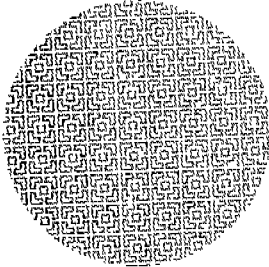


오늘의 重電機器 實 態와 앞으로의 展望

Today's Status and Trend in
Future for Korea Heavy
Electrical Equipments
Manufacturing and Applications



盧 哲 雄

暁星重工業株式會社
技術研究所 部長

1. 概 況

불과 30여年 前인 1953년에 三和電機産業(株)가 高抵壓進相用 콘덴서를, 1959年 利川電機工場(株)가 22KV級의 變壓器및 370KW 容量의 모터를 國內 처 음으로 開發할 정도로 낙후되었던 우리나라의 重電機器 工業은 1969年 暁星重工業(株)의 前身인 韓永 工業(株)가 154KV級 變壓器를 開發한 이후 1978年 暁星重工業(株)가 超高壓 345KV級 變壓器를 필두 로 170KV 31.5KA 및 362KV 40KA級의 G.C.B를, 1980年 170KV級GIS를 연이어 開發하는 등 비약 적인 發展을 거듭하다가 급기야는 1983年 362KV40 KA級 GIS 및 原子力5, 6號機 主變壓器인 345KV 單相 1160/3 MVA 變壓器의 開發을 成功함으로써 우리나라 超高壓(EHV) 重電機器의 生産能力은 물론 높은 신뢰성을 입증하였다.

그러나 先進 外國의 경우 1953年 스웨덴의 400KV 級 送電線 開通을 시발로 美國, U. S. S. R, 캐나다 日本 등이 345KV에서 800KV에 이르는 超高壓 送電線을 오랫동안 운전해 왔으며 지금은 1000KV 에서 1500KV에 이르는 超超高壓(UHV)의 研究가 進行 되어 美國 및 이탈리아의 경우 시험선로를 建設하여 各 重電機器의 신뢰성 및 경년특성 등을 分析하는 등 1990年代의 世界는 超超高壓(UHV) 時代를 바라보는 實情이다.

또한 위와같은 先進外國의 경우 기초학문의 광범위한 發達, 오랜 역사를 통한 技術축적 및 소재 산업 등 연관産業이 균형있게 發達되어 있는 반면 1960 年代에 先進外國業체들로부터 重電機器 生産의 원천기술을 直수입한 우리나라 重電機 産業의 경우는 그 근간인 소재 산업 및 기초학문의 水準이 製品의 水準을 따르지 못하는 不均衡한 狀態를 지속해왔으며 뒤늦게나마 소재産業의 國産化를 유도하고 있으나 國內 重電機器 市場의 협소로 인해 기업이 과감한 투자를 회피하고 있으며, 그 결과 重電機器産業의 지속적, 체계적 發展과 競爭力強化의 큰 障礙 要因이 되고 있는 實情이다.

2. 現 況

2·1 重電機器의 需給現況

〈표-1〉 重電機器 需給現況 (單位：億圓)

區分	年度				
	'79	'80	'81	'82	'83
供給	2,336	2,577	2,783	3,993	4,802
生産	2,225	1,665	2,472	3,055	3,144
輸入	4,561	4,242	5,255	7,048	7,946
合計	4,285	3,749	4,589	6,339	6,960
需給	276	493	666	709	986
內需	48.8	39.3	47.0	43.3	39.6
依存度(%)	11.8	19.1	23.9	17.8	20.5
輸出比率(%)	51.2	60.7	53.0	56.7	60.4
自給率(%)					

註：輸入依存度 = (輸入 / 合計) × 100
 輸出比率 = (輸出 / 生産) × 100
 自給率 = 100 - 輸入依存度

資料：商工部

표 1에서 보듯이 우리나라의 重電機器 需給은 큰 變動이 없이 꾸준히 증가되어 왔으며 生産도 그에 比例하여 증가해 왔다.

또한 83年度末의 輸入依存도는 39.6%로 先進外國과 比較하여 훨씬 높은 實情이나 81年 이후부터 급격히 낮아지고 있어 밝은 展望을 주고있다. 반면에 輸出의 경우 그 需給量은 79年 276억원에서 83年 986억원으로 꾸준히 증가하고 있으나 海外 重電機器 市場의 규모에 比較해서는 극히 미약한 정도이므로 수출신장을 위한 대책이 시급히 要求 된다고 볼 수 있다.

2.2 主要 重電機器 業體의 現況

重電機器 製品 生産의 본격적 기반을 다져나갔던 70年代에 있어서 급속한 유통과동과 國內外的 경기침체 등으로 곤란을 겪던 가운데 業體난립과 무부별

한 과잉중복投資는 技術開發, 品質管理 등을 통한 신뢰성 향상 및 原價節減이라는 長期的 側面 보다는 企業生存이라는 명제 아래 短期的, 미봉적 企業競爭을 일으켜 製品의 品質低下는 물론이고 業體의 不實化를 초래하였다. 다행히 1980年 10月 7日 超高壓 送變電設備를 暁星電工業으로 一元化하고 現代 重電機器에 對해 輸出과 선박용等 自家需要에 限하여 계속 超高壓設備도 할수 있도록 했고 金星計電, 신한電機, 대영重電機器는 154KV이하의 專門生産 業體로, 利川전기는 小型變壓器 等の 專門業體로 하는 정부의 重電機器分野 통합 方案이 시행된 이후부터 안정적 기반에 힘입은 각 專門化業體들의 資本投資가 활발하게 進行되고 매출액도 해마다 크게 증가하여 83年度 大企業 5個社의 매출총액 合計는 2536억원으로 우리나라 重電機器 總生産額의 約53% 水準이다 (표 2 參照).

그러나 先進外國 業體와 比較하면 資本, 技術水準 및 生産量 面에서 큰 격차가 있고 특히 研究開發分野에 對한 投資는 극히 저조한 狀態이다 (표 3 參照).

또한 國內市場의 상당량을 점유하고 있는 中小企業은 專門化 및 系列化의 미진, 高級人力의 확보 부족 및 높은 이직율 등에 의해 技術 및 品質의 水準이 不安定한 狀態를 벗어나지 못하고 있다.

2.3 輸出 現況

노동집약적이고 資本 및 技術축적이 比較的 적어도 되는 주상變壓器, 배전變壓器, 小型電動機 및 저압배전반 등이 아직도 우리나라 重電機器 輸出의 主

〈표-2〉 主要業體 現況 (單位：百萬圓)

業體名	資本金			從業員數(名)			總賣出額			主生産 製品
	'81	'82	'83	'81	'82	'83	'81	'82	'83	
暁星重工業(株)	16,151	26,151	34,139	2,105	2,506	2,622	46,055	74,974	101,698	變壓器, 遮斷器, 電動機
現代重電機器(株)	10,500	12,000	12,000	1,455	1,455	1,677	33,840	46,132	44,447	" " "
金星計電(株)	3,000	6,000	6,000	1,638	1,703	1,680	31,209	36,905	49,436	配電盤, 制御盤, 遮斷器
新榮電機(株)	11,866	3,750	6,000	1,109	1,299	1,500	18,848	24,449	37,619	" " "
利川電機工業(株)	2,898	2,898	2,898	1,040	1,020	1,000	14,431	18,724	20,448	變壓器, 遮斷器, 電動機
二和電機工業(株)	247	485	485	295	285	285	8,159	13,652	15,504	電源裝置, 整流器
鮮都企業(株)	120	300	300	129	165	168	2,343	2,850	5,553	遮斷器, 配電盤, 制御盤

資料：商工部

(표-3) 主要重電機 業体の 國際比較

區分	企 業 名	基準 年度	總賣出額 (百萬\$)A	R & D 投 資 額 (百萬\$)B	R & D 投資比率 (B/A) %	從業員數 (名)	1人當 賣出額 (千\$)
海 外	WESTINGHOUSE ELECTRIC	'83	9,532	248	2.6	132,927	71.7
	SIEMENS	'83	14,112	1,251	8.9	313,000	45.1
	BROWN BOVERI	'83	4,829	452	9.4	90,600	53.3
	ASEA	'83	3,783	150	4.0	56,660	66.8
	TOSHIBA	'83	10,004	494	4.9	103,000	97.1
	HITACHI	'83	16,432	786	4.8	155,582	105.6
	6 個社 平均		9,782	563	5.7	141,961	58.9
國 內	暁 星 重 工 業 (株)	'83	127	1.53	1.2	2,622	48.5
	利 川 電 機 (株)	'83	26	-	-	1,000	25.6
	現 代 重 電 機 (株)	'83	56	-	-	1,677	33.1
	金 星 計 電 (株)	'83	62	-	-	1,680	36.8
	新 榮 電 機 (株)	'83	47	-	-	1,500	31.3
	5 個社 平均		64	-	-	1,696	37.7

資料: '84年度 電氣年鑑

宗을 이루고 있다.

그러나 신흥개발도상국들이 저임금을 基盤으로 強力한 競爭國으로 부상되고 있고 우리나라의 임금상승이 이러한 品目的 輸出競爭力을 약화시키고 있는 까닭에 앞으로는 부가가치가 크고 고도의 技術을 要하는 超高壓 重電機器 分野의 海外市場 進出이 強力히 推進되어야 할 것이다. 다행히도 最近에는 超高壓 大容量 變壓器나 분포리액터 및 Plant 輸出 등 高부가가치의 製品이 상당량 輸出되고 있다. 특히 電力用 變壓器의 경우 暁星電工業(株)가 이미 1976年 필리핀에 145KV 77MVA 및 79年 뉴우질랜드에 220KV Bank 용량 200MVA 變壓器를 輸出함으로써 우리나라 超高壓變壓器의 海外市場 進出이 시작된 이래 國內重電機器 業界의 지속적인 노력으로 132KV 및 220KV 級 變壓器의 輸出이 계속 증가되고 있다.

더구나 原子力發電所用 主變壓器 開發 成功과 84年 1月 3相 154KV 60MVA 電力用變壓器에 對한 단락기계강도 試驗의 成功으로써 얻은 우리나라 超高壓 變壓器의 높은 신뢰성 부여 및 最適設計 電算 프로그램 開發에 依한 設計能力 向上에 힘입어 앞으로의 輸出展望은 더욱 밝다고 볼수 있다. 例로써 표 4는 84年 2月2日 Pakistan Wapda에 入札한

220KV 級 電力變壓器에 對한 入札評價 結果이다. 반면에 GCB 및 GIS의 경우는 主要輸出 대상국인 中東, 東南亞, 아프리카의 系統電壓과 國內의 系統電壓이 서로 상이하므로 輸出時 開發費用의 반복투자, 開發人力의 부족, 기초素材産業의 미비 등으로 現在로서는 어려운 實情이나 重電機 大企業체에 依해 이미 輸出專用 차단기의 開發을 推進中에 있으므로 기초素材産業의 뒷받침이 이루어지면, 부가가치가 높고 比較的 競爭相對가 적은 이 分野의 輸出展望도 어둡지만은 않다. 重電機器 業体別 輸出 實績은 표 5와 같다.

3. 展望 및 向後對策

3.1 승압에 따른 國產重電機器 開發可能性 檢討

우리나라의 産業發展 속도 및 電力需要 등을 비추어 보면 1990年代에는 765KV의 系統電壓을 갖게 될 것으로 추정되며 2000年代초에는 우리나라도 超超高壓의 時代를 맞이할 展望이다. 이러한 系統의 超超高壓化, 大容量化에 더불어 예상되는 것은 그 要求品質의 높은 신뢰성과 효율증대가 강조될 것이다.

〈표-4〉 전력용 변압기 입찰내역 대비표 (PAKISTAN WAPDA, 입찰일자: 84. 2. 2)

Lot No.	Transformer Rating & Q'TY	No.	Country	Bidder	Amount (CIF) (USD)	%
2	KOREA	업체 - B	1,688,367	110.4		
3	JAPAN	MITSUI	2,123,639	138.7		
4	AUSTRIA	EBG	2,159,217	141.2		
5	ITALY	CEL	2,338,069	152.9		
6	JAPAN	SUMITOMO	2,419,883	158.3		
7	JAPAN	C. ITOH	2,523,568	165		
II	1 PHASE 315/3MVA $\frac{220}{\sqrt{3}} / \frac{132}{\sqrt{3}} / 11KV$ Auto Transformer Q'TY= 7 3 PHASE 160MVA 220 / 132 / 11KV Auto Transformer Q'TY=2	1	KOREA	업체 - B	2,047,707	100
2		KOREA	업체 - A	2,062,731	100.7	
3		JAPAN	SUMITOMO	2,523,755	120.7	
4		ITALY	CEL	2,855,115	139.4	
5		JAPAN	MITSUI	2,883,846	140.8	
6		AUSTRIA	EBG	2,935,214	143.3	
7		SWEDE	ASEA	3,058,757	149.4	

註: 총 17개사 응찰

〈표-5〉 重電機器業体別 輸出實績 ('83. 1~'84. 3)

單位 (單位: 千\$)

業体名 品目	曉星重 工業(株)	現代重 電機(株)	金 星 計電(株)	대 흥 기계(株)	(株) 성 신	신영전기 電機(株)	利 川 電機(株)	중 원 전기(株)	신 한 전기(株)	고 려 애자(株)
變 壓 器	17,323	7,511	-	-	-	-	239	-	2,900	-
遮 斷 器	-	-	693	-	-	232	-	-	-	-
電 動 機	2,178	-	-	-	5,398	-	241	-	-	-
發 電 機	-	7	-	2,478	-	-	74	-	-	-
펌 프	155	-	-	-	-	-	60	-	-	-
配 電 盤	-	18,111	13,639	-	-	326	-	-	-	-
칠탄및애자류	10,215	-	-	-	-	-	-	-	-	1,565
計器 및 部品	-	-	3,817	-	-	216	-	2,446	-	-
기 타	3,665	4	-	-	-	756	-	1	-	-
計	33,536	25,633	18,149	2,498	5,398	1,530	614	2,447	2,900	1,565

資料: '84年度 電氣年鑑

그러나 그동안 이미 상당한 345KV級 電力機器의 國產化를 이룩하는 데에서 얻은 應用技術과 經驗을 바탕으로 도전한다면 능히 우리의 힘으로 슬기롭게 승압에 대처할 수 있을 것으로 展望된다.

(1) 變壓器 및 Shunt Reactor

變壓器는 이미 높은 水準의 電氣的 絶緣, 機械的 强度 및 내지진强度 分析에 이르기까지 엄격한 Q.A

(Quality Assurance) System에 부합된 高度의 신뢰성을 要하는 原子力發電所用 主變壓器의 開發을 完수한 國內技術로 成功시켰고, 國內技術에 依해 3相 100MVA, 765KV, 2300BIL 및 單相 500MVA 765KV, 2300BIL까지의 設計, 製作 및 試驗能力이 完備되어 있음으로써 가장 安定的 基盤을 가진 重電機器라 볼수 있다. 또 Shunt Reactor 역시 81년에

3相23KV 30MVAR을 Gap Core Type으로 開發한 이후 82年 同一示方の Shunt Reactor를 Air Core Type으로 自体開發에 成功했으며 現在 3相 300MVA 345KV까지의 技術開發 및 生産能力 확보 단계에 이르러 輸입에 對해 전혀 문제가 없는 品目이다.

(2) GCB 및 GIS

設置空間의 축소, 高度의 安定性, 신뢰성, 보수 및 점검용이 및 運轉소음이 작다는 長點들로 해서 우리나라도 170KV 362KV GCB 및 GIS의 需要가 급격히 증가되고 있으며 앞으로의 超高壓 및 超超高壓 系統에서도 계속해서 適用될 展望이다. 이미 362KV級 GIS까지도 開發試驗에 成功했으므로 이分野도 輸입에 對한 展望이 比較的 밝다고 볼수 있다.

(3) 단로기, 피뢰기 및 붓싱류

단로기의 경우도 原子力變壓器用 Vertical Type 362KV 4000A의 開發을 成功하는 등 先進外國技術水準에 도달해 있다.

반면에 피뢰기는 先進外國의 경우 超超高壓級 定格의 피뢰기를 Gap Type은 물론 Gap-Less Type까지 開發되어 있는데 比해서 우리나라는 아직도 배전용 Gap Type 24KV級이하의 피뢰기가 生産 되고 있는 實情이다. 또한 Bushing 역시 Bulk Type에 국한된 66KV이하만 生産되고 있다.

이러한 붓싱과 피뢰기의 경우는 다른 素材分野와는 달리 어느 정도의 市場性이 있으므로 製品開發水準向上을 爲한 정부의 적극적인 지원과 業體의 投資가 眞實히 要求되는 바이다.

3 · 2 品質向上 方案

重電機器는 事故發生時 타산업에 미치는 영향이 지대하므로 어느 機器보다도 높은 신뢰성이 要求되어 왔으며 P.L(Product Liability)問題가 強力히 대두되고 있고 앞으로도 強化될 展望이다.

그러므로 신뢰성 向上을 爲해서 다음과 같은 事項이 特히 要求되는 바이다.

(1) 品質保證 시스템 強化

이미 原子力 1 · 2號機가 運轉되고 있으며 9 · 10號機가 建設되고 있는 現在 原子力發電所 2次系統과 1次系統 一部에 對한 技術이 정립되어가고 있으며 그와 함께 各構成機器 및 시스템의 品質保證에 對한 體系도 成熟단계로 접어들었다. 이러한 原

子力發展所 建設에서 얻은 品質保證시스템 운영이 全重電機 品目 및 그 부속기기에 適用되어야 할 것이다.

(2) 각종機器의 試驗 강화

製品의 品質을 보증하고 信賴性을 높이기 위해서는 開發試驗 등 각종 試驗의 실시가 필수적이다. 한국전기통신연구소에서 실시한 檢收試驗(Acceptance test)과 開發試驗 結果를 살펴보면 變壓器의 경우는 短絡強度試驗, 遮斷器는 遮斷試驗과 충격電壓試驗, 負荷開閉器는 負荷開閉試驗, 애자는 유중과파試驗과 經年變化시험, C. O. S.는 遮斷容量試驗과 흡습試驗, 금구류는 部分放電試驗 등에 각기 脆弱한 것으로 나타났다. 반면에 이러한 보증試驗의 반복 실시로서 基礎設計, 素材特長, 製作 및 試驗에 이르는 技術上의 問題點에 대한 研究分析 및 개선活動이 활발해 질 것이며 선진 源泉技術과 우위를 나란히 할 수 있는 專門技術 수준이 확립될 것이다. 그러므로 上記 試驗이 重電機器의 信賴性에 미치는 영향을 고려해 볼때 이러한 試驗의 강화는 계속되고 확대 될 전망이다.

3 · 3 내수시장 飽和에 따른 수출競爭力 확보

(1) 重電機 業體의 專門化 및 系列化

내수시장의 限定性에 비추어 우리나라 重電機 産業의 부흥은 海外시장의 進出에 달려있고 이러한 海外시장 進出을 위해서는 선진 外國業體와의 치열한 競争을 이겨나가야만 한다. 비록 선진 外國 業體에 비해 임금수준은 낮은 편이나 技術수준과 素材産業 등 연관産業의 落後性, 競争國인 日本의 막강한 판매전략과 판매망 및 需要者의 선진業體 機器 선호사상등에 依한 國產機器의 수출부진을 극복하기 위해서는 重電機 業體의 專門化를 더욱 強化시켜 각기 專門化된 分野의 競争力을 단시간내에 이룩해야 하겠다. 또 素材, 중간재, 部品工業과 完製品工業간의 專門化를 통한 系列化추진으로 重電機 業體의 균형있는 發展을 도모하여야 하겠다.

(2) 素材産業의 國產化 및 新素材의 研究開發

절연물, 붓싱류, 抵損失 方向性 구조강판 및 접점류 등을 포함한 素材産業의 육성을 위해서는 정부의 積極的인 지원과 重電機産業 전반에 걸친 規格化 및 標準化 作業이 요구되고 있다. 또 아몰파

스 철심 變壓器, 超電導 교류발전기 및 SF₆ Gas 變壓器 등 新素材를 이용한 新製品 開發에도 주력해야 하겠다.

(3) 技術수준의 向上

가) 電算化의 強化

重電機器의 大型化, 要求特性의 多樣化 및 高 효율화 등의 국제시장 추세에서 競爭力을 확보하기 위해서는 電算化의 추진이 필수적인 要素이며 다음과 같은 事項을 그 예로 들 수 있다.

⊙ 에너지 節減對策에 기인하여 損失評價 金額과 製造원가의 減이 最小化되게 하는 最積化設計 프로그램의 開發

⊙ CAD (Computer Added Design)의 導入

⊙ 電界, 자체, 損失 및 溫度 分布의 分析을 위한 FEM (Finite Element Method)의 이용

나) 예방진단方法의 開發 및 그 운용

重電機器의 重要性에 따라 사고를 미리 예방하고 진단하는 各 機器의 예방진단 및 그 운용은 상당히 重要한 技術로 점차 대두되고 있다. 아직 선진外國에서도 그 方法이 完全히 정립되지는 않았지만 變壓器의 경우는 주로 部分放電(Partial-Discharge) 발생강도 및 위치 확인, 절연유중의 GAS分析 및 GAS量 증가추세를 통한 절연물 상태 分析 그리고 各 卷線의 Hot-Spot 溫度 測定 및 各種部分品의 運轉狀態를 추적하여 事故를 豫防하는 Transformer monitoring System을 研究開發中이며 Gis의 경우 SF₆ Gas分析, 部分放電 發生有無 확인, X-RAY 투시에 依한 接點狀態확인 및 運轉特性등을 常時監視하는 System에 對한 研究등을 들 수 있다.

現在 業体 立場에서 이 分野에 對한 積極적인 研

究가 시작되었고 차후에도 長期的 안목의 研究가 지속될 展望이다.

4. 結 論

先進國의 重電機器業界 實態와 우리 的 여러 가지 現況을 分析해 보면 우리는 그동안 정부 的 育成 政策에 따라 業界의 의욕적인 노력으로 꾸준히 成長해 왔으며 向後 다음과 같은 分野에 집중적인 研究開發이 絶실히 要求되고 있다.

- 저소음, 抵損失電氣機器 開發
- 新素材 應用技術
- 統計的 方法을 使用한 신뢰도 測定 또한 아직 우리 的 技術革新을 阻해하고 있는 高질적인 많은 要因들을 갖고 있으므로 이러한 當面 問題點들을 보다 積極적으로 해결하기 爲해 그 對策을 몇가지로 要約할 수 있겠다.
- 정부 的 계속적인 重電機器 育成을 爲한 지원정책
- 企業의 技術開發 및 技術人力양성을 爲한 長期對策 수립 및 실천
- 先進 첨단技術導入소화 및 토착화
- 國際水準의 重電機器 規格制定
- 品目別 專門化, 系列化 정착
- 生産性 向上을 爲한 專用 生産機械 및 設備 開發
- 企業규모의 적정화를 통한 競爭化 확보
- 産學 및 研究機關 共同研究로 開發 競爭力 수립
- 輸出증대를 爲한 海外세일즈 活動強化 *

