

154kV, 1GVA급 초전도케이블 개발

조 전 욱
한국전기연구원

1. 서 론

지난 10년간의 DAPAS 사업을 통해 한국의 초전도케이블은 명실상부한 세계 최고 수준에 도달하였다. 2단계에는 22.9kV, 50MVA, 3상 100m 초전도케이블시스템의 개발 및 국제공인기관 입회시험을 성공적으로 완료함으로써 초전도케이블의 실용화를 위한 기반을 마련하였다. 2007년부터 시작한 DAPAS 사업 3단계 연구기간에는 한국전기연구원, LS전선(주), 한전 전력연구원, (주)CVE, 한국기계연구원, 창원대학교, 위덕대학교 등이 공동으로 세계 최고전압과 최대용량인 154kV, 1GVA급 초전도케이블을 개발하여, 전북 고창 소재의 한전 실증시험센터 지중케이블 시험장에서 154kV, 1GVA, 100m 초전도케이블의 성능평가가 완료 되었으며, 2016년까지 한전의 실계통에 적용하여 실증시험을 실시할 계획이다.

2. 3단계 연구 결과

3단계 연구개발한 초전도케이블은 지난 1, 2단계를 통하여 축적된 기술을 바탕으로 세계 최고 수준의 154kV, 1GVA급 초전도케이블의 실용화를 대비하여 진행하였다.

전력계통에서의 단락전류 문제, 냉각특성이 개선된 중공형 former, AC loss 저감, 전기절연 등을 고려하여 세계 최고전압이고 최고용량인 154kV, 1GVA 초전도케이블 코아 설계 및 제작기술 확보하였다.

특히 154kV급 초전도케이블코아 설계를 위하여 2세대 초전도도체 기관의 비선형 특성을 고려한 저손실 설계기술을 개발하여, 1세대 도체 뿐 만 아니라 2세대 도체의 종류에 관계없이 초전도케이블을 설계 할 수 있는 기술을 확보하였다.

송전급 초전도케이블 개발을 위한 핵심 기술 중 하나인 154kV, 1GVA급 초전도케이블 용 단말을 개발하였으며 장기실증시험을 위

하여 그림 1과 같이 지중케이블시험장에 설치하였다. 실계통 적용을 고려하여 설치와 운전의 효율을 높이기 위하여 감압펌프에 의한 과냉과 냉동기에 의한 과냉의 기능을 하나의 장치에서 수행 할 수 있는 콤팩트한 구조의 다기능 하이브리드 냉각시스템을 개발하였다 (그림 2).



그림 1. 154kV, 1GVA급 초전도케이블용 단말.



그림 2. 하이브리드 냉각시스템.

한국전력 전력시험센터는 한전에서 사용하는 각종 기기들의 신뢰성 평가 및 개발시험을 위하여 전라북도 고창에서 1993년부터 운영하고 있는 실증시험센터로서 현재 초전도케이블 실증시험장을 포함한 각종 지중케이블 실증시험을 위하여 세계적인 시험 평가 시설을 구축하였다. 그림 3의 지중케이블 실증시험장에는

국내 최고 수준의 차폐실 (<math><0.5\text{pC}</math>), 350kV급 AC 내압기, 15kA급 DC Power Supply, 관로와 지하 전력구로 구성된 100m 규모의 초전도케이블 장기신뢰성 시험용 시험장 및 냉각실 제어동 등을 구축함으로써 초전도케이블 관련하여 세계적인 수준의 성능시험과 국제표준화를 선도하여 초전도케이블의 실용화에 크게 기여 할 것이다.

154kV, 1GVA급 30m 시스템 초전도케이블 시스템을 한전 실증시험장 내 실드룸에 설치하여 개발시험을 마치고 (그림 4), 100m 시스템을 실제 전력케이블 포설과 같은 조건으로 지하전력구에 설치하여 2011년 6월까지



그림 3. 지중케이블 실증시험장 (전북 고창 한전 시험센터 내).



그림 4. 실드룸내에 설치 시험중의 154kV, 1GVA급 30m 케이블.

load cycle 시험을 포함하여 장기 신뢰성 시험을 완료하였다(그림 5). 또한 초전도 전력기에 대하여 국가경쟁력을 확보하기 위한 기술표준화의 일환으로 한국산업규격 제정을 추진하여 초전도 전력케이블 분야에서 세계 최초의 국가규격을 제정하였다. 제정된 ‘초전도 전력케이블의 직류 임계전류 측정방법 (KS C 6111-6)’에 대한 한국산업규격(KS)은 초전도

전력케이블의 가장 기본적이면서도 중요한 측정방법으로서 여러 변수들을 고려한 직류 임계전류측정방법을 채택하여 제정한 것으로 초전도 전력케이블과 같은 응용기기에 대해 세계 최초이자 국내최초로 국가차원의 표준을 제정한 점에서 의의가 크며, 향후 국내 전기산업 발전에 중요하게 활용될 전망이다.



그림 5. 지하 전력구에 설치된 154kV, 1GVA, 100m 초전도케이블.

3. 결 론

이상과 같은 연구 결과를 바탕으로 2011년부터 2016년까지 한전의 실계통에서 154kV급 초전도케이블의 실증시험을 실시할 계획이다.

현재 세계 각국에서는 초전도 케이블의 상용화를 위하여 장기 평가시험, 규격화 등 신뢰성 확보에 많은 시간과 노력을 기울이고 있다. 이와 같이 초전도 케이블은 더 이상 미래기술이 아닌 실용 기술로서 사회의 발전에 따라 예상되는 기술적 문제, 환경, 사회 문제 등을 해결할 수 있는 기술이다.

저자이력



조전욱(趙全旭)

1979-1983년 한양대학교 전기공학과, 1983-1985년 한양대학교 전기공학과, 1995 - 2001년 연세대학교 전기전자공학과, 현재 한국전기연구원 책임연구원