報 告
16—1—2

東南亞 視察을 마치고

(Impressions from the Short Trip around South-east Asia)

韓 萬 春*
(Man-choon Han)

1. 머 릿 말

筆者는 經濟開發五個年計劃評價敎授團의 一員으로서 지난 2月 16日부터 2月 26日까지 越南 및 自由中國을 視察하고 돌아왔다. 그동안 보고 느낀 點은 많은데 會員의 參考가 되도록 簡單히추려 보기로 한다.

2. 越 南

越南은 現在 北緯 17度線을 境界로 南北으로 分斷되고 있으며 越南政府管與下인 South Viet-Nam은 面積 171,000km², 人口 15,317千名 (1964年末)이다.

山間地帶에는 아직도 베트콩이 浸透되고 있어서 越南政府軍以外에 現在約 40萬의 美軍兵力및 約 4萬의 韓國軍兵力이 投入되고 있으며 約 1萬名의 우리나라 民間人(技術者 商人等)이 滯留하고 있다.

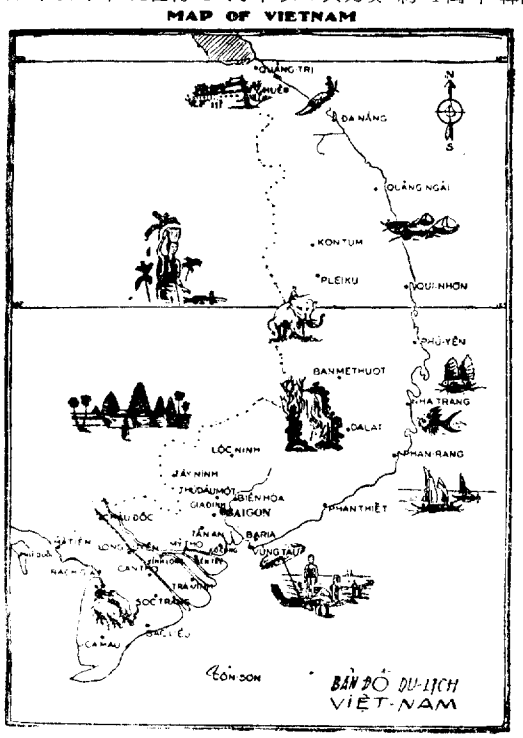


그림 1 越 南

越南은 佛蘭西의 植民地였던 1949年까지는 佛蘭西의 主要原料供給地인 同時에 製造加工品을 高價로 販賣하는 典型的인 植民地經濟下에 놓여있었다.

그러나 1949年 政治的獨立과 아울러 經濟的 獨立을 爲한 길이 열리고 佛蘭西는 越南에서의 獨占的地位는 喪失하였으나 아직도 電力等 重要分野에는 實權을 掌握하고 있다. 한편 佛蘭西에 대신하여 美國資本이 漸次 投入되어 越南經濟構造에 至大한 比重을 갖게되고 1956年以來 莫大한 軍事費以外에 年間 約 2~3億弗의 援助로서 貿易赤字를 Cover 하고 있다.

獨立後에 政情의 不安定과 베트콩의 浸透가 繼續되여 왔으나 57年에는 自立經濟確立을 爲한 第1次 五個年計劃이 着手되였으며 62年부터 第2次 5個年計劃을 遂行하고 있으나 農工業部門에서 若干의 進展을 보이고 있을 뿐이다.

即 戰前 年間 約 400萬t을 誇示하던 米穀生產은 戰亂에 依해서 激減되였지만 農地改革의 推進 施肥 및 農業技術水準의 向上等에 依해서 1958年에는 戰前水準을 上廻하였고 62年에는 521萬 t에까지 增加하였다. 第2次 五個年計劃에서는 金屬工業, 化學工業, 純 pulp 工業, 精油業等 工業化에 主力을 기울였으나 그 資金의 大部分은 美國을 中心으로 하는 外援에 依存하고 있다. 63年 11月 革命에 이은 軍事費支出의 增大와 美國의 dollar 防衛政策의 强化는 計劃推進에 많은 問題點을 內包하고 있다.

越南 人口의 80%以上이 農業에 從事하는데 1人當 國民所得은 1964年에 있어서 120美弗에 達하였다. 그러나 人口增加率은 約 3%에 達하고 貧富의 差가 甚하다.

主要輸出品은 쌀, 고무等 一次產品이고 그밖에 茶, copra, peaunts 等 農產加工品이 多少 輸出된다. 輸入은 主로 國內에서 生產되지 않는 鐵, 鋼, 機械類等 製造加工品인데 이것은 國內資本 및 技術不足에 基因되며 交通, 通信, 電力等 基幹公益施設은 베트콩의 浸透로서 많은 被害를 입고 있는 實情이다.

越南은 두개의 肥沃한 三角州로 構成되여있어서 熱帶라는 氣象的條件과 아울러 農業에 適合한 地勢를 形成한

* 延世大學校理工大學長 產業技術研究所長. 理事.
Dept. of Electrical Eng. College of Science & Engneeiring, Yonsei Unvercity (D)

다. 北部越南은 일찌기 佛人들에 依하여 鑛業資源開發과 아울러 工業地域으로 發展되어 씨멘트工場, 紡織工場 製糖工場, 유리工場等 主要產業施設이 具備되므로서 國內需要를 거의 充足할수 있다. 그러나 南部越南은 農業生產이 主軸를 이루고 있으며 近來에는 農產物加工을 支援하는 方向으로 工業部門에 對한 擴充을 試圖하고 있다

또 越南政府는 民間企業의 發展을 助長하기 爲해서 旣存產業의 擴充및 現代化와 新規產業의 創設, 發展을 爲한 主要 公共信用, 資源開發및 技術支援을 主任務로 하는 產業開發센터(Industrial Development)를 設立하였고 原資材및 資本財等의 輸入에 對한 關稅改正, 國內產業發展을 爲한 輸入制限等이 實施되고 있으며 工業團地增加및 交通施設의 改補修等에도 注力하고 있다.

표 1은 1965年에서 1965年까지 各分野工業에 對한 投資額을 나타내는 것이다.

年度	藥品	紡織	食品煙草	金屬機械	電氣工業	化學, 씨멘트窯業	고무, 製紙皮革	計
1956	26	173	3	6	13	35	—	256
1957	54	38	32	356	31	4	2	517
1958	57	201	87	32	91	21	2	491
1959	88	376	34	5	26	7	39	575
1960	131	642	46	33	132	128	60	1,177
1961	259	439	193	1	900	65	115	1,972
1962	259	356	26	2	1,956	45	23	2,667
1963	317	120	69	19	2,033	109	18	2,685
1964	—	1,516	1,408	750	—	191	665	4,530
1965	12	486	62	192	—	86	336	1,174
計	1,204	4,374	1,960	1,401	—	690	1,260	16,044

표 1 越南의 各分野別 投資額(單位 百萬VN$)(1US$=118 VN$)

표 2는 石炭및 씨멘트의 產出量을 나타낸다.

年度	石炭	씨멘트
1961	57,352	
1962	71,001	393,370
1963	104,090	437,119
1964	71,956	437,407
1965		353,609

표 2 越南의 石炭 및 씨멘트의 產出量(單位 Ton)

越南에서의 電力不足은 產業發展에 큰 隘路로 되고 있다. 現在 五個의 民間電力會社(佛系 4, 越南系 1)에서 管轄하는 火力發電所가 稼動되고 있으나, 電力이 不足하여 駐越國軍, 美軍을 비롯하여 重要 產業機關에서는 所要電力을 自家發電施設에 依存하고 있는 形便이다.

年度	設備容量 (1,000kw)	發生電力量 (100萬kwh)	消費電力量 (100萬kwh)
1957	77	224	
1958	84	244	
1959	95	287	
1960	90	305	242
1961	102	329	261
1962	107	359	289
1963	112	398	325
1964	282	469	389
1965	307	566	430
1966	360	667	

표 3 越南의 電力事情

越南의 發電設備容量과 發生電力量은 **표 3**과 같다.

여기서 1964年에 設備容量이 大幅的으로 增加한것은 日本의 賠償金에 依해서 160,000 kW의 Danhim 水力發電所가 完成되었기 때문인데 1965年 5月 230 kv의 送電線路가 베트콩에 依해서 遮斷되므로서, 이 發電所는 發電을 못하고 있다. 따라서 應急策으로 5×1000kW의 디이젤發電所 및 12,500kW의 가스터어빈 發電所가 稼動되고 있으나 需要增加에 따르는 電力不足은 아직도 繼續하고 있다.

佛蘭西系 및 越南系의 民間電力會社의 契約은 各各 1967年 乃至 1975年에 滿了되고 이 以後의 電力確保의 責任은 國營企業體인 EOV(Electricity of Vietnam)가 맡게 되며 USAID의 援助로서 電力確保의 計劃을 樹立하고 있다.

사이곤市內의 需用家는 1960年의 69,756에서 1964年의 88,540으로 增加되었고 現在 約 9萬의 需用家를 推想할수 있는데 아직도 6萬의 需用家가 電氣施設을 願하고 있음에도 不拘하고 應하지 못하는 實情에 있다.

一般的으로 一次 및 二次配電系統은 不完全한 補修, 資材缺乏, 勞動力 不足 그리고 베트콩의 妨害등에 依하여 不良 狀態에 있다. 따라서 220/380 V 方式을 一部 새로 採用하였는데 系統의 整備와 再建이 時急한 現狀이다.

3. 臺 灣

臺灣은 現在 自由中國의 本據地로서 本土收復을 最高目標로 되어 있으며 產業發展은 顯著한 바가 있다. 1965年末現在 人口는 1,262萬이고 1人當 國民所得은 226美弗이며 1965年度의 輸出高는 5億弗에 達하였고 美國의 無償經濟援助는 1965年에 終了하였다.

自由中國은 1952年을 起點으로 第1次 第2次 第3次 經濟開發 4個年計劃을 完了하고 1965年에서 1968年까지 第4次 經濟開發 4個年計劃이 進行中에 있다.

重要生產品目에 對한 生產實績과 計劃內容은 표 4와 같다.

品 目	單 位	1964年實績	1968年計劃
石 炭	1,000 m.t	5,028	6,000
씨 멘 트	〃	2,355	3,560
鐵 鋼	〃	339	536
電 動 機	1,000 hp.	190	280
變 壓 器	Mil. kva	180	380
絕 線 電 線	Mil. m	81	100
螢 光 燈	1,000 pcs	2,900	3,800
transistor radio	〃	450	1,200
自 動 車	1,000 臺	2	11

표 4 自由中國의 主要生產品

電力事情은 퍽 良好한 狀態로서 그림 2는 臺灣의 電力系統을 나타낸다.

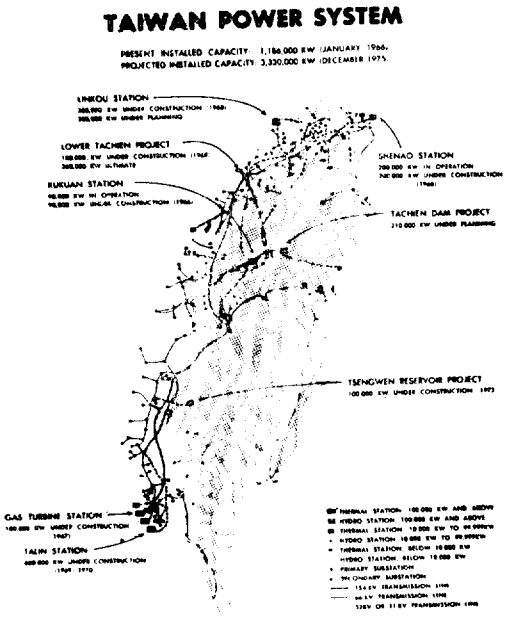


그림 2 臺灣의 電力系統

1966年 6月末現在 發電所數는 34, 設備容量은 1,470,146kW이다. 이中에서 水力發電所는 26個所이고 設備容量 718,470kW로서 全容量의 48.8%를 차지하고 汽力發電所는 8個所 751,676kW로서 全容量의 51.2%를 차지한다. 여기서 水力發電所는 小容量인것이 많은 反面에 汽力發電所는 大容量인 것이 많은 것을 알수있다. 電源開發도 前述한 1952年을 起點으로 現存 4次에 이른 經濟開發計劃의 一環으로서 進行된것은 勿論이며 設備容量및 尖頭負荷, 發生電力量 그리고 販賣電力量의 年度別推移는 각각 그림 3, 그림 4, 및 그림 5와 같다.

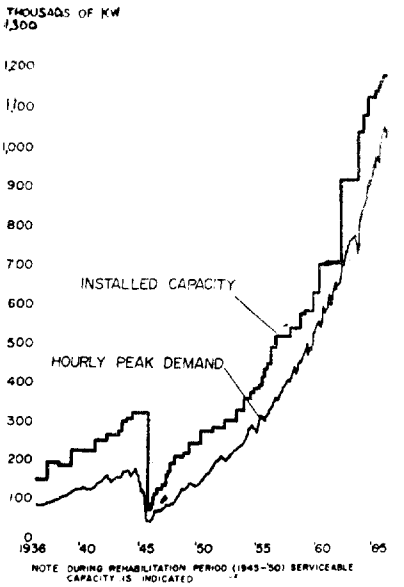


그림 3 臺灣의 電力設備推移

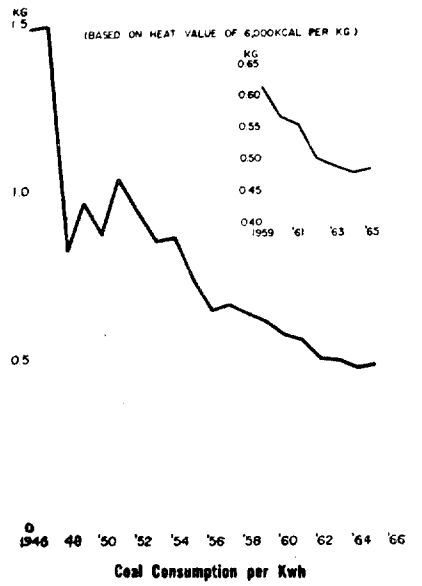


그림 4 臺灣의 發生電力量推移

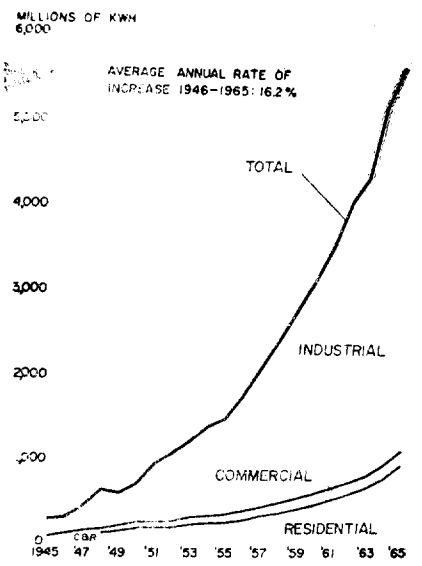


그림 5 臺灣의 販賣電力量推移

發生電力量은 1965年에 있어서 $6,455\times10^6$kWH로서 前年度에 比해서 9.2%의 增加를 보이고 있으며 水力과 火力과의 比率은 38.8 : 61.2이고, 1946年부터 1965年까지의 平均增加率은 15.6%이다.

販賣電力量은 1965年에 있어서 $5,672\times10^6$kWH이고 產業用 80.3%, 住宅用 16.7% 商業用 3%의 比率을 보이고 있으며 電化率은 97%이며, 販賣收入은 NT$ 2,862.389,196(=US$ 71,559,737)이다. 石炭消費率은 6,000

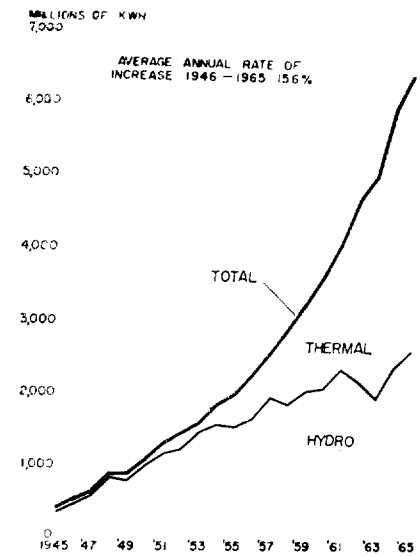


그림 6 臺灣의 kWH 當 石炭消費率

그림 7 臺灣의 線路損失

kcal/kg을 基準으로 할때 1965年에 있어서 0.481kg이며 年度別推移는 **그림 6**과 같다. 電力損失은 1965年에 있어서 12.1%이고 年度別推移는 **그림 7**과 같다. 여기서 石炭消費率 및 電力損失이 우리나라 보다 相當히 低減되어있는 것을 알수있다.

1965年에 있어서 平均電力料金은 kWH當 US$ 0.0126이며 稅金을 加算하여 住宅및商業需用家는 kWH當 US$ 0.0227, 工場需用家는 US$ 0.0101로서 우리나라에 比해 相當히 低廉하다. 最高送電電壓은 154kV이고 1次變電所서 電壓은 69및 34.5kV이며 2次變電所電壓은 11.4kV, 5.7kV 및 3.3kV이고 配電電壓은 110,220V로서 우리나라와 비슷하다.

臺灣의 電力事業은 公企業體인 臺灣電力公司가 管掌하고 있다. 株式을 92.2%가 政府所有로서 社長은 政府에서 任命되고 電氣事業에 對해서 全的責任을 지며 政府內에는 우리나라의 商工部電氣局에 該當하는 機構가 없다.

1965年末現在 公司의 從業員數는 9,420으로서 韓國電力보다도 적은 實情이다. 臺灣의 長期電源開發計劃의 概要는 **그림 8**과 같다. 즉 1975年度에 330萬kW의 發電施設을 目標로 하고 있는데 이것은 우리나라와 거의 비슷한 目標이다. 1966年에 比하면 10年內에 約 2.5倍의 增加를 計劃하고 있으며 現在 建設中인 Linkou#1(1968年 7月 竣工豫定)및 Talin#1, #2(重油發電所, 1970年 7月 竣工豫定)은 各各 單位容量이 300,000kW인 大容量發電所이다.

原子力發電所의 建設은 1970年代로 豫想하고 現在로는 이에 對한 準備을 進行하고 있는 것은 우리나라와 形便이 비슷하다.

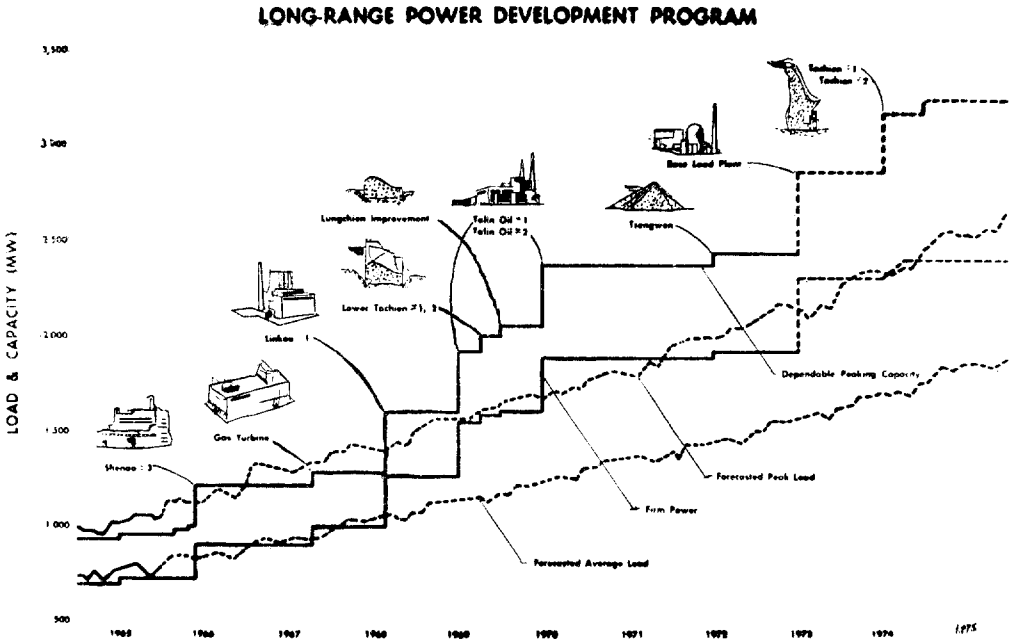


그림 8 臺灣의 電源開發長期計劃

다음에 臺灣大學校에 對해서 言及하기로 한다.

臺灣에는 臺灣大學校以外에 交通大學等 더 充實한 工科系大學이 있는데 時間關係로 臺灣에 있는 國立 臺灣大學(National Taiwan University)에만 들를 機會가 있었다

臺灣大學은 解放前의 舊臺北帝國大學을 母體로 하여 發展한 것으로서 單科大學을 院, 學科를 系라고한다. 그러므로 工學院電氣系가 工科大學電氣工學科에 該當하고 英語로는 Electrical Engineering Department, College of Engineering이다. 工學院은 六個單科大學의 하나로서 現在 電氣工學, 土木工學, 機工學, 化學工學의 四學科를 갖는다.

1946年에 2名의 卒業生을 輩出한 以來 1965年에는 351名의 卒業生을 내므로서 1965年 現在 20年間에 4,307名의 卒業生이 社會에 進出하였는데 이 中 約 80%가 美國을 비롯한 海外에 進出하고 있다. 1964—1965學年度에 臺北大學 全學生數 9,564名에서 工學院學生數는 1,798名으로서 全體의 18.8%를 차지한다. 科別 學生數는 電氣工學科 464名, 土木工學科 395名, 機械工學科 470名 化學工學科 469名으로서 每學年當 100名~120名인데 이것은 上述한 것과 같이 卒業後 海外로 流出되는 卒業生이 많기 때문이라고 生覺된다.

大學院은 二年의 碩士課程만이고 博士課程은 開發되지 않고 있다. (이것은 臺灣의 다른 工科大學도 같은것 같다.)

敎授數는 敎授 47名, 副敎授 11名, 專任講師 20名, 助敎 43名이며 助敎授가 없고 이밖에 時間講師가 32名이 있다.

電氣工學科에는 敎授 9名, 副敎授 2名, 專任講師 8名 招聘敎授(講師) 11名으로 우리나라에 比하여 많은 편이다

電氣工學科에는 元來 電力工學 및 通信工學의 두 Course가 있었는데 最近의 發展에 따르기 爲해서 電氣工學(Electrical Engineering)및 理論電氣工學(Electrical Engineering Science)의 두 Course를 나누고 있는것은 注目할만하다.

敎科內容은 우리나라와 거의 비슷한데 2學年까지는 敎養科目, 電磁氣, 回路, 測定, 熱力學等이다. 共通이고 3學年에 必須科目으로 共通인 數學, 回路, 電氣機械 電子工學以外에 理論 Course에서는 現代物理學과 電磁波理論이 追加된다.

四學年의 共通必須科目은 電氣機械, 電子管回路, Transister 回路, 電氣材料이고 電氣工學 Course에는 制御系統이 追加된다. 두 Course에 共通된 選擇科目은 3學年에 第2外國語, 流體力學, 電子計算機, Programming Digital 電子計算機原理 및 統計物理學이 있고 4學年에는 論文, 工業數學, Switching 回路, Pulse and Digital 回路, 非原型制御系統, Microwave, 電波深搭 Antenna. 等이다.

共通이 아닌 한 Course의 必須科目은 딴 Course의 選擇科目으로 된다.

그밖의 選擇科目으로는 電氣工學 course에 發送電, 電氣機器 및 設計, 電信電話, Television, Antenna, 工場管

理等이 있고 理論電氣工學 course에는 量子力學, 固體物理, 電磁力學, 半導體工學等이 있다.

施設은 우리나라에 比해서 別것이 없었는데 다만 IBM 1620 電子計算機가 正確하게는 資料處理機 (Processing Unit)가 設置되어있어서 電氣工學科學生뿐만이 아니고 化工, 機械, 土木의 他科學生들도 訓練하고 있는것을 보았다.

電子計算機는 이밖에 더 大型의 것이 交通大學에 있고 또 臺北에 電子計算機 Center가 있어서 各機關에서 委託된 計算處理을 하고 있는 것등 우리나라보다 一步앞서고 있었다.

그리고 各 政府機關團體에 研究所 乃至 試驗機關은 거의 없고 大學과 提携하고 委託시키는 境遇가 많다. 假令 우리나라의 遞信部電氣試驗所같은 機關이 없고 大學이 그 任務를 擔當하며 따라서 大學의 豫算이 文敎關係豫算만이 아니고 關係部處에서 相當히 나온다. 前述한 交通大學에는 이런 豫算으로 電子計算機以外에 原子爐등 까지 가지고 있다고 한다.

다음에 自由中國에서 第一 큰 電氣 Maker인 大同製鋼機械公司를 訪問할 機會가 있었다. 大同은 우리나라에도 일찌기 扇風機, 積算電力計等이 輸入된일이 있는 會社인데 會社의 名稱에서도 알수있는것과 같이 電氣機器만이 아니고 工作機械, 書庫, 金庫等도 生產하는 綜合 Maker로서 英語로는 "Taitung Engineering Co"라고 한다.

이 會社는 1908年에 創立되였으며 事務室과 工場이 다 臺北市內 中山北路에 있다. 資本金 15,500萬元(387萬 5千美弗), 資產 10億元(245百萬美弗), 從業員 3,200名, 建坪 15,000坪이고 投資會社로서 大同林業公司, 臺北工業公司, 臺灣耐火工業公司, 臺灣通信工業公司, 大同電子公司等이 있다. 主要生產品은 變壓器(3~50,000 kVA), 電動機($\frac{1}{10}$~3,000 HPA.C,D.C), 工作機械 Air Conditioner (90,000 B.T.U/hr 까지), 扇風機, Radio, 電蓄, TV, 冷藏庫, 電氣솥등이다. 國產化率은 TV에서 70%, 冷藏庫에서 90%이며 電氣機器는 거의 100%라고 한다. 相當한 自動工程方式을 採用하고 있으며 高性能工作機械를 保有하고 있다. 參考로 Catalog價格을 적어보면 最高級扇風機 830元(21美弗), 冷藏庫 15,500(387,5美弗), 23吋 TV 12000元(300弗)등이다.

特記할만한 것은 會社에서 大同學園 이라는 學校를 經營하고 있는 것이다. 이 學園은 大學課程으로 機械, 電氣, 工業管理等學科가 있어서 從業員을 敎育訓練한다, 또 大同이라는 社誌를 半月刊으로 發刊하고 있는데 技術關係記事와 內外消息이 揭載되어 있다.

出發時 本學會會長의 書翰과 本會會誌를 가지고가서 自由中國學會와 相互間에 會誌交換等을 交涉한것을 常任理事會에서 付托받았기 때문에 우리學會에 該當하는 中國電機工程學會의 理事長(우리 會長에 該當한다.) 方賢濟氏를 만났다. 方理事長은 우리나라로 말하면 遞信部工務局長에 該當하는 交通部 臺灣 電信管理局局長인분이었는데 반가히 우리의 提議를 受諾하고 會誌를 寄贈받았으며 그後 本學會會長한테 回信이 온바있다. 中國電機工程學會는 現在 1,782名의 會員을 가지고 있으며 會誌"電工"을 季刊으로 發刊한다. 寄贈받은 1966年 12月號는 1966 CIE Seminar 特輯으로서 Integrated Circuit, Spare Communication, Computer, Electronics 등의 對한 論說이 揭載되어있었다. 政府의 國家長期發展科學委員會에서 學術研究刊行物 出版費가 支給되고있는데 1967年에는 4萬元(1000美弗)의 補助가 豫定되고 있다. 學會로서 電子計算機 照明設計 및 半導體等에 對한 講習會를 實施하고 있으며 "電子計算機原理"등을 出版하고 있는 것은 우리보다 앞서고 있는것 같았다. 電機工程研究委員會에서 各種 最新技術에 對한 研究報告를 하며 이들도 現在 Pocket Book 出版計劃을 하고 있다. 即 "電機工程手册"을 2000頁 2000部 出版計劃을 서두르고 있다.

한편 優秀한 靑年 論文發表者에게 1.000元(25萬美弗) 乃600元(15美弗)의 奬學金을 給與한다. (1966年度에는 7名이 받았다.) 우리나라 贊助會員에 該當하는 主로 Maker인 團體會員이 39있어서 財政的 後援을 하는것은 우리의 境遇와 같았다.

4. 맺 는 말

越南에 國軍이 派遣된 以來 善戰하여 큰 成果를 거두고 있으며 軍需, 民需物資補給및 建設事業에서 年間 1億弗의 外貨를 稼得하고있는데 이것은 더욱 增大될 可能性이 있고 또 今後의 東南亞進出에 있어서 重要한 橋頭堡가 되는 만큼 越南에 대해서 우리들은 더욱 큰 關心을 갖고 紐帶를 强化해야하겠다고 느꼈다.

自由中國에서도 勿論이지만 우리 國軍이 피를 흘리고 있는 越南에서도 日本의 進出은 눈부신바가 있고 사이곤市內에서 아오자이를 입은 越南女性이 타고 거리를 疾走하는 스쿠우터에서 부터 一線에서 韓國軍이 使用하는 트럭에 이르기 까지 日本製品의 氾濫을 볼 수 있는데 우리 國產品의 進出이 아쉽다.

臺灣은 위에서 言及한 電源開發과 電子計算機의 普及에서 알수있는것과 같이 많은 分野에서 우리보다 앞서고 있는 만큼 하루 바삐 自由中國의 水準을 凌駕하도록 해야하겠다고 느낀것이다.

1967年 4月 14日接受

海 外 論 抄

1. 教 育
2. 電氣物理
3. 回路理論
4. 電氣測定
5. 電子回路
6. 電氣機器
7. 電 力
8. 照 明
9. 電氣鐵道
10. 電氣通信
11. 電氣材料
12. 電力應用
13. 自動制御
14. 計 算 機
15. 原 子 力
16. 기 타

2.1. 衝擊電荷圖에 있어서의 Back Discharge에 對하여

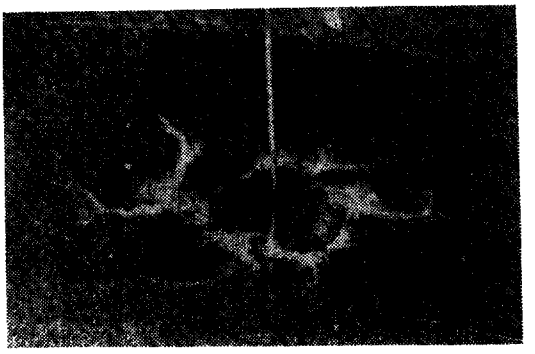
横井鈴本：(日本電氣學會雜誌, 1967年3月, Vol. 87—3 No. 942, p. 562—572)

本論文은 誘電體板에 衝擊電壓波를 印加한 경우, 電壓印加後의 誘導體表面에 있어서의 殘留電荷의 移動, 電極에의 放電電流의 觀測등으로부터, 表面電荷圖(dust figure)의 進展 및 Back discharge등에 대하여 檢討한 것이며, 電壓印加後 誘電體板을 電極사이로부터 빼 낼때에 생기는 殘留電荷의 移動 및 電荷圖內에서의 放電도 電荷圖에 相當한 影響을 미치며, 電荷圖中心部의 反對極性의 像도, 主로 電壓印加電極을 誘電體板으로부터 分離할때, 殘留電荷의 一部가 그 電極에 放電하기 때문에 나타난다는 것이라는 것을 論하고 있다.

電荷圖에 의한 沿面放電의 硏究에 있어서 從來 行하여

(b) 第3段階

(c) 第5段階



(a) 第1段階

(d) 第6段階

그림 1. 鹽化비닐板에서의 各段階의 電荷圖

진 方法은, 誘電體板에 電壓을 印加한 후, 이것을 電極間으로부터 引出한다음, 여기에 硫黃, 光明丹등의 絕緣物粉末을 뿌려서 얻은 圖形에 대하여 觀察한 것이였는데, 本研究에서는 電荷圖를 얻은 操作을 다음과 같은 6가지 段階로 나누어 했다는 것이 특징이다. 即

(1) 電壓印加後 電極配置, 誘電體板의 位置를 그대로 둔 狀態에서 混合粉末을 뿌려 그 圖形을 撮影한다.

(2) 針電極을 垂直으로 引上할때 발생하는 誘電體表面殘留電荷의 電極에의 放電에 수반하는 電流를 관측함과 동시에 誘電體表面의 粉末의 移動을 관찰한다. 다음에 이때의 圖形을 촬영한다.

(3) 混合粉末을 다시 뿌려 圖形을 촬영한다.

(4) 接地平板電極을 밑으로 落下시킬때 이 平板電極에의 放電電流을 관측함과 동시에 誘電體表面의 粉末移動을 관찰하고 그 사진을 찍는다.

(5) 이들에 混合粉末을 다시 뿌려 圖形을 촬영한다.

(6) 最後에 誘電體板을 電極間으로부터 꺼낸다음 粉末을 뿌려 最終圖形을 촬영한다.

그림 1은 正極性 衝擊電壓(23.6 kV)를 印加한 경우의 結果이다.

段階(1)의 狀態에서는 **그림 1(a)**와 같이 Back discharge에 의한 負極性像은 나와 있지 않고, 外周部에는 樹枝狀의 正極性象이 放射狀으로 나타나 있다.

段階(2)에서는 誘電體表面과 針끝과의 사이에 放電이 일어나고 粉末이 外側으로 移動하여 **그림 1**, (b)의 郭輪 a가 形成된다.

다음에 段階(4)에서는 誘電體表面에서 放電이 일어나 粉末은 더욱 外周로 向하여 放射狀으로 飛散하고, **그림 1**, (c)의 輪郭 a의 外側에 枝狀의 正極狀像이 밖으로 向하여 벋어 간다. 이것에 粉末을 다시 뿌린것이 **그림 1(c)**이다. 이때 內部에는 負極性像이 크게 나와 있다. **그림 1 (d)**는 段階(6)에서의 圖形寫眞이며, 誘電體表面에서 생긴 放電의 痕跡도 똑똑히 나타나 있다.

이 外에 各段階에 있어서의 放電電流의 오실로그램도 촬영하여, 電壓印加後의 各段階에 있어서의 圖形寫眞을 說明하고 있다.

電壓印加後 誘電體板을 電極間으로부터 꺼내어 얻는 從來의 電荷圖와 筆者가 얻은 電荷圖와를 比較하면 電荷圖의 直徑의 크기에는 거의 變化가 없으나, 다만 從來의 電荷圖에는 輪郭(a)가 나타나지 않는다.

筆者는 以上의 各段階에 있어서의 Back discharge에 의한 電荷圖의 形成過程을 定性的으로 說明하고, 誘電體板上의 殘留電荷는 誘電體板을 電極間으로부터 引出할때 平衡을 잃어 심하게 移動, 放電하며, 電荷圖 中心部에 볼 수 있는 反對極性의 像은 從來 생각되어 온 것과 같이 印加한 衝擊電壓이 零으로 減衰하였을때 誘電體表面의 殘留電荷가 電極에 放電하기 때문에 생긴다는 것보다 오히려 誘電板과 電極을 分離할 때 誘電體表面의 殘留電荷가 電極에 放電함으로서 主로 나타난다는 것을 말하고 있다. 이러한 方法으로 沿面放電에 있어서의 Back discharge의 機構를 어느 程度 明白히 하고 있다.

(丁性桂委員 抄)

2.2. 휴우즈(Fuses)

E. Jacks: (The Journal of the Institution of Electrical Engineers, Electronics & Power, Vol. 13, Jan., 1967, p. 11~15)

本文은 휴우즈에 對하여 그機能 經濟的生產企劃 系內의 他要素와의 提携關係 不可抗力的인 事故에 對한 對備 使用個所의 環境條件 自體機能의 安定性 機能試驗 特定 휴우즈의 使用適用範圍 事故發生時의 補償 法規 等의 諸問題에 對한 그質과 信賴度의 向上이란 問題點을 中心으로 한 概略的인 見解를 被歷한 것이다.

휴우즈의 質과 信賴度에 關한 諸問題는 各國마다 또는 國際的인 規模에서 活潑하게 論議되고 있다. 한 例를 들면 至今 British Standard가 再檢討되고 있고 UK National Productivity Council에 依하여 휴우즈 및 휴우즈에 依한 保護에 關한 "質과 信賴度의 해"라는 行事가 與行되고 있는 實情이다.

휴우즈인 境遇 質이라 함은 휴우즈가 그의 設計目的에 完全히 符合하는 것을 意味하며 信賴度란 휴우즈가 그使用되는 期間中 그基本的인 質을 保存함을 말한다. 휴우즈의 使命은 安全을 期하는데 있음으로 휴우즈를 生產하는데 있어 이 使命에 符合되는 標準質로 만들어야 한다. 勿論 生產過程에 있어서 附與된 狀況下에서의 使用目的에 過剩하는 質을 갖게끔 만드는 것은 非經濟的일뿐더러 安全함을 그 機能의 하나로 하는 경우에는 이 非効率性은 그의 使用者에게 매우 困難한 境遇에 直面케 할 때가 있다. 經濟性이란 生產品을 安價로 生產함을 意味하지 않는다. 勿論 한 系統의 다른 個所에서 作用하고 있는 要素들과의 相互均衡을 維持하는것도 經濟性이다.

휴우즈에 適用되는 質과 信賴度의 標準을 決定하는 因子는 휴우즈가 保護裝置라는 것을 認識하면 알수있고 또 이는 순전히 經濟的인 立場에서 뿐만 아니라 人間이라는 因子도 包含시켜서 考慮해야 한다. 一般的으로 配電系統은 이 系統이 聯關性을 갖고 있는 母系統에 比하여 그 資本額數가 적으므로 휴우즈의 生產 및 檢査에 있어 一層더 嚴密한 標準化가 所要된다. 또한 휴우즈의 質은 工學的인 見地에서 系統에 關聯있는 다른 裝置들과 比較하여 檢討되어야 한다. 最善의 企劃下에 施設된 系統에도 일어날 수 있는 不可抗力的인 缺陷에 對한 휴우즈의 機能도 考

慮해야 하며 良好한 施設을 휴우즈와 같은 保護裝置의 貧弱性때문에 弱化시켜서는 안될 것이다. 휴우즈는 다른 保護裝置와 달라 使用期間中 修理및 調整等을 必要로하지 않으므로 그 特性이 使用狀態에 따라서는 半永久的이어야 한다. 휴우즈가 使用되는 電氣回路의 特性이 理論的으로 完全히 解明되었어도 實際로 이 휴우즈가 使用되는 個所의 境遇의 變化가 無限함으로 理論과 實地사이를 調和시킬 檢討해야 할 여러가지 問題가 있다. 휴우즈內에서의 電磁 및 熱的 應力에 關係되는 基本判斷變數를 定하는데 있어서도 이는 理論的으로 檢討한 結果와 實地와의 사이에 相異點이 나타남으로 이를 決定하는데 있어 매우 苦心한 實驗的 究明의 도움을 받아야 한다.

휴우즈의 動作特性은 그 使用個所의 環境의 影響部 溫度, 高度, 濕度 等이라든가 이 휴우즈와 關聯있는 材料들의 化學性等을 받음으로 이것도 考慮해야 하며 負荷條件이 變動하는 경우 (負荷의 斷續 不規則性等)에는 使用할 휴우즈의 選定問題에 있어서의 困難點은 휴우즈의 動作特性推定보다도 正確한 負荷推定問題에 있다(**그림 1**).

휴우즈는 어떤 條件下에서도 安全하게 그 定格內에 存在하는 過負荷電流를 遮斷해야 한다. 不規則하게 短絡回路가 일어나게 되는데 이경우 電壓波形上의 어느 點에서 아—크가 開始하는가가 重要하다. 휴우즈의 아—크電壓은 이 휴우즈가 適用되는 系統의 絕緣水準內에 있어야 한다.

휴우즈의 購買者는 휴우즈購買時 이에 對한 保證을 要求함은 勿論이다. 이 保護證을 하기 爲하여 實地와 가장 同一한 條件下에서 휴우즈를 檢査하기 爲한 實地와 類似한 條件을 再現하는 技術이 案出되고 있다. 휴우즈의 電流定格을 定하기 爲한 負荷試驗은 技術的으로 難點이 있는 것이 아니어서 언뜻 보기에는 쉬운것 같으나 제대로 遂行하지 않으면 誤謬를 犯하기 쉬우므로 매우 忍耐를 要하는 일이다. 또 여러가지 實驗裝置中에서 短絡實驗裝置는 費用이 많이든다. 휴우즈를 實驗하는 境遇에 있어서 試驗所의 電力容量에 附隨되는 費用의 多寡가 問題가 아니라 試驗에 適切한 制御와 測定을 할수 있느냐가 根本的으로 考慮되어야 한다. 試驗은 系統의 最大定格限界및 過負荷電流等에 對해서 휴우즈가 適切한가의 如否를 確認해야 할것이다.

安全性이라는 問題를 휴우즈의 動作技能과 利用에 있어 第一上位에 놓아야 한다. 따라서 이에 關聯된 法規定上의 諸問題도 考慮되어야 한다.

(趙 哲委員 抄)

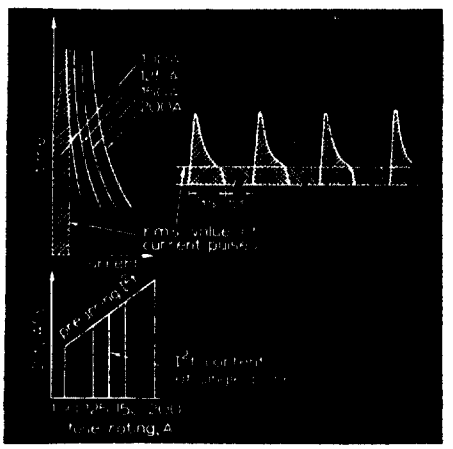


그림 1. Evaluation of irregular loads in reation to cherice of suitable fuss. The r.m.s. value of the pulses appears to require a 125 A fuse; I^2t of a single pulse is greater than the preacing I^2t of the 125 A fuse; therefore the choice is a 150 A fuse.

3.1. 表皮 및 近接効果問題들의 回路網相似解

P. Silvester: "Network Analog Solution of Skin and Proximity Effect Problems",(IEEE Trausy Vol. PAS-86, No.2, pp. 214—247)

任意의 形狀의 導體에서의 表皮効果問題들은 一般的으로 磁氣 vector potential 에 관한 偏微方과 場에 관한 積分條件의 集合에 의하여 數式化할 수 있다. 이렇게하여 만드러진 方程式系의 解는 쉽게 解析的으로 풀리지 않지만 無限히 많은 抵抗 靜電容量 回路網으로 相似시키면 풀수 있다. 本 論文에서는 이러한 無限回路網을 간단한 等角變檢으로 두개의 有限回路網으로 寫像시키는 方法에 대하여 論하였다. 즉 回路網의 크기와 回路網變數値들을 적절하게 選擇함으로써 表皮및 近接効果에 관한 問題들을 滿足할만한 正確度로 그解를 求할수 있었다. 특정한 몇가지 問題에 적합한 回路網을 記述하였고 相似法에서 얻은 表皮効果抵抗比와 實測値와 比較하였다. 任意의 주어진 導體內部 혹은 여러 導體間에서의 電流分布를 直接 이 方法으로 測定할 수 있으며 몇가지 例證을 들었다.

低因波에서 傳導電流를 다루는 경우, 一般的으로 變位電流는 無視한다. 電磁界에 관한 Maxwell方程式으로 부터 磁氣 vector otential A 는 抗散方程式

$$\nabla^2 A=\mu\gamma\frac{\partial A}{\partial t} \quad \cdots\cdots(1)$$

을 만족하여야한다. 問題를 간단히 하기 위하여 대단히 길고 均質한 直線導體에 制限한다면 電流는 軸方向에만 흐른다고 할수있을 것이다. 따라서 式(1)은

$$\frac{\partial^2 A}{\partial x^2}+\frac{\partial^2 A}{\partial y^2}=\mu\gamma\frac{\partial A}{\partial t} \quad \cdots\cdots(2)$$

단 $A=A_z$

로 變換되어 境界條件에 따라서는 解析的으로 풀수있다. 그런데 一般的으로 $\bar{A}$에의해서 記述되는 磁界는 非有界이므로 古典的인 境界條件이 存在하지 않는다. 한편 電流分布는 任意이기 때문에 우리가 말할수 있는 것은 各導體에서의 全電流 i_k

$$i_k=\int_{s_k}\bar{J}\cdot\bar{ds} \quad \cdots\cdots(3)$$

이다. 上式은 第 K 番號體의 斷面에 관한 面積分이다. 그런데

$$J=-\gamma\frac{\partial\bar{A}}{\partial t} \quad \cdots\cdots(4)$$

이므로

$$i_k=-\gamma\int_{s_k}\frac{\partial\bar{A}}{\partial t}ds \quad \cdots\cdots(5)$$

따라서 (2)와 (5)를 동시에 만족하는 解를 求하면 된다.

그림 1은 擴散場의 RC回路網에 의한 近似化回路이며 이는 擴散方程式을 만족하는 일의 二次元場과 相似된다.

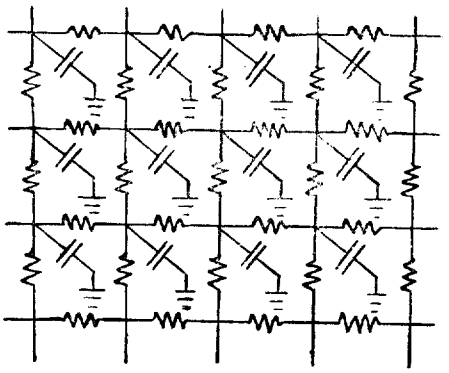


그림 1. 擴散場의 RC 回路網에 의한 近似化

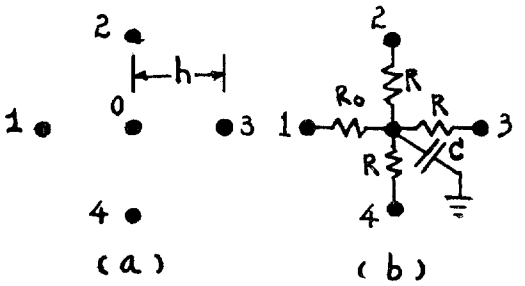


그림 2. (a) 場의 代表的인 點의 集合
(b) 이에 대응하는 回路網範點

그림 2. (b)에서

$$\frac{V_1+V_2+V_3+V_4-4V_0}{R}=C\frac{dV_0}{dt} \quad \cdots\cdots(6)$$

한편 식(2)은 有限定差式으로 대치하면

$$\frac{A_1+A_2+A_3+A_4-4A_0}{h^2}-\frac{h^4}{12}\left[\frac{\partial^4 A}{\partial x^4}+\frac{\partial^4 A}{\partial y_4}\right]+\cdots=\mu\gamma\frac{dA_0}{dt} \quad \cdots\cdots(7)$$

단 誘字 0, 1, 2, 3, 4는 **그림 2(a)**에서의 5個의 場點을 나타낸다.

식(7)에서 高次項은 무시하면 식(6)과 (7)은 相似式으로 볼 수 있다. 場과 回路網變數간의 相似量은 다음과 같다.

vector potential	A	scalar potential	V
도전율	γ	캐파시탄스	c/h
투자율	μ	抵 抗	R/h
電流密度	J	캐파시터 電流	i

다음 無限 平面相似方法으로는 우선 等角寫像原理를 이용하여 無限히 많은 抵抗으로된 回路網은 이를 두개의 有限圓形回路網에 寫像시킬수 있다. 그런데 相似回路網에 의한 正確度는 微分方程式(2)을 有限定差式로 代置했을 뿐만 아니라 式(7)에서 高次項을 無視함으로써 發生한 誤差와, 相似率 回路網에 되는 각 要素들의 不規則的인 誤差의 크기 즉 確率的인 誤差에 左右된다. 지금 半無限導體의 半空間의 表面附近을 흐르는 電流인 경우 導體內에서의 磁氣 potential 는

$$A=A_0e^{-x/\delta}\cos(wt-\frac{x}{\delta}) \quad \cdots\cdots(8)$$

이고 A_0는 導體表面에서의 vector potential의 値이고 x는 表面부터의 거리, δ는 表皮의 깊이인 $\sqrt{\frac{2}{\mu\gamma\omega}}$을 表示한다 특히 正法的인 경우 V^2A에서의 誤差 ϵ는

$$\epsilon=\frac{h^2\partial^4 A}{1^2\partial x^4} \quad \cdots\cdots(9)$$

이고, A의 相對誤差는

$$\frac{\Delta A}{A}=\frac{1}{12}\left[\frac{h}{\delta}\right]^2 \quad \cdots\cdots(10)$$

이다. 이 오차는 mesh 크기가 表皮깊이의 値에 接近할수록 급격히 커진다. 1%의 誤差가 要求되는 경우에는 mesh의 크기가 表皮깊이의 $\frac{1}{3}$ 以下를 維持하면된다.

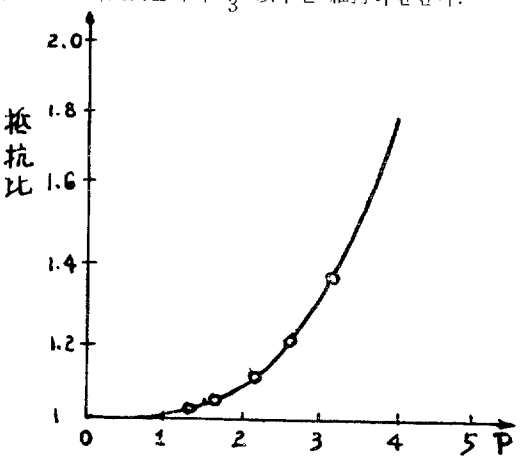


그림 3. 正方導體에서의 表皮-効果抵抗比, 實測値와의 비교

本 實驗에서 使用된 回路網은 24 mesh 口이고 抵抗과 캐파시터는 310[Ω]과 5000 pico-farad 의것 각각 3000 個씩으로 이루워졌다.

그림 (3)은 正方導體의 表皮-効果抵抗比와 實測결과를 圖示한것으로 導體의 表皮-効果抵抗比는

$$\frac{R_{ac}}{R_{dc}} = \frac{\sum_k |V_k|^2}{\left|\sum_k V_k\right|^2} \quad \cdots\cdots(11)$$

이고 無次元變數 p 는

$$p = \sqrt{\frac{2}{\pi}} \frac{\sqrt{\text{단면적}}}{\text{表皮의 깊이}} \quad \cdots\cdots(12)$$

이다. 一般的으로 p가 클수록 誤差가 커지며 本實驗에서는 $p=2.73$에서 表皮깊이와 3 個의 mesh가 一致하도록 하였다.

近接効果에 관해서는 $p=2.5$ 및 2.29 인경우 만족할 만한 結果를 얻을수 있었다. 여기서 특히 중요한 것은 電流密度와 位相角은 直接 測定할 수 있는 點이며, 이는 buss-bar 配置의 設計에 크게 도움이 된다.

(高明三委員 抄)

4.1. 誘電體損失의 새精密測定用測定器

F. Jones and G.E. Morse: "A New Instrument for the Precise Measurement of Dielectric Loss", (Post off. elect. Engrs J., 58, 3, Oct. 1965. pp 187—193. (Oct.41965)

水中 中繼器와 같이 長距離에 거쳐 傳送되는 cable 의 誘電體의 損失角의 정확한 測定은 매우 중요하지만 一般的으로 그 測定器는 測定回路 自身의 固有損失때에 精確度에서 限界가 있다. 여기서 記術하는 測定法은 測定回路의 固有損失을 中和하여 測定精度를 높이는데 그 目的이 있다.

이 測定器는 發振回路의 過渡發振의 減衰가 回路의 損失로써 決定된다는 극히 잘 알려진 原理를 利用한 것이다. 即 **그림 1**과 같이 $L.C$ 並列共振回路에서 콘덴서에 損失이 없으면 過渡發振은 식(1)에 따라서 減衰하지만, 만일 回路損失이 콘덴서에 의한다면 그損失角은 $\tan\Delta$ 인경우 振幅의 減衰는 식(2)에 따라서 變化한다.

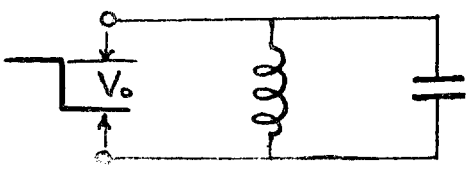


그림. 기본공진기

$$V = V_0 e^{-(r/2L)t} \quad \cdots\cdots(1)$$

$$V = V_0 e^{-(\omega \tan\Delta/2)t} \quad \cdots\cdots(2)$$

식(2)에서 無損失 콘덴서는 損失콘덴서와 바꾸면 $\tan\Delta$ 의 項이 증가하고 振幅의 減衰가 增加한다. 따라서 逆으로 減衰의 變化量을 測定하면 誘電體의 損失이 測定되어 이때 Coil 및 기타 原因에 의한 損失을 補償할 수 있다면 測定確度는 높이는 結果가 된다. 여기서 共振器損失補償의 새方法으로는 **그림 2**와 같이 疎結合 coil에 의하여 信號를 받은후 增幅器로 增幅하여, 再次 第2의 疎結合 Coil로 共振器에 返還하고 增幅器의 利得을 調整함으로써 補償이 얼어진다고 記術하였다.

또 이 回路에서 被測定誘電體의 損失角과 增幅器利得과의 變化關係式은 다음과 같다.

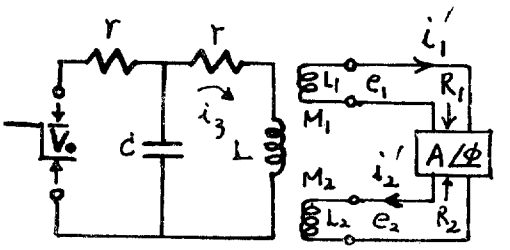


그림 2. 發振回路

$$\tan\delta = \frac{M_1 M_2 \sin\phi}{L_1 L_2}(A_2 - A_1) \quad \cdots\cdots(3)$$

上式에서 增幅器의 位相變化가 $\tan\delta$에 影響을 줌으로 測定時 특히 이 位相變化에 注意한 必要가 있다. 또한 식으로부터 測定의 最適感度는 相互인덕탄스係數가 적고 共振器의 인덕티스와 2次側의 結合인덕탄스가 큰 境遇에 얼어지며, 또한 過渡發振器間에 左右되며, 그 期間이 길수록 感度가 改良된다고 한다.

(高明三委員抄)

7.1. 超高壓送電線下의 靜電誘導에 關하여

K. Hidaka, S. Tsurumi, Y. Kitani, S. Yokota "Electrostatic Induction Voltage under the Extra-HighVoltage Transmission Lines"(IEEJ Journal, Vol. 87—3, No. 942, March, 1967, p. 583~592)

大電力送電幹線의 超高壓化 趨勢에 따라 日本電氣試驗所電力部에서는 800 kV 靜電誘電壓에 對한 電位計算法을 提示하고 試驗線(1 徑間 200m, 3 相水平 1 回線)을 使用하여 靜電誘導電壓과 接地된 被誘導物體를 흐르는 接地電流를 實測함과 同時의 實際의 送電線과 供試物을 縮尺한 電解液中의 model 實驗을 通하여 靜電誘導電壓에 의한 接地 電流를測定함으로써 誘導低減對策, 人體에 對한 危險度等을 詳細히 檢討한 結果를 報告하고 있다.

地上高 11.3 m, 水平 1 回線, 520 kV 送電線下의 各種自動車의 誘導電壓에 對한 實測結果를 引用하면 **表 1**과 같다.

表 1.

車種年式	誘導電壓〔V〕	車의 尺數 길이×폭×넓이〔m〕
도요벳토라이도반 60年式	3,000	4.65×1.65×1.7
三菱 500 形 61 年式	1,650	3.10×1.3×1.35
Austin 59 年式	800	4.1×1.5×1.4
Prince Sky Line 62 年式	500以下	4.85×1.69×1.5
도요벳토스타우토 62 年式	〃	4.69×1.69×1.98
日産세드릭크 61 年式	〃	4.65×1.69×1.5
마쓰다캐롤 63 年式	〃	2.98×1.295×1.34

그리고 靜電誘導電壓이 誘起되어 있는 物體에 接觸할 때 흐르는 過渡電流는 直流로 充電되어 있는 condenser의 端子에 접촉할때 흐르는 電流로 近似化할 수 있다는 假定아래 1,000, 500, 300 PF의 靜電容量을 500~2,000 V까지 充電한후, 그 端子에 接觸할 때 흐르는 電流와 感覺을 記錄하였으며, 電流波形은 指定函數的인 **그림 1**과 같아 人體의 抵抗은 1,000~700 Ω 程度라고 報告하고 있다. 그리고 感覺은 C의 크기에 따라 다르나 電流波高値 1 A 程度에서 電擊을 느끼고, 1.5~2 A 程度에서는 電擊을 大端히 느낀다고 하였다.

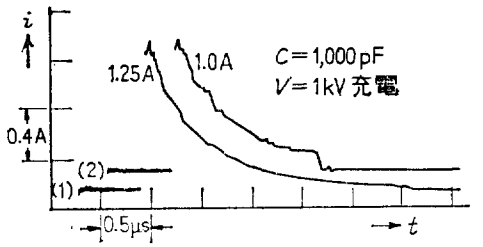


그림 1. 電流波形測定例

끝으로 靜電誘導電壓의 低減對策으로서는 ①送電線 地上高를 높일 것 ②遮斷線을 施設할 것 ③2回線 送電線에서는 相配置를 逆相順으로 할 것 ④自動車타이야 等에 導電性 고무를 使用할 것 等을 提案하고 있다.

(朴永文委員 抄)

7.2. 單心 cable 線路에 있어서의 進行波의 傳搬, cross bond 點의 反射및 透過의 計算方法

T. "Imai, Ywatabe Calculation of Propagation, Reflection and Refraction at Cross Bond on the Single Conductor Circuit"(IEEJ Journal, Vol. 87-3, No.942, March, 1967, p. 573~583)

本 論文은 cross bond 를 갖는 單心 cable 線路에 있어서의 surge 傳播現象에 關하여 從來의 林氏의 進行波理論 即 m 個의 導體系에 있어서, 演算子로 表示한 電壓의 行列을 $[V]_m$, 距離를 x, 線路의 impedance 및 admittance의 行列을 $[Z(P)]_{mm}$ 및 $[Y(P)]_{mm}$ 이라 할 때

$$[V]_m=\varepsilon^{-[Q]_{mm}x}[V_0]_m=\sum_{r=1}^{m}\varepsilon^{-q_r x}[K(q_r^2)]_{mm}[V_0]_m \quad\cdots\cdots(1)$$

但, $$[K(q_r^2)]_{mm}=\prod_{s\neq r}^{s=1,\cdots,m}\frac{q_s^2[U]_{mm}-[Q]^2_{mm}}{q_s^2-q_r^2} \quad\cdots\cdots(2)$$

$$[Q]_{mm}=\sqrt{[Z(P)]_{mm}[Y(P)]_{mm}} \quad\cdots\cdots(3)$$

但 q_s^2, q_r^2 : $[Q]^2_{mm}$ 의 固有根, 即 式(4)를 만족시킴

$$\det(q^2[U]_{mm}-[Q]^2_{mm})=0 \quad\cdots\cdots(4)$$

但, $[U]_{mm}$: 單位行列, $[V_0]_m$: 端末에 있어서의 到來波의 演算子表示, $[V]_m$: x 點에 있어서의 傳播波의 演算子表示

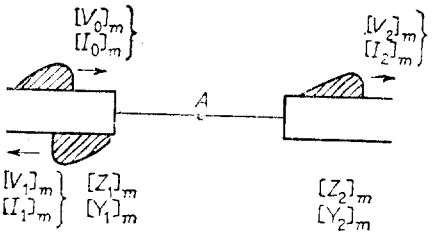


그림 1. 變 移 點

또 그림 1 에서 反射 및 透過에 關하여

$$\left.\begin{aligned}[V_1]_m&=([y_1]_{mm}+[y_2]_{mm})^{-1}([y_1]_{mm}\\&\quad-[y_2]_{mm})[V_0]_m\\[V_2]_m&=2([y_1]_{mm}+[y_2]_{mm})^{-1}[y_1]_{mm}[V_0]_m\end{aligned}\right\}\quad\cdots\cdots(5)$$

但,
$$\left.\begin{aligned}[y_1]_{mm}&=[Z_1]^{-1}_{mm}[Q_1]_{mm}\\[y_2]_{mm}&=[Z_2]^{-1}_{mm}[Q_2]_{mm}\\[Q_1]_{mm}&=\sqrt{[Z_1]_{mm}[Y_1]_{mm}}\\[Q_2]_{mm}&=\sqrt{[Z_2]_{mm}[Y_2]_{mm}}\end{aligned}\right\}\quad\cdots\cdots(6)$$

$$\left.\begin{aligned}[\mathrm{Refl}]_{mm}&=([y_1]_{mm}+[y_2]_{mm})^{-1}([y_1]_{mm}\\&\quad-[y_2]_{mm})\\[\mathrm{Refr}]_{mm}&=2[y_1]_{mm}+[y_2]_{mm})^{-1}[y_1]_{mm}\end{aligned}\right\}\quad\cdots\cdots(7)$$

의 基本式을 適用함으로써 直埋 및 月同道布設 等의 一般的인 경우를 포함한 surge의 波高値 및 傳播速度를 求하는 方式을 提示하고, 또 同軸 cable, OF cable에 對하여 이 方法에 의한 計算結果와 實驗結果를 比較檢討하였다.

그런데 이 論文의 特記點으로서는,

(1) 傳播에 있어서, cable의 導體 및 sheath 에 多速度波의 存在를 解析하여, 方形進入波의 波高値가 주어졌을 경우 各 surge의 速度 및 波高値를 求하는 式을 提示하였다.

(2) cross bond 點의 反射, 誘過電壓을 求하는 係數의 計算式을 提示하였다.

(3) 또 同心狀 大地歸路의 경우에 對하여 Watson, Erven 氏의 理論과 比較함으로써 그 理論値의 妥當性을 立證하였다.

(朴永文委員 抄)

11.1. 絕緣된 Sodium 導體장래의 경향

L,E. Humphrey 外 8名; "Insulated sodium conductors-a future trend". (IEEE Spectrum 1966 Nov. pp 73—81)

Polyethylene 으로 絕緣된 sodium 導體가 發展되어 왔으며, 이 導體는 가벼울 뿐만아니라 在來式 cable 製作 裝置로 製作이 可能하다. sodium cable의 可塑性과 輕量性은 架空 또는 埋設공사에 큰 利點을 가져온다. 그리고 sodium의 電氣傳導度는 銅 및 Al 다음에 位置하며, 正常 大氣條件下에서의 壽命은 약 40년으로 豫測되고 있다. 電氣導體로서의 sodium 使用에 관한 idea 는 1901年 發表된 Swiss 特許가 그 始初라 하겠다. 그후 1905年 및 1906年에 佛 및 美國人의 特許 및 1927年 Dow 및 Boundy 兩氏에 의하여 實用化의 第一步를 디디게 되었다. 1941年 Cantacuzene 氏가 鉛皮로 sodium 을 보호한후 在來의 油紙로 絕緣시킨 소위 絕緣된 sodium 導體를 考案했으나 實用化 되지 않았다. 그후 1955年에 Dutch의 電氣技術者인 Theodore De Koning 氏가 sodium cable에 關한 性質, 製造및 用途에 관한 著書를 發表하였고 그는 油紙로 絕緣시킨 sodium 導體를 鉛 또는 plastic 皮속에 장진하는 方法을 提示하였다. Sodium은 여러 金屬中 가장 그 埋藏量이 큰것 중의 하나이며 **表 1**은 銅 Al 및 Sodium의 電氣的性質 및 價格을 표시한 것이다.

表 I. 각종 전기도체의 성질비교

금속	(A)抵抗 [$\mu\Omega$-cm] 20°C에서	(B) 比 重 (20° C)	A × B	(C) 價 格* ($/kg)	A × B × C	等價電流容量에 대한 相對價格
Copper	1.72	8.89	15.3	0.80	5.51	6.8
Alumi num	2.83	2.70	7.64	0.54	1.87	2.3
Sodium	4.88	0.972	4.74	0.38	0.81	1.0

그림 1은 絕緣된 Sodium 導體의 製造過程의 系統圖이다.

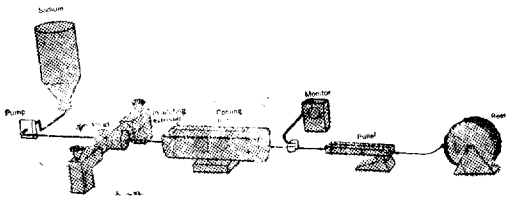


그림 1. 絕緣된 sodium 導體의 製造過程

銅 및 Al에서는 短絡回路電流로 因한 熱은 導體周圍의 絕緣物에 끼칠정도로 급격히 增加하지만 sodium 導體인 경우에는 우선自體가 發生熱에 依하여 熔融된 후에야만 短絡回路電流에 의하여 發生된 熱은 溫度上昇에 寄與하여 絕緣物에 影響을 미치게 한다 **그림 2**는 25°C에서 같은 抵抗을 가진 sodium, copper 및 aluminum의 短絡回路特性을 나타낸것으로, 短絡事故가 發生하기 전의 動作溫度는 75°C이고 電流密度는 78.9 A/mm² 이다. **그림 3**은 sodium 導體가 가진 銅과 aluminum 導體(25°C에서 같은 抵抗値)보다 더 큰 短絡回路電流容量을 가지고 있음을 나타낸다.

다음 **表 II, III,** 및 **IV**는 각각 破壞電壓, 衝激電壓 및 負荷一싸이클 試驗結果이다.

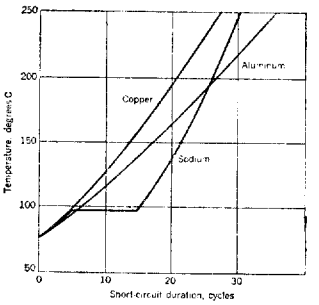


그림 2. Sodium 의 短絡回路의 特性

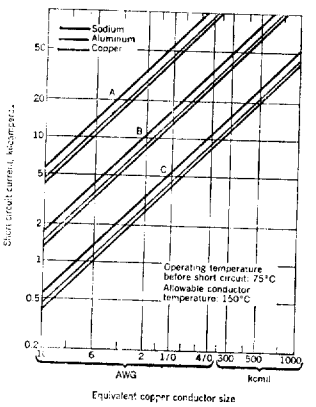


그림 3. 短絡回路에서의 許容電流

表 II. Polyethylene으로 絕緣된 破壞試驗 Sodium 의 交流

도체의 직경 (mm)	절 연 벽 (mm)	파괴전압 (kV)
(5分간격)		
12.7	5.6	164
12.7	5.6	157
12.7	5.6	131
8.5	5.6	157
8.5	5.6	109
8.5	5.6	157
8.5	5.6	157
8.5	5.6	157
13.6	5.6	157
16.5	4.45	87
24 時間 간격		
8.5	5.6	109

表 III. Polyethyleve 으로 絕緣된 Sodium 導體의 衝激試驗

도체의 직경 (mm)	절 연 벽 (mm)	충격전압 의세 (kV/mm)
8.5	5.6	85.0
8.5	5.6	92.5
16.5	4.45	91.4
12.6	5.6	85.0
8.5	5.6	110.0
12.7	5.6	78.7

表 IV. Polyethyleve 으로 絕緣된 Sodium 導體의 負荷-싸이클試驗

시 간 (日)	도체온도 (°C)	大地電壓 (kV)	力 率* (%)	코로나電位 (kV)
초기		—	0.019	13‡
3	75	17.4	0.019	22 §
10	75	17.4	0.019	22 §
21	75	17.4	0.019	22 §
22	85	26.0	0.019	22 §
31	85	26.0	0.019	22 §
42	85	26.0	0.019	22 §
43+		---	0.019	31‡

* 20, 60 및 100 V/mil(787, 2360 및 3940 V/mm)의 세기에서 測定한것

+ 試驗은 42 日試驗完了후 30 時間施行

‡ 消弧電壓

§ 이 電壓에서는 코로나가 없음

上述한 바와 같이 銅 및 Al에 비해 많은 長點을 가지고 있으나 Sodium 自體가 水와의 化學反應이 銳敏하기 때문에 取扱시 상당한 注意를 기우려야한다. 一般的으로 室溫에서 Sodium 은 水와 作用하여 NaOH 로 化한다. 그런데 Polyethylene 은 각종電線이 要求하는 機械的 및 電氣的 絕緣性이 滿足할만큼 充分할 뿐만 아니라 空氣와 水에 대한 有効한 障壁을 이룬다.

(高明三委員 抄)