

초전도 케이블용 BSCCO의 사고각에 따른 통전특성 분석

이동혁, 두호익, 두승규, 김민주, 김용진, 한병성
전북대학교 전기공학과

The Analysis of The Transport Current Property Depend on The Fault Angle of BSCCO HTS Cable

Dong-Hyeok Lee, Ho-Ik Du, Seung-Gyu Doo, Min-Ju Kim, Yong-Jin Kim and Byoung-Sung Han
Chonbuk National Univ.

Abstract : BSCCO HTS(High Temperature Superconductor) could be applied to superconducting cable, magnet and motor, using its high critical properties. Especially, superconducting cable has a high possibility of practical use due to the possibility of low voltage and high capacity transmission caused by its lower power loss than copper cable. In this paper, the transport characteristics of BSCCO superconducting cable, according to the change of BSCCO superconducting cable's accident point at phase 0° and 45°, were analyzed and compared each other. Consequently, when the accident was occur the resistance of the HTS was higher at the point phase 0° than 45° which means it will cause much higher load on the HTS.

Key Words : BSCCO tape, Transport current property, Fault angle, Superconducting cable

1. 서 론

고온초전도 BSCCO선재는 기존의 박막 및 저온초전도체에 비해 선재가 갖는 높은 임계특성으로 인해 초전도 케이블, 초전도 마그넷, 초전도 전동기 등의 대전력 응용 기기에 적용되고 있다. 특히, 초전도케이블용 BSCCO선재는 기존의 구리케이블에 비해 부피는 줄고 전력 공급용량을 늘리는 높은 효율성을 가지고 있다. 즉, BSCCO선재의 영저항 특성에 의해 초전도케이블의 전력손실은 0이 되므로 초고압이 아닌 저전압으로 대용량 송전이 가능하게 된다. 이는 초전도케이블에 있어서 초전도상태유지의 중요성과 나아가서는 사고전류시 초전도체의 안전에 관한 고찰의 필요성을 의미한다. 따라서 본 논문에서는 과전류 통전에 따른 BSCCO선재의 통전특성에 관하여 분석하였다. 특히, 사고각에 따른 선재의 저항 크기와 증가 경향에 중점을 두었다. 또한, BSCCO선재에 가해지는 부하를 알아보기 위해 사고각에 따른 각각의 전력을 비교 분석하였다.

2. 실험

그림 1은 실험 장치 회로도를 나타낸다. 100 cm길이의 BSCCO선재와 40 Ω의 부하저항을 직렬로 연결하였으며 사고 모의를 위해 SW₁과 SW₂를 순차적으로 동작시켰다. SW₁을 동작시키면 전류는 초전도 상태인 BSCCO선재를 통하여 부하저항으로 흐르게 되며, SW₂를 동작시킴에 따라 회로는 단락되고 사고전류가 흘러 BSCCO선재에 켄치가 일어난다. 사고 상황을 모의하기 위하여 BSCCO선재의 통전용량을 고려하여 인가전압을 조정하였으며, 사고 주기는 6주기로 하여 관찰하였다. 그리고 사고각을 각각 0°와 45°로 설정 후 사고를 모의 하여 특성을 살펴보았다.

그림 2는 BSCCO선재의 온도에 따른 비저항 곡선을 나타낸다[1]. 임계온도를 기준으로 할 때 BSCCO선재의 저항은 90K에서 3.06 [mΩ/m] 이고 이후 선형적으로 증가함을 알 수 있다.

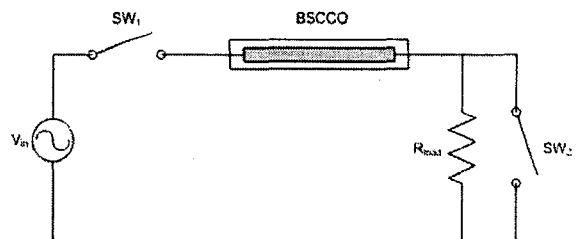


그림 1. 실험 장치 회로도.

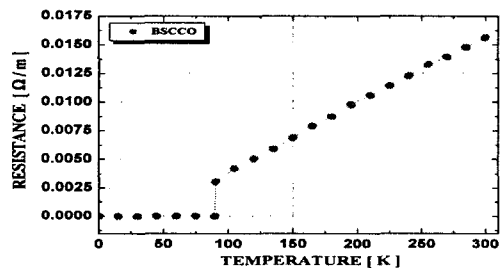


그림 2. BSCCO선재의 임계온도에 따른 저항 특성곡선.

3. 결과 및 고찰

그림 3과 4는 BSCCO선재에 각각 사고각 0°와 45°시점에서 과전류 통전 시 전압 전류 발생에 따른 저항 변화를 나타내었다. 각각의 그래프에서 그림 2의 BSCCO선재의 임계온도 90K에 대한 저항 값을 기준으로 살펴보면 혼한

상태시 완전히 켜치가 나지 않아 작은 저항이 일정하게 발생됨을 관찰할 수 있다. 한편, 임계온도 90 K 를 넘어 켜치가 일어났을 때 인가전압에 따라 저항 발생 경향이 다르게 나타난다. 즉, 저항이 증가하지 않고 일정하게 발생하는 현상이 발견되었는데, 이는 인가전압이 낮은 경우 켜치 후 선재에서 발생하는 줄열이 충분히 크지 않아 액체질소에 의해 냉각되어 선재에 축적되는 줄열의 증가가 더 이상 없는 것으로 사료된다. 또한, 그림 3과 그림 4의 비교를 통한 사고각에 따른 저항 특성을 살펴보면 0°사고 때 보다 45°사고 때 저항의 크기가 증가했음을 알 수 있다. 이는 같은 전압을 인가했을 때에도 사고각에 따라 더 큰 사고 전류가 흐를 수 있다는 것을 보여 준다.

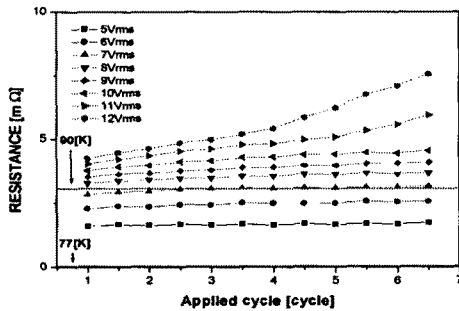


그림 3. 사고각 0°에서의 저항 특성

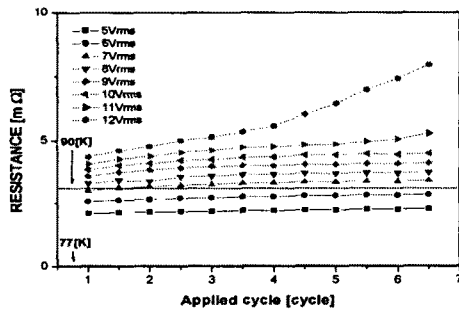


그림 4. 사고각 45°에서의 저항 특성

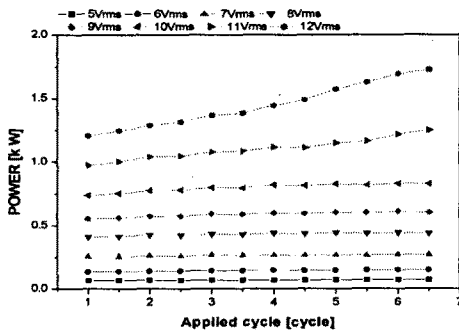


그림 5. 사고각 0°에서의 소비전력

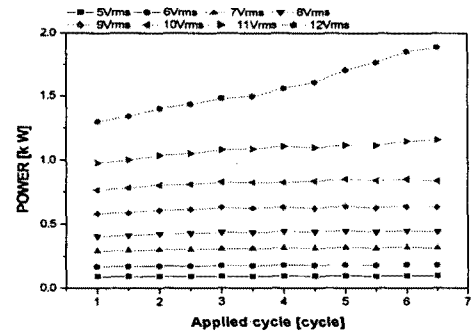


그림 6. 사고각 45°에서의 소비전력

그림 5와 그림 6은 사고각에 따른 BSCCO선재에서 소비되는 전력을 나타내었다. BSCCO선재의 저항 특성과 같은 경향을 가지는 것을 확인할 수 있다. 또한, 그림 5와 그림 6의 비교를 통한 사고각에 따른 소비 전력을 살펴보면 0°사고 때 보다 45°사고 때 더 큰 전력이 소비됨을 알 수 있다. 이는 같은 전압이 인가되었을 때에도 0°사고 때 보다 45°사고 때 BSCCO선재에 더 큰 부담이 발생하는 것을 의미한다.

4. 결론

본 논문에서는 초전도케이블용 BSCCO선재의 과전류에 대한 저항 발생을 고찰하여 사고 각에 따른 통전특성에 대한 비교 분석을 하였다. 동일한 전압에서 사고 발생시 통전되는 사고전류는 사고각에 따라서 다르다고 판단된다. 이러한 이유는 0°사고와 45°사고 비교시 45°사고에서 BSCCO선재에 더 큰 저항이 발생함을 통해 확인할 수 있었다. 또한, 각에 따라서 BSCCO선재에서 소비되는 전력의 비교 분석을 통하여 0°사고 때 보다 45°사고 때 BSCCO선재에서 더 큰 전력이 소비되고 선재에 더 큰 부담이 되는 것을 확인하였다. 따라서 BSCCO선재를 이용한 초전도케이블 제작시 사고각에 따른 사고전류와 초전도선재의 통전특성에 관한 충분한 검토가 필요할 것으로 사료된다.

감사의 글

이 논문은 2007년도 교육과학기술부의 재원으로 한국 학술진흥재단(KRF-2007-521-D00177)의 지원받아 수행된 연구임.

참고 문헌

- [1] Ho-ik Du et al., "Effect of Transport Current Properties on Connecting of YBCO Coated Conductor having Stabilizer Layer and BSCCO Tape", Journal of Korean Institute of Electrical and Electronic Material Engineers, Vol.21, No.10, P.950, October 2008.