



우리나라 電氣機器試驗設備 現況

Test Facilities for Electrical Machinery in Korea

辛 大 承

韓國電氣通信研究所 電力試驗部長

1. 概 況

一般으로 試驗·檢査는 製品이나 部品の 構造, 치수, 性能等の 所定の 仕様, 規格等を 充分히 滿足하고 實用上 支障이 없는지를 最終的으로 確認하기 위해 實施하는 것이다.

특히 電力設備과 같이 그 重要性이 極히 높고 高度의 信賴性과 安全性이 要求되는 것에 對해서는 使用되는 各機器, 材料等に 對해 KS 規格이나 國際規格(例컨데 IEC, ANSI, JEC 等) 외에도 各 Maker 나 使用者가 定한 社內 標準規格과 購買仕様等の 嚴格한 規制下에 檢査試驗을 實施한 後 使用하게 되며, 새로 開發된 新製品에 對해서는 더 詳細한 項目에 걸쳐 型式開發試驗을 하게 된다.

우리나라 製造業체의 自体 試驗設備를 보면 一部 中小企業체를 除外하고 大企業체는 大体로 自体 生産品의 品質管理를 위한 檢査試驗設備를 갖추고 있어서 現在 國內 生産되고 있는 345kV 級機器까지의 檢査試驗은 可能한 편이다.

그러나 製品開發을 위한 型式試驗 設備는 大企業체라도 完備하고 있지 못하여 製品開發에는 設備上 問題點을 안고 있다.

따라서 現在까지는 不得已한 경우 外國試驗機關에 高額의 試驗料와 諸費用을 負擔하고서 外國에 가서 試驗하고 있는 實情이다.

電氣機器는 部品이나 中間製品을 必要로 하

는 綜合製品인바 이 中間製品을 供給하는 中小企業체는 大部分이 零細性을 免하지 못하고 自体 檢査設備와 檢査試驗技術이 不足하여 自体 試驗成績書를 作成備置하는 곳은 아주 적어서 品質管理 水準이 낮고 良質의 部品이나 中間製品의 供給이 어려워서 電氣機器 全体의 信賴性을 低下시키고 있는 實情이다.

이러한 與件을 勘案할 때 電氣製品의 品質水準을 維持하기 위해서는 모든 製品의 檢査試驗을 公認試驗機關에서 嚴格하게 實施할 必要가 尚存하며 앞으로 모든 生産業체가 必要한 檢査試驗設備를 갖추고 自体에서 品質管理를 徹底히 行하여 서로 믿고 사고 팔 수 있는 段階에 이르면 公認試驗機關의 試驗을 반드시 畢하도록 規制할 必要가 없어질 수도 있을 것이다.

2. 試驗設備 現況

가. 製造業체 試驗設備

電氣機器는 그 種類나 定格이 多樣하여 그 試驗設備도 多樣하므로 그것을 하나하나 檢討하기는 매우 困難하다. 여기서는 便宜上 機器의 絶緣耐力을 檢證하는

- ① 高電力試驗設備, 機器의 大電流에 의한 短絡強度나 電力遮斷性能을 檢證하는
- ② 短絡試驗設備 및 機器의 特性을 檢證하는

〈表-1〉 品目別 重要試驗項目과 設備

區 分	試驗項目	構造 및 特性	溫度上昇	A·C耐電壓		衝擊耐電壓	誘導耐電壓	RIV CORONA		* 閃絡試驗	* 汚損試驗	* 過電流定數	* 短時間電流(短絡強度)	* 遮斷容量	ABC放電開始	衝擊放電開始	* 放電耐量	* 制限電壓特性	* 動作責務	絶緣油	* 機械的耐量	其他	
				乾燥	注*			R I V	部分放電														
被 試 品	變壓器類	○	○	○		○	○	○				○								○			
	遮斷器類	○	○	○	○	○		○	○		△	○	○								△	○	
	開閉器類	○	○	○	○	○		○	○		△	○										○	
	避雷器	○		○	○	○		○	○		△				○	○	○	○	○				
	變成器	○	○	○		○	○	○				○	○										
	電線類	○		○	△				○														○
試驗設備	短絡											○	○	○								○	
	高電壓			○	○	○	○	○	○	○					○	○	○	○					
	其他	○	○																		○	○	○
試驗可否	業 研 究 所	◎ ◎	◎ ◎	◎ ◎	× ◎	◎ ◎	◎ ◎	× ◎	× ◎	× ◎	× ◎	× ◎	× ◎	× ◎	◎ ◎	◎ ◎	× ◎	× ◎	× ◎	× ◎	× ◎	◎ ◎	

(注) : 1) ○ 試驗項目 △ 參考試驗項目 ◎ 試驗可能 × 試驗不可能 2) * 型式試驗項目
3) 研究所試驗可否는 82.7 以後의 경우임

③ 其他 設備의 3 가지로 나누어 생각 하기로 한다.

表1은 電氣機器의 品目別 主要 試驗項目과 所要 試驗設備이다. 表에서 알 수 있드시 製造業體의 設備는 檢査試驗 項目의 試驗은 可能하지만 型式 試驗項目 試驗은 하기 어렵다.

1) 高電壓 試驗設備

電氣機器의 絶緣耐力를 試驗하는 高電壓 試驗設備에는 衝擊電壓 發生器(Impulse Generator) 商用周波 耐電壓 設備 및 誘導發電機 등이 있으며 大企業體는 自体生産品을 檢證할 試驗設備을 大體로 갖추고 있다. 表2는 大企業體가 갖고 있는 高電壓 試驗設備 現況이다.

現在 345kV級 機器를 生産하고 있는 暎星重工業, 現代重電機는 그 製品의 試驗이 可能하나 注水 試驗設備과 Bushing 試驗設備는 없으며 또 Radio障害 電壓試驗 및 部分 放電試驗設

備는 一部 갖춘데도 있으나 高電壓 試驗室의 電磁遮蔽가 不完全하여 그 試驗 Data가 國際的으로 認定받을 수는 없는 形便이며 이들 設備는 當所의 昌原試驗研究所에 完璧하게 갖추어져 있어 많이 活用될 것으로 생각된다.

2) 短絡試驗設備

短絡試驗設備는 國內 製作業體로서 갖추고 있는 데는 全無한 狀態로서 이것은 그 設備費가 아주 많이 들기 때문인 것으로 생각된다.

따라서 遮斷器, 開閉器, Fuse 및 碍子類 등의 短絡試驗, 短時間 電流試驗, 負荷開閉試驗 등을 할 수 없으며 그 外에도 大電流에 의한 閃絡特性, 電磁力에 對한 強度等 研究도 遂行할 수 없는 狀態로서 이것이 이들 電氣機器의 國産化率이 낮고 開發이 不振한 要因의 하나라고 볼 수 있다.

이 短絡試驗設備는 當所에서 設備하는 中이며

〈表-2〉高電壓試驗設備現況(業体)

業体名	衝擊電壓發生器(I·G)	交流耐電壓設備	備考
暁星重工業	2,500kV, 200kJoule	700kV, 1A	345kV級機器試驗可
現代重電機	2,400kV, 120kJ	"	"
雙龍電機	1,500kV	300kV	154kV級機器試驗可
利川電氣	2,000kV, 150kJ	400kV, 2.5A	"
코오롱電機	1,400kV	300kV, 1.67A	"
新韓電機	1,500kV, 67.5kJ	350kV, 0.6A	"
大明重電機	1,500kV	500kV	"
國際電機	600kV, 7.5kJ	50kV	22kV級機器試驗可
金星計電	2,600kV, 130kJ	800kV	345kV級機器試驗可
新韓碍子	1,500kV	500kV, 1A	154kV級碍子速試驗可

完工되는 6月末以後에는 研究開發이 活潑히
져서 國產化가 促進될 것으로 생각된다.

3) 其他設備

機器의 特性試驗, 溫度上昇 試驗等を 위한 설
비는 各製作 業体마다 設備되어 있어 品質管理
나 自体檢査 試驗을 할 수 있는 實情이다.

그러나 避雷器試驗을 위한 主要設備인 衝擊
電流發生器(Impulse Current Generator)는
業体들도 갖추지 못했으며 當所도 이번 設備工
事에는 豫算問題로 反映되지 못해 國內에는 없
으며 避雷器 開發研究에 相當한 隘路事項으로
남을 것이다.

나. 當研究所의 試驗研究設備

國內에 短絡試驗設備를 갖춘 重電機 公認試驗

所를 가져야겠다는 電氣界의 오랜 宿願은 政府
當局의 主導와 韓電 및 業体의 支援을 얻어 76
年末에 電氣機器試驗研究所(現電氣通信 研究所
電氣分所)의 發足を 보게 되었고 그동안 人電
力 短絡試驗 研究設備와 高電壓 研究試驗 設備
의 建設을 進行해서 드디어 今年 6月末 竣功段
階에 이르렀으며 7月初부터 本格稼動하게 되었
다.

昌原에 세워지는 研究所設備는 約 320余億円
의 内外資를 들였으며 短絡試驗設備는 日本의
公認試驗研究所인 武山(Takeyama) 試驗研究所
와 短絡發電機 容量은 비슷하나 武山에는 없는
合成試驗設備가 더 있어서 362kV 2點切, 762
kV 4點切 遮斷器까지 試驗할 수 있고, 高電壓
試驗設備는 Impulse Generator 4,000kV, AC

〈表-3〉高電壓 試驗研究設備

設備名	仕樣	備考
A·C耐電壓設備	1,100kV, 2A 連續. 3A 30分 定格	550kV·2A×2 Stage
衝擊電壓發生器(IG)	4,000kV, 300kJ	標準波(1.2/50 μ s); 3,200kV 緩頭波 (50/5,000 μ s); 2,300kV
"	800kV	
180 Hz 誘導發電機	6,600V, 3 ϕ 2,500/1 ϕ 1,425kVA, 180 Hz	Motor 6.6kV, 22.40kW 3 ϕ
RIV, 部分放電試驗設備	1,100kV	
注水試驗設備	4段×4列, 1,800Nozzle, 3mm/分	
Bushing 試驗用 油槽	直徑 4m, 높이 5m, 容量 60m ³	

〈表-4〉短絡試驗設備

設備名	仕 樣	備 考
短絡發電機	18kV, 180MVA 3 ϕ , 1,800RPM, Y- Δ 結線變更	瞬時短絡容量 6,000MVA (192kA) 3 Cycle " 4,000MVA (128kA)
短絡變壓器	1 ϕ 80MVA \times 3台, 18/24-48-72-96kV 最大 1 ϕ 288kV	短絡容量 約 1,000MVA/ 3 Sec %Z 2% on 50MVA Base
合成試驗設備	Max, 375kV, DC, 0.7MJ 10 μ F	
大電流變壓器	1 ϕ 15MVA (3 sec) \times 3台 18kV/250V \times 4	最大電壓 3kV, %Z: 3%에 15MVA
其他付帶設備	Making Sw(20ms), Reactor (11段) 3 ϕ 0.005~10, 235 Ω Back up CB(2000MVA) Aux, CB Short Line Fault π Section Sequence Controller.	

耐電壓 設備 1,100kV로서 765kV級 機器의 開發研究도 可能하여 國際水準級의 研究試驗設備 가 될 것이다.

1) 高電壓 試驗設備

高電壓 試驗設備를 收容할 高電壓 研究棟은 54.9m \times 33m 矩形平面에 有効 높이 25.6m로서 0.5%와 0.8% 두개의 鋼板으로 内外를 二重電磁遮蔽하여 外部電界를 遮蔽(最小遮蔽 減少는 55dB)하여 RIV와 部分放電의 測定에 正確을 期하도록 하였다.

또 研究棟 接地는 歸路 Impedance를 적게 하기 위해 206개의 接地銅棒과 2900m의 接地銅線으로 2層으로 接地施工하였다.

2) 短絡試驗設備

昌原試驗設備의 主体가 되는 것으로서 그內譯은 表4 와 같다.

3) 當所 設備能力

重要 重電機器의 電氣的 試驗에서 規格上의 要求值와 當所 設備能力을 比較하면 아래 表와 같다.

絶緣耐力試驗은 756kV級 Disconnecting Switch (765kV CB의 試驗電壓值보다 다소 높은 편임)級까지 可能하며 表5에 그 값을 比較한다. 또 161kV屋外用 支持碍子(TR # 25)의 一部 試驗項目에 對해서도 同表에 나타냈다.

表6에 各機器에 對한 短絡試驗에 對해서 規格上의 要求值와 當所 短絡試驗設備로 行할 수 있는 試驗能力을 簡略하게 表示하였으며 362kV級 遮斷器의 短絡試驗, Power Fuse 및 Load Break Switch 등의 負荷開閉試驗等이 可能함을 보였다.

그밖에 機器의 溫度上昇試驗은 定格電流 4,000A級까지 可能하며 電力用 變壓器의 短絡

〈表-5〉絶緣耐力 試驗能力

試驗項目	規格上 要求值	設備能力
AC 耐電壓	765kVDS, 1,100kV(Out of Phase)	1,100kV(Out of Phase)
Impulse 耐壓	" 2,535kV	3,600kV
Switching Impulse	" 1,725kV	2,300kV
RIV	" 485kV - 2500 μ V 以下	600kV - (5 μ V ~ 1V)
部分放電	" 485kV - 100PC 以下	600kV - (0.6 ~ 10,000 Pc)
汚損試驗	"	OK
油中破壞電壓	161kV支持碍子 (TR25) 215kV 以上	1,100kV
閃絡電壓	" 485kV (3 ~ 5分)	1,100kV

〈表-6〉遮斷試驗能力

試 驗 項 目	規格上 要求值	設 備 能 力	
遮 斷 器	短絡試驗BTF (Duty 1~5)	① 直接試驗 600V, 75kA 3.3)kV 15 93kA 24kV 50kA ② 合成試驗 170kV 50kA (TRV: 255kV-255 μ s) 362kV 40kA (TRV: 540kV-540 μ s)	600V 80kA 15.5kV 100kA 24kV 50kA 362kV 50kA Half Pole (TRV 277kV ^{*2} 540 μ s)
	近距離線路故障遮斷 SLF	362kV 50kA Surge Imp 450 Ω	362kV 50kV Half Pole
	短時間電流試驗	75kA/ 1~3 sec	80kA/ 3 sec
	線路充電電流遮斷	362kV級 250kV-315A	250kV-連續 296A, 3秒 664A
	誘導性少電流遮斷	170kV級 98kV-20A	直接試驗 100kV-20A
電 力 부 하 중 단	脫調遮斷	170kV級 170kV-50kA (TRV 304kV-510 μ s)	Fullpole 170kV-50kA (TRV 323kV-510 μ s)
	遮斷試驗 (Duty 1~3)	72.5kV Power Fuse ① 直接試驗 24kV이하-75kA ② 合成試驗 72.5kV~50kA (TRV 134kV~672 μ s)	24kV 이하-100kA 170kV -50kA (TRV 277kV-540 μ s)
負 荷 開 閉 器	短時間電流 投入性能 開閉容量	Load Break SW & Oil Switch 31.5kA/ 1 sec 80kA Peak ① 負荷電流 (50~200回) 24kV-2000A 3 ϕ ② Loop 電流 (50~200回) 24kV-2000A 3 ϕ ③ 勵磁電流 (50~200回) 24kV-50A 3 ϕ ④ 充電電流 (50~200回) 24kV-50A 3 ϕ	80kA/ 3 sec 250kA/Peak 24kV · 2000A 3 ϕ " " 24kV-1780A 3 ϕ

強度試驗도 할 수 있다.

昌原試驗研究設備로 그외에 할 수 있는 試驗
研究는

- ① 變壓器, Cable 等의 大電流特性, 電線熔斷
特性
- ② 機器, 碍子連의 耐 Arc 特性
- ③ 機器의 短絡電流에 의한 電磁機械力 強度

④ 配電用 施設, 地中 Cable 等의 事故時 保安
과 防災對策

⑤ 遮斷器 開閉器의 遮斷 Arc 特性, 接點材料
問題

⑥ 機器 및 送電線의 絕緣特性

⑦ 碍子, 碍管의 汚損 耐電壓特性
等이다.

3. 結 言

國產 重電機器의 品質向上을 위해서는 製造業체가 品質管理를 徹底히 할 것이 要求되며 그러기 위해서는 當然히 檢査 試驗設備를 갖추어야 할 것이다.

그런데 一部 中小企業체는 그 零細性 때문에 試驗設備를 完備하지 못한 곳이 있어서 品質管理에 隘路點이 되고 있다.

한편 大企業체는 大部分의 檢査 試驗設備를 갖고 있으나 型式開發 試驗을 위한 設備는 一部 갖추지 못하고 있어 이것 亦是 機器開發에 隘路가 되고 있다.

重電機器의 國內市場은 比較的 狹小한 便이어서 業체가 모두 이런 設備를 가져야 한다는 것은 어떻게 보면 非經濟的인 面도 있으므로 公認試驗機關이 이를 完備하여 製造業체가 活用하는 方案도 바람직하다.

今年 6月末 當所試驗設備가 完工되어 7月

初부터 業務가 開始되는 바 當所에의 出捐機關인 韓電이나 製造業체들이 各種 試驗과 電力設備의 信賴度 向上을 위한 研究 및 機器開發을 위한 研究等を 위해 이 試驗研究設備를 많이 利用하여 稼動率을 높여서 이 設備가 古鐵로 死藏되는 일이 없도록 할 것을 바라며 當所로서도 이를 위해 끊임없이 努力하고 아울러 試驗研究 能力을 높이도록 힘써야 할 것이며 이 設備의 稼動이 그동안 多少 沈滯되었던 重電機器 國產化에 劃期的 契機가 될 것으로 믿어 疑心치 않는다.

한편 이번 建設에 反映되지 못한 重要設備들, 例컨데 避雷器 試驗에 必要한 衝擊電流 發生器 (Impulse Current Generator), 鑛山用等 防爆機器試驗에 必要한 防爆試驗設備 및 原子力 發電所와 船舶用 機器試驗에 追加되어야 할 振動試驗設備等은 앞으로 當所가 計劃을 세워 設備를 追加해야 할 것으로 믿으며 國際的인 公認 試驗研究機關이 되어야 할 것으로 생각된다.

(24p에서 계속)

來의 古典的方法보다 單純하며 効率的인 새로운 接近方法을 Elliptic函數의 特殊性을 考慮하여 試圖하였다.

더욱이 高度의 電子技術 開發을 要求하는 現時點에서는 重要하지 않을 수 없다고 생각한다. 그래서 이 새로운 接近方法을 Passive濾波回路設計와 Active 濾波回路設計의 研究를 試圖하여 그 實績을 認定 받았으나 遺憾스럽게도 Digital과 Mos Switched Capacitor 部分은 研究途中 歸國하였다. 더욱더 研究와 實驗을 試圖하여 Elliptic Filter 回路의 設計時 새로운 接近方法을 擴張해서 研究해야 할 重要한 價値가 있음을 闡明하고 싶다.

本人은 이 紙面을 통해 關心있는 産業체 諸位께서 이 分野를 開拓하고 完成하기 爲한 本人의 깊은 意圖를 通察하시어 깊은 配慮가 있었으면 한다.

參 考 文 獻

- 1) H. K. Kim and D. Y. Kim: A new approach to the active realization of elliptic filters, IEEE international symposium on circuits and systems, 1981. 5
- 2) Arthur B. Williams: Electronic filter design handbook, McGraw-Hill CO, 1981
- 3) A. S. Sedra and P. O. Brackett: Filter theory and design: Active and Passive, Matrix publishers, INC., 1978
- 4) P. R. Gray and D. A. Hodges: Analog Mos Integrated Circuits, IEEE press 1981. 6
- 5) D. E. Johnson: Introduction to filter theory, Prentice-Hall, INC., 1976
- 6) L. P. Huelsman and D. E. Allen: Introduction to the theory and design of active filters, McGraw-Hill, CO., 1980
- 7) M. S. Ghauri and K. R. Laker: Modern filter design Active RC and Switched Capacitor, Prentice-Hall, INC., 1981