

초전도 한류기를 포함한 계통의 지락사고에 대한 EMTDC 해석

論 文
48B-4-3

An EMTDC Analysis for Ground Faults with a Superconducting Fault Current Limiter

崔孝祥* · 玄鉦培* · 高太國**
(Hyo-Sang Choi · Ok-Bae Hyun · Tae-Kuk Ko)

Abstract - We have performed an EMTDC simulation for the current limiting effects of a superconducting fault current limiter (SFCL). The fault currents in the 154 kV transmission line between the arbitrary S1 and S2 substations increased up to 39 kA and 56 kA during the single and double line-to-ground faults, respectively. The SFCL with 100 Ω of impedance after quench limited the currents to less than 18 kA within a half cycle. This limited current is well below the upper limit of a circuit breaker, suggesting that the impedance of the SFCL in the transmission line is sufficient.

Key Words : Superconducting Fault Current Limiter, EMTDC Simulation, Ground Fault, Circuit Breaker

1. 서 론

지속적인 부하증가와 함께 전원설비 신·증설 및 송변전 계통의 규모확대가 이루어짐에 따라 전력계통의 등가 임피던스가 작아져서 계통의 고장전류가 점점 증가하고 있다. 이에 대한 대책으로서 고장전류보다 차단내력이 큰 차단기로 교체하거나 고장전류가 기존 차단기의 차단내력 이하가 되도록 고장전류를 제한하는 방안을 들 수 있다.^[1-2] 따라서 전력계통에서 선로 고장 발생시 기존의 차단기보다 빠른 전류제한을 통하여 차단용량을 경감하는 효과로서 초전도 한류기의 도입이 검토되고 있다.

송전선로에는 보호계전기, 차단기등의 각종 보호설비가 구축되어 있어서 서로 보호협조를 하고 있다. 이중 차단기의 기능이 특히 중요한데 사고 발생 후 차단기가 동작하는 데는 154 kV급 선로의 경우 최소 3 cycle(IEEE 규격) 이상이 소요되어 이 시간 동안에 변압기를 비롯한 각종 기기의 수명을 단축시키는 주요원인이 되고 있다. 더욱이 국내의 154 kV급 선로에서는 50 kA급 차단기가 주종을 이루고 있고 GIS(Gas Insulated Switchgear)는 31.5 kV급이다. 현재의 기술수준상 차단내력을 크게 하려는 기술적 및 경제적인 어려움이 있다. 여기에 초전도 한류기를 도입함으로써 사고시 신속한 전류제한으로 위에서 언급한 제반 문제를 해결할 수 있다.^[3]

초전도 한류기는 1973년 Falcone 등이 그 필요성을 처음

으로 역설한 이래, 다른 전력기기로서 대체할 수 없는 초전도 고유의 기기라는 점과 구조가 간단하고 동작시간이 짧을 뿐만 아니라 수명이 반영구적이라는 점 등, 다른 전력기기들과 구별되는 초전도 한류기만이 갖는 특성때문에 세계적으로 활발하게 연구가 진행되고 있다.^[4-8] 그러나 아직까지 전세계적으로 실계통에 적용할 정도의 초전도 한류기가 개발되어 있지 않은 상태에서 실제통급에 대한 simulation을 통하여 한류효과를 알아봄으로서 장치의 연구개발 방향에 data로 활용하고, 또한 실용상 사용할 수 있는 한류용량을 정하는 것은 큰 의미를 가질 수 있다.

본 연구에서는 계통에서 발생하는 사고중 유형별 지락사고에 대하여 초전도 한류기를 적용하였을 때 나타나는 잇점을 중심으로 시뮬레이션 하였다. 해석방법은 현재 전계적으로 많이 사용하고 있는 과도현상 해석 프로그램인 EMTDC (Electromagnetic Transient DC)를 이용하여 서울 지역의 실계통 data를 참고하여 초전도 한류기에 의한 전류제한 효과를 분석하였다. 유형별 지락사고에 대한 각 상의 고장전류 파형을 고찰한 다음, 저항형 초전도 한류기를 적용하였을 때 고장전류 제한 효과를 분석하고, 지락사고값과 과도 및 정상상태 전류제한값을 비교분석 하였다.

2. 사고모델계통 구성 및 EMTDC 계통 모델링

사고모델계통 구성은 서울근교의 S1과 S2 변전소간의 실계통 data를 참고하여 설정하였으며, 일반적인 지락사고에 대한 고장전류를 제시하고 여기에 단상형 초전도 한류기를 설치한 경우의 고장전류 제한효과를 모의하였다. 그림 1은 초전도 한류기를 설치한 2모선 양단전원을 갖는 1회선 전력계통 모델을 나타낸다. 전력조류는 S1에서 S2 변전소 방향이다.

* 正 會 員 : 韓 電 電 力 研 究 院 電 力 系 統 研 究 室 一 般 研 究 員

* 正 會 員 : 韓 電 電 力 研 究 院 電 力 系 統 研 究 室 責 任 研 究 員

** 正 會 員 : 延 世 大 工 大 電 氣 工 學 科 教 授 · 工 博

接 受 日 字 : 1998 年 9 月 11 日

最 終 完 了 : 1999 年 2 月 22 日

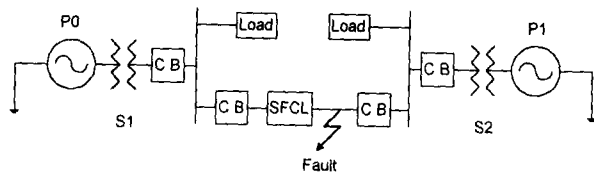


그림 1. 지락사고에 대한 모델 계통
Fig. 1. Model system for ground fault

EMTDC에서 사고계통을 모델링하기 위하여 필요한 요소는 source 임피던스, 선로정수 및 부하전력이다. Source의 임피던스는 정확한 데이터를 확보하기 위하여 전력계통 해석용 프로그램인 PSS/E를 이용하여 구한 값을 표 1에 나타내었으며, 부하는 해당 선로의 유효 및 무효전력을 환산하여 집중모델로 표현하였다.

Source 모델은 2개의 양단 전원이 공급하는 경우를 추약하여 상정하였으며, 모델링에 필요한 계통전원 임피던스는 표 1의 값을 사용하였다. P0를 기준모선으로 설정하고 선로의 조류에 지배적인 영향을 미치도록 하였으며, P0의 전압 위상각 0도를 기준으로 삼고 PSS/E를 이용하여 P1의 전압 위상각을 구하였다. 또한 변압기 임피던스등을 포함하여 기타 기기에서 발생하는 임피던스는 source 임피던스로 통합하여 표시하였다.

표 1. 계통 전원 임피던스값
Table 1. Source impedances

Source	임피던스값			전압의 크기 및 위상각
	정상	영상	역상	
P0	2.4∠88.67°	3.8∠86.42°	2.4∠88.67°	154∠0°
P1	29∠88.06°	150∠85.04°	29∠88.06°	154∠3.6°

선로정수를 모델링하기 위하여 집중정수 모델인 PI SECTION을 사용하였다. PI SECTION 모델은 대도시 지역에서 송전선로의 길이가 10 km 이내의 짧은 길이를 가진 경우에 적합한 것으로 알려져 있다. EMTDC에서 선로정수를 표현하는데 필요한 data는 정상 임피던스(Z_1), 정상 어드미턴스(Y_1), 영상 임피던스(Z_0) 및 영상 어드미턴스(Y_0)이다. 선로정수의 기준용량은 100 MVA, 기준전압은 154 kV하에서 실제 선로정수 %Z를 단위 $Z[\Omega/km]$ 으로 환산하여 적용하였다. 아래 식 (1), (2)는 %Z를 $Z[\Omega/km]$ 와 %Y를 $Y[\mu S/km]$ 로 환산하는 식이다.

$$Z = \%Z \cdot \frac{10[(kV)_{base}]^2}{(KVA)_{base}} = \%Z \cdot 2.3716 [\Omega/km] \quad (1)$$

$$Y = \%Y \cdot \frac{10[(KVA)_{base}]}{[(kV)_{base}]^2} = \%Y \cdot 42.1656 [\mu S/km] \quad (2)$$

여기서, Z : 선로의 임피던스, %Z : 선로의 %임피던스, Y : 선로의 어드미턴스, %Y : 선로의 %어드미턴스이다.

EMTDC에서 입력 data로 사용하기 위하여 환산한 선로정수값을 표 2에 나타내었다.

표 2. 모델 계통의 선로정수값

Table 2. Line constants of the model system

구분	선로정수값			선로길이 [km]
	정상	영상	역상	
Resistance	4.36E-02	0.2384	4.36E-02	9.98
Reactance	0.3445	1.044	0.3445	

전력계통에는 특성이 서로 다른 부하가 다양하게 연결되어 있으나, 여기서는 해석을 간단하게 하기 위하여 저항과 리액턴스가 직렬로 연결된 직렬모델을 채택하였다. 식 (3)과 (4)는 부하전력과 모선전압으로부터 부하의 R 및 X 값을 구하는 방법을 보여주며, 이 수식을 통하여 얻은 부하모델 수립결과를 표 3에 나타내었다. 여기서 L[H]값은 EMTDC에서 입력값인 $X[\Omega]$ 으로 변환하였다.

$$S = P_L + jQ_L = V^2 \cdot Y_p^* = \frac{V^2}{Z_s^*} \quad (3)$$

$$Z_s = \frac{V^2}{S^*} = \frac{V^2}{P_L - jQ_L} = \frac{V^2}{S_L(\cos\theta - j\sin\theta)} = \frac{V^2}{S_L}(\cos\theta + j\sin\theta) = R_s + jX_s \quad (4)$$

$$\text{단, } \theta = \tan^{-1} \frac{X_s}{R_s}$$

여기서, S : 교류전력, P_L : 유효전력, Q_L : 무효전력을 나타낸다.

표 3. 각 부하모선의 R, X 및 L 값

Table 3. R, X and L values on each load bus

구분	R [Ω]	X [Ω]	L [H]	전압 [kV]
P0	551.73	181.70	0.4809	154
P1	155.06	50.93	0.1351	154

EMTDC를 이용한 지락사고시의 계통 모델링에서, 사고 구간은 앞서 언급한 바 있는 PI SECTION을 사용하여 60%와 40%로 나누어 구성하였다. 각선로의 실제 길이는 60%측이 약 5.98 km, 40%측이 약 3.99 km이다. 고장지점 전단에 저항형 초전도 한류기를 설치한 후 B, C상에서 고장이 발생한 경우를 모델로 삼고 전류제한 효과를 살펴보았으며, 이때 사고각은 C상을 기준으로 삼았다.

EMTDC내에서 초전도 한류기 요소를 구현하기 위하여 저항형 초전도 한류기 모델링에 사용된 trigger 부분 켄치에 따른 임피던스 변화 패턴은 아직까지 154 kV급에 딱 맞는 용 자료가 없다. 또한, 일반적으로 초전도체의 저항변화는 모재의 종류 및 량, 냉매의 열전달 특성과 한류기 구조에 따라 다양하나 연구 목적상 국내의 낮은 전압계통에 대한 실험값과 송전급에 대한 일본논문의 data를 참고하여 그림 2와 같이 구성하였고 초전도체의 동작시간은 3 msec로 설정하였다.¹⁹⁻¹⁰⁾ 또한, 차단기의 용량을 고려하여 154 kV급 송전계통의 효과적 한류를 위하여 요구되는 quench시 최종한류

저항은 여러번의 시뮬레이션을 거쳐 100 Ω으로 하였다. 여기서 초전도 한류기가 전류제한동작을 개시하는 시점인 동작개시전류는 10 kA로 설정하였다.

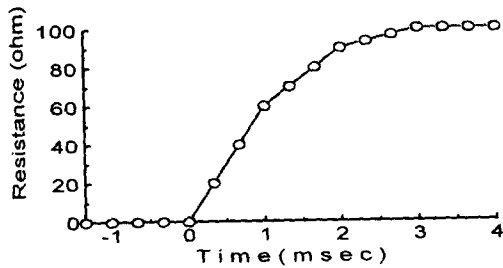


그림 2. 초전도체 퀘칭시 저항 변화값
Fig. 2. Variable impedance pattern of a superconductor under quench

3. 결과 및 고찰

시뮬레이션은 우선 1회선 계통에 대해서만 실시하였으며, 선로는 154 kV급 송전선로에서 주로 쓰이고 있는 ACSR 410 mm를 기준으로 선정하였다. 지락사고시의 각 상별 고장 전류 파형은 S1에서 S2 S/S까지의 실제통값에 대하여 C상을 기준으로 사고각이 0° 일 때 과도전류값을 모의하였다. 또한, 사고시 S2에서 S1 S/S으로 유입되는 전류는 S1-S2간 전력 조류에 비하여 작기 때문에 여기서는 생략하였다.

3.1 1선 지락사고의 경우

그림 3은 주요한 전력조류를 형성하는 S1-사고지점에 대한 파형을 보여주고 있으며 1선 지락사고시의 각 상별 고장 전류 파형은 사고각이 0° 일 때 과도전류값을 모의하여 나타내었다. 지락사고가 발생하면 C상의 값이 최고 39 kA까지 상승하였다가 약 5주기후에 23 kA값에서 안정되는 것을 볼 수 있다. 사고발생전인 정상상태에서 선로에 흐르는 전류값이 약 0.45 kA인 것을 고려하면 사고 발생후 전류값이 최고 약 87배까지 상승하였다가 약 53배되는 지점에서 안정됨을 뜻한다. 따라서 선로에 취부되어 있는 변압기를 포함하여 각종보호기기는 최소한 차단기의 IEEE규격인 정격차단시간(약 3 사이클) 동안에는 어느 정도의 손상을 입을 수밖에 없다. 고장발생 이후 A상 및 B상의 전류값은 약간의 변화가 있으나 차단기의 차단책무에는 별 영향을 주지 않음을 알 수 있다. 사고각 45°와 90°인 경우의 1선 지락사고 파형을 모의하였으나 사고각 0°인 경우에 비하여 과도전류값이 작기 때문에 여기서는 사고각 0°인 경우를 대표적으로 나타내었다.

다음으로, 전력계통에서 1선 지락사고가 발생하였을 때 차단기 전단에 초전도 한류기를 적용하는 경우, 고장전류 억제능력을 살펴보기 위하여 사고각을 0°, 45°, 90°로 구분하여 시뮬레이션 하였다.

그림 4는 사고각 0°인 지락고장 계통에 대하여 초전도 한류기를 적용하여 시뮬레이션한 결과를 보여준다.

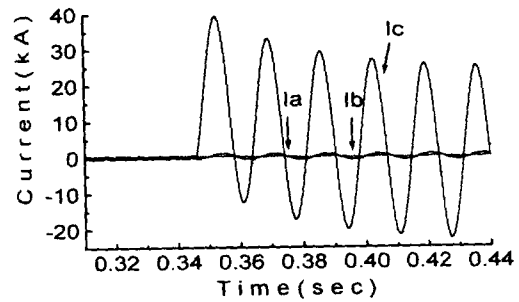


그림 3. 사고각 0° 일 때의 고장전류 파형
Fig. 3. Fault current waveform for fault angle 0° (No SFCL)

그림 5에서 사고가 발생한 C상을 보면 사고발생 직후 최고 39 kA의 최대 한류전류값을 나타내나, 약 반주기 이내에 15 kA(최종 고장전류값)에서 안정되는 것을 볼 수 있다. 이는 GIS의 차단내력 이내이다. 건전상인 A, B상의 경우에도 사고 발생 후에 각각 1.6 kA, 0.9kA까지 전류값이 상승하지만 차단기의 차단내력에는 별 영향을 주지 않음을 알 수 있다.

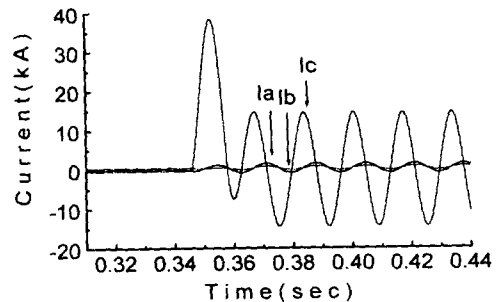


그림 4. 초전도 한류기를 적용한 1선 지락사고 (사고각 0°)
Fig. 4. Single line-to-ground fault with a SFCL at fault angle 0°

사고각이 각각 45°와 90°이고 1선 지락사고가 난 설계통에 대하여 초전도 한류기를 적용하였을 때 고장 전류 억제효과를 그림 5와 그림 6에 나타내었다. 사고가 발생한 직후에 고장전류는 사고각 45°인 경우는 약 27 kA(최대 한류전류값), 사고각 90°인 경우는 약 11.5 kA까지 상승하였으나, 반주기 이내에 각각 약 15 kA의 최종 사고전류값을 보여 주어 매우 효과적인 전류제한을 하고 있음을 알 수 있다. 특히 사고각 90°인 경우는 전류가 감소하는 순간에 사고가 발생하고 곧바로 초전도 한류기가 전류제한을 수행하기 때문에 반주기 이후의 사고전류 상승을 볼 수 없다. 건전상인 A, B상의 경우에도 사고각 45°와 90°인 경우 모두 1.5 kA 이내에서 안정된 파형을 보여 주었다.

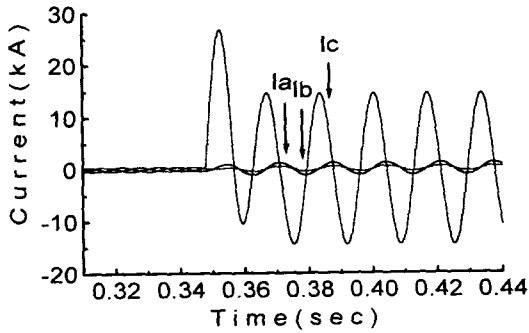


그림 5. 초전도 한류기를 적용한 1선 지락사고 (사고각 45°)
 Fig. 5. Single line-to-ground fault with a SFCL at fault angle 45°

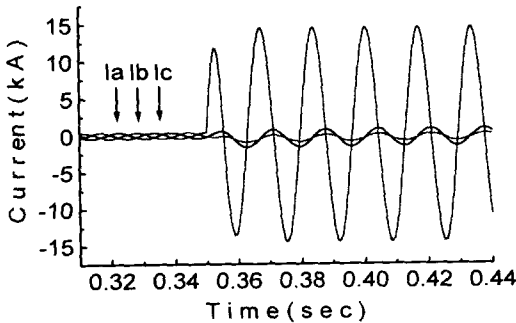


그림 6. 초전도 한류기를 적용한 1선 지락사고 (사고각 90°)
 Fig. 6. Single line-to-ground fault with a SFCL at fault angle 90°

3.2 2선 지락사고의 경우

그림 7은 B와 C상에 2선 지락사고가 발생한 경우를 나타내고 있으며, 사고가 발생하면 B상의 값이 최고 56 kA까지 상승하였다가 약 5주기후에 36 kA값에서 안정되는 것을 보여주고 있다. C상의 경우에는 최고 53 kA에서 33 kA까지 분포하였다. 사고발생전인 정상상태에서 선로에 흐르는 전류값이 약 0.45 kA인 것을 감안하면 사고발생 후 전류값이 최고 약 120배까지 상승하였다. 1선 지락사고시와 마찬가지로 사고각 45°와 90°인 경우의 2선 지락사고 파형을 모의하였으나 사고각 0°인 경우에 비하여 과도전류값이 작기 때문에 여기서는 사고각 0°인 경우를 대표적으로 나타내었다.

다음 2선 지락사고가 발생하였을 때 차단기 전단에 초전도 한류기를 적용하는 경우, 고장전류 억제능력을 살펴보기 위하여 사고각을 0°, 45°, 90°로 구분하여 시뮬레이션 하였다.

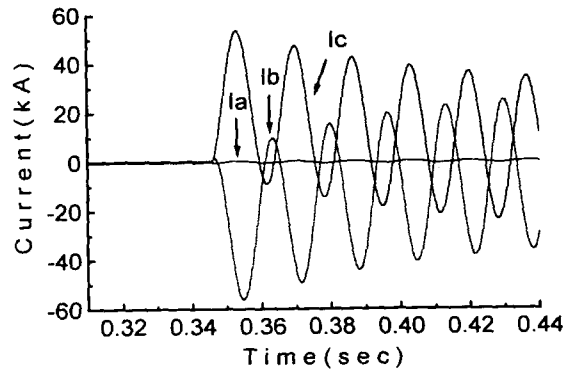


그림 7. 2선 지락사고시 각상의 고장전류 파형 (사고각 0°)
 Fig. 7. Fault current waveforms of double line-to-ground fault at fault angle 0° (No SFCL)

그림 8은 사고각이 0°일 때 시뮬레이션한 결과를 보여준다. 그림 8에서 사고가 발생한 B, C상을 보면 사고발생 직후 B상에서 최대 한류전류값이 최고 19 kA와 C상에서 44 kA의 사고전류값을 나타내나, 약 반주기 이내에 차단기의 차단내력 이내인 15 kA와 17 kA에서 최종 사고전류값을 나타내어 안정되는 것을 볼 수 있다. 건전상인 A상은 사고 발생 후에도 거의 변화가 없었다.

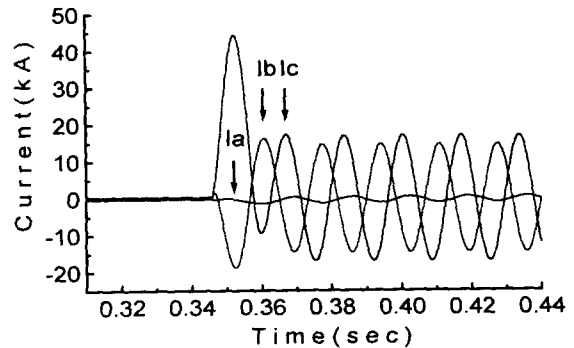


그림 8. 초전도 한류기를 적용한 2선 지락사고 (사고각 0°)
 Fig. 8. Double line-to-ground fault with a SFCL at fault angle 0°

사고각이 각각 45°와 90°이고 2선 지락사고가 난 실제 통에 대하여 초전도 한류기를 적용하였을 때 고장 전류 파형을 그림 9와 그림 10에 나타내었다. 사고각 45°인 경우 B, C상의 고장전류는 최대 한류전류가 약 51 kA, 39 kA까지 각각 상승하였으나 반주기 이내에 각각 최종 사고전류가 18 kA, 16kA값을 나타내었다. 또한, 사고각 90°인 경우 B, C상의 고장전류는 최대 한류전류가 약 37 kA, 20 kA까지 각각 상승하였으나, 역시 반주기 이내에 최종 사고전류가 각각 약 17 kA, 15 kA값을 보여주어 매우 안정적으로 전류제한을 하였다. 건전상인 A상의 경우에는 사고각 45°와 90°인 경우

모두 사고전과 비교하여 큰 변화 없이 안정된 파형을 보여 주었다.

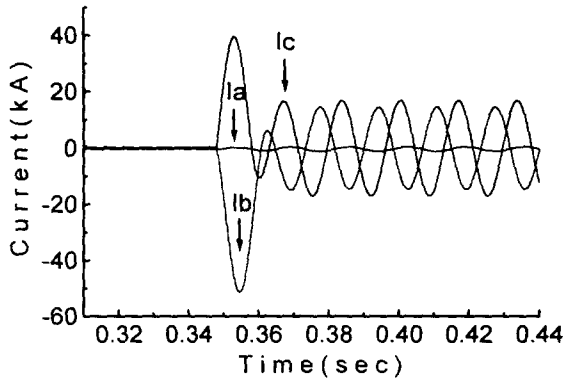


그림 9. 초전도 한류기를 적용한 2선 지락사고 (사고각 45°)

Fig. 9. Double line-to-ground fault with a SFCL at fault angle 45°

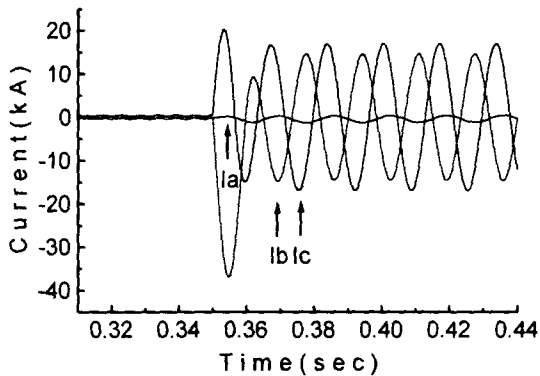


그림 10. 초전도 한류기를 적용한 2선 지락사고 (사고각 90°)

Fig. 10. Double line-to-ground fault with a SFCL at fault angle 90°

3. 결 론

154 kV급 송전계통에서 발생할 수 있는 사고유형인 지락 사고에 대하여 S1 변전소와 S2 변전소간의 실계통값을 참고하여 EMTDC에 의한 사고전류 파형을 모의하고, 이 전력계통에 초전도 한류기를 적용하였을 때 사고각별 전류제한 효과를 알아 보았다.

S1 변전소로부터 S2 변전소까지 거리의 약 60%지점에서 사고가 발생하였을 때, 가장 빈번하게 발생하는 사고유형인 1선 지락사고에서 고장전류는 사고각 0°의 경우 정상전류의 87배에 달하는 최고 약 39 kA이었으며, 5주기 이후의 전류값도 53배에 달하는 약 23 kA값을 보여주었다. 차단기

후단에 초전도 한류기를 적용하였을 때 사고각별 전류제한 효과를 보면, 사고각 0°인 경우 사고발생 직후 최대 한류전류값이 최고 39 kA까지 사고전류가 증가하였으나, 초전도체가 quench되면서 갖는 큰 최종 한류저항값(100 Ω)으로 인하여 약 반주기 이내에 15 kA의 최종 사고전류값을 보여 주어 안정되었다. 사고각 45°와 90°인 경우에도 각각 약 27 kA와 11.5 kA까지 상승하였다가 반주기 이내에 약 15 kA까지 각각 감소하여 안정된 상태를 유지하였다.

B, C상에만 사고가 발생한 2선 지락사고의 경우, 고장전류는 사고각 0°에 대해 정상전류의 120배에 해당하는 각각 56 kA, 53 kA이었으며, 5주기 이후의 전류값도 정상전류의 약 80배인 약 36 kA, 33 kA값을 보였다. 단상형 초전도 한류기를 적용하였을 때 사고각별 전류제한 효과를 보면, 사고각 0°인 경우 사고발생 직후 B, C 상에서 최대 한류전류값이 각각 19 kA, 44 kA까지 사고전류가 증가하였으나, 약 반주기 이내에 15 kA, 17 kA(최종 사고전류값)까지 안정되었다. 사고각 45°인 경우에는 각각 약 51 kA와 39 kA까지 상승하였다가 반주기 이내에 약 18 kA와 16 kA까지 각각 감소하여 안정된 상태를 유지하였다. 사고각 90°인 경우에도 각각 약 37 kA와 20 kA까지 상승하였다가 반주기 이내에 약 17 kA와 15 kA까지 각각 감소하였다. 따라서 154 kV급 송전선로에 대한 1, 2선 지락사고에 대해서는 차단기의 안정적인 운용을 고려하더라도 quench시 최종 한류저항값이 100 Ω 정도 되는 단상형 초전도 한류기를 설치하면 차단기의 차단 내력을 초과하는 고장전류에 대해 효과적으로 대처할 수 있음을 알 수 있었다.

이상과 같이 154 kV 송전선로에서 1, 2선 지락사고에 대해 EMTDC 해석을 통해 사고전류 및 한류효과를 살펴보았으며 계통상에는 1, 2선 지락을 포함하여 완전지락, 선간 단락 및 3상 단락 등이 있으므로 앞으로 전 고장 유형에 대해 simulation을 수행하여야 할 것이다. 또한 전력계통 측면에서 요구되는 최적저항 및 그의 시간변화 패턴에 관한 연구를 함으로써 초전도 한류기 개발의 지표로 활용할 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

- [1] "장기 송·변전 설비설계 검토서," 한국전력공사 전원 계획처, pp. 218-235, 1995.
- [2] "전력계통 고장전류 증대와 대응방안," 전기저널, Vol. 5, pp. 24-31, 1998.
- [3] Nell E. Reimann, et al., "Simulation of the Tr Response of a High-Tc Superconducting Cu Limiter Inserted in an Electrical Distri System," IEEE Trans. on App. Supercon., Vol. 2, pp. 836-839, June 1997.
- [4] L. S. Fleischman and Y. A. Bashkurov, "Considerations for An Inductive High Superconducting Fault Current Limiter," IEEE on Applied Superconductivity, Vol. 3, pp. 57 1993.
- [5] W. Paul, et al., "Fault Current Limiters B

- Based on High Temperature Superconductors," Inst. Phys. Conf. Ser. No. 148, pp. 73-78, July 1995.
- [6] J. R. Cave, *et al.*, "Test Results for Laboratory Scale Inductive High Tc Superconducting Fault Current Limiters." IEEE Trans. on Mag., Vol. 30, No. 4, pp. 1895-1898, July 1994.
- [7] Masanori Tsuchimoto, *et al.*, "Experimental Evaluation of the Total Shielding Current in a Bulk High-Tc Superconductor." IEEE Trans. on App. Supercon., Vol. 6, No. 1, pp. 10-12, March 1996.
- [8] C.A. Falcone *et al.*, "Current Limiting Device - A Utility's Need." IEEE Trans. PAS-93, November/December, pp. 1768-1775, 1974.
- [9] "계간 기술개발," 한국전력공사 기술기획처, '97 봄호 (제31집) pp. 95-111, 1997.
- [10] Hideyuki, *et al.*, "Setting Method of S Parameters of a Superconducting Fault C Limiter Considering the Operation of P System Protection." IEEE Trans. on App. Supercon., LWF-05, pp. 1-6, 1998.

저 자 소 개



최 호 상(崔孝祥)

1966년 2월 21일 생. 1989년 전북대 전기공학과 졸업. 1994년 동 대학교 전기공학과 석사 졸업. 1995년 ~ 현재 한국전력공사 전력연구원 전력계통연구실 일반연구원

Tel : (042) 865-5977, H·P : (017) 238-3155
E-mail : hschoi@kepri.re.kr



현 옥 배(玄鎡培)

1953년 2월 11일 생. 1976년 연세대 졸업. 1987년 Iowa State Univ. 졸업(Ph.D). 1997년~현재 한국전력공사 전력연구원 전력계통연구실 책임연구원

Tel : (042) 865-5971
E-mail : hyun@kepri.re.kr



고 태 국(高太國)

1955년 7월 4일 생. 1981년 연세대학교 전기공학과 졸업. 1983년 미국 Case Western Reserve University 졸업(석사). 1986년 동 대학원 졸업(박사). 1986~1988년 미국 Ohio Cleveland State University 조교수. 현재 연세대학교 전기·컴퓨터공학과 교수. 현재 대한전기학회 평의원. 현재 기초전력공학공동연구소 전문위원
Tel : 02-361-2772

E-mail : tkko@bubble.yonsei.ac.kr