

2×3구조의 삼상 매트릭스형 초전도 한류기의 고장 유형에 따른 동작특성 비교

정병익*, 조용선*, 최효상*, 정동철**, 황중선***
 조선대*, 우석대**, 전남도립대학***

Analysis Characteristic of 2×3 Three Phase Matrix-type SFCL by fault type in power system

Byung-Ik Jung*, Yong-Sun Cho*, Hyo-Sang Choi*, Dong-Chul Chung**, Jong-sun Hwang***
 Chosun University*, Woosuk University**, Jeonnam provincial College***

Abstract - 매트릭스형 초전도 한류기는 구조의 특성상 여러개의 초전도 소자가 삽입되게 되었다. 이러한 여러개의 초전도 소자들 중 어느 한개가 열화되거나 고장이 발생했을때 한류 동작이 정상적으로 이루어지지 않는다면 안정성면에서 신뢰성을 얻기는 힘들 것이다. 따라서 본 논문에서는 직·병렬로 연결된 초전도 소자의 고장 소자의 위치에 따른 한류기의 동작특성을 비교 분석하였다. 삼상 매트릭스형 초전도 한류기의 trigger part와 current-limiting part의 초전도 소자 단선시 사고전류 제한 특성과 정상동작하는 초전도 소자의 전압특성을 비교 분석하였다.

1. 서 론

현재 우리나라의 전력계통은 송전선로 짧고, 설비 증설로 인한 전력 수요 증가로 인해서 사고시 사고전류의 크기가 커지는 문제를 안고 있다. 이러한 대책으로 차단기와 같은 보호기기를 설치하고 있지만 차단전류의 크기에 미치지 못하고 있다. 이러한 상황에서 대두된 것이 초전도한류기이다. 초전도한류기는 정상동작시 0저항특성으로 인해 손실없이 동작하게 되지만 사고시엔 큰 임피던스를 발생시킴으로써 사고전류를 제한하게 된다. 본 논문에서는 매트릭스형 초전도 한류기 자체 고장 유형에 따른 계통의 사고 발생시 사고전류 제한 특성에 대한 동작 특성을 비교 했다.

2. 본 론

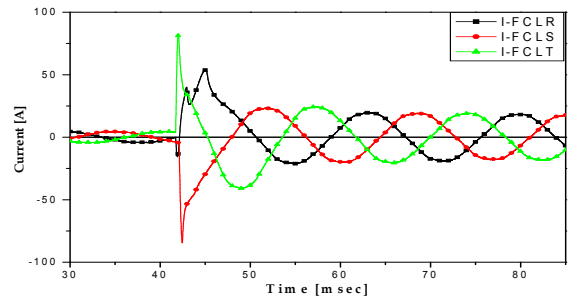
2.1 구조 및 실험 방법

매트릭스형 초전도한류기는 trigger part와 current-limiting part로 나뉘어 진다. 각 part의 초전도 소자가 파괴되었을 경우 정상적인 사고전류제한 역할을 수행할 수 있는지에 대한 동작특성을 분석하였다. 그림 1 매트릭스형 초전도 한류기의 등가회로도도 나타낸 것이다. 그림 1에서 원으로 표시된 부분은 고장이 발생한 초전도 소자를 나타낸 것이다. 여기서는 삼상 초전도 한류기에서 발생할 수 있는 사고 유형을 설정하여 실험을 진행하였다. R상, S상, T상의 각 초전도소자 한개 또는 두개가 단선된 것을 나타낸다. 실험에서 인가전압은 280V이고, 자장인가 리액터 (Trigger part reactor)는 570턴을 기준으로 하였다. R, S상에서 초전도 한류기의 소자 한 개를 단선 시켜서 사고시 동작특성을 분석하였다.

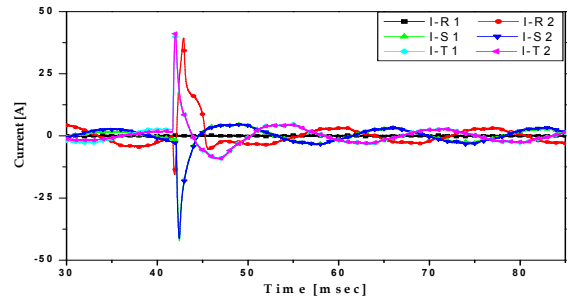
2.2 실험 결과 및 고찰

2.2.1 Trigger part의 초전도 소자 단선시

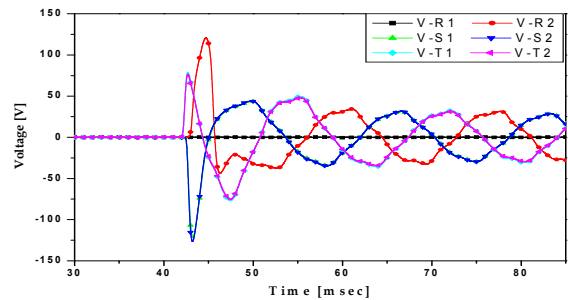
Trigger part는 초전도 소자의 켄치시 자장인가 리액터로 분류된 전류로 인해 w장을 발생시켜 current-limiting part의 초전도 소자로 인가하는 역할을 수행한다. 본 가정에서는 trigger part의 초전도 소자가 어떠한 이유로 동작하지 않더라도 trigger part의 역할을 원활히 수행하고 나아가 사고전류의 제한 역할을 수행할 수 있는지를 분석하기 위한 것이다. 3선 지락사고 발생시 S와 T상의 사고전류는 예상대로의 제한특성을 보였으며, R상의 경우 R-1의 단선으로 trigger part에서 R-2가 사고전류를 부담하게 된다. 그러므로 병렬로 연결된 자장인가 리액터와의 임피던스비에 의해 사고전류가 감소하여 흐른다는 것을 확인할 수 있다. 그림 1.(b), (c)에서 trigger part에 있는 초전도 소자 R-1의 단선으로 인해 동상에 있는 R-2의 초전도 소자에 흐르는 전류 및 발생하는 전압이 증가하는 것을 볼 수 있다. 이것은 R-2만의 켄치로 인해 trigger part의 임피던스가 증가하기 때문이다. current-limiting part는 초전도 소자에 특정 사고가 발생하지 않았으므로 사고전류제한 역할을 잘 수행하였다.



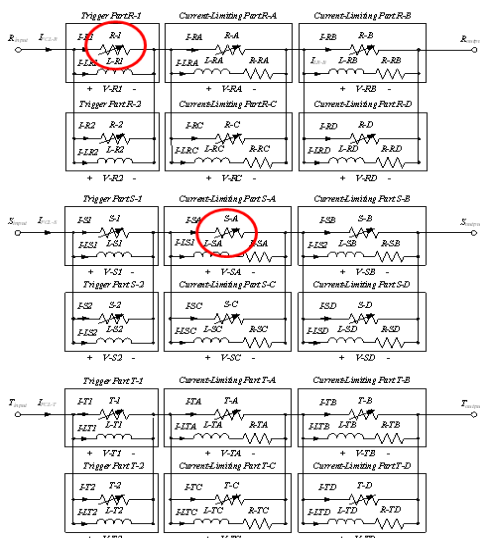
(a) 사고전류 제한 특성 곡선



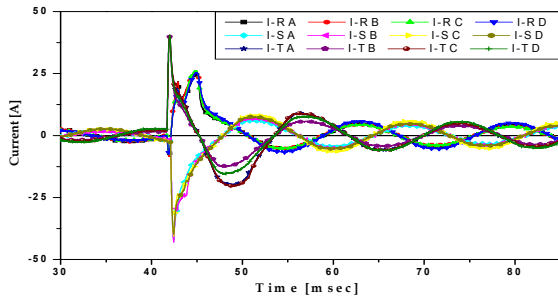
(b) Trigger part의 초전도 소자 전류



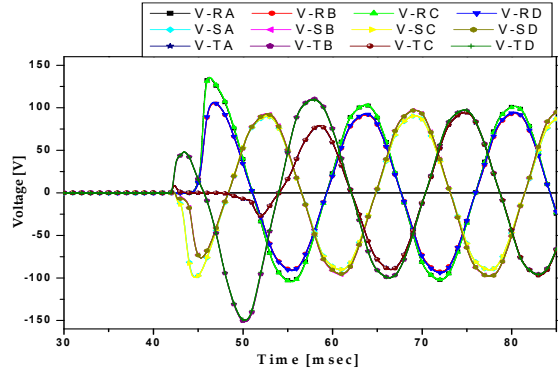
(c) Trigger part의 초전도 소자 전압



〈그림 1〉 매트릭스형 초전도한류기 등가회로도



(d) Current limiting part의 초전도 소자 전류



(e) Current limiting part의 초전도 소자 전압

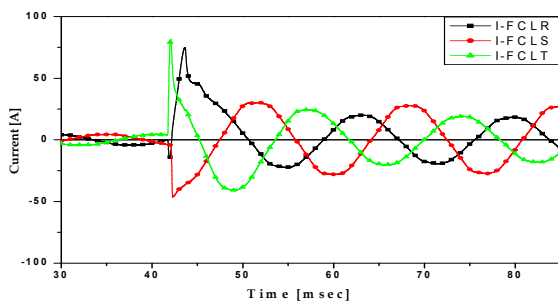
<그림 2> 초전도 소자 R-1의 단선 시 사고전류제한 특성곡선

2.2.2 Current-limiting part 초전도 소자 단선시

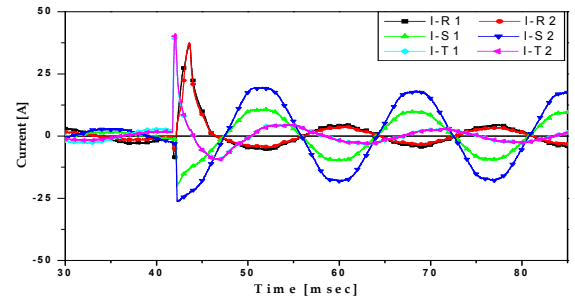
Current-limiting part는 4개의 초전도 소자가 직·병렬로 연결되어 있으며, 각 초전도 소자에는 직렬 연결된 선트저항과 선트리액터가 병렬로 연결되어 있다. 여기서는 current-limiting part의 초전도 소자 1개를 단선시킴으로써 사고전류의 제한 역할 수행 여부를 확인, 분석하였다. 그림 3. (a)에서 사고가 발생한 S상의 사고전류가 다른 상보다 적게 흐른다는 것을 확인할 수 있다. 이것은 S-A의 단선으로 인해 S-C의 초전도 소자만이 동작하게 되어 병렬로 연결된 선트저항 및 선트리액터와의 임피던스에 의해 사고전류가 감소하여 흐른다는 것을 확인할 수 있다. 그림 3. (c), (e)를 통해 초전도 소자 S-b에서 발생하는 전압이 다른 상의 초전도 소자에서 발생하는 전압보다 높다는 것을 확인할 수 있으며, S 상에 있는 나머지 초전도 소자는 켜지지 않은 것을 확인할 수 있다.

3. 결 론

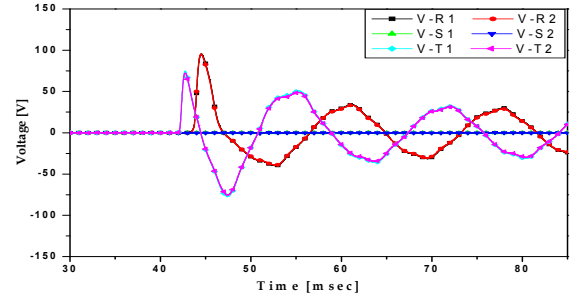
전력계통내의 설비 증설로 인해 사고시 그 피해 또한 증가하였다. 이러한 사고시 사고전류를 감소시키기 위해 고안된 초전도한류기는 계통 적용을 위해서 경제성 안정성 신뢰성 등이 고려되어야 한다. 어떤 상황에서도 안정적으로 동작이 가능해야만 그 역할을 제대로 수행한다고 말할 수 있을 것이다. 여기서는 매트릭스형 초전도한류기의 구조에서 개별 초전도 소자 중 어느 하나에서 고장이 발생했을 때 사고전류를 제한하는 정상 동작이 가능한지를 알아보았다. trigger part와 current-limiting part의 초전도 소자 각각 한 개씩 고장이 발생했을 경우 사고전류의 크기에 차이는 생기지만 직·병렬로 연결된 초전도 소자로 인해서 정상 동작하는 것을 확인할 수 있었다. 하지만 이런 사고가 발생할 경우 주변 소자들에 부담을 가중시켜 소자가 열화를 가속화 시킬 우려가 있다.



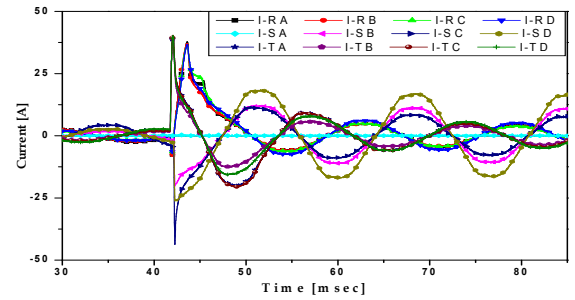
(a) 사고 전류 제한 특성



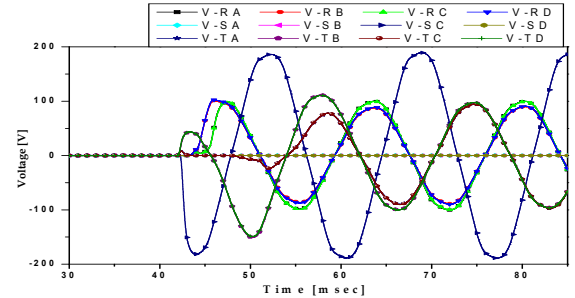
(b) Trigger part의 초전도 소자 전류



(c) Trigger part의 초전도 소자 전압



(d) Current limiting part의 초전도 소자 전류



(e) Current limiting part의 초전도 소자 전압

<그림 3> 초전도 소자 S-A의 단선 시 사고전류제한 특성곡선

[참 고 문 헌]

- [1] Hyo-Sang Choi, Yong-Sun Cho, and Sung-Hun Lim, "Operational characteristics of hybrid-type SFCL by the number of secondary windings with YBCO films", IEEE Trans. Appl. Supercond, Vol. 16, No. 2, pp. 719-722, 2006.
- [2] D.C. Chung, H.S. Choi, N.Y. Lee, G.Y. Nam, Y.S. Cho, T.H. Sung, Y.H. Han, B.S. Kim, S.H. Lim, "Optimum design of matrix fault current limiters using the series resistance connected with shunt coil", Physica C, Vol. 463, pp. 1193-1197, 2007.
- [3] 산업자원부, "10kVA급 매트릭스형 초전도 한류기 개발(연구 보고서)", 2007.