

배전계통 사고시 투입저항 크기가 OCR트립 시간에 미치는 영향

안재민*, 김재철*, 임성훈*, 김진석*, 문종필**
 숭실대학교 전기공학과*, 기초전력연구원**

Effect of inserting resistance's magnitude on OCR trip time in a short-circuit of distribution system

Jae-Min Ahn, Jae-Chul Kim, Sung-Hun Lim, Jin-Seok Kim, Jong-Fil Moon
 Soongsil Uni., KEESRI**

Abstract - Increase of fault current due to larger power demand has increased the possibility of the breakdown of the power system. To protect the power system effectively from the larger fault current, several countermeasures have been proposed. Among them, the superconducting fault current limiter (SFCL) has been expected as one of the most effective solutions. In this paper, the fault current limiter, which consists of a ideal switch as a trigger part and the limiter as the limiting part, has been applied into the distribution system. From the analysis for the fault current limiting operation of SFCL, the inserting resistance's magnitude has been confirmed to affect OCR trip time in a short-circuit of distribution system.

1. 서 론

지속적인 전력수요의 증가와 대단위 발전설비가 증가됨에 따라 전력전송 용량의 증가는 단락사고로 인한 사고 전류증가를 야기시켰다. 또한, 계통연계 및 변전소의 용량 증대는 사고전류 증가를 가속화하고 있다. 사고전류의 증가는 전력계통과 장비들의 안정도 문제에 심각한 영향을 주며 전력설비(차단기, 단로기, CT, PT, 선로, etc)의 용량 증대로 인한 교체를 불가피하게 하고 이는 많은 비용을 초래한다[1]. 이러한 이유로 사고전류를 제한하기 위해 많은 연구가 지속되고 있고 초전도 소자를 이용한 여러 종류의 사고전류 제한기가 제안되고 있다 [2-4]. 이와 함께 초전도 사고전류 제한기를 계통에 적용 시 계통에 미치는 영향에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다[5].

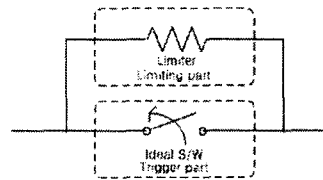
본 논문에서는 초전도 사고전류 제한기 적용시 배전계통에 미치는 영향 중 투입저항 크기가 OCR트립 시간에 미치는 영향에 대해 분석하였다. 분석을 하기 위하여 사고전류 제한기는 이상적인 switch를 이용하여 모델링하였다. 사고전류 제한기는 크게 trigger part와 limiting part로 구성하였으며 샘플 배전계통에 적용하였다. 또한, 차단기를 구동하는 계전기 중 OCR을 모델링하여 사고전류 제한기에 의한 투입저항 크기에 따른 트립시간을 분석하였다. 트립시간은 $M(I_{pickup})$, 파라미터, time dial에 따라 변화하는데 사고전류 제한기 적용시 기본 정정치는 변하지 않고 사고전류 제한기의 투입저항에 의해 사고전류(input)가 감소하여 트립시간이 증가한다. 이와 같은 연계동작특성 분석을 위해 EMTDC/pscad를 사용하여 사고전류 제한기와 OCR을 구현하여 결과를 도출하였다.

2. 본 론

2.1 FCL(Fault Current Limiter) 구성 및 동작특성
 일반적으로 초전도 사고전류 제한기는 빠른 동작 특성

을 갖는다. 이는 사고시 사고전류를 빠르게 제한하여 계통에 큰 사고전류가 흐르지 않게 해주며 동시에 계통 안정도를 향상시킬 수 있게 된다. 이러한 이유로 초전도 사고전류 제한기는 사고전류를 빠르게 감지하여 제한하기 위한 연구개발이 이루어지고 있다. 본 논문에서는 사고전류 제한기를 이상적인 스위치를 이용하여 구성하였고 구조는 <그림 1>과 같다.

본 논문에서 구성한 사고전류 제한기는 크게 trigger part와 limiting part로 구성되는데 trigger part는 이상적인 스위치가 normal close되어 있다가 5ms안에 사고를 감지하여 개방한다. limiting part는 이상적인 스위치가 개방되어 흐르는 사고전류를 제한하는데 가변되는 저항(Rinserting)으로 사고전류를 제한한다.

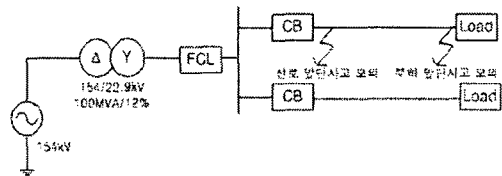


<그림 1. 사고전류 제한기의 구조>

2.2 적용 배전계통 구성

적용 배전계통구성은 <그림 2>와 같다. FCL의 위치는 변압기 2차측, tie line. 혹은 feeder 보호용으로 사용되는데 본 논문에서 적용한 배전계통에서는 변압기 2차측 보호용으로 사용하였다. 또한, 적용 배전계통의 전원은 154kV 등가모델을 사용하였고 변압기는 154/22.9kV, 100MVA/12%로 선정하였다. 변압기 2차측 선로는 ALOC 160mm²로 선정하였고 부하는 10MVA 역률 0.95로 선정하였다.

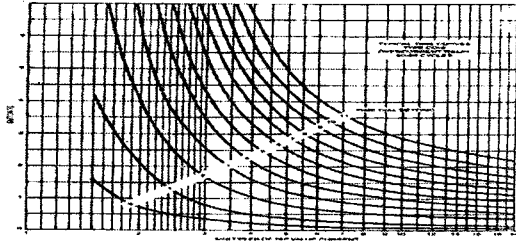
<그림 2. 적용 배전계통 구성도>



2.3 OCR 동작 특성

차단기를 동작시키기 위해 지령을 내리는 과전류 계전기(OCR)는 선로의 전류를 감지하여 RMS값을 취하고 그 값이 정정치(Ipickup)보다 크면 사고로 판단한다. 그리고 트립되는 시간은 TC-Curve에 의해 결정된다. TC-curve는 제조사 및 기관마다 TC-Curve를 결정짓는 parameter가 조금씩 다르다. 본 논문에서는 <그림

3>과 같은 TC-Curve를 사용하였다.



<그림 3. TC-Curve >

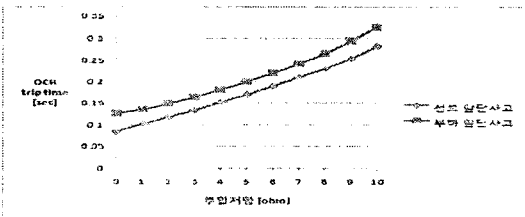
OCR 동작특성은 트립시간과 회복시간에 의해 결정된다. 트립시간은 사고전류(I_{input})가 정정치(I_{pickup})보다 큰 경우로 사고가 발생해 접점이 닫혀 트립되는 시간을 나타내고 회복시간은 사고전류 차단기에 의해 차단되어 I_{input} 이 I_{pickup} 보다 작아진 경우로 닫힌 접점이 다시 원위치로 회복하는데 걸리는 시간을 나타낸다.

2.4 투입저항 크기에 따른 OCR 트립시간 분석

<그림 2> 배전 계통에서 OCR의 I_{pickup} 은 최대 부하 전류의 200%로 적용하였다. 그리고 Time Dial은 1에 설정하여 사고시 OCR 트립시간이 계산되게 하였다. 사고전류 제한기를 적용하기 전에는 선로 앞단 사고시 0.0858[sec]로 대략 5 cycles 이후 OCR이 트립되었다. 본 결과는 EMTDC/pscad를 사용하여 시뮬레이션하였으며 <그림 3>에 의해 직접 계산한 값과 동일하였다. 사고는 선로 앞단 사고와 부하 앞단 사고로 모의하였고 두 종류의 사고시 투입 저항을 1[ohm]에서 10[ohm]까지 가변하여 시뮬레이션하였다. 그 결과 값은 <Table 1>과 <그림 4>에 나타내었다.

<Table 1. 투입저항에 따른 OCR트립 시간>

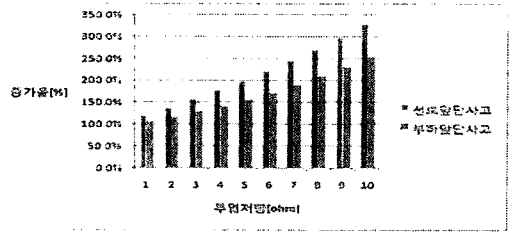
	0Ω	1Ω	2Ω	4Ω	6Ω	8Ω	10Ω
선로 앞단사고시 OCR trip time [s] [cc]	0.0858	0.1025	0.1185	0.1528	0.1898	0.2317	0.2818
부하 앞단사고시 OCR trip time [s] [cc]	0.1273	0.1368	0.1495	0.1813	0.2197	0.2662	0.3238



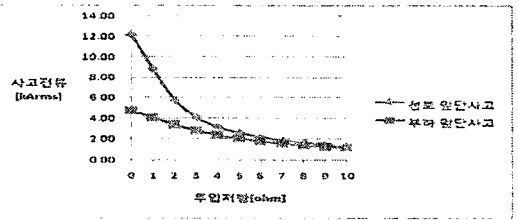
<그림 4. 투입저항에 따른 OCR 트립시간>

<Table 1>의 결과를 보면 사고전류 제한기 적용시 투입 저항에 의해 사고전류가 제한되고 I_{input} 이 감소하여 OCR트립 시간이 증가함을 보여준다. 투입저항값이 10 [ohm]일 경우 선로 앞단 사고 시 OCR 트립시간은 3배 이상 증가하는 것을 볼 수 있다. 사고전류 제한기 적용시 투입저항의 크기에 따른 OCR 트립시간 증가시간량은 <그림 4>에 나타내었다. <그림 4>에 결과를 보면 사고전류 제한기 적용시 투입저항에 따른 OCR 트립시간 증가량은 사고전류가 큰 선로 앞단 사고시 더욱 많이 증가함을 볼 수 있다. 이는 사고전류가 클수록 작은 값의 투입 저항도 사고전류를 많이 제한하기 때문에 사고전류(I_{input})가 같은 크기의 투입저항이라도 부하 앞단

사고보다는 선로 앞단에서, 즉 사고전류가 커질수록 더욱 많이 제한함을 알 수 있다. 사고전류 제한기 적용시 투입저항 크기에 따른 사고전류 크기를 <그림 5>에 나타내었다.



<그림 4. 투입 저항에 따른 OCR 트립시간 증가량>



<그림 5. 투입저항에 따른 사고전류>

3. 결론

사고전류 제한기 적용시 투입저항 크기에 따른 OCR 트립시간에 대해 분석하였다. 분석 결과는 투입저항으로 인해 사고전류는 제한되고 제한된 사고전류(I_{input})는 OCR 트립시간을 증가시켰다. 또한, 같은 크기의 투입저항이라도 사고전류의 크기에 따라 사고전류를 제한하는 양은 달라지며 사고전류가 큰 경우 더욱 많이 제한됨을 보았다. 이는 사고전류가 큰 경우 OCR 트립시간 증가량이 더욱 커짐을 말한다. 이러한 결과로 볼 때 사고전류 제한기 적용시 사고전류는 제한되나 사고시간이 증가함을 뜻한다. 앞으로, 사고전류 제한기 적용시 사고시간의 증가가 보호협조, 계통, 전력기기 및 설비에 미치는 영향에 대해 연구를 진행하고자 한다.

감사의 글

"본 연구는 산업자원의 지원에 의하여 기초전력연구원 주관으로 수행된 과제임."

[참고 문헌]

- [1] 김준환, 이강완, "전력계통 고장전류 증대와 대응방안", 전기저널, pp.19-31, 1998
- [2] E. Thuries, V.D Pham, Y. Laumond, T. Verhaege, A. fevrier, M. Collet and M. Bekhaled, "Towards the superconducting fault current limiter" IEEE Trans. on Power Del, Vol 6, No.2, pp. 801-808, 1991
- [3] W. paul, M. chen, M. Lakner, J. Rhyner, D. Braun, W. L. anz, "Fault current limiter based on high temperature superconductors different concepts, test results, simulations, applications", Physica C, Vol. 354, No. 1-4, pp.27-33, May, 2001
- [4] W. T. Norris and A. power, "Fault current limiters using superconductors" Cryogenics, Vol. 37, pp.657-665, Oct, 1997
- [5] Lin Ye, Archie Campbell, "Behavior Investigations of S uperconducting Fault Current Limiters in Power Systems", IEEE Tran. on Applied Superconductivity, Vol, 12, No. 2, p. 662-665, June 2006