

모의배전계통에 초전도한류기 적용위치에 따른 고장전류 저감 분석

정중윤, 임지성, 임성훈
 숭실대학교 전기공학부

Analysis on Fault Current Reduction According to Application Location of Superconducting Fault Current Limiter in a Power Distribution System

Jong-Yun Jeong, Ji-Sung Lim, Sung-Hun Lim
 Soongsil University

Abstract - 전력계통에서 등가 임피던스의 감소로 인한 고장전류 증가는 계통의 손상을 일으킨다. 이를 방지하고 안정적인 운영을 위해서 고장전류의 억제가 가장 필요하다. 고장전류를 억제하기 위해 한류기를 사용하게 되는데 근래에 초전도 한류기에 대한 연구가 활발하게 이루어지고 있다. 초전도 한류기는 전류의 크기에 따라 임피던스 값이 변하는 초전도체의 특성을 이용하여 전류를 억제시키는 장치로 본 논문에서는 모의배전계통에 트리거형 초전도한류기의 적용 위치에 따른 고장전류의 저감효과를 비교·분석 하였다.

| | 동작전류 | 복귀전류 |
|---------|------|-------|
| Tr1s | 10A | 10.5A |
| Bus | 4A | 4A |
| Feeder1 | 8A | 8A |

1. 서 론

최근 전력 수요의 증가로 인해 전원설비의 규모가 증가하여 전력계통의 등가 임피던스가 작아지고 있다 이로 인해 전력계통 사고 발생시 고장전류의 크기는 증가하고 있다. 전력계통에서 한류기 역할은 계통사고로 인한 고장전류 발생 시 애자, 차단기 등에 가해지는 기계적, 열적 전기적 스트레스를 제한하는 것이다. 기존의 상전도 한류기는 자체한류기 저항에 의한 손실발생의 단점을 갖고 있지만 이 단점을 극복한 초전도 한류기에 대한 연구가 활발히 진행되고 있는 상황이다.

본 논문에서는 트리거형 초전도한류기 배전계통적용 위치에 따른 고장전류의 저감효과를 비교·분석 하였다.

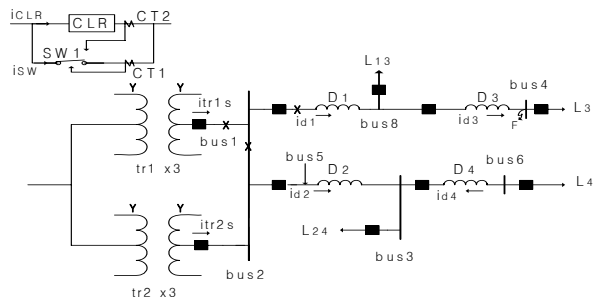
2. 본 론

2.1 실험배경

본 실험은 최근 활발하게 연구되고 있는 초전도한류기를 고장전류로 인한 배전계통의 손상을 막기 위해 다양하게 적용하는 방법을 알아 보기위하여 실시되었다. 실험에 사용한 초전도한류기는 트리거형 초전도 한류기를 사용하였고 모의배전계통을 모델링하여 초전도한류기 위치를 변화시켜 고장전류를 측정하고 비교 분석하였다.

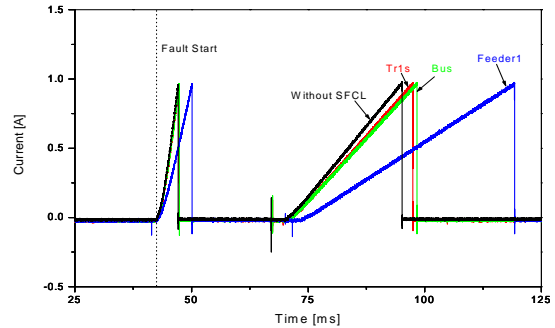
2.2 모의 배전 계통 모델링

그림 1은 트리거상태의 초전도한류기(Superconducting Fault Current Limiter, SFCL) 설치 위치를 표시한 모의 배전계통모델이다. 이 모델에서는 변압기 2차측에 320V의 전압을 인가하였고 CLR의 저항을 1.15Ω으로 설정하였다. X로 표시한 초전도한류기의 위치는 변압기 2차측에 설치한 모델 (Tr1s), 모선에 설치한 모델 (Bus), Feeder 앞단에 설치한 모델 (Feeder1), 한류기를 설치하지 않은 모델 (Without SFCL)로 구분하였다. 그리고 초전도 한류기 위치에 따라 고장 전류 발생시 각각 변압기 2차측, 모선, Feeder 앞단에 설치하였을 때, 한류기를 설치되지 않았을 때, 리크루저의 적분값, D₁에서의 전류, Bus Tie Line에 설치하였을 때의 전류를 비교, 분석하였다. 그리고 각각 한류기 설치 위치에 따른 동작전류와 복귀전류도 아래의 표와 같이 설정하였다.

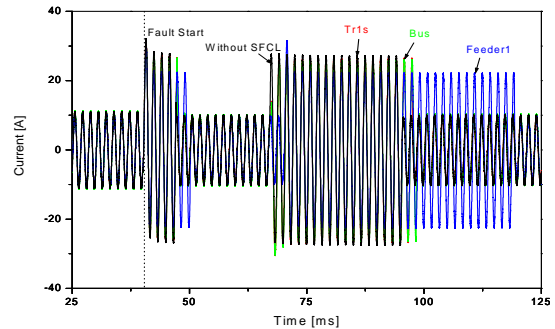


<그림 1> 모의배전계통 실험 회로도

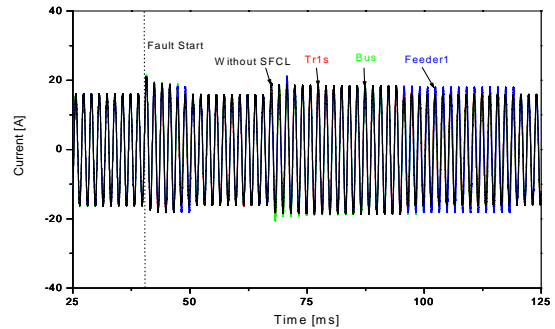
2.3 실험 결과 및 고찰



<그림 2> 고장 발생시 SFCL위치에 따른 리크루저의 적분값



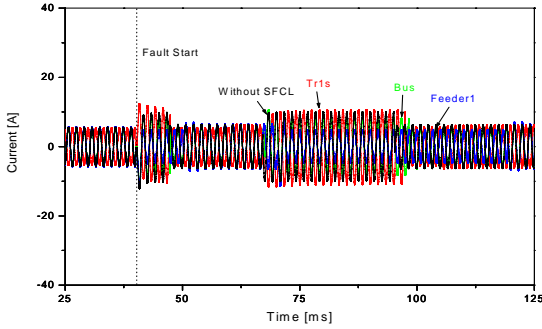
<그림 3> SFCL의 위치에 따른 D₁에서의 전류 파형



<그림 4> SFCL의 위치에 따른 변압기2차측에서의 전류 파형

[참 고 문 헌]

- [1] 유일경, 김진석, 김명후, 임성훈, 문종필, 김재철, “모의 배전계통에 초전도한류기 도입위치에 따른 전류제한 특성”, 한국조명·전기설비학회 2009 춘계학술대회 논문집, pp.97-100
- [2] 이방욱, 강종성, 박권배, 오일성, “전력계통 고장전류 저감을 위한 한류기술 및 초전도 저항형 한류기 개발 동향 분석”, 초전도와 저온공학, 5권 1호, pp.10-17, 2003



〈그림 5〉 SFCL위치에 따른 모선에서의 전류 파형

그림 2는 각각의 초전도한류기를 Feeder앞단(Feeder1), 변압기 2차측(Tr1s), 모선(Bus)에 설치했을 경우와 초전도한류기 비설치시에 대해서 리크루저의 동작을 나타낸다. 이결과 초전도한류기 비설치시에 비교하였을 때 변압기 2차측, 모선에 설치했을 경우는 고장전류 저감효과가 크지 않았지만 Feeder앞단에 설치했을 경우는 현저한 저감효과를 확인할 수 있었다. 초전도한류기로인해 억제된 고장전류는 느린 적분동작을 하기 때문이다.

그림 3, 4, 5는 그림 2와 마찬가지로 초전도 한류기를 Feeder앞단, 변압기 2차측, 모선에 설치했을 경우와 초전도한류기 비설치시에 대해 각각 Di, 변압기 2차측, 모선에서 흐르는 전류를 비교, 분석한 파형이다. 위의 그림들에서도 초전도한류기 비설치시와 비교하였을 때 Feeder앞단에 설치했을 경우가 고장전류 억제에 가장 큰 효과를 냈다. 그림 3에서 보면 Di에서 변압기 2차측, 모선에 설치했을 때보다 작은 고장 전류의 크기와 지속시간을 확인할 수 있다. 그림 4에서도 Feeder앞단에 설치했을 경우가 나머지 경우와 비교했을 때 고장전류 저감효과가 가장 크다는 것을 확인할 수 있다. 그림 5에서는 Feeder앞단에 설치했을 경우가 나머지 경우와 비교했을 때 고장전류가 큰 차이로 작은 값을 나타내는 것을 확인할 수 있다. 하지만 Feeder앞단에 설치했을 경우 고장 발생시 처음 발생하는 고장전류의 크기가 가장 크기 때문에 초전도한류기의 전력 부담이 가장 크다는 것도 알 수 있다. 따라서 Feeder앞단에 설치할 경우 다른 설치위치에 비해 단락용량이 큰 초전도한류기를 고려해야 됨을 예상 할 수 있다.

결국 초전도한류기를 비설치시의 전류파형과 비교했을 때 변압기 2차측, 모선에 초전도한류기를 설치했을 때보다 Feeder앞단에 설치했을 때 고장전류 저감효과가 가장 우수함을 확인하였지만 그에 따른 적절한 초전도한류기가 필요하다.

3. 결 론

본 논문에서는 모의배전계통에 초전도한류기 적용 시 초전도한류기 위치에 따른 고장전류 저감효과를 분석하였다.

초전도 한류기의 특징은 정상시 영저항특성 때문에 손실발생이 없고 계통에 미치는 영향이 없는 것, 고장발생시 신속한 고장전류를 제한함으로써 계통내의 주변기기에 미치는 영향을 최소화 시킬 수 있는 것, 고장제거시에 자동으로 초전도상태로 회복하는 것 등이 있다. 이로 인한 장점은 신속한 고장전류 제한으로 전력계통의 안정성을 확보할 수 있고, 차단기 용량증대비용 및 송전선 설치비용을 줄여 전력설비비를 경감할 수 있다는 것과 고장전류 감소로 인한 주변 전력설비 사고전류 용량 부담이 감소한다는 점이 있다.

이런 특징을 가지고 위의 실험결과와 같이 Feeder앞단에 초전도한류기를 설치한 경우가 변압기 2차측에 설치한 모델 (Tr1s), 모선에 설치한 모델 (Bus), 초전도한류기가 설치되지 않은 원래의 모델보다 고장전류 저감효과가 가장 높은 것을 확인할 수 있었다. 하지만 초기에 발생하는 고장전류의 크기가 Feeder앞단에 설치할 때 가장 크므로 초전도한류기에 발생하는 전력부담도 그만큼 커지기 때문에 설치위치에 따른 적절한 단락 용량을 가진 초전도 한류기가 필요하다.

이를 통해 피더에 초전도한류기를 설치할 경우 변압기 2차측, 모선에 설치했을 때보다 고장전류가 효과적으로 억제되는 것을 확인할 수 있었다. 현재 초전도한류기에 대한 연구가 활발히 이루어지는 것을 감안했을 때 본 실험을 통하여 얻은 자료를 통하여 더욱 고장전류로 인한 배전계통의 손상을 최소화 할 수 있을 것으로 사료 된다.