

High Temperature Superconducting tape(Bi-2223)의 접속시 통전특성

김 해준, 심 기덕, 조 전욱

한국전기연구원 초전도기기연구그룹

Characteristics of Joint High Temperature Superconducting tape

Hae-joon Kim, Ki-deok Sim, Jeon-wook Cho

Korea Electrotechnology Research Institute

Abstract : Specially, High Temperature Superconducting power-transmission cable(HTS cable), 3-phase 100m long, 22.9kV class HTS power transmission cable system have been developed by Korea Electrotechnology Research Institute (KERI) and LS cable Ltd. that is one of 21st century frontier project in Korea. This cable was installed in KEPCO(Go-chang) testing site. In case of manufacturing HTS cable, superconducting joint is very important because they need very long tapes. Therefore, this paper gives some investigation of AC Loss in joined HTS tape by using several joint methods. Finally, this paper was shown background data for the form of HTS cable joint.

Key Words : AC loss, Joint, HTS cable

1. 서 론

최근 임계전류가 높고 기계적 특성이 크게 개선된 고온 초전도 tape(HTS tape)가 개발됨에 따라 이를 응용한 고온 초전도 전력기기의 개발연구가 더욱 활발해지고 있다. 특히 고온초전도 전력케이블(HTS cable)의 경우 미국, 유럽 및 일본에서는 케이블을 개발하여 시험 운전 중이며, 우리나라에서도 21세기 프론티어 사업의 일환으로 3상 22.9kV급 100m HTS cable을 주관 연구기관인 한국전기연구원과 LS전선(주)이 공동으로 개발하여 현재 한전고창실증시험장에서 장기 시험 운전중에 있다[1~3].

이러한 HTS tape를 응용한 전력기기는 tape 길이가 한정 되어있고, HTS tape를 접속하여 사용할 경우가 많다. 따라서 이러한 전력기기는 joint 부분이 삽입될 수 있으며, joint의 형태에 따라 시스템의 손실과 연계될 수 있다. 특히 HTS cable의 경우 길이가 길어지게 되면, 중간접속항이 반드시 필요로 하게 된다.

따라서 본 연구에서는 중간접속의 기초 데이터로 초전도 tape(HTS tape)를 여러 가지 방법으로 접속하여 각각의 경우 임계전류 및 AC loss 조사하였다. 이렇게 초전도를 응용한 전력기기의 접속방법에 AC loss가 가장 낮은 접속방법을 제시하고자 한다.

2. 실험

2.1 실험장치

본 연구에서는 AMSC 사의 HTS tape(Hermetic wire)를 사용하였다. 초전도를 이용한 전력기기를 중 대표적인 HTS 전력 cable나 초전도 magnet에서는 중간접속 시 일반

적으로 Cu bar 위에 납땜을 하여 HTS tape를 접속하게 된다.

따라서 이러한 것들을 고려하여 joint 시 Cu bar를 이용하여 joint를 하였다. joint를 그림 1의 (a)와 같이 Cu bar 위에 2가닥을 over-lap 하는 joint 1, (b)와 같이 2가닥의 HTS tape를 Cu bar 위에 납땜을 하고 다시 그 위에 HTS tape를 납땜하는 방법인 joint 2의 2 가지 방법에 대한 임계전류, 접촉저항 및 교류손실을 측정하였다.

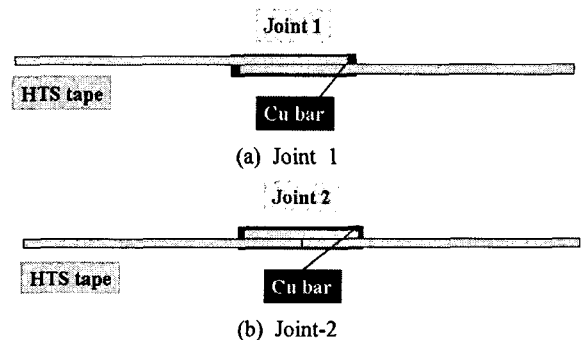


그림 1. Joint 방법

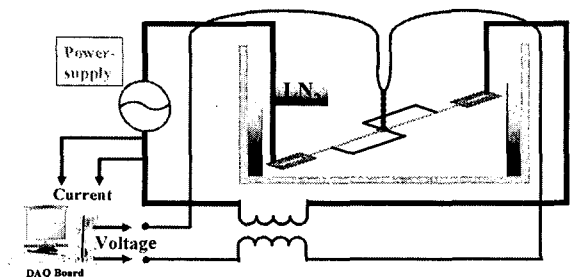


그림 2. 실험 방법

3. 결과 및 고찰

그림 3과 4에서는 joint1 및 joint2의 방법에 의한 임계 전류 및 접촉저항을 나타내었다. joint1의 방법에 의한 접촉저항은 180nΩ, joint2의 방법에 의한 접촉저항은 270nΩ으로 측정되었다. joint2의 방법은 1의 방법보다 접촉하는 면적이 크기 때문에 접촉저항이 다소 크게 측정된 것으로 사료된다.

그림 5에서는 joint1과 2의 각각의 sample에 대한 self-field손실을 나타내었다. joint부분으로 인해 각각의 손실값이 Norris이론식과 큰 차이를 보였다. 이것은 중간접속에 사용된 Cu bar의 저항으로 인해 각 위치별 전류밀도의 크기가 다르므로, 이론값과 차이를 보이는 것으로 사료된다.

그림 5에서는 각 Joint 방법에 따른 교류손실을 측정한 것이다. 실제 교류손실의 측정값과 Norris 이론식과 차이를 보인다. 하지만 측정값에서 Joint 저항에 의한 발열량인 값을 제외하게 되면 Norris 이론값과 거의 동일하게 되는 것으로 나타났다. 따라서 HTS 전력기에서 AC loss는 Joint저항에 의한 발열량이 포함되기 때문에 Joint저항을 최소화 한다면 System 전체의 AC loss 역시 감소하게 되는 것으로 사료된다.

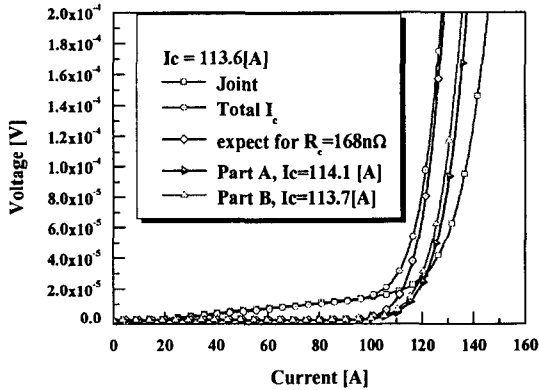


그림 3. joint 1의 임계전류 및 접촉저항

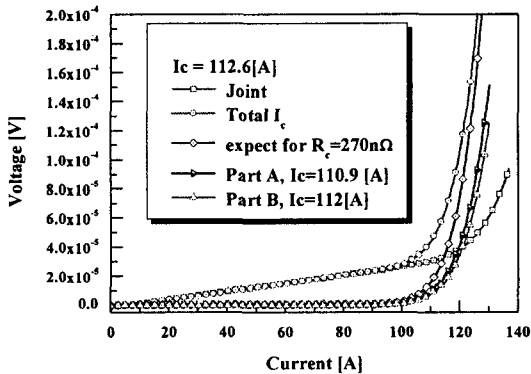


그림 4. joint 2의 임계전류 및 접촉저항

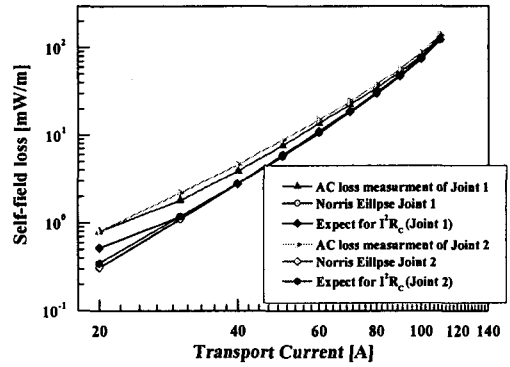


그림 5. joint 1과 2의 교류손실

4. 결론

본 연구에서는 중간접속의 기초 데이터로 초전도 tape(HTS tape)를 여러 가지 방법으로 접속하여 각각의 경우 임계전류 및 AC loss 조사하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 중간접속의 방법은 joint1의 방법으로 접속하는 것이 접촉저항도 작고, 교류손실도 joint2의 방법에 비해 작다.
2. joint 시 교류손실은 Norris 이론식과 차이를 보이는 것은 Cu bar의 삽입으로 인해 joint 부분과 HTS tape 부분의 전류밀도가 다르기 때문이다.
3. joint 부분의 접촉저항은 교류손실과 비례관계가 성립된다.

초전도를 이용한 전력기에서 joint1의 방법으로 접속하는 것이 전기적으로 좋은 특성을 나타낼 것으로 예상된다.

감사의 글

본 연구는 21세기 프론티어 연구개발사업인 차세대초전도응용기술개발 사업단의 연구비 지원에 의해 수행되었습니다.

참고 문헌

- [1] 김해준 외, “고온 초전도 tape의 임계전류 저하에 따른 교류손실 특성”, 한국초전도·저온공학회 논문지, 7권, 3호, pp 29 ~ 33, 2005년
- [2] S. Mukoyama, K. Miyoshi, H. Tsubouti, T. Yoshida, M. Mimura, N. Uno, M. Ikeda, H. Ishii, S. Honjo, and Y. Iwata, “Uniform current distribution of HTS power cable with variable tape-winding pitches,” IEEE Trans. Appl. Supercond., vol. 9, no. 2, pp. 1269-1272, June 1999.