

중성점을 이용한 변압기형 초전도 한류기의 전류제한 특성 분석

조용선, 최효상, 박형민, 이주형, 정병익
조선대학교 전기공학과

Current Limiting Characteristics of transformer type SFCL using neutral line

Yong-Sun Cho, Hyo-Sang Choi, Hyoung-Min Park, Ju-Hyoung Lee, Byung-Ik Jung
Electrical Engineering Department of ChoSun University

Abstract - We investigated the characteristics of transformer type SFCL with neutral line. The transformer type SFCL having neutral line has achieved the simultaneous quench because the secondary winding has acted as parallel reactor. The fault current of SFCL was limited according to ratio of turn number between primary and secondary windings. Therefore, the power burden of superconducting element can be reduced by reduction of ratio of turn number between primary and secondary windings. As a result, we could expect reduction of it's volume in the transformer type SFCL.

1. 서 론

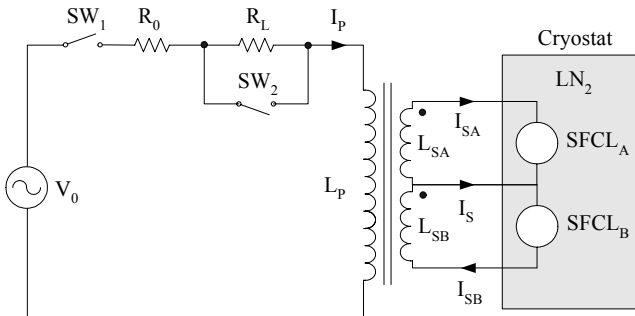
초전도 한류기에 관한 연구는 전 세계적으로 진행 중이며, 현재 전력 계통에 적용시키기 위한 연구가 집중적으로 이루어지고 있다. 그중 독일에서 진행되고 있는 CURL10 프로젝트의 경우 Bifilar type 초전도 소자를 이용하여 110kV, 1.8kA급 초전도 한류기를 RWE 계통의 변전소에 모선연계용으로 설치·운전하여 성공한 바 있다. 또한 국내에서는 DAPAS사업의 일환으로 진행된 저항형과 무유도형 초전도 한류기가 용량증대를 위해 진행 중이다. 전력연구원에서 LS산전과 공동으로 선로 변성식 하이브리드 초전도 한류기를 개발하여 상업화를 위해 실계통 적용 실험을 진행 중이다. 이러한 계통 적용을 위한 초전도 한류기의 용량을 증대시키기 위해서는 초전도 소자의 직·병렬연결이 필수적이다.

본 논문에서 제시한 변압기형 초전도 한류기의 경우 변압기의 2차 회로를 증가시켰을 때 소자의 켄치가 불균일하게 발생한다. 이러한 불균일은 임계특성의 차이에서 발생하는 것이며, 초전도 소자의 부담이 가중되어 소자의 과손우려가 발생한다. 또한 2차회로의 증가는 변압기의 규모가 커진다는 문제점도 지니고 있다. 이러한 문제를 해소하기 위해 2차권선 사이에 중성선을 연결하여 소자간의 연결 부분에 집중함으로써 초전도 소자의 동시켄치를 구현하고자 한다.

2. 본 론

2.1 실험방법

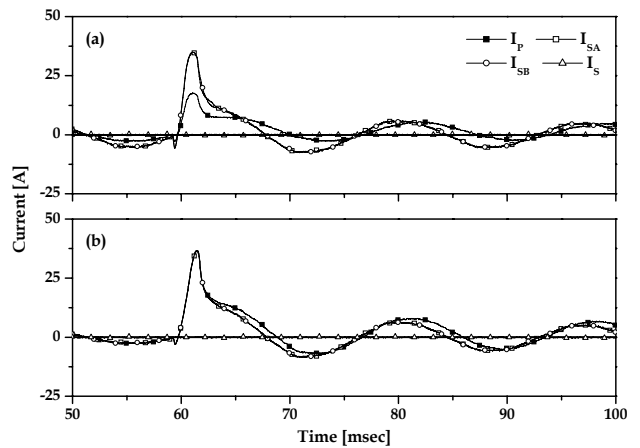
그림 1은 중성점을 갖는 변압기형 초전도 한류기이며, 참고문헌 1과 비교하여 분석하고자 한다.



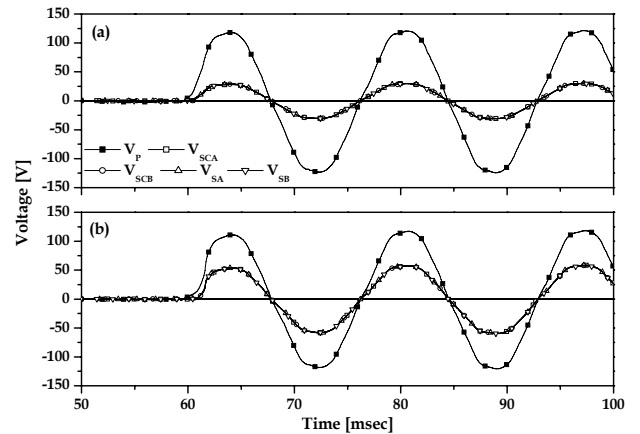
〈그림 1〉 중성점을 갖는 변압기형 초전도 한류기의 실험 회로도

그림 1에서 1차 권선의 수는 84이며, 2권선 각각의 수는 21, 42턴으로 변경하면서 실험하였다. 1차 회로에 흐르는 전류는 I_p 이며, 2차 회로에 각각 흐르는 전류는 I_{SA} , I_{SB} 이다. 초전도 소자 SFCLA, SFCLB는 YBCO를 사용하였으며, 액체질소 내에 담겨 있다. 인가전압은 160V_{rms}를 기준으로 실험하였다.

2.2 실험 결과

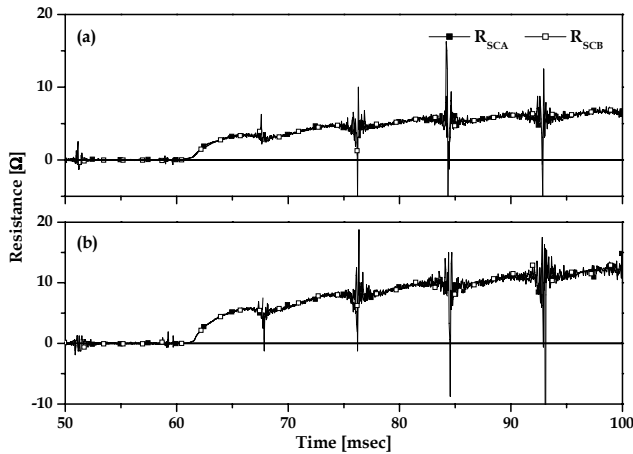


〈그림 2〉 중성점을 이용한 변압기형 초전도 한류기의 전류곡선
(a) N1:N2=84:21 (b) N1:N2=84:42



〈그림 3〉 중성점을 이용한 변압기형 초전도 한류기의 전압곡선
(a) N1:N2=84:21 (b) N1:N2=84:42

그림 2와 3은 중성선을 갖는 변압기형 초전도 한류기의 전류·전압곡선을 나타낸 것이다. 중성점을 이용함으로써 2개의 초전도 소자가 동시에 켄치가 발생한다는 것을 확인할 수 있다. 이것은 저항형 초전도 한류기에서 초전도 소자의 직·병렬연결 시 동시켄치를 위해 저항이나 인덕턴스를 병렬로 연결하는 것과 같은 원리이다. 그러나 변압기형 초전도 한류기에서는 1·2차 권선의 비에 의해 변환된 전류가 초전도 소자에 흐르기 때문에 소자에 직접적인 충격이 가해지지 않으며, 또한 2차 권선이 초전도 소자의 동시켄치에 유리한 리액터로서의 역할을 동시에 수행하게 된다. 참고문헌 1에서는 2차회로가 2, 3개 증가할 때 초전도 소자의 켄치가 완전하게 수행되지 않았으나 저항형 초전도 한류기보다는 우수하다는 것을 확인하였다. 그러나 중성선을 이용함으로써 초전도 소자



〈그림 4〉 증성점을 이용한 변압기형 초전도 한류기의 소자 저항곡선
(a) N1:N2=84:21 (b) N1:N2=84:42

간의 켄치가 완전히 동일하게 발생한다는 것을 확인하였다.

변압기형 초전도 한류기는 철심과 리액터를 이용하기 때문에 그 규모가 저항형 초전도 한류기보다 방대하다. 그러나 용량증대를 위해 2차회로의 증가 및 초전도 소자의 직렬연결 시 증성선을 이용하면 초전도 소자의 켄치 특성이 우수하여 용량증대에 유리해진다.

그림 2에서 제한된 사고전류는 21턴 시 17.5A, 42턴 시 36.4A이었다. 21턴의 경우 1·2차 권선의 비가 2:1이므로 2차권선 전류의 50%가 1차에 유도되어 흐른다는 것을 확인할 수 있다. 또한 42턴의 경우 권수비가 1:1이므로 2차권선의 전류가 그대로 1차에 유도된다.

그림 3의 전압 파형에서는 1·2차 권수비의 증가에 따라 초전도 소자에 발생하는 전압도 증가한다는 것을 확인할 수 있다. 이것으로 변압기형 초전도 한류기의 권수비의 차이가 클수록 제한되는 사고전류의 크기도 크며, 초전도 소자의 부담도 적어진다는 것을 확인할 수 있다. 그러나 그림 2에서 사고전의 파형을 보면 초전도 소자의 전압이 2차 권수가 작을수록 더 크게 흐른다는 것을 확인할 수 있다.

3. 결 론

본 논문에서는 증성선을 이용한 변압기형 초전도 한류기의 동작특성에 대해서 연구하였다. 변압기형 초전도 한류기는 철심과 리액터를 이용하기 때문에 그 규모가 방대하다. 또한 용량증대를 위한 초전도 소자를 직·병렬로 연결하기 위해서는 2차 회로를 다수 연결하여야 한다. 그러나 2차 회로에 초전도 소자를 다수 직렬로 연결하였을 때 2차 리액터의 사이에서 증성선을 연결하여 초전도 소자간의 연결점에 접촉함으로써 켄치 특성을 높임으로서 2차회로의 규모를 줄일 수 있다.

1개의 2차 회로에 2개의 초전도 소자를 직렬로 연결하고 그 사이에 증성선을 연결함으로써 회로도를 구성하고 전압·전류·저항 특성을 분석하였다. 2개의 초전도 소자가 동시에 켄치가 발생한다는 것을 확인하였으며, 사고전류는 1·2차 권수비에 비례하여 제한된다는 것을 확인할 수 있었다. 2차 권선의 수가 증가할수록 그에 비례하여 사고전류도 증가하고, 초전도 소자에서 발생하는 전압도 증가한다는 것으로 확인하였다. 또한 초전도 소자에서 발생하는 저항도 증가하여 부담이 가중된다는 것을 알 수 있었다.

[참 고 문 헌]

- [1] H.-S. Choi, Y.-S. Cho, S.-H. Lim, "Operational Characteristics of Hybrid-Type SFCL by the Number of Secondary Windings With YBCO Films", IEEE Trans. Appl. Supercon., Vol. 16, No. 2, p. 719-722 June 2006.
- [2] S.-H. Lim, H.-S. Choi, and B.-S. Han, "Fault current limiting characteristics due to winding direction between coil 1 and coil 2 in a flux-lock type SFCL", Phys. C, Vol. 416, pp. 34-42, 2004.
- [3] H.-S. Choi, O.-B. Hyun, H.-R. Kim, and K.-B. Park, "Switching properties of hybrid type superconducting fault current limiter using YBCO stripes", IEEE Trans. Appl. Supercond., vol. 12, pp. 1833-1838, Sep. 2002.