도시철도 전력설비 감시진단을 위한 특성 분석

The Characteristics Analysis for Monitoring and diagnosing Electrical Equipments of the Urban Railway

이지철*, 이동준, 어수영 유기선**, 임형길 정호성***

Ji-chul Lee*, Dong-Zoon Lee, Soo-Young Uh, Ki-son Ryu, Hyeong-Gil Im, Ho-sung jung*****

ABSTRACT

Urban Railway was used importantly with transport for several decades. This transportation facilities used electricity. When the breakdown occurs, social, the economic loss is enormous. In addition to, the power equipment was ageing. We need preventive diagnostic monitoring system in order to prevent breakdown of power equipment.

In this paper, we investigates characteristic and breakdown type of the Urban Railway power equipment. Through the this research, we can contribute in the operation which power equipment is efficient of the Urban Railway.

1. 서 론

도시철도는 수십년간 사람들의 중요한 운송수단으로 사용되어지고 있으며 이 도시철도를 운영하는 동력은 대부분 전기를 사용하고 있다. 그러나 도시철도 동력인 전기에 의한 사고가 발생 시 사회적, 경제적 손실이 발생하고 있다. 또한 최초 설치된 도시철도 전력설비는 수명연한이 되어가고 있어 언제 불시에 사고가 발생할지 모르는 실정이다. 따라서 전력설비 사고를 미연에 방지하고 최적의 교체시기를 제공하기 위하여 전력설비의 상태를 감시·진단하는 기술이 필요하게 되었다.

본 논문에서는 도시철도 설비에 관한 특성을 조사하여 도시철도 전력설비 감시진단을 위한 특성을 분석하고자 한다. 이를 바탕으로 수명연한이 되어가는 도시철도 전력설비의 효율적인 운전에 기여하며 사고를 미연에 방지하여 피해를 줄일 수 는데 기여 할 것으로 예상된다.

2. 본 문

2.1 도시철도 전력설비 개요

도시철도의 전력설비는 운영하는 주체나 설치시기에 따라 다소 차이는 있지만 일반적으로 다음과 같은 구조를 갖는다.

* 책임저자 : 비회원, (주)태광이엔시 연구소 개발2팀 주임연구원
E-mail : jclee@tge.co.kr
TEL : (031)467-7966 FAX : (031)469-1049
** 공동저자 : 서울메트로 부설연구소 차장
*** 공동저자 : 한국철도기술연구원 선임연구원

변전소는 3Km~3.5Km 간격으로 배치되어 있으며, 전기사업자로부터 22.9KV를 수전하여 전동차 및 역사에 전기를 공급하는 설비로 원활한 이용과 신속, 정확한 제어 및 전구간의 변전소, 각 역사 전기실들을 전력사령실에서 원방감시제어와 자료취득시스템 (SCADA : Supervisory Control and Data Acquisition)으로 제어, 감시할 수 있도록 되어있다. 도시철도의 전력공급체계는 3~4개 역당 1개소의 변전소와 1역당 1개소의 전기실로 구성되어있다.

변전소는 한국전력으로부터 교류 22.9KV 전력을 수급하여 전동차에 직류 1500V를 공급하고, 교류 6.6KV를 각 역사 전기실에 공급하여 일반전력에 사용하고 있으며, 각 역사의 전기실에서는 6.6KV 전력을 교류 380V 및 220V로 변성하여 조명, 냉·난방, 환기설비 등 각종 일반부하 및 동력설비에 사용하고 있다. 또한 각 변전소와 변전소간에는 22.9KV 연락송전선로를 각 전기실과 전기실 간에는 연락고압배전선로를 설치하여 상호교환 급전이 가능한 네트웍 구성 망을 형성하고 있다.

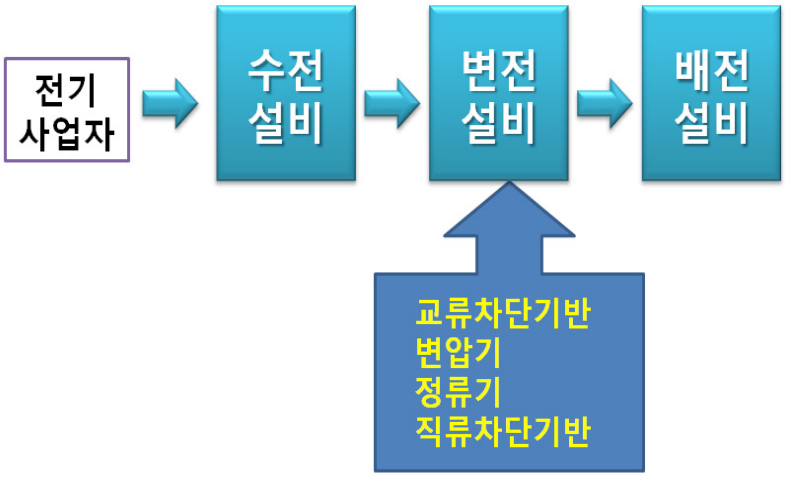

그림 1 도시철도 전력설비 개념도

그림 1에서 보는 것처럼 전기사업자로부터 수전된 전기를 안정적으로 공급하는 것이 무엇보다 필요하다. 특히 이중 변전설비는 크게 4가지 요소로 구별되어지는데 교류차단기반, 변압기, 정류기 그리고 직류차단기반으로 구성되어진다.

도시철도 전력설비에 대한 공식적인 사고통계는 발표된 것이 없지만 변전설비에서 절연열화에 의한 장애, 사용자에 의한 인적 장애 등을 종합하면 국내에서 지난 10여년간 통계를 따르면 매년 평균 약 5건 이상 장애가 발생하고 있으며 차단기와 변압기에서 주로 사고가 발생하고 있는 것으로 알려져 있다. 또한 발생빈도가 점진적으로 증가하고 있는 추세로 적은 인원으로 전력설비를 감시·진단하는 것이 매우 어려운 실정으로 이에 따른 대안이 필요하다.

2.2 기존 대용량 전력설비 감시진단 시스템

도시철도 이외에 대용량의 전력설비를 사용하는 전기사업자는 이미 10여년 전부터 전력설비 감시진단 시스템을 운영해오고 있다. 다음 그림은 전기사업자가 운영중인 대표적인 감시진단 시스템의 예이다.

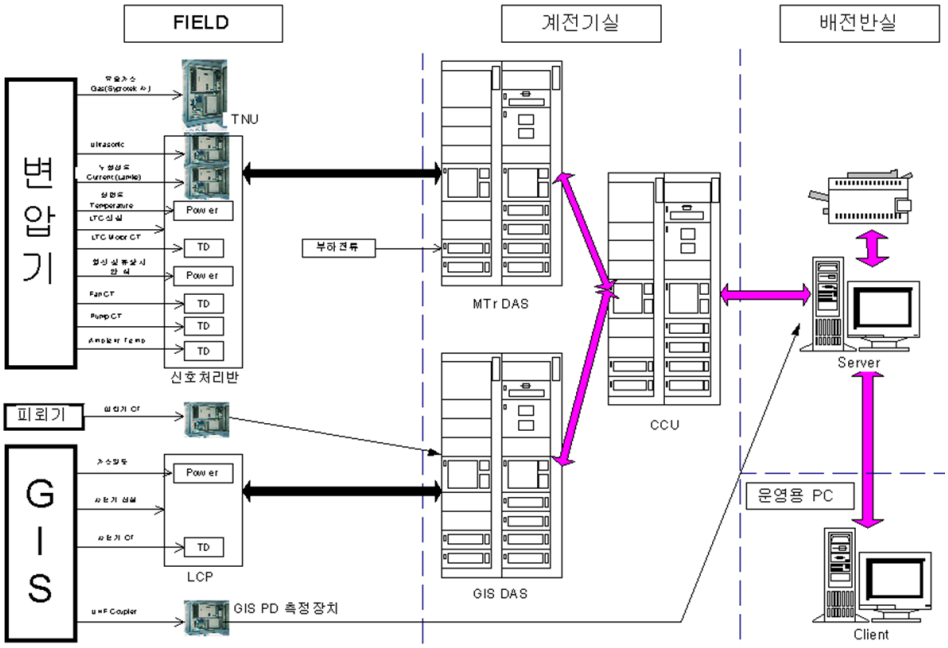

그림 2. 기존 감시진단 시스템 예

위 그림에서 보는 것처럼 전기설비 감시진단 하기 원격감시 시스템은 센서부분, DAS (Data Aquisition System)와CCU(Communication Control Unit)부분 그리고 Sever 부분으로 구성되어 있다.

시스템에 적용되는 센서는 크게 변압기용, 차단기용, 모터용 센서로 나눌 수 있다. 변압기에는 유중가스 센서와 설비의 다양한 특성을 측정하기 위한 CT, PT등이 부착되어 있다. 차단기 및 모터의 경우 차단기내 부분방전을 측정하기 위한 부분방전센서, GIS의 SF6 가스밀도센서 그리고 모터의 3상 전류 센서 등으로 구성되어 있다.

DAS는 전기설비 원격감시를 위한 예방진단 시스템의 실제 적용 대상인 변압기, 차단기 그리고 모터에 부착되어 있는 센서로부터 측정하고자 하는 데이터를 취득하여 CCU가 인지할 수 있는 신호로 변환하여 전송하는 장치이다. CCU는 DAS의 모든 데이터베이스를 관리하고 통신을 하는 장비로 Server에 Optical LAN 통신으로 데이터를 전송한다.

서버는 데이터베이스 및 Web 서버로 구축되고, CCU로부터의 각종 운전 데이터를 수신하여 전기설비에 설치된 센서나 이상검출장치의 데이터를 상시로 모니터링하고, 데이터의 절대값이나 데이터의 변화경향으로 전기설비의 이상을 검출하여 경보를 발생한다. 또한 서버에는 진단을 위한 Expert System이 설치되어 모니터링 프로그램에서 이상상태가 발

생하면 자동으로 또는 운전자의 요구에 의해 이상의 원인과 이상의 정도를 진단하는 프로그램으로, 전문가의 진단지식을 지식 베이스에 구축하여 추론한다.

2.3 도시철도 전력설비 감시진단 시스템 구성 특성 및 제안

도시철도 전력설비를 감시진단하기 위한 시스템을 구축하기 위해서는 기존 구축된 전기사업자의 것과는 다음과 같은 차이가 있다. 첫째, 전력설비의 운영전압과 용량에서 차이가 있다. 전기사업자는 대부분의 변전소가 365kV 아니면 154kV로 구성되어 있는 반면, 도시철도 전력설비 변전소는 대부분이 22.9kV의 전압으로 되어 있다. 이것은 곳 설비가 상대적으로 크기와 용량이 작다는 것을 의미한다. 둘째, 전기사업자는 전력공급을 대부분 교류를 사용하지만 도시철도 전력설비는 교류를 수전하여 대부분 직류로 공급하고 있다. 따라서 전기사업자가 가지고 있지 않는 변류기, 직류차단기 등의 설비가 존재하며 또한 사고시 파급효과가 크다. 셋째 전기사업자의 변전소는 대부분 옥외 및 사람이 드문 산간지역에 위치하지만 도시철도 전력설비는 대부분 도심 한가운데 지하공간에 존재하는 경우가 많다. 마지막으로 전기사업자는 중요설비를 유인운전하지만, 도시철도는 무인운전하는 경우가 많다.

이와같은 특성을 고려해 볼 때 구성되는 도시철도 전력설비 감시진단 시스템 구성의 예를 다음과 같이 나타내었다.

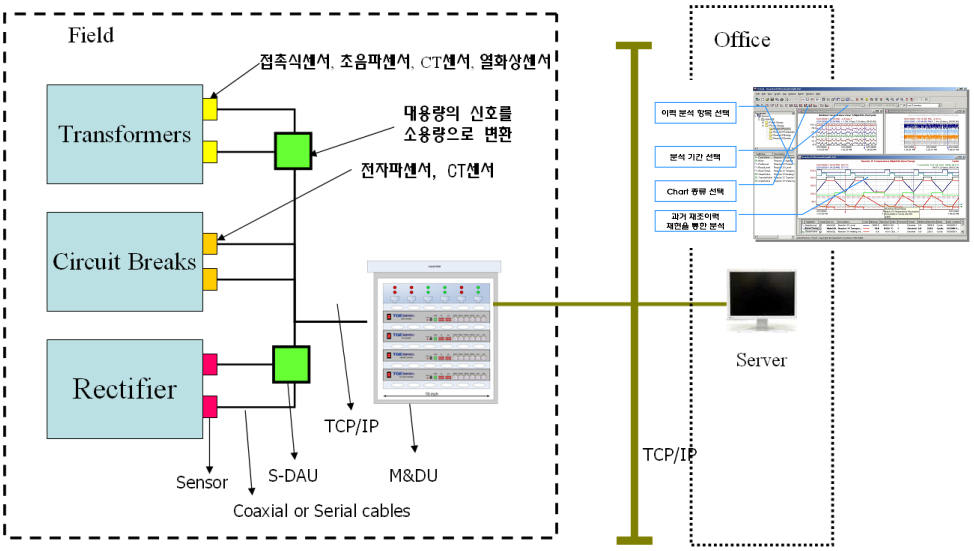

그림 3. 도시철도 전력설비 감시진단 구성 예

위 그림에서 보는 것처럼 제안한 도시철도 전력설비 감시진단 시스템은 첫째 시스템의 신뢰도를 고려하여야 한다. 특히 도시철도 설비는 도심 한가운데 지하 공간에 위치하고 있기 때문에 불의의 장애에 의한 많은 경제적 사회적 손실을 야기 할 수 있기 때문에 신뢰도

높은 시스템을 구축하여야 한다. 따라서 사고와 밀접한 관계가 있는 변압기, 차단기, 정류기를 주요 대상으로 선정하였다. 다음으로는 유지보수 관리 및 경제성을 고려하여야 한다. 특히 소수의 운전원이 다수의 설비를 관리하고 용량이 적은 전력설비가 운전되고 있는 것을 고려하여 저가의 센서를 활용하여 특성 있는 부분방전 신호를 추출하고, 기존 CT, PT 및 온도센서를 고려하여 신호를 측정하여 분석하는 시스템이 적합할 것으로 고려된다. 마지막으로 편의성을 고려하여야 한다. 측정된 데이터는 본사에서 위치한 Server에 데이터가 저장되고 유지·보수하는 운전원들이 필요한 시기에 적합한 조치를 취하여 사고를 방지하고 적합한 유지보수가 이루어지기 위하여 다양한 분석이 들어간 알고리즘을 내장하여야 한다.

3. 결 론

도시철도 전력설비의 사고 시 파급되는 경제적, 사회적 비용을 고려하고, 수명연한이 된 전력설비를 교체함에 따른 비용 절감 등으로 인해 전력설비를 감시진단의 필요성이 대두되고 있다. 그러나 도시철도 전력설비는 기존 전기사업자가 운영중인 전력설비와 전압 Class, 전압의 종류, 변전소 위치, 운전방식 등에서 차이점이 있다. 또한 기존 전기사업자가 운전중인 감시진단 시스템은 신뢰도, 유지보수 및 경제성, 편의성 등에서 차이가 있기 때문에 도시철도 전력설비 만의 특성이 있는 것으로 분석되어졌다. 도시철도 전력설비 감시진단 시스템이 도입되면 경제성 및 안전성이 높아지고 향후 도시철도 전력설비에 준하는 대용량 수전설비를 가지고 있는 공장, 아파트 등에 적용이 가능하사고 방지 및 비용 절감에 큰 도움이 될 것으로 기대된다.

감사의 글
본 연구는 국토해양부 도시철도표준화2단계연구개발사업의 연구비지원(07도시철도표준화A01)에 의해 수행되었습니다.

참고문헌

1. 이동준 외(2003). "345kV 초고압 설비 상태감시 시스템의 운전현황" 고전압 및 방전학회 춘계학술대회
2. 이동준 외(2006), "전철전력기기 진단기법" 구매조건부신제품개발사업, 최종보고서
2. J. Aubin(2002), " Effects of Water in the Oil", GE Seminar on "Transformer Life Management", Canada, Montreal,
4. 한국전력공사 전력연구원(2001), "765kV 변전기기 예방진단 시스템 개발"