

배전실증시험장의 구성 방안 및 운용 예상효과 분석

정영호, 김상준, 박상만
전력연구원

A configuration plan and future expectation of a power distribution test

Yeong-ho Jeong, Sang-joon Kim, Sang-man Park
Korea Electric Power Research Institute

Abstract - We investigated configuration plan and future expectation of the power distribution test center. The example of foreign country's test center was analyzed, and the required test facilities, test line, and power source for the operation of our test center were proposed.

1. 서 론

현대사회는 고도의 산업화, 인구의 과밀화, 도시 기능의 다양화에 따라 고품질, 고신뢰성의 전력공급을 요구하고 있다. 이에 따라 배전분야의 기술은 최신 배전시스템의 구성 및 운용, 배전자동화와 같은 배전 신기술의 정착, 고신뢰성 신기자재의 개발·활용 등을 통하여 배전 계획 및 운용 측면에서 획기적으로 발전되어 나가야한다. 이러한 선진 배전기술의 정착을 위해서는 이론적 연구나 실험실 규모의 부분적 실험 뿐만 아니라 실계통 적용시험에 의해 검증된 연구결과를 획득하고 선진 신배전 기술 개발기반을 조성하여야 하나 국내에는 실계통 규모의 배전 실증시험장이 없어 신개발 기자재에 대한 실계통 실증시험, 경년변화 시험 등을 수행하기 어려운 뿐만 아니라 배전분야의 신기술 연구수행시 실용성있는 연구결과를 얻기 힘든 실정이다. 따라서 여기서는 선진 외국의 배전실증시험장 현황을 분석하고, 실계통과 동일한 조건에서 실증적 연구 및 실험을 수행하기 위한 국내 배전실증시험장 구성 방안, 관련 기반시험설비 구축 방안, 배전실증 시험장 활용 예상효과 등을 고찰하고자 한다.

2. 선진외국의 배전실증시험장

선진외국에서는 수십년 전부터 실계통 규모의 실계통실증시험장을 갖추고 신기술을 검증하는 데 사용하고 있다. 미국의 주요 전력회사 및 중전기회사의 실증시험장, 일본의 경우 일본전력중앙연구소의 Akagi Test Center, 관서전력의 Yamasaki

Test Center 등이 시험설비 및 활용성과에 있어서 좋은 예라 할 수 있다. 이밖에 스웨덴, 영국, 이탈리아, 폴란드, 네덜란드 등의 전력회사 및 관련 연구소에서는 실계통실증시험을 하는데 충분한 시험설비를 갖춘 실증시험장을 운영하고있는 것으로 알려져 있다. 일본전력중앙연구소의 Akagi 시험장은 1969년부터 사용되기 시작하였으며 지중 및 배전시험선로, 고전압시험설비, 수용가부하모의설비, 내뢰 시험설비, 인공고장발생장치, 기계력 시험설비, 각종계측장치 등을 갖추고 실증적 연구수행을 위하여 사용되고 있다. 또한 관서전력의 Yamasaki 시험장의 경우 배전용 기자재의 신뢰성, 선로에서 발생하는 제현상의 규명, 신공법이나 새로운 보수점검기술의 검증 등의 실험이 이루어질 수 있도록 각종 시험설비를 갖추고 있다. 특히 환경실험장치는 기기 및 기자재가 받는 온도, 습도, 강우, 햇볕, 바람, 진동 등의 자연조건을 인공적으로 재현하여 기기·기자재의 내후성 검증실험을 실시하는데 사용되고 있다.

3. 국내 배전실증시험장 구성방안

실계통 실증시험을 위한 배전실증시험장을 국내에 건설하게 될 경우 선진외국에서 갖추고 있는 모든 시험장치를 일시에 시설할 수는 없으므로 배전분야의 실증시험장이 확대발전되어 선진국 수준의 시험설비를 갖추는 데 필요한 기반설비를 우선하여 설치하고, 특정목적의 시험설비는 필요성 및 관련 연구과제 수행계획에 따라 추가 설치하여 활용효과 및 경제성을 제고하여야 할 것이다.

3.1 기반시험설비의 구축 방안

배전실증시험장으로서 갖추어야할 기반설비로서는 옥외에 건설하는 시험선로와 옥내에 시설되는 각종 시험설비가 있다. 또한, 시험장 전용의 시험용 전원의 확보는 어떠한 다른 시험설비 보다 중요하다고 할 수 있다. 여기서는 한전이 현재 765kV 시

험장으로 사용하고 있는 전북 고창군 소재 시험장 부지에 배전실증시험장을 건설하는 것을 전제로 배전실증시험 설비 구축방안을 제시한다.

3.1.1 실증시험장 설치장소 선정

배전실증시험설비의 설치장소로서는 장소선정의 여러 가지 요건을 충족하여야 하겠으나 배전설비사고 원인의 상당한 부분을 차지하고 있는 염해 및 낙뢰 사고를 분석하고 대책을 강구하기 위한 장소가 적합하겠으며 이런 관점에서 보면 고창군 상하면에 위치한 시험장 부지는 자연적 시험조건에 적합한 것으로 생각된다. 이 지역은 서해안에 위치한 IKL 13의 다뢰지역에 해당한다.

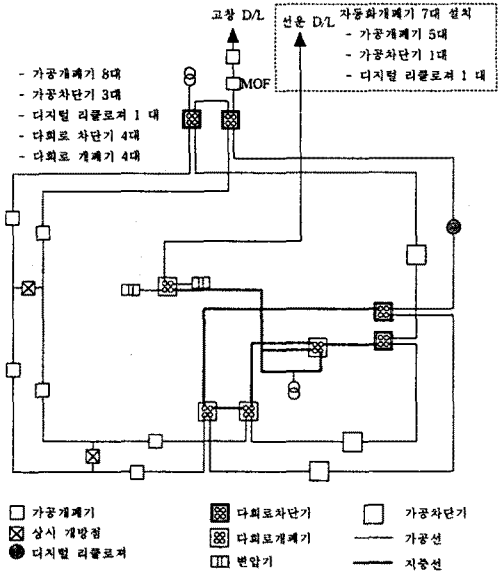
3.1.2 시험선로

배전시험선로는 가공전선로, 지중전선로, 가공 및 지중전선로의 혼재선로를 구성하여 배전계통의 실제 상황을 모의할 수 있어야 한다. 시험선로의 구성은 다음과 같은 기본방침에 따라 건설하고, 가급적 Multi-Feeder 시스템을 만들어 가까운 장래에 국내 도입이 확실시되는 분산형 전원의 배전계통연계, Sport Network 배전방식, Regular Network 배전방식 등의 신배전방식을 시험할 수 있어야 할 것이다. 이 외에 현재 국내에서 연구 및 실증시험단계에 있는 배전자동화시험, 그리고 보호협조시험, 배전기자재 실증시험 등을 위하여 복합적으로 사용될 수 있어야 하겠다. 이와 같은 시스템을 구성하기 위한 기본적 고려사항으로서는

- 향후 배전분야 시험설비 확장공간 확보
- 경제성 및 부지활용효과 제고
- 실제통이 받는 자연적 환경영향 평가를 위한 실제통과 유사 경과지 선정
- 시험선로 확충을 위한 선로변형성 확보

등을 들 수 있다. 선로 건설장소로서는 시험장 부지내 일정구역을 택하는 방법과 시험장 외곽을 일주하는 경과지를 택하는 방법이 있겠으나, 상기 기본 고려사항의 관점에서 보면 후자의 방법이 유리하겠으며, 이 경우 시험선로는 특정연구에 활용한 후 시험장 내에 건설되는 다른 시험설비의 전원공급 선로로 전환이 가능할 것이다. 시험장 부지를 1주회하여 배전시험선로를 건설할 때의 계통도 일례를 <그림 1>에 나타낸다. 여기서는 아직까지 전용변전소가 확보되지 않은 상태에서 상용배전선로의 전원을 중심으로 단일 Loop 선로, 2회선 병가방식으로 구성하여 Loop점 중앙을 개폐기로 분리하므로써 4개 선로를 구성하였다. 이럴 경우 선로길장은 약 4Km 정도에 지나지 않으므로, 선로 임피던스가 변장치인 집중중수회로를 설치하여 운용한다면 실제 배전선로와 동일한 공장의 전기적 효과를 가지는 시험선로를 만들 수 있을 것이다. 시험선로에는 실제 배전선로에 사용하는 것과 동일한 기자재를 사용하나, 전선은 기존의 ACSR 전선의외에 일부

구간에 가공케이블(Aerial Bundled Cable)을 사용하여 이 방식의 도입에 따른 실증시험이 가능하도록 하고, 애자류는 자기애자외에 각종 재질의 고분자애자를 사용하여 장기 실제통실증시험이 병행되도록 한다.



<그림 1> 배전시험선로 계통도

3.1.3 시험용 전원

시험용 전원은 상용계통과 전기적으로 독립되어 시험용 계통에서 실시하는 단락이나 지락사고 모의 시험이 상용계통에 파급되지 않도록 하며, 시험용 계통이 상용계통으로부터 정전, 전압강하 등의 영향을 받지 않도록하여 시험결과와 신뢰성을 확보할 수 있어야 한다. 이와 같은 조건을 만족하기 위한 방법은 발전설비를 포함한 일련의 독립된 시험용 전력계통을 확보, 사용하여야 할 것이나 경제성을 고려한다면 적어도 시험장내에 154kV급 전용변전소를 건설하여 시험용 전원으로 사용하여야 한다. 전용변전소를 건설하기 이전에 시험선로를 고장시험 등에 사용하기 위해서 단기적으로는 상용배전계통에서 전력을 공급받아 시험용으로 사용할 수도 있겠으나 철저한 보호협조가 전제되어 시험용계통의 선로사고가 상용계통에 파급되지 않아야 하며, 이 경우 시험용 전력으로서의 불충분성으로 인한 시험의 신뢰성 저하를 어느정도 감수하여야 할 것이다.

3.1.4 옥내시험실

옥내시험실에서는 옥외에서 수행할 수 없는 시험, 옥외시험과 비교해야 하는 시험, 옥외시험결과를 분석해야 하는 시험 등을 수행하며 배전시험계통을 제어하는 기능을 가져야 한다. 따라서 옥내시험실에 배치되어야 하는 일반적인 시험시설은 차폐실을 구비한 고전압 및 전기시험실, 재료시험실, 기계

시험실, 환경영향시험실, 배전자동화시험실, 선로 및 시험설비 제어실 등을 구비하여야 한다. 고전압 및 전기시험실에는 배전기자재에 대한 절연, 단락 및 대전력시험을 할 수 있는 장비들이 준비되어 있어야 하고 피뢰기 방전전압시험, 부분방전 측정을 위한 Shield Room을 포함한 고전압 시험설비등이 설치되어야 한다. 재료시험실은 각종 배전설비를 구성하는 재료에 대한 분석, 평가를 하는 곳으로서 재료의 전기적, 기계적, 화학적 특성을 분석하는 설비가 필요하다. 기계시험실에는 배전설비의 선적, 운반, 설비의 설치 및 운전중에 받는 여러 가지 기계적 스트레스를 모의하는 장비가 필요하다. 즉, 충격과 진동시험설비등이 이에 해당한다. 특히, 환경영향시험실은 배전설비 주변의 가혹한 자연환경하에서의 배전설비 성능을 조사, 분석하는 곳으로서 -30℃~50℃ 까지의 온도조절 시험설비, 자외선을 조사할 수 있는 태양광 노출 모의 시험설비, 습도를 100% 까지 조절할 수 있는 습도시험설비, 염무분사장치를 갖춘 부식시험설비 등을 갖추어야 한다. 그러나 이와같은 모든 시험실을 일시에 설치하는 것은 한정된 예산의 문제, 시험장 건설 기간, 기타의 이유로 어려움이 있으므로 여건에 따라 우선 필요한 기본적 시험설비를 구비하고 추후 선택적으로 필요 시험설비를 갖추어 나가야 할 것이다.

3.1.5 기본 시험설비 구축방안

배전실증시험장에 설치해야하는 기본실험장비로써 우선 실제 배전계통에서 발생하는 상황을 재현하기 위한 설비가 구축되어야 할 것이다. 배전선로에서 선로의 고장위치, 고장종류, 고장저항, 고장위상 등의 임의조건을 고장을 인위적으로 발생시킬 수 있는 인공고장발생장치, 수용가 모의부하 설비, Data Acquisition and Recording System등과 같은 계측 및 자료처리설비가 갖추어져야 한다. 이외에 교류고압전원설비, 대전류발생합성시험설비, 충격전압중첩시험설비 등의 고전압시험설비와 케이블가속열화시험설비, 케이블절연과피용 단말처리장치 등과 같은 케이블시험설비, 배전기자재 분석설비 등이 설치되어야한다.

이와 같은 시험설비의 부속공간으로써 사무실, 회의실, 각종 시험용 보조설비 배치공간이 확보되어야 하고 창고, 공작실도 필요하다.

3.2 배전실증시험장 활용 예상효과

배전실증시험장을 활용할 때의 예상효과는 첫째, 지금까지 실계통규모의 시험시설이 없어서 이론적 연구에 치중하거나 시험실 규모로만 시행하던 시험을 실계통적용시험까지 실시하여 실제 검증된 연구 결과를 획득할 수 있으며 둘째, 아직까지 국내 실계통에 적용하고 있지 않은 Regular Network, Spot Network 등의 선진 신배전 기술개발 기반을 조성할 수 있고 셋째, 배전운용 예방진단분야의 기

술수준을 선진국에 근접한 수준까지 향상시킬 수 있으며 넷째, 국내 배전기자재 제조업체에 시험장 활용기회를 제공할 경우 국산기자재의 품질개선, 제품신뢰도 향상 및 국가경쟁력을 제고할 수 있다는 점 등을 들 수 있으며, 궁극적으로는 선진국 수준의 배전설비 개발 및 신배전방식의 연구, 개발로 전력공급신뢰도를 향상시키게 되어 배전분야의 기술선진화를 이루는 데 기여하게 될 것이다.

4. 결 론

이상과 같이 배전실증시험장의 구성방안과 운영 예상효과를 고찰하였다. 우리나라 배전계통의 선진화를 위해서 실계통규모의 배전실증시험장 구축은 필수적인 것임에는 틀림없으나 다음과 같은 사항은 좀더 고려하여야 할 것이다.

- (1) 옥외시험설비와 옥내시험설비를 동일구역 내에 시설할 경우 피시험용 설비의 신속한 이동이 가능하겠으며 종합적이고 연속적인 시험 및 연구가 이루어지겠으나, 시험장 건설지역이 오지이므로 시험장 이용의 효율성을 고려하여 실계통 시험이 필요한 설비를 중심으로 시험시설을 갖추는 것이 바람직 할 것이다.
- (2) 시험장 건설초기에는 시험선로, 시험전원 등의 기본적 설비만을 갖추고, 특정연구과제에만 필요한 설비는 활용시기 등을 고려하고 선택적으로 설치하여 실증시험장 활용효과, 투자경제성 등을 높여야 하겠다.
- (3) 시험선로는 확장성, 변형성, 경제성 등을 고려하여 설계하여야 한다.
- (4) 시험결과 활용, 시험장의 기능, 운영조직, 사용자, 설비유지보수 등에 관한 운영방안은 추후 상세히 검토되어야 한다.

[참 고 문 헌]

- [1] Ebasco Service Inc., "Study of transmission and distribution laboratory", EPRI research project 327, 1975
- [2] 일본전력중앙연구소, "배전근대화 Akagi 시험장의 개요", 1977.7
- [3] 일본전력중앙연구소, "배전설비근대화 실험용 배전설비사양에 관한 조사연구.", 1970.7
- [4] 관서전력, "Yamasaki test center" 1994