

## 초전도 한류기

초전도 현상은 어떤 물질이 특정조건(온도, 전계, 자속)에서 저항이 사라지고 완전 반자성 특성을 보이는 것을 말한다. 이러한 초전도성을 갖는 초전도체는 일반도체와 달리 전류를 흘려보내도 손실이 없고 많은 양의 전류를 보낼 수 있어 미래를 바꿀 신기술 중 하나로 꼽힌다.

초전도를 이용해 전력을 수송하는 초전도 송전기술은 특정온도 이하에서 저항이 제로가 되는 특성을 이용해 송전하는 기술을 말한다. 기존 케이블 대비 손실이 1/4에 불과한 반면 송전용량은 5배로 늘어 대용량 전력전송이 가능해 송전원가 절감을 실현할 수 있다. 또한, 계통신뢰도를 향상시킬 수 있는 장점도 있다.

차세대 신기술로 꼽히는 초전도 송전을 실현하기 위해서는 초전도 전력기기들이 개발되어야 한다. 초전도 전력기기는 특정 온도 이하에서 전기저항이 '0'이 되는 초전도체를 이용해 개발된 케이블, 변압기, 한류기 등을 의미한다. 이렇게 초전도체를 전력기에 채택함으로써 전력계통의 손실을 감소시키고, 이를 통해 전력계통의 효율성과 신뢰성 및 친환경성을 증가시킬 수 있다.

### ◆ 초전도 한류기 개요 및 특징

초전도 한류기는 초전도체를 이용해 전력계통에서 발생하는 고장전류를 제한하는 기기이다. 초전도 한류기의 경우 전선이 끊어지거나 벼락 등의 사고 시 발생하는 수십 배의 고장전류를 1000분의 1초 이내에 감지해 수초 이내에 정상전류로 바꿔주기 때문에 정전사태 등의 대형 사고를 방지할 수 있다. 또 전력 부하 증가 시에도 기존 차단기의 용량증대 없이 운전이 가능하게 돼 차단기 교체 비용 및 전기품질 문제로 인한 막대한 비용손실을 절감할 수 있게 된다.

### ◆ 국내외 초전도 한류기 연구개발 동향

우리나라가 본격적으로 초전도 전력기술 개발에 뛰어든 것은 지난 2001년부터 2011년까지 진행된 DAPAS(Development of Advance Power system by Applied Superconductivity technologies Program, 차세대 초전도 응용기술개발 사업) 프로젝트를 통해서였다.

정부에서 추진한 21세기 프런티어 사업의 하나인 DAPAS 프로젝트의 주요 목표는 고온 초전도 선재를 이용한 초전도 전력기기 개발이었으며, 이 프로젝트를 통해 초전도 선재, 초전도 케이블, 초전도 한류기, 초전도 회전기, 초전도 변압기를 개발했다.

한전 전력연구원은 이러한 21세기 프런티어 사업의 지원 하에 LS산전과 공동으로 2004년에 6.6kV/200A 급 저항형 초전도한류기를, 2007년에 22.9kV/630A 급 하이브리드 초전도 한류기를 개발했다.

2010년에는 대용량의 22.9kV/3,000A급 하이브리드 초전도한류기를 개발했고, 아울러 22.9kV/ 630A급

하이브리드 초전도한류기를 한전의 전력시험센터에 설치하고 1년6개월간 장기실증시험을 수행했다.

연세대학교와 현대중공업도 공동으로 2004년에 6.6kV/200A급 3상 정류형 초전도한류기를, 2007년에 13.2kV/630A급 단상 무유도 권선형 한류기를 개발했다.


한전 전력연구원과 LS산전은 2010년에 22.9kV/630A급 초전도한류기를 이천변전소의 배전선로에 설치했고, 2011년 8월에 국내에서 최초로 실계통 운전을 개시해 약 1년간 운전하면서 실계통 운전기술을 확보했다. 2011년에는 154kV 초전도한류기 개발 및 실계통 적용 과제가 시작돼 154kV/2,000A급 초전도한류기의 설계를 완료했으며, 2016년까지 제작과 시험을 완료하고 현장에 설치해 운전할 계획이다.

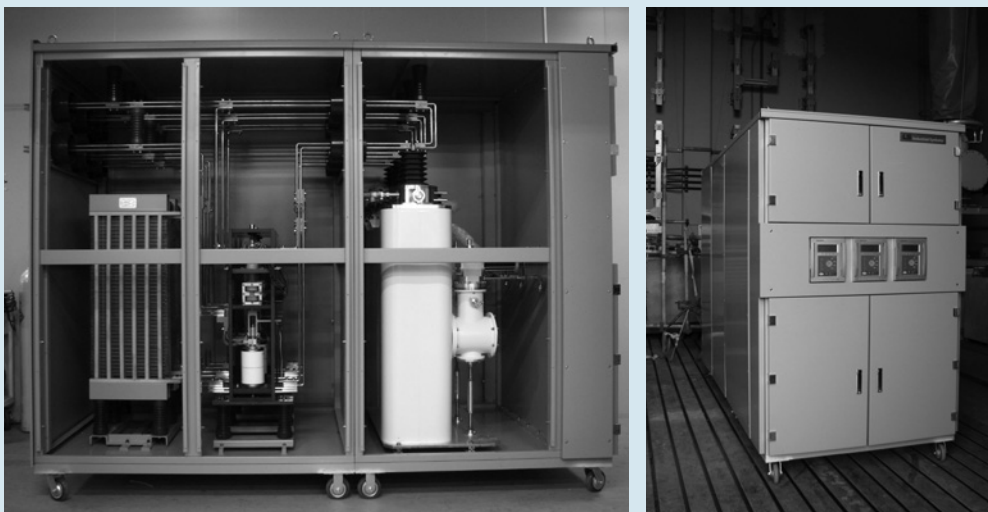
해외의 경우 유럽, 미국, 중국 등이 선두에 서 있다. 유럽의 경우, 먼저 독일은 2009년 12kV/800A급 저항형 초전도 한류기를 Vattenfall사의 발전소 구내에 설치해 운전했으며, 최근에는 Eccoflow 프로젝트에서 EU의 지원 하에 24kV/1,000A급 초전도 한류기를

개발해 2013년 8월에 스페인의 Endesa 계통의 San Juan de Dios 변전소에 설치했다.

미국의 경우 American Superconductor는 에너지성의 지원을 받아 독일의 Siemens와 공동으로 115kV/900A급의 초전도한류기를 개발했으며, 중국은 최근 220kV/800A급 포화철심형 초전도한류기를 개발하고 Tianjin Electric Power 계통의 Shigezhuan 변전소에 설치해 운전 중이다.

이처럼 국내외를 불문하고 초전도 한류기를 포함한 초전도 전력기기 개발에 적극 나서고 있다. 이미 배전급의 경우 실증을 끝내고 상용화 단계까지 와 있고, 송전급 역시 실증이 한창이어서 상용화 단계로의 진입 역시 시간문제로 여겨지고 있다.

그런데 그 과정에서 가장 장애로 여겨지는 부분이 바로 경제성과 신뢰성 문제이다. 즉 누가 먼저 이 두 가지 문제를 해결하느냐가 향후 시장의 주도권을 결정하게 될 것이다. 우리나라의 경우 지금까지도 초전도 전력기술 개발을 위해 다양한 연구개발 및 투자를 진행해 왔는데, 경제성 및 신뢰성 제고를 위한 연구개발 및 실증에 더욱 힘써야 할 것이다. 



초전도 한류기 외부(왼쪽) 및 내부 모습.