

HVDC 시스템 검증 방안에 대한 연구

최용길*
LS산전*

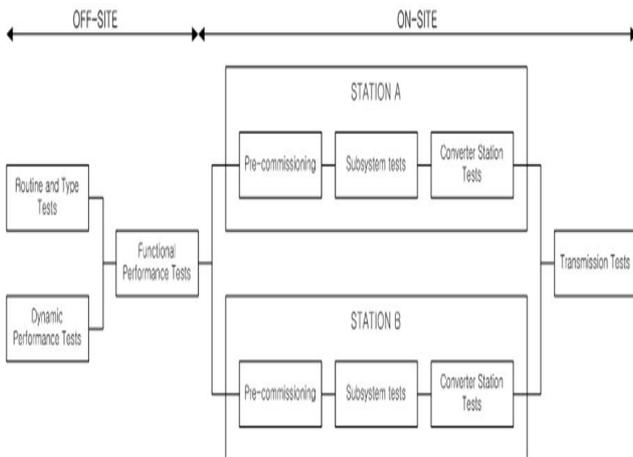
Study for Verification method of HVDC system

Yong-Kil CHOI*
LSIS*

Abstract - 최근 환경오염 및 지구 온난화의 주범으로 꼽히는 이산화탄소 배출 규제는 더 이상 논란의 대상이 아니다. 또한 인류의 생존을 위협하는 요소로 부각되면서, 환경오염 및 이산화탄소 배출이 적은 대체 에너지 개발은 전 세계의 당면 과제이자 반드시 풀어야 할 숙제이기도 하다. 국내에서도 이러한 세계적인 기술 추세로 대체 에너지인 태양광 발전, 양수 발전, 풍력 발전을 지속적으로 하고 있으며 에너지를 저장하는 배터리 개발을 함으로써, AC 전력 전송에 비해 손실이 적은 DC 송전이 점점 많은 곳에 설치되고 있는 실정이다. 그러나 DC 송전을 위한 HVDC 시스템 기술은 아직 신기술이기 때문에 신뢰성 및 시스템 검증 방법에 있어서는 개선해야 할 점이 많다. 따라서 본 논문에서는 HVDC 시스템에 대한 기존의 검증 방법을 소개하고 시험 및 연구 결과로 HVDC 시스템 검증 방법에 대한 개선 방안을 제시하고자 한다.

1. 서 론

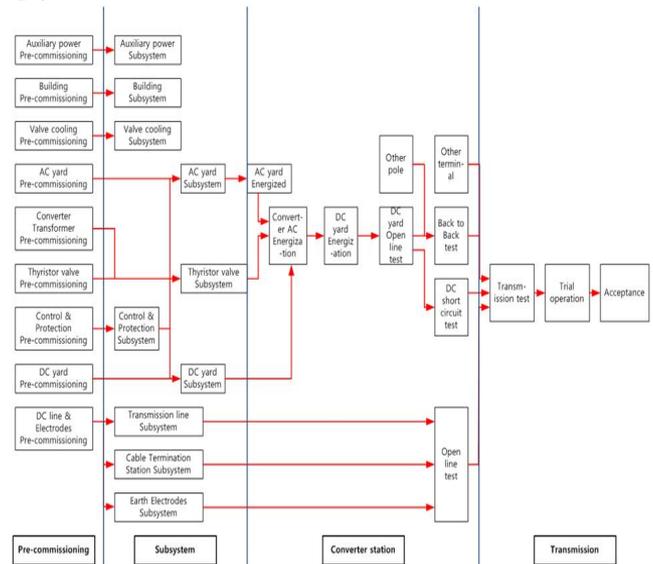
HVDC 시스템 검증 방법은 모델을 구현하여 설계를 검증하는 방법과 제품을 제작하여, 단위 기기 시험과 연계, 운전으로 확인하는 방법이 있다. 모델을 구현하여 설계 검증을 하는 방법은 설계 사양의 정합성, 구성 및 제어, 보호 기능 등을 검증하는데 주요 목적이 있다. 제품을 제작하여 검증하는 단위 기기 시험은 Off-Site라고 하며, 일반적으로 Routine Test와 Type test로 구성된다. On-Site test는 Pre-commissioning Test, Subsystem test, Converter Station test, Transmission Test로 구성된다. 자세한 시험의 단계 및 구성은 <그림 1>과 같다.



<그림 1> HVDC Commissioning Flow chart

On-site test의 각 단계별 구성 및 시험 항목은 그림 2와 같다. 업무의 편이 및 절차를 위하여 <그림2>와 같이 단계를 나누어 나타내었지만, 실제 시험을 수행하는데 있어서는 Pre-commissioning Test와 Subsystem 시험은 유동적이다. 현장 공사 및 설치 등의 일정에 따라 변동될 수 있으며, 상기에 기술한 것처럼, HVDC 시스템 검증을 하기 위한 것이 주요 목적이기 때문에, 시험을 정확하고 빠짐없이 하는 것이 더 중요하다. 설명의 편이성을 고려하여, 단계별로 간략하게 기술 하면 Pre-commissioning 시험은 단위 기기에 대한 현장 시험을 목적으로 한다. Subsystem Test는 각 기기들의 연계가 잘 되었는지를 검증하는데

주요 목적이 있다. Converter Station test는 기기 및 연계 되어진 변환소의 성능 및 보호를 검증하는데 목적이 있다. 변환소의 시험이 끝나면 변환소 간의 송전을 최종적으로 검증하는 것을 Transmission Test라고 한다.



<그림 2> HVDC On-site Test Flow chart

2. 본 론

2.1 OFF-Site Test 개선 방안

Off-site test는 공장 시험으로 기기의 특성을 시험하는 Type test와 제조 공정에 따른 시험을 하는 Routine test로 구성이 되며, 제어의 경우에는 Dynamic performance test 와 functional performance test로 구성된다. 일반적으로 off-site test는 단위 기기에 대한 시험을 진행하여 기기의 이상 유무 및 특성을 파악하는 시험이기 때문에 시스템에 적용할 경우에는 시스템 특성이 반영된 시험이 반영되어야 한다.

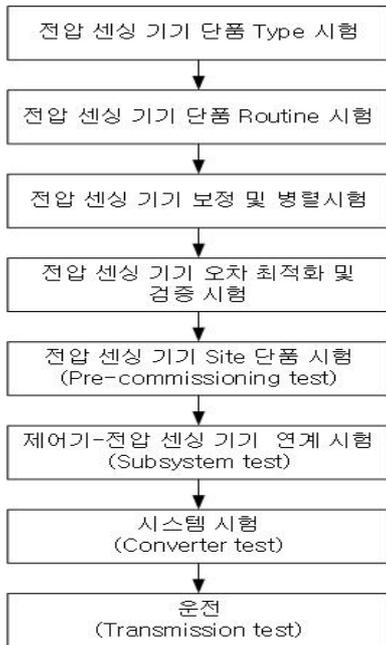
2.2.1 기기의 시스템 구성에 대한 검증 방안 개선

위에 기술한 바와 같이 Off-site test는 공장 시험으로 기기의 특성과 이상 유무를 시험하면 양품으로 현장에 적용된다. HVDC 시스템에서는 전류와 전압을 측정하는 CT(Current transformer)와 PT(Potential Transformer)를 일반적인 off-site test로 시험하는 경우 기기의 오차에 의한 없는 손실이 발생하는 것처럼 보이며, 또한 심한 경우에는 기기 편차에 대한 보호 동작을 할 수도 있다. 따라서 본 논문에서는 이와 같은 시스템 적용에 대한 검증 방안을 <그림 3>과 같이 제시한다. <그림 3>은 전압 센싱 기기의 예로써, 전압 센싱 기기가 N개일 경우, 1개의 시험을 마치고 N개의 기기 오차를 기준 값으로 맞추는 것이다. 이러한 오차 보정의 시험을 추가할 경우, 각 기기간의 오차는 최소화 되고, 시스템 전력 측정은 더 정확해진다.

2.2.2 무부하 손실 측정 방안 개선

HVDC 시스템의 경우 손실 값을 설계 계산 치에 의존하여 설정한다. 따라서, 주요 기기에 대한 무부하 손실 측정의 필요성도 이슈화 되지 않고 있다. 그러나 실제적으로 계산 치는 고조파 발생 및 온도 변화, 환경

변화에 따른 손실의 변화가 반영될 수 가 없다. 이러한 문제가 있기 때문에 모든 기기에 대한 off-site Test 시에 무부하 손실을 반영하여야 한다. 이것은 비단 문제점 개선뿐만 아니라 HVDC 시스템의 송전 전력을 명확히 하고, 시스템 개선을 설계에 반영하는 선순환 검증 방안이라고 제시하는 바이다.



〈그림 3〉 HVDC 시스템에 적용되는 기기 검수 방안의 예시

2.2 On site Test 개선 방안

On-site test는 현장 시험이기 때문에 제약이 많이 따른다. 그렇기 때문에 가급적 최대한 off-site 시험 시, 할 수 있는 많은 검증 시험을 실시해야 한다고 본 논문에서는 제시하는 바이다. 그러나 현장 시험을 통해 최종적인 검증을 하고 시스템의 정상 동작 유무 및 운용을 하기 위한 Acceptance test는 반드시 해야 한다. on-site test의 개선 방안으로는 acceptance test에 해당하는 손실 측정 개선 방안에 대해 제시하고자 한다.

2.2.1 손실 측정 개선 방안

현재의 손실 측정 방안은 한전의 SCADA (Supervisory Control & Data Acquisition) 시스템이나, 계산에 의존하고 있다. 당사에서는 설치된 CT 와 PT등의 전압, 전류의 센싱 장치를 이용하여 HVDC 시스템의 전력을 측정을 실시하였다. 그러나 센서의 오차 및 측정기기의 오차가 있으므로, 향후, 보다 체계적인 측정 방안을 개발하여, 규격화를 제시하는 바이다.

3. 결 론

본 논문에서는 상기와 같이 HVDC 시스템을 검증하는 방안이 있어서, 기기를 연결하여 시스템으로 구성하여, 운용하는 방식의 off-site test, on-site 시험을 실시하고 있으므로 이 과정에서 발생되는 기기의 검증에서도 HVDC 시스템 특성을 반영하여 검증하는 개선 방안과 계산 치가 아닌 실측치를 반영하기 위해서는 체계적이고 통일된 방식을 제시하고자 한다. 이는 현장 시험 및 HVDC 시스템 연구에 대한 결과로써, 현재는 규격화되어 있지 않은 부분에 대한 개선 방안을 제시하고자 하였다. 상기 방안에 대해서는 특허 출원을 마친 상태로 다음에는 개선 후의 내용을 구체적으로 제시하고자 한다.

[참 고 문 헌]

- [1] IEC standard 1378-1997.
- [2] IEC61975 Edition 1.0. 2010-07