

일체화된 삼상 자속구속형 고온초전도 전류제한기의 동작모드 분석

박충렬, 두호익, 최효상*, 한병성
 전북대학교 전기공학과, 조선대학교 전기공학과*

Analysis of Operational Modes in Integrated Three-Phase Flux-Lock Type Superconducting Fault Current Limiting

Chung-Ryul Park, Ho-Ik Du, Hyo-Sang Choi*, Byoung-Sung Han
 Chonbuk National Univ, Chosun Univ.*

Abstract : The development of SFCL (Superconducting Fault Current Limiter) is getting more important as the power demand is increased rapidly. Up to now, several kinds of SFCL have been proposed and it is expected that they will be applied to appropriate position considering their own properties. Amongst those proposed SFCL, flux-lock type SFCL using the magnetic cancelation for current limiting has the advantages of overcoming the technical difficulties that other types of SFCLs have. In this paper, the integrated three-phase flux-lock type SFCL was fabricated and its operational modes were investigated through the short circuit tests. The operational mode were to divided into four mode according to the variation of the currents flowing into the secondary winding connected the superconducting elements and the speed of the quench generation. It was expected that the improvement of current limiting characteristics of the SFCL could be possible through control of the operational mode.

Key Words : fault angle, fault types, integrated three-phase flux-lock type SFCL, HTSC elements

1. 서론

최근 전력계통의 안정도를 향상시키기 위한 방안으로 고온초전도체를 이용한 여러 형태의 전류제한기가 연구되고 있다.[1~3]

우리는 삼상 계통에 적용하기 위해 단상 자속구속형 고온초전도 전류제한기에서 업그레이드된 형태의 일체화된 삼상 자속구속형 고온초전도 전류제한기를 설계 제작하여 1선 지락 실험을 모의하였다. 본 논문에서는 여러 가지 사고유형 중 대표적으로 1선 지락사고 시 인덕턴스 변화에 따른 일체화된 삼상 자속구속형 고온초전도 전류제한기의 전류제한 특성을 살펴보았다.

2. 본론

2.1 실험장치 구성

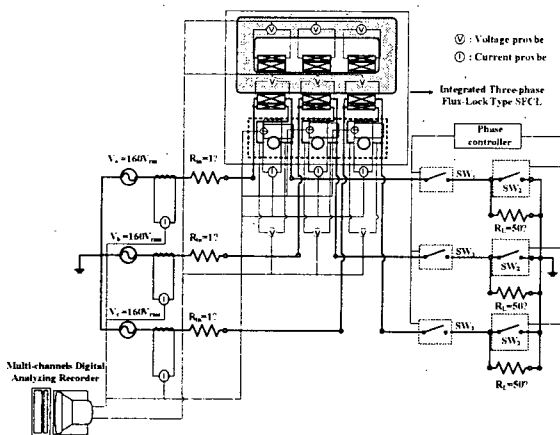


그림 1. 삼상일체화된 자속구속형 SFCL의 구조도

일체화된 삼상 자속구속형 고온초전도 전류제한기의 퀘칭 특성 및 전류제한 특성측정을 위한 실험회로는 그림 1과 같다. 그림에서 전원 전압(V_a, V_b, V_c)은 $160 V_{rms}$ 이며, 선로저항(R_{lin}) 및 부하저항(R_L)은 각각 $1 \Omega, 50 \Omega$ 짜리 저항을 사용하였다. 사고발생은 SW_1 을 도통시킨 다음 각 상의 SW_2 를 설정된 사고 유형, 사고 각에서 사고주기 동안 도통시킨 후 다시 SW_1 를 개방시켜 발생시켰다. 사고 시 실험회로의 전압과 전류는 PT(Potential Transformer)와 CT (Current Transformer)를 사용하여 신호감시 및 데이터 저장장치(DL 750 ScopCorder)를 통해 측정값을 얻을 수 있었다.

3. 결과 및 고찰

삼상 일체화된 자속구속형 고온초전도 전류제한기의 사고각에 따른 사고유형별 실험을 위해 1차 코일의 턴수는 63턴으로 고정하고, 2차 코일의 턴수를 21턴 고정하여 수행하였다.

그림 2와 3은 일체화된 삼상 자속구속형 고온초전도 전류제한기의 전류제한 동작모드 분석을 위한 a 상 1선 지락 사고시 동작파형을 나타내고 있다.

그림 2와 3에서와 같이 사고후 전류제한 동작모드는 크게 4가지 모드로 나누어 분석할 수 있다. 모드 1(M_1)은 사고후 사고상인 a 상의 각 코일에 흐르는 전류가 급격히 증가하는 구간이며 코일 2에 흐르는 전류가 고온초전도 소자의 임계전류 값(I_c)에 도달되면 끝나게 된다. 모드 2(M_2)는 사고상인 a 상의 고온초전도 소자에서 저항이 발생하는 순간부터 건전상인 b 상의 고온초전도 소자에 저항이 발생하기 전까지의 구간이며, 이 구간에서 사고상의

사고전류는 제한되기 시작하고 코일 1과 2에 흐르는 전류가 증가되기 시작한다. 모드 3(M₃)은 b 상의 고온초전도 소자에 저항이 발생한 순간부터 c 상의 고온초전도 소자에 저항이 발생하기 전까지의 구간이다. 마지막으로, 모드 4(M₄)는 사고상 뿐만 아니라 건전상의 모든 고온초전도 소자에서 저항이 발생되어 사고 전류를 제한하는 구간에 해당된다.

모드 1은 고온초전도 소자의 쿨치가 빠르게 진행될 경우 짧아지게 된다. 모드 2는 사고상에 의해 발생한 철심코어 내부 자속의 크기에 따라 진행상태가 달라진다. 모드 3은 사고유형에 따라서 이 구간에서 진행상태의 큰 차이를 보이며, 가극 결선한 경우와 같이 초전도 소자가 동시에 쿨치된 경우 존재하지 않을 수도 있다.

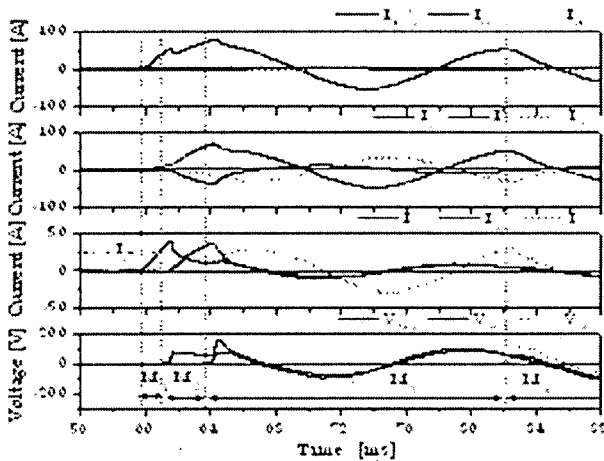


그림 2 가극 결선한 경우 a상 1선의 지락사고시 동작 모드분석을 위한 파형

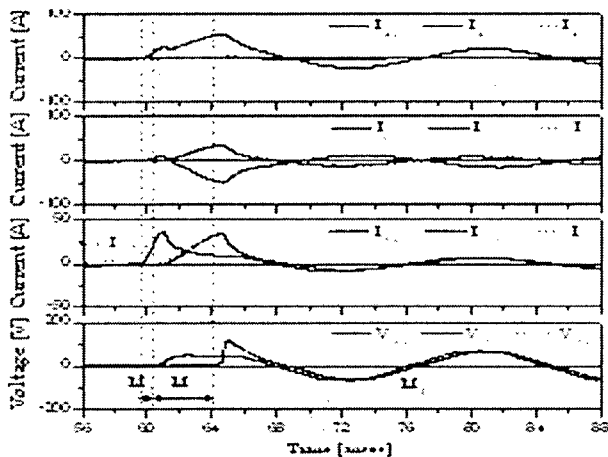


그림 3 가극 결선한 경우 a상 1선의 지락사고시 동작 모드분석을 위한 파형

4. 결론

본 논문에서는 일체화된 삼상자속구속형 고온초전도 전류제한기의 고온초전도 소자의 쿨치 발생이 전류제한 특성에

어떠한 영향을 주는 것인가를 살펴보기 위해 동작모드를 분석하였다. 고온초전도 소자의 쿨치가 빠르게 진행될 경우 모드 1은 짧아지게 되며, 일체화된 삼상자속구속형 고온초전도 소자의 전류제한 특성도 향상되는 것을 확인할 수 있었다.

참고 문헌

- [1] L. salasoo, A. F. Imece, R. W. Delmerico, and R. D. Wyatt, "Comparison of superconducting fault limiter concepts in electric utility applications", IEEE Trans. on Appl. Supercond., Vol. 5, No. 2, pp. 1079, 1995
- [2] M. Yamaguchi, S. Fukui, T. Satoh, Y. Kaburaki, T. Horikawa, and T. Honjo, "Performance of DC reactor type fault current limiter using high temperature superconducting coil", IEEE Trans. on Appl. Supercond., Vol. 9, No. 2, pp. 940, 1999
- [3] M. Yamaguchi, S. Fukui, T. Satoh, Y. Kaburaki, T. Horikawa, and T. Honjo, "Performance of DC reactor type fault current limiter using high temperature superconducting coil". IEEE Trans. on Appl. Supercond., Vol. 9, No. 2, pp. 940, 1999
- [4] 박충렬, 임성훈, 박형민, 최효상, 한병성, "자속 구속형 전류제한기의 초기 사고전류 제한시점 변화", 전기전자재료학회논문지, Vol. 18, No.3, pp. 269, March 2005