業方法單純化，工期能夠縮短
- 支線省略可防止電線損傷
- 現場管理容易，作業安全性可確保
- 全體的線路補強效果

設計條件	延線區間終端鐵塔	一般角度鐵塔
錨定條件	全相錨定	
常時不平均張力	假設荷重之 100%	假設荷重之 33%
異常時不平均張力	架空地線及任一相全斷線	任一相 2 組斷線
水平荷重跨距	兩側跨距中長跨距之 50%	設計之 100%
構件安全系數	1.0 以上	1.02 以上
電線附著物荷重	Jumper，航空障礙球除外	全附著物適用

(二) 鐵塔組立：

- 組立吊塔 (詳附圖 3)：超高，大型鐵塔構件組立時使用，可提高效率縮短工期。
- 山岳吊車 (詳附圖 4)。

(三) Semi-Prefab 架線工法 (詳附圖 5)。

- 耐張區間一端在地上壓縮，另一端在塔上進行壓縮作業的工法，可縮短塔上工作時間。

(四) 直昇機延線(詳附圖 6)：

- 山岳地、溪谷橫斷等人力延線困難處所
- 避免砍伐林木，需要縮短工期處所

(五) Key-Lock 安全繩系統(詳附圖 7)

- 765KV 鐵塔採鋼管構造，結構間隔大，工作有危險，登塔作業時，必須預防作業員墜落之安全措施。

(六) 防止墜落安全裝置(詳附圖 8，與本公司之防墜裝置類似)

- 輸電鐵塔作業時，作業者登塔及在橫担部移動時，保障作業者之安全裝置。

(七) 鐵塔橫担作業者用通路(詳附圖 9)。

(八) Spacer Ring Rope(間隔器環繩)：

- 四導體用的 Spacer-Damper(間隔器－制震器)點檢補修用
(詳附圖 10)

(九) 鐵塔用升降機(詳附圖 11)

- 用於大型化、超高鐵塔，防止作業者疲勞，確保安全
- 作業工具、小型器材可迅速輸送
- 鐵塔組立，架線作業工期可縮短
- 建設後維護、補修可使用

10、自走式 Spacer Car(間隔器車)(詳附圖 12)：

- 用於六導體裝設間隔器、制震器用

11、跨越既設線路或鐵公路工程安全技術

- 空中橫樑(担)設置工法(詳附圖 13)：於鐵塔加設特別橫担架設保護網

- 設置特殊鐵塔(詳附圖 14)一專為架設保護網用

三、設計

(一)345KV 以上之輸電線路路徑選定基準

1、適用範圍：新設線路長 5km 以上適用

2、路徑選擇重點

- 設備安定性、經濟性、維修業務效率性
- 風、水害、冰雪害等自然災害預防
- 各種環境破壞、景觀衝擊最小化
- 與輸電線路有關之民眾抗爭預防

3、現地概況調查

(1)需避開處所

- 國立公園、公立公園、自然公園、名勝古蹟、天然紀念物、重要文化財等
- 保安林、防砂指定地、礦場、預定開發地、廢礦地
- 軍事設施、訓練場、飛行場、飛行高度限制區
- 環境部指定綠地自然度 8 等級以上區域
- 鳥獸保護地域、候鳥棲息地、生態保護區
- 依國土利用管理法限制設置工作物區域(都市地區、聚落地區、休養地區、墳墓區、設施用地地區)

(2)各種開發計畫

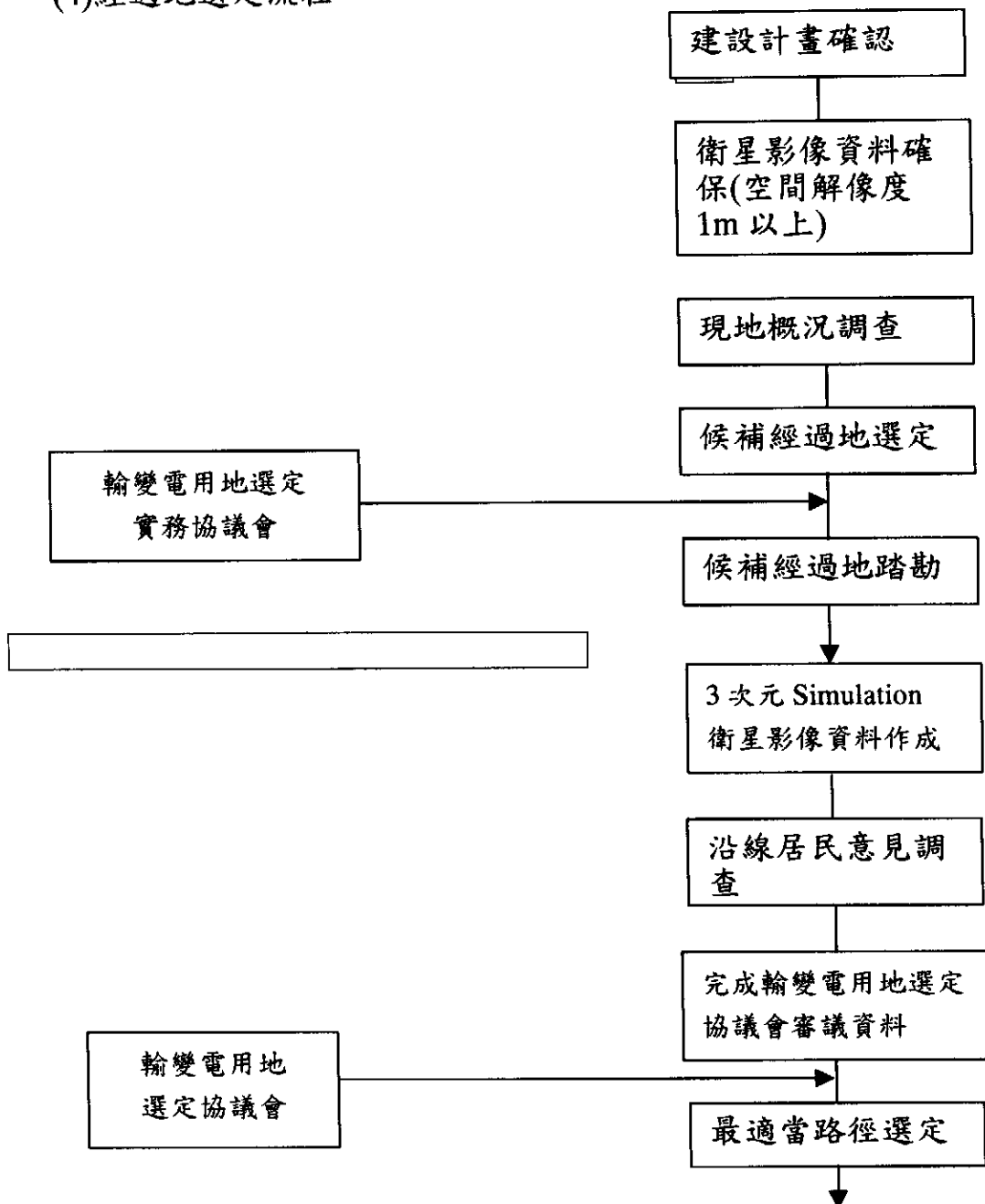
- 主要都市計畫事項
- 道路、鐵道、港灣等社會間接資本施設計畫
- 河川、儲水池、軍事設施移轉計畫

- 飛行場設置、住宅區、工業區建造計畫
- 土地改良事業、礦業權開發、輸電線路建設計畫
- 高爾夫球場、公園設施等公眾休閒設施計畫

(3) 周邊土地利用實態

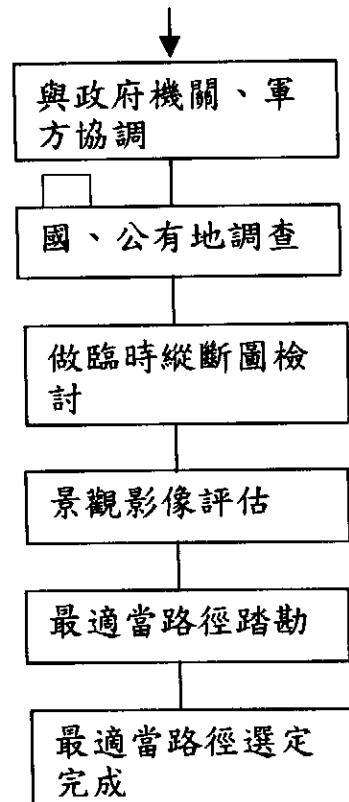
- 果樹園、高經濟價值作物區
- 牧場、農場、養魚場等

(4) 經過地選定流程



接下頁

接上頁



(5)候補經過地選定

- 2個以上候補經過地選定後於衛星資料標示(自然環境、生活環境、社會環境、用地確保、設計、施工等五個項目比較檢討)

(6)地方自治團體協議(居民意見收集)

- 2個以上候補路徑選定結果作基礎檢討(基礎會議、居民意見收集)後，確定最終1個候補地

(7)臨時縱斷圖縱橫比例採 1:5

(8)輸電線路經過地變更

- 對象：連續 2km 以上經過地變更

- 方法：公司內輸變電用地選定變更協議會審議變更

- 輸變電用地選定變更協議會之構成

輸變電用地選定變更協議會：依輸變電之地選定

協議會構成規定由委員長選定→依各事業所別內部規定構成

2、架空輸電線鐵塔設計基準

(1) 標準鐵塔種類

- 直線鐵塔：A、F、SF 型

- 角度鐵塔：B 型

- 引留鐵塔：D 型

(終端)

- 耐張鐵塔：C、E 型

(2) 標準絕緣間隔

單位：未註明，可能為 mm

公稱電壓	導線與鐵塔間間隔		耐張裝置跳線與橫担間隔
	標準	最小	
154KV	650	400	800
345KV	1,300	1,150	1,650
	2,700	2,200	3,300

(3) 設計條件

鐵塔型	水平角度	水平荷重 跨距 m	垂直荷重 跨距 m	主柱材斜率 (雙斜率)	最下橫担位置 塔體寬 mm
A	1°	300 (350)	500	18%	1,500 (2,800)
SF	3°	500 (600)	1,200	18%	1,700 (2,900)
F	3°	300 (350)	700	18%	1,500 (2,800)
B	20°	300 (350)	700	20%	1,700 (3,000)
C	30°	300 (350)	700	23%	1,700 (3,400)
E	40°	300 (350)	700	23%	1,700 (3,400)
D	60° 及終端	300 (350)	700	26%	1,700 (3,400)

(4) 風壓力(1987 後 KEPCO 標準)

地域區分		基準速度壓 (kg/m^2)	最大風速 (m/s)		陣風率
			10 分鐘平均	陣風	
高溫季	I 地域	117	40.0	54.0	1.35
	II 地域	100	36.6	50.0	1.37
	III 地域	76	31.7	43.7	1.38
	鬱陵島	150	46.4	62.7	1.35
低溫季	多雪地域	30	—	26.3	—
	其他地域	38	20.2	29.5	1.46

3、架空輸電線路基礎設計基準

(1) 輸電鐵塔基礎種類：

- 逆 T 型基礎、深基礎、樁基礎、岩錨基礎

(2) 基礎型式決定

- 由上部構造荷重條件、地盤特性、地表狀況、施工性、對鄰地（構造物）影響等綜合考慮

(3) 地盤調查、試驗

- 依設計、施工之需要實施相關之物理、化學、力學特性試驗。

(4) 基礎設計荷重

- 上部構造（鐵塔）傳至基礎之壓縮力、上揚力、水平力、腹材水平分力

(5) 地盤支持力

A、壓縮支持力

- 常時荷重：極限支持力之 $1/3$
- 異常時荷重：極限支持力之 $1/2$

B、上揚支持力

- 常時荷重：安全率 2 以上
- 異常時荷重：安全率 1.33 以上

C、水平支持力

- 常時荷重：安全率 2 以上
- 異常時荷重：安全率 1.33 以上

附表一 2002 年度故障現況

電壓別 原因別	雷害	風害	冰雪害	鹽塵害	濃霧	外物接觸	山火災	民眾過失	他社故障波及	經年劣化	火災	設備不良	施工不良	補修不良	工作不慎	故障波及	原因不明	其他	合計	佔有率(%)
765kv	1																		1	0.4
345kv	22	5				3	7						1		1				39	15.9
154kv	104	16	6	2		36	8		2	1		1			1				177	71.9
66kv	15	7	2			3			1	1									29	11.8
																			246	100
1 月	13			1		1													15	6.0
2 月						2	1						1						4	1.6
3 月	2					3	5												10	4.1
4 月	19	1		1		5	9								1				36	14.7
5 月	12					5													17	6.9
6 月	27					2													29	11.8
7 月	6					7													13	5.3
8 月	26	25				7			2										60	24.4
9 月	13					3													16	6.5
10 月	11					3			1	1		1			1				18	7.3
11 月	11		1			1													13	5.3
12 月	2	2	7			3				1									15	6.1
																			246	100
佔有率(%)	57.7	11.4	3.3	0.8		17.1	6.1		1.2	0.8		0.4	0.4		0.8				100	

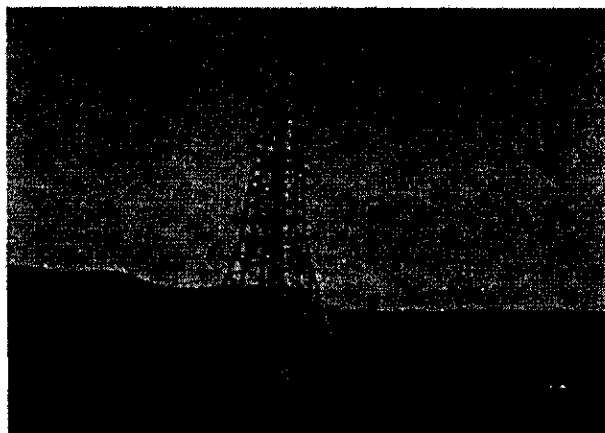
添附圖



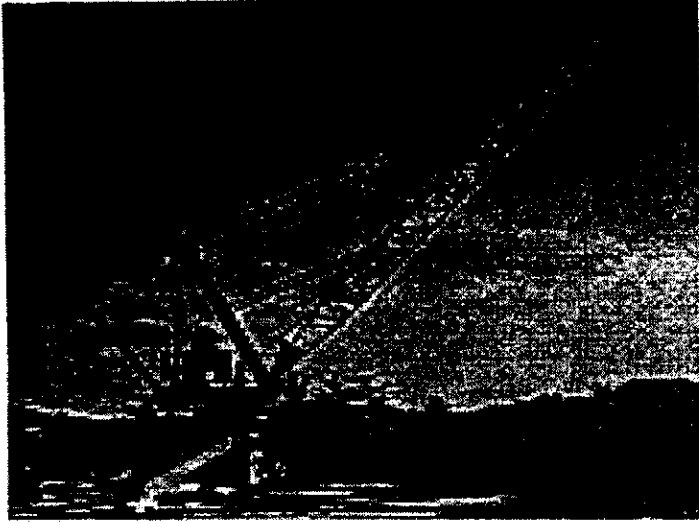
[圖 1]



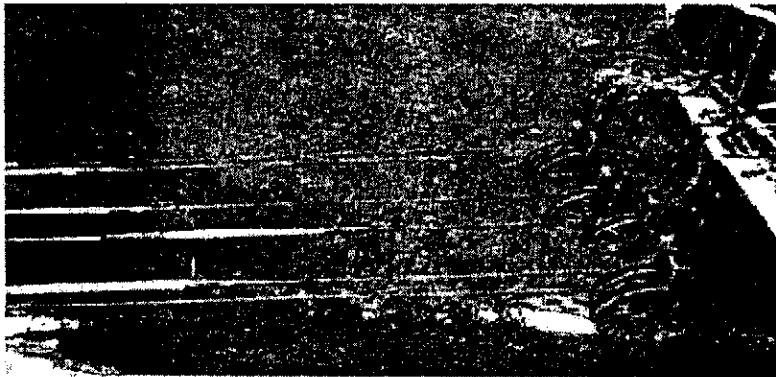
[圖 2]



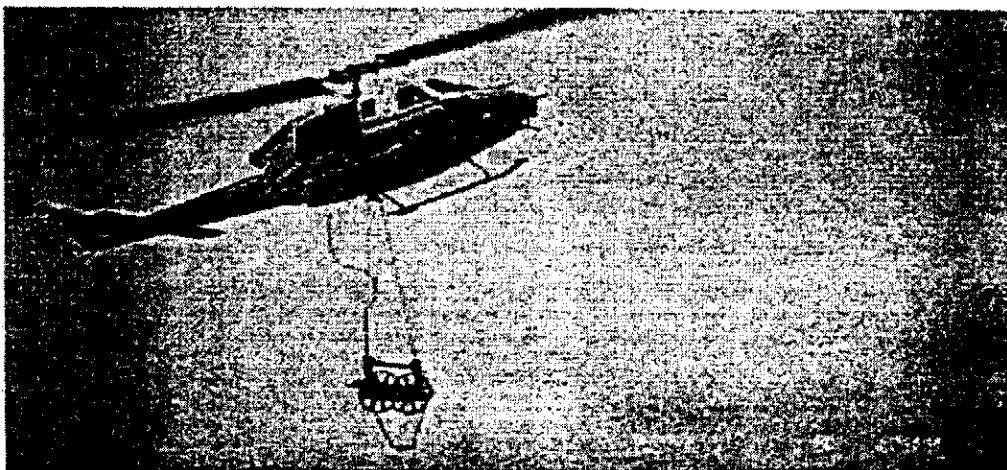
[圖 3]



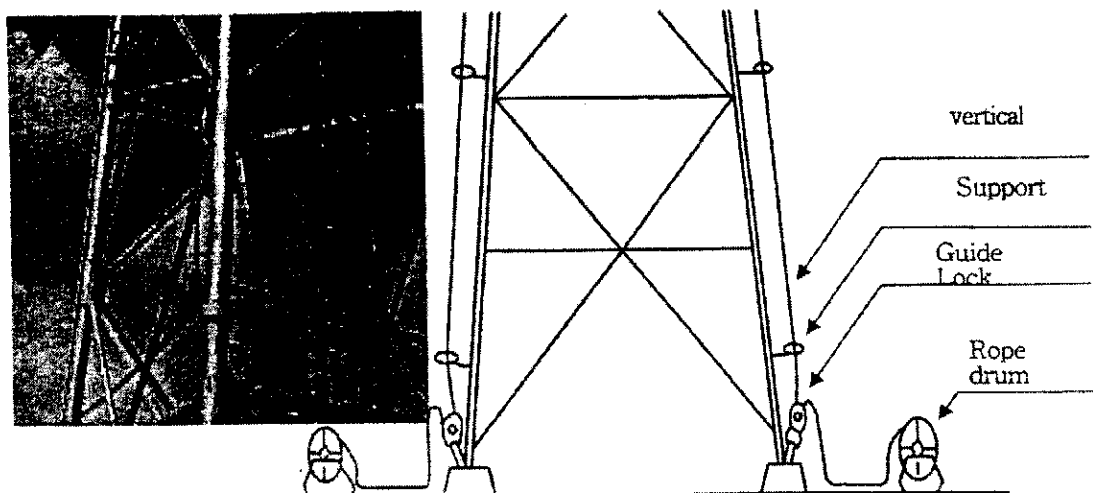
【圖 4】



【圖 5】



【圖 6】



【圖 7】

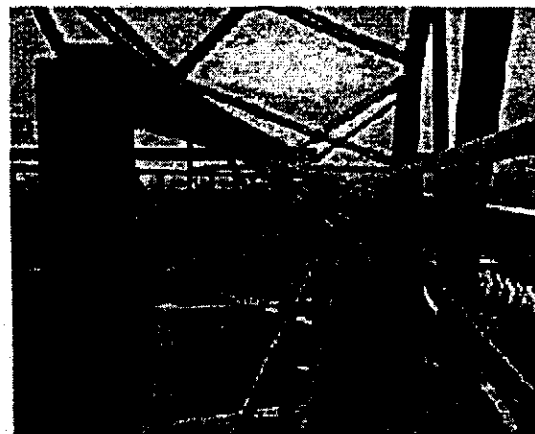


【ARM 作業時】

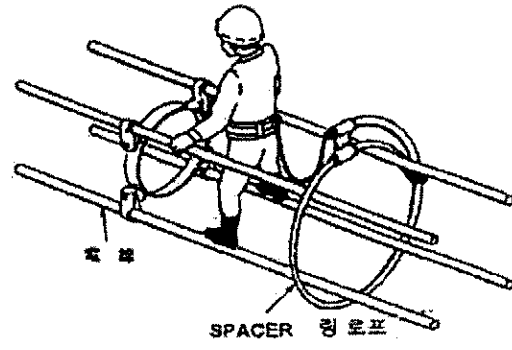
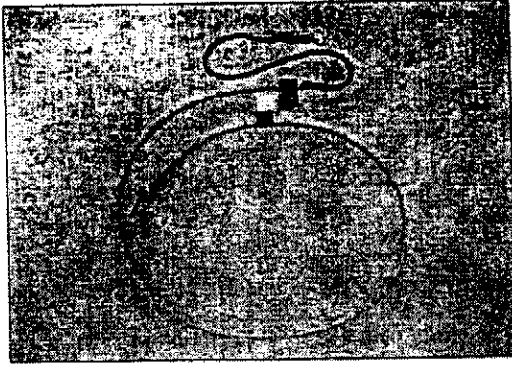


【MAIN POST 昇塔時】

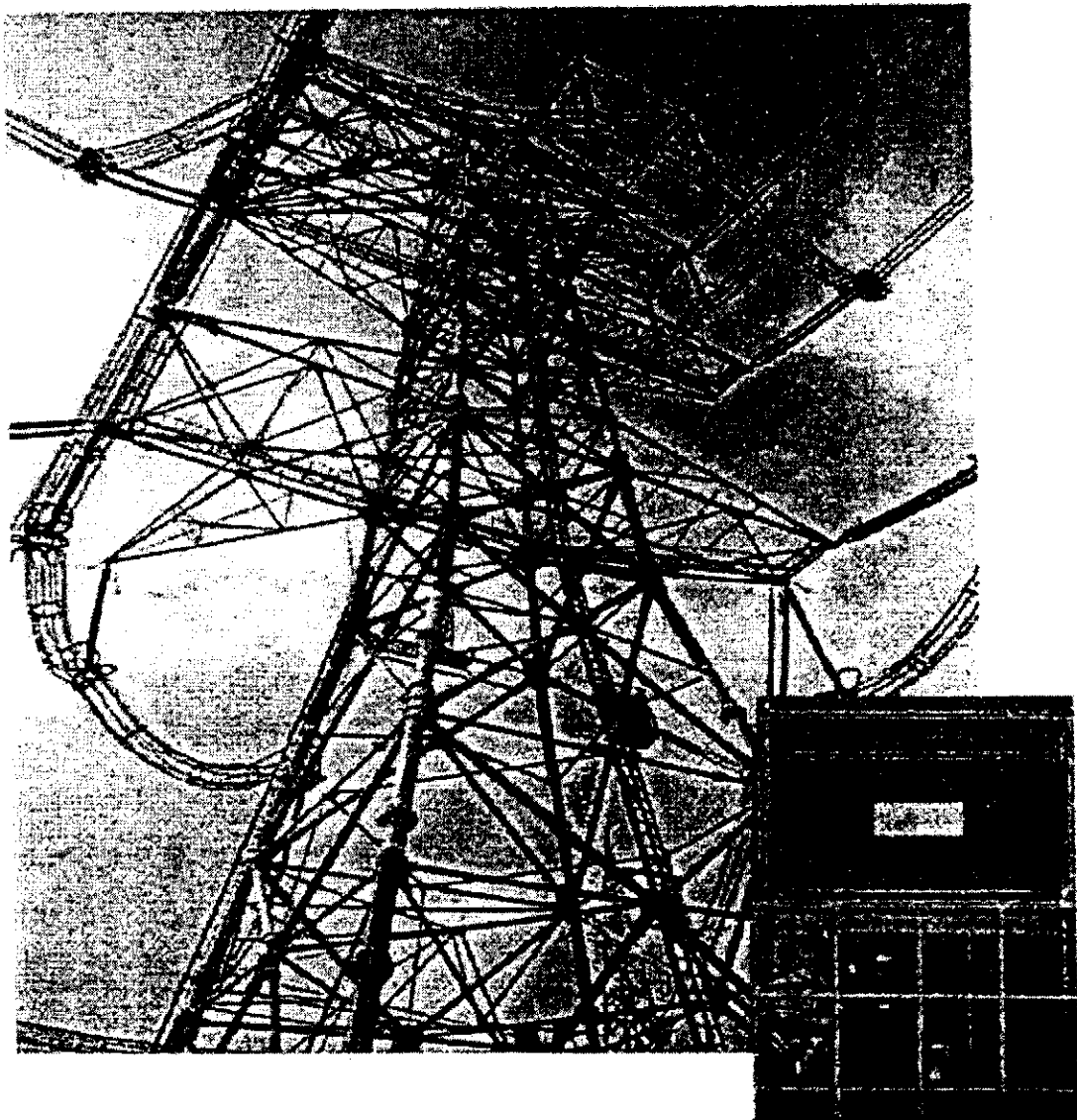
【圖 8】



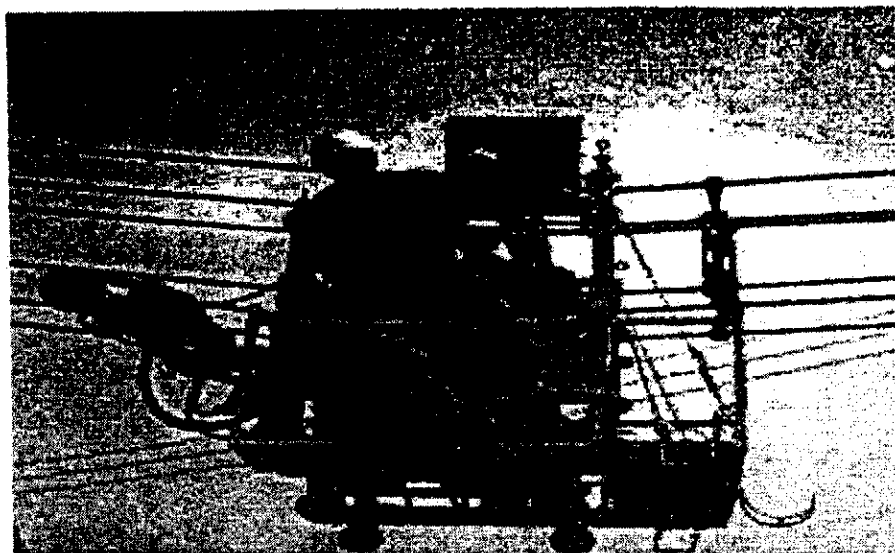
【圖 9】



[圖 10]



[圖 11]



- Spacer-Car : 2導體用 電線 Spacer-Damper 點檢 補修用



【Spacer-Car 分離】

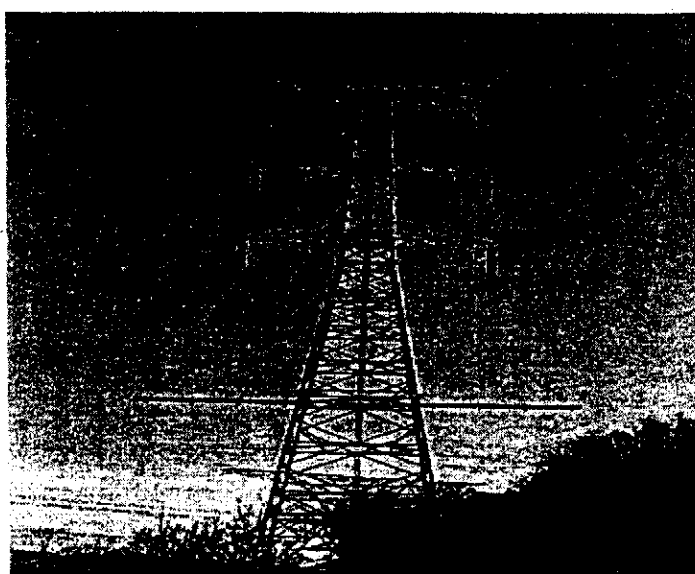


【Spacer-Car 組合】



【革帶 附着】

〔圖 12〕



〔圖 13〕



[圖 14]

貳、韓電之輸電線線下補償

一、線下補償基準

- 韓電公司將既設及新設線路之線下補償分開處理。
- 1989 年以後新設線路均為線下補償範圍。
1989 以前鐵塔用地給予補償，線下土地不予補償。
- 1980 年代以前，依當時社會習慣，土地係供農業、林業平面利用，輸電線路對土地上方空間利用之妨礙並不存在。
- 依上述理由 1990 年代以前興建之輸電線路線下並未補償。
- 最近有土地所有權人要求既設線路之線下補償。
- 法院判例線下補償對象應包含既設及新設線路。
- 「公用目的土地徵收及損失補償特別條例」規定，補償基準係依土地立體利用之妨礙率計算。
- 多數線路未辦補償：依韓電財務負擔，針對未辦補償之線路逐年訂定補償計畫。

二、補償業務執行者

(一)一般輸電線下補償由韓電公司職員辦理，補償業務量過多，職員無法勝任時，可能採用臨時人員。

(二)辦理補償所需人員之假設情況：

1. 一人一年間與 33 名土地所有權人達成鐵塔用地取得之協議。

2. 一人一年間與 165 名線下土地所有權人達成線下補償之協議。

議。

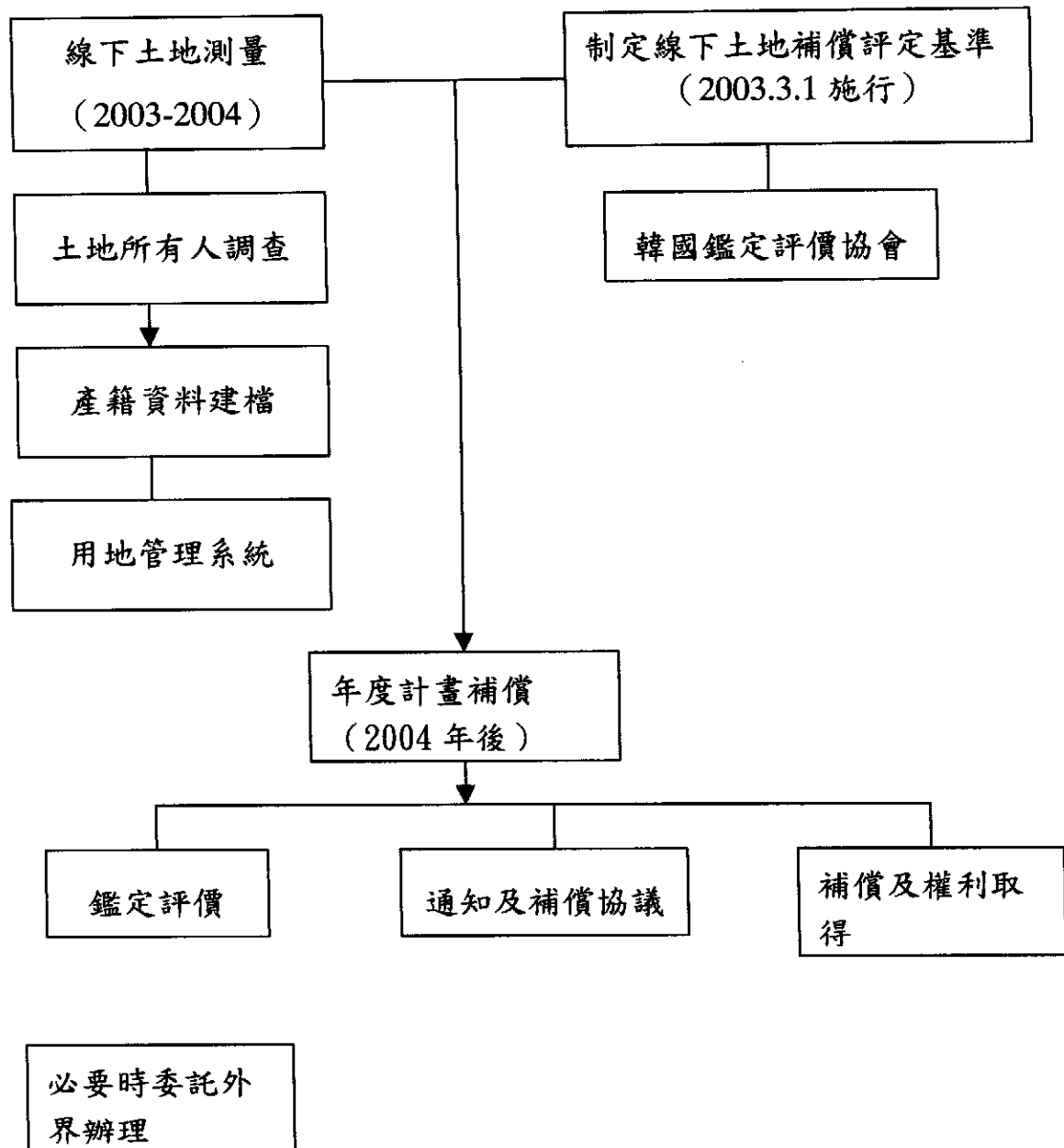
(三)補償業務得委託地方自治團體或補償專門機關辦理。

三、既設線下補償 2004 年開始執行；補償優先順序為：

- 第一順位以設備建設年度為準。
- 第二順位考量位置因素，都市地區比農村地區優先。

四、補償完畢年期尚難預測，預估 20 年間逐年辦理。

- 補償業務流程表



五、不同意補償條件之處理程序

- 韓電公司與土地所有權人間之協議不成立時，得動用土地徵收法律，徵收不動產之權利為韓國政府所有。
- 依獎勵電源開發特別法，線下補償目前尚無法源依據。對於拒絕補償之適當處理方式有必要以法律定之。現在獎勵電源開發特別法正修訂中。
- 俟上開法令修訂完畢後，韓電公司對於既設線路之線下補償業務，可認屬公益事業範圍，嗣後韓電公司向土地所有權人辦理線下補償，倘所有權人拒絕則可徵收取得土地權利。

參、自由化下的韓電運作

一、自由化進程與發展

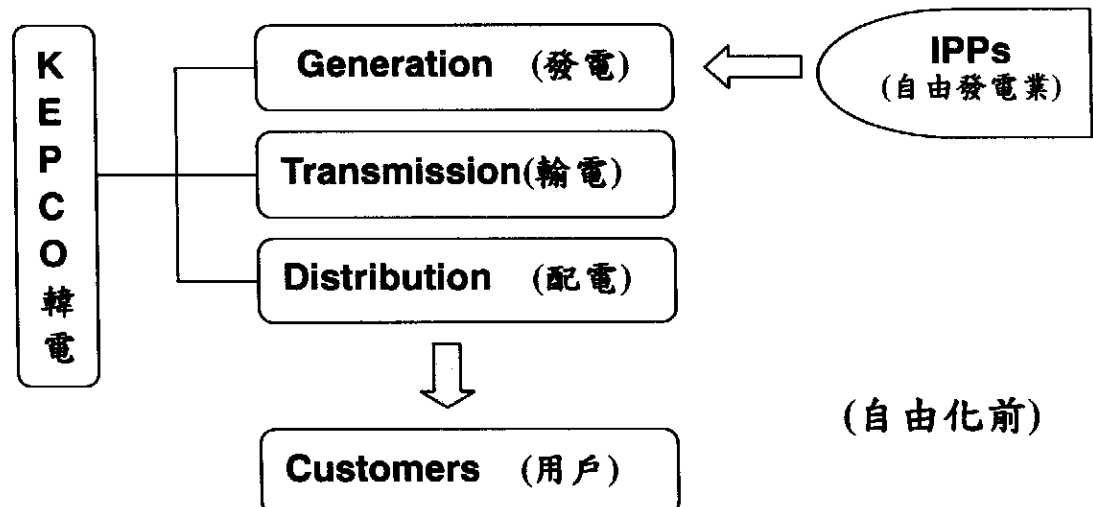
(一) 自由化進程：

階段	發展	期間
第一階段	發電競爭期 (Generation Competition)	2001/02 ~ 2004/03
第二階段	躉售競爭期 (Wholesale Competition)	2004/04 ~ 2008/12
第三階段	零售競爭期 (Retail Competition)	2009 ~

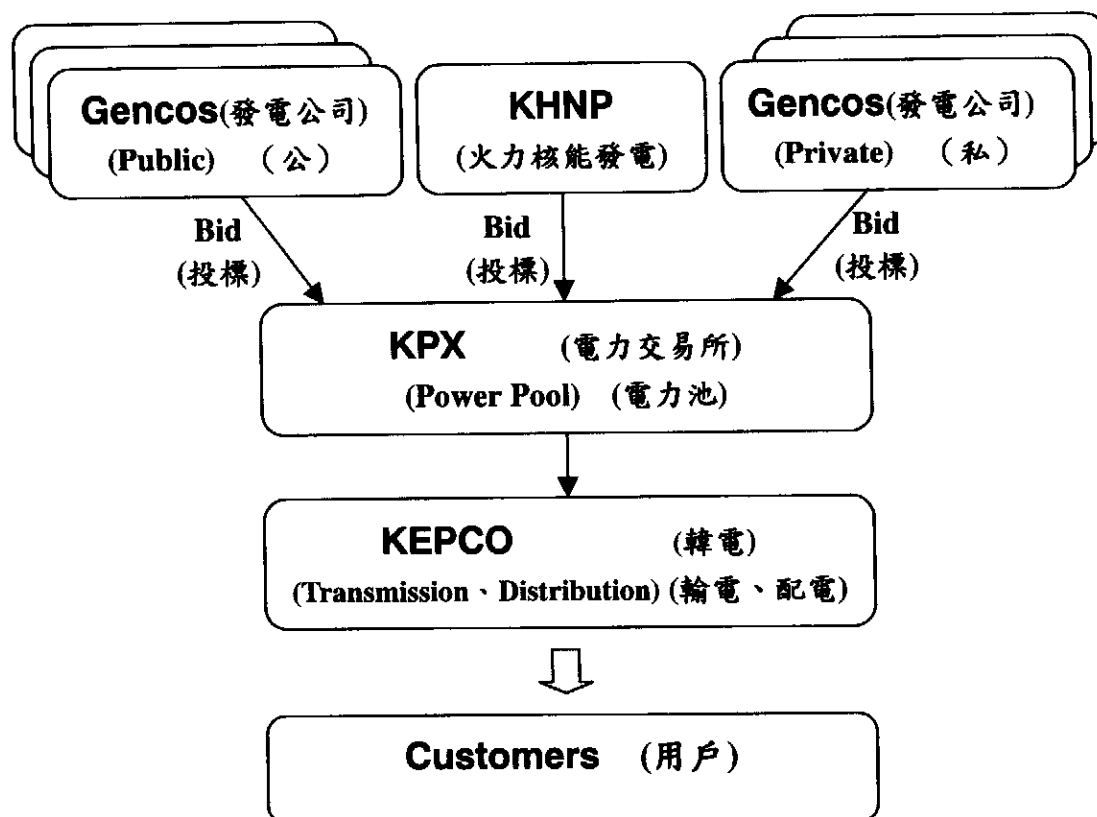
(二) 自由化顧問：

- 1、韓電發電資產分割獨立之研究：參與顧問公司與單位包括 Anderson Consulting、韓國國家經濟研究院(National Economic Research Associates, NERA)。
- 2、新電力競爭市場所需法律架構與建立之研究：參與顧問公司包括 Freehill Hollingdale & Page。
- 3、電力交易制度之開發與執行之研究：參與顧問公司與單位包括能源管理系統顧問公司(EMS Consulting)、Energy Settlement and Information Services (ESIS)、IBM Korea 與 KEMA Consulting。

(三) 自由化比較



(自由化後)



項目	2001 年 4 月自由化之前	2001 年 4 月自由化之後
1	韓電(KEPCO)獨家電業壟斷	火力發電公司(GenCos)自韓電分立
2	獨力負責供電義務	另成立電力交易所(Korea Power Exchange, KPX)、能源會(KOREC)
3	電費受政府規制	發電公司與 IPPs 透過電力交易所競價
4	發電、輸電、配電整個電業一體壟斷	6 發電公司、1 輸配電公司、數家 IPPs
5	佔全國裝置容量 92%、發電量 96%、用戶無用電選擇權	發電公司與 IPPs 可透過區別合約(Contract for Difference)向供應商與用戶直接購電或售電
6	水力、火力、核能發電一把抓	水力、核能發電仍歸屬韓電(KEPCO)

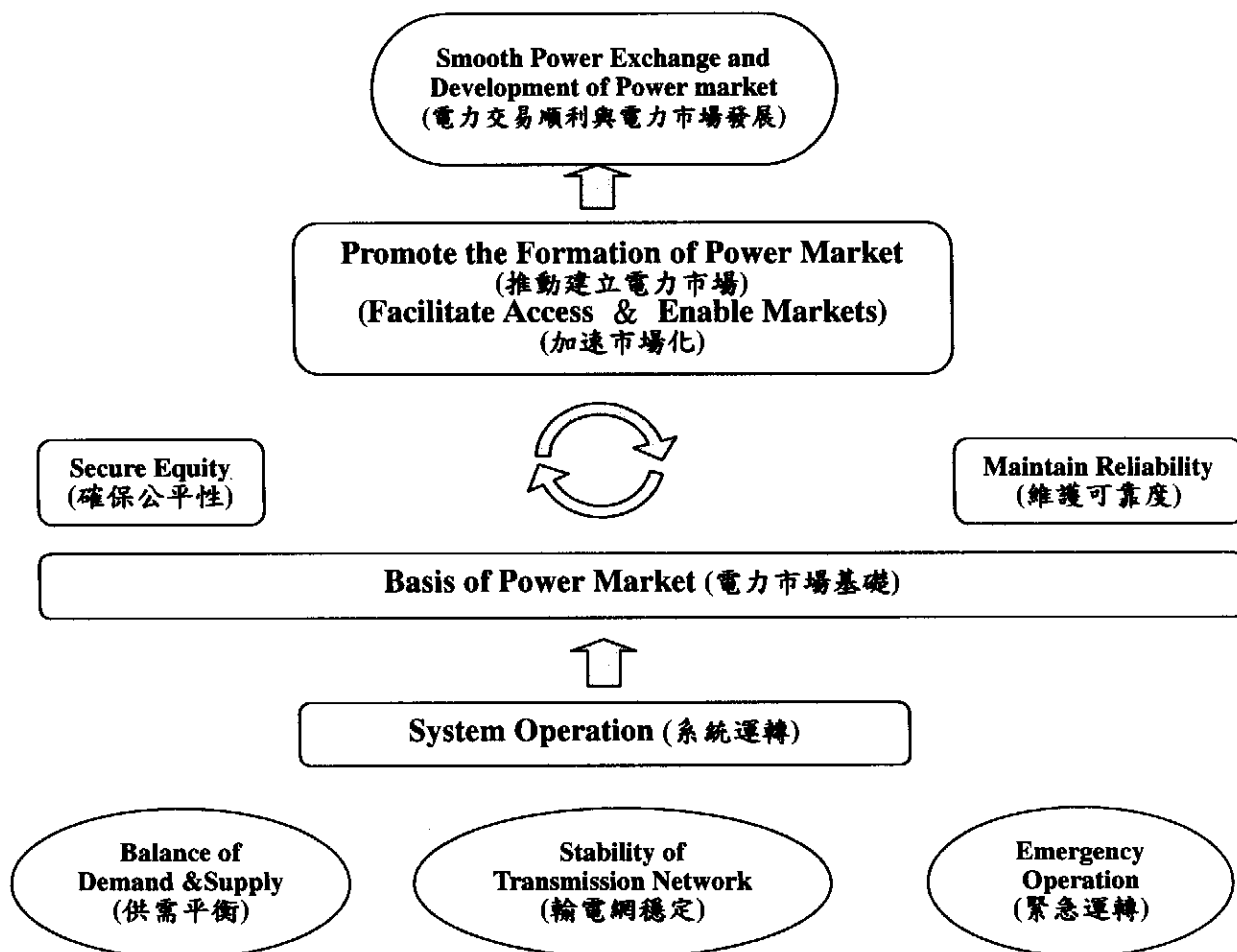
二、電力供應規劃

任何電力需求變動之資料，都被蒐集並據以用於需求預測，以供電廠穩定與經濟運轉之用。

- (一) 蒐集與電力需求變動有關資料：包括，溫度與用電量相關性、氣象報告、各季用電趨勢、經濟表現、社會事件等資料。
- (二) 電力需求預測：從每月、每週、每日、到每小時之需求預測。
- (三) 建構發電計畫：考慮發電投標量、限制因素、網路穩定、電力品質等因素。
- (四) 負載調度操作：網路運作之守則為確保供需平衡、維持規則頻率、保持穩定電壓與穩定運轉。

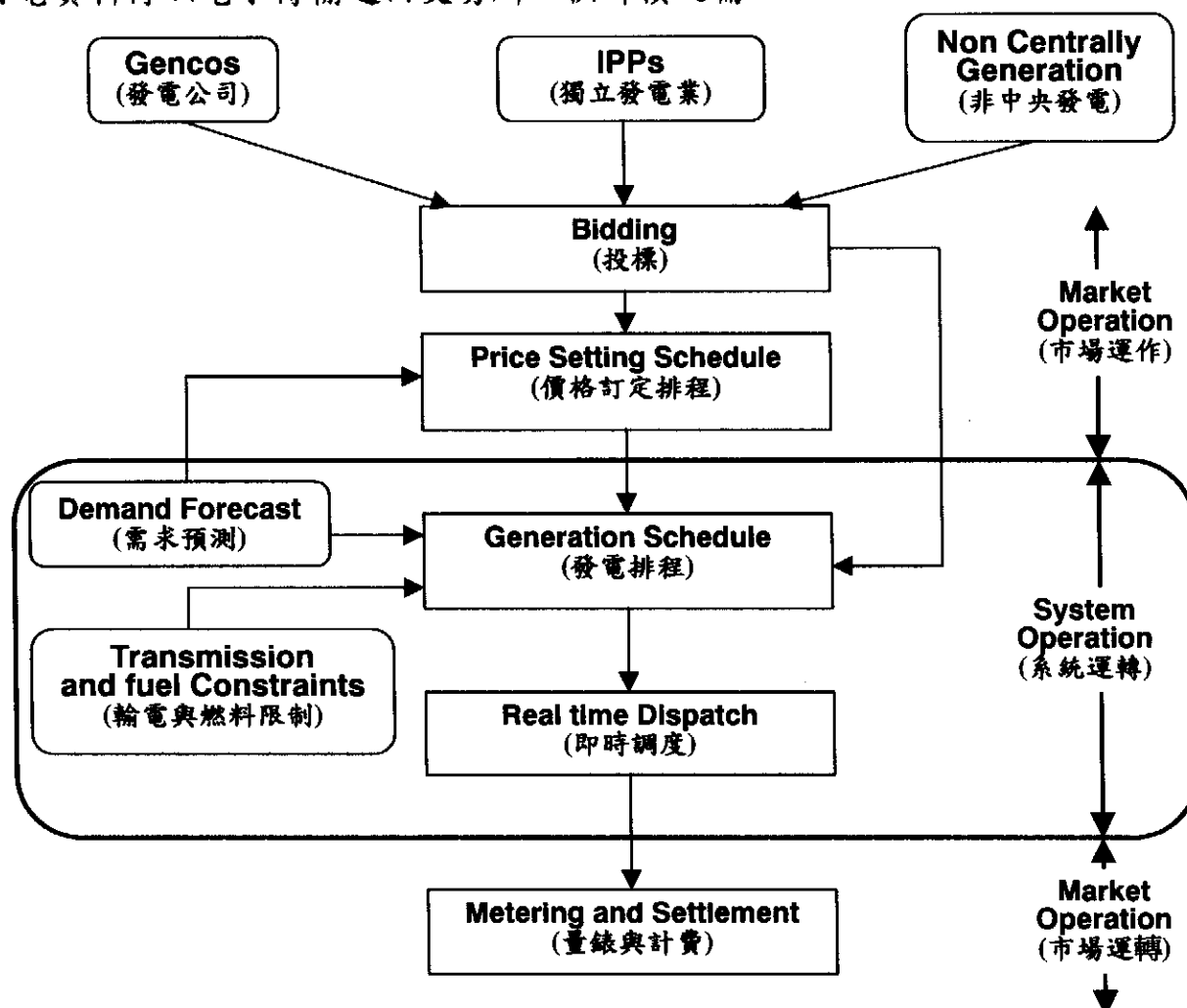
三、電力系統運作

電力系統運作目的在使系統操作員保持電力系統設備穩定，維持電力供需平衡，並透過系統事故之危機管理以確保電力交易之順利進行。



四、電力市場交易

韓國電力市場係透過競價機制進行電力交易，其參與成員包括發電公司、輸配電公司與用戶。電力交易所係根據韓國電業法 (Electricity Business Act) 第 35 條成立之非營利獨立機構。交易前一日，排定之發電機組將被要求向市場提報可發電之容量；電力交易所則負責(KPX)提出系統需求預測、價格訂定排程與運轉排程。此一運轉排程須事先將燃料使用情形、IPPs 熱能供應(Heating Supply)狀況、輸電擁塞與否與備轉容量等限制因素納入考量。電力交易所再依據最新的運轉排程執行即時電力系統調度，並透過輸配電公司將電力售與用戶。電力交易所並負責電錶設備安全管理，以便發電或用電資料得以電子傳輸送回交易所以供計價之需。



五、電力交易所運轉設施

為電力系統之穩定與有效運轉，電力交易所可對輸電業操作員發佈調度指令：諸如電力系統之並聯與解聯，並根據與發電規則相關之調度指令進行區域向位修正設備(Regional Phase Modifying Equipment)之開、關。

輸電網路之調度系統運作須考量輸電線路之過載情況與斷路器之遮斷容量以控制電力潮流並維持適宜的電壓。

輸電設施	輸電線路		變電所		
	回路長度 (C-kM)	總導線長度 (kM)	地點	變壓器數量	容量 (MVA)
765kV	662	11,907	3	-	1,110
345kV	7,345	76,691	46	115	63,577
154kV	17,576	73,781	410	1,260	78,119
合計	25,583	162,379	459	1,348	142,806

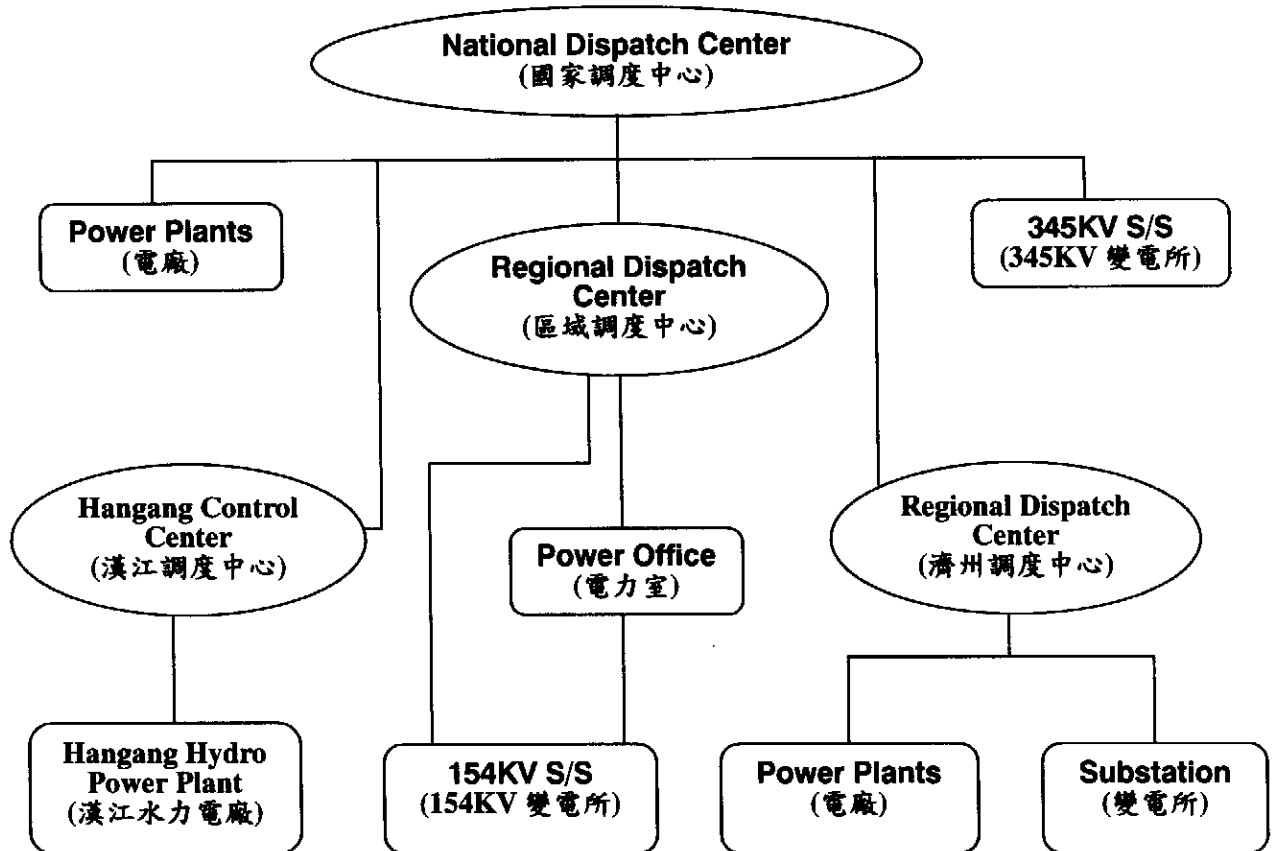
六、中央負載調度室職責

優良品質之電力包括規則的頻率、穩定的電壓與罕見的停電狀況。作為整個電力供應網路之中樞，韓國之中央負載調度室(Central Load Dispatch Office)負責電力系統每日 24 小時之監控，並利用輸、變電設施提供用戶優良電力品質。中央負載調度室除掌控核能、火力、水力等各類電廠之電力輸出外，並負責執行下列任務：

- (一) 監控電力網路
- (二) 調節電力供需
- (三) 機組有效運轉
- (四) 電網穩定運轉
- (五) 防止停電與迅速復電
- (六) 控制網路電壓與頻率

中央負載調度室透過調度指令直接控制所有發電機組、變電所、區域調度

中心(Regional Dispatch Centers)與濟州調度中心(Cheju Dispatch Center)，並依據區域別與電壓等級操作電網，穩定供電。調度系統係在規定的電壓範圍內執行網路操作；控制輸變電設備；執行事故修復與事故防止。



七、中央負載調度室與區域調度中心關係

區域調度中心(Regional Dispatch Centers)在國家調度中心(National Dispatch Center)之體制下，接受中央負載調度室之指令、操作。

丙、心得與建議

壹、 韓電輸電線路建設在政府、大部民眾支持及韓電人員力爭上游的努力下，其設備規模及部分技術(如超超高壓輸電線，直流高壓海底電纜)均已超越本公司(詳附表二)。如何得到社會的支持及引進新的輸電技術是我們應努力的方向。

貳、 韓電對股長以上員工不准加入工會，故其在分割六大發電公司時，雖遭遇 38 天之罷工，仍可維持基組正常運轉，此點值得公司深入探討。

附表二

中韓電力經營統計比較表

Corporate Highlight of TPC & KEPCO

2002.12.31 止

項目 (ITEM)	台電 (TPC)	韓電 (KEPCO)	KEPCO/TPC
1.裝置容量 (千瓩) Installed capacity (MW)	31,915	49,560 (Korea 59842)	1.552 (1.875)
容量配比 (%) (水力、火力、核能)	14、70、16	7、64、29	
2.發購電量 (百萬度) Energy Production (Million Kwh)	165,901	292,182	1.761
3.售電量 (百萬度) Energy Sales (Million Kwh)	151,193	278,451	1.842
4.尖峰負載 (千瓩) Peak Load (MW)	27,117	45,773	1.688
5.用戶數 (千戶) Customers (Thousand)	10,897	16,490	1.513
6.輸電配電設備 Transmission, Substation, and Distribution			
— 超高壓變電所 (千仟伏安 MVA) 765Substation		3 所 (7,110)	
— 超高壓變電所 (千仟伏安) 20 所 (36,000) 345KV Substation		69 所 (69,078)	3.45 (1.919)
— 一次變電所 (千仟伏安) 129 所 (43,320) Primary Substation 345/161 (P/S) — 45 所 161/69 (D/S) — 84 所		472 所 (83,364) 154KV	3.659 (1.924)
— 二次變電所 (千仟伏安) 324 所 (22,504) Secondary Substation		30 所 (1,286)	
— 輸電線迴線長度 (公里/Circuit KM) Transmission	14,411	27,937	1,939
— 配電線迴線長度 (公里/Circuit KM) Distribution Line	282,212	366,944	1.3
7.線路損失 Line Loss	5.68%	4.5%	0.792
8.願景 Vision			
成為具有卓越聲望的 世界級電力事業集團 To become a prestigious and World-class power utility group.		與顧客一起成長 成為世界級的電力事業 To become a world-class utility that prospers with customers.	

台灣電力公司派赴韓國電力公社

第廿六屆考察團

(民國 92 年 9 月 25 日~92 年 10 月 2 日)

因應電業民營化、自由化，韓電配售電
組織調整及客戶服務策略

報告人：蔡 大 同

(一) 對韓國電業經營環境改變之認識

1、韓國政府自 1993 年起開始研擬電業自由化與民營化分階段之辦理計劃，並於 1998 年正式對外宣布電力產業的重組計劃，共分為三個階段，各階段主要內容如下：

(1) 第一階段：引進發電部門的競爭機制(2000~02 年)

◆韓電發電部門進行分割。

◆分割後發電部門進行民營化。

(2) 第二階段：建立電力批發市場競爭機制(2003~08)

◆成立區域性配電公司。

◆開放輸電代輸業務。

(3) 第三階段：建立電力零售市場競爭機制(2009~)

◆配電網路分割重組。

◆開放用戶購電選擇權。

2、至目前為止韓國電力產業的實際重組過程如下：

(1) 2001 年 4 月：將韓電發電部門分為 6 家公司（一家核能公司，5 家發電公司）。

(2) 2001 年 4 月：設立電力交易所（KPX）。

(3) 2003 年 1 月：容許設備容量 500KVA 以上大用戶之購電選擇權。

(二) 配售電系統組織調整現況與方向

1、全社組織調整概況

(1) 目前員工總數計 18868 人，總管理處自 2002 年 6 月起調整，設置企劃本部、管理本部、營業本部、發電事業本部及對外事業本部，另自 2001 年 4 月起將發電部門分割成立 6 個子公司，電力調度處分割

成立電力交易所，事業本部各自擬訂經營策略及執行業務計畫，並負成敗責任。

- (2) 各行政支援之室、處重整合併，依支援各事業本部之性質、功能及事業分野重編，各支社(15 個)、支店(171 個)共計 186 所，劃歸營業本部從事配售電業務。

2、配售電系統調整概況

- (1) 營業本部包括配電及售電業務，組織包括營業處、配電處、需求管理室、電力交易室及營業資訊室，外屬單位有 15 個支社、171 個支店(如附件)，營業本部員工計 165 人，外屬單位 11603 人，合計 11786 人，約佔全公司員工數 62%。

- (2) 因應電業自由化，韓電在營業本部設置下列各部門

- ◆價格戰略組(營業處)－負責研訂各類電價。
- ◆電力測量組(配電處)－從事測量輸電及配電的交易量業務。
- ◆電力交易室－負責與發電公司的電力交易、結算及制定雙向交易基礎等業務。

- ◆目前正檢討設立專門負責大用戶有關的業務組。

- (3) 目前營業本部之組織係因應電力自由化所做之重組，在用戶選擇開放後，組織之基本架構不會變動，但將成立大用戶服務之部門，倘韓國政府決定配電業亦進行分割，則營業本部組織將再作大幅度之調整。

- (三) 因應電力市場自由化，韓電因應策略

1、電力市場自由化現況

- (1) 開放對象：5000KVA 以上之大用戶 146 戶（一般用電用戶 3 戶，產業電用戶 143 戶）。
- (2) 市場規模：56174GWH(十億度)占總售電量 20%，售電金額約 3 萬億韓元，占電費收入約 14%。
- (3) 按照韓國政府對電力產業結構調整計劃，輸配電部門仍將維持目前的獨占地位，僅在發電及售電領域引進競爭機制。
- (4) 由於韓國引進市場競爭的時間不久，難以分析整體效果及影響，須俟競爭環境逐步成熟以後，才能分析該競爭體制帶來的效果。

2、因應自由化採行之措施

- (1) 規劃對大用戶進行 load style 之研究，據以採行何種策略來防止用戶流失。
- (2) 加強對電力直購市場分析，項目如下：
 - ◆分析大用戶的需求情況和各類用戶電力消費型態及特徵。
 - ◆經由分析直購決定因素及價格比較，俾預估未來趨勢。
 - ◆刻正研究建立大用戶數據資料庫和負載分析系統，預計 2003 年底完成。
 - ◆分析用戶流失產生的影響，例如分析用戶減少時，對韓電財務收支產生的影響及轉嫁於其他顧客的費用案。

◆依據電業法令規定，為營造公平的競爭環境，電力公司應自行制定電價，因此韓電為維持市場競爭採取之價格策略，目前正由韓電與政府進行協商中。

◆目前營業本部設立「價格戰略組」，研究對直購顧客適用的新價格和服務體系，預計 2004 年元月完成，根據此一結果，將樹立整體大用戶營銷策略。

3、韓國電業市場在 2003 年起開放 500KW 以上用戶用電選擇權，為配合電力市場自由化成立電力交易所，但法令規定有購電選擇權用戶不得直接向發電公司購電，如不向韓電購電，則只能向電力交易所直接購電，其制度設計與英國不同，而目前因供給電力用戶之電價偏低，故尚未發生流失大用戶之情形，惟韓電有鑑於電力價格偏低，正向政府積極爭取調高價格，經過調整後如電價提高，大用戶基於成本考量可能發生用戶之流失情形，韓電此項調整計劃預定在 2006 完成。

4、加強客戶服務之措施

(1) 提供電費折扣優待

◆對不須列印電費收據之網路付費用戶，每月每戶扣減 200 韓元，代繳戶則優待減免電費金額 1%，惟最高以韓幣 500 元為限，至 2003 年 7 月止，網路繳費計 110 萬戶，代繳戶約 900 萬戶，占比例約 66%，其網路繳費成長快速原因為年輕人喜愛並習慣使用網路及定期辦理促銷活動，電費優惠誘因不大，只是因素之一。政府機關從節省成本著眼亦響應辦理網路繳費。

◆信用卡繳費則限住宅用戶選用，其有兩種方式，其一

為利用信用卡轉帳公司自動轉帳，惟因手續費為1.3%，採用之用戶不多，另一項為加入韓電網頁之「虛擬分店」會員，由韓電自動分送訊息及繳費通知轉帳代繳電費，至2003年7月約有20萬戶，每月有200韓元優惠減免措施。

(2) 經由手機傳送短訊服務向用戶事先提供訊息

用戶經由韓電網頁之「虛擬分店」申請附加服務，韓電在每期電費繳費期限前十天提供通知用戶用電費及電費之服務。

(3) 提供訪問檢查服務

定期訪問檢查契約容量1000KW以上用戶，主動協助檢查用戶變壓器及內線設備。

(4) 顧客選擇繳費日期

政府機關及教育機關不分地區均可選擇每期之繳費日期。

(5) 有分支機構之用電戶提供合併電費收據服務，對網路及代繳用戶不分地區及繳費日期均提供合併電費收據予用戶。

(6) 定期召開消費座談會，包括利用網路與用戶進行溝通，及定期與消費者團體負責人進行對話，聽取用戶意見。

(四) 電力需求面管理措施

1、抑低電力尖峰需求及移轉負載

推廣夏季期間移轉負載尖峰至假日，維修期間推廣夏季期間移轉負載尖峰至假日、維修期間使用。

◆適用對象：300KW 以上的一般用電，產業用電顧客
在白天連續 3 天以上將尖峰負載減少 50%
以上或 3000KW 以上。

◆調整期間：每年 7 月 15 日至 8 月 31 日。

2、推廣可停用電措施

◆適用對象：500KW 以上的一般用電，教育用電、產業用電顧客在當日 14 點至 16 點的時間抑
低負載 20%或 3000KW 以上。

3、高效率照明器具普及支援制度

◆目的：改善電能最終消費階段的照明器具效率，節約
用電，抑低尖峰負載。

◆適用對象：安定器（電子式）、燈泡型螢光燈。

◆支援對象：安裝或支援政府認可的高效率照明器具，
節約用電容量 2KW 以上。

4、高效率電容器普及推廣

◆目的：提高占用電量達 60%之電動機的功率因素，抑
低尖峰負載，節約用電。

◆適用對象：在一般使用節約用電效果大的容量 3.7KW
以上的電動機裝置電容器，節約 10KW 以
上，平均節省電力約 34%。

5、儲冷設備普及推廣，給予用戶補助費及獎勵費。

6、推廣大用戶可停電力措施

◆適用對象：契約容量 5000KW 以上的用電戶，在韓電
通知暫停用電期間至少移轉尖峰負載
20%以上。

- ◆扣減金額：韓電支付用戶 2 個月基本電費，並於抑低用電期間予以扣減電費。

7、直接控制負載制度

- ◆適用對象：契約控制容量在 300KW 以上之電力戶安裝直接控制負載制度系統，由韓電直接控制顧客的負載。

8、緊急抑制用電負載制度

- ◆適用對象：契約控制容量在 300KW 以上之用電戶願在緊急限電期抑低用電 20%以上，或用電容量 1000KW 以上，韓電於限電期間予以扣減電費。

(五) 創新服務措施

- 1、韓國修訂電業法的規定後，正著手考慮修改相關供電約款（相當於本公司營業規則）內容，以因應競爭環境。

2、簡化供電管制

在 2000 年 5 月以後，已修訂用電容量在 5KW 以下無需提供建築物使用執照即予受理供電。

3、修改屋內線檢驗制度

- ◆修訂前：用戶申請用電時，韓電對所有一般用電設備進行內線設備檢查合格後方予送電。

- ◆修訂後：2000 年 11 月起配合電業法修訂內容，實施用電前檢查機構二元化，在送電前必須經韓國電氣安全會社申請或韓電申請檢查合格，才能供電。檢查機構劃分範圍為韓國電氣安全會社負責教育機構、路燈、製造業電

力用戶，韓電負責電氣安全會社以外及住宅
用戶之檢查業務。

4、提供網路查詢電費、用電資料及下載電費收據服務

5、開辦網路申請服務

◆自 2001 年起開辦契約容量 5KW 以下用戶（無須用戶
簽章）網上申請用電。

◆於韓電對外網頁開辦「虛擬分店」受理用戶各項用電
申請及陳情服務。

6、成立顧客支援小組

◆小組主要負責申訴案件之追蹤督導，每年舉辦二次顧
客滿意度調查，規劃網路申辦服務。

◆韓電連續 4 年在韓國政府辦理之市場滿意度調查結果
排名第一位，滿意度高達 78%。

（六）韓電客服中心（CALL CENTER）現況

1、韓電計劃每一支社（共 15 個）成立一 CALL CENTER，

目前在漢城地區已成立 4 個 CALL CENTER，預計 2004
年底全部建置完成，韓電考量支社用戶數太多，故不採行
設立區域性 CALL CENTER 之方式。

2、以漢城支社為例，營業區域用戶數約 295 萬戶，人口數約
1100 萬人，其所屬之 CALL CENTER 韓電員工 6 名，專
職外包人員共 21 名，採三班輪值，兼職外包人員計 156
名，採分班輪值。

3、設備：CALL CENTER 使用面積約計 250 坪，使用電話線
路計 185 線，其通訊及軟硬體設備係以每小時每人
接聽 20 通電話為規劃原則。

4、系統主要功能：

- (1) 自動偵測來電號碼，連絡到資料庫進行電話關聯性比對，將用戶資料傳送到值機員螢幕。
- (2) 藉由自動話務分配機制，將來話配接至最適當客服人員回答處理。
- (3) 自動將資料經由電話傳送給用戶指定之傳真機。
- (4) 提供用戶與值機員對話錄音，作為管理、教育訓練及糾紛處理的憑據。
- (5) 提供錄音記錄之語音搜尋、分類及統計等應用功能。
- (6) 以電話外撥、簡訊、傳真、電子郵件等方式，主動提醒用戶繳費期限及停限電等訊息。
- (7) 可依電話門號、值機員及整體話務量作統計分析。
- (8) 追蹤記錄每一通電話，包括轉接、IVR 語音互動記錄及等待時間等。

5、Call Center 處理業務範圍

(1) 用戶來電處理項目

- ◆用戶用電基本資料查詢、電價、電費帳務及欠費停電資料的查詢。
- ◆5KW 以下之用戶直接受理新設及廢止等各項用電申請。
- ◆受理線路遷移等用電申請。
- ◆申請案件處理進度查詢。
- ◆用戶陳情申訴及事故停電通報。(註：停電事故處理情行之訊息係由管理人員傳送各值機員以回復用

戶)。

◆目前正規劃提供氣象資訊提供用戶查詢。

(2) Call Center 外撥電話服務項目

◆用戶申訴問題處理完成後，進行顧客滿意度調查。

◆提醒尚未繳費用戶儘快繳費。

◆提醒轉帳代繳用戶存款不足用戶儘速繳費。

6、值勤人員值班分配

人員類別		值班時間	人數	值勤方式
專任值機員		24 小時	8 人	每日分 3 班輪值
兼任值機員	白天	09:00~18:00	78 人	以 13:00 區分上、下午各一班
	晚間	18:00~20:00	8 人	必要時得延長值勤時間

7、話務量分析

(1) 以 2003 年 6 月統計各 Call Center，平均每天處理通話量約 15000 通電話(含語音自動回答系統處理)，約佔所有對外話務量之 92.7%。

(2) 話務量項目分析如下表：

業務項目	通話量(通)	占比
電費轉帳處理	30,146	30.0%
過戶	20,902	20.8%
廢止/暫停用電	22,788	22.7%
收據再核算	9,635	9.6%
中間抄表	6,619	6.6%
事故處理	5,314	5.4%
陳情申訴	4,936	4.9%
合計	100,340	100%

（七）感想與建議

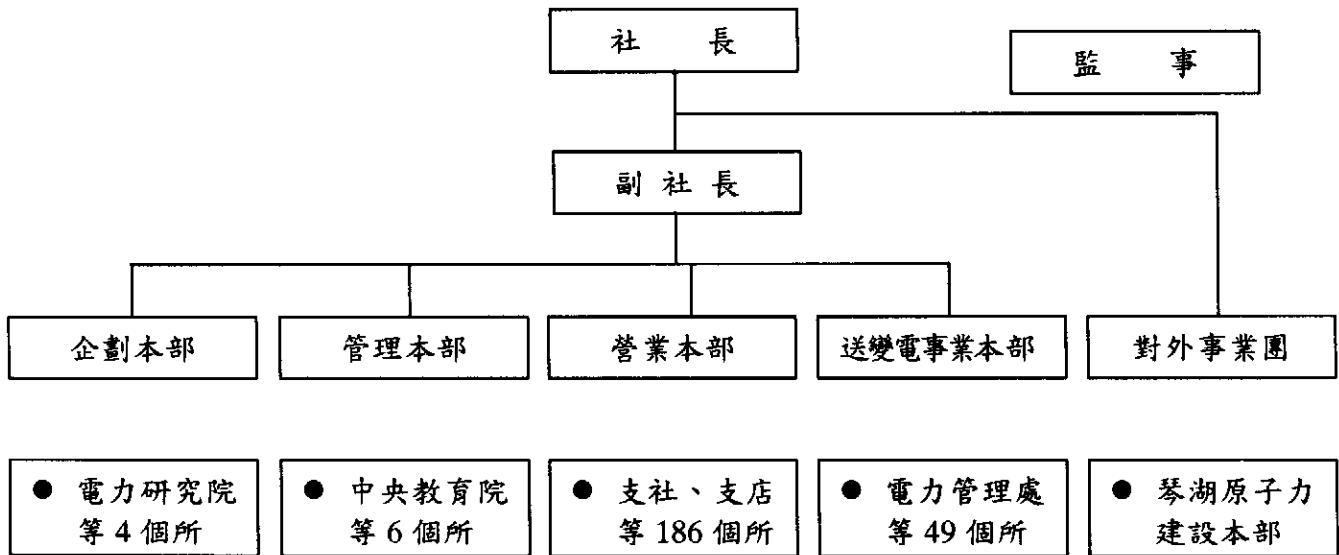
- 1、韓電為因應民營化及電業自由化之趨勢，近年來積極進行組織重整，電廠業務已順利分割，未來將開放輸配售電業務，該公司 2002 年 利超過 3 兆韓元，財務結構健全，經營效率十分卓越，並提出「尊重用戶、追求改變、加強獲利」之核心價值，連續 4 年獲韓國政府投資企業中滿意度第 1 名，亮麗的表現，值得本公司觀摩與學習。
- 2、為確保用戶於自由化仍選擇向韓電購電，韓電認為經由提高經營效率，以強化價格競爭力及加強與用戶間的信賴關係，迎合用戶多方面的需求，韓電預知經營危機的精神，值得本公司學習。韓電為了留住客戶，其公司政策均已調整為顧客導向，對新服務之開發與落實，均可為本公司之參考。
- 3、韓國電力自由化雖然產生競爭，但解除管制的結果也允許去做發電及供電以外的業務，韓電已成立多家子公司，對於人員轉置及協助韓電集中力量發展核心技術，具有相當成效，此不但可增加集團綜效，亦可強化母公司的競爭力，實值得本公司民營化之參考。
- 4、韓電進年來致力於提高電壓等級，藉以提昇供電品質及減少線路損失，其配電系統由原 11KV 全部改為 22KV 配電，而 66KV 輸電線也多以 154KV 取代，完成 765KV 之特高壓輸電線及 765KV 特高壓變電所，對供電能力有很大幫助，本公司簡化電壓階層有必要加速進行。
- 5、韓電訂定供電保證契約（類似服務品質標準），以承諾對用戶權益的關心，提供快速且滿意的服務，將用戶的滿意度視為最優先的選擇，以感動用戶的心，能獲得全國最高榮譽獎，

不是從天而降，例如利用網路服務用戶，增加與用戶間之溝通管道，韓電之作法及網路化內容，值得作為本公司服務用戶之參考。

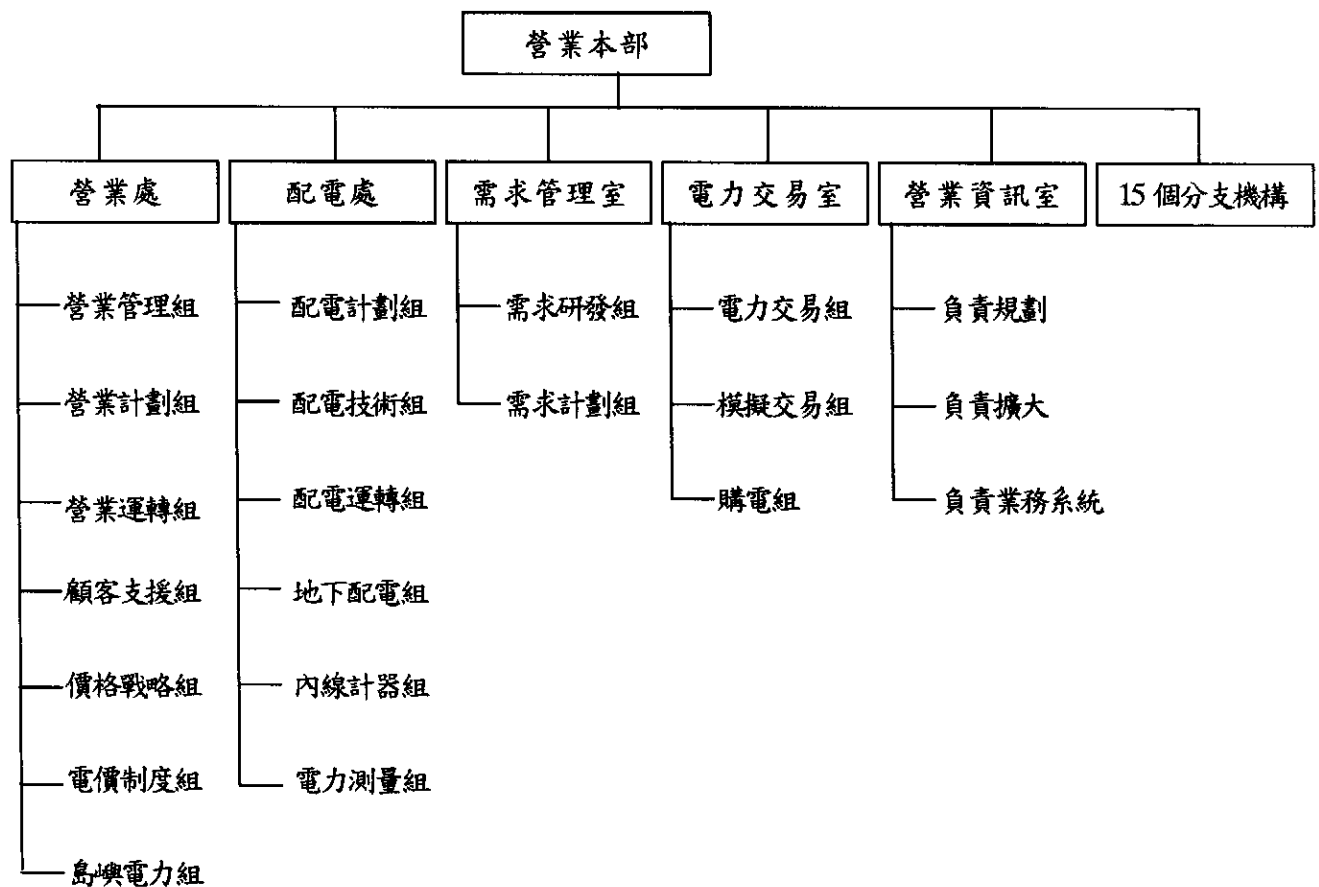
- 6、韓電工作停電時間指標每年每戶 10 分鐘，比起本公司每年每戶約 58 分鐘（92 年 1 至 9 月實績），實在優異許多，而韓電推動實實施不停電施工法，有助於提升恢復供電績效。
- 7、韓電配電事故停電時間降低的方式，是採用每人及每組責任認養制度，幹部亦需每年定期參與巡視，重視不停電的預防性維護，檢測儀器齊備，人力不足即委外發包檢測，尤其在重負載、大風雨後、雷害季節、颱風季節前等狀況下，實施特別維護，提高饋線供電能力，可供本公司參考改進。
- 8、韓電技術人員及工程師均穿著統一制服（包括支店及電廠人員），其團隊精神及團隊紀律讓人印象深刻，值得本公司學習。
- 9、韓電自 2003 年 2 月起規劃推動成立 Call Center(客戶服務中心)，以漢城支社之 Call Center 為例，初估移轉其轄區內各支店及支社電話接聽業務約 92.6%，相對減少相關部門之工作量，韓電擬以一年期間工作量之變化據以檢討人力配置標準，該項做法可供本公司目前正規劃推動成立客戶服務中心須配合調整相關部門人力之參考。

韓國電力公司組織圖

2002.06.30 起實施



韓電營業本部的組織圖



台灣電力公司派赴韓國電力公社

第廿六屆考察團

(民國 92 年 9 月 25 日~92 年 10 月 2 日)

韓電之財務管理

報告人：潘 清 水

一、韓電之財務結構

韓電近幾年之業主權益佔總資產比率（詳表一）從 1997 年之 36.5% 上升到 2002 年之 50.4%，顯見財務結構有大幅改善，反觀同期間本公司之上述比率則自 1997 年之 48.9% 下降為 2002 年之 42.3%，可見財務結構逐漸惡化，值得本公司警惕並力圖改善。

(表一)韓電之財務結構表

單位:10 億

	1997	1998	1999	2000	2001	2002
韓電之總資產	47,803	50,878	64,766	65,920	70,562	70,512
韓電之業主權益	17,452	18,721	30,325	32,059	33,182	35,562
韓電之業主權益／總資產	36.5%	36.8%	46.8%	48.6%	47.0%	50.4%
台電之業主權益／總資產	48.9%	47.4%	45.8%	44.1%	42.7%	42.3%

註：1.本表所述係韓電及其子公司之合併報表資料

2.資料來源:韓電 2003 年年報暨 2002 年 9 月韓電發行五年期 6.5 億美元公司債之公開說明書

二、韓電之債務結構

(1)浮動利率 vs.固定利率

迄 2003 年 8 月底止，韓電之債務結構如表二，從表中可看出目前韓電之浮動利率債務占比約 30.8%，固定利率債務占比為 69.2%。其固定利率之債務比重高達七成，利率變動風險已相對降低。本公司近年來為降低利率變動之風險，亦趁利率處於歷史相對低檔區時，致力於提高固定利率債務之比重，1999 年本公

司固定利率債務占比為 22.07%，至 92 年 9 月時已提升為 41.47%，該項比重較之韓電之七成比重，似乎尚有伺機進一步調整之空間。

(表二)韓電之債務結構

2003.8.31

	外幣		韓圓		合計		利率(%)
	千 US\$	占比	百萬	占比	百萬	占比	
固定利率	5,252,496	(89.9)	3,273,548	(48.2)	9,463,615	(69.2)	5.51
國內	-	(-)	3,273,548	(48.2)	3,273,548	(23.9)	6.3
國外	5,252,496	(89.9)	-	(-)	6,190,067	(45.3)	5.09
浮動利率	592,500	(10.1)	3,523,162	(51.8)	4,221,423	(30.8)	4.56
國內	-	(-)	3,523,162	(51.8)	3,523,162	(25.7)	5.23
國外	592,500	(10.1)	-	(-)	698,261	(5.1)	1.2
合計	5,844,996	100%	6,796,710	100%	13,685,038	100%	

資料來源:韓電提供之書面資料

(2)外幣借款 vs.韓圓借款

迄 2003 年 8 月底止，韓電之外幣借款總金額達折合 58 億美元。（詳見表三）

(表三)韓電之外幣借款情形表

2003.8.31

單位:百萬

	貨幣別	借款結欠額	折合美元	折合韓圓	構成比(%)
韓圓		6,796,710	-	6,796,710	49.7
外幣	US\$	3,788	3,788	4,464,525	32.6
	¥	218,789	1,819	2,208,874	16.1
	C\$	54	39	46,189	0.3
	CHF	55	40	45,876	0.3
	EUR	60	68	77,379	0.6
	£	24	39	45,485	0.3
			5,793	6,888,328	50.3
合計				13,685,038	100.0

資料來源:韓電提供之書面資料

由表三可看出韓電之借款中，逾半是外幣借款，因此韓電所面臨之未來匯兌風險相對提高，本公司自民國 73 年以來即因配合政府政策，所需電源開發資金儘量於國內資金市場籌措新台幣資金支應，故所面臨之匯兌風險遠較韓電為低。

(3)短期借款佔總借款比率（詳請參閱表四）

韓電最近三年之短期借款佔總借款之比率均在 2%以內，可見韓電對短期財務風險之控管亦甚嚴謹，資金之使用亦避免以短支長。

(表四)韓電之短期借款情形表

十二月三十一日(各年)

單位:百萬

年度 借款別	2000 年	2001 年	2002 年
短期借款	481,231	556,929	157,733
長期借款	25,727,693	27,345,153	23,318,783
長短期借款合計	26,208,924	27,902,082	23,476,516
短期借款佔總借款比率	1.8%	2.0%	0.7%

資料來源:同表一

三、韓電之股利發放情形

由近二年之韓電股利發放情形(詳表五)可知,韓電近二年之純益中只有大約二成比重係分派為現金股利,其餘約八成的純益均以保留盈餘(retained earnings)之方式將資金留作公司繼續擴充發展之用。

(表五)韓電之股利發放情形

年度	股數	每股股利	總股利(百萬)	當年度純益(百萬)	總股利/純益
2001	640,100,876 (含庫藏股 1,134,053 股)	5 50	351,432	1,634,850	21.5%
2002	640,100,876 (含庫藏股 913,375 股)	8 00	511,350	3,048,105	16.8%

資料來源:同表一

四、國際融資

韓電最近四年在國際資本市場籌資情形如下表。

從表六所示各項融資可看出，韓電近年仍熱衷於國際資本市場籌資，所籌資金之幣別包括歐元、日圓及美元，利率則介於1.18%至8.25%之間。其中值得一提的是2002年之發行債券，該次債券係於美國資本市場私募債券，發行價格為本金之99.546%，所募得之資金主要係用以提前償還於1999年所借入之日圓借款，該項新舉借之美元債券利率(4.25%)較舊債之日圓貸款利率(2.27%)為高，可見該次再融資應係著眼於幣別風險之轉換。

(表六)韓電之國際融資情形

單位:百萬(各幣別)

年度	融資型態	幣別	金額	條件	
				期間	利率
1999	債券	EUR	300	5年	5.75%
		¥	30,000	3年	2%
	貸款	¥	88,032	7年	2.27%
2000	債券	US\$	300	5年	8.25%
		¥	30,000	5年	2.10%
	貸款	¥	4,007	7年	2.27%
2001	債券	¥	35,000	3年	1.27%
		¥	25,000	3年	1.18%
2002	債券	US\$	650	5年	4.25%
		US\$	250	5年	3個月 LIBOR+75bp

資料來源:韓電所提供之書面資料

五、利率、匯率變動風險管理

(1)訂定長期目標組合 (target portfolio)

韓電公司對於利率、匯率風險管理之目標在於確保財務之安定性，韓電曾聘請瑞士聯合銀行及高盛公司（UBS Warburg, Goldman Sachs）為利率、匯率風險管理顧問，在兼顧資金成本及縮小盈餘風險值（Earnings at Risk）的考量下，韓電對其借款之幣別與利率組合訂了長期目標值，即韓圉借款佔 70%，外幣借款佔 30%，固定利率借款佔 70%，浮動利率借款佔 30%。並逐步朝該長期目標邁進。韓電於 2003 年 7 月間對其投資人簡報時亦將該目標組合納入簡報內容（請參閱附件一）

(2)衍生性商品之運用

截至 2002 年底止，韓電及其各子公司計與各大金融機構簽訂 14 件貨幣交換合約及 25 件利率交換合約。可見韓電對衍生性商品交易已有相當之經驗，韓電也因操作交換合約致在 2000 年及 2001 年分別損失了 1627 億及 2092 億韓圉，惟在 2002 年則獲利 1441 億韓圉。

(3)財務風險管理委員會

韓電為了管理其財務風險，特成立了財務風險管理委員會，委員會之委員長由企劃本部長擔任，另外聘學者乙名為委員，俾提高其客觀性，其餘委員則分由企劃處、監察室及財務處派員擔任，相關衍生性商品之操作均由此一委員會審議後方得執行。

六、資金成本率之評估

韓電之資金成本率由舉債及權益成本加權而來，舉債部分之成本係設定於接近其借款之平均成本率，權益資金成本率則運用資本資產定價模式（Capital Asset Pricing Model）推估，2002 年所使用之舉債成本率為 4.32%，權益資金成本則為 8.02%。

七、感想與建議

- (1)韓電大量使用衍生性商品（換利、換匯）管理其利率、匯率之風險，雖符合最新之潮流與趨勢，惟在過去三年間（2000~2002 年）也因操作換利、換匯導致淨虧損達 2278 億韓圓，可見衍生性商品本身即具高度風險性，本公司將來在操作衍生性商品時，宜審慎為之。
- (2)韓電之近二年純益中約有 80%以保留盈餘方式將資金留作公司繼續擴充發展之用，故其財務結構近年有大幅改善，本公司之盈餘除法定公積外，幾乎全數發放股利，致自有資金短缺，亦使財務結構逐年惡化，宜繼續向政府爭取提列特別公積或保留盈餘，俾充裕自有資金，改善財務結構。
- (3)韓電之人員經常於各不同之單位輪調，對人才之養成助益甚大（據了解，目前韓電之財務處長李道植先生，過去就曾在人事處及海外事業處歷練過），頗值得本公司效法。



Investor Presentation

July 2003

This material has been prepared by Korea Electric Power Corporation for the information of investors of the company. This is not intended as an offer or solicitation for the purchase or sale of any financial instrument or securities. While reasonable care has been taken to ensure that the information contained herein is not untrue or misleading at the time of preparation, the company makes no representation as to its accuracy or completeness. Any projections or estimates may be different from actual results.



KEPCO
KOREAN ELECTRIC POWER CORPORATION

FX & Interest Rates Sensitivity Analysis

Sensitivity to FX & Interest Rate

1% Change in Interest Rate → KRW85.7bil (71.4US\$mil.) Cash (Interest)

10 Won Change in FX Rate → KRW19.6bil (US\$16.4), Cash (Interest, Principal)

KRW66.3bil (US\$13.6), Non-Cash (Translation Gain/Loss)

KRW43.6bil (US\$36.6), Cash (Fuel)

• Total interest expenses and translation gain/loss exclusive of capitalized amounts
• As of Dec. 2002 (KRW/US\$ = 1,200.40)

Interest Bearing Debt Currency Mix

	2000	Mar 2003	Target Mix
KRW	59%	62%	70% △
USD	30%	27%	15% ▽
JPY	10%	10%	15% △
Others	1%	1%	

Fixed vs. Floating Obligation

	Mar. 2003	Target
Fixed	62%	70% △
Floating	38%	30% ▽

• Interest Bearing Debt : KEPCO + GENCOs. As of March 2003.
• Exchange rate of KRW/US\$ = 1,252.90

台灣電力公司派赴韓國電力公社

第廿六屆考察團

(民國 92 年 9 月 25 日~92 年 10 月 2 日)

韓電壓水式反應爐爐蓋穿越管及其他相關
電廠設備之檢測與維護實務探討

報告人：李 清 河

一、前言

1991 年法國 Bugey-3 壓水式核電廠 (PWR) 首度發現反應爐蓋穿越管內側發生軸向龜裂，經檢查後確認為一次側水應力腐蝕龜裂 (PWSCC) 所造成。此事件後壓水式反應爐爐蓋穿越管龜裂問題，開始受到核能界廣泛的重視，世界各國壓水式核電廠紛紛展開其反應爐爐蓋穿越管之檢查。1997 年 4 月 1 日 NRC 依當時各電廠檢查結果發行 GL 97-01，認為因所發現之反應爐爐蓋穿越管龜裂皆為軸向龜裂，故無立即之安全顧慮，但仍要求核電廠執行穿越管內側渦電流檢查(ECT)。2001 年美國 Oconee 電廠執行穿越管內側渦電流檢查時，發現穿越管 J-weld 上方有圓周向龜裂，NRC 於是發行 Bulletin 2001-01，要求各電廠依照 MRP-44,PART 2 評估各機組尚餘多少有效全功率年(EFPY)會劣化到與 Oconee 相同程度。2002 年 2 月美國 Davis-Besse 電廠發生反應爐蓋因反應爐蓋穿越管洩漏，造成爐蓋嚴重腐蝕事件。美國 NRC 立即於 2002 年 8 月發佈 Bulletin 2002-2 以及在 2003 年 2 月發佈行政命令 (Order)，要求全美壓水式核電廠以非破壞檢驗方式定期檢查其反應爐蓋穿越管。

美國南德州壓水式核電廠在 2003 年 3 月發生反應爐爐底穿越管洩漏事件，此事件為壓水式核電廠反應爐底穿越管洩漏之首例，美國核能管制單位 (NRC) 目前已正式發布 Bulletin 2003-2，要求全美壓水式核電廠全面對其反應爐底部穿越管執行目視檢查工作。

本公司核三廠為國內唯一壓水式核能機組，其反應爐頂蓋及爐底穿越管皆為英高鎳 600 之材質，和美國發生事故之電廠所使用之穿越管材質相同，核三廠雖經評估其發生反應爐穿越管洩漏之機率極低，但仍有必要積極搜集國外資訊，以為核三廠未來擬定長期檢查及維修之參考依據。韓國近年來核能工業發展迅速 (目前已擁有 18 部商轉之壓水式核能機組)，在亞洲僅次於日本，其核能電廠之動態與作法

頗值得本公司參考借鏡。本公司此次派團赴韓考察，對於壓水式反應爐爐蓋／爐底穿越管，以及其他相關電廠設備之檢測、維護等項目廣泛和韓電交換作法與心得，所獲良多，將可為本公司核三廠參考。

二、考察內容：

(一) 壓水式反應爐蓋穿越管之檢修計劃：

1. 美國核管單位 (NRC) 之要求：

★ Bulletin 2002-02 提供以下之參考檢測範例供業者參考：

(1) 檢查方法須包含下列三種：

- 100% 穿越管母材 UT 檢查，而範圍最少要包含爐蓋內表面的穿越管到穿越管底部的部份。
- 100% J-Groove 焊道和穿越管濕面與 RCS 水接觸 ECT 或 PT 檢查。
- 100% 有效的目視檢查。

(2) 檢查頻率依各機組老化程度分為三種：

- <8 有效劣化年 (EDY)
- ≥ 8 有效劣化年和 ≤ 12 有效劣化年之間。
- >12 有效劣化年。

(3) 檢查時間分為三種：

- 屬小於 8 EDY 的電廠，5 年以內要執行 100% 穿越管母材 UT 檢查、100% J-Groove 焊道和穿越管濕面 ECT 或 PT 檢查和 3 年以內 100% 有效的目視檢查。
- 屬介於 8 EDY 到 12 EDY 之間的電廠，則每兩個 EOC(不能超過 48 全功率運轉月)即須執行一次 100% 穿越管母材 UT 檢查、100% J-Groove 焊道和穿越管濕面 ECT 或 PT 檢查和 100% 有效的目視檢查。

- 屬大於 12 EDY 的電廠，每個 EOC(不能超過 24 全功率運轉月)即須執行一次 100%穿越管母材 UT 檢查、100% J-Groove 焊道和穿越管濕面 ECT 或 PT 檢查和 100% 有效的目視檢查。

★ 2003 年 2 月 NRC 之行政命令要求為：美國各壓水式核電廠計算各廠反應爐爐蓋之有效裂化年（Effective Degradation Years），有效裂化年之大小主要和反應爐爐蓋運轉溫度和運轉時間有關，反應爐蓋有效裂化年小於 8 年者，屬於發生應力腐蝕龜裂之低風險群組（Low Susceptibility Category），有效裂化年在 8 年至 12 年（含 12 年）間者，屬於中風險群組（Medium Category）。有效裂化年大於 12 年之反應爐爐蓋屬於發生應力腐蝕龜裂之高風險群組，各壓水式反應爐爐蓋在算出有效裂化年後，需對照 NRC 公告 2002-2 所附之參考檢測範例，執行反應爐爐蓋檢查。

2. 本公司核三廠目前之作法：

核三廠依 NRC 2003 年 2 月之 ORDER 執行該廠有效劣化年之計算：

$$EDY_{600F} = \sum_{j=1}^n \left\{ \Delta EFPY_j \exp \left[-\frac{Q_i}{R} \left(\frac{1}{T_{head,j}} - \frac{1}{T_{ref}} \right) \right] \right\} \quad [3]$$

EDY_{600F} = total effective degradation years through February 2001, normalized to a reference temperature of 600F

Q_i = activation energy for crack initiation (50 kcal/mole is an accepted industry standard for SCC initiation in primary water).

R = universal gas constant (1.103×10^{-3} kcal/mole-R)

$T_{head,j}$ = 100% power head temp. during time period j ($R = F + 459.67$)

T_{ref} = arbitrary reference temperature (600F = 1059.67F)

$$(1 / \langle 557 + 459.67 \rangle - 1 / \langle 600 + 459.67 \rangle)$$

$$= 13.96 \cdot \exp -45330.92 (0.0009836 - 0.0009437)$$

$$= 13.96 \cdot \exp -1.809$$

$$=13.96 \times 0.1638$$

$$=2.287$$

核三廠之有效劣化年為 2.287 年。因原能會（AEC）並未要求本公司核三廠反應爐蓋執行何種檢測，只要求本公司提報反應爐蓋穿越管檢查計劃，故核三廠參照美國 NRC 之要求，擬定如下之該廠檢測計劃，並已陳報原能會核備。

- 每三次大修執行一次非目視檢查（non-visual）之 NDE 檢查。
- 該大修，若不執行 non-visual inspection NDE 檢查時，則執行保溫完全拆除之 100% VT 檢查。

3. 韓電之檢修計劃及作法：

韓電目前擁有 18 部商轉之壓水式核能機組，各機組之基本資料如下表：

Units		Reactor Type	Capacity (MW)	Proj. Mgmt.	NSSS Supplier	A/E	Comm. Ops.
Kori Div.	#1	PWR	587	W/H	W/H	Gilbert	Apr. 1978
	#2		650	W/H		Gilbert	July. 1983
	#3		950	KHNP		Bechtel/KOPEC	Sept. 1985
	#4		950	KHNP		Bechtel/KOPEC	Apr. 1986
Wolsong Div.	#1	PHWR	679	AECL	AECL	AECL	Apr. 1983
	#2		700	KHNP	AECL/HanJung	AECL/KOPEC	June 1997
	#3		700	KHNP	AECL/HanJung	AECL/KOPEC	July 1998
	#4		700	KHNP	AECL/HanJung	AECL/KOPEC	Sept. 1999
Young gwang Div.	#1	PWR	950	KHNP	W/H	Bechtel/KOPEC	Aug. 1986
	#2		950		W/H	Bechtel/KOPEC	June 1987
	#3		1000		HanJung/CE	KOPEC/S & L	Mar. 1995
	#4		1000		HanJung/CE	KOPEC/S & L	Jan. 1996
	#5		1000		DooSan/WEC	KOPEC/S & L	May. 2002
	#6		1000		DooSan/WEC	KOPEC/S & L	Dec. 2002
Ulchin Div.	#1	PWR	950	KHNP	Framatome	Framatome	Sept. 1988
	#2		950		Framatome	Framatome	Sept. 1989
	#3		1000		HanJung/CE	KOPEC/S & L	Aug. 1998
	#4		1000		HanJung/CE	KOPEC/S & L	Dec. 1999

此 18 部機組各依其運轉時間及反應爐爐蓋計算出其有效裂化年後，韓電依 NRC 2003 年 2 月發佈之 ORDER 規定，將其區分為發生爐蓋穿越管龜裂之低、中、高風險群組，依各不同風險群組訂定以下之檢測計劃。

	高風險群組	中風險群組	低風險群組
檢查週期	每次大修	每二次大修	每四次大修
機組	Kori 1.2	無	其餘 16 部機組
檢查方法	UT+ECT		
檢查範圍	J-groove Weld 上方至 Nozzle 底部		

(二) 壓水式反應爐爐底穿越管之檢測計劃：

1. 美國南德州核電廠事件摘要：

★ 美國南德州核電廠一號機於 2003 年 4 月 12 日大修時，執行其反應爐底 58 支儀器穿越管 100%裸金屬檢查 (Bare Metal Visual Inspection)，發現編號 1 及 46 號爐底核儀穿越管周圍，分別有 150 及 3 毫克白色沈澱物，經化學及同位素分析結果，有鋰及硼成分，表示來自爐水的洩漏，並以鉀同位素分析證實該沈澱物平均約有四年之久。接著，電廠進行非破壞檢測所有穿越管：以超音波試驗檢查管嘴壁、以加強目視檢查 J-groove 焊道表面、以渦電流試驗檢查含 1 及 46 號穿越管的四個管嘴內徑等。檢查結果顯示只有 1 號穿越管壁有三個及 46 號穿越管壁有兩個軸向似龜裂的跡象，所有 J-groove 焊道表面沒有龜裂跡象，經初步判定造成爐底穿越管龜裂可能原因為：

- 製造過程中對 J-焊道電焊、研磨或重焊所遺留之殘留應力。
- J-焊道和穿越管外徑間之熔焊不良。
- 焊道中有缺陷夾雜其中。
- 上述可能原因在低週期疲勞及一次側水應力腐蝕龜裂 (PWSCC) 現象造成龜裂。

★ 南德州核電廠考慮過三種可能的修理方式：

- mechanical seal assembly repair
- encapsulation repair
- half nozzle repair

最後選用 half nozzle repair 方式修理。

★ half nozzle repair 大略說明如下：

- 使用管塞（plug）由爐穿越管上方將爐底穿越管塞住，以防爐水洩漏。
- 切斷 J-groove weld 下方欲更換之一段穿越管。
- 切割完成後，將爐底切割區域及剩餘穿越管內部，用水沖洗乾淨。
- 研磨爐底 weld pad 焊接區。
- 將材質 Alloy52 之 weld pad 焊於爐底。
- 爐底內剩餘穿越管，執行口徑車修以利焊接。
- 更換之新穿越管（Alloy690）插入爐底，並和上、下方原先之穿越管及穿越管外之 weld pad 以電焊接合。
- 執行 NDE 檢查。
- Repair 完成之穿越管宣佈可用前，需執行 NDE 和氬氣洩漏檢查。

2. 美國核管單位（NRC）之要求：

美國 NRC 於 2003 年 8 月發行 Bulletin 2003-02 要求美國所有 PWR 電廠於下一次大修時，須進行反應爐爐底穿越管 Bare Metal Visual Inspection（即拆除保溫之目視檢查），檢查結果須陳報 NRC。NRC 將視各電廠檢查結果，再訂定反應爐爐底檢查要求。

3. 本公司核三廠目前之作法：

- 美國南德州電廠於 2003 年 3 月首次發生反應爐爐底穿越管洩漏事件後，核三廠即在 2003 年 4 月份一號機 EOC-14 大修時，

主動拆除爐底保溫，進行 VT 檢查。當時僅發現爐底有多年前反應爐上部 cavity seal 洩漏流下之硼酸水痕，經處理後拍照存證，預定 EOC-15 大修時，再度執行 Bare Metal Visual Inspection，即可比對結果。

- 二號機 2003 年 10 月 EOC-14 大修時，將依原能會要求依 NRC Bulletin 2003-02 規定進行拆除保溫之目視檢查，檢查結果將陳報原能會。
- 核三廠一號機 EOC-14 及 EOC-15，二號機 EOC-14 反應爐爐底穿越管之 VT 檢查，完全符合 NRC Bulletin 2003-02 之要求，此檢查結果將做為 Base Data，核三廠未來之檢查週期將視 NRC 進一步規定及原能會對核三廠 Base Data 審核結果，再予以訂定。

4. 韓電之檢修計劃及作法：

美國南德州電廠發生反應爐爐底穿越管洩漏事件後，韓電要求所轄之各壓水式機組每三次大修由爐內執行一次爐底穿越管焊道目視檢查（Remote Controlled Camera）。

(三) 壓水式反應爐爐內不鏽鋼覆襯問題：

韓電仰光（Young Gwang）5 號機近發生反應爐爐內不鏽鋼覆襯（Cladding）受損事件，此事件發生原因及事件始末，韓電仍在追查中。此次藉赴韓考察的機會和韓電人員討論及其所提供之資料整理分析如下：

1. 仰光 5 號機為 1000MW 之機組，於 2002 年 5 月方才商業運轉，運轉至今僅一年餘。可能於今年首次大修時，因為新設計之新機組，維護人員不熟悉新反應爐內部構造及反應爐爐內組件之吊裝程序，故造成吊運內部組件過程中撞擊事件。
2. 撞擊部位：位為反應爐弧形底部導流襯裙（Flow Skirt）旁之爐

壁覆襯（詳見附圖一）。

- 爐壁受損狀況：

爐壁受撞擊後留下二處凹痕，其大小分別為 70mm× 93mm（凹陷深度為 6.3mm）以及 74mm× 54mm（凹陷深度為 6.8mm），因原反應爐爐壁覆襯為 6.5mm，故此二受損處之爐壁覆襯已嚴重受損，須予以修補。

- 修復計劃：

韓電現正邀集美國奇異公司，法國阿斯通(ALSTHOM)公司、法馬通(Framatome)公司等三家公司，參與修復計劃之投標工作。待決標後，將可進行反應爐爐壁覆襯修補工作。

- 本公司核三廠發生類似事件之機率：

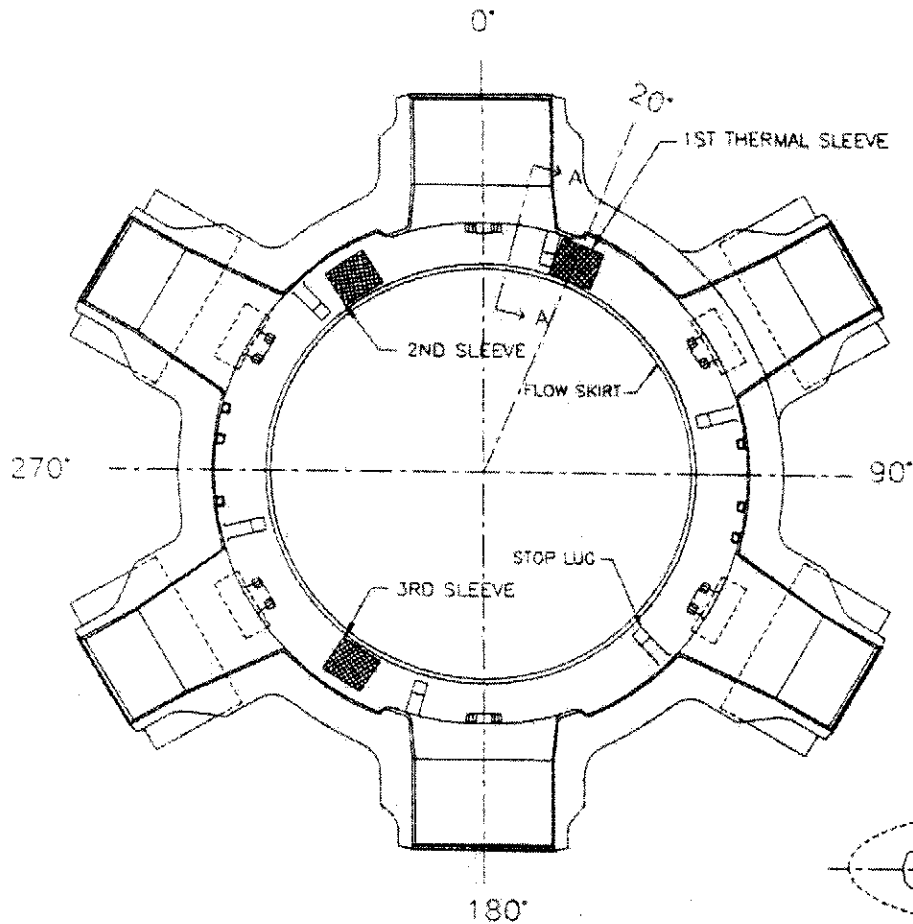
仰光 5 號機之反應爐為新設計之壓水式反應爐，其內部構造和核三廠並不相同（核三廠反應爐爐底並無導流襯裙之設計），且核三廠商轉至今將近 20 年，負責反應爐維護的工作人員對於反應爐內部構造及組件吊裝程序皆非常熟稔，應不至於發生仰光 5 號機類似撞擊事件。

三、心得與建議：

1. 壓水式核電廠反應爐頂蓋以及底部穿越管應力腐蝕龜裂問題，近年來因美國 Oconee、Davis-Besse 以及南德州等電廠接連發生穿越管洩漏事故後，此英高鎳 600 穿越管龜裂問題，已成為核能界廣泛討論及頭痛的問題。本公司核三廠反應爐頂蓋以及底部穿越管雖經評估認為發生龜裂機率極低，但本公司仍利用各種管道及機會廣泛搜集瞭解世界各重要核能工業大國之作法，以為本公司之參考借鏡。本次赴韓電考察，發現本公司核三廠反應爐頂蓋以及底部穿越管之檢測計劃較韓電嚴謹，且經驗亦較韓電為佳，但韓電核能工業之自主獨立性亦可供本公司參考學習。

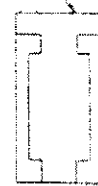
2. 核三廠目前所訂定之反應爐頂蓋及爐蓋檢查計劃相較美、日、韓等國家而言，堪稱嚴謹，依此計劃落實執行檢測，若穿越管中有瑕疵生成，應可及早發現。
3. 韓電仰光 5 號機發生反應爐內壁覆襯撞擊事件，此事件韓電目前尚未對外發佈細節，本次利用赴韓之便，順利獲取此事件之最新資料，此資料可供本公司探討類似事件發生之可能性及因應措施，可謂本次赴韓考察的一大收穫。

SKETCH DRAWING REV.3

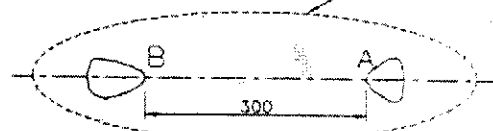


REACTOR VESSEL (TOP VIEW)

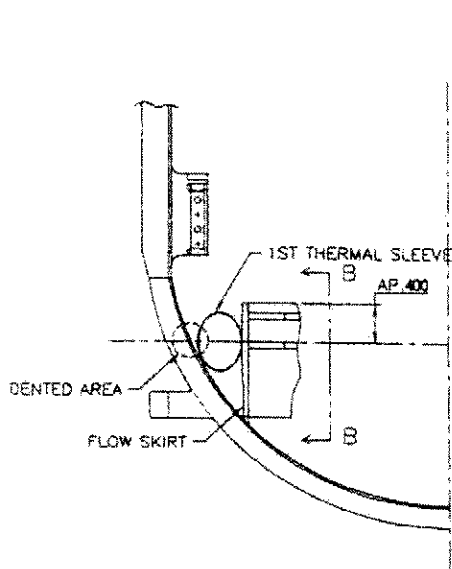
CORE STABILIZING LUG



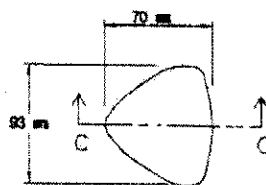
SEE DETAIL OF DENT



VIEW "B-B"

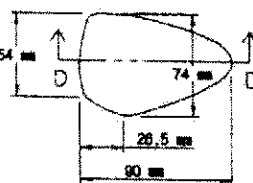


VIEW "A-A"



VIEW "C-C"

DETAIL OF DENT "A"



VIEW "D-D"

DETAIL OF DENT "B"

Dent	Glad Thick. *	Dent Depth	Dent Depth Penetrating into the Base Metal
A	6.5mm	6.3mm	—
B		6.8mm	0.3mm

* Considered worst case (Actual thickness is 6.5mm ~ 7.5mm)

Note

- Material designation on bottom head;
 - Cladding : 309L
 - Base Metal : SA-508 Gr.3 Class 1
- Material nominal thickness on bottom head;
 - Cladding : 3.2mm (1/8")
 - Base Metal : 152.4mm (6")

AD 6