중전기기 품질향상과 국제경쟁력 제고방안

·2·

강 영 식
한국전기연구소

3. 중전기기의 기술 및 품질현황

가. 연구개발현황

우리나라의 중전기기 분야의 기술개발은 '70년대까지는 주로 외국의 기술을 도입하여 공급받은 부품을 조립생산하는 수입대체에 역점을 두었으나 '80년대에 들어와서는 대외적으로는 선진국들의 핵심기술의 이전기피, 기술제공시의 계약조건의 악화(예 : 수출제약 등) 등과 대내적으로는 국내 내수기반의 성장에 힘입어 자체 기술개발을 위한 투자가 증가되어 왔다. 최근들어 중전기기 분야는 정부의 강력한 기술개발 지원정책과 국내외 여건 등의 변화로 기술개발 분위기가 매우 고조된 상태에 있다.

우선 정부는 한전생기반자금, 공업발전기금, 공업기반기술자금 등을 통하여 해마다 기술개발 지원자금을 대폭적으로 증가시키고 있으며(표 3-1 참조), 전기공업협동조합내에 기술지원센터를 설립하여 규격제정 및 표준화를 추진하고 기술정보 자료를 지원하고 있다. 또한 각 기업내에 기업부설연구소의 설립을 적극 유도하여 '92년에 46개였던 기업부설연구소가 '93년에는 총 57개로 증가하였다. 한편 해외 기술선진국과의 기술협력도 적극 추진하여 이미 러시아와는 공동 기술세미나 개최, 중전기공업 현황소개 및 품목별 기술수준 소개 등을 통하여 교역 및 합작투자 가능성을 모색하였으며 일본과도 전기공업협의회를 개최하여 양국간의 실질적인 국제협력방안을 강구하고 있는 단계이다.

나. 국내 기술수준 및 핵심소요기술

본 절에서는 국내에서 생산되는 대표적인 중전기기제품에 대한 현재의 기술수준과 장래에 연구개발이 필요한 핵심소요기술에 대하여 기술하고자 한다. 본 내용은 1991년 한국전기연구소가 수행한 "전기공업분야 기술수요조사와 개발전략에 관한 연구(I)"에서 국내의 중전기기 업체들을 대상으로 실시한 조사연구결과를 인용하였다. 우리나라의 중전기기의 기술수준은 일부제품을 제외하고는 "중 또는 하"의 수준으로 평가되었으며 특히 소재기술 수준은 대부분 "중, 하"의 수준으로 평가되었으며 그 내용은 다음과 같다.

(1) 회전기기

회전기기의 대표적인 제품은 발전기, 전동기, 전동공구 등이며 발전기와 전동기는 타제품의 부품으로도 많이 사용되므로 타산업에 미치는 파급효

<표 3-1> 연구개발비 지원현황

(단위 : 억원)

구 분	'91		'92		'93	
	과제수	지원액	과제수	지원액	과제수	지원액
한 전 자 금	100	57	110	168	150	224
공업발전기금	9	13	20	20	16	25
공업기반기술자금	–	–	8	8	20	22
계	109	70	138	196	186	271

자료 : 상공자원부 전기공업과, '94주요업무추진계획, 1994.1

과가 큰 기술집약적인 제품으로서 '92년도 우리나라의 회전기기 총생산액은 약 6100억원에 달했다.

발전기분야의 국내 기술수준은 최근에 급속히 향상되어 발전소용 주발전기인 경우, 1000MW급까지 국내생산이 가능하며 국산화율도 80% 이상으로 제어부를 제외하고는 대부분이 국산화되었다. 한편 전동기분야는 20,000kW-4P급 동기전동기가 이미 국내에서 개발되었으며 일반산업용인 경우 국산화율이 90~95% 수준에 달하고 있고, 최근들어 중소형전동기에 대한 고효율화, VPI 절연기술의 적용, 원자력발전설비용 전동기에 적용되는 13.8kV 절연시스템의 개발 등에 있어서 상당한 발전이 있었지만, 최근 수요가 증가하고 있는 전력전자용 소형전동기의 경우는 아직 국산화율이 낮다.

국내의 회전기기산업의 전반적인 문제점은 Frame소재, 전기강판, 동선 등의 주요자재는 선진국과 비슷한 수준에 이르렀으나 고품질의 제품제작에 필수적인 전자계, 열, 진동, 소음 등에 대한 해석기술, 절연처리기술, 양산기술, 신소재의 개발 등이 아직도 미흡한 실정이다. 현재 수입되고 있는 주요부품은 바니시류(VPI, NPI), 특수절연물 고속 베어링, 발전기의 동기투입장치 및 부하분담장치의 제어부, 디젤발전기의 엔진용 Injection 펌프, 대형발전기의 AVR, 절연지, 직류전동기의 정류자 등이다. **표 3-2** 및 **표 3-3**에 발전기 및 전동기의 국내기술수준과 핵심소요기술을 나타낸다.

(2) 변압기

우리나라 변압기 기술개발은 송전전압의 증가와 더불어 진행되어 왔고 그 용량 역시 발전기의 단위용량에 따라 증대되어 왔다. 국산변압기는 상당한 국제경쟁력을 가지고 있으며, 초고압 및 대용량변압기, 불연변압기, 저손실변압기, 특수변압기 등의 분야에서 기술발전속도가 놀라울 정도다. 현재 765kV 송전전압 실증선로용으로 단상 3MVA-765kV 2권선변압기를 개발하여 운전중이며, 단상 765kV 500MVA 변압기도 개발중이다. 한편 리액터는 현재 3상 150MVA-354kV 분로리액터를 개발중에 있으며, 단상 765kV 50MVAR 분로리액터도 '97년에 개발완료를 목표로 올해에 연구개발을 시작하였다.

최근들어 대형건물내의 재해방지를 위해 Oil-less 변압기 또는 불연변압기의 개발에 관심이 고조되어 있다. '82년부터 선진기술을 도입하여 배전급 에폭시몰드 변압기를 개발, 생산한 이래, '89

<표 3-2> 발 전 기

품 명	소분류(규격, 용도, 기술 등)	국내기술수준			연구개발이 필요한 핵심 기술
		설계	소재	제작	
내연기관 결합	400kW 미만	중	중	중	다양한 엔진 개발기술
	400kW 이상	중	하	중	Gas Turbine 개발기술, 발전기 고효율(소형화)기술
	발전용 보일러 제어시스템	중	하	중	System Network 통합기술, Control알고리즘 개발기술
교류발전기	교류발전기	중	상	상	진동 및 Balancing
동기투입장치	Auto Synchronous	하	하	하	Microprocessor 응용설계
부하분담장치	Auto Load Sharing Device	하	하	하	Microprocessor 응용설계
발전기용 AVR	비상용 발전기 디지털 제어시스템	상	하	중	병렬운전 제어기능, 엔진 원격제어기능
초전도발전기	초전도발전기	하	하	하	초전도체 개발

<표 3-3> 전 동 기

품 명	소분류(규격, 용도, 기술 등)	국내기술수준			연구개발이 필요한 핵심 기술
		설계	소재	제작	
유도전동기	편평형 AC 서보모터	중	하	중	강자성체 제조기술, 자기회로 설계기술, Rotor관성 최소화
	I PMSM(Interior PMSM) AC서보모터	중	하	중	자기회로 설계기술, Rotor관성 최소화
	유도전동기	중	하	상	정밀가공기술, 금형기술, Nd계 영구자석
	100W 미만 세탁기용 모터	중	중	중	저온, 저압 BMC봉입, 성형기술, Winding 기술 Commutator, Phenol 및 Segment 형상설계
	100-373W Resin Pack Motor	중	중	중	Troidal Core 설계, 저온, 저압수지 봉입성형
	100-373W 세탁기용 Inverter Motor	중	하	중	강자성 Magnet개발, Power 구동회로
	100-373W 가전제품용 모터	중	하	하	Sensing 및 제어기술, Power Drive 강자성 PM개발
직류전동기	정류자	중	중	중	합금, 성형기술
	절연지	하	중	하	절연내력
Reluctance모터	Reluctance모터	하	하	하	Reluctance모터에 대한 연구 및 Drive회로 개발

년에는 SF_6가스를 이용하여 단상 22.9kV 1000kVA SF_6가스절연 변압기를 개발완료하였으며, 현재는 22.9kV 10MVA SF_6가스절연 변압기를 개발중에 있다. 그리고 PFC를 절연 및 냉매로 사용한 3상 22.9kV 500kVA 불연변압기가 '94년에 개발완료되고 '95년부터는 154kV급 불연변압기의 개발이 시작될 전망이다. 저손실 변압기의 개발은 철심재료의 개발에 의존하고 있으며 저손실 규소강판의 개발과 Amorphous Core 개발로 분류할 수 있다. Amorphous변압기의 개발은 1989년에 20~50 kVA-22.9kV 18대를 제작 한국전력의 전력계통에 시험사용중이나 아직은 Amorphous Core의 생

<표 3-4> 변 압 기

품 명	소분류(규격, 용도, 기술 등)	국내기술수준			연구개발이 필요한 핵심 기술
		설계	소재	제작	
800kV 이상 전력용 변압기	800kV 이상 전력용 변압기	중	중	중	전계해석 및 제조기술
전력용 유입식 변압기	200kVA 미만 주상급	중	중	중	저손실 제작기술, Compact화 기술
	200~1000kVA 배전급	중	중	중	저손실 제작기술, Compact화 기술
	1~10MVA 전력용	중	중	중	저손실 제작기술, Compact화 기술
	10~60MVA 전력용	중	중	중	최적설계기술, 해석기술(전계, 자계)
	60MVA 이상 전력용	중	중	중	최적설계기술, 해석기술(전계, 자계)
몰드변압기	200kVA	상	하	중	원자재 제조기술
	Mold Transformer	중	중	중	저손실 기술, 절연재 설계기술, 온도상승 해석기술
Amorphous 변압기	Amorphous 변압기	중	하	중	Amorphous 소재, Amorphous 설계, 비정질 재료 개발 및 Slitting 기술
	Amorphous Metal, Transformer	중	하	하	Cutting 기술, Winding 기술, Anneding 기술, 조립기술
초전도 변압기	초전도 변압기	하	하	하	초전도체 개발
기타 변압기	내뢰 차폐변압기	하	하	하	차폐기술개발 및 고정밀 절연소재개발
변압기 부분품	고주파 변환 자성체	하	하	하	고주파 저손실화
	고주파 변환권선	하	하	하	3중 절연 Coating
공 통	생산기술	중	중	중	자동화기술(권선, 조립, 시험)
	설비진단기술	중	중	중	절연진단, 고전압기술

산가격이 비싼 편이어서 경제성에 문제가 있다.

기술적 측면에서의 문제점은 우선 설계기술면에서 전계, 자계, 유동, 열, Surge 등의 분포를 해석하는 기초 설계기술과 대용량화에 따른 운반, 설치 등을 고려한 구조설계 기술이 취약하고, 제조기술면에서는 절연처리 기술, 에폭시몰딩 기술 등이 부족하다. 그리고, 소재 및 부품분야는 저손실 규소강판, Press Board, Craft Parer, 에폭시 등 각종 절연물과 ULTC, 154kV급 이상의 NLTC, 66kV급 이상의 부싱 등이 아직 국산화되지 않아 수입되고 있는 실정이다. **표 3-4**에 변압기의 국내 기술수준과 핵심소요기술을 나타낸다.

(3) 변환 및 제어기기

변환 및 제어기기는 고전압의 전력용 반도체소자를 응용하는 고도의 전력기술, 전자기술 및 Software기술이 복합된 분야이며, 기술발전속도가 빠르고 설비 및 기기의 응용과 관련된 Software

<표 3-5> 변환 및 제어기기

품 명	소분류(규격, 용도, 기술 등)	국내기술수준			연구개발이 필요한 핵심 기술
		설계	소재	제작	
실리콘정류기	실리콘정류기	중	하	중	전력변환용 스위칭 반도체소자의 개발
	500kV 도금용	상	중	상	SCR 다이오드
	200kW	중	중	중	제어기술, 반도체 제작기술
전원공급장치	전원공급장치	중	중	중	전력변환용 스위칭 반도체소자의 개발
	50V, 2000A	중	중	중	프로세서 제어기술, 반도체 제작기술
	입력 : 110/220 60Hz, 출력 : 50V DC 5kVA	하	중	상	변압기, 설계제작, Noise 억제
	Power Supply(Linear)	하	중	중	설계기술
전력공급장치	10kW	중	중	중	제어기술, 반도체 제작기술
DC-DC 컨버터	DC-DC 컨버터	중	하	중	전력변환용 스위칭 반도체소자의 개발
	24V 250A 통신전원용	중	중	중	SCR 트랜지스터
	100W	중	중	중	반도체 제작기술
	300kHz 이상	하	중	중	IC화, 고주파 변환, EMI 제거
	DC Converter(Analogue Type)	중	중	상	Regulator Board 설계
	DC Converter(Analogue Type)	하	하	하	Software
인버터	50kV 통신용	중	중	상	SCR 트랜지스터
	3kVA	상	중	중	반도체 제작기술
	발전소용 대용량, GTO 인버터	하	하	하	냉각기술, 고속스위칭 회로기술
주파수변환기	75kVA급	상	중	중	SCR 트랜지스터
	주파수 변환기, 입력 : 60Hz, 출력 : 50 or 400Hz	중	하	중	전력전자용 반도체기술
	50kVA	중	중	중	반도체 제작기술
UPS	100kVA 전원용	상	중	상	PCB 트랜지스터 소재기술
	입력 : 60Hz, 출력 : 60Hz	중	하	중	전력전자용 반도체기술
	500kVA	중	중	중	반도체 제작기술
	입력 : 110/220V 60Hz, 출력 : 0~45V DC 500W	중	중	상	PWM 제어기술, Feedback 설계기술
VVVF 장치	3ϕ, 220V, 440V 계열	중	하	중	전력변환용 스위칭 반도체소자의 개발 μ-Processor 이용기술
	75kVA 모터용	중	하	중	SCR 트랜지스터
부동형 정류기	10kW	중	중	중	제어기술, 반도체 제작기술
기타변환제어기기	AVR의 컴퓨터 지원용	상	중	상	SCR
	EP : 고압집진기	하	하	중	전력전자용 반도체 산업
	고역률 Converter	하	하	중	전력전자용 반도체 산업

기술이 특히 중요한 분야이다. 이 분야의 국내 기술수준을 보면, 가장 핵심부품인 전력용 반도체 제조기술은 선진국은 물론 경쟁국인 대만보다 뒤진 실정이며 일부 단순범용품목의 설계 및 제작분야에서는 거의 선진국수준에 도달해 있으나, 대용량기기 및 고부가가치품인 경우에는 설계 및 제조기술도 아직 취약한 상태이다(**표 3-5** 참조). 국산화율은 UPS, CVCF, VVVF, Inverter/Converter 등이 전력용반도체 및 핵심부품 등의 수입으로 인해 아직 60~80% 정도에 머물러 있으며, 이 분야에서 수입되는 주요부품을 살펴보면 각종 전력용 반도체소자, Heat-pipe, 반도체용 속단퓨즈, IC류, 센서류, Hall CT 등이다.

(4) 콘덴서

국내의 콘덴서업계는 우리나라의 전기 및 전자공업의 비약적인 발전에 힘입어 질적 양적으로 높은 성장을 구가하여 왔다. 현재 각종 콘덴서가 국내에서 제작되고 있으며 가격 및 품질경쟁력에 있어서도 대부분의 제품이 외제에 비해 뒤떨어지지 않는 수준이다. 그러나 일부 품목의 경우 아직도 화성기술, 에칭기술, 밀도조합기술, 유전율 및 두께 조정기술, 순도제어기술, 제품의 요구특성치(유전율, 손실값, 표면조도, 두께, 절연저항치) 만

용어해설

신뢰성(reliability)

계통, 기기 또는 부품 등의 기능에 대한 시간적 안정성을 나타내는 정도 또는 성질.

「제품이 고장 나기 어려운 성질」과 「보전이 용이한 성질」의 두 개념으로 성립되고 전자를 정량적으로 표시한 것을 신뢰도, 후자를 보전성(maintainability)이라 한다. 신뢰도의 정의는 확률로 주어지고 「계통, 기기 또는 부품 등이 규정의 조건 하에서 의도하는 기간 중 규정의 기능을 수행하는 확률」이 된다. 신뢰도를 R로 했을 때 1-R을 고장률이라 한다.

고장률은 시간에 대해 일정하지 않고 통상은 그림 1에서처럼 변화한다. 즉 사용되기 시작하면 설계 미스나 공작 미스에 기인하는 고장이 자주 발생한다. 이것을 초기 고장이라 한다. 초기 고장을 거치면 고장률은 거의 일정값에 정착한다. 여기서의 고장 원인은 인간의 조작 미스, 또는 부품 중에 불량품이 들어 있다는 것 등 우발적인 것이고, 이 기간의 고장을 우발고장이라 한다. 장기간 사용 후는 점점 부품이 마모되므로 다시 고장이 증가한다. 이 시기의 고장을 마모 고장이라 한다.

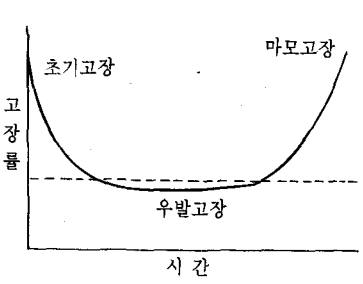

그림 1

계통의 신뢰도를 부품의 신뢰도에서 구하는 경우의 기본적인 개념은 직렬 시스템과 병렬 시스템이다. 직렬 시스템은 계통을 구성하는 요소 중, 어느 하나가 고장나도 전체가 고장 나는 것을 말하고, 그림 2에서와 같은 신뢰도 블록선도(線圖)로 표시된다. 각 요소

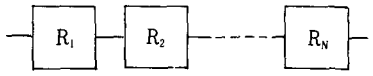

그림 2

의 신뢰도를 R_1, R_2, …, R_N이라 하면 계통 전체의 신뢰도 R은 $R=R_1, R_2, \cdots, R_N$이 된다. 병렬 시스템은 계통을 구성하는 요소 중, 어느 하나가 정상으로 움직이고 있으면 전체로서도 기능을 상실하지 않는 것을 말하고, 그림 3에 든 것과 같은 신뢰도 블록선도로 표시된다. 각 요소의 신뢰도를 R_1, R_2, …, R_N로 하면 계통 전체의 신뢰도 R은 $R=1-(1-R_1)(1-R_2)\cdots\cdots(1-R_N)$된다.

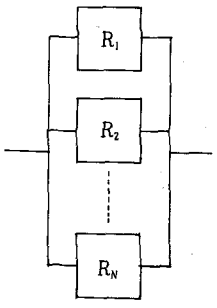

그림 3

족기술 등에 있어서 개발의 여지가 있다. 그리고 선진국으로부터의 기술도입이 여의치 않은 근래의 사정을 감안해 볼 때, 자체기술에 의한 신제품의 개발이 불가피한데 이를 위해서는 최소한, 개발된 콘덴서의 성능평가를 위한 시험설비에 대한 투자가 필수적이다.

국내의 콘덴서 제조분야의 국산화수준은 높은 편이며 원자재를 제외하고는 대부분 국산화되었으며, 수입되는 주요 원자재로는 알루미늄 호일, 양극 화성박, 음극 에칭박, 전해지, 유전체용 필름(P.P. 필름, C.P. 필름), 함침제, 절연유 등이다. 이 분야의 국내 기술수준과 앞으로 국내에서 개발될 신제품 전망을 **표 3-6** 및 **표 3-7**에 나타낸다.

(5) 애자 및 금구류

국내의 애자 및 부싱분야는 좁은 국내시장에다가 품질좋은 외국산의 범람으로 인해 국내업체의 기술개발투자가 미흡했으나 최근들어 주된 수입처인 일본의 엔고와 국산중전기제품의 수출증가로 인한 수요확대에 힘입어 기술개발의욕이 고취되고 있는 상태이다. 현재 현수애자는 345kV급까지 완전국산화되었으며 부싱은 72.5kV급까지 국산품이 제작되어 개발시험 대기중이며 170kV급 부싱의 개발은 진행중이다. 국산화율은 품목에 따른 차이

<표 3-6> 콘덴서의 기술수준

품 명	소분류(규격, 용도, 기술 등)	국내기술수준			연구개발이 필요한 핵심 기술
		설계	소재	제작	
콘덴서(전해, 필름)	7.3AV~500SV(65~90)	중	중	중	화성기술
	7.3AV~500SV(20~50)	중	중	중	에칭기술
	Manila(밀도 : 0.4~0.65)	중	하	하	밀도조합기술
	Kraft(밀도 : 0.4~0.65)	중	중	하	밀도균일분포
	Boric Acid	중	하	중	약품제조기술
	Butyrolacton	중	하	중	약품제조기술
	125용 Butyl, Rubber	상	중	중	유전율 및 두께
	MPET	중	중	중	유전율 및 두께
	MPP	중	중	중	유전율 및 두께
	PPS	중	중	중	유전율 및 두께
	AL 99.99% 화성품	중	중	상	순도
고압 콘덴서	퓨즈 내장형	상	하	중	퓨즈개발
	SH 콘덴서	중	하	하	Film 개발
	방폭형 콘덴서	중	중	중	제조기술
	전자렌지용 콘덴서, P.P Film	하	중	중	제품의 요구 특성치(유전율, 손실값, 표면조도, 두께)
	전자렌지용 콘덴서, R-Network	중	중	중	절연저항값 허용치의 변화치 관리
	전자렌지용 콘덴서, Pressboard	중	하	중	절연체로서의 소재개발
	전자렌지용 콘덴서, 절연유	하	하	중	유전율, 절연치, 손실값, 수분함유, PPM, 인체중독성
저압 콘덴서	Dry Type 콘덴서	상	중	상	Film 개발
기기용 콘덴서	Plastic Can Type 콘덴서	상	중	중	제조기술
	수냉식 콘덴서	중	중	중	제조기술
	SMPS 콘덴서	하	하	하	Film 개발
	전자렌지용 콘덴서 절연유	하	하	중	유전율, 절연치, 손실값, 수분함유, PPM, 인체중독성
	기기용 콘덴서 절연유	하	하	중	유전율, 절연치, 손실값, 수분함유, PPM, 인체중독성
	기기용 콘덴서 M.P.PFilm	하	하	하	표면온도, 두께(3μm 이하)
기타 콘덴서	고체 콘덴서	하	하	하	고주파 Low Loss(유기체, 무기체計)
	300kVA/23kV 고압 및 특별고압 지상 콘덴서용 방전코일	상	상	상	권선 및 절연

<표 3-7> 콘덴서의 신제품 전망

품 명	소분류(규격, 용도, 기술 등)	기존제품과 근본적으로 다른 기술적 특성	상용화 연도	
			세계	국내
고온용 유도 및 무유도형 필름 Capacitor	(−55~+125℃) 자동차엔진실 등 내열성이 요구되는 곳	고내열성, 내약품성 및 우수한 특성을 겸비한 제6의 엔지니어링 플라스틱	'90	'93
초고전압용 전해액	(500WV 이상) (−25~+85℃)	Alcohol류, Carboxylic Acid 및 그의 염을 사용, 내압성 보강물질 첨가 고전도 및 고내압성을 갖는 전해액	'92	'94
유기반도체용 AL 고체 전해 Capacitor	장수명, 소형화, 고품질화	Tetracyanoquinodimathane에 Alkyleammonium을 첨가 합성후 용융합침으로 고체 Capacitor개발	'91	'94
고압콘덴서	퓨즈내장형 콘덴서	내부소자고장시 Case파괴방지 신뢰성 향상	'85	'92
	SH 콘덴서	Self Hearling기능 부가	'90	'92
	방폭형 콘덴서	절연유 대신 Gas사용	'90	'94
	18μM×75m/m의 P.P.Film	Film가공성 및 제품특성의 변화치(유전체의 유전율, 손실값)	−	'96
저압콘덴서	Dry Type Cap	절연유 미사용	'89	−
기기용콘덴서	Plastic Can Type 콘덴서	보안기능부가	'86	'92
	기기용 콘덴서 M.P.P. Film	Film 두께 3μM 이하	−	'97
기타 콘덴서	수냉식 콘덴서	최대 200kVA	'86	'92
	SMPS 콘덴서	전력전자용(고주파)	'87	'92

는 있지만 대략 80% 정도이며 알루미나와 특성상의 문제로 점토의 일부가 수입되고 있다. 한편 초고압급 애자 및 부싱의 개발을 위해서는 재질특성에 대한 연구, 절연기술, 시험기술 등이 문제로 부각될 것이나 현재 국내의 기술수준으로 볼 때 해결이 가능할 것으로 판단이 되며 보다 중요한 것은 개발주체들의 확고한 개발의지일 것이다.

표 3-8에 이 분야의 국내 기술수준과 핵심소요기술을 나타낸다.

(6) 수배전반

종전의 수배전반은 수동방식이 대부분이었으며, 국내의 기술수준도 상당히 높아서 거의 대부분의 수배전반이 국내에서 생산·공급되었다. 그러나 최근들어 전력설비가 대형·복잡화되고 컴퓨터, 제어기술 등의 발달로 인해 국내산업의 자동화가 급격히 추진되고 있어 자동제어반에 대한 수요가 크게 증가하고 있다. 자동제어반에 대한 국내의 기술수준은 소재 및 전력용반도체의 국산화 부진, 제어용 Software 개발능력의 부족, 부품생산기술의 낙후 등으로 인해, 대형 프로젝터에 사용되는 대부분의 자동제어반은 수입에 의존하고 있는 실정이다. 국내의 수배전반에 대한 기술수준과 핵심소요기술을 **표 3-9**에 나타낸다.

<표 3-8> 애자 및 금구류

품 명	소분류(규격, 용도, 기술 등)	국내기술수준			연구개발이 필요한 핵심 기술
		설계	소재	제작	
애자	27kV Polyface 장간애자	하	상	중	EPDM Rubber에 의한 애자 설계, Aging Test 방법
	25kV 전철용 고분자 장간애자	중	하	중	고분자 전기절연재 개발, 고강도 F.R.P 제조개발, 실란트 기술개발
완금, 설치금구	아마로드	상	중	중	제작기술
접지봉	아연도 접지봉, 동선 접지봉	중	중	중	제작기술
기타 금구	765kV 송배전, 금구류	중	중	중	설계기술

<표 3-9> 수 배 전 반

품 명	소분류(규격, 용도, 기술 등)	국내기술수준			연구개발이 필요한 핵심 기술
		설계	소재	제작	
배전반	220V/6.6kV/23kV	상	중	상	배선 및 절연
	배전반	중	중	중	차단기 성능향상(특히 고압, 대용량분야)
제어장치	수배전반 제어 및 발전기 진단 감시	중	중	중	소프트웨어 개발
제어기	110/220V, 6V, 1W, 신호표시등, 600V AC 10A 누름, 버튼스위치	중	상	중	설계, 제작기술
MCC반	전자식 Motor, 브레이커	상	중	상	전자회로의 Noise대책 회로
부분품	600V 16~600A, Lug Lugless형 조립식 안전단자대	상	중	중	설계, 제작기술

(7) 개폐장치

개폐장치는 GIS(Gas Insulated Substation), 차단기 및 개폐기로 대별할 수 있으며, 좀더 세분하면 GIS는 전압에 따라 25.8kV급, 170kV 및 362kV급으로, 차단기는 저압용 ACB 및 MCCB, 배전급의 VCB 및 GCB, 그리고 초고압용 GCB로, 개폐기는 개폐기, 단로기, COS, Recloser, Sectionalizer 등으로 구분된다.

GIS/GCB의 현재 국내의 기술수준은 25.8kV, 170kV 및 362kV급의 GIS/GCB를 설계·생산할 수 있으며, 가까운 장래에 순수국내기술에 의한 800kV급 GIS/GCB의 설계·생산이 가능할 것으로 전망된다. 현재의 국산화율도 상당히 높아서 국내의 GCB/GIS의 대표적인 기업인 H.S.사인 경우, 국산화율이 90% 이상으로 추정된다. 현재까지 국산화되고 있지 않은 부품은 절연통 및 절연 Rod, 유압조작장치, 투입용저항, 극간콘덴서, SF_6 가스, Zoerite, SF_6가스압력검출기, 170kV급 이상의 SF_6가스 부싱 등이다. 한편 설계능력은, 국내의 선발업체인 경우, 기술도입선의 설계기술은 이미 대부분 소화한 단계이며, 현재 독자적인 핵심설계 기술확보를 위해 활발한 연구개발을 하고 있다.

한편, 7.2kV 및 25.8kV급 GCB인 경우, VCB의 개폐 Surge문제와 기존의 파퍼형 가스 차단기의 가격, 중량, 크기 등의 문제로 인하여 아크의 열팽창을 이용한 완전자력소호 또는 자력소호와 로터리아크 소호방식을 혼용한 형태의 SF_6가스차단기가 구미 선진국 및 일본에서는 이미 상품화되어 시판중에 있다. 그러나 이에 대한 우리나라의 기술수준은 초고압 GIS/GCB에 비해서도 뒤떨어지며 현재 연구개발의 초기단계에 있다.

저압용 ACB 및 MCCB, 배전급의 VCB에 대한 국내 기술수준은 일부부품의 수입을 제외하고는 국산화가 완료된 상태이며, 배전급 VCB인 경우 차단부까지도 국내에서 생산하고 있다. 아직도 수입되는 주요부품으로는 저압차단기용 전자부품류(ZCT, SCR, 다이오드 등), 플라스틱성형재료, 고정도 바이메탈 등이다.

개폐기분야에서도 거의 대부분이 국산화는 이루어졌으나 자체기술에 의한 설계능력이 아직 미흡하다. 현재 기존 Oil 또는 氣中開閉器를 SF_6가스 개폐기로 대체하는 기술개발과 配電自動化에 따른 기존 開閉器의 기능보완을 위한 연구개발이 진행중이다. 수입되는 주요부품으로는 COS용 Bulkanized Fibre Tube 및 퓨즈홀더, Recloser용 Vacuum Ass'y 및 Motor, 기타 절연물, 프레스보드 등이다.

우리나라의 개폐장치분야의 공통적인 문제점은 선진국의 Copy설계 단계를 아직 벗어나지 못하고 있는 것이다. 따라서 경쟁력 확보를 위해서는 기초설계기술의 자립이 절실히 요청되며, 이를 위해서는 기술개발을 위한 업계의 인식전환이 필수적이다. 즉, 실질적인 연구개발투자(연구비, 인력, 연구설비 등)가 지속적으로 추진되어야 하며, 개방화되고 있는 국제시장에 적극진출하여 수출시장을 확보할 수 있는 경쟁력을 키워야 한다. 개폐장치분야에 대한 국내 기술수준을 **표 3-10~12** 에

<표 3-10> GIS

품 명	소분류(규격, 용도, 기술 등)	국내기술수준			연구개발이 필요한 핵심 기술
		설계	소재	제작	
25kV급	고장전류차단	중	하	중	차단구조설계
170kV 이하	선로개폐장치	중	하	중	유압장치
362kV 이하	GCB Part	중	중	상	차단부 설계기술, 차단현상 해석기술(전계, 압력, 기류), 소재 제작기술
	Disconnecting Switch	중	상	상	조작장치 설계기술
	Pneumatic Earth S/W(압축공기식)	중	상	상	조작장치 설계기술
765kV 이상	765kV급 전력용	중	하	중	차단 메커니즘, 차단부설계, 제작기술

<표 3-11> 차 단 기

품 명	소분류(규격, 용도, 기술 등)	국내기술수준			연구개발이 필요한 핵심 기술
		설계	소재	제작	
가스차단기	Bushing Part	상	하	하	Porcelain 제작기술(성형, 소성, 정착)
	Interrupt Parts	중	중	상	차단부 설계기술, 차단현상 해석기술(전계, 압력, 기류)
	고정 및 가종접촉자	중	상	중	내 Arc Metal 성형소결기술, 합금동 완조기술
	Operating Mechanism Part	중	상	상	Mechanism 설계기술, 동적응력해석, 측정기술
	광 PT, CT	하	하	중	소재, 설계 및 측정기술
	765kV급 GCB	하	하	중	절연협조에 따른 설계제작 기술
	예방보전 System	중	하	중	Optical Sensor 설계 제작기술, MonitoringSystem 설계기술
	24kV630A 수배전반용	중	하	중	구동장치
	선로개폐장치	중	하	중	유압장치
	25.8kV급	중	하	중	차단구조설계 실증시험
누전차단기	전자부품(ZCT)	중	하	중	소재
부분품	전자부품(ZCT, CT)	중	하	중	소재
기타저압차단기	자기진단형 자동차단기	중	하	중	고정밀도 바이메탈 소재개발
기중차단기	기중차단기	중	중	중	

<표 3-12> 개 폐 기

품 명	소분류(규격, 용도, 기술 등)	국내기술수준			연구개발이 필요한 핵심 기술
		설계	소재	제작	
고장구간 자동개폐기	25.8kV 고장구간 자동개폐기	상	중	상	차폐 소재개발
COS	25kV, 100A COS	상	중	상	광섬유 소재개발
	Fuse Tube 25.8kV 100A	하	중	중	차단 Energy내 Tracking을 고려한 설계, 경년열화 시험 방법
옥외기중부하 개폐기	7.2kV 고압 기중부하 개폐기	상	중	상	성능보증애관 소재개발
가스개폐기	5.8kV Gas 절연부하 개폐기	상	중	상	절연재 소재개발
지상설치고압개폐기, 가스개폐기	부하전류, 구분등 25.8kV급	상	중	중	차단부 구조설계, 조작장치 구조설계
단로기	선로개폐장치	중	하	중	유압장치
Recloser	25.8kV, 400A	중	하	중	Vacuum기술
기타고압개폐기	A.L.T.S 25.8kV 400A	중	하	중	

<표 3-13> 계측기 및 계전기

품 명	소분류(규격, 용도, 기술 등)	국내기술수준			연구개발이 필요한 핵심 기술
		설계	소재	제작	
계전기	배전선로용	중	중	중	고저항 지락검출 장치개발
계측기	광파이버 이용 온도계측장치	중	중	하	내열구조의 화이버케이블

<표 3-14> 전선 및 케이블

품 명	소분류(규격, 용도, 기술 등)	국내기술수준			연구개발이 필요한 핵심 기술
		설계	소재	제작	
전력케이블	저저해성 전선	상	하	중	소재배합 및 가공기술
기기용 전선	Lead Wire	상	중 하	중	PVC용 Compound Resin 및 첨가재 소재
	동축케이블	상	중 하	중	PVC용 Compound Resin 및 첨가재 소재
	다심케이블	상	중 하	중	PVC용 Compound Resin 및 첨가재 소재
기타전선류	방서용 전선	상	하	상	쥐기피제 제조기술, 소재배합기술
광케이블	광케이블용 접속함체	상	중	중	기계적 강도, 방수 작업성이 뛰어난 모델의 설계

나타낸다.

(8) 계측기 및 계전기

전력기기용 보호계전기 및 계측기기 기술은 국내 송전망의 격상 및 확충과 더불어 발전해 왔으며, 과전류계전기, 거리계전기, 방향계전기, 차동계전기 등의 계전기의 속도, 압력, 온도, 진동, 전류 및 전압 등을 측정하기 위한 계측기가 광범위하게 이용되고 있다. 최근에는 반도체 응용기술의 발달로 계전기가 Static화되어 가고 있으며 각종 계측기류도 D.A.S(*Data Acquition System*) 등과 같이 반도체기술, 전력전자 응용기술, Software기술 등의 조합으로 시스템화되면서 부가가치를 높이고 있다. 이 분야의 국내 기술수준은 요구 기술수준이 비교적 낮은 계전기류 및 계측기류의 경우는 국산화가 상당히 진척되었지만 고정도 및 고가의 계전기 및 계측기는 아직 대부분 수입되고 있는 실정이다. **표 3-13**에 이 분야의 국내 기술수준과 핵심소요기술을 나타낸다.

(9) 전선 및 케이블

국내의 전력케이블 및 통신케이블 분야는 타분야보다 상대적으로 발전된 분야이어서, 현재 345kV OF케이블, 270kV CV케이블, 광케이블 등의 최고급기술이 소요되는 제품들도 상당한 국제경쟁력을 가지고 있어서 우리나라 중전기제품의 주된 수출품중의 하나이다. 국산화율도 상당히 높아서 절연지, PE, 동, 주석 등의 소재류가 주로 수입되는 정도이다. 추후에는 화재시 전선이 타면서도 통전이 가능하고 연기발생이 적고 무독한 저저해성케이블, 500kV CV케이블, 난연무독케이블, 방서용케이블 등에 대한 연구개발이 본격적으로 진행될 전망이다. **표 3-14**에 이 분야의 국내 기술수준과 핵심소요기술을 나타낸다.

(10) 전구 및 조명

전구 및 조명분야는 현재 절전형램프 및 안정기의 개발이 활발하다. 램프는 관경을 줄이거나 크립톤계의 혼합가스를 사용하여 동일광속에서 램프 소비전력을 줄이는 연구가 진행중이며, 안정기는 종래의 철심안정기의 구조를 바꾸거나 반도체회로를 사용하여 크기 및 부피를 줄여서 소비전력을 줄이거나, 고주파안정기를 채용하여 소비전력을 더욱 줄이는 연구가 진행중이다.

(다음호에 계속)