

## 실계통적용을 위한 초전도한류시스템에 대한 연구

### A study on SFCL systems for power system application

이승렬\*, 김종율\*\*, 윤재영\*\*\*

Seung Ryul Lee\*, Jong-Yul Kim\*\*, Jae Young Yoon\*\*\*

**Abstract:** The recovery time of developing SFCL(Superconducting Fault Current Limiter) has an uncertainty. In general, the recovery time is estimated at 1 sec and more, even though the progress of SFCL technology is considered. However, auto reclosing time of circuit breaker is 0.3 sec in Korean power system. It is impossible to apply only one SFCL to power system because the recovery time is over the reclosing time of protection system. This study proposes two new SFCL systems for power system application. The proposed systems consider auto reclosing action for the protection in practical power system and consist of tow parallel SFCLs.

**Key Words:** superconducting fault current limiter, FCL, power system, auto reclosing, power system protection.

#### 1. 서 론

전력수요의 지속적인 증가에 따른 발전단과 송배전망의 증강으로 현재 전력계통에서 고장전류가 차단기의 차단용량을 초과하는 등 심각한 문제점으로 대두되고 있다. 현재 국내계통에서는 고장전류 문제 해소책으로서 345kV 변전소간 154kV 연계선로 분리, 모선분리, 직렬리액터 설치, 대용량 차단기 도입 등 다양한 방안을 고려하고 있다[1,2]. 그러나 이러한 대책방안들은 계통신뢰도 및 계통안정도를 저하시키거나 비용이 많이 든다는 단점을 갖고 있으며, 또한 이러한 방안들은 근본적인 고장전류 저감책이라고 할 수는 없다. 이처럼 고장전류 문제가 심화되고 있는 시점에서 대두되고 있는 고장전류 저감책 중의 하나가 초전도한류기이며, 현재 실계통적용 이전의 초보단계로서 prototype 초전도한류기가 개발된 상태이다. 이와 함께 국내계통에서의 초전도한류기 적용을 위한 계통해석관점 연구역시 기본적인 수준에 불과하다. 특히, 전력계통 보호협조관점에서의 연구는 정성적 검토수준으로서 매우 기초적인 연구만이 수행된 상태이다. 계통보호관점에서 문제점으로 대두되고 있는 사항 중 하나가 초전도한류기의 복귀시간과 자동재폐로 동작시간과의 상충점이다. 현재 국내에서 개발 중인 초전도한류기의 복귀

시간이 1초 이상일 것으로 예상되는 반면 자동재폐로 동작시간은 0.3초로서, 계통고장발생시 초전도한류기의 복귀시간 이전에 자동재폐로 동작을 하게 되므로 계통 운영상 문제점이 발생할 것으로 판단되지만 현재까지 이에 대한 상세연구는 전무한 상태이다. 이에 따라 본 연구에서는 초전도한류기의 기기특성과 실계통 보호시스템의 자동재폐로 동작과의 상관관계를 검토하여, 초전도한류기를 병렬로 연결구성하여 실계통 운영을 반영한 현실적인 초전도한류시스템을 제안하였다.

#### 2. 초전도한류기 기본특성

초전도한류기의 기본 응용특성 및 효과를 살펴보면 다음과 같다. Fig. 1에서 나타낸 바와 같이 초전도한류기는 계통고장으로 인해서 고장전류가 Quenching 개시전류(임계전류)  $I_Q$ 를 넘는 경우 초전도상태가 파괴되어 Quenching 상태가 되며, 초전도기기의 저항이  $R_Q$ 에 따라서 증가하다가 시정수  $t_1$ 이 지난 후에 최종 저항값인  $R_{final}$ 을 갖게 된다. 또한 계통고장이 제거된 후 고장전류가 감소하여 Recovery 개시전류  $I_R$  이하가 되면 초전도한류기는 Recovery 상태가 되어 일정 시정수  $t_2$ (복귀시간-Recovery Time) 후에는 다시 초전도상태로 복귀하게 된다.

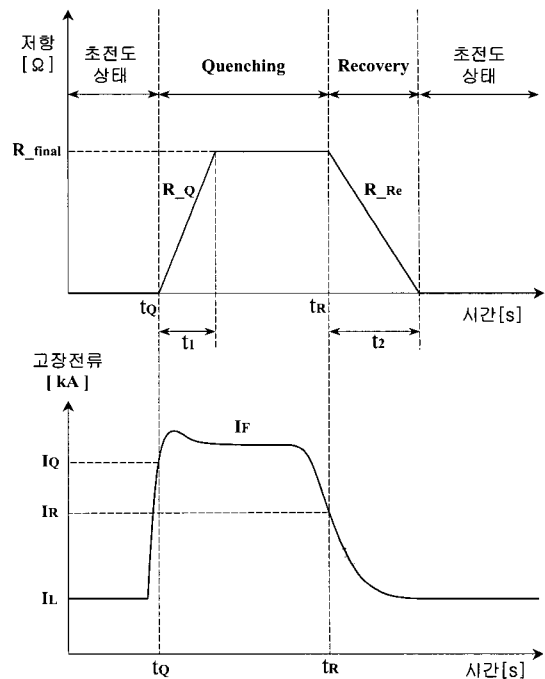


Fig. 1. Basic characteristic of SFCL.

\* 정 회 원 : 한국전기연구원 연구원  
 \*\* 정 회 원 : 한국전기연구원 연구원  
 \*\*\* 정 회 원 : 한국전기연구원 책임연구원  
 원고접수 : 2005년 02월 14일  
 심사완료 : 2005년 03월 08일

### 3. 송배전선로용 초전도한류시스템

#### 3.1. 송배전선로용 초전도한류시스템 도입필요성

기기개발자에 의하면, 현재 국내에서 개발 중인 저항형 초전도한류기는 미래의 기술발전을 고려하더라도 복귀시간이 1초 이하가 되기는 어려울 것으로 예상된다. 따라서 본 연구에서는 초전도한류기 복귀시간을 1초 이상으로 가정하였다. 이는 전력계통 내의 보호 중 자동재폐로 동작특성과 상충되는 점이 있다. 즉, 차단기의 재투입시간은 약 0.3초인 반면 초전도한류기의 이를 초과하기 때문에 초전도한류기를 단독으로 전력계통에 적용하는 것은 불가능할 것으로 판단된다.

전력계통에 초전도한류기를 적용하는 경우, 초기 고장에 의해 초전도한류기가 정상 동작하여 켜치되고, 계통보호시스템에 의해서 고장발생 이후 6cycle 이내에 고장선로가 개방하게 된다. 이와 동시에 초전도한류기에는 고장전류가 흐르지 않게 되며 복귀상태가 된다. 또한 고장선로 개방 이후 0.3초가 되는 시점에 전력계통에서 자동재폐로 동작을 하여 고장선로를 재투입하게 된다.

고장선로 재투입시 만약 고장이 지속되고 있으면 고장선로를 다시 6cycle 이내에 개방하며, 복귀상태의 초전도한류기는 고장선로가 재투입된 6cycle동안 다시 고장전류를 통전해야 한다. 현재 개발 중인 초전도한류기의 켜치지속가능 시간과 고장전류의 2회 연속통전시 정상동작 가능성 등에 대한 명확한 데이터는 미흡한 실정이다. 기기개발관련 전문가에 의하면 초전도한류기 자체의 열용량 등 기타 관점에 볼 때, 고장전류가 통전하게 되는 12cycle(자동재폐로시 고장이 지속되는 경우, 최초 고장지속시간 6cycle과 재투입시 고장지속시간 6cycle)동안 초전도한류기의 정상동작 가능성에 대해서 낙관적인 예측을 하고 있다. 그러나 현재 이와 관련하여 불확정적 요소가 존재하므로 명확한 결론을 내리기에는 약간의 어려움이 있으며, 향후 이에 대한 연구는 지속적으로 이루어져야 할 것이다.

고장선로 재투입시 만약 고장이 제거된 상태의 경우에는 선로개방 없이 정상운전을 하게 된다. 이 경우, 고장선로의 재투입으로 인하여 복귀상태에 있던 초전도한류기에 지속적인 부하전류가 흐르게 되는데, 초전도한류기는 켜치저항을 유지하고 있는 상태이며 이에 따라 수 초(초전도한류기 복귀시간)동안 켜치저항에 의한 열이 발생할 것을 예상된다. 결국, 초전도한류기의 냉각능력 또는 열용량을 초과한 열발생에 의해서 초전도한류기가 파손되거나, 혹은 복귀상태에 있던 초전도한류기가 정상적으로 복귀되지 않을 가능성이 존재한다. 또한, 계통운영측면에서 보면 초전도한류기의 복귀동안 한류저항에 의해 부하전류가 제한되어 정상상태보다 선로조류가 줄어들게 된다. 이러한 경우, 인근 선로에 우회조류가 흐르게 되어 선로과부하를 발생시킬 가능성 역시 내포하고 있다.

이처럼 현재로서는 초전도한류기 단독으로 적용하는 경우, 자동재폐로시 고장지속여부에 관계없이 문제점이 발생할 여지가 있다. 최악의 경우, 송전선로에 적용된 초전도한류기가 정상동작을 하지 못하고 파손된다면 고장전류가 저감되지 않고 차단기의 정격을 초과하여 차단기가 정상동작을 못하게 될 가능성도 있다.

송전계통은 배전계통과 달리 루프구조로 되어 있기 때문에, 일반적으로 고장발생시 고장전류가 선로 양방향을 통해서 유입된다. 따라서 이러한 경우 만약 선로 양단간의 연결성이 크다면, 초전도한류기가 파손되어 고장선로의 한쪽 단을 차단하는 역할을 하더라도 고장전류가 우회하여 초전도한류기가 설치된 상대단의

차단기를 통해서 흐름으로서 50kA 이상의 고장전류가 통전될 가능성 역시 완전히 배제할 수는 없다.

본 연구에서 이와 같은 문제점을 해결하기 위하여 초전도한류기의 기본특성과 동작 시퀀스 및 전력계통의 자동재폐로 동작과의 상호작용 등을 동시에 고려한 송배전선로용 병렬 초전도한류시스템을 제안하였다.

#### 3.2. 제안 시스템 구성 및 동작시퀀스

3.1절에서 설명한 바와 같이 초전도한류기를 송배전선로에 단독으로 적용하기에는 여러 가지 문제점이 있으므로 이러한 기술적 문제점을 해결하기 위해서 Fig. 2와 같은 송배전선로용 초전도한류 시스템을 고안하였다.

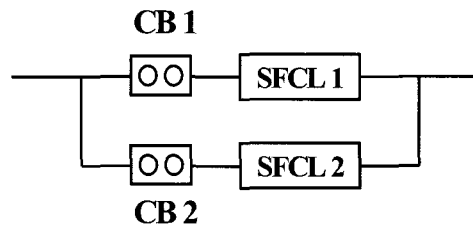
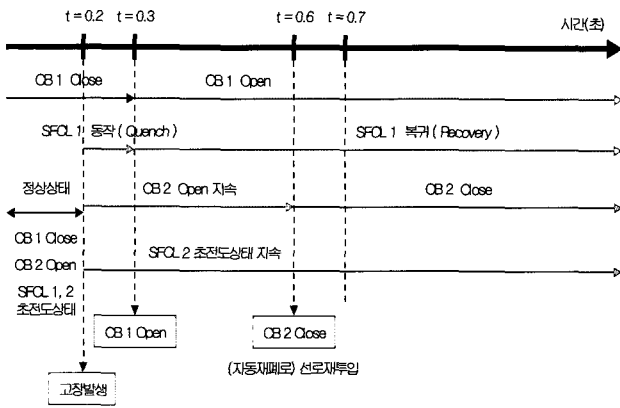


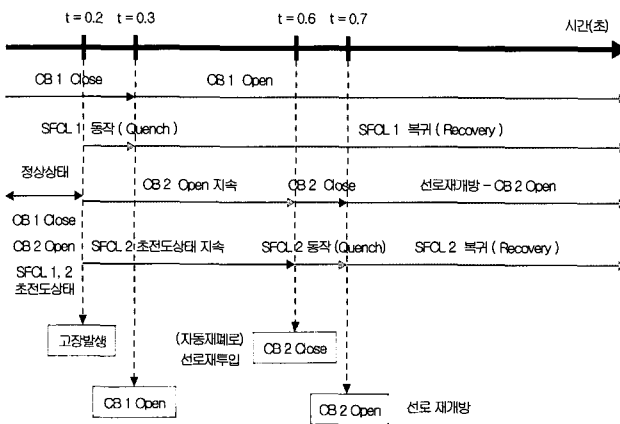
Fig. 2. SFCL system for transmission and distribution line application.

본 시스템은 초전도한류기와 직렬 연결된 차단기 SET을 병렬로 구성한 초전도한류시스템으로서, 각각의 초전도한류기에 연결되어 있는 차단기 중 하나는 상시투입, 나머지 하나는 상시개방 운전한다. 실 전력계통에서 본 초전도한류시스템이 송배전선로에 연결되어 있을 경우, 고장이 발생하면 상시투입 되어있는 초전도한류기1(SFCL1)이 동작(Quench)하여 고장전류가 차단용량 이하로 감소되고 차단기1(CB1)은 성공적으로 개방됨으로써 초전도한류기1은 복귀과정을 거치게 된다. 이후 상시개방 되어있는 차단기가 투입되고 재투입시간이 경과한 이후 고장지속여부에 따라서 초전도한류기2(SFCL 2)의 상태가 초전도상태 지속되어 정상운전하거나 고장전류에 의해 다시 동작하게 된다. 이는 실 전력계통의 송배전선로에 초전도한류기를 적용하기 위해서 반드시 해결해야 하는 초전도한류기의 복귀시간 지연에 따른 문제점을 해결한 초전도한류시스템으로서, 실 전력계통의 고장상태와 재투입상태를 고려한 현실적인 적용방안이다. 본 초전도한류시스템의 동작 시퀀스는 아래와 같으며 이를 도시화하면 Fig. 3과 같다.

- 정상상태 : CB 1 Close, CB 2 Open
- 고장발생(t=0.2초) : SFCL 1 동작(Quench)
- 고장선로 개방(t=0.3초)
  - CB 1 Open → SFCL 1 Recovery
- 고장선로 재투입(t=0.6초)
  - CB 1 Open 지속, CB 2 Close
- 고장제거시 (t=0.6초 이후)
  - 정상운전, SFCL 2 부동작(초전도상태) → 정상운전
- 고장지속시 (t=0.6초) : SFCL 2 동작(Quench)
- 고장지속시 (t=0.7초)
  - 고장선로 재개방(CB 2 Open) → 영구고장, SFCL 2 복귀(Recovery)



(a) Fault clear state in auto reclosing.



(b) Fault state in auto reclosing.

Fig. 3. Operating sequence of SFCL system for transmission and distribution line application.

#### 4. 모선배치용 초전도한류시스템

##### 4.1. 모선배치용 초전도한류시스템 도입필요성

초전도한류기의 적용대상으로 전력계통 내의 모선과 송배전선로를 생각할 수 있으며, 고장전류 문제 개소에 따라서 적합한 방안을 채택해야 한다. 송전/배전선로는 전력을 수송하기 위한 도로로서 직선으로 연결된 진선으로서 초전도한류기는 해당 송전/배전선로에 직렬로 연결되어 있다. 송전/배전선로에 직렬로 연결된 초전도한류기는 한류기 2대를 병렬로 연결한 방식 등 다양한 시스템으로 구성될 수 있다. 이에 반해, 변전소 모선은 여러 개의 송전 혹은 배전선로 및 변압기가 공동으로 접속되어 있는 장소이며, 전압계급, 계통운영방식, 공급신뢰도 등을 감안하여 단일모선, 이중모선, 1.5 모선방식 등 다양한 구성방식을 가지고 있다. 초전도한류기를 송전/배전선로에 직렬로 연결하는 대신에, 변전소모선에 접속하는 경우 아래와 같이 기술적 특성이 완전히 상이하다.

- 초전도한류기를 변전소모선에 접속하는 경우 송전/배전선로 직렬연결 할 때 보다 고장전류 저감효과가 훨씬 크다. 이는 변전소모선이 고장전류의 유입통로가 되는 송전/배전선로 및 변압기의 공통접속점이기 때문이다.

○ 송전/배전선로에 연결할 때는 변전소 내부에서 해당 송전/배전선로 인출점에 단순히 직렬연결하면 되기 때문에 연결방식 자체는 단순하며, 특정 선로 내부의 연결위치에 따라서 고장전류 저감효과가 달라지는 않는다. 즉, 초전도 한류시스템의 구성방식에 따라서만 한류특성이 변화된다. 하지만, 변전소 모선은 다양한 구성과 단로기 등의 여타 기기로 구성되어 있으며, 모선내부의 여러 선로와 변압기 접속에 따라서 어느 위치에 어떤 방식으로 접속하느냐에 따라서 고장전류 저감효과가 크게 달라진다. 모선접속방식에 따라서 실제 전력계통 운영시에 미치는 영향도 크게 달라지므로 이를 고려하여 초전도한류시스템을 고안하여야 한다.

위와 같은 이유 때문에 변전소 모선배치용 초전도한류시스템은 송전/배전선로용 초전도한류시스템과 그 구성방식이 전혀 다르다. 다만, 초전도한류기를 변전소 모선에 적용하는 경우에도 송배전선로 적용의 경우와 같이 고장전류 통전이후 초전도한류기의 복귀시간 (Recovery Time)이 선로 재투입시간(Reclosing Time)보다 긴 특성은 여전히 존재한다. 따라서 모선에 근접한 근거리선로에서 고장이 발생할 때 초전도한류기에 임계전류 이상의 고장전류가 흘러서 Quench될 가능성 역시 존재한다. 즉, 초전도한류기의 적용개소에 따라서 기술적인 특성이 달라지는 요소가 있으므로, 이를 고려하여 초전도한류시스템을 적용하여야 한다.

본 연구에서 실제 전력계통의 초고압변전소 모선방식, 모선내부에서의 위치에 따른 기술적 차이, 계통보호관점 자동재폐로 응답특성 등을 고려하여 실 계통의 변전소모선용으로 적용할 수 있는 현실적인 초전도한류시스템을 고안하였다.

##### 4.2. 모선배치용 초전도한류시스템 경제적 효용성

상기에서 언급한 바와 같이 초전도한류기를 변전소 모선에 적용한다면, 대상모선 인근 선로에서 고장이 발생하는 경우, 고장전류 저감을 위해서 초전도한류기 적용위치로서 선로(또는 변압기 2차 측)와 변전소 모선을 고려할 수 있다. 선로에 적용하는 경우, 다양한 위치에서의 고장전류를 모두 저감시키기 위해서는 다수의 초전도한류기가 필요하다. 예를 들어, 4개의 변압기 Bank와 연결되어 있는 모선에서 초전도한류기 적용위치로서 고장전류 유입분이 가장 클 것으로 예상되는 변압기 2차 측을 고려한다면 최소한 4개의 선로용 초전도한류시스템을 적용해야하는데, 이 경우 총 8대 (4×2)의 초전도한류기가 필요하게 된다. 반면에 본 연구에서 제안하는 모선용 초전도한류시스템을 적용하게 된다면 선로에 적용하는 경우와 유사한 정도의 고장전류효과를 가져올 수 있으며, 총 2대의 초전도한류기를 사용하게 되므로 선로에 적용하는 경우보다 훨씬 경제적이다. 결과적으로 본 연구에서 제안하는 변전소 모선용 병렬 초전도한류시스템은 복잡하게 구성되어 있는 실제 계통, 즉, 최소 3개 루트 이상의 선로 및 변압기가 연결되어 있는 모선에 적용하는 경우, 초전도한류시스템보다 경제적이라고 말할 수 있다.

##### 4.3. 제안 시스템 구성 및 동작시퀀스

본 시스템은 Fig. 4와 같이 초전도한류기와 직렬 연결된 차단기 SET 2대 및 차단기 1대를 병렬로 구성한 초전도한류시스템이다. 본 시스템에서 초전도한류기를 2대 사용한 이유는 초전도한류기 복귀시간과 자동재폐로시 시간을 고려하여 자동재폐로시 고장전류 감소를 위한 것이다. 또한, 초전도한류기를 모선에 적용하는

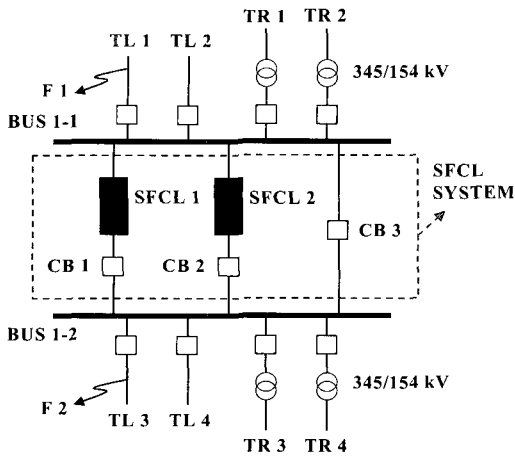


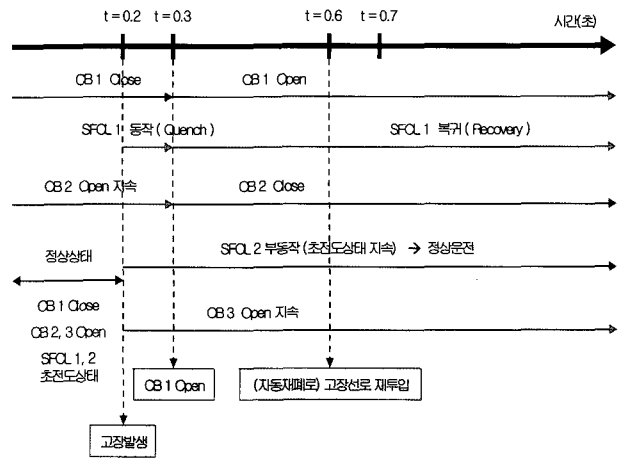
Fig. 4. SFCL System for Bus-Tie application.

경우는 선로적용시와 달리, 인근 선로의 자동재폐로시 고장선로에 영구고장이 발생하여도 고장선로 이외의 전체계통이 정상운전을 해야 하므로 차단기 1대를 추가로 병렬 연결하여 운전할 수 있도록 해야 한다.

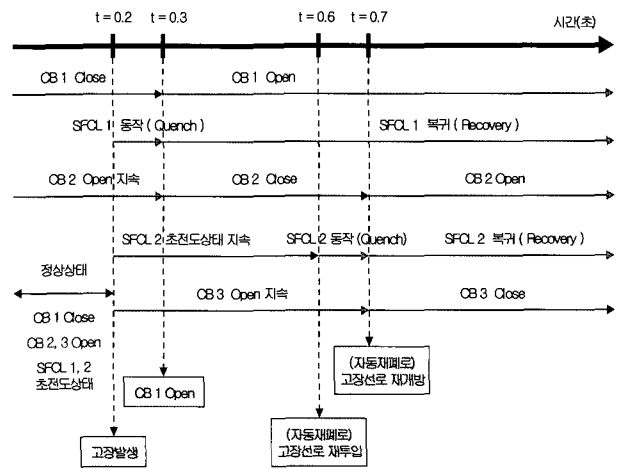
제안된 초전도한류시스템은 각각의 초전도한류기에 연결되어 있는 차단기 중 하나는 상시투입, 나머지 하나는 상시개방 운전한다. 실 전력계통에서 본 초전도한류시스템이 모선에 투입되어 있을 경우, 고장이 발생하면 상시투입 되어있는 1번 초전도한류기(SFCL1)가 동작(Quench)하여 고장전류가 차단용량 이하로 감소되고 해당 한류기와 병렬로 연결되어 있는 1번 차단기(CB1)는 성공적으로 개방됨으로써 1번 초전도한류기는 복귀과정을 거치게 된다. 이와 동시에 상시개방 되어있는 2번 차단기(CB2)가 투입된다. 만약 자동재폐로시 고장이 제거된 상태라면 2번 초전도한류기(SFCL2)의 상태가 초전도상태로 지속되어 정상운전하게 된다. 반면에 자동재폐로시 고장이 지속되고 있는 상태라고 한다면 2번 초전도한류기(SFCL2)가 고장전류에 의해 다시 동작함과 동시에 3번 차단기가 투입되어 고장선로 이외의 계통은 정상운전을 할 수 있게 된다.

이는 실 전력계통의 모선에 초전도한류기를 적용하기 위해서 반드시 해결해야 하는 초전도한류기의 복귀 시간 지연에 따른 문제점을 해결한 초전도한류시스템으로서, 실 전력계통의 고장상태와 재투입상태를 고려한 현실적인 적용방안이다. 본 초전도한류시스템의 동작 시퀀스는 아래와 같으며 이를 도시화하면 Fig. 5와 같다.

- 정상상태 : CB 1 Close, CB 2 및 CB3 Open
- 선로고장발생 (ex, t=0.2초) : SFCL 1 동작(Quench)
- 보호시스템 동작 (t=0.3초) : CB 1 Open → SFCL 1 복귀, CB 2 Close
- 고장선로 재투입 (고장제거시, t=0.6초 이후) : SFCL 2 부동작(초전도상태) → 정상운전
- 고장선로 재투입 (고장지속시, t=0.6~0.7초) : SFCL 2 동작(Quench)
- 고장지속시 (t=0.7초) : 고장선로 재개방(CB 2 Open)
  - 영구고장(고장선로 개방)
  - CB 3 Close, SFCL 2 복귀
  - SFCL 1가 초전도 상태로 완전히 복귀 후 CB 1 Close : 정상운전



(a) Fault clear state in auto reclosing of neighboring fault line.



(b) Fault state in auto reclosing of neighboring fault line.

Fig. 5. Operating sequence of SFCL system for Bus-Tie application.

### 5. 제안시스템 동작결과

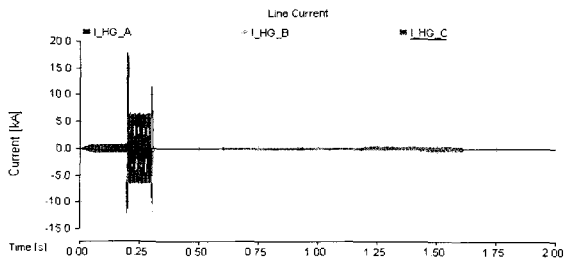
제안 시스템의 동작결과를 확인하기 위하여 2010년 실계통을 대상으로 EMTDC 계통해석을 수행하였다. 고장선로 자동재폐로시 초전도한류기 1대를 단독으로 적용하는 경우와 본 연구에서 제안하는 초전도한류시스템을 적용하는 경우에 대한 고장해석을 하였다. 제안된 두 가지 시스템의 효과 및 기본동작특성은 유사하므로 본 논문에서는 예로서, 송배전선로용 초전도한류시스템의 시뮬레이션 결과를 보인다.

#### 5.1 재투입시 고장제거상태

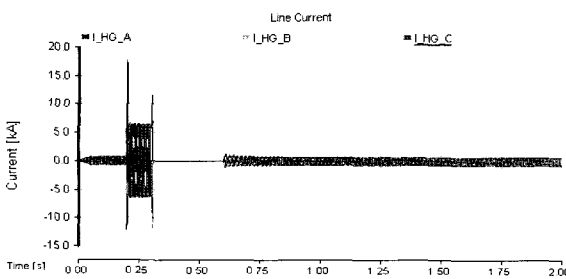
현재 초전도한류기의 복귀시간 및 열용량 등에 대한 확정적 데이터가 없으므로 본 검토에서는 아래와 같이 일부 데이터를 가정하여 계통검토를 실시하였다.

- 초전도한류기 복귀시간 = 1.5초
- 초전도한류기 복귀상태에서의 부하전류 통전지속 가능시간 = 1초

검토결과를 Fig. 6 및 7에 나타내었으며, 결과에서 알 수 있는 바와 같이 고장선로 재투입시 고장제거상태인 경우, 초전도한류기 1대를 단독으로 적용한 경우는 복귀시간 한류저항으로 인해서 정상상태임에도 불구하고 부하전류가 제한된다. 이에 따라 선로조류 역시 감소하였으며 초전도한류기가 복귀됨에 따라 정상상태의 조류로 증가한다. 그러나 결국  $t=1.6$ 초에 초전도한류기의 열용량을 초과하여 기기파손으로 인하여 해당선로가 개방됨을 알 수 있다. 이러한 경우, 고장이 제거된 정상상태임에도 불구하고 해당선로가 트립되는 것으로서 계통보호 및 운영측면에서 악영향을 주게 된다.

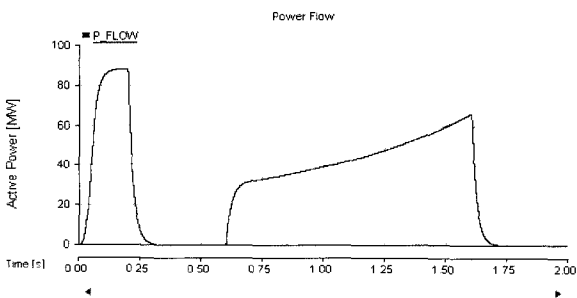


(a) Application of a SFCL.

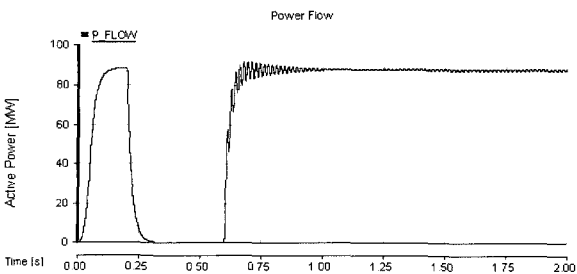


(b) Application of proposed SFCL system.

Fig. 6. Current flowing through SFCL.



(a) Application of a SFCL.



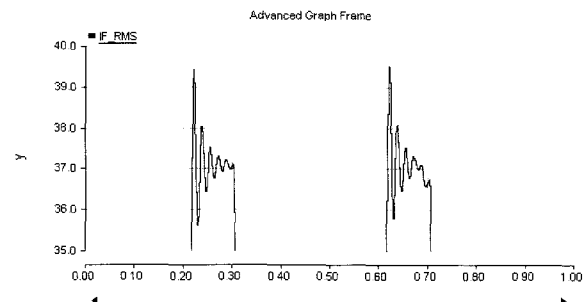
(b) Application of proposed SFCL system.

Fig. 7. Power flow results of transmission line.

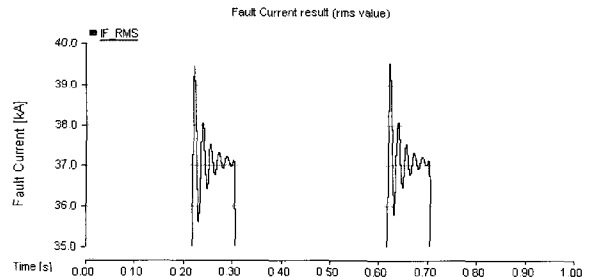
## 5.2. 재투입시 고장지속상태

고장선로 재투입시 고장지속상태인 경우, 다양한 관점의 의견이 있으나 본 연구에서는 최악의 경우를 상정하여, 초전도한류기의 켜칭지속가능시간을 10cycle로 가정하였으며, 그 이상의 시간동안 고장전류가 흐르는 경우는 기기가 파손되는 것으로 모의하였다.

Fig. 8은 자동재폐로시 고장지속상태인 경우의 결과로서 초전도한류기 1대를 단독으로 적용한 경우와 제안된 시스템을 적용한 경우의 고장전류 결과를 나타낸 것으로서 표면적으로 큰 차이는 없다. 단, 초전도한류기 1대를 단독으로 적용하는 경우는 한류기의 켜칭지속가능시간을 초과한 시간동안 고장전류가 흐르거나, 2회 연속으로 통전되는 고장전류에 의해서 기기파손의 가능성이 있다. 반면에 제안된 시스템은 초전도한류기 기기손상 없이 지속적으로 운용이 가능하다는 장점이 있다.



(a) Application of a SFCL.



(b) Application of proposed SFCL system.

Fig. 8. Fault current results of fault state system in auto reclosing.

또한, 3.1절에서 언급한 바와 같이 초전도한류기 1대를 단독으로 적용하여 자동재폐로시 장기간 고장전류 통전에 의해 초전도한류기가 파손된다면, 송전계통에서는 계통구성특성상 일반적인 현상은 아니지만 최악의 경우, 고장전류가 차단기 용량인 50kA를 초과하게 되어 차단기가 부동작하고, 이로 인해 고장이 전체 계통에 과급될 가능성도 다소 존재한다.

## 6. 결 론

본 연구에서는 초전도한류기 기본특성과 실계통 운영을 모두 고려한 초전도한류시스템 및 운용방안을 제안하였다.

- 제안된 시스템을 실계통에 적용하는 경우, 고장전류를 차단용량 이하로 감소시킴으로서 고장발생시에 전력계통의 안정성을 확보하여, 복귀정전과

같은 전체 전력계통의 대정전 사고를 미연에 방지할 수 있다. 이는 현재 고장전류를 저감시키기 위하여 적용하고 있는 기설선로 분리운전, 모선 분리 등의 경제적인 비효율성을 회피함은 물론이고 대정전을 예방함으로써 천문학적인 경제, 사회적 비용을 저감하는 효과를 나타낸다.

- 본 연구에서는 초전도한류기의 기본특성과 동작 시퀀스 및 전력계통의 자동재폐로 동작과의 상호 작용 등을 동시에 고려하여 복수의 초전도한류기를 병렬로 연결하여 구성한 시스템을 제안하였다. 제안된 시스템은 초전도한류기를 실계통에 적용하는 경우 자동재폐로 관점에서 발생할 수 있는 문제점을 해결한 초전도한류시스템이다. 즉, 초전도한류기 1대를 단독으로 계통에 적용하는 경우는 자동재폐로에 의한 한류기 파손 또는 계통보호/운영 관점의 문제발생 소지가 있으나, 제안된 시스템을 적용할 경우, 한류기파손 없이 지속적으로 정상적인 계통운영이 가능하다는 장점이 있다.
- 본 연구는 계통보호시스템을 고려한 초기단계의 연구로서, 향후 본 시스템을 실계통에 적용하는 경우, 기타 보호방식과의 상충점을 고려한 상세 검토를 통한 시스템의 수정보완이 지속적으로 요구된다. 또한, 초전도 한류기 개발과 함께 쉐빙지속가능시간 등과 같은 상세 계통검토를 위한 관련 데이터에 대한 심도깊은 논의가 필요할 것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 21세기 프론티어 연구개발사업인 차세대초전도응용기술개발 사업단의 연구비 지원에 의해 수행되었습니다.

참 고 문 헌

- [1] 한국전력공사, 송변전사업본부, 계통계획실, "2002년 장기 송변전 건설계획(2002년 ~ 2015년)", 2002. 12.
- [2] 산업자원부, "제2차 전력수급기본계획(2004년 ~ 2017년)", 2004. 12.
- [3] 이승렬, 김종율, 윤재영, "국내 수용가계통에서의 초전도한류기 적용가능성 검토", 한국초전도·저온공학회논문지, 6권 3호, 2004. 9.
- [4] Hak-Man Kim, Jong-Yul Kim, "Feasibility Study of Superconducting Fault Current Limiter Application to Korean Power System", Journal of the Korea Institute of Applied Superconductivity and Cryogenics, Vol. 5, No. 1, 2003.
- [5] M. Noe, B. R. Oswald, "Technical and economical benefits of superconducting fault current limiters in power systems," IEEE Transactions on applied superconductivity, 1999.6.
- [6] M. Sjostrom, D. Politano, "Technical and

Economical Impacts on a Power System by Introducing an HTS FCL", IEEE Trans on Applied Superconductivity Conference, Sept. 2000.

저 자 소 개



**이승렬(李昇烈)**  
1975년 9월 13일생, 1999년 고려대학교 전기공학과 졸업, 2001년 동대학원 전기공학과 졸업(석사), 2003년 동대학원 전기공학과 박사수료, 현재 한국전기연구원 신전력시스템그룹 연구원.



**김종율(金鍾律)**  
1974년 7월 6일생, 1997년 부산대학교 전기공학과 졸업, 1999년 동 대학원 전기공학과 졸업(석사), 현재 한국전기연구원 신전력시스템그룹 연구원.



**윤재영(尹在暎)**  
1962년 7월 30일생, 1985년 부산대학교 전기공학과 졸업, 1987년 동 대학원 전기공학과 졸업(석사), 1993년 기술사(발송배전), 1998년 동 대학원 전기공학과 졸업(공학박), 현재 한국전기연구원 신전력시스템그룹장 책임연구원.