

배전계통에 초전도 전류제한기 적용 시 Recloser-Fuse 협조 방법에 관한 연구

논문

58-10-1

A Study of Re-Fuse Coordination Method of Distribution System with SFCL

김명후* · 김진석** · 유일경* · 문종필*** · 임성훈§ · 김재철†

(Myoung-Hoo Kim · Jin-Seok Kim · Il-Kyoung You · Jong-Fil Moon · Sung-Hun Lim · Jae-Chul Kim)

Abstract - We analyze the problem of recloser-fuse coordination when a superconducting fault current limiter (SFCL) is installed to a power distribution system. Generally, The recloser is installed to upstream of fuse to protect against both permanent fault and temporary one appropriately. However, in a power distribution system with SFCL, the fault current is decreased by the effect of the impedance value of the SFCL and when a permanent fault occurs, the fuse may not melt during the last delay operation of the recloser because of the insufficient heat from the decreased current. Therefore, when SFCLs are applied into a power distribution system, the rating of the fuse has to be reselected to coordinate recloser to fuse effectively. To solve these problems, this paper analysed the operation of recloser-fuse coordination and presented the improved recloser-fuse coordination method in a power distribution system with SFCL using PSCAD/EMTDC.

Key Words : Recloser-Fuse coordination, Superconducting fault current limiter, Fuse rating, Power distribution system

1. 서론

우리나라 전력수요의 특징은 지역적 특성상 산업이 발전함에 따라 제약된 공간에서 수용가의 증가, 그에 따라 전력수요도 밀집되어 증가 되는 특징을 보이고 있다. 이러한 제약된 공간의 전력 수요의 증가는 배전계통에 전력공급의 증가로 인하여 발전설비가 증가됨에 따라 배전계통에 고장발생 시 고장전류가 증가하는 문제점을 안고 있다[1]. 또한 이것은 기존의 보호설비들이 증가된 고장전류를 차단하지 못하는 문제를 가져와 더 큰 사고를 야기 시킬 수 있으며 그에 따라 기존의 보호설비들을 대응량 기기로 교체해야 하나 이것은 경제적인 부담이 크며, 또한 고임피던스 전력기기 및 기존 한류기를 사용하여 고장전류를 저감 시킬 수 있지만 정상시의 전력손실과 전압강하의 문제로 인하여 전력공급의 신뢰성을 떨어뜨릴 가능성이 있다.

이러한 문제에 대해 제시된 대안으로 초전도 전류제한기(SFCL)를 적용하는 방안이 연구되어 왔고, 이것은 차단기 전체를 교체하는 비용보다 저렴하며 효율적이다[2-3]. 이런 초전도 전류제한기의 특징은 고장 전의 상태, 즉 초전도 상태에서는 계통에 부담을 주지 않고, 고장이 발생하면 저항이 발생하여 고장전류를 제한하는 특징을 갖고 있다. 그러나

이 초전도 전류제한기에 의해 저감되는 고장전류는 현재 설치되어 있는 보호기기간 상호 협조를 무너뜨릴 가능성이 있다[4].

따라서 본 논문에서는 저항형 및 유도형 초전도 전류제한기와 퓨즈, 리클로저, 배전계통을 모델링하였고, 기본적인 과전류 보호장치인 리클로저와 퓨즈의 보호협조가 초전도 전류제한기를 적용한 후 발생할 수 있는 문제점을 PSCAD/EMTDC 분석하였으며, 이에 따른 협조방안을 제안하였다.

2. 보호기기 모델링

2.1 리클로저(Recloser) 모델링

리클로저는 순간고장과 영구고장을 구분 하여 고장을 제거하고 그에 따라 정전 구간을 최소화 시키는 자동 재폐로 장치로서 배전선로의 대표적인 보호 장치이다. 리클로저는 과전류 계전기를 통하여 입력전류가 정정치보다 크면 미리 설정된 시간-전류 특성 곡선에 의하여 동작한다. 본 논문에서 미리 설정되어 있는 동작 순서는 2Fast-1Delay(2F1D)로 설정하였으며, 그림 1은 설정된 리클로저의 동작 파형을 보여준다. 여기서 2F는 2번의 순시동작을 의미하며 1D는 1번의 지연동작을 의미한다. 순시동작은 고장전류에 대해 짧은 시간에 동작하며, 지연동작은 순시 동작 보다는 긴 동작으로 순시는 3~5 [cycle], 지연은 10~15 [cycle]내에 동작한다[5]. 본 논문에서는 리클로저의 재폐로 시간을 순시동작 사이를 0.3초, 순시와 지연 동작사이를 0.5초로 설정하여 시뮬레이션 하였다.

* 준회원 : 숭실대 공대 전기공학부 석사과정
** 정회원 : 숭실대 공대 전기공학부 박사과정
*** 정회원 : 충주대 첨단산업대 전기공학과 교수 · 공박
§ 정회원 : 숭실대 공대 전기공학부 교수 · 공박
† 교신저자, 펠로우회원 : 숭실대 공대 전기공학부 교수 · 공박
E-mail : jckim@ssu.ac.kr
접수일자 : 2009년 6월 19일
최종완료 : 2009년 7월 31일

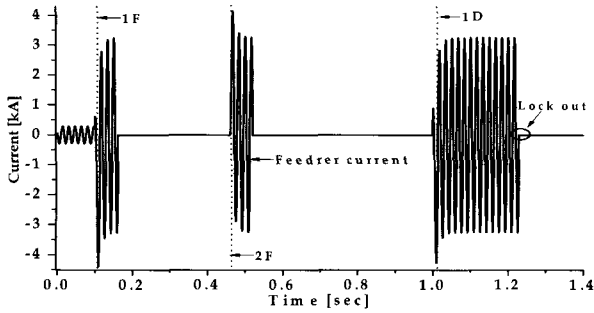


그림 1 리클로저 동작 파형
Fig. 1 Waveform of recloser's operation

2.2 퓨즈(Fuse) 모델링

퓨즈는 고장 발생 시 전류의 I^2R 열에너지에 의해 용융되어, 전류를 차단하는 동작 특성을 갖고 있으며, 퓨즈의 정격은 퓨즈자체 물질의 특성에 따라 측정된 전류에 대해 0.1, 10, 300초에(또는 600초-정격 100A 초과 시) 용융되는 전류값에 의해 결정된다. 표 1은 Fuse 140K, 200K 정격을 나타낸다[6-7]. 본 논문에서는 표 1에 나타낸 퓨즈의 정격에 대한 각각 3개의 용융점을 이용하여 지수 보간법으로 그림 2에서와 같이 배전계통에서 사용되는 퓨즈의 시간-전류 특성 곡선(TCC)을 모델링 하였으며 고장 발생 시 퓨즈가 TCC 곡선에 의하여 동작하도록 설정하였다.

표 1 Fuse의 정격
Table 1 Rating of fuse

TYPE	600초 용융전류	10초 용융전류	0.1초 용융전류
140 K	310 [A]	430 [A]	2470 [A]
200 K	255 [A]	344 [A]	1995 [A]

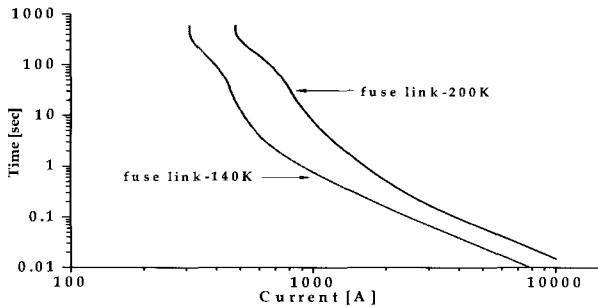


그림 2 Fuse 시간-전류 특성 곡선
Fig. 2 Time-current characteristics of fuse

3. 배전계통의 Recloser-Fuse 협조

3.1 배전계통의 구성

그림 3은 초전도 전류제한기 적용 시 리클로저-퓨즈 협조분석을 위한 모의 배전계통을 나타낸다. 본 논문에서는 초전도 전류제한기를 주변압기(MTR) 2차 측에 설치하였다. 주변압기 용량은 45 [MVA]로 설정하였으며, 선로는 하나의

주변압기에 3개의 피더로 구성하였다. 부하는 임피던스 부하로 7.5 [MVA], 9 [MVA]와 28 [MVA]의 집중부하를 각각 적용하였다. 또한 차단기(CB)는 주변압기 1차측, 2차측에 설치하였으며, 각 피더보호용으로 피더 앞단에 차단기를 설치하였다. 리클로저는 부하 7.5 [MVA]인 첫 번째 피더에 적용하였으며, 부하와 부하사이에 설치하였다. 퓨즈는 첫 번째 피더에서 분기된 500 [KVA]의 단상 분기회로를 보호하도록 설치하였다. 단상 분기회로에 설치된 퓨즈의 정격은 고장전류와 단상분기회로의 부하전류, 리클로저와 협조를 고려하여 선정하였다[8]. 또한 전원, 변압기, 선로의 임피던스는 표 2와 같이 적용하였으며, 고장은 퓨즈가 설치된 단상 분기회로에서 모의 하였고, Case 1과 Case 2 위치에서 고장을 모의하여 리클로저-퓨즈 협조관계를 분석 하였다. 고장전류(I_{fault})는 피더를 통해 단상 분기회로의 고장지점에 흐르는 전류이며, 피더전류(I_{feeder})는 리클로저가 설치된 모선 전류이다.

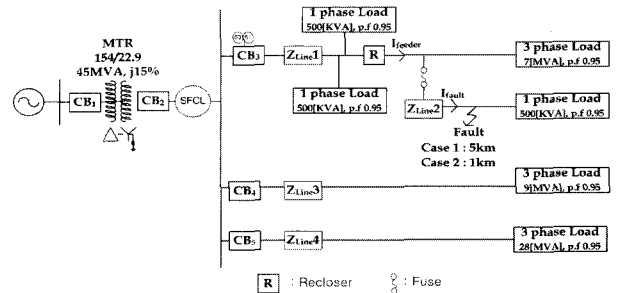


그림 3 배전계통 구성
Fig. 3 Configuration of power distribution system

표 2 배전계통 데이터
Table 2 Data of distribution system

구분	임피던스 (Base 100 [MVA], 22.9 [kV])
전원	154 [kV], j1.778 [%]
변압기	154/22.9 [kV], j15 [%]
선로	3.48+j7.44 [%/km] (정상)
	10.8+j23.6 [%/km] (영상)

3.2 리클로저-퓨즈 협조

리클로저-퓨즈 협조 시 퓨즈의 동작은 리클로저의 순시 동작(F) 완료 후와 지연동작(D)이 완료되기 전에 동작하도록 설정해야 한다[9]. 본 논문에서는 리클로저 동작을 2F1D로 설정하여 퓨즈의 동작은 두 번의 순시 동작 완료 후 한번의 지연동작 중간에 동작하도록 설정하였다.

그림 4는 그림 3의 Fault 지점에 고장발생 시 리클로저 - 퓨즈 동작파형을 보여준다. (a)는 Case 1에서 140K 퓨즈 적용 시, (b)는 Case 2에서 200K 퓨즈 적용 시 리클로저-퓨즈 협조파형을 나타낸다. 퓨즈 TCC 곡선의 x, y축은 시뮬레이션에서 퓨즈 동작시점을 고장발생 순간부터 적용시키기 위하여 x축을 시간, y축을 전류로 설정하였으며, 고장 시에 퓨즈 TCC 곡선에 의해 동작하도록 설정하였다. 여기서 퓨즈는 리클로저의 2F 동작 완료 후, 1D 동작 중간 리클로저가 영구개방(Lock-out)하기 전에 용융점(melting point)에서 퓨

스가 높아 고장이 발생한 단상 분기회로를 차단하여 고장전류가 차단된 것을 보여주며, 그 후 정상적인 피더전류가 흐르는 것을 볼 수 있다. 또한 리클로저가 지연 동작을 완료하지 않아 고장구간에 대한 정전 범위를 퓨즈 동작으로 인한 단상분기회로로 좁힐 수 있다.

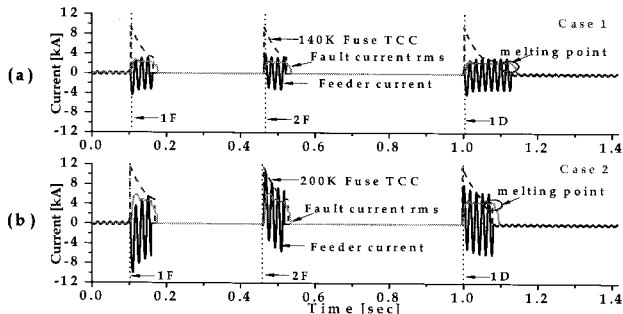


그림 4 (a) 리클로저-퓨즈(140K) 동작 파형(Case 1)
 (b) 리클로저-퓨즈(200K) 동작 파형(Case 2)
 Fig. 4 (a) Waveform of for Recloser-Fuse (Case 1)
 (b) Waveform of for Recloser-Fuse (Case 2)

4. 초전도 전류제한기 적용 시 리클로저-퓨즈 협조분석

4.1 저항형 초전도 전류 제한기 적용 시 협조 분석

그림 5는 저항형(R형) 초전도 전류제한기를 적용하였을 경우 리클로저-퓨즈 동작파형이다.

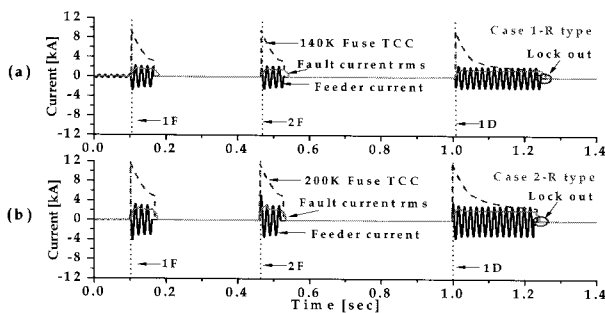


그림 5 저항형 초전도 전류제한기 적용 시
 (a) 리클로저-퓨즈(140K) 동작 파형 (Case 1)
 (b) 리클로저-퓨즈(200K) 동작 파형 (Case 2)
 Fig. 5 For resistive SFCL
 (a) Waveform of for Recloser-Fuse (Case1)
 (b) Waveform of for Recloser-Fuse (Case2)

그림 5(a)는 Case 1에서 140K 퓨즈 적용 시이고, (b)는 Case 2에서 200K 퓨즈를 적용한 경우이다. 저항형 초전도 전류제한기의 상전도 임피던스는 5 [Ω]으로 설정하였다. 그 결과 그림 4와 달리 초전도 전류제한기의 상전도 임피던스에 의한 고장전류 저감효과로 고장선로의 퓨즈가 동작하지 못

해 피더에 설치된 리클로저의 지연동작이 완료하게 되어, 리클로저와 퓨즈 협조 동작이 안 된 것을 볼 수 있다. 따라서 피더에 전류가 흐르지 않는 것을 볼 수 있으며, 이것은 피더에 설치되어 있는 후비 보호장치인 리클로저가 고장 선로뿐만 아니라 고장 선로와 연결되어 있는 건전피더까지 차단시켜 고장 범위를 넓혔기 때문이다.

그림 6은 저항형 초전도 전류제한기 적용 시 리클로저의 지연동작 특성 파형을 보여준다. 그림 5에서 저항형 초전도 전류제한기 적용 시 리클로저-퓨즈 협조가 이루어지지 않는 것을 리클로저의 지연동작 완료 후 피더에 전류가 흐르지 않는 것으로 확인하였고, 이것을 그림 6에서 리클로저의 지연동작의 TCC 곡선이 퓨즈의 TCC 곡선보다 고장 전류에 의해 먼저 동작한 것을 보여 주고 있다.

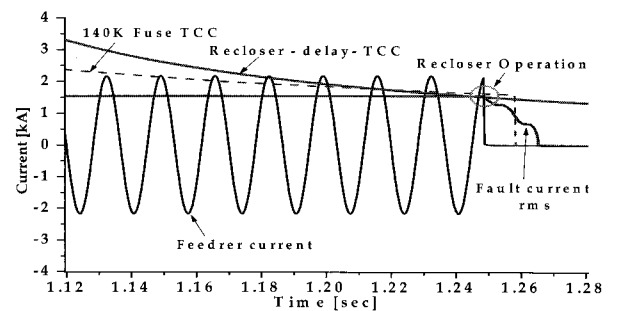


그림 6 저항형 초전도 전류제한기 적용 시 리클로저의 지연 동작 특성 파형
 Fig. 6 Waveform for delay operational characteristic of Recloser with Resistive SFCL

4.2 유도형 초전도 전류 제한기 적용 시 협조 분석

그림 7은 유도형(L형) 초전도 전류제한기를 적용하였을 경우 리클로저-퓨즈 동작파형을 보여주고 있다.

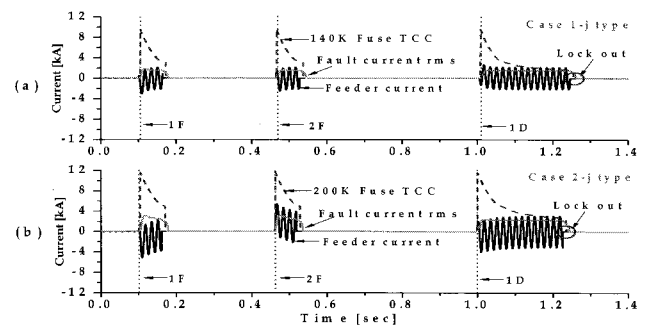


그림 7 유도형 초전도 전류제한기 적용 시
 (a) 리클로저-퓨즈(140K) 동작 파형 (Case 1)
 (b) 리클로저-퓨즈(200K) 동작 파형 (Case 2)
 Fig. 7 For Inductive SFCL
 (a) Waveform of for Recloser-Fuse (Case 1)
 (b) Waveform of for Recloser-Fuse (Case 2)

그림 7(a)는 Case 1에서 140K 퓨즈 적용 시, (b)는 Case 2에서 200K 퓨즈를 적용 하였고 상전도 임피던스는 3 [Ω]으로 설정하였다. 유도형 초전도 전류제한기는 저항형 보다 임피던스 크기는 작지만 유도형 특성상 고장전류를 저감하는 효과가 더 크다[10].

그림 5에서와 마찬가지로 초전도 전류제한기의 고장전류 저감효과로 고장선로의 퓨즈가 동작하지 못해 피더에 설치된 리클로저가 영구개방(Lock-out)되어, 리클로저와 퓨즈 협조 동작이 이루어 지지 않은 것을 볼 수 있다.

5. 초전도 전류제한기 적용 시 리클로저-퓨즈 협조방법

5.1 초전도 전류제한기의 리클로저-퓨즈 협조 임피던스 범위

표 3은 리클로저-퓨즈 협조가 가능한 퓨즈정격에 따른 저항형 초전도 전류제한기의 임피던스 범위를 나타낸다. 표 3에 나타낸 범위는 리클로저-퓨즈 협조 시 리클로저의 순시 동작 완료 후 지연 동작 중간에 퓨즈가 안전하게 동작할 수 있도록 협조 가능한 최대, 최소 임계 시간 값을 약 2 [cycle]의 안전 동작 여유시간을 두고 범위를 설정 하였다 [11]. Case 1일 때 저항형 초전도 전류제한기를 적용하기 전 퓨즈의 정격은 140K이고, Case 2일 때는 200K이다. 이것은 표 3에서 초전도 전류제한기를 적용하기 전 고장전류의 크기가 리클로저-퓨즈 협조 가능한 범위 내에 퓨즈 정격이 포함된 것을 확인 할 수 있지만, 초전도 전류제한기의 저항 임피던스를 5 [Ω]으로 적용하면 기존 설치된 퓨즈정격으로는 협조동작 범위 이외에 있는 것을 확인 할 수 있다. 따라서 리클로저-퓨즈 협조를 가능하게 하기 위해 Case 1일 때 퓨즈를 100K, Case 2일 때 퓨즈를 140K로 교체하면 저감된 고장전류 크기에 대해 퓨즈 정격이 협조 범위 내에 들어가는 것을 볼 수가 있다.

표 3 저항형 초전도 전류제한기의 리클로저-퓨즈 협조 임피던스

Table 3 Impedance of Recloser-Fuse coordination for Resistive SFCL

Case 1		R type		
SFCL[Ω]	Current [A]		140K	100K
0	2291			
2.6	1908			
4.7	1578			
9.9	1038			
Case 2		R type		
SFCL[Ω]	Current [A]	200K	140K	
0	4428			
2.7	3102			
3.6	2671			
5.9	1908			

표 4는 리클로저-퓨즈 협조가 가능한 퓨즈의 정격에 따른 유도형 초전도 전류제한기의 임피던스 범위를 나타낸다. 초전도 전류제한기를 적용하기 전 Case 1, Case 2의 퓨즈 정격이 각각 140K, 200K이고, 이것은 표 4에서 고장전류의 크기가 리클로저-퓨즈 협조 범위 내에 퓨즈 정격이 포함된 것을 확인 할 수 있지만, 초전도 전류제한기의 유도형 임피던스를 3 [Ω]으로 적용하면 저감된 고장전류에 대한 퓨즈 정격이 협조범위 이외에 있는 것을 확인 할 수 있다. 따라서 초전도 전류제한기의 형태에 따라 고장전류 저감효과는 다르지만 저항형과 마찬가지로 퓨즈를 Case 1일 때 100K, Case 2일 때 140K로 교체하면 협조 범위 내에 포함 된다.

표 4 유도형 초전도 전류제한기의 리클로저-퓨즈 협조 임피던스

Table 4 Impedance of Recloser-Fuse coordination for Inductive SFCL

Case 1		L type		
SFCL[Ω]	Current [A]		140K	100K
0	2294			
1.2	1913			
2.8	1562			
7	1052			
Case 2		L type		
SFCL[Ω]	Current [A]	200K	140K	
0	4428			
1.3	3105			
2.4	2457			
3.8	1955			

5.2 초전도 전류제한기 적용 시 리클로저-퓨즈 협조

그림 8은 저항형 초전도 전류제한기를 적용 하였을 경우, 그림 9는 유도형 초전도 전류제한기를 적용 하였을 경우, 표 3과 4에 의하여 각각 교체된 퓨즈에 대하여 리클로저-퓨즈 동작 파형을 보여주고 있다.

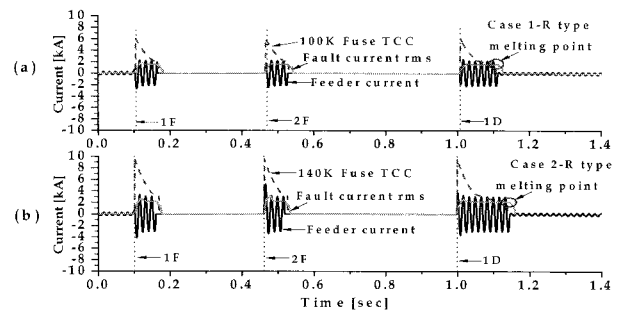


그림 8 저항형 초전도 전류제한기 적용 시

- (a) 리클로저-퓨즈(100K) 동작 파형 (Case 1)
- (b) 리클로저-퓨즈(140K) 동작 파형 (Case 2)

Fig. 8 For Resistive SFCL

- (a) Waveform of for Recloser-Fuse (Case 1)
- (b) Waveform of for Recloser-Fuse (Case 2)

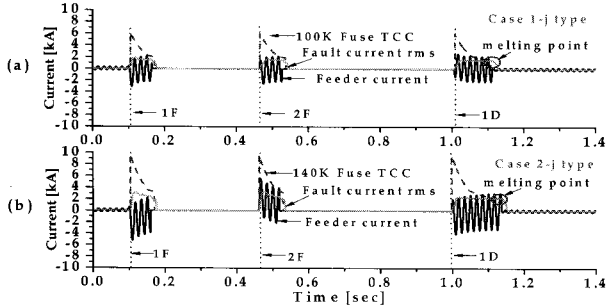


그림 9 유도형 초전도 전류제한기 적용 시
 (a) 리클로저-퓨즈(100K) 동작 파형 (Case 1)
 (b) 리클로저-퓨즈(140K) 동작 파형 (Case 2)
 Fig. 9 With Inductive SFCL
 (a) Waveform of for Recloser-Fuse (Case 1)
 (b) Waveform of for Recloser-Fuse (Case 1)

그림 8과 9의 (a)는 Case 1에서 퓨즈정격을 140K에서 100K로 교체 적용 시, (b)는 Case 2에서 200K를 140K로 교체 적용 한 후 리클로저-퓨즈 협조파형이다. 이것은 표 3과 4에 의한 초전도 전류제한기의 임피던스 범위에 의해 선정된 퓨즈 정격을 시뮬레이션 한 결과 리클로저-퓨즈 협조가 가능한 것을 볼 수 있다. 그림 8과 9에서 퓨즈가 두 번의 순시동작 완료 후 한 번의 지연이 완료하기 전에 용융되어 고장전로를 차단, 그 후로 피더에 전류가 정상적으로 흐르는 것으로 알 수 있다.

5.3 새로운 퓨즈 정격 제안

표 3과 4에서 보면 초전도 전류 제한기의 임피던스와 고장전류의 크기에 따라 리클로저-퓨즈 협조 가능한 퓨즈를 선정 할 수 있다. 그러나 초전도 전류제한기의 임피던스 크기에 따라 리클로저와 퓨즈가 협조를 할 수 없는 범위가 존재하게 된다. 이것을 분석하면 다음과 같다. 즉, 저항형 초전도 전류제한기 적용 시에는 Case 1의 경우 상전도 저항값 2.7~4.6 [Ω] (이 때 고장전류는 1,907~1,579 [A])사이에서, 그리고 Case 2의 경우 상전도 저항값 2.8~3.5 [Ω] (이 때 고장전류는 3,101~2,672 [A])사이에서는 리클로저와 기존의 퓨즈 정격으로는 협조를 할 수 없게 된다. 이와 비슷하게 유도형 초전도 전류제한기 적용 시 Case 1일 때 1.3~2.7 [Ω] (1,912~1,563 [A])사이, Case 2일 때 1.4~2.4 [Ω] (3,104~2,457 [A]) 사이이다. 이것을 정리하면 표 5와 같다.

표 5 협조 불가능한 SFCL의 임피던스 크기

Table 5 SFCL's impedance

	저항형 SFCL	유도형 SFCL
case 1	2.7~4.6 [Ω]	1.3~2.7 [Ω]
case 2	2.8~3.5 [Ω]	1.4~2.4 [Ω]

따라서 본 논문에서는 제시된 임피던스의 범위와 고장전류의 크기에 대하여 리클로저-퓨즈협조가 가능한 새로운 K형 퓨즈 정격을 제안 하였다. 표 6은 본 논문에서 제안하는 새로운 퓨즈는 정격이다.

표 6 새로운 퓨즈 정격
 Table 6 New rating of fuse

TYPE	600초 용융전류	10초 용융전류	0.1초 용융전류
120 K	255 [A]	344 [A]	1955 [A]
170 K	395 [A]	595 [A]	3175 [A]

그림 10은 표 5의 120K 퓨즈 정격을 시뮬레이션 한 리클로저-퓨즈 협조 시간-전류 특성 곡선을 나타낸다. 리클로저의 순시곡선(Fast TCC Curve)과 지연곡선(Delay TCC Curve), 120K 퓨즈 TCC 곡선을 각각 표현하였다. 추가적으로 점 A, 점 a, 점 B, 점 b를 표현 하였는데 점 A는 리클로저의 지연곡선과 퓨즈의 TCC 곡선과의 교차점으로 리클로저-퓨즈 협조 최소 임계 전류 값을 나타내며, 점 B는 리클로저의 순시곡선과 퓨즈의 TCC 곡선과의 교차점으로 리클로저-퓨즈 협조 최대 전류 임계값을 나타낸다. 그러나 리클로저의 순시 동작완료 후 지연 동작 중간에 퓨즈가 안전하게 동작할 수 있도록 리클로저-퓨즈 협조 가능한 최대, 최소 임계 시간 값을 약 2 [cycle]의 안전 동작 여유시간을 두고 협조 가능범위를 재설정하여 최소 전류 임계값을 점 a, 최대 전류 임계값을 점b로 설정 하여 그 범위를 Co-range로 나타내었다.

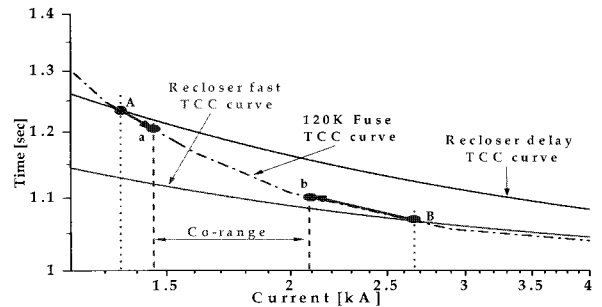


그림 10 리클로저-퓨즈(120K) 협조 시간 전류 특성 곡선
 Fig. 10 Time-Current-Characteristic curve of coordination for Recloser-fuse(120K)

이상을 정리하면, 초전도 전류제한기의 임피던스에 따른 고장 전류범위에 대해 리클로저-퓨즈 협조가 가능 하지 않았던 것을 120K와 170K 퓨즈를 적용함으로써 기존의 퓨즈의 보호 범위를 개선 할 수 있다.

6. 결 론

본 논문에서는 배전계통에서 초전도 전류제한기를 적용 전과 적용 후 리클로저-퓨즈의 보호협조 관계를 PSCAD /EMTDC를 이용하여 협조가능 방법을 분석 하였다.

초전도 전류제한기 적용 전에는 리클로저-퓨즈 협조가 잘 이루어 졌으나, 적용 후에는 고장전류의 저감 효과로 퓨즈의 녹는 시간이 달라져 리클로저-퓨즈의 협조가 이루어지

지 않은 것을 볼 수 있었다. 즉 리클로저 한시동작 이전에 퓨즈가 녹아 고장구간을 분리시켜야 하나 초전도 전류제한기 적용으로 고장전류가 작아져 퓨즈가 녹지 않아 결국 리클로저가 한시동작을 하게 되어 정전 구역이 증가하는 결과를 타나낸다. 이에 따라 초전도 전류제한기를 적용한 후 리클로저-퓨즈 협조를 가능하게 하기위한 방법으로, 초전도 전류제한기의 임피던스 범위에 따른 리클로저-퓨즈 협조 가능한 퓨즈 정격을 나타내었다. 이를 참고하여 본 논문에서 적용한 초전도 전류제한기의 임피던스에 따라 적절한 퓨즈를 선정하여 리클로저-퓨즈 협조 동작을 가능하게 하는 방법을 도출해 내었다. 또한 새로운 퓨즈의 정격을 제안하여 초전도 전류제한기 적용시 보호협조가 불가능했던 구간을 개선시키는 효과도 나타내었다.

따라서 배전계통에 초전도 전류제한기 적용 시 새로운 퓨즈정격선정과 초전도 전류제한기의 형태에 따른 각각의 임피던스 조절로 리클로저-퓨즈 협조를 가능하게 할 수 있을 것으로 기대된다.

감사의 글

본 연구는 지식경제부의 지원에 의하여 기초전력연구원(R-2008-38) 주관으로 수행된 과제임.

참 고 문 헌

[1] 김준환, 이강완, "전력계통, 고장전류 증대와 대응방안", 전기저널, pp. 19-31, 1998.
 [2] B. W. Lee, J. Sim, K. B. Park, I. S. Oh, S. W. Yim, H. R. Kim, O. B. Hyun, "Fabrication and Tests of the 24kV class Hybrid Superconduction Fault Current Limiter", Journal of the Korea Instistute of Applied Superconductivity and Cryogenics, vol. 9, no, 4, p.32-36, 2007.
 [3] W. Paul and M. chen, "Superconducting control for surge currents", IEEE Spectrum, vol. 35, pp.49-54, May 1998.
 [4] 안재민, 김진석, 문종필, 임성훈, 김재철, "배전보호 협조를 고려한 초전도 한류임피던스 제한에 필요성 연구", 대한 전기 학회 추계학술대회 논문집, pp.34~36, 2008, 11.
 [5] 한국 전력 공사, "배전보호기술서", pp157~167, 1995.
 [6] Cooper Industries, "Electrical Distribution - System Protection 3rd ed.", Cooper Power System, 1990.
 [7] 한전표준규격, "Fuse links for cut out switch", 2006.
 [8] 대한 전기 학회, "최신 배전시스템 공학", pp328~330, 2009.
 [9] Surya Santoso and Thomas A, "Identification of Fuse and Recloser Operations in a Radial Distribution System", IEEE Transactions On Power Delivery, vol. 22, no. 4, pp.2370-2377, October 2007, May 1998.

[10] 한국전기연구원, "초전도 기기 모델링 및 초전도 기기 보호기술 개발", pp64~65, 2001.
 [11] Turan Gönen, "Electric Power Distribution System Engineering-second edition", pp510, 2008.

저 자 소 개



김명후 (金明厚)

1982년 6월 5일생, 2009년 안양대 전기공학과 졸업, 2009년~현재 숭실대 대학원 전기공학과 석사과정.
 Tel : (02) 817-7966
 Fax : (02) 817-0780
 E-mail : kimmh@ssu.ac.kr



김진석 (金辰碩)

1983년 1월 26일생, 2007년 서울산업대 전기공학과 졸업, 2009년 숭실대 대학원 전기공학과 졸업(석사), 2009년~현재 동대 대학원 전기공학과 박사과정.
 Tel : (02) 817-7966
 Fax : (02) 817-0780
 E-mail : redwolf832@ssu.ac.kr



류일경 (柳一慶)

1983년 2월 26일생, 2009년 숭실대 전기공학부 졸업, 2009년~현재 동대 대학원 전기공학과 석사과정.
 Tel : (02) 828-7268
 Fax : (02) 817-7961
 E-mail : wangkami7@ssu.ac.kr



문종필 (文鍾必)

1977년 5월 27일생, 2000년 숭실대 전기공학과 졸업, 2007년 동대 대학원 전기공학과 졸업(공박), 2008년~2009년 숭실대 전기공학부 전임강사. 2009년~현재 충주대 전기공학과 전임강사.
 Tel : (02) 828-7266
 Fax : (02) 817-0780
 E-mail : pichard@ssu.ac.kr



임 성 훈 (林 成 勳)

1973년 11월 1일생, 1996년 전북대 전기 공학과 졸업, 2003년 동대 대학원 전기 공학과 졸업(공학박), 2006년~현재 숭실대 전기공학과 교수.

Tel : (02) 828-7268

Fax : (02) 817-7961

E-mail : superlsh73@ssu.ac.kr



김 재 철 (金 載 哲)

1955년 7월 22일생, 1979년 숭실대 전기 공학과 졸업. 1983년 서울대 대학원 전기 공학과 졸업(석사). 1987년 동대 대학원 전기공학과 졸업(공학박). 1988년~현재 숭실대 전기공학과 교수.

Tel : (02) 817-0647

Fax : (02) 817-0870

E-mail : jckim@ssu.ac.kr