

부하차단과 재폐로 동작에 따른 주파수변화율 크기 분석

이재욱, 박철우, 장병태, 송인준, 장문섭, 광노홍
한전 전력연구원

Study of rate of change of frequency by Reclosing and Load shedding

Jae-Wook Lee, Chul-Woo Park, Byung-Tae Jang, In-Jun Song, Moon-Seop Jang, No-Hong Kwak
KEPRI

Abstract - A small-sized isolated 154kV transmission system could be brought out by a separation from whole network due to faults at transmission lines. For such system, where a fault occurs following a reclosing action, we provided the basis for study to provide an effective load shedding scheme needed to the case of failure of reclosing action as well as the characteristic of reclosing action whether it succeeds or fails.

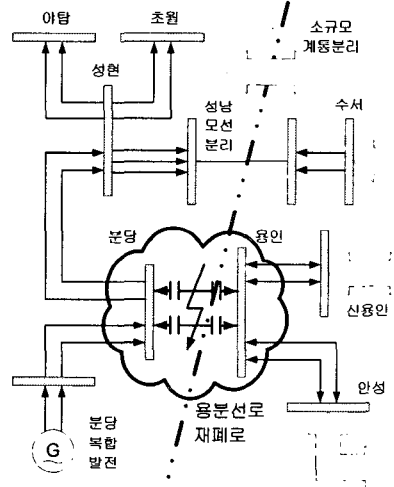
1. 서 론

송전 시스템에서 발생하는 사고의 대부분이 일시적인 사고이다. 따라서 일시적인 사고로부터 계통의 안정도를 향상시키기 위해 재폐로를 계통에 도입하고 있다. 따라서 전력시스템의 보호방식에 있어서 재폐로 방식은 매우 중요한 역할을 한다. 재폐로 방식이 이러한 장점을 가지는 반면, 재폐로 실패시 전력설비에 전기적 충격을 줌으로서 설비열화의 직접적인 원인을 제공하며 계통의 넓은 영역에 순간정전을 발생시키는 문제점도 가진다.

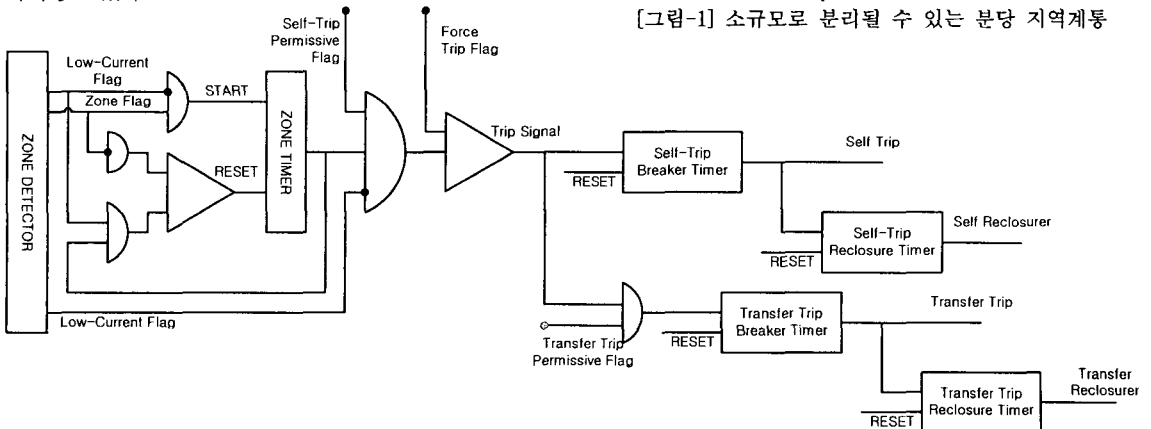
우리나라의 154kV 송전계통은 양적으로나 송전기능 면에서 많은 부분을 차지하고 있을 뿐만 아니라 다양한 계통조건들과 연계되어 송전선로의 자동재폐로는 전력설비는 물론, 산업활동 및 수용가축에 직접적으로 영향을 미칠 수 있기 때문에 154kV 계통의 재폐로는 계통운영에 있어서 매우 중요하다.

현재 우리나라 154kV 송전선로의 자동재폐로 방식은 송전선로가 위치한 계통조건에 따라 조금씩 다르지만 전체적인 표준으로 "3상, 고속도 1회" 재폐로 방식을 채택하고 있고 재폐로 시간은 "18 싸이클" 이다. 일단에 전원이 있고 지중선로만으로 이루어진 송전선로의 경우 고장은 대부분 영구고장이라고 보기 때문에 재폐로를 시행하지않고 있다.

본 논문에서는 PSS/E를 이용하여 [그림-1]과 같이 소규모로 분리될 수 있는 분당 지역계통에서 용인-분당 송전선로에 상정사고가 발생을 가정하여 재폐로 동작을 모의 하였다. 환상 계통의 경우 재폐로가 발생하여도 전압, 주파수 안정도에 큰 문제가 발생하지 않지만, 방사상 계통에서 송전선로가 차단될 경우는 전압, 주파수 안정도에 문제가 발생하여 정전과 같은 현상이 발생된다. 본 논문에서는 [그림-1]과 같이 발전력을 포함하여 계통에서 분리될 수 있는 분당 지역에서 재폐로 동작과 주파수 변화를 부하차단 동작을 검토하기 위하여 용분선로 재폐로 성공과 실패시 발생할 수 있는 전압, 주파수, 주파수 변화율을 검토하여 계통운영에 적합한 부하차단 방안을 마련하기 위한 기반을 만들었다.



[그림-1] 소규모로 분리될 수 있는 분당 지역계통

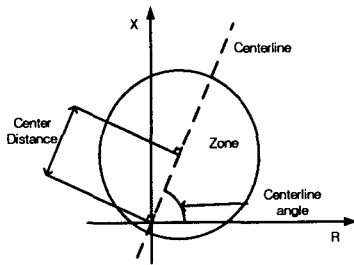


[그림-2] PSS/E 의 재폐로 Logic Diagram

2. 본 론

2.1 재페로 모델

PSS/E에서 재페로 동작에 대한 모의를 수행하기 위하여 PSS/E Dynamic 모듈에서 제공하는 Distance relay model(DISTR1)을 응용하여 사용하였다. DISTR1 모델은 mho, impedance 또는 reactance 성분 특성에 대한 offset 값을 이용하여 재페로를 수행하는 역할을 한다. 또한 하나의 모델로 최대 6개 선로에 대하여 재페로를 수행할 수 있다. 3개의 선로는 감시에 의한 동작으로, 다른 3개 선로는 회로논리에 의한 동작으로 작동된다. 재페로의 동작은 [그림-3]에서와 같이 설정된 영역에서 벗어난 입력이 감지되면 [그림-2]와 같은 Logic을 거쳐 송전선로가 재페로 동작을 수행하게 된다. 재페로 후 설정된 영역 밖에서 신호가 감지되면 재페로 실패로 인식하여 선로를 다시 차단한다.



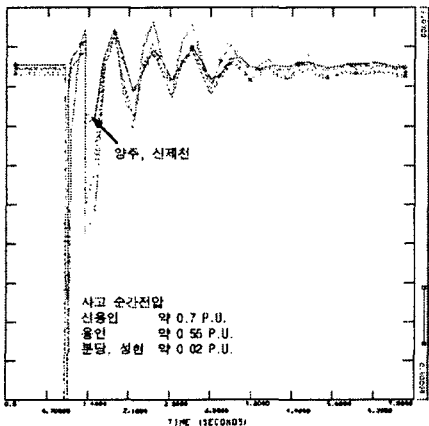
[그림-3] mho distance model

본 논문에서는 DISTR1 모델을 이용하여 [그림-1]에서와 같은 154kV 송전선인 용분선로에서 1루트 1회 재페로를 모의하였다.

2.2 분당 지역 용분선로 재페로 모의

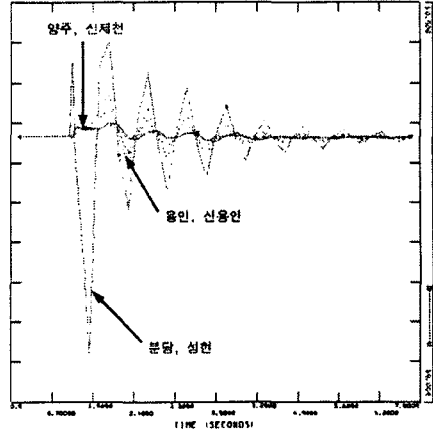
분당 지역에서 용분선로가 차단될 경우 순동예비력이 부족한 부하대비 분당복합 발전량이 60%, 40%인 계통에서 모의 하였다. 두 계통 모두 순동예비력을 갖춘 계통이다. 감시모선은 분당지역 분당, 성현, 용인, 신용인 변전소와 분당 외 지역인 양주, 신재천 변전소이다.

2.2.1 부하대비 60% 계통 모의 결과

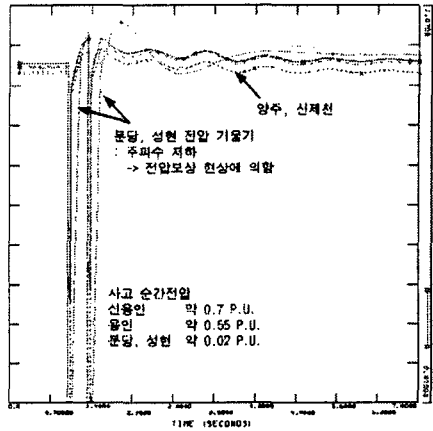


[그림-4] 60% 계통 전압, 재페로 성공

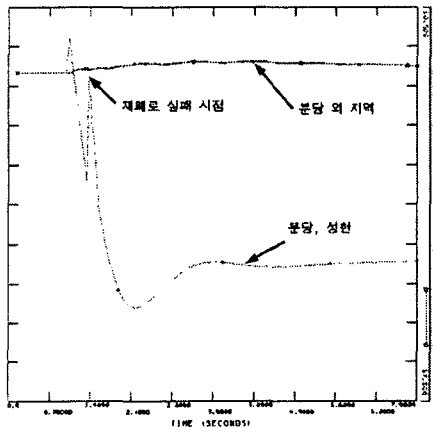
[그림-4]와 [그림-5]는 분당지역 부하대비 분당복합 발전량이 60%인 계통에서 용분선로의 재페로가 성공한 케이스이고, [그림-6]과 [그림-7]은 재페로를 실패한 케이스이다.



[그림-5] 60% 계통 주파수, 재페로 성공



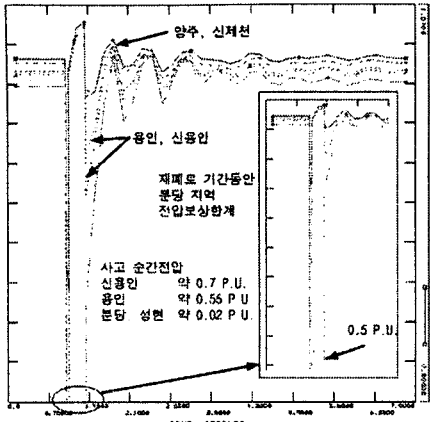
[그림-6] 60% 계통 전압, 재페로 실패



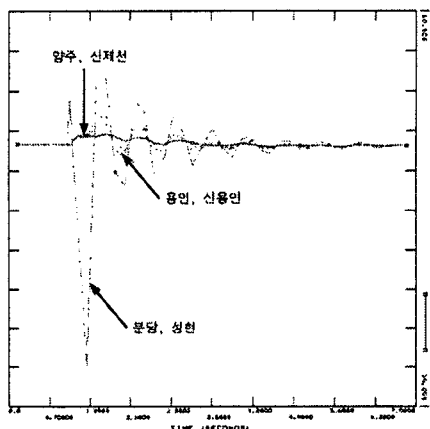
[그림-7] 60% 계통주파수, 재페로 실패

[그림-4]와 [그림-5]처럼 60% 계통에서 재페로를 성공한 경우 순간적인 전압 강하와 주파수 동요 후 안정해진다. 반면 [그림-6]과 [그림-7]의 경우처럼 재페로가 실패할 경우 분당지역의 전압안정도는 만족하지만, 주파수안정도는 58Hz이하로 벗어나 버린다. 따라서 재페로를 실패할 경우 주파수 안정도를 일정범위 이상으로 안정시키기 위해서는 분당지역에 적절한 부하차단이 발생해야 한다.

2.2. 부하대비 40% 계통 모의 결과



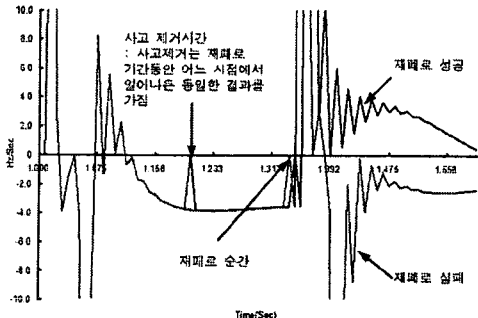
[그림-8] 40% 계통 전압, 제폐로 성공



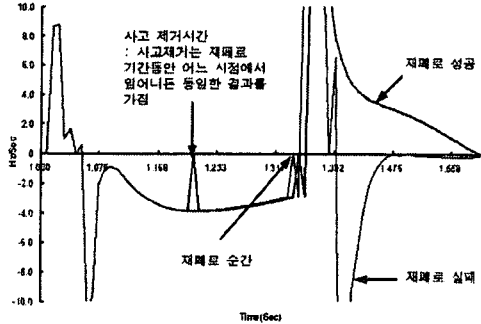
[그림-9] 40% 계통 주파수, 제폐로 성공

[그림-8]과 [그림-9]는 40% 계통에서 제폐로가 성공한 경우의 전압과 주파수이다. 이 경우 60% 계통에서 제폐로가 성공한 케이스와 같은 유사한 경향을 보이게 된다. 반면, 제폐로가 실패할 경우 분리된 소규모 분당 계통은 전압, 주파수 안정도를 만족하지 못하게 된다. 따라서 60% 계통의 제폐로를 실패한 경우와 마찬가지로 부하차단을 통한 주파수회복이 요구된다.

2.3. 제폐로 동작과 주파수 변화율 비교



[그림-10] 60% 계통 분당 변전소 주파수 변화율



[그림-11] 40% 계통 분당 변전소 주파수 변화율

[그림-10]과 [그림-11]은 각각 분당지역 부하대비 분당복합 발전량이 60%, 40%인 계통에서 용분선로 제폐로 동작에 따른 주파수 변화율이다. 사고는 1초에 발생하여 1.2초에 제거되는 경우와 제거되지 않는 경우에 대해서 모의 하여 제폐로가 성공한 경우와 실패한 경우이다. 제폐로 동작은 약 1.34초(제폐로 18 사이클, 초기 감지 2 사이클)에 발생된다. 제폐로가 성공한 경우 성공 시점에서 주파수 변화율이 양의 방향으로, 실패한 경우 음의 방향이 된다.

제폐로 동작이 성공할 경우 순간적인 전압강하와 주파수동요가 발생하지만, 실패할 경우 방사상 계통의 부하 말단지역은 지역 정전이나 주파수안정도가 정상범위를 벗어날 수 있다. 따라서 이와 같은 현상을 극복하기 위해서는 여러 가지 부하차단 방법 중 신속하고 정확한 부하차단이 필요하다.

3. 결 론

발전력을 포함하여 소규모로 분리될 수 있는 154kV 송전계통에서 용분선로 사고로 인해 제폐로가 동작이 실패할 경우 주파수 안정도가 정상범위에서 크게 벗어나게 된다. 주파수 안정도를 보상하기 위해서 실행할 수 있는 여러 가지 부하차단 방법 중 가장 신속하고 정확하게 동작할 수 있는 부하차단이 필요하게 된다. 따라서 본 논문은 앞으로 주파수변화율을 이용한 부하차단 방법이 제폐로 동작에서도 신속하고 정확하게 동작 가능한지 검토하기 위해 용분선로 제폐로 과정에서 전압, 주파수, 주파수 변화율을 비교 검토하였다.

[참 고 문 헌]

- [1] 이재욱 외 2명, "소규모 분리계통에서 부하차단 방법에 따른 현상 검토", 전력계통연구회 춘계학술대회 2004.5
- [2] 장병태 외 6명, "선로차단으로 인한 소규모 계통분리시 안정화 방안", 전력계통보호제어연구회 학술 및 기술 발표회 논문집. 2004.3
- [3] 한국전력거래소, "전력계통 안정도를 고려한 계통보호대책 연구", 2003. 12
- [4] 전력연구원, "전력선 자동제폐로 방식 개선에 관한 연구", 1998.3.