

상상일체화된 자속구속형 고온초전도 전류제한기의 인덕턴스 변화에 따른 사고유형별 켄치발생 분석

박충렬, 임성훈*, 박형민**, 조용선**, 최효상**, 한병성
 전북대학교 전기공학과, 전북대학교 공업기술연구소, 조선대학교 전기공학과**

Analysis of Quench Generation in Fault Types According to Inductance Variation in Integrated Three-Phase Flux-Lock Type Superconducting Fault Current Limiting

Chung-Ryul Park, Sung-Hun Lim*, Hyoung-Min park**, Yong-Sun Cho**, Hyo-Sang Choi**, Byoung-Sung Han
 Chonbuk National Uni, Research Center of Industrial Technology, Chonbuk National Uni.*, Chosun Univ.**

Abstract : In this paper, we investigated the quench generation of HTSC elements in fault types according to inductance variation in the integrated three-phase flux-lock type SFCL. The integrated three-phase flux-lock type SFCL was the upgrade version of the single-phase flux-lock type SFCL. The structure of the integrated three-phase flux-lock type SFCL consisted of three-phase flux-lock reactor wound on an iron core with the ratio of the same turn between coil 1 and coil 2 in each phase. When the SFCL is operated under the normal condition, the flux generated in the iron core is zero because the flux generated between two coils of each single phase is canceled out. Therefore, the SFCL's impedance is zero, and the SFCL has negligible influence on the power system. However, if a fault occurs in any single-phase among three phases, the flux generated in the iron core is not zero any more. The flux makes HTSC elements of all phases quench irrespective of the fault type, which reduces the current of fault phase as well as the current of sound phase. It was observed that the fault current limiting characteristics of the suggested SFCL were dependent on the quench characteristics of HTSC elements in all three phases.

Key Words : HTSC elements, Quench, Integrated three-phase flux-lock type SFCL.

1. 서 론

최근 전력계통의 안정도를 향상시키기 위한 방안으로 고온초전도체를 이용한 여러 형태의 전류제한기가 연구되고 있다 [1]. 고온초전도 전류제한기의 개발에 있어 아직도 단상모델에 대한 연구가 주를 이루고 있지만, 상상 계통 적용을 위해서 상상모델에 대한 연구가 시급하게 이루어져야 한다.

본 논문에서는 상상 계통에 적용하기 위해 단상 자속구속형 고온초전도 전류제한기에서 업그레이드된 형태의 상상 일체화형 자속구속형 고온초전도 전류제한기의 모델을 제안하였다. 또한, 소형 모델을 설계 제작하여 1선 지락, 2선 지락, 3선 지락 등 사고유형별 실험을 모의하여 턴수 변화에 따른 고온초전도 소자의 켄치 발생을 분석하였다.

2. 본 론

2.1 구조 및 동작원리

Fig.1과 같이 상상 일체화된 자속구속형 고온초전도 사고 전류제한기는 하나의 철심을 매개로 각 상의 1, 2차 코일의 권선비가 동일한 세 개의 자속구속리액터와 고온초전도 소자로 사용된 $YBa_2Cu_3O_{7-x}$ 박막, 고온초전도 소자의 초전도성을 유지시키기 위한 저온장치(Cryostat)로 구성된다. 상상 일체화된 자속구속형 SFCL의 정상동작시, 각 상의 1, 2차 코일에 의해 발생된 자속이 서로 상쇄되기 때문에 철심에 쇄교되는 총 자속은 제로가 되어, 자속구속형

SFCL의 임피던스는 나타나지 않는다. 그러나 세 상중에서 어느 한 상에서라도 사고가 발생하게 되면 사고가 발생한 상의 1, 2차 코일에 의해 발생된 자속은 더 이상 상쇄되지 않고 철심에 자속이 발생한다. 이때 발생한 자속은 건전상의 코일에도 전압을 유도하게 된다. 따라서, 사고가 발생하지 않는 상의 고온초전도 소자에서도 켄치가 발생하여 사고전류는 제한된다.

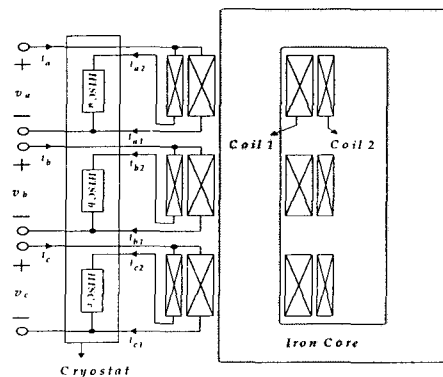


그림 1. 상상일체화된 자속구속형 SFCL의 구조도

3. 결과 및 고찰

상상 일체화된 자속구속형 고온초전도 전류제한기의 인덕턴스 변화에 따른 사고유형별 실험을 위해 1차 코일의

턴수는 63턴으로 고정하고, 2차 코일의 턴수를 21턴과 42턴으로 변화시켜가며 수행되었다. 실험 시 인가된 전원은 순간전압 160 [V_{rms}] 이었다.

그림 2는 삼상 일체화된 자속구속형 고온초전도 전류제한기의 a상 기준 0도에서 a상 1선 지락사고시 각 상의 고온초전도 소자에 발생된 저항을 나타내고 있다. 그림 2에서 2차 코일의 턴수가 21턴일 경우에는 모든 상의 고온초전도 소자에 켄치가 발생하지만 42턴으로 증가시켰을 경우 c상의 고온초전도 소자에는 켄치가 발생하지 않는 것을 확인할 수 있다. 이는 코일 2의 턴수가 42턴으로 증가할 경우 사고상(a상)에서 발생된 자속에 의해 유기되는 c상의 2차 코일에 흐르는 전류가 고온초전도 소자를 켄치시킬 만큼 충분하지 못하기 때문이다.

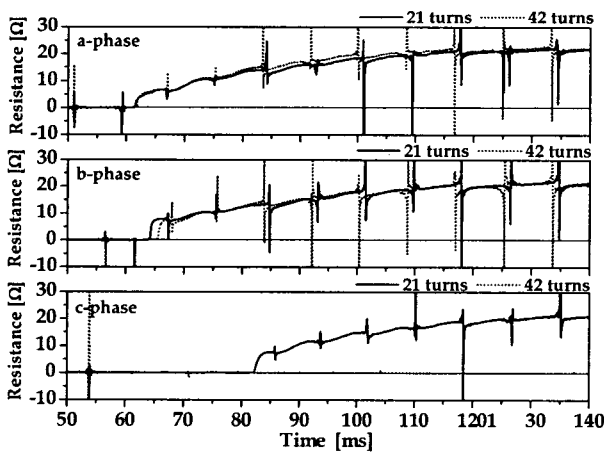


그림 2. 1선 지락사고시 각 상에 발생된 저항

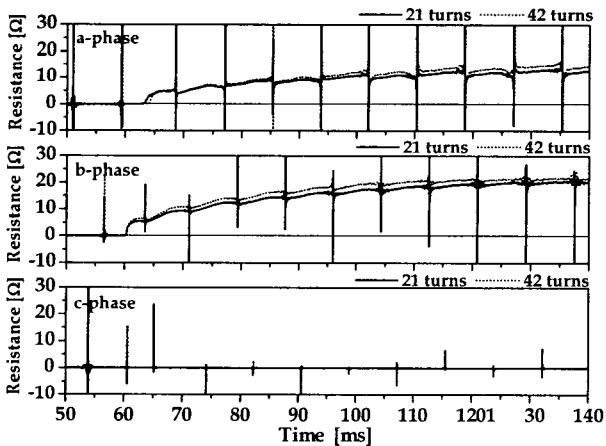


그림 3. 2선 지락시험시 각 상에 발생된 저항 곡선

그림 3은 삼상 일체화된 자속구속형 고온초전도 전류제한기의 a상 기준 0도에서 a-b상 2선 지락사고시 각 상의 고온초전도 소자에 발생된 저항을 나타내고 있다. 그림3에서는 코일 2의 턴수에 관계없이 사고상(a, b상)의 고온초전도 소자에서 켄치가 발생하였지만, 건전상에서는 발생하지 않는 것을 확인할 수 있다. 이는 1선 지락사고시와 동일하게 사고상에서 발생된 자속으로 유기되는 c상의 코일2의 전류가 고온초전도 소자를 켄치시킬 만큼 충분하

지 못하기 때문이다.

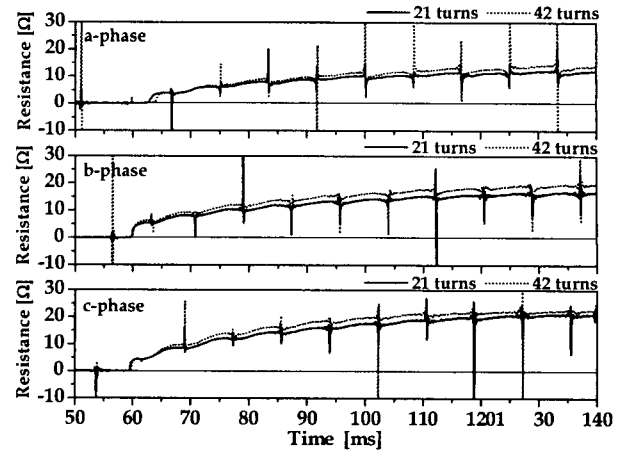


그림 4. 3선 지락시험시 각 상에 발생된 저항 곡선

그림 4는 삼상 일체화된 자속구속형 고온초전도 전류제한기의 a상 기준 0도에서 3선 지락사고시 각 상의 고온초전도 소자에 발생된 저항을 나타내고 있다. 그림에서 코일 2의 턴수 증가에 관계없이 모든 상의 고온초전도 소자에 켄치 발생으로 저항이 발생되는 것을 확인할 수 있다. 또한, 코일 2의 턴수가 42턴으로 증가할수록 21턴일 경우보다 저항발생이 약간 지연되는 것을 확인할 수 있는데, 이는 코일 2의 턴수가 증가할수록 2차코일로 유기되는 전류가 상대적으로 작아지기 때문이다.

4. 결론

본 논문에서는 삼상 일체화된 자속구속형 SFCL을 제작하여 코일 2의 턴수(인덕턴스) 변화에 따른 사고 유형별 고온초전도 소자에 발생된 저항을 분석하였다. 1선 지락사고의 코일 2의 턴수가 21턴인 경우와 3선 지락사고의 경우 턴수에 관계없이 예상했던 것처럼 사고상에서 발생된 자속이 건전상에 영향을 주어 모든 상의 고온초전도 소자에 켄치를 발생시켰다. 반면, 1선 지락사고의 코일 2가 42턴인 경우와 2선 지락사고의 경우에는 사고상에서 발생된 자속으로 유기되는 전류가 고온초전도 소자를 켄치시킬 만큼 충분하지 못하기 때문에 건전상의 고온초전도 소자에 저항이 발생하지 않았다. 그러나 더 높은 전원을 인가하면 사고유형에 관계없이 사고상에서 발생한 자속이 건전상에 영향을 미쳐 모든 상의 고온초전도 소자의 켄치를 유도하게 될 것이다.

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, p. 1079, 1995.