

국내 전력산업에서 진단기술의 동향

김광화\*, 이동철\*\*

\*한국전기연구원, \*\*한국전력공사

Trend of Diagnosis Technology in Domestic Electric Industry

K. H. Kim\*, D. C. Lee\*\*

\*KERI, \*\*KEPCO

**Abstract** - We described the trend of diagnosis of technology in this paper. Diagnosing key technologies in NTRM were explained. Development history of maintenance technology was described and the roles of diagnosis technology for maintenance technology were analyzed from past time to future.

1. 서 론

국내의 최초의 전력공급은 1885년경 경북군 향원정에 발전기를 설치하여 대궐에 공급하면서부터 시작되었으며 1899년 5월에 서울 시내 전차가 도입되어 운행되면서 전기의 이용이 본격화 되었다고 볼 수 있다. 일제의 강점기를 거쳐 해방이 된 후에 경성전기 등의 전력회사가 전기공급을 하고 있었으나. 빈약한 국내의 산업의 발전을 위해 경제개발 5개년 계획을 세우면서 전력산업을 국가기업인 한국전력으로 흡수하여 단일 체제로 전력공급을 하고 전력설비를 계획적으로 확충하기 시작하였다.

따라서 국내의 전력기기 산업도 기술도입을 하여 개발하기 시작하였으며 1967년 154kV급 전력기기 개발, 1978년 345kV급 전력기기 개발 그리고 2000년 765kV급 전력기기 개발이 이루어져 현재는 생산면에서 보면 선진국의 기술수준에 이르고 있다.

국내의 산업이 발전함에 따라 전력설비가 급격하게 증설되고 전력산업에 시장경쟁의 경제논리가 도입되면서 전력산업의 구조개편을 하여 발전회사를 6개 회사로 나누어졌으며 전력거래소가 설립되었고 계속적으로 배전부문도 구조개편이 이루어질 것으로 전망된다.

이에 따라 전력공급의 신뢰도가 매우 중요한 요소로 되고 있으며, 765kV와 같은 전력계통은 전력공급량이 매우 크므로 이의 고장시 경제적 파급효과와 계통의 안정성이 크게 문제가 되므로 전력설비에 대한 진단과 감시 기술이 매우 중요한 요소로 되고 있다.

또한 최근 디지털 기술의 발전에 힘입어 원격 진단 및 감시가 용이하고 인공지능기술의 발전에 따라 분석 및 고도의 진단이 가능하게 되어 이 분야 기술발전이 급격히 이루어질 것으로 전망되지만, 진단을 위해서는 장기간에 걸친 기술개발을 필요로 하는 어려운 점이 있다.

본 논문에서는 국내외의 진단기술의 현황을 중심으로 기술하고 앞으로 기술의 발전방향에 대해 조망해 보고자 한다.

2. 본 론

2.1 국내외의 진단 기술동향

2.1.1 국외의 진단기술

선진국에서는 전력산업이 오래전부터 발달을 해 왔으므로 전력기기의 설계 생산 및 관리기술이 체계적으로

이루어지고 있으며 특히 보수에 많은 비용이 소요되므로 이를 경제화 하면서 신뢰성을 높이기 위한 진단기술의 개발에 많은 노력을 기울여 왔다. 초기에는 전력기기의 생산, 설치 등에 따른 결함의 유무에 많은 관심을 가져 Off-Line 진단기술을 중심으로 개발하였으나, 전력기기의 노후화나 불시적인 결함의 발생에 따른 경제적인 손실의 피해를 줄이고 경제적인 보수를 위하여 ON-Line 진단기술에 많은 노력을 기울이고 있다. 보수기술을 중심으로 기술발전단계를 분류하면 TBM(시간기준정비 : Time Based Maintenance)에서 CBM(상태기준정비 : Condition Based Maintenance) 그리고 RCM(신뢰성기반정비 : Reliability Centered Maintenance)로 발전하면서 전력기기에 대한 진단기술과 수명평가기술 및 고장특성에 대한 기술의 구축을 필요로 하고 있다.

전력산업의 국제적인 자유화가 이루어지면 이들의 기술은 경제적인 관점과 신뢰성의 관점에서 매우 중요한 요소가 되므로 전력회사 및 전력기기 제작사 그리고 진단 전문업체에서 기술확보를 위한 노력을 집중하고 있다.

2.1.2 국내의 진단기술

국내의 진단기술은 한국전력에서 전력설비의 보수 유지를 위해 R&D 투자를 시작하여 연구가 대학, 연구소 및 업체 등에서 행하여지게 되었다. 특히 765kV의 전력공급 계획이 대두되면서 적극적인 R&D 투자가 한국전력에서 시작되어 산학연 협동연구도 활발하게 이루어지기 시작하였으며 외환위기로 IMF 상태에서 국내의 산업이 벤처산업으로 투자가 되면서 IT 기술이 빠르게 발전하여 최고의 수준을 유지하게 되어 진단기술에서 하나의 인프라기술로 역할을 하고 있다.

국내의 진단기술의 개발에 한국전력의 역할이 거의 절대적인 역할을 하고 있으며 초기에는 학교와 한국전기연구원, 전력연구원에서 중심이 되어 진단기술의 알고리즘 및 적용에 관한 연구를 주로 하였지만, 최근 국내의 초고압 전력기기 회사에서는 전력기기의 차별화와 수출에서 우위를 점하기 위하여 기술개발을 박차를 가하고 있으며, 진단기술을 사업으로 하는 전문회사가 설립되어 활발한 기술개발을 하고 있다.

2.2 미래의 진단기술

전력기기의 기술개발분야에 있어서 아직까지 진단기술에 대해서는 많은 연구를 필요로 하고 있으며, 디지털 산업사회에서 전력기기의 디지털 접목으로 보호제어분야의 혁신적인 발전과 아울러 진단기술의 발전의 범위가 무한한 것으로 평가되고 있다. 이에 대한 것을 국가기술 지도에서의 진단기술과 RCM의 기술에서 진단기술의 중요성에 대하여 논하고자 한다.

### 2.2.1 국가기술지도에서 진단기술

2003년 과학기술부에서 발간된 99개의 국가기술지도속 에 고신뢰성 전력기술의 한분야로 기술되어 있으며, 여기 기술된 핵심기술내용은 표 1과 같다. 표1에서는 진단 에 관련된 핵심기술은 센서기술, 측정 및 분석기술이고, 수명평가에 관련된 것은 전력기기 절연체 열화특성 변화 추이 분석기술과 수명평가기술이다. 그리고 자원의 재활용에 관련된 리사이클링기술과 진단시스템에 관련된 시스템기술로 대별된다. 여기에서 추구하는 향후의 기술방향은 지능형 센서와 분석기술로 디지털기술의 접목에 중점이 주어져 있으며, 수명평가는 단순평가에서 실제의 열화특성을 반영할 수 있는 복합열화 평가기술로 발전할 것으로 보고 있으며, 시스템은 인터넷기반의 광역화 추세로 쌍방향 통신기법으로 발전할 것으로 내다보고 있다.

<표 1. 기술지도에서 진단기술의 추세>

핵심기술 내용	기술성능 목표			비고
	단기 ('02-'05)	중기 ('06-'08)	장기 ('09-'12)	
센서기술	Chip, Optical Cell type 고감도 센서	Multi-Performance Intelligent 형 센서	-	- 국내 전무 - Prototype 개발 중
측정 및 분석기술	Wide-band Amp. & DSP Pattern 인식기술	쌍방향 system용 D SP 및 Pattern 인식기술	-	- 현재 수준 아나로그형, 잠음제거 취약
전력기기 절연체 열화특성 변화추이 분석기술	단순열화 중심형	복합열화 중심형	-	- 현재는 단순 열화 평가수준
수명평가분석	22.9kV급 이하 기기	154kV급 이하 기기	765 kV급 기기	- 미래의 기술
리사이클링 기술	50%수준	70%수준	90% 수준	- 국내에는 전무상태
On-Line 진단 및 종합시스템화 기술	인터넷기반 진단시스템	인터넷기반 쌍방향 진단시스템	광역 표준 진단시스템	- 비표준화 단독 시스템 수준임

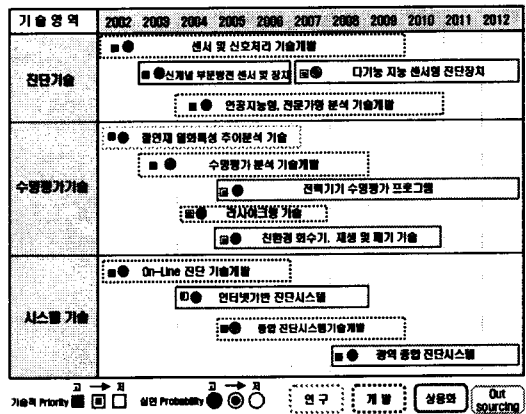
표1의 내용을 구체적으로 기술지도로 작성한 것이 그림 1과 같은 국가기술지도로 그려졌다. 여기서 보면 기술영역을 진단기술, 수명평가기술 그리고 시스템기술로 3개의 영역으로 나누고 있으며, 구체적인 기술개발에 대해서는 기술의 특징에 따라 연구, 개발 및 상용화 기술로 분류하고 있다. 연구에 해당하는 기술은 기초기술로 핵심적인 알고리즘 및 신 분석기술이 중심이고 개발기술 분야는 기초기술을 응용한 기술로 상업화의 전단계기술이며, 상업화기술은 연구와 개발의 기술분야를 현장에 적용하는 상업화의 단계에 있는 기술로 분류되어 있다.

### 2.2.1 보수기술발전에서 본 진단기술

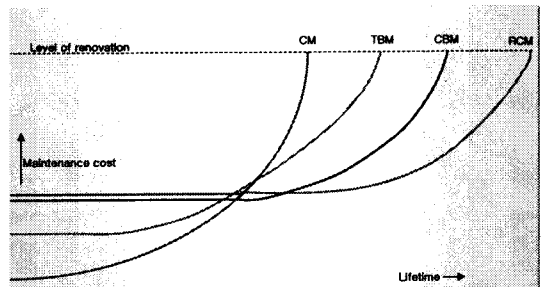
보수기술의 발전은 앞에서 기술한 바와 같이 TBM에서 CBM 그리고 최근에는 RCM 기술적용을 하는 것으로 발전하고 있다. 이렇게 발전하는 보수기술의 근간에는 진단기술의 발전 없이 불가능하다. TBM에서는 일정 시간마다 보수함으로써 초기의 적은 전력설비에서는 비용이 큰 문제가 되지 않았으나, 전력설비가 많아지고 노후화함에 따라 비용이 매우 크게 되었다. 따라서 비용의 절감을 위하여 전력기기의 상태를 진단하고 그 진단에 따라 적절하게 보수함으로써 보수비용을 줄일 수 있었

나. 보수에 있어서도 전력기기의 신뢰특성을 감안함으로써 더욱더 보수비용과 수명연장이 가능한 것으로 평가되어 최근에는 RCM기반으로 한 보수기술이 가광을 받고 있다.

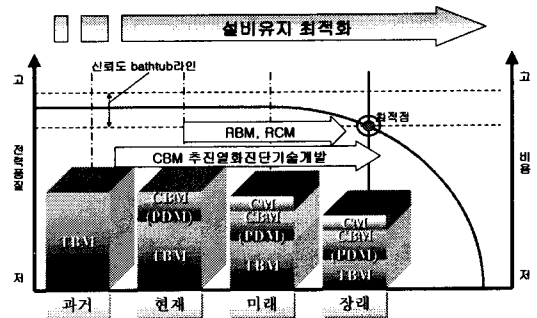
각 보수방법에 따른 비용과 수명특성은 그림2와 같으며, 지속적인 보수기술의 발달 변천과정은 그림 3과 같다. 그림 3에서 보면 보수기술은 상에서 설명한 3가지 방법이 기본적으로 전부 채용되고 있으나, 과거에서 미래로 갈수록 그 비중이 달라지는 것을 볼 수 있다. 즉 보수기술의 근간이 되는 진단기술과 수명평가기술의 개발 확보가 이루어져야 발전을 할 수 있으므로 단시간에 새로운 보수방법으로 기술발전을 할 수가 없다. 그러므로 진단기술, 수명평가기술 및 시스템기술들을 발전시켜진보된 보수기술로 보수비용의 절감과 전력기기의 운전 신뢰성을 확보해야 될 것이다.



<그림 1. 진단기술의 국가지도>



<보수방법에 따른 보수비용과 수명특성>



PdM : Predictive Maintenance  
RCM : Reliability Centered Maintenance

CBM : Condition Based Maintenance  
RBM : Risk Based Management  
LCA : Life Cycle Assessment  
Asset Management

<그림 3. 보수방법의 변천>

### 3. 결 론

이상과 같이 미래의 전력산업은 디지털 사회에 걸맞는 IT 기술이 융합된 전력기기의 개발과 사용이 활발하게 이루어지므로 진단기술의 역할은 매우 중요하다.

진단기술영역에서는 센서와 측정분석기술은 디지털기술을 접목한 지능형기술 중심으로 발전할 것이며 수명평가기술영역에서는 단순열화평가에서 실제의 조건과 유사한 복합열화 평가기술로 발전할 것이다. 그리고 시스템 분야는 인터넷 기반으로 한 쌍방향 통신방식으로 개발되어 범세계적으로 활용이 가능한 기술이 개발되어 국경을 초월하여 원격진단 및 감시가 가능하게 될 것이다. .

#### [참 고 문 헌]

- [1] 국가기술지도, 과학기술부, 2002.
- [2] 차세대 성장동력산업, 산업자원부, 2003
- [3] Electricity technology roadmap, EPRI
- [4] Development of an integrated energy and communications systems architecture, EPRI,2002