

# YBCO CC를 이용한 분리된 삼상 자속구속형 고온초전도 전류제한기의 전압 증가에 따른 전류제한 특성

두승규, 두호익, 김민주, 김용진, 이동혁, 한병성  
 전북대학교

## Current Limiting Characteristics According to the Increase of Voltage in Separated Three-Phase Flux-Lock Type Superconducting Fault Current Limiter Using YBCO CC

Seung-Gyu Doo, Ho-Ik Du, Min-ju Kim, Yong-Jin Kim, Dong-Hyeok Lee, Byoung-Sung Han  
 Chonbuk National University

**Abstract :** In this paper, we investigated the fault current limiting characteristics according to the increase of voltage in the separates three-phase flux-lock type high-Tc superconducting fault current limiter using YBCO CC. The separated three-phase flux-lock type SFCL consists of single-phase flux-phase type SFCL in each phase. Superconductor was using the YBCO CC. To analyze the current limiting characteristics of a three-phase flux-lock type SFCL, the short circuit experiments were carried out fault such as the triple line-to-ground fault. The experimental result shows that fault current limiting characteristics was improved on the high voltage level.

**Key Words :** separated three-phase flux-lock type SFCL, YBCO CC

### 1. 서론

산업화로 인한 전력 수요의 증가로 인해 송전 전력이 매년 증가하고 있다. 이로 인해 전력 계통 설비의 증설은 필수적이고 계통 사고시 큰 사고 전류를 유발한다. 최근 사고 전류 방지 대책으로 고온초전도 사고전류제한기가 대두되고 있다[1]. 분리된 삼상 자속구속형 고온초전도 전류제한기는 기 연구된 자속구속형 고온초전도 전류제한기를 삼상 계통에 적용시키기 위해 각 상에 단상 자속구속형 고온초전도 전류제한기를 연결하여 삼상 계통 사고시 사고 전류를 제한할 수 있도록 하였다[2]. 본 실험에서 사용된 초전도체는 기존 YBCO 박막을 대체하여 YBCO CC를 사용하였다. YBCO CC는 YBCO 박막보다 기계적 특성이 우수하고 용량 증대가 용이한 장점이 있다. 본 논문에서는 1선 지락 사고시 전원전압 증가에 따른 전류제한 특성에 대하여 분석하였다.

### 2. 실험

그림 1은 분리된 삼상 자속구속형 고온초전도 전류제한기의 실험 장치 구성도를 나타내었다. 각 R, S, T 상에 철심을 이용하여 1, 2차측 코일을 병렬연결하고 2차측 코일에 직렬로 초전도 소자가 연결되어 있는 구조이다. YBCO CC는 부피를 줄이기 위해 포머를 사용하여 권선하였고, 단방향 권선으로 인한 YBCO CC 선재의 교류손실을 방지하기 위하여 선재를 서로 다른 방향으로 권선하여 사용하였다. 1차측 코일의 턴수는 63 턴이고, 2차측 코일의 턴수는 21 턴이다. 사고 전류를 계산하기 위하여 0.5 Ω의 무유도 저항을  $R_{in}$ 으로 사용하였고, 부하저항은 40 Ω의 저항

을 사용하였다. 전원전압은 200 V<sub>rms</sub>에서 360 V<sub>rms</sub>까지 40 V<sub>rms</sub>간격으로 증가시키며 인가하였다. 사고각은 R상 기준 90°에서 실험하였다.

### 3. 결과 및 고찰

R상 1선 지락 사고를 모의 하였으므로 분리된 삼상 자속구속형 고온초전도 전류제한기는 사고상에서의 사고전류가 제한됨으로 그림 2는 분리된 삼상 자속구속형 고온초전도 전류제한기의 R상 선로전류를 나타내었다. 제한된 전류는 200 V<sub>rms</sub>에서 360 V<sub>rms</sub>까지 각각 205.87, 241.88, 268.74, 304.76, 339.18 A<sub>peak</sub>로 각각의 전류 제한율은 36.96,

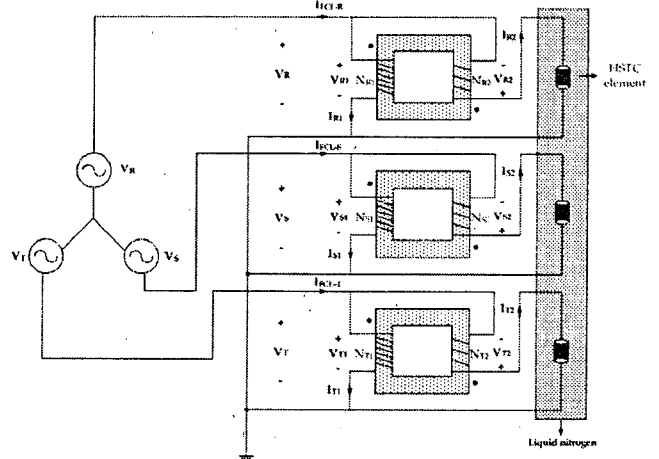


그림 1. 실험 장치 구성도

38.28, 41.23, 41.68, 42.31 %이다. 전류 제한율에서 전원전압이 증가할수록 전류제한 특성이 더 우수한 것을 알 수 있다. 그림 3은 감극 결선한 경우 R상 초전도 소자의 저항을 나타낸 그림으로 전원 전압의 증가에 따라 초전도 소자의 발생 저항도 증가하는 것을 확인할 수 있다.

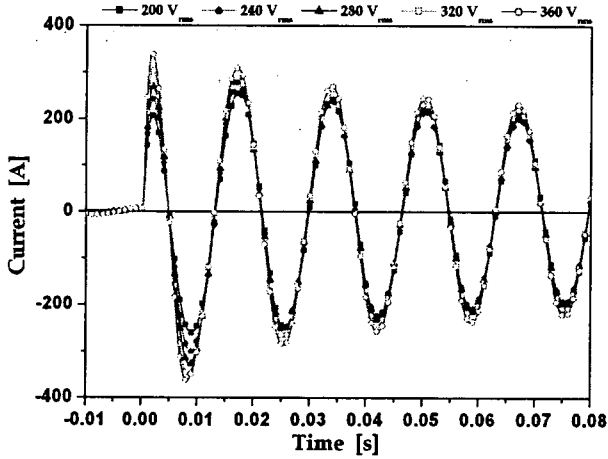


그림 2. 감극 결선한 경우 R상 선로전류

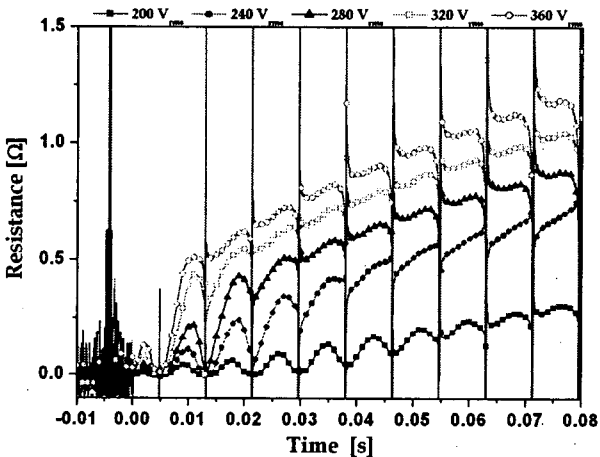


그림 3. 감극 결선한 경우 R상 초전도 소자 발생 저항

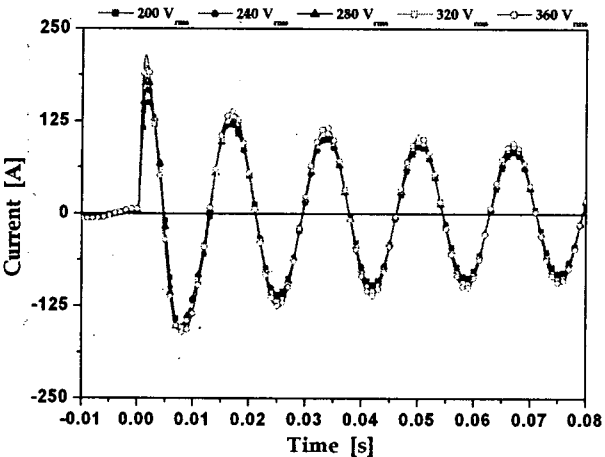


그림 4. 가극 결선한 경우 R상 선로전류

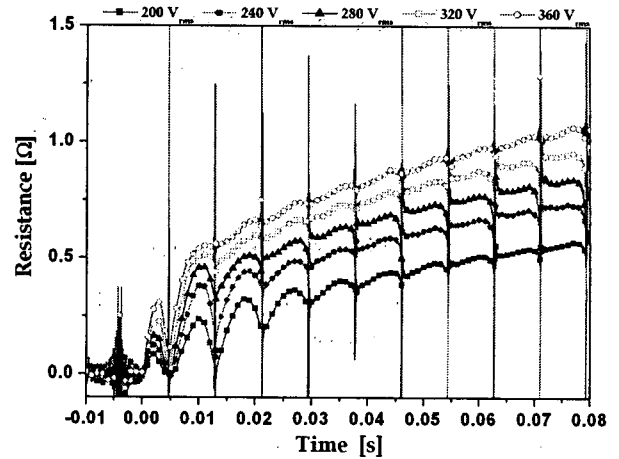


그림 5. 가극 결선한 경우 R상 초전도 소자 발생 저항

그림 4는 가극 결선한 경우 분리된 상상 자속구속형 고온초전도 전류제한기의 R상 선로전류를 나타내었다. 제한된 전류는 200 V<sub>rms</sub>에서 360 V<sub>rms</sub>까지 각각 152.08, 170.78, 183.41, 199.98, 214.94 A<sub>peak</sub>로 각각의 전류 제한율은 53.43, 56.42, 59.88, 61.73, 63.44 %이다. 가극 결선한 경우도 감극 결선한 경우와 마찬가지로 전류 제한율에서 전원전압이 증가할수록 전류제한 특성이 더 우수한 것을 알 수 있다. 그림 5는 가극 결선한 경우 R상 초전도 소자의 저항을 나타낸 그림으로 전원 전압의 증가에 따라 초전도 소자의 발생 저항도 증가하는 것을 확인할 수 있다.

#### 4. 결론

분리된 상상 자속구속형 고온초전도 전류제한기는 전원전압이 증가함에 따라 전류제한특성이 더 우수해지는 것을 실험을 통하여 확인하였다. 또한 고온초전도 소자의 발생 저항 역시 전압이 증가함에 따라 증가하는 것을 알 수 있었다. 전류제한율에 의해 감극 결선한 경우보다 가극 결선한 경우가 전류제한 특성이 더 우수한 것을 확인할 수 있었다.

#### 감사의 글

이 논문은 2007년도 교육과학기술부의 재원으로 한국학술진흥재단(KRF-2007-521-D00177)의 지원 받아 수행된 연구임.

#### 참고 문헌

- [1] 김준환, 이강완. "고장전류 증대와 대응 방안", 전기저널, 256, p. 19-25. 1998
- [2] Sung-Hun Lim., "Operational Characteristics of Flux-Lock Type SFCL With Series Connection of Two Coils", *IEEE Trans. on App. Supercon.*, vol. 17, no. 2, pp. 1895-1898, June 2007.