

## 전력계통의 사고전류 저감 설비별 특성 비교

박형민, 최효상, 조용선, 임성훈\*, 황종선\*\*  
조선대학교, 전북대학교 공업기술연구소, 남도대학\*

### Comparison of Fault Current Limiting Characteristics According to Facility in Power System

Hyoung-Min Park, Hyo-Sang Choi, Yong-Sun Cho, Sung-Hun Lim\*, Jong-Sun Hwang\*\*  
Chosun University, \*Research Center of Industrial Technology Engineering Research Institute, \*\*Namdo University

#### Abstract

We investigated the fault current limiting characteristics according to the various facilities in power system. Power systems are becoming larger and larger for meeting electric power demand. Therefore, the over-currents resulting from contingencies such as short circuits are increasing higher, which causes the ratings of circuit breakers(CBs) to increase. Upgrading or replacement of CBs is not difficult from the technical and economical point of view. Bus split is being adopted into a part of 154 kV power systems, but it has adverse effects such as overload to neighboring power systems, increased voltage fluctuation, and decreased power system stability. For 345 kV power systems, the bus split measure is not feasible and dc reactors are being suggested. The superconducting fault current limiter is a protection gear of new concept that limits fault current automatically in a few milliseconds. It can also provide the effect of CB capacity increase, relaxation of power machine criteria, enhancement in power system reliability, and flexible power system operation.

**Key Words** : facility, circuit breakers, bus split, dc reactors, superconducting fault current limiter

#### 1. 서론

국내의 현 전력계통은 최대 수용증가에 따른 지속적인 설비 증설로 등가임피던스가 점점 감소되고 있다. 이에 따라 사고시의 고장전류가 계속 증대되어 송전 계통내의 차단기들 중에 차단내력을 초과하는 개소도 증가하고 있다. 따라서 사고가 발생하였을 시 고장전류를 안정적으로 제어할 수 없으므로 전기선로 및 송전계통상의 전력설비까지 제어할 수 영향을 줌으로써 그 피해가 막대할 거라 예상된다.

본 논문에서는 고장전류 증대에 대처 할 수 있는 방법을 설비별로 조사하였고 그 특성을 비교·분석한 결과 고온 초전도 전류제한기가 다른 설비방법의 문제점을 해결하면서 효과적으로 고장전류를 제한하는 이상적인 한류기임을 알 수 있었다[1-5].

#### 2. 설비별 특성비교

##### 2.1 차단기

차단기란 전로에 고장이 없을 때 정상 전류의 개폐를 수행할 수도 있고 단락등의 고장으로 인해 비정상적으로 큰 전류가 흐를 경우에도 개폐할 수 있는 장치이다. 송전 선로의 송전단이나 수신단에 넣는 차단기는 가장 중요한 구실을 하고 있으며 특히 송전선에 전압이 높고 전원의 용량이 커져 있을 때는 고장시의 전류는 매우 커서, 이것을 확실하게 개폐할 수 있는 차단기는 정확성이 중요하여 기술적으로 난이도가 높은 차단기이다. 전로를 차단하는 데는 고정 접촉자와 가동 접촉자를 설치하여 보통 때 이것들을 밀착시켜 놓고 전류가 흐르게 하고 있는데, 선로의 어딘가에서 생긴 고장으로

로 대전류가 흘렀을 때는 가급적 빨리 가동부를 고정부에서 떼어 내어 전류를 단절시킨다.

이때 반드시 아크가 생기는데, 이 아크를 빨리 끄는 것이 첫째 문제이며, 이 때문에 두 접촉자를 절연유 속에 두는 것, 고압의 공기나 가스 속에 두는 것, 아크에 자기장을 걸어 아크를 확대해서 끄는 것 등이 있는데 이에 따라 각각 유입·공기·가스·자기 차단기라고 한다.

국내의 154 kV 전력계통의 경우 고장전류가 차단기의 차단내력을 이미 초과하기 시작하였으며(411 변전소 중 146개소(35.5%), 이에 대한 대책으로는 차단내력이 작은 차단기(31.5 kV)들을 큰 차단기(50 kV)들로 점진적으로 교체하고 있다. 그러나 차단기 교체와 같은 고장전류 대책은 대용량 차단기 교체에 따른 경제적인 부담이 따르며, 현실적으로도 차단기 구성요소를 포함한 차단기 동작의 기술적인 한계에 부딪히고 있다.

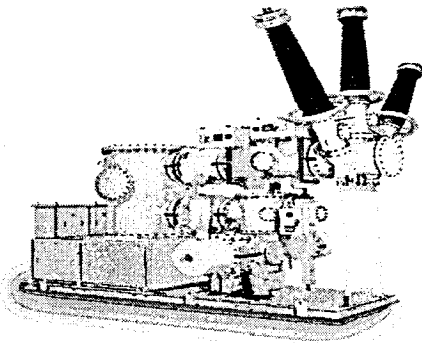


그림 1. 차단기

### 2.2 모선분리 및 리액터설치

빠른 기간에 적은 비용으로 실현 가능한 계통 고장전류 저감 대책은 모선분리와 직렬리액터 설치이다. 특히 모선분리와 직렬리액터 설치는 전력 계통이 분리된다는 공통점을 가지고 있다. 모선분리는 분리된 모선간의 임피던스를 무한대가 되게 하는데 반하여 직렬리액터 설치방안은 분리된 계통간에 한정된 임피던스를 삽입하는 것이다. 최적 계통분리 위치를 찾는 것은 모선분리나 직렬리액터 설치 둘다 중요하다. 모선분리는 별도의 설비투

자 없이 즉시 실시할 수 있는 장점이 있으나 인접설비 과부하 발생, 전압변동 심화, 전력공급 신뢰도 및 안정도 저하등을 감수해야 하는 큰 문제점이 있다. 직렬리액터 설치의 구조가 간단한 장점이 있으나 전압강하의 발생과 정상 운전시 손실이 발생한다. 또한 넓은 설치공간이 필요하다는 문제점이 있다.

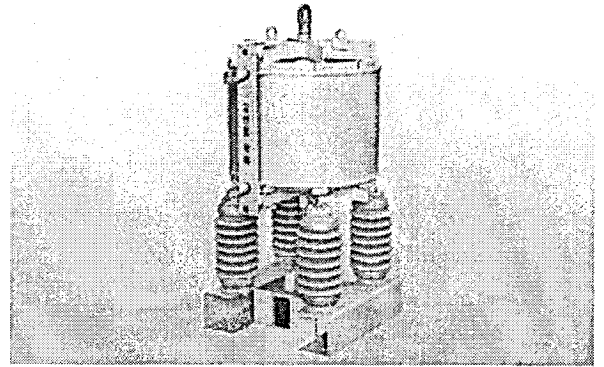
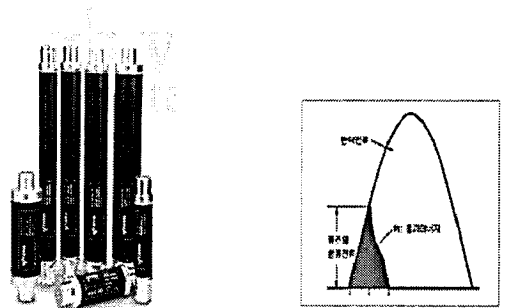


그림 2. 리액터

### 2.3 퓨즈

퓨즈는 계통에서 부하전류는 작으나 고장전류가 커지는 회로에서 고장전류를 차단할 목적으로 사용된다. 이에 따른 퓨즈의 기능은 부하전류를 안전하게 통전 시키고 일정값 이상 과전류는 오동작 없이 차단하여 전로나 기기를 보호한다. 차단기와 협조 설치하여 후비보호 기능이 완벽한 기기이다.



그러나 수동으로 교체해야 하는 문제점이 있다.

그림 3. 퓨즈

2.4 고 임피던스 기기 채용

고 임피던스 기기 채용은 765/345kV 변압기 2차측인 인접 345kV 고장전류가 765kV 전압 격상과 이에 수반하여 인접 345kV 연계선로 분리효과로 고장전류가 그렇게 크지 않기 때문에 765/345kV 변압기의 경우 임피던스를 크게 할 필요가 없다. 345/154kV 변압기의 경우 임피던스를 증가시키면 변압기 2차측인 154kV측 고장전류는 어느정도 억제되지만 변압기 1차측인 345kV측 고장전류는 거의 변화가 없다. 그러므로 고 임피던스 기기채용은 비효율적이다.

2.5 고온초전도 전류제한기

고온초전도 전류제한기의 특성은 사고시 동작을 위한 외부의 제어장치나 사고 감지장치 없이 동작한다는 점과 수 msec 이내에 사고전류를 제한하는 신속한 동작특성을 들 수 있다. 이러한 점 때문에 기존의 회로 차단기와는 비교할 수 없는 빠른 시간에 계통에 관련된 전력기기를 보호할 수 있다. 기존의 보호 장치를 보완하여 설치 할 경우, 기존 차단기의 용량 증대효과, 전력기기 기준완화 및 계통의 신뢰도 향상을 도모할 수 있다. 또한 사고제거 후 빠른 응답과 자동복귀가 가능하다고 정상 운전시 제로 저항에 의한 저 손실, 과부하등에 영향이 없으며, 고임계전류 밀도에 의한 기기의 소형화 및 환경 친화적인 장점이 있다.

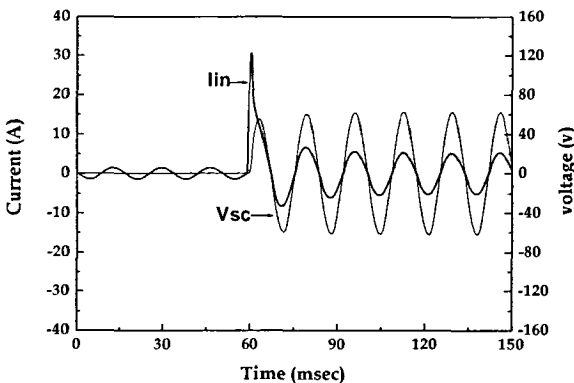


그림 4. 고온초전도전류제한기 전류제한 특성

3. 결 론

본 논문에서는 고장전류 저감 대책방안을 각 설비별로 특성을 분석하였다. 분석결과 차단기 교체방안은 신뢰도가 높은 이점이 있는 반면에 기술적인 한계와 경제적 부담이 있었다. 리액터 설치의 구조가 간단하지만 전압강하의 발생과 정상운전시 손실발생의 문제점이 있었다. 퓨즈의 경우 수동으로 교체하는 단점이 있었다. 고임피던스 기기채용은 비효율적인 대책방안 이었고, 모선분리의 경우는 인접설비의 과부하 발생과 안정도 저하등의 문제점이 있었다. 고온초전도 전류제한기는 정상상태에서 임피던스가 제로이고 빠른 사고 감지와 신속한 복귀를 할 수 있으며 신뢰성이 높고 경제적이기 때문에 이상적인 전류제한기라 볼 수 있으며 다른 대책방안의 문제점을 효과적으로 해결할 수 있는 신 개념의 보호기이라 할 수 있다. 그러나 상온에서 동작할 수 없기 때문에 액체질소를 담근채 사용해야 하는 문제점을 해결해야 하겠다.

참고 문헌

- [1] 김영선, 이강완, “ 고장전류 저감을 위한 345kV 직렬리액터 설치검토”, 전기저널, Vol. 1, No. 1, p. 37, 2000.
- [2] R. K. Smith, P. G. Slade, M. Sarkozi, E. J. Stacey, J. J. Bonk, and M. Mehta, “Solid state distribution current limiter and circuit breaker: application requirements and control strategies”, IEEE Trans. Power Deli., Vol. 8, No. 3, p. 1155, 1993.
- [3] Willi Paul and Makan Chen, “Superconducting control for surge currents”, IEEE Spectrum, Vol. 35, No. 5, p. 49, 1998.
- [4] 박형민, 임성훈, 박충렬, 최효상, 한병성 “자속구속형과 저항형 초전도 전류제한기의 특성 비교”, 전기전자재료학회논문지. 18권 4호 p. 363, 2005
- [5]. 임성훈, 최명호, 이현수, 한병성, “차폐유도형 고온초전도 전류제한기의 설계 및 특성 시뮬레이션”, 전기학회논문지, 48권, 3호 p. 173, 1999.