

# 변압기형 고온 초전도 전류제한기의 2차측 션트에 의한 특성 분석

최병환, 두호익, 박충렬, 두승규, 김민주, 김용진, 한병성  
전북대학교 전기공학과

## Characteristic Analysis of Transformer Type SFCL with Shunt Resistance of Secondary Coil

Byoung Hwan Choi, Ho Ik Du, Chung Ryul Park, Seung Gyu Doo, Min Ju Kim, Yong Jin Kim, Byoung Sung Han  
Chonbuk National University

**Abstract :** 변압기형 전류제한기는 1차측이 선로와 연결되어 있고 2차측은 고온 초전도 소자가 연결되어 있다. 사고시 고온 초전도 소자의 부담을 줄이고자 2차측에 무유도 션트 저항을 연결하여 특성을 분석하였다. 션트가 없을 때 선로전류 제한율은 좋으나 2차측에 있는 초전도 소자가 부담해야하는 전력은 크다. 션트가 있을 때는 선로전류 제한율은 감소하는 반면 초전도 소자가 부담해야하는 전력은 크게 줄어 들었다. 이때 2차측의 전압과 전류 중 전압의 감소 폭이 더 컸으며 션트저항 값이 작을수록 전압의 크기는 더 작아졌다. 결론적으로 션트저항의 연결에 따라 제한율은 낮아지지만 소자가 부담해야하는 전력은 크게 줄어든다.

**Key Words :** Transformer Type, Shunt Resistance, SFCL

### 1. 서론

변압기형 고온 초전도 전류제한기는 계통에 사고가 발생하였을 때 기존 차단기보다 짧은 시간 내에 전류를 제한하는 장점이 있다. 차단기가 동작하는데 걸리는 시간으로 인해 부하가 피해를 입을 수 있지만 변압기형 고온 초전도 전류제한기를 계통에 연계하였을 경우 이러한 문제를 해결 할 수 있다.

계통의 용량이 증가함에 따라 사고가 발생하였을 때 선로에 흐르는 전류 또한 커지게 되어 전류제한기 용량이 문제가 된다. 그래서 전류제한기의 용량 증대 방안에 대해 많은 연구가 진행되고 있다. 고온 초전도 소자를 이용한 전류제한기에 영향을 주는 요소로는 소자의 전압과 임계전류가 밀접한 관계를 갖고 있다.

본 논문에서는 사고시 고온 초전도 소자의 전압과 전류를 줄여 용량을 늘리고자 한다.

### 2. 실험 방법

실험에 사용된 고온 초전도 소자는 표 1과 같다. 실험 방법은 그림 1과 같다. 일반적인 변압기 형태이며 2차측에 고온 초전도 소자와 션트저항을 병렬로 연결한 구조이다. SW1로 전원을 인가하고 SW2로 계통의 사고를 모의하였다.

실험을 위해 회로에 인가한 전압은 70[V<sub>rms</sub>]이며, 1차측 코일은 126턴, 2차측 코일 84턴으로 권선비는 6:4이다. 선로에서 발생하는 손실을 최소화하기 위해 전원과 1차측 코일을 직접 연결하였으며 40[Ω]를 부하로 사용하였다.

션트저항 값은 1[Ω]과 5[Ω]를 사용하였다. 초전도 소자에 흐르는 전류와 전압을 포함하여 션트저항에 흐르는 전류, 1차 코일의 전류와 전압을 측정하였다.

표 1. 고온 초전도 소자 사양

HTSC Thin Film	Value	Unit
Material	YBCO	
Diameter	2	inch
Critical Temperature	87	K
Critical Current (77K)	24.6	A
Total Meander Line Length	420	mm
Line Width	2	mm

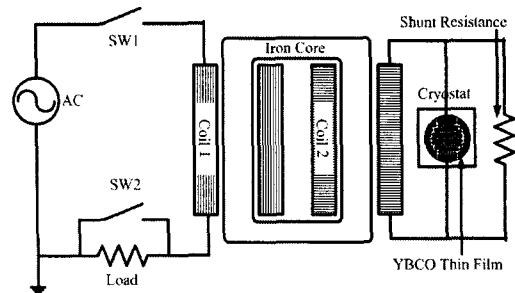


그림 1. 변압기형 전류제한기의 실험 구성도

### 3. 결과 및 고찰

그림 2는 사고 후 제한되는 선로 전류의 파형을 보여주고 있다. 초기 반주기 동안 션트저항이 없을 때 11.47[A<sub>Peak</sub>], 1[Ω]일 때 26.66[A<sub>Peak</sub>], 5[Ω]일 때 15.93[A<sub>Peak</sub>]로 나타났다. 션트저항 값이 작을수록 제한되는 선로전류는 낮아짐을 알 수 있다.

초전도 소자에 흐르는 전류는 그림 3에서 보여주고 있다. 처음 반주기에서 션트가 없을 때와 5[Ω]일 때는 약 15.46[A<sub>Peak</sub>]가 1[Ω]일 때는 12.72[A<sub>Peak</sub>]가 흘렀다. 3주기 이후에는 약 4.55[A<sub>Peak</sub>]로 제한되었고 1[Ω]이 약 0.8[A<sub>Peak</sub>] 정도 더 낮게 제한된다.

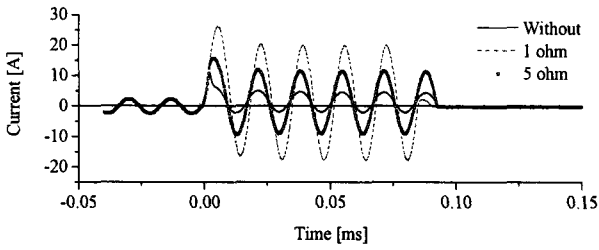


그림 2. 사고 후 제한되는 선로전류 파형

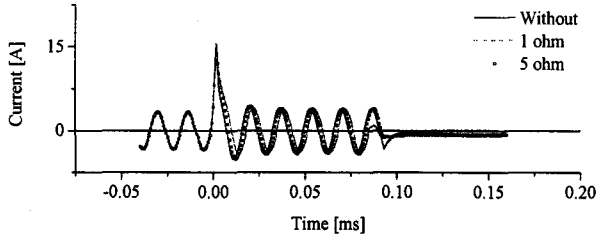


그림 3. 초전도 소자에 흐르는 전류 파형

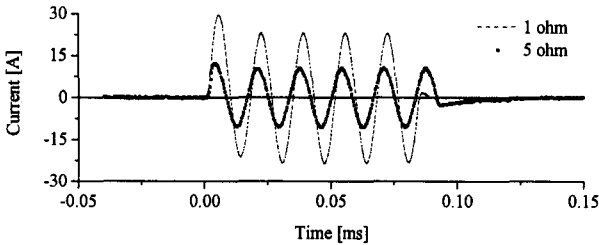


그림 4. 셉트저항에 흐르는 전류 파형

그림 4는 셉트저항에 흐르는 전류를 보여주고 있다. 반주기 이후 1[Ω]일 때 22.98[A<sub>Peak</sub>]가 5[Ω]일 때 10.52[A<sub>Peak</sub>]의 전류가 흐른다. 그림 3과 4를 비교해 볼 때 초전도 소자에 흐르는 전류는 크게 변함이 없으나 셉트에 흐르는 전류는 다르다. 셉트의 영향으로 2차측의 전체 전류가 변하는 것을 알 수 있다.

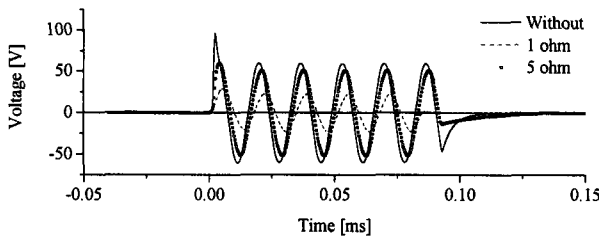


그림 5. 2차측 전압 파형

그림 5는 2차측 전압 파형이다. 반주기 동안 셉트가 없을 때는 약 95.59[V<sub>Peak</sub>], 1[Ω]일 때 28.84[V<sub>Peak</sub>], 5[Ω]일 때 59.21[V<sub>Peak</sub>]가 발생한다. 셉트가 없을 때 가장 큰 전압이, 셉트가 작을 때 낮은 전압이 발생함을 알 수 있다.

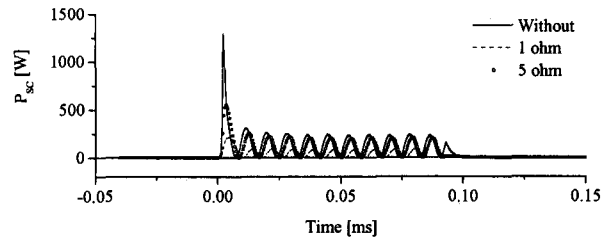


그림 6. 초전도 소자의 전력 그래프

그림 6은 초전도 소자의 전압과 전류의 관계를 이용하여 나타낸 전력 그래프이다. 처음 반주기 동안 셉트저항이 없을 때 1264[W], 5[Ω]일 때 542[W], 1[Ω]일 때 212[W]의 값을 보인다. 셉트저항이 없을 때 전력이 가장 크고 셉트저항이 작을 때 가장 낮은 것을 확인할 수 있다. 큰 전력이 순간적으로 초전도 소자에 전달될 경우 무리가 있을 것으로 예상된다.

#### 4. 결론

변압기형 전류제한기의 2차측에 셉트저항을 연결하면 소자에 흐르는 전류와 전압의 크기가 줄어든다. 그 중 전압이 크게 줄어들며 처음 반주기 동안의 순간 전압 또한 줄일 수 있다. 따라서 부담해야 할 전력은 감소한다. 셉트가 없을 때 구성된 회로보다는 더 높은 전압과 전류를 흘려보낼 수 있어 용량을 증대시킬 수 있다.

다음 연구에서는 제한률이 떨어지는 문제점에 관한 해결방법을 모색해 보고자 한다.

#### 감사의 글

실험부터 논문 제출까지 직접 지도 해주신 교수님께 감사드립니다.

#### 참고 문헌

- [1] H. Yamaguchi, T. Kataoka, "Effect of Magnetic Saturation on the Current Limiting Characteristics of Transformer Type Superconducting Fault Current Limiter", IEEE Trans. Appl. Supercond., Vol 15, No. 2, June 2006.
- [2] Teruo Kataoka, Hiroshi Yamaguchi, "Comparative Study of Transformer-Type Superconducting Fault Current Limiters Considering Magnetic Saturation of Iron Core", IEEE Trans. on Magnetics, Vol 42, No. 10, Oct 2006.
- [3] Hyo-Sang Choi, Yong-Sun Cho, Sung-Hun Lim, "Operational Characteristics of Hybrid-Type SFCL by the Number of Secondary Windings With YBCO Films", IEEE Trans. Appl. Supercond, Vol 16, No. 2, June 2006.