

전력용변압기의 국내외 기술동향

여운동\*, 이창환\*, 하영식\*

\*한국과학기술정보연구원, \*\*한국전기연구원

A Overview of Power Transformer Technology Trends

Woon Dong Yeo\*, Chang Hoan Lee\*, Young Sik Ha\*\*

\*Korea Institute of Science and Technology Information, \*\*Korea Electrotechnology Research Institute

**Abstract** - 변압기란 여러 개의 권선과 공통의 철심으로 구성되어 전자유도현상에 의해 전압을 유기하는 전압 변환 장치이며, 그 중 전력용변압기는 근래에 IT, ET, BT 등과 같은 첨단 미래산업의 관심도 고조로 산업이 다소 소원해진 감이 있으나 모든 산업에 대한 기반 산업으로서 그 역할은 여전히 중요시되고 있다.

따라서 본 논문에서는 전력용변압기의 국내외 기술동향을 분석하여 향후 연구개발 방향을 제시하고 문헌정보를 분석하여 한전 및 변압기 생산업체의 향후 연구개발에 필요한 자료를 제공하고자 한다.

1. 서 론

전력기기는 국내 모든 산업의 원동력이 되는 전기산업의 핵심기로서 정부산하 기관인 한국전력공사(이하 한전)가 주축이 되어 국내 전기산업의 미래 지향적 발전 계획에 따라 핵심기기 및 기술의 개발에 박차를 가하고 있다. 전기산업은 생산, 분배의 측면에서 보면 발전소에서 전기를 생산하고 변전소에 송전하여 여러 단계의 전압변환을 시켜 소비자에게 배분하는 순서로 전체 산업시스템이 돌아가게 되어 있다.

발전소에는 발전기 및 터빈, 원자력인 경우 원자로 등 핵심기기가 필요하며, 아울러 발전소에서 생산된 전기를 소비자에게 분배하는 과정에 변전소를 거치게 되어 있는데 변전소의 핵심기기가 변압기이다. 변압기 및 변전시스템의 보호기기로 차단기 및 피뢰기, 리액터, 콘덴서, 진단설비 등이 있으나 변압기의 역할이 중요하다.

변압기의 종류는 전압의 크기에 따라 초초고압변압기 및 초고압변압기, 고압변압기, 저압변압기로 분류되며, 용도 및 용량의 크기에 따라서는 전력용변압기 및 배전용변압기, 가정용변압기로 분류되며, 절연매체의 종류에 따라 유압변압기 및 가스변압기, 몰드변압기, 건식변압기 등으로 구분된다.

이러한 변압기의 종류 중에 전력용변압기는 발전소에서 생산된 전기를 대규모로 변전소로 이송하는 핵심기기로서 전기산업에 그 역할이 증대하다.

따라서 본 연구는 전력용변압기의 국내외 기술동향을 분석으로 향후 연구개발 방향을 제시하여 한전 및 변압기 생산업체의 향후 사업추진에 필요한 자료가 되리라 생각한다.

2. 본 론

2.1 변압기의 개요 및 특징

변압기란 여러 개의 권선과 공통의 철심으로 구성되어 한 권선에 교류전압을 인가하면 전자유도현상에 의해 다른 권선에 권수비에 비례하는 전압을 유기하는 전압변환 장치이다. 또한 전압과 전류를 변화시켜 전력의 생산지에서 소비자까지 에너지의 손실이 거의 없이 전력을 공급할 목적으로 송배전 계통에 설치되는 전력 전송기기이

며, 그 중에서 전력용변압기는 대용량의 전력을 생산지에서 소비자로 전송 시 필요한 핵심적인 역할을 하는 기기이다.

변압기의 구조는 크게 권선, 철심, 탱크, 절연체, 냉각장치 및 부속기기로 구성되어 있다. 전압을 변환하는 현상을 보면, 한 권선에 전압을 인가하면 공통으로 자료가 형성된 철심을 통하여 전자유도현상에 의해 권선의 권수비에 비례하여 다른 권선에 전압이 유기되며, 2차측에 부하가 연결되면 철심의 자기손실과 권선의 전류손실이 발생하며, 또한 누설자속에 의한 도전체에의 순환 전류에 의한 손실도 함께 발생한다. 그러나 변압기는 다른 전기기기에 비해 손실이 적은 기기이며 특히 용량이 큰 전력용변압기는 효율이 거의 100%에 가까운 특성이 있다.

변압기의 절연매체는 기름 또는 SF6가스, 몰드수지, 공기 등으로 구분되며 보편적인 절연매체는 절연유를 사용하며, 최근에는 SF6가스 절연매체를 사용한 가스변압기도 도입 사용되고 있다. 몰드수지나 공기를 절연매체로 하는 건식변압기도 옥내 및 빌딩에 널리 사용되고 있으나 전압크기의 한계가 있으므로 전력용변압기에는 아직 적용이 되지 않고 있다.

전력용변압기의 전압 및 전류 인출용인 붓심의 경우 거의 선진 외국회사로부터 수입하고 있으며, 권선의 절연에 필요한 절연지도 원단을 수입하여 가공해서 사용하고 있다. 초고압 붓심이나 절연지의 국산화가 되지 않는 이유는 국내시장의 한계 및 수출경쟁력 확보가 쉽지 않기 때문에 설비 및 개발 투자가 잘 이루어지지 않으며, 전기적 절연 특성에 부합되는 제조기술의 확보에 어려움이 있어서 이다.

탱크환기 및 냉각장치는 일부 국산개발이 되어 사용하고 있으나 대용량 전력용변압기에 사용되는 것은 대부분 수입하고 있으며, 이 또한 점점의 아킹 소호기술이나 기밀, 부식방지 기술의 어려움과 국내소비량의 한계로 인해 국산화 개발이 되지 못하고 있는 실정이다.

2.2 전력용변압기의 구성기술별 동향

2.2.1 권선 및 철심기술

전력용변압기의 철심은 보통 3상 3각 또는 3상 5각 구조이며, 자속분포해석 및 진동해석 기술을 개발하여 적용한 구조이다. 특히 3상 5각 구조는 변압기의 높이를 낮추는 구조이기도 하다. 그리고 스텝랩(step lap) 구조로 적용하는 기술은 철손을 줄이고 철심단면적을 작게 하는 기술이며 최근에는 배전용변압기에 아몰퍼스철심을 적용하여 철손을 획기적으로 줄이고 있다.

또한 권선기술은 전압, 전류에 따라 권선의 방법 및 도체 크기를 설정하여 변압기의 소형화 및 경량화 기술을 개발, 적용하고 있으며 권선방법으로는 고용량권선이나 쉘드된 연속권선을 채용하여 뇌충격 전압에도 이상이 없도록 하는 권선기술이 적용되고 있다.

보통의 변압기 권선에 사용되는 도체는 지절연하여 사

용하나, 일부권선은 에나멜코팅이 된 도체를 사용하며, 수지를 경화시켜 권선 전체를 한 몸치로 몰딩한 형태의 권선기술도 배전용변압기에 적용되고 있다.

### 2.2.2 절연기술

변압기의 전기적 절연은 기름과 절연지 및 수지를 기초로 구성된다. 이러한 구성은 절연기술의 진보와 함께 변화되어 왔고, 재료 및 가공, 특성해석, 품질보증 등의 제반 기술의 진보를 배경으로 하여 설계검토와 합리적인 절연구성이 가능하게 되어 신뢰성 향상 및 소형화, 경량화에 큰 역할을 하고 있다.

절연구조를 더욱 최적화하기 위해 저유전을 절연지를 채용하여 기름과 절연지간의 유전을 차이를 줄여서 전계강도 및 분포를 합리화시켜 변압기의 소형화와 절연강도를 강화시키고 있다. 특히 저유전절연지의 권선단부에서의 적용을 통한 절연구조의 개선으로 종전의 절연구조에 비해 20% 전후의 내전압 성능향상이 되고 있다.

그리고 절연재료중의 수지를 도체와 일체형으로 몰딩하여 사용함으로써 기존의 건식변압기보다 절연강도가 훨씬 높아짐과 동시에 구조적으로 견고하고 기름을 채용하지 않으므로 친환경적인 절연구조로 사용되고 있다.

### 2.2.3 표유부하손 저감기술

대용량 전력용변압기에서는 권선으로부터 발생하는 누설자속에 의해 도전체에 발생하는 표유부하손과 국부과열 등이 품질을 저해하는 주요한 요인이므로 이러한 손실과 과열을 줄이는 충분한 대책이 필요하다. 요즘은 선진외국의 전력기기회사나 국내 중전기 일부회사에서는 자계해석 기법의 하나인 유한요소법을 시작으로 차분법 및 자기모멘트법, 전류벡터포텐셜법 등을 도입한 해석프로그램을 개발하여 누설자속 분포현상을 정확히 파악하고 있으며, 그러한 자계해석을 통하여 표유부하손과 온도상승치를 계산하여 효과적인 대책을 마련하고 있다.

### 2.2.4 저 소음기술

변압기의 저 소음기술은 소음의 근원지로 보아 변압기 본체 내부와 변압기 탱크 외부로 구분할 수 있다.

본체 내부의 저 소음기술

- 자속밀도의 저감
- 방향성 규소강판의 저손실형 재료 개발기술
- 철심의 가공기술 및 격충,조립기술
- 철심의 적층시 맞는 부분의 공간 최소화 기술
- 철심의 공진 방지기술
- 권선작업시의 권선기의 장력조절 기술
- 권선 절연물의 가공 및 조립기술

등이 있으며 이러한 기술 등이 변압기 소음저감에 주요 요소가 된다.

탱크 외부의 저 소음기술

- 탱크의 기계적 보강기술
- 진동방지 보강판 및 방음벽 설계기술
- 저소음 송유펌프 및 냉각팬 설계기술

등이 있으며 이러한 외부 부속품의 소음저감은 부속품 회사의 품질기술에 좌우된다고 볼 수 있다.

### 2.2.5 저 진동기술

변압기의 진동은 소음의 발생원인이 되기 때문에 진동을 최소화시키는 기술이 중요하다. 진동의 원인은 철심의 자왜에 의한 것과 권선의 전자력에 의한 것으로 구분된다.

철심의 자왜를 최소화하기 위해 철심계의 진동 모드와 고유치해석을 통한 적절한 철심 구조설계와 취부, 조립 기술이 필요하며, 권선의 전자력에 의한 진동을 최소화하기 위해서는 운전시의 진동을 해석하는 것이 필요하다. 이 진동해석은 권선을 다절점 진동계로 간주하고 동적인 진동해석을 할 수 있는 프로그램을 개발 및 사용하고 있다.

권선의 진동에 대한 공진현상을 파악하기 위해 단락시의 전자기계력뿐만 아니라 일반 운전시의 진동특성도 고려한 해석기술 및 측정기술이 필요하다.

### 2.2.6 냉각기술

냉각장치는 변압기의 용량, 설치장소의 주변조건 및 운전조건에 따라 최적의 장치를 선정하고 적용하여야 한다. 자냉식 용량을 적용하는 배전용변압기에서는 판넬형 방열기를 사용하고 대용량 전력용변압기에서는 강제 냉각방식을 채용하며, 강제송유용 펌프 및 공기 순환용 팬이나 물 순환용 수냉각기가 사용되고 있으며, 강제 냉각장치는 핀(Fin)부착 튜브형 냉각기를 일반적으로 사용하고 있다.

판넬형 방열기는 조립된 판넬을 탱크에 부착하는 방식과 주름형 냉각핀을 탱크에 직접 가공하는 방식이 있으며, 이 주름형 냉각 핀 방식은 변압기의 소형화와 기름의 절약효과가 있는 방식이다.

그리고 강제 냉각방식인 핀부착 튜브형 냉각기는 튜브를 2중으로 특수가공한 냉각기로서 냉각효율이 높은 방식이다. 아울러 이렇게 냉각효과를 올리기 위해 변압기의 권선도 기름덕트를 만들어 주어 기름의 흐름을 원활하게 해서 국부과열 방지 및 냉각효과의 극대화를 꾀하고 있다.

## 2.3 국외 전력용변압기 기술현황 및 개발동향

국내의 변압기 기술발전 및 개발추진은 한전의 발전용량 증가와 송배전 계통전압의 상승과 더불어 발전되어 왔다고 할 수 있다.

1961년에 한전(주)가 설립된 이후 최대 66kV의 계통전압으로 송전해 오다가, 1964년부터 154kV 전압으로 계통전압을 격상시켜 송전하기 시작하였고, 1969년부터는 154kV급 전력용변압기를 국산화하여 한전의 변전소에 설치, 운전하기 시작하였다. 그 후 1976년부터는 345kV 전압으로 계통전압을 격상시켜 송전하기 시작하여 1978년부터 345kV급 전력용변압기도 국산화하여 변전소에 설치, 운전하기 시작하였다.

그리고 1993년에 765kV 실증시험장을 건설하여 환경장해 시험을 추진해 오다가 2000년부터 765kV급 전력용변압기를 국산화하여 변전소에 설치하기 시작하였으며, 2002년부터 765kV 계통전압으로 송전하기 시작하면서 국내에서도 드디어 선진국들의 최대 계통전압과 동일한 전압으로 송전하는 초초고압 전력계통 시스템의 시대가 되었다. 또한 2000년대에 접어들면서 한전은 친환경적이고 화재방지형의 전력기기 설치운전을 장려함으로써 지하 옥내 변전소에 난연성 절연용 변압기를 설치 운전하기 시작하였고, 아울러 2002년부터는 SF6가스절연 변압기를 국산화하여 설치운전하고 있다.

이렇게 한전의 송전계통전압의 단계적인 격상사업 추진으로 국내 중전기기의 시장규모가 커지고 국내 전력기회사의 생산활동이 활발해지면서 기술능력의 제고 및 연구개발 추진이 가속화 되고 있다.

아울러 친 환경적이고 화재방지형 기기의 수요에 따른 변압기 시장확대와 에너지절약형 저손실변압기의 수요증가는 국내변압기 기술의 발전에 견인차 역할을 하고 있다.

국내 전력기기 회사의 전압상승에 따른 개발현황을 살펴보면, 효성중공업이 1969년에 삼상 154kV 30/40MVA 초고압 전력용변압기를 개발하였고, 1978년에 단상 345kV 167MVA 초고압 전력용변압기를 개발하였으며, 1982년에는 345kV급 원자력 발전소용 주 변압기를 개발하였다. 이어서 1992년에 765kV급 송압 시험용 초고압 변압기를 개발했으며, 1999년에 단상 765kV 667MVA 상용 초고압 전력용변압기를 개발하여 한전의 변전소에 설치, 운전 중에 있다.

<표 1> 변압기 기술수준

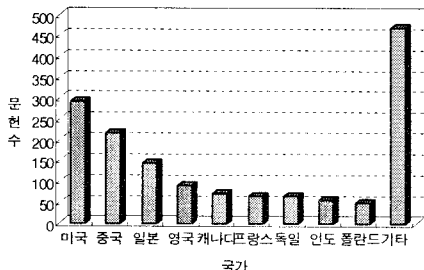
분류	기술	기술 수준 비교			기술 격차 구체적내용	기술 격차 원인
		한국	최고기술 보유국	경쟁 대상국		
전력용 대용량	800kV 급 이상	설계	90 (미국)	98 (일본)	800kV급은 최 근국내개발, 절연소재 및 붓싱 성형절연물수입	권선의 절연해석 및 단락기계력 해석미흡
		소재	77 (미국)	95 (일본)		
		가공	83 (미국)	100 (일본)		
		조립	95 (미국)	100 (일본)		
전력용 유입식	60MVA 이상	설계	95 (독일)	98 (일본)	절연소재는 거의 수입에 의존	절연소재의 생산기술은 국가적인 차원에서 개발필요
		소재	80 (독일)	95 (일본)		
		가공	95 (독일)	100 (일본)		
		조립	97 (독일)	100 (일본)		
	10 ~ 60MVA	설계	95 (독일)	100 (대만)		
		소재	80 (독일)	95 (대만)		
		가공	95 (독일)	100 (대만)		
		조립	97 (독일)	100 (대만)		
	1 ~ 10MVA	설계	100 (미국)	100 (대만)		
		소재	85 (미국)	95 (대만)		
		가공	100 (미국)	100 (대만)		
		조립	100 (미국)	99 (대만)		

자료 : 변압기 기술현황(한국전기연구원)

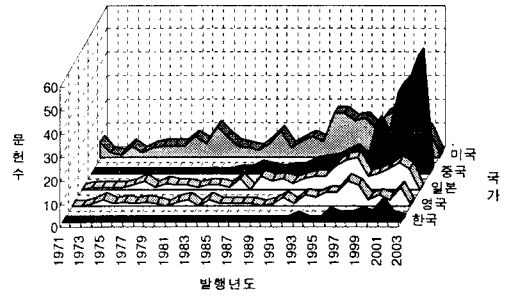
현대중공업은 1989년에 삼상 154kV 45/60MVA 초고압 전력용변압기 및 단상 345kV 167MVA 초고압 전력용변압기를 개발하였고 1999년에 단상 765kV 667MVA 초고압 전력용변압기를 개발하여 한전에 납품하고 있다.

일진중공업은 구 이천전기를 인수하여 1989년에 삼상 154kV 45/60MVA 초고압 전력용변압기를 개발하였으며 1994년에 단상 345kV, 167MVA 초고압 전력용변압기를 개발하여 한전에 납품하고 있다.

<그림 1>은 영국의 전기공학회(IEE)의 정보부인 INSPEC에서 제작되는 데이터베이스에 등록된 문헌을 기준으로 국가별 전력용변압기 관련 문헌발표건수를 살펴본 그림이다. 미국이 293건으로 선두이며 중국, 일본, 영국 등의 국가에서도 문헌발표가 활발한 것으로 나타났다. 한국은 28건의 문헌발표를 하여 12위를 차지하였다. <그림 2>의 주요국가의 연도별 문헌발표건수 그림에서는 중국이 최근에 전력용변압기에 관한 연구활동이 활발한 것으로 나타났으며, 한국도 일본이나 영국에 비해 상대적으로 문헌발표가 늘어나고 있는 것을 볼 수 있다. 이것은 최근 한국의 전력용변압기 기술의 발전이 빠르게 이루어지고 있으나 아직은 세계기술과는 격차가 있음을 말해준다.



<그림 1> 전력용변압기 문헌발표 건수(INSPEC)



<그림 2> 주요국가의 연도별 문헌발표 건수

## 2.4 국외 변압기 기술현황 및 개발동향

일본은 1800년대에 변압기가 발명되고 난 이후 1926년에 154kV급 변압기를 개발하여 사용함으로써 초고압 계통운전시대가 열렸고, 1952년에 275kV 계통운전시대로, 1968년에 525kV 대용량 초고압 계통운전시대가 열림으로써 전력용변압기의 수요가 증대하였다. 그리고 친환경적이고 화재방지형 변압기의 수요 증가로 변압기 회사들의 생산 및 연구개발에 활기를 띄고 있었으나 일본경기 침체 및 수출감소로 지난 몇 년간 변압기 생산활동이 위축된 실정이다.

일본의 전력기기회사의 변압기 개발현황을 살펴보면, 미쓰비시전기가 1967년에 66kV급 SF6 가스절연 변압기를 개발하였고, 1968년에 삼상 525kV 900MVA 초고압 전력용변압기를 개발하였다. 그리고 1986년에는 단상 765kV 667MVA 초고압 전력용변압기를 개발해 수출하였으며, 1991년에 1차 및 2차코일 일체 주형방식의 몰드형 건식변압기를 개발하고, 1994년에 PFC불연액체 및 SF6 가스를 혼용한 275kV급 대용량 가스절연 변압기를 개발하여 시운전 중에 있다.

도시바전기는 1894년부터 10kVA 소형변압기를 개발하기 시작하여 1926년에 154kV급 초고압변압기를 일본에서 최초로 개발하였다. 1952년에는 275kV급 초고압 변압기를 개발하였으며, 1967년에 66kV급SF6 가스절연 변압기를 개발하였고, 1970년대 초부터 500kV급 초고압 변압기를 개발하였다. 그리고 1989년에는 154kV급 대용량 SF6 가스절연 변압기를 개발하였으며, 1993년에 1000kV급 초고압 시험용 변압기를 개발하였으며, 1994년에는 불연액체 및 SF6 가스를 혼용한 275kV급 대용량 가스절연 변압기를 개발하여 시운전 중에 있다.

메이덴사는 1931년에 22kV 1250kVA 변압기를 개발하기 시작하여 1955년에 154kV급 초고압 변압기를 개발하였고, 1980년에 60kV 10MVA SF6 가스절연 변압기를 개발하였다. 1987년에 60kV급 부하시 탭절환방식의 SF6 가스절연 변압기를 개발하였으며, 1993년에 삼상 154kV 30MVA SF6 가스절연 변압기를 개발하였다.

또한 앞서 언급한 업체 외에도 일본기업들은 변압기 개발을 꾸준히 하면서 성장하여 왔다.

유럽의 전력기기회사 중 ABB사를 보면, 세계 변압기 시장에서 판매점유율 1위를 차지하면서 변압기 부문에서 단연 앞서가고 있으며, 최근의 개발현황을 보면 1997년에 케이블 변압기를 세계 최초로 개발하였고, 1999년에 140kV 20MVA 케이블 전력용변압기를 개발하였으며, 현재 170kV 150MVA 까지 생산하면서 세계에서 유일하게 개발하여 판매 중에 있다.

## 2.5 국내 산업육성 정책현황

1980년부터 중전기 투자조정 정책으로 국내 한개 업체만 154kV급 전력용변압기를 국내에서 판매할 수 있는 기회를 줌으로써 전력용변압기업체의 경쟁력을 키울 기회를 마련하였으며, 국내 변압기업체의 난립을 막고 중소기업의 보호, 육성을 위한 정책으로 한국전기공업협동조합에서는 조달청 구매품에 대해 변압기 중소기업에 물량을 적절히 배정하여 조달하도록 하고 있다.

산자부에서는 1990년부터 5년간 765kV 변압기를 포함한 여러 전력기기 개발에 필요한 자금을 지원했으며, 아울러 1998년부터 4년간 154kV 가스변압기를 비롯한 여러 전력기기 개발에도 중기거점기술사업의 일환으로 자금을 지원하였다. 그 외에 산자부 산하기관인 에너지관리공단에서 에너지절감을 위한 기술개발에 지원하고 있으며, 한전의 전력연구원에서 전력연구개발사업을 통하여 전력기기의 개발에 지원하고 있다. 또한 산자부에서 공업기반조성사업 및 부품소재 종합기술지원사업으로 전력기기 및 부품소재 개발에 지원하고 있다.

과기부에서는 정부출연 연구기관에 국가 지정연구실을 지정하여 전력기기 연구개발을 지원하고 있으며, 프론티어 연구개발사업을 통하여 초전도변압기 및 케이블 등 차세대기기 개발에 대대적인 지원을 하고 있다. 아울러 민간경용기술사업을 통한 군의 현대화 사업 및 국제공동 연구사업, Brain-Pool사업을 통한 해외기술의 전수 및 과학기술자 양성에도 지원을 하고 있다.

이러한 정부의 기술개발 지원정책이 지속적으로 확대 추진되어 정부산하 연구기관의 국제적인 경쟁력을 확보하고, 국내 전력기기업체의 품질향상 및 신뢰성향상을 꾀함과 동시에 수출경쟁력을 하루 빨리 갖추어 전력기기 수출에 박차를 가하여야 하겠다.

## 3. 결 론

국내의 변압기 기술개발은 송전전압의 상승과 함께 진행되어 왔고 그 용량 증가는 발전기의 단위 용량에 따라 추진되어 왔다.

그리고 765kV 송전전압의 격상에 따른 초고압 변압기의 기술개발이 활발히 진행되어 전력용변압기 분야의 획기적인 발전단계를 이룩하였다. 향후 변압기의 기술개발 전망은 친 환경기기로써 기름을 사용하지 않는 몰드형 건식변압기의 대용량화 및 SF6 가스절연변압기의 기술개발 및 상용화가 급속히 진행될 전망이며 또한 케이블변압기의 기술 개발 및 상용화로 건식변압기의 초고압화가 이룩될 것으로 보인다.

저손실 변압기로서는 아몰퍼스 철심의 가공기술 향상으로 인해 아몰퍼스 변압기의 생산기술 향상 및 대용량화가 기대되며, 아울러 저손실 철심을 사용한 에너지 절감형 변압기의 대용량화도 기대된다. 또한 주상변압기의 폭발 현상을 방지하기 위해 자동차단장치가 부착된 주상 변압기의 상품화가 증가할 것이다.

변압기의 기술적인 측면을 살펴보면, 설계기술 면에서 지금까지 기술도입에 의한 Copy설계 단계를 벗어나 전체 및 자계, 유동, 열, 충격전압 등의 분포를 해석하는 기초설계 기술과 대용량화에 따른 운반, 설치 등을 고려한 구조설계 기술이 거의 성숙 단계에 이르렀다. 그리고 제조기술 면에서도 절연처리 기술의 향상 및 에폭시 몰딩기술 등이 확보되었으며 대용량 전력용변압기로서 전압이 500kV급 이하에서는 세계적인 경쟁력을 확보한 편이다. 그러나 765kV급 초고압 전력용변압기인 경우 선진 외국회사와 기술제휴에 의한 상품화 개발이 완료되었으며 권선의 단말부와 붓싱하부 도체와의 접속 시 절연설계기술은 필수 기술이므로 확보된 상태이나, 권선 각부의 전계해석 및 단락 전류에 의한 기계적 강도해석은 아직도 기술제휴사에 의존하고 있는 형편이다.

변압기 기술개발의 가장 큰 문제점은 국내 업체의 소

재 생산기술의 취약점이며, 프레스보드 및 도체 절연지, 에폭시수지 등 각종 절연물과 154kV급 이상의 무부하 탭절환기, 66kV급 이상의 붓싱 등의 수입으로 인해 국제 경쟁력 약화를 초래하고 있으며, 154kV급 유입용 부하시탭절환기는 국산화 개발이 이미 완료 되었으나 154kV급 가스용 부하시탭절환기는 전량 외국 선진회사로부터 수입, 사용하고 있다.

그리고 고장진단시스템의 실용화로 인해 무 정전 전력 공급 및 고 성능화가 목전에 와 있으며, 고장에 의한 변압기 폭발방지 기술개발도 지속적으로 추진되고 있다. 또한 차세대 기술로서 운전시 부하손실이 거의 없는 초전도변압기의 실용화가 예상되며 예방진단시스템의 종합적인 기술확보로 무정전 및 무인화 운전이 실현될 전망이다.

그러나 중국의 급속한 경제 성장으로 변압기의 수출 확대의 기회도 있겠지만 중국의 중소형변압기의 국내시장 잠식의 위험이 심화될 전망이므로 부가가치가 높은 IT신기술을 적용한 변압기의 개발이 시급하며 기존변압기의 생산성 향상 및 품질향상, 신뢰성향상에 더욱 힘써야 될 것이다.

## [참 고 문 헌]

- [1] 대한전기협회, "변압기 개발현황", 「전기년감」, 2002
- [2] 한국전기연구원, "변압기 기술현황", 「조사분석 보고」, 1998
- [3] 박민호, "변압기의 구조 및 현상", 「유도기기」, 2000
- [4] T.Koan, H.Nakazawa, "가스절연변압기의 기술개발 동향", 「일본전기평론」, 1992
- [5] 한국전력공사, "154kV 가스절연 변압기", 「구매서방서」, 1998
- [6] Dupont Co., "Nomex Aramid Paper and Pressboard in Transformers", 「Technical Report」, 1992
- [7] 일본전기학회, "275kV 액 냉각식 가스절연 변압기의 개발", 「논문지 B」, 1990
- [8] 부품.소재 통합연구단, "부품.소재 종합기술 지원사업안내", 「안내책자」, 2003
- [9] 산자부, "제5차 장기전력수급계획", 「공고 2000-3호」, 2000
- [10] 차세대 초전도용용기술 개발사업단, "2003 DAPAS Program Workshop", 「21C 프론티어 연구개발사업」, 2003
- [11] 한국전기연구원, "초고압 전력기기 기술개발을 위한 연구기획", 「중기거점 기술개발 연구기획보고서」, 1997
- [12] 한국전기연구원, "고압 전기기기분야의 기술조사 및 기획연구", 「1차년도 최종보고서」, 1998
- [13] 한국전기공업협동조합, "중전기기의 수출입 동향과 중국에 대한 과제", 「전기정보」, 2003
- [14] Goulden Reports Co. "The World Market for Transformers 2001", 「Goulden Reports」, 2002
- [15] 일본전기공업회, "2003년도 전기기기의 생산예측", 「전기」, 2003