

전력설비 자산관리시스템 기술동향



권 동 진 | 한전전력연구원 책임연구원/전력에셋·리스크매니지먼트연구회 위원장

1. 서 론

지금 까지 한국의 전력설비는 경제 개발에 따라 설비 증설에 주력하여 왔으며, 운영 중인 설비는 수명에 도달하지 않아, 설비의 상태가 운전하기에 적합한지를 확인하기 위한 정기적인 주기에 의한 TBM(Time Based Maintenance) 점검과 유지보수에 주력하여 왔다. 1990년대부터는 센서를 설비에 부착하여 온라인으로 설비의 상태를 모니터링하고, 설비에서 이상 징후가 발생되면 설비의 상태에 따라 유지보수를 최적화하는 CBM(Condition Based Maintenance) 방식을 일부 적용하고 있다. 특히 전력설비의 불시정전을 방지하기 위해 온라인 예방진단시스템의 개발에 주력하여 왔다. 그러나 전력설비의 상태를 진단하기 위한 센싱 기술의 한계, 비싼 예방진단시스템의 가격, 센서 및 예방진단시스템의 수명이 설비의 수명에 비해 짧은 것 등으로, TBM에 비해 CBM이 항상 뛰어나다고 할 수 없어, 아직까지 예방진단시스템이 활발히 적용되지는 않고 있다.

최근 고도 성장기에 설치된 많은 전력설비가 수명에 근접하거나 초과하여 운전되고 있다. 이러한 장기 사용 설비는 고장의 위험이 증가함에 따라, 고장이 발생하기 전에 적절한 시점에서 교체를 검토해야 한다. 그러나 전력설비 교체에 대한 표준이나 기준이 없어 노후화된 설비의 교체 시기 평가에 많은 어려움이 있다. 특히 대용량 전력설비를 보유한 기업은 전력

설비 고장이 막대한 생산 손실로 연결되므로, 전력설비는 높은 운전 신뢰성을 요구받고 있다. 그러나 고도 성장기에는 투자가 직접적인 이익 창출로 연결되어 전력설비를 쉽게 구축할 수 있었으나, 현재와 같은 안정 성장기에는 전력설비의 교체가 직접적인 이익 창출로 연결되지 않아 예산 확보에 어려움이 있다.

운전 중인 설비를 고장이 발생하기 전에 교체하기 위해서는 설비의 건전성과 열화 정도, 잔존가치를 평가하고, 고장으로 발생하는 파급 효과를 평가하는 기술이 적용된다. 이와 같은 기술을 “자산관리(Asset Management)”라 하며, 금융에서 말하는 자산관리와는 조금 다른 개념으로 이해할 필요가 있다. 전력설비의 자산관리 기술은 전력설비의 설치, 운전, 유지보수 및 폐기에 이르기까지, 전력설비와 관련된 off-line 빅데이터(제작, 운전, 점검, 고장) 및 on-line 빅데이터(예방진단)를 이용하여, 설비의 고장률, 잔여수명, 교체주기 등의 물리적 성능 평가와 유지보수, 고장, 사회적 비용 등의 경제적 평가를 토대로 투자 우선순위 및 최적 투자계획을 수립하는 4차 산업을 대표하는 기술이다.

대한전기학회 전기물성·응용부문회에서는 2014년 전력에셋·리스크매니지먼트연구회를 발족하여, “한국형 전력설비 자산관리시스템의 표준화”를 목표로, 학계와 대용량 전력설비 보유기업, 제작사, 연구기관이 협력하여 자산관리 기술에 대한 교류를 활발히 전개하고 있다.

2. 국외 송변전설비 자산관리시스템 기술동향

전력설비 자산관리시스템은 국내보다 설비가 앞서 설치된 유럽에서 먼저 개발되었다. 특히 영국에서는 2000년 이후 설비 노후화에 따른 효과적인 교체와 최적 유지보수에 대한 연구를 활발히 수행하였으며, 2004년 영국표준협회는 전력, 가스, 수자원, 항공, 철도 설비에 대한 자산관리의 가이드인 PAS(Publicly Available Specification) 55를 제정하였다. 이를 토대로 ISO(국제표준화기구)는 2014년 자산관리에 대한 국제 표준인 ISO 55000을 제정하였다. 그러나 ISO 55000 등에서는 자산관리에 대한 일반적인 지침은 제공하지만, 개별 전력설비를 어떤 방법과 절차로 관리할 것인지에 대한 기술은 제공하지 않고 있다.

IEC에서는 2015년 전력설비에 대한 국제 표준을 제시하기 위해 White Paper "Strategic asset management of power network"를 발간하였다. IEC White Paper에 따르면, 자산관리 조직은 그림 1과 같이 자산 소유자(Asset Owner) - 관리자(Asset Manager) - 운영자(Service Provider)로 구성된다. 자산 소유자는 자산관리의 정책을 결정하고, 자산 관리자는 자산관리 계획을 수립하며, 운영자에 의해 계획이 실행된다. 이러한 자산관리 결과는 다시 피드백되어 자산관리 계획에 반영되는 순환 구조를 가지고 있다.

이러한 자산관리의 기본 개념을 좀 더 구체적으로 설명하면 그림 2와 같다. 먼저 자산에 대해 등록(registration)과 분류(classification)가 이루어지면, 설비의 성능에 대한 모니터링(performance monitoring)이 수행되면서, 위험도(risk)를 판

별한다. 여기에는 설비 구성품에 따른 고장 이력(component failure) 데이터로부터 구한 판정 기준이 적용되어, 조치 프로그램(corrective action program)에 따라 투자관리(investment management) 및 조치(work management)가 이루어진다. 이 과정에서 고장유형 분석을 이용한 FMEA(failure mode and effect analysis) 기법과 유지관리 프로그램(maintenance rule program)이 적용되며, 이를 위한 데이터베이스 구축과 통계적 안전성 평가인 PSA(probabilistic safety assessment)가 적용된다. 이러한 과정은 피드백되어 자산관리의 효율화를 기하게 되며, LCC(Life Cycle Cost) 분석을 지원하게 된다.

최근 미국의 AEP, 캐나다의 Hydro-Quebec, 영국의 National Grid, 프랑스의 EDF, 네덜란드의 Tennet 등의 전력회사에서 자산관리시스템 운영을 발표하고 있으며, DNV GL, ABB, GE Alstom, Doble 등에서 자산관리시스템을 발표하고 있다.

AEP는 2013년 Asset Health Center를 구축하고, 센서 및 모니터링 시스템을 통하여 데이터를 수집, 분석하여 자산 소유자 또는 관리자에게 필요한 정보를 제공하고 있다. AEP가 Asset Health Center를 구축한 것은 장기 사용 전력설비의 증가로 인한 고장 위험성의 인지 및 경제적 운영방식을 도입하기 위한 것이었다. AEP는 50년 이상 운전된 송변전설비가 약 33%를 차지하고, 60년 이상 운전된 설비는 18%를 차지한다. AEP는 이를 이용하여 기술적 측면에서 설비의 상태, 위험도 판정, 수명평가 및 유지보수 전략 수립을 제시한다. 또한 비즈니스 측면에서 예산 범위 내에서 설비의 수명 관리(구입, 교체, 업그레이드, 수리) 및 투자 우선순위를 설정 등에 활용하고 있다.

EPRI는 2006년부터 미국 주요 전력회사의 광범위한 데이터를 통합, 공유하기 위해, IDB(Industry-Wide Database)를 개발하여 왔으며, 현재 약 40,000대의 전력용 변압기에 대해 설계, 제작, 운전, 유지보수, 고장 정보를 구축하고 있다. 이러한 광범위한 성능 및 고장 데이터를 기반으로, 고장률을 결정하고, 초기 유형의 위험을 감지하고, 위험 정보를 바탕으로 하는 유지보수 및 자산관리 결정하며, 노화된 변압기의 수리, 갱신 및 교체 전략을 수립할 수 있도록 전력 회사에 정보를 제공하고 있다.

Hydro Quebec의 연구기관인 IREQ

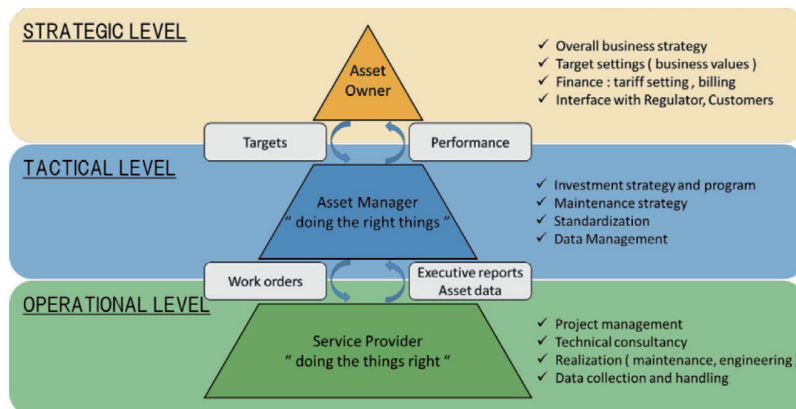


그림 1. 자산관리 조직의 구성도

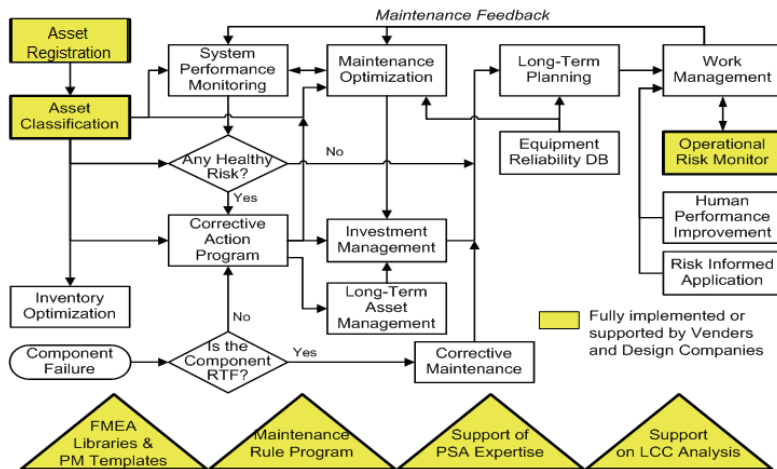


그림 2. 자산관리 프로세스

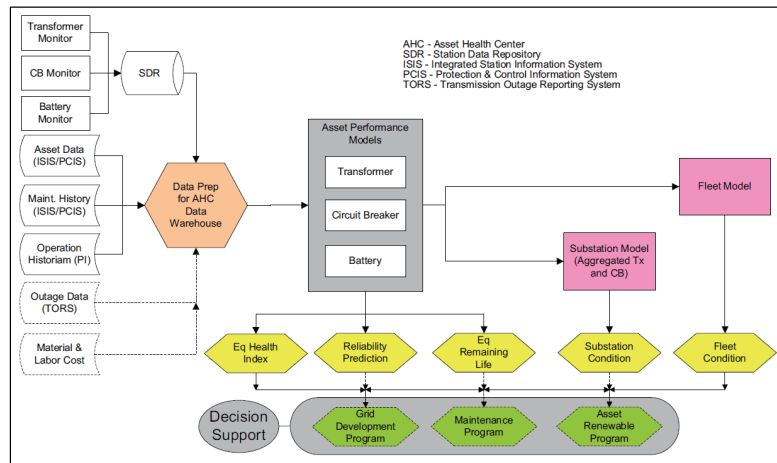


그림 3. AEP의 Asset Health Center

는 “Power Line Robotics Program(PLRP)”을 구축하여 자산 관리를 수행하고 있다. PLRP를 수행하기 위해서는 송변전 설비의 데이터 수집이 필수적이다. 그러나 자산관리를 위해서는 단순한 송변전 설비 데이터의 축적이 아닌, 유지관리 및 투자 중요도에 대한 데이터가 필요하다. Hydro Quebec은 송변전 설비 운영에 위협이 되는 요소를 분석하여 열화 메커니즘을 파악하고, 수집해야 될 데이터를 정의하였다. 또한 데이터를 수집하여 기존의 데이터와 비교, 분석하여 송변전 설비의 유지관리 결정을 판단하고 있다. 이와 같은 유지관리의 결정을 나타낸 지표를 통하여 자산 관리자는 경제성을 고려한 자산관리를 수행하게 된다.

National Grid는 PAS 55 규정 인증을 첫 번째로 받은 전력 회사이다. 또한 자산관리 부서를 설립하여 송변전 설비의 자

산관리를 수행하고 있다. National Grid는 350개의 송변전 설비의 데이터를 모아 하나의 포털에서 일괄적으로 관리 및 처리한다. 이를 통하여 전체 송변전 설비에 대하여 자산관리를 수행한다. 송변전 설비의 데이터를 수집하여 상태를 실시간으로 확인할 수 있으며, 효율적이고 신뢰성 높은 유지관리 결정을 할 수 있다. National Grid는 경제성을 고려한 분석을 수행하기 위하여 RIIO(revenue = incentives + innovation + outputs) 규제안을 도입하였다. RIIO 규제안은 자산관리의 경제성을 분석하여 설비에 합리적인 투자를 결정하는 것이다. 즉, RIIO 규제안은 설비의 상태를 측정하고 예측하여, 설비의 고장 비용을 계산하는 경제성 분석 방안이다.

EDF는 ISO 55000이 제정되기 이전부터 자산관리를 수행하였기 때문에 ISO 55000이 아닌 PAS 55 규정의 인증을 받아 자산관리를 수행하고 있다. EDF는 2006년부터 자산관리를 계획하여 2010년에 PAS 55 인증을 받았으며, 2012년부터 상용화에 들어갔다. EDF는 실시간으로 설비의 상태를 파악할 수 있으며, 사고가 발생시 파급 효과와 설비의 위험도를 낮출 수 있는 해결책을 제시한다.

3. 국내 송변전설비 자산관리시스템 기술동향

2014년 자산관리에 대한 국제 표준인 ISO 55000이 제정됨에 따라, 국내에서도 송변전설비의 자산관리 기술에 대한 관심이 높아지고 있다. 한국전력공사 송변전운영처에서는 장기 사용 송변전 설비의 증가로 고장 위험성이 증가함에 따라, 운전 리스크를 최소화하고, 누적된 데이터 분석으로 설비 운영을 최적화하기 위해, 2021년까지 송변전 설비에 대한 자산관리시스템을 개발하여 운영할 계획을 가지고 있다. 따라서 한 전에서는 방대한 송변전 설비의 자산 데이터를 수집, 분석하

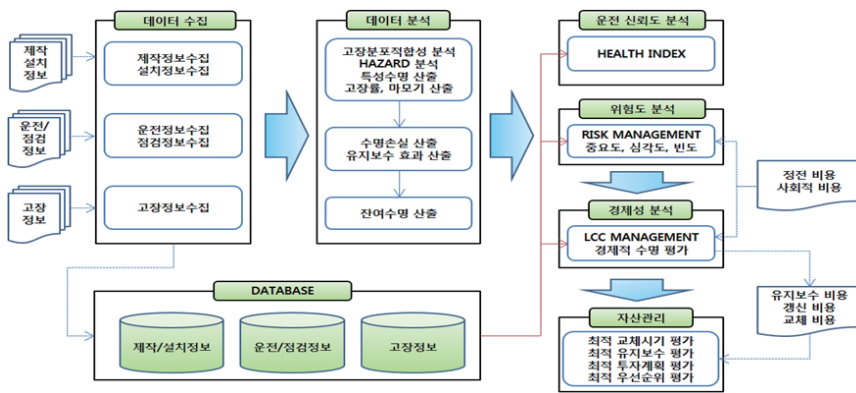


그림 4. 자산관리시스템 개발 프로세스


고 있으며, 자산 관련 데이터의 저장방안을 수립하였다. 한국수자원공사는 변압기 및 수변전설비에 대한 자산관리 연구를 다년간 수행하여, 자산관리시스템을 구축하고 운영하고 있으며, 지속적인 연구를 통하여 업그레이드를 수행하고 있다. 또한 한국전기안전공사, 삼성전자 및 POSCO 등의 대용량 전력설비를 보유한 기업에서도 자산관리시스템의 개발과 적용을 추진하고 있다. 또한 전력설비를 제작하는 기업에서는 향후 전력설비의 하드웨어 시장보다 자산관리시스템과 같은 솔루션 시장이 더 클 것으로 인식하고, 많은 인력과 비용을 투자하여 자산관리시스템을 개발하고 있다.

그러나 국내에서는 아직까지 전력설비의 자산관리 방법이나 프로세스가 정립되어 있지 않다. ISO 55000과 같은 국제규격의 자산관리 프로세스는 자산관리에 대한 일반적인 지침을 제공하지만, 전력설비에 대한 자산관리의 프로세스나 방법은 제공하지 않는다. 또한 전력설비 소유자나 운영자는 처해진 상황에 따라 서로 다른 기준을 사용하여 자산을 관리하며, 고장에 대한 정의나 수명의 판단 기준이 서로 다르고, 고장률을 계산하는 방법도 서로 다르다. 또한 설비의 건전도 평가나 자산관리 우선순위에 대해서도 상황에 맞는 적절한 방법의 자산관리 방법이 필요하다.

전력설비의 자산관리시스템을 구축하기 위해서는 가장 우선적으로 필요한 것이 데이터의 구축이다. 자산관리시스템에는 다양한 데이터가 필요하나, 한전과 같이 대형 전력회사는 개별적으로 데이터를 분석하여 의미있는 통계치를 산출할 수 있으나, 규모가 웬만큼 크지 않는 전력설비 소유자는 의미있는 통계치를 산출할 만한 데이터를 구축하기가 대단히 어렵다.

2017년 IEC에서는 전력설비의 자산관리에 대한 표

준을 제정하기 위하여 TC 123 “Standardization of the management of assets in power system”를 조직하여 2018년부터 본격적으로 활동할 예정이다. IEC TC 123에는 전력에셋·리스크매니지먼트연구회 권동진 위원장이 한국을 대표하여 참가하게 되며, IEC TC 123에서 요구하는 한국 National Committee를 전력에셋·리스크매니지먼트연구회

에서 조직할 예정이다. 또한 IEC TC 123 산하에는 기술별로 Working Group을 조직하여 운영하게 되므로, 이때 전력에셋·리스크매니지먼트연구회의 전문가를 추천할 예정이다. 이러한 활동으로 한국의 자산관리시스템을 개발하는데 국제 전력설비 자산관리 규격을 반영할 수 있을 것이다. 또한 한국의 자산관리 기술을 국제 규격에 반영할 수 있을 것이다. 

참고문헌

- [1] “전력용 변압기/GIS 자산관리를 위한 DB 조사 및 분석 연구(최종보고서)”, 한전전력연구원, 2016.12
- [2] IEC White Paper “Strategic asset management of power network”, IEC, 2015.
- [3] International Organization for Standards (ISO), “ISO 55000: Asset Management, ISO 55001: Management Systems – Requirements, ISO 55002: Management Systems – Guidelines for the application of ISO 55001”, ISO, 2014.1
- [4] “Transmission Asset Risk Management Progress in Application”, CIGRE Technical brochure 597, 2014. 7
- [5] “Asset Management Decision Making using different Risk Assessment Methodologies”, CIGRE Technical brochure 541, 2013. 6
- [6] “Conceptual Design for Asset Management System Under The Framework of ISO 55000”, DNV GL, 2015. 6