

사고전류 변화에 따른 일체화된 삼상자속구속형 고온초전도 사고전류제한기의 사고전류 제한 특성 분석

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

Analysis of Fault Current Limiting Characteristics According to Variation of Fault Current level in Integrated Three-Phase Flux-Lock Type Superconducting Fault Current Limiting

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

Abstract : The analysis of fault current limiting characteristics according to variation of fault current level in the integrated three-phase flux-lock type superconducting fault current limiter (SFCL), which consisted of three-phase flux-lock reactor wound on an iron core with the same turn's ratio between coil 1 and coil 2 for each single phase, was performed. To analyze the current limiting characteristics of this integrated three-phase flux-lock type SFCL, the short circuit experiments was carried out the various three-phase faults such as the single line-to-ground fault, the double line-to-ground fault, the triple line-to-ground fault. From the experimental results, the fault current limiting characteristic was improved according to increase of fault current level.

Key Words : integrated three-phase flux-lock type SFCL, three-phase faults, fault current level.

1. 서 론

현재 해마다 급증하고 있는 전력수요에 따른 전원설비의 증가는 단락사고시 고장전류의 증가를 야기 하였다. 이러한 고장전류를 해결하기 위한 방안으로 새로운 변전소의 건설, 모선분리, 직렬리액터 설치, 고 임피던스 기기 및 복합차단기 설치 등 여러 가지 해결방안이 모색되고 있다. 하지만, 이러한 방안들은 또 다른 문제점을 수반하여 전력계통의 신뢰성 및 안정성에 대한 문제를 야기 시키고 있으며, 이러한 문제점을 효과적으로 해결하기 위한 대안으로서 다양한 형태의 고온초전도 전류제한기가 제안되고 있다[1~2].

우리는 여러 형태의 전류제한기 중에서 높은 통전전류 및 한류임피던스의 특성을 가지고 있는 자속구속형 전류제한기를 삼상 계통에 적용하기 위해 일체화된 삼상 자속구속형 고온초전도 전류제한기를 설계 제작하였다[3]. 또한, 1선, 2선, 3선 지락사고시 사고전류 레벨 변화에 따른 일체화된 삼상 자속구속형 고온초전도 전류제한기의 전류제한 특성을 살펴보았다.

2. 본 론

2.1 일체화된 삼상자속구속형 사고전류제한기의 등가회로 및 동작원리

일체화된 삼상자속구속형 SFCL의 구조도는 그림 1에서 보는 바와같이 삼상이 자기적으로 결합된 구조로 나타낼 수 있다. 기본 동작원리는 단상자속구속형과 동일하게, 삼상사고 발생전에는 각 상의 1, 2차 권선에서 발생하는 자속은 상쇄되어 철심내부에서는 자속이 유기되지 않지만, 하나 또는 두 개 이상의 임의의 상에서 사고가 발생할 경우, 사고상에서 발생한 자속이 건전상의 코일에도 영향을 주어 건전상에 연결된 고온초전도 소자의 켄치를 유도하

게 된다.

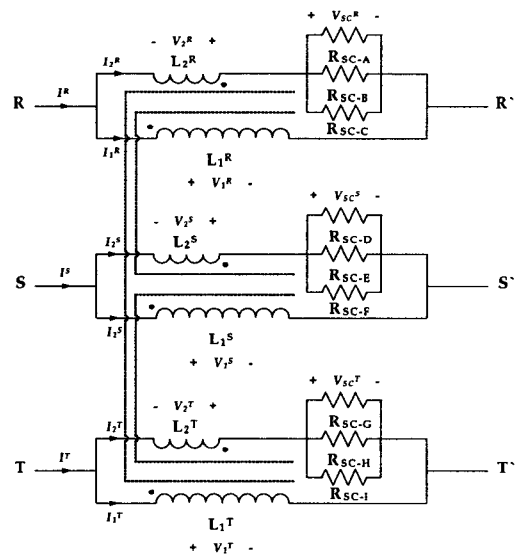


그림 1. 일체화된 삼상 자속구속형 SFCL의 등가회로

3. 결과 및 고찰

그림 2는 사고전류 레벨이 523 A_{peak} 와 653 A_{peak} 일때, 일체화된 삼상 자속구속형 SFCL의 감극결선한 경우 R상 0° 기준 1선 지락 사고시 선로에 흐르는 사고전류 파형을 나타내고 있다. 사고상에서 발생한 자속이 건전상인 S와 T상의 코일에 영향을 주어 건전상의 코일에 전류가 증가하게 되지만, 이 증가된 전류는 서로 상쇄되어 건전상의 선로전류는 증가하지 않는다. 그림 2에서 사고상인 R상 사고전류의 첫 번째 peak 값은 사고전류 레벨이 523 A_{peak} 와 653 A_{peak} 일때, 각각 76.85 A_{peak}와 77.7A_{peak} 로 나타난

다. 이는 초기 사고전류의 85.3%와 88.1% 정도 제한되는 것을 확인할 수 있으며, 사고전류 레벨이 증가할수록 사고전류 제한율이 증가하는 것을 확인할 수 있다.

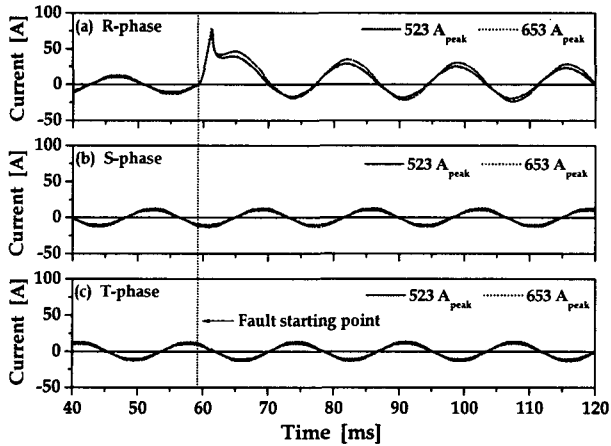


그림 2. 감극 결선한 경우 a상 1선 지락 사고시 사고전류 파형

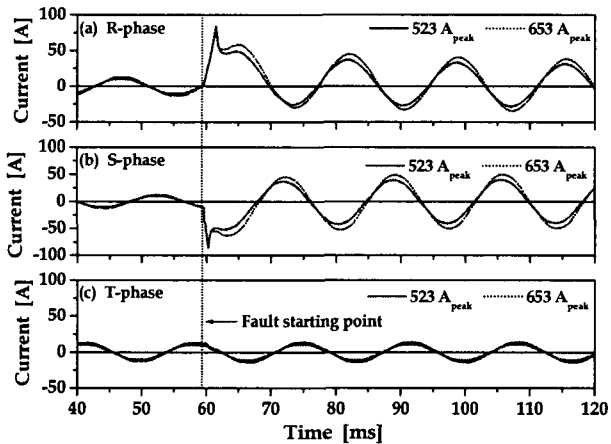


그림 3. 감극 결선한 경우 R-S상 2선 지락사고시 사고전류 파형

그림 3은 사고전류 레벨이 523 A_{peak}와 653 A_{peak}일 때, 일체화된 삼상 자속구속형 SFCL의 감극결선한 경우 R상 0° 기준 R-S상 2선 지락 사고 시 선로에 흐르는 사고전류 파형을 나타내고 있다. 그림 3에서처럼 R상보다 S상의 고온초전도 소자에 보다 빠른 사고전류 제한을 확인할 수 있는데, 이는 R상은 0° 사고인 반면, S상은 120° 사고가 발생하였기 때문이다. 그림 3에서 사고상인 R-S상 사고전류의 첫 번째 peak 값은 사고전류 레벨이 523 A_{peak}와 653 A_{peak}일 때, R상은 82.05 A_{peak}와 83.89 A_{peak}와 S상은 -83.78 A_{peak}와 -86.11 A_{peak}로 나타난다. 이는 초기 사고전류를 각각, 84%와 87.1%, 83.9%와 86.8% 정도 제한되는 것을 확인할 수 있으며, 1선 지락사고의 경우에서처럼 사고전류 레벨이 증가할수록 사고전류 제한율이 증가하는 것을 확인할 수 있다. 그러나 1선 지락사고에 비해 제한율이 감소하는 이유는 각상에서 발생한 자속의 위상이 서로 상쇄되기 때문이다.

그림 4는 사고전류 레벨이 523 A_{peak}와 653 A_{peak}일 때, 일체화된 삼상 자속구속형 SFCL의 감극결선한 경우 R상

0° 기준 R-S-T상 3선 지락 사고시 선로에 흐르는 사고전류 파형을 나타내고 있다. 그림 4 (a)의 R상의 사고전류 파형을 살펴보면 사고초기에 사고전류가 순간적으로 음의 방향을 나타내는데, 이는 사고초기 S상과 T상에서 발생된 자속의 영향으로 순간적인 변화를 나타낸 것이다. 그림 4에서 사고상인 R-S-T상 사고전류의 첫 번째 peak 값은 사고전류 레벨이 523 A_{peak}와 653 A_{peak}일 때, R상은 77.94 A_{peak}와 78.37 A_{peak} S상은 -91.3 A_{peak}와 -95.9 A_{peak}와 T상은 90.2 A_{peak}와 93.3 A_{peak}로 나타난다. 이는 초기 사고전류를 각각, 85.1%와 88%, 82.5%와 85.3%, 82.7%와 85.7% 정도 제한되는 것을 확인할 수 있다.

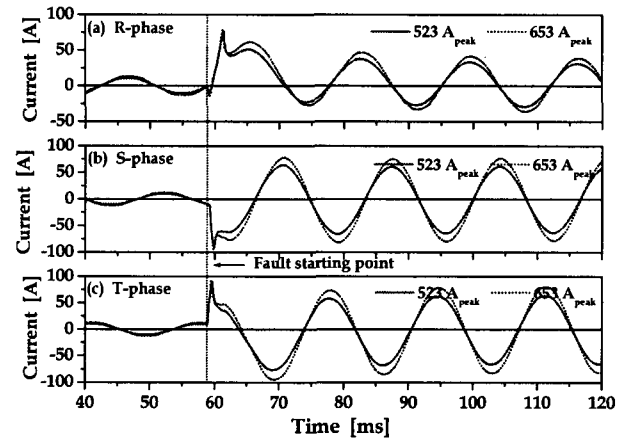


그림 4. 감극 결선한 경우 R-S-T상 3선 지락사고시 사고전류 파형

4. 결론

본 논문에서는 일체화된 삼상 자속구속형 고온초전도 전류제한기의 사고전류 레벨에 따른 전류제한 특성을 분석하였다. 사고 유형에 관계없이 사고전류 레벨이 증가할수록 전류 제한율이 증가하며 전류제한 특성이 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] S.H. Lim, H.S. Choi, B.S. Han "Quench characteristics of current limiting elements in a flux-lock type superconducting fault current limiter" IEEE Trans. on Appl. Supercond., Vol. 16, No. 2, pp. 670-673, June 2006