

《해 설》

原子力發電所の 建設 및 機資材의 國産化計劃(2)

李 昌 健 · 白 仁 杰

韓國原子力研究所

(접수: 1977. 1. 10)

Ⅲ. 機資材의 國産化評價를 위한 豫備調査

原子力發電所 機資材의 國産化評價에 先行하는 여러 가지 조건 즉 國産品の 定義, 未來의 國産化可能性까지도 포함하는 機資材의 分類方法과 또 主要機資材에 대한 國內製作實態를 概括的으로 調査하여 보았다.

1. 國産品の 定義

國産品이란 단적으로 말해서 國內에서 製作된 物品을 뜻한다. 비록 原資材가 外國에서 輸入되었고, 製造技術도 外國에서 導入되었고, 또한 外國人監督下에 製作되었을지라도 國內工場에서 國內의 人力이 投入되어 製作된 物品은 國産品으로 定義키로 했다. 즉

- ① 外國設計에 依據하였을지라도 國內에서 製作되었으면 國産品이다.
- ② 外國에서 導入한 製作技術, 技術提携에 의한 fabrication technology, specification, drawing 및 know-how에 의존하였어도 國內에서 製作되었으면 國産品이다.
- ③ 外國에서 導入한 素材로 만든 物品일지라도 國內에서 製作했으면 國産品이다.
- ④ 外國商標가 붙은 物品일지라도 한국인과의 合資로 한국會社의 共同商標가 明示된 製品은 國産品으로 간주한다.
- ⑤ 外國에서 輸入한 부품 혹은 機器나 機材를 사용하여 國內에서 組立한 物品도 保稅加工品으로 輸出하지 않고 國內에서 使用되면 國産品으로 간주한다.

2. 評價基準

現在도 國內生産業體의 成長方向이나 産業構造로 보아 原子力發電所를 自體內에서 開發建造한다는 것은 技術水準, 品質保證 또는 經濟的인 與件으로 보아 當分간 불가능하다고 豫測되므로 原子力發電所 國産化作業은,

첫째: 他産業界에서도 需要가 많은 部品으로서 그 技術水準이 先進國의 그것과 對等한 정도가 되어야 하며, 둘째: 生産規模에 비해 엄청난 施設投資가 요망된다 하더라도 國際事情上開發이 불가피한 것과,

셋째: 國內生産이 전혀 불가능한 品目들은 部品別輸入으로 自體技術로써 國內에서 組立하는 단계까지는 도달해야 한다는 原則과 範圍안에서 다루어야 한다.

이런 原則아래 國産化를 段階的으로 실현키 위해 原子力發電所建設에 소요되는 品目을 다음 4가지로 분류할 수 있다.

第1部類: 國內에서 生産實績이 있는 品目이거나 현재 古里 1號機에서 사용되고 있는 品目

第2部類: 生産能力이 있거나 開發possible한 品目

第3部類: 현재의 國內施設, 技術, 産業發達 정도로 보아 原子力發電所用으로 사용될 수 있을 것으로 판단되기 때문에 政府支援 아래 꼭 生産해야 할 品目

第4部類: 生産不可能品目 또는 生産해도 經濟的 및 技術的으로 當分간 妥當性이 없다고 간주되는 品目

3. 國內製作實態

가. 土木, 建築分野

現在 建設中인 古里 1號機에서 볼 수 있는 바와 같이 國産化라는 관점에서 보면 가장 樂觀的인 分野이다. 특히 建設業體의 海外進出現況과 建設에 참여하고 있는 국내 技術陣의 質과 水準을 감안할 때 이 분야에 속하는 品目들이 가장 빨리 그리고 쉽게 國産化實現可能性이 있었는데도 불구하고 turnkey 방식에 의한 契約條件으로 말미암아 오히려 制度的인 制約을 받고 있는 형편이다. 따라서 後續機의 建設부터는 政府의 강력한 뒷받침으로 이 分野의 品目에 대한 國産品轉用을 권장해야 할 것이며 技術習得을 위해 기술진의 확보 및 경험 축적과 이의 계승을 위한 組織的인 訓練과 教育 및 이를 위한 體制改造 등이 수반되어야 할 것이다.

(1) Cement, Reinforcing Bar, Structural Steel

現在 cement 는 완전 國產化가 가능하고 表 5에서 볼 수 있는 바와 같이 國內鐵鋼産業의 大規模化로 構造物類의 鐵材生産 전망도 밝아졌으므로 原子爐 各 系統의 支持物에 대한 國產化는 무난하리라고 본다. 그러나 構造物에 대한 放射線照射實驗 등의 material test 를 위한 研究 및 實驗推進과 함께 엄격한 仕様書上의 요구조건을 만족시킬 수 있는 生産體制의 확립이 뒤따라야 할 것이다. Structural steel(構造型鋼)인 H beam 및 I beam 은 國內에서 生産되고 있으나 대개 小型이며 大型의 경우 모두 輸入하고 있다. 그러나 포항제철의 3次擴張工事が 끝나면 輸入品이 크게 代替될 수 있을 것으로 전망된다. 현재 生産되는 beam의 경우도 垂直으로 세울 경우 40 ft 높이에서 座掘系数가 $\frac{1}{16}$ inch 이내에 들어야 하는데 國內製品의 경우는 그것이 $\frac{3}{4}$ inch 정도이므로 材質面에서 많은 改善이 요망된다. Reinforcing

表 5. 國內 鐵鋼材生産推移 (單位: 噸)

種	類	1973	1974	1975
壓延鋼材	形 鋼	132,222	198,973	153,462
	棒 鋼	60,629	74,432	75,933
	鐵 筋	508,530	629,773	789,874
	線 材	95,469	175,575	171,333
	軌 條	—	4,826	7,530
	薄 板	1,176,889	1,064,600	572,545
	中厚板	219,478	344,455	333,046
	帶 鋼	143,449	206,924	270,039
	鋼 管	309,930	383,743	345,524
	小 計	2,646,596	3,083,211	2,674,557
鑄 鍛 鋼 其 他	鑄 鋼	18,238	26,906	18,457
	鑄 鍛	7,534	9,002	33,929
	其 他	—	—	—
	小 計	25,772	35,908	52,386
合 計		2,672,368	3,119,119	2,726,743
鑄 物 類	鑄 鐵	112,674	137,685	141,356
	鑄鐵管	43,772	28,653	25,993
	小 計	156,446	166,338	167,349
總 計		2,828,814	3,285,457	2,894,292

表 6. 原子力發電所建設에 所要되는 鐵物類 (900 MWe PWR 경우)

種 類	量
Structural Steel	10,730 ton
Reinforcing Bar	19,580 ton
Embedded Steel	530 ton
Steel Sheeting	360 ton
Miscellaneous Frames, etc	170 ton
Floor and Platform Support	60 ton
Wire Fabrics	188,500 ft ²
Floor Grating (Galvanized)	83,800 ft ²
Handrail	11,500 ft
Stair Treads	2,600 EA

bar(鐵筋)는 현재 國內에서 直徑 42 mm, 引張應力 2,000 kg/cm² 정도가 生産된다. 原子爐建設에 필요한 pedestal slab 用으로는 3,500~4,200 kg/cm² 범위의 강도를 가진 것이 필요하므로 많은 개선이 요망되지만 臺灣에서는 굵은 輸入鐵筋대신 가는 여러개의 鐵筋으로 代替해서 國產化를 期한 일이 있다. 그러나 古里 1號機에 사용된 輸入鐵筋의 品質檢査는 國內鐵筋製造業體에서 담당하였다. 그러므로 이런 品質檢査能力이 있는 이상 모든 鐵筋의 國內生産은 가능한 것으로 판단된다.

이 밖에 發電所建設에 所要되는 여러 가지 鐵物類의 種類와 量은 表 6과 같은데 (900 Mwe의 單一機)의 대부분은 國產化가 가능하다.

(2) 冷暖房施設, 換氣施設, Boiler

일반적으로 建物內의 溫度和 溫度調節施設에 속하는 換氣 및 換風器, heater, dryer 類 등을 제작하는 業體는 國內에만도 10個所가 있다. 또한 boiler 類는 현재 使用壓力 30 kg/cm² 이하 相當蒸發量 50 ton/hr 이하와 使用壓力 20 kg/cm² 이하 相當蒸發量 100 ton/hr 이하의 것이 生産되고 있으며 古里 1號機에 사용된 boiler는 國內에서 注文·製作되어 설치된 바도 있다. 900 MWe의 PWR에서 heating에 필요한 機器의 最大容量은 400,000 Btu/hr 級의 steam heater 類와 80 kw 級의 electric heater 등이 使用되며 ventilator는 最高 70,000 cfm 級에 76,300,000 Btu/hr 정도이다. 이러한 機器에 附着되는 motor의 最大必要容量은 250 HP 정도이고 最高 140 ton 級의 air conditioner가 필요하다. 현재 國內에서 製作되고 있는 上記 品目들은 生産工場, 高層建物 등에서 별 問題點없이 이용되고 있으나 使用動

表 7. 國內 主要産業機械의 生産實績

(單位: 臺)

	1972	1973	1974	1975
空氣壓縮機	647	1,837	1,282	875
送風機	11,456	12,048	7,562	6,731
pump	37,044	66,058	79,322	92,070

表 8. 國內 通信用機器 施設能力 및 稼働現況

(1974年末) (單位: 千달리)

	施設能力	生産實給	稼働率(%)
有線通信裝置	75,986	37,189	48.9
電話機	11,609	6,524	56.2
交換機	49,254	21,308	43.3
無線通信裝置	37,449	23,971	64.0
VHF, UHF	7,734	980	12.7
受信機	2,637	624	23.7
단말장치	9,742	4,139	42.5
중계장치	7,686	646	8.4

력이 15,000 W 이상의 空氣調節機 등은 生産하지 못하고 있다. 表 7에서 볼 수 있듯이 空氣壓縮機, 送風機 등의 生産은 비교적 활발하지만 需費를 따르지 못하는 형편이다.

이러한 施設에 따르는 ductwork, hanger, support 類는 100% 國産化가 가능하다. 原子力發電所 全體에 所要되는 ductwork의 量을 보면 galvanized steel ductwork가 203,000 ft², 175 ton이 필요하며 stainless steel이 7,000 ft², 6 ton 정도 필요하다.

(3) 防火施設, 照明施設, elevator, 通信施設

消火 및 火災探知機器는 國內에서 生産되고 있으나 規格이 약간 적은 것이 흠이다. 그러나 이 문제는 注文生産을 할 경우 능히 解決할 수 있다고 본다. 照明施設은 特殊用 외에는 현재 古里 1號機에서도 國産品을 사용하고 있다. Elevator는 4個業體가 外國과의 技術提携 또는 合資로서 生産하고 있으며 國內 여러 곳에 設置, 運用되고 있으나 製品自體의 國産化率은 매우 낮다. 그러나 上記 業體들은 모두 施設擴張을 피하고 있어 1980년까지는 同品目에 대한 大量生産體制가 갖추어 짐은 물론 完全國産化를 計劃하고 있다. 通信施設(communication system)은 일반적으로 電話施設, clean call system, handsets, radio link, speaker, 時計 등을 포함하는

데 國內電子工業의 괄목할만한 成長에 의해서 모두 國産品으로 代替할 수 있다. 이 部門의 施設能力과 稼働現況은 表 8과 같다.

(4) Crane, Hoist

現在 國內에서 製作되고 있는 crane은 美國 P & H와의 技術提携로 20 m span에 50 ton까지 生産하는 業體와 日本 스미모토(住友)와 技術提携로 天井 crane 300 ton級 이하와 埠頭 crane 15 ton級, 합하여 연간 3600 ton, 60臺의 運搬荷役機械를 生産하는 업체와 450 ton級의 生産能力과 20~50 ton級 年 120個의 生産實績을 가진 業體도 있다. 이 crane들은 girder의 構造에 따라 angle truss型, plate型, box型, pipe型으로 구분된다. Hoist는 0.5~5 ton 정도의 비교적 重量物運搬用으로 제작되고 있다.

現在 古里의 auxiliary building에 設置되어 있는 英國製 crane은 上下動作이 제대로 안되어 무거운 荷物을 매달아야 겨우 動作하고 stop button을 눌러도 약 2秒간은 下向運動을 지속하여 여러 차례 수리하였는데도 별로 效果가 없다. 82 ton과 21 ton級 兼용의 이 crane은 核燃料를 다루게 될 중요한 것인데도 이 정도이므로 차라리 主要部品만 輸入해서 國內生産의 鐵材로 組立하는 것이 使用者側을 위해서도 유리할 것이다. 또한 業界에서는 素材와 主要制御系統이 해결된다면 460 ton級의 containment building內的 polar crane도 빠른 시일 안에 生産이 可能할 것으로 판단한다.

나. 機械, 金屬分野

(1) Pump

國內에서 製作되고 있는 pump類는 plunger pump, 隔膜式 pump, 遠心 pump, 眞空 pump를 들 수 있으며 약 20여 業體에서 生産되고 있다. 品質 또한 外國의 優秀製品에 接近하고 있으나 대부분 揚水用으로 利用되고 있을 뿐이어서 原子力級에는 못미치고 있는 실정이다. 그러나 非一次系統 低壓·低溫用 부분에서의 使用은 문제없을 것으로 보인다. 또한 일반 需要가 증가되고 특히 austenetic stainless steel과 같은 素材의 開發과 品質保證의 철저를 기하면 1次系統 이외의 用途에서는 使用이 可能하게 되리라고 본다. 또한 현재 plant 導入時 모든 部品를 일괄적으로 package로 輸入하는 것을 하나 하나 檢討하여 開發possible한 것을 選別하여 國産化를 도모한다면 자연히 需要가 늘어 原子力發電所 뿐만이 아니라 모든 生産施設用 pump의 國産化에 많이 寄與할 것으로 기대된다. 참고로 pump의 年度別 生産實績을 보면 表 7과 같으나 輸入實績 또한 매년 증가하여 1975년에는 776萬달리에 이르렀다.

表 9. 原子力發電所에 設置되는 tank 類의 設計條件別分類

용량 gal.	Materials D. P. psig D. T. °F	Carbon Steel							Stsainless Steel							計
		50	100	150	200	300	400	400 이상	50	100	150	200	300	400	400 이상	
		50	100	150	200	300	400	400 이상	50	100	150	200	300	400	400 이상	
1,000 이하	<200	8	4	6					7							25
	>200	3	1		1	9		4	3		1			2		24
5,000	<200	1	2	4					5	1		1	2			13
	>200	2							2							7
10,000	<200					1			2				1			3
	>200							4	2							7
20,000	<200	3														3
	>200		1													1
50,000	<200	4				1			1							6
	>200															0
50,000 이상	<200	2						3	6							11
	>200														1	1
計		32	8	10	1	11	0	11	26	3	1	1	3	2	1	101

(註) 1000 MWe 級 PWR 을 기준, D. P. 는 설계압력, D. T. 는 설계온도

(2) Tank 와 Vessel 類

국내 群小工場에서는 대부분 國產 tank 나 vessel 類를 설치하고 있으나 大規模施設에서는 storage tank 나 간단한 drum 類를 제외하고는 거의 國產製品을 쓰지 않고 있는 실정이었으나 요즘은 國內機械工業의 發達로 대규모 plant 에서는 400 psig 정도의 國內製品을 설치한 경험을 갖고 있다. 또한 化學系列工場의 特性인 高温, 高壓, 耐酸, 耐알칼리用的 特殊機器 제작經驗도 있다. 生産設備은 2000 ton 級 press 장치를 保有하고 70 mm 두께의 鐵板加工도 가능함으로 高壓 vessel 製作도 가능하다고 본다. 製作方法是 API code 에 規定된 바에 따르고 있으나 가끔적이면 發注先으로부터 data sheet, specification 및 fabricating drawing 을 提供받아 ASME code 에 따라 生産하는 것이 바람직하며, 이렇게 해야만 自體 engineering 能力이 없는 業體에서의 生産可能性이 증가할 것으로 판단된다. 그러므로 stainless steel 특히 austenetic stainless steel 로 製作되는 1次系統의 tank, vessel 類도 資材의 供給이 원활해지면 모든 特殊鋼熔接能力 등의 workmanship 은 外國과 대등하므로 대부분이 國產化가 가능할 것이다. Containment vessel 도 현재는 製作이 어려우나 國內業體에서 製作을 시도하고 있으며 plant 機械生産 專用工場의 設立計劃으로 많은 tank 類가 生産될 것이다. 表 9에서는 900 MWe 級 原子力發電所에 設置되는 tank 類를 設計條件別로 分類하였다.

(3) Pipe 類(Pipe & Fittings)

原子力發電所 總建設費의 4% 이상(engineering, design, 設置費不包含時)을 차지하는 同種은 開發의 必要性이 두드러진 반면에 主冷却系에서의 安全性分析에서

가장 심각한 문제로 취급되는 loss of coolant accident 문제 등을 어떻게 해결하느냐와 같은 高次的인 어려움을 안고 있다. 먼저 900 MWe 原子力發電所에 所要되는 pipe 를 材質別, 系統別, safety class 別로 分類하면 表 10과 같다. 여기에서 알 수 있는 바와 같이 1次冷却水와 接觸하는 모든 材質은 austenetic 또는 Type 304 stainless steel 이다. 그런데 pipe 의 크기에 따라서 經濟性を 감안하여 設計時便法을 사용하여 外徑이 12 inch 이하, wall thickness schedule 140까지는 stainless steel 을 사용하여 ANSI B 36.19에 따라 設計하며 20 inch 이상의 경우 stainless steel 을 内部被覆한 carbon steel 을 사용하여 ANSI B 36.10에 의거하여 設計한다. 굵은 stainless steel pipe 의 경우는 ASME SA-240 plate 로 成型, 加工하면 inspection 은 2가지의 非破壞檢査를 實施하는데 첫째는 recordable, volumetric 한 방법으로 ultrasonic 檢査, radiography 檢査이며, 둘째는 surface sensitive 한 방법으로 dye penetrant 檢査와 eddy current 檢査이다. 또한 熔接方法, 製作機械, 作業者는 ASME Section II에 의거해야 한다. 現在 國內에서 生産되는 pipe 類는 대부분 口徑 300~1000 mm 의 鑄鐵管(cast iron pipe)과 熔接方法으로 제작하는 鋼管으로는 外徑 10~500 mm 가 대표적이며 品質도 KS, BS, JIS, ANSI, ASTM, API 에 따르고 있다. 그러나 高壓에 견디어야 하는 1次系의 pipe 類는 壓出引拔式(drawing)에 의해 生産되어야 하는데 아직은 이런 生産施設이 國內에 없으며 stainless steel pipe 의 경우 0.06×1.5 inch 가 生産되고 있을 뿐이다. 그러므로 大型 stainless steel pipe 는 별도의 設備을 갖추어야만 生産이 가능하다. 그러나 國內業體는 外國과의 合資로서

表 10. 原子力發電所에 所要되는 pipe의 材質과 量
(900 MWe PWR의 경우) (單位: ft)

材 質	Nuclear Safety Class	Non-Nu-clear Saf-ety Class	Nu-clear Saf-ety Class3	Nu-clear Saf-ety Class2	Nu-clear Saf-ety Class1
對 備 工 事 及 構 造 物	Cast Iron	≤2" 160 >2" 19,120			
	Carbon Steel	≤2" 17,460 >2" 13,750			
	Corrugated Galvanized Steel	≤2" 12,500 >2" 12,500			
	Galvanized Steel	≤2" 5,500 >2" 5,500			
	Copper	≤2" 1,650 >2" 1,650			
	PVC	≤2" 1,100 >2" 1,100			
原 子 爐 系 統	Stainless Steel	≤2" 14,661 >2" 5,770	52 1,217	4,452 5,232	950 1,595
	Carbon Steel	≤2" 3,500 >2" 956	77 2,114	1,000 2,241	
	기타 (SA 312, A-106 Gr B)	≤2" 158 >2" 300	2,500	15	
	未 定	≤2" 52,039 >2" 4,960			
터 어 빈 系 統	Carbon Steel	≤2" 2,625 >2" 18,938		672	
	Reinforced Concrete	≤2" 16,170 >2" 16,170			
	304. S.S.	≤2" 300 >2" 300			
기 타 系 統	Carbon Steel	≤2" 7,540 >2" 14,420			
	Galvanized Steel	≤2" 250 >2" 1,300			
	Copper	≤2" 1,150 >2" 1,150			
	304 S.S.	≤2" 200 >2" 200			

(註) ≤2" : 外徑 2" 이하, >2" : 外徑 2" 이상

原子力系統用 pipe를 생산할計劃을 檢討 中에 있다.

Pipe에 따르는 것 중 支持臺(supports)는 대략 1,000 ton 정도 所要되며 斷熱材로는 石綿, calcium silicate를 사용했으나 요즈음은 reflective insulation으로 stainless steel 또는 stainless steel과 aluminium의

合金을 사용한다.

(4) Valve

原子力發電所에 設置되는 valve의 safety class別系統別 個數는 表 11과 같으며 현재 國內製品의 種類와 水準은 다음과 같다. 즉 鑄鐵製 valve 40 kg/cm² 이하 直徑 380 mm 이하, 鑄鐵製 valve 40 kg/cm² 이하 直徑 130 mm 이하, 銅合金 stainless steel valve로서 40 kg/cm² 이하 直徑 130 mm 이하의 globe valve 및 gate valve, check valve, angle valve, diaphragm valve, sluice valve, disc valve, ball valve, safety valve, butterfly valve, flush valve, cock valve, needle valve 類를 KS, JIS, ANSI, BS, DIN, API, MSS 基準에 의거하여 生産하며 Lloyd's, NK, ABS 船級의 認定을 받아 輸出하기도 한다. 高壓特殊 valve의 경우 製作技術은 어느 정도 갖추어졌다고 보겠으나 素材가 해결되지 않고 있으며 絕對需要量이 적어 量産을 위한 專用製作設備의 設置가 곤란한 형편이다. 또한 原子力級 valve에 대한 知識과 資料가 전혀 준비되어 있지 않다. 그러나 一般用 valve는 昌原機械工業基地內에 專用生産工場이 設立되고 있으며, automatic remote control valve 등을 1980년경에 生産할 計劃이다. 原子力發電所의 事故率中 首位를 차지하는 valve는 조심스러이 非 1次系, 低壓用부터 國産化를 시작해야 할 것이다. 國內生産業體로는 약 8個所가 있는데 年間 2,000萬弗 이상에 달하는 輸入의 代替와 他種 plant 사용을 위해서도 技術開發과 品質保證體制가 이루어져야 할 것이며, 우선 發電所建設에 쓰이는 3,400餘個의 non-nuclear safety class의 valve 生産에 注力해야 할 것이다.

(5) 熱交換器(Heat Exchanger)

國內의 약 4個業體에서 shell & tube 型의 熱交換器를 生産하고 있으나 專門의 製作하지는 않고 있는 형편이다. 이들 業體에서는 주로 補修用으로 data sheet, specification, fabricating drawing 및 原資材의 일부를 提供받아 製作하며 일부 業體에서는 NC Drill, Annealing Furnace(1000°C, 4 m×4 m×8m) 등을 보유하고 製作한다. 특히 美國 maker와 技術提携를 교섭중인 業體도 있으므로 우수한 製品生産이 기대된다.

(6) 用水·廢水 處理裝置

鹽素投入器(chlorinator), 硬水軟化裝置(water-softener) 및 demineralizer, 産業廢水處理裝置, 濾過裝置 등은 이미 國內에서 제작되어 수많은 plant에 設置·運用되고 있으며 需要가 커져 여러 製作業體가 이의 製作에 참여하고 있다.

表 11. 系統別 Valve 類의 Safety Class 別 個數
(900 MWe PWR 의 경우)

系統	Nuclear Safety Class	Non-Safety Class	Nuclear Safety Class 3	Nuclear Safety Class 2	Nuclear Safety Class 1	計
對備工事 및 構造物		804	4			808
原子爐系統		971	532	596	99	2,198
터어빈系統		1,013	48			1,061
電氣系統		—	—	—	—	—
기타系統		623	—	—	—	623
合 計		3,411	584	596	99	4,690

다. 電氣機器

우리 나라의 主要電氣機器部品 및 原資材의 國產化現況을 보면 1973년에는 國產化率이 평균 68.4%에 불과하였으나 1975년에는 81.3%로 크게 향상되었고 또 늦어도 1978년까지는 특수機器를 제외한 거의 모든 제품이 國產化될 예정이다. 그러나 短期間의 國產化는 品質과 價格面에서 問題를 발생시킬 우려가 있다.

한편 電氣機器에 공통으로 사용되고 있는 原資材로는 電氣銅, 鐵板, 鋼板, 鑄鐵 등의 1次金屬製品과 絕緣紙, 磁子類 등을 포함하는 絕緣物質 및 bolt, bearing 등 수백종의 精密附屬品 등이며, 유리, paint 등의 螢光物質도 많이 사용되고 있다. 이 중에서 대부분은 國內調達이 가능하지만 硅素鋼板을 비롯한 高密度合金鋼材와 高速 bearing, 絕緣物質 등은 아직도 대부분 輸入에 의존하고 있다.

또한 製品의 生産過程 중의 中間試驗은 물론 完全한 組立이후에도 실제로 電力系統에 投入시켜서 엄격한 特性試驗을 실시해야 되는데 試驗設備의 未備는 技術開發에 장애가 되며 安全性檢査나 性能檢査가 불가능하면 輸出을 저해하는 要因이 되기도 한다.

(1) 電線(Cable)과 Cable Tray

表 12에서 보듯이 生産量은 매년 상당한 增加率을 보였으며 1974년에는 通信用 cable을 輸出까지 하였다. 이 분야의 生産은 絕緣物質 등의 原資材가 해결되고 溫山團地의 年産 80,000 M/T 規模의 銅製鍊所가 設立된다면 더욱 有望한 것이다. 質적으로는 종래의 裸銅線, 비닐電線 중심에서 각종 鉛皮 cable과 波狀 cable, 同軸(Coaxial) cable, 通信 및 電力 cable에 이르기까지 多樣化되어 가고 있으나 送電用高壓電力 cable은 아직 輸入하고 있다. 國內生産業體는 規模나 技術의으로 매우 안정되어 있으나 電力 cable로는 600 V~66 kV 밖

表 12. 電氣機器生産實績

	單位	1973	1974	1975
電 動 機	千HP	414	505	514
變 壓 器	千kVA	2,080	2,887	3,310
高 壓 蓄 電 器	千kVA	154	409	372
低 壓 蓄 電 器	千MIF	470	5,204	10,041
整 流 器	臺	194	229	510
通信電力 cable	M/T	6,338	8,209	12,046
蓄 電 池	千個	286	298	410

에 生産하지 못하며 특히 原子爐內에 配線되는 電力, 信號, 制禦用 cable에 대해서는 放射線照明實點 등을 거쳐 生産되어야 하는데 아직 이런 제품의 需要가 없어 生産實績은 없으나 곧 生産이 가능할 것으로 판단된다. Cable tray는 100% 國產品代替가 가능하다.

(2) Switchgear 등의 開閉器類

送配電系統에서 매우 중요한 자리를 차지하고 있는 switchgear類는 開閉器와 遮斷路로 구분되며 23 kV級 이상에서는 대부분이 輸入되고 있는 실정이며, 72 kV級 이하의 油入遮斷器는 需要에 따라 變壓器生産業體에서 제작하고 있다. 生産되는 開閉器의 種類를 보면 柱上油入開閉器(start bushing型), 電磁開閉器(箱入型, 開放型), 氣中遮斷器 등이 있다. Switchgear類가 他電氣機器分野 보다 生産이 늦어지는 이유는 試驗施設 부족으로 인한 性能保障이 불가능하기 때문이다. 現在 國內 6. 個業體에서 外國과의 合資 形式으로 技術導入을 기하고 있어 重電氣試驗所의 設立과 함께 生産可能 범위가 확대될 것이다. 그런데 原子力發電所에서 사용되는 switchgear類는 크게 나누어서 4,160 V用과 480 V用으로 구분할 수 있는데 4,160 V級은 250마력 이상에 사용하며 480 V級은 250마력 이하에서 사용하고 있다.

(3) 變壓器(Transformer)와 電壓調整器(Voltage Regulator)

電力用變壓器中 특별히 高壓用이나 大容量을 필요로 하는 것은 대부분 外製에 의존하였으나 外國과의 技術契約締結 등으로 容量 500~100,000 kVA, 電壓 3~154 kV의 油入式變壓器와 2,000 kVA, 54 kV級의 乾式變壓器를 生産하며 154 kV, 100,000 kVA 變壓器를 輸出하기도 한다. 表 12에서 보는 바와 같이 급격한 生産의 增加를 보이고 있다. 그러나 아직도 輸入原資材의 國產化와 生産기술 및 品質管理 등 해결해야 할 문제점이 많이 남아 있다. 즉 方向性硅素鋼板과 絕緣材의 輸入이

그것이다. 국내에서 硅素鋼板의 生産이 있었으나 現在는 生産이 중단되고 있으며 최근 電力用變壓器에서는 예외없이 方向性硅素鋼板을 使用하는데 국내에서는 生産이 안되고 있어 輸入額은 매년 급격한 증가를 보이고 있다. 4次 5箇年計劃의 목표에 의하면 1980년까지 345 kV, 400,000kVA級の 發電用超高壓變壓器生産이 可能할 것이다. 自動電壓調整器는 현재 국내에서 6.6kV±10%級에 600kVA 容量의 誘導型과 可動線輸型의 2가지가 生産되고 있다.

(4) 電動機(Motor)

電動機는 第2次 5箇年計劃이 시작되면서부터 表 12에서 보듯이 본격적인 生産이 이루어져 1975년에는 3,000HP級の 大型電動機까지 生産되었다. 그러나 電動機는 大型機器나 施設의 일부분으로 一括輸入되는 것이 많고 變壓器와 마찬가지로 大容量에 대한 國內需要가 한정되어 있으므로 적극적인 지원정책이 요망된다. 또한 騒音과 振動을 최대로 감소시키면서 一定한 回轉速度를 장시간 유지하는 高級製品 등은 아직도 輸入에 크게 의존하고 있다. 따라서 需要가 적은 超小型 및 超大型을 제외한 中間級の 電動機부터 nuclear grade로 品質을 向上시키는 作業부터 시작해야 할 것이다.

(5) 蓄電池(Battery & Charger)

生産量은 表 12에서 보듯이 전반적으로 증가추세에 있으며 技術의으로도 현저하게 發展하였으나 主種目은 차량용, 선박용 축전지이다. 그런데 原子力發電所에 사용되는 축전지는 3가지 종류가 있고 Nuclear Class I에 속한다. 220V는 非常照明과 여러 가지 直流電動機의 電源으로 사용되며 125V는 control과 vital load에 사용하고 50V는 alarm과 instrumentation에 사용되고 있다. 각각의 축전지는 充電器가 각각 1個씩 있으며 평상시에는 1個의 充電器만이 가동하고 있다. 國內生産되는 축전지는 용량면에서는 原子力發電所에 사용이 가능하지만 비상시에 計器類에 공급하는 電源으로서 높은 信賴度를 요구하므로 충분한 실험과 확실한 品質保證을 거쳐 사용해야 할 것이다.

(6) 기타 品目

기타 電氣製品으로 受配電盤, relay, 整流器 등이 있는데 모든 品目に 있어 大容量級の 開發이 시급하다. 이외에 電線連結裝置, 導管은 注文生産에 의해 100% 國産化가 가능하다. 碍子類는 23kV級까지 國內에서 生産되나 超高壓用 碍子和 bushing은 輸入하고 있는 실정이다. 현재 국내업체에서 技術開發에 노력하여 1978년부터 154KV級과 345KV級 開發을 목표로 하고 있다. 計器類에 있어서도 高度의 精密度를 지닌 것이 生産되고 있어 일부의 특수 計器 외에는 國産化가 가능하다.

Ⅳ. 國産化促進을 위한 計劃 및 支援方案

1. 國産化의 問題點

國産化推進主體는 궁극적으로는 國內業界이다. 이것은 政府의 장려만으로도 안되고 技術用役會社가 많이 設立된다고 해서 해결될 문제도 아니다. 國內業界가 自發의으로 이 課題를 담당해야 한다. 그러나 이 作業을 추진하는 데는 여러 가지 問題點이 있는데 이런 것을 열거하면 다음과 같다.

가. 技術問題

첫째, 設計技術은 機資材의 製作者와 技術用役會社가 保有하고 있으며 이들은 fabrication drawing과 仕様書를 作成하는 當事者이다. 그러나 현재 각종 仕様書 등 資料가 매우 부족한 상태이며 또한 機資材의 製作은 machine shop에서 이루어지는데 이에 대한 숙련된 製作技術을 가진 經驗있는 人員이 부족하다. 製作技術이 순조롭게 발휘되려면 다음 조건을 필수적으로 具備하고 있어야 한다.

① 所要資材의 確保

② Fabricating Technique and Know-how

③ Machine Tools

둘째, 機器가 製作된다 하더라도 運轉經驗 부족으로 인해 安全性保證이 不可하며 따라서 設置後 交替가 不可能하게 되면 長期使用으로 인한 故障排除保證을 할 수가 없게 된다.

나. 建設問題

첫째, 建設契約方式에서 turnkey인 경우 建設담당 業體에 대해 國産品信賴度를 계몽시킴과 아울러 國産品利用意慾의 고취가 필요하다.

둘째, turnkey 方式을 탈피해서 國內技術로 建設하는 경우 原子力發電所의 建設經點 부족으로 인해 設置能力이 없어 아직까지는 자체 建造能力이 미흡하다.

다. 經濟問題

첫째, 國內製作施設의 規模가 영세성을 면치 못하고 있으며,

둘째, 市場이 한정되어 있고 製作possible한 機資材라도 輸入品과 비교할 때 品質과 採算面에서 불리하며, 關稅上 國産化振作을 위한 風土造成이 미흡한 면이 있다.

라. 業界問題

첫째, 우리 나라 原子力發電計劃이 제대로 추진될 것

인가에 대해 회의적인 반응을 보이고 있기 때문에 國產化를 위한 준비와 대책을 마련하지 않고 있는 실정이며,

둘째, 原子力發電所建設에 소요되는 機資材의 品目과 이들의 specification이나 requirement에 대해서 거의 모르고 있으며,

셋째, 企業自體의 研究施設이 全無한 상태이며 技術開發을 위한 投資도 없고 體制도 갖추어져 있지 않다.

넷째, 技術陣의 빈번한 轉職 또는 離職으로 인하여 技術蓄積과 蓄積된 技術의 繼承이 제대로 이루어지지 않고 있으며,

다섯째, 國內購入者側으로부터의 國產品使用 기피현상으로 인하여 生産意慾이 低下되어 있으며,

여섯째, 資本의 零細와 過重한 債務로 인하여 財務構造가 나쁜 것이 問題點이다.

2. 國產化促進을 위한 當面課題

가. 政府當局의 當面課題

① 본 事業을 專擔할 常設機構를 設置할 것.

② 計劃, 設計, 建設 및 建設監督을 담당할 技術用社會社를 적극 育成하여 pre-project engineering, design & engineering 및 scheduling단이라도 우리가 主導할 수 있도록 하며,

③ 爐型과 容量의 單純化를 기하여 國產化率을 높이고 部品의 生産價를 낮추어 機資材의 國產化를 促進시킬 것.

④ 國內業界의 現技術과 生産水準을 nuclear grade로 올리는 데에 필요한 追加施設費와 運營費에 대해 財政的 뒷받침을 해주고 生産費增加분에 대해서는 稅制上的 補償策을 마련해 줄 것.

⑤ 熟練工養成과 이들의 長期確保를 위한 訓練機關의 設立과 元老技能工에 대한 待遇改善을 制度的으로 모색한다.

⑥ 借款에 의한 外資調達의 경우일지라도 그 중 일부를 國內에서 購買할 수 있는 制度와 體制를 確立하고 가급적이면 國產品이 많이 使用되도록 交渉한다.

⑦ 原子力發電所國產化作業의 訓練段階로서 우선 火力發電所의 設計와 建設부터 우리 技術陣의 힘으로 建

造할 수 있도록 政策的인 配慮가 있어야 할 것이며,

⑧ 國產化可能品의 輸入品目에 대해서는 高率의 關稅를 부과하여 國產品을 적극 보호토록 해야 할 것이다.

나. 國產化推進主體의 當面課題

① 國內部處別, 機關別로 推進중인 國產化計劃事業과 그 사업의 推進過程에서 수집된 情報를 相互交換할 수 있는 制度를 마련할 것이며,

② 國內業體의 施設, 生産品目, 規格, 製作方法, 生産實績, 製品의 試驗과 檢查, 品質保證, 納品된 品目에 대한 信賴度, 原資材導入現況, 技術提携現況 등을 우선적으로 調査해야 하며,

③ 原子力發電所 建設用 機資材明細의 확보와 分類작업을 하되 우선 古里 1號機에 사용된 機資材의 specification, requirements, design data와 drawing만이라도 얻어 이를 分野別로 分類하여 compile 할 것이며 가능하다면 最新 plant의 情報도 입수하여 古里 1號機의 資料를 時時 때때로 updating해 둘 것이며,

④ Q. A. program의 原則과 方法을 國內業界에 通告하여 機資材의 製作前에 이에 대한 對備를 할 수 있는 시간과 태세를 갖추도록 하고 從事員에 대한 Q. A. 訓練을 強化한다.

⑤ 國內各處에 散在한 專門分野別製作者를 有機적으로 연결시키는 system을 만들 것.

다. 業界의 當面課題

① 自體의 技術能力이 부족할 때는 先進國으로부터 技術導入을 피하던지 技術陣을 海外에 파견하여 技術習得을 기하던지 自體의 技術開發을 모색하던지 外部機關에 技術開發을 의뢰하여 技術向上을 기해야 한다.

② 品質保證의 철저화를 기하기 위하여 試驗과 檢查施設을 보강하여 長期的인 對策을 강구한다.

③ 점차적인 國產化를 기하기 위하여는 우선 素材를 導入하여 國內에서 機器를 加工·組立하는 방식이 가장 바람직하다. 언젠가는 素材自體도 國產化가 가능한 것을 감안하여 原資材國產化에 대한 長期計劃을 樹立해야 할 것이다.