

국내 계통분리 상정시 과도 상태 분석

이소영, 장병태, 조경보, 오화진*
한전 전력연구원, 한국전력거래소*

Transient state Analysis at domestic electric power system separation

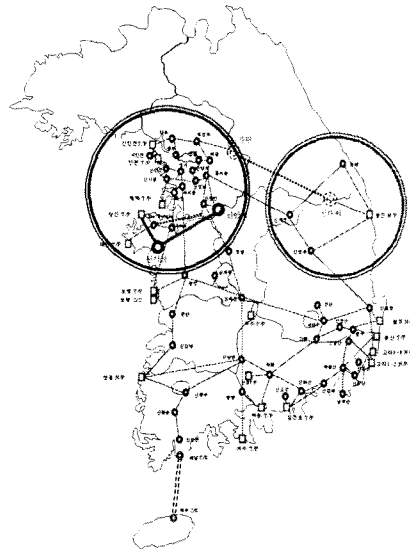
S Y Lee, B T Jang, K B Cho, H J Oh*
KEPRI, KPX*

Abstract - In the power systems of Korea, there is little chance of the separation of power systems as well as a blackout due to the large disturbance. However, that possibility shouldn't be ignored, and always exists. In this paper, we present the results of the analysis of transient stabilities for the case of contingencies of power systems separation in the isolated power systems where the regional concentration of supply and demand exists.

시험을 통해 계통분리시 과도 상태의 주파수 및 전압에 대해 분석하였다.

1. 서 론

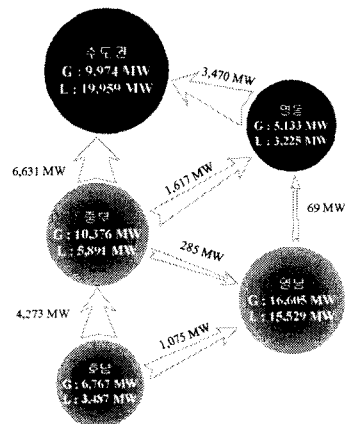
현재 국내 단일 전력계통의 상정사고로서 계통이 분리 운전되거나 붕괴의 시나리오는 국내 계통이 견고하게 건설되어 있어 고려하기 어렵지만 장래의 전력계통의 안정한 운영을 위해서 안정도와 계통보호가 고려되어야 한다. 2003년 8월 미국 동북부에서는 광역정전이 발생하였으며 이 Blackout은 NERC에서 십년을 주기로 계속적으로 발생하고 있는 실정이며, 9월에도 런던, 동경등지에서도 광역정전이 계속 발생하고 있는 현실이다. 시험계통에서의 상정사고는 부하밀집지역의 분리와 발전밀집지역의 분리의 두가지 상정사고로서 모의한다. 본 논문은 국내 범용 계통해석 프로그램인 PTI의 PSS/E를 이용하여 상정사고 모의시의 모션 주파수, 모션 전압등을 분석하고 대규모 외란에 따른 계통 보호 대책으로서 긴급 광역 계통보호 시스템을 제시한다.



가. 계통분리 상정사고 지역

2. 본 론

국내계통은 타계통과 연결되지 않은 단일계통이므로 현재 전력계통 운용상에는 계통분리와 같은 사고에 대해서는 검토되지 않았다. 계통분리시 계통보호는 장차 동북아 국가간의 전력망 연계가 되어 국내계통이 단일계통에서 연계계통이 되면 반드시 연계계통보호계획이 검토되어야만 할 것이다. 단일계통에서의 계통 분리운전으로 진행되는 다중루트사고는 일어나기 어렵다. 그러나 계통분리가 되는 현상에 앞서 전력계통의 안정적 운용을 위해 다양한 상정사고에 대한 검토로서 계통분리를 고려하게 되었다. 연계계통이 국가간의 연계를 정의하였다면 단일계통에서는 관리지역간의 연결을 연계계통으로 가정하고 각 관리지역의 분리중에 대별되는 경우를 선정하였다. 관리지역별 분리가 아니라면 모의의 경우의 수는 무한히 늘어나게 되므로 본 논문에서의 계통분리의 상정사고로서 수도권과 영동지역을 계통에서 분리하는 2가지 상정사고로 선정하였다. Case-1의 상정사고에 해당하는 수도권 계통분리는 국내의 부하가 수도권에 편중되어있어 계통의 조류가 복잡하는 상태에 있는 수도권을 분리시키는 과도 상태를 모의하였으며, 영동지역의 계통분리를 다루는 Case-2는 동해T/P, 울진N/P 지역의 전원 단지가 전력계통에서 분리되었을 경우에 계통의 과도상태를 모의하였다. 두 가지의 다중루트사고에 의한 모의



나. 각 지역간 조류흐름

그림 1. 국내 전력계통

2.1 case -1 수도권지역 계통분리

부하집중지역인 수도권을 분리시키기 위해 10루트(18개 선로)를 선정하여 탈락시키는 상정으로서 수도권을 계통에서 분리시킬 수 있다. 신서산-신안성 1루트(2회선)의 사고와 화성-아산 1루트(2회선)선로의 상정사고의 사고로 비수도권 지역의 주파수가 상승되었다. 중부하 선로에서 수도권으로 복상시키던 조류가 외란으로 인해 다른 선로로 우회하지 못하는 결과로 인하여 비수도권 지역에서 부하감소 작용으로 수도권과 비수도권의 주파수가 양분되는 결과를 그림 2에서 보여주고 있다. 그림 2와 같이 주파수가 양분의 현상은 계통붕괴 또는 주파수가 두개의 계통으로 분리되는 현상으로 진행될 수 있다고 판단된다. 그림3은 다중루트사고가 진행될 때의 모션의 전압을 보여주고 있으며 전압이 붕괴됨을 볼 수 있었다. 계통분리라는 다중 루트사고 현상을 모의하기 위해서 수도권과 비수도권의 양 계통을 연결하는 기선정된 송전선을 연계선으로 간주함으로써 모의가 가능하였다.

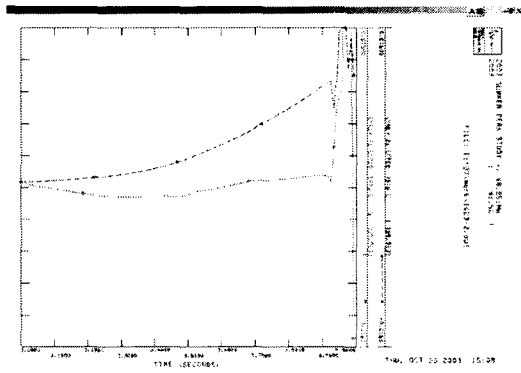


그림 2 수도권지역 상정사고시 주파수

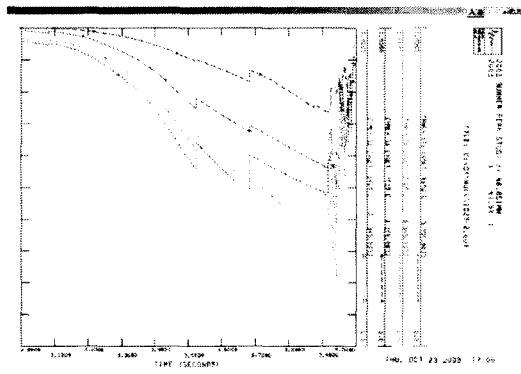


그림 3 수도권 상정사고시 전압

2.2 case -2 발전지역 계통분리

영동지역은 1784MW 출력을 타 지역으로 보내는 발전지역으로 이 지역을 전력계통에서 분리시킬 경우에서도 양계통에서 서로 다른 주파수를 볼 수 있었다. 수도권지역으로 유입되는 전력을 공급하는 중조류 선로가 차단되면서부터 영동지역에서는 주파수 상승을 볼 수 있었으며 비영동지역의 계통주파수는 저주파수보호 범위 밖에 있었다. 주파수 상승된 영동지역은 발전기 탈락으로 계통을 보호할 수 있으며, 주파수가 저하된 나머지 계통의 주파수는 허용범위에 있었다. 그림5에서 영동지역에

서 전압이 수렴하지 않았다. 계통이 분리되면서 계통의 구성이 변경됨에 따라 계통의 재구성이 필요하다.

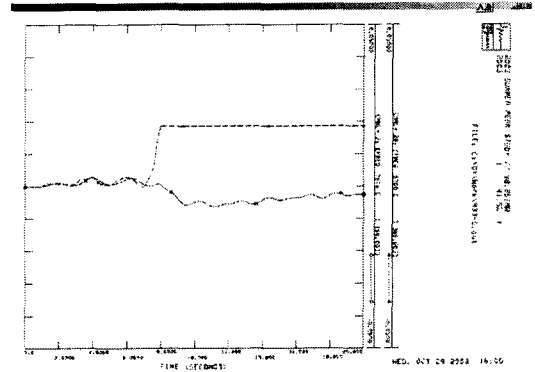


그림 4 영동지역 상정사고시 주파수

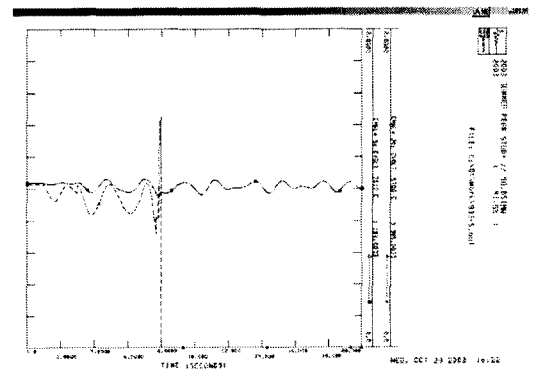


그림 5 영동지역 상정사고시 전압

2.3 전력계통 안정화 보호 시스템

계통의 일반적 보호시스템은 송전선 사고나 변전설비의 고장에 따른 설비 자체의 보호가 주 목적이다. 계통분리를 비롯한 광역정전 발생의 경우에서는 계통 전역의 보호를 이루기 위한 전계통의 정보를 이용하여 보호 및 감시의 기능을 갖는 광역적 시스템이 필요로 한다. 이러한 시스템을 구축하기 위해서는 그림6과 같이 지역 계통 정보를 담당하는 단말장치가 필수적이다. 지역을 담당하는 변전소 보호 단말 장치(SPT : Substation Protection Terminal)와 전압, 전류 및 주파수를 측정하는 위상측정장치(PMU : Phasor Measurement Unit)의 활용과 상위 광역계통의 종합서버인 광역계통보호 종합센터(SPC: System Protection Center)로 정보가 송신되어 전력계통 안전도를 신속히 판단하여 광역계통보호 동작을 취하게 된다.

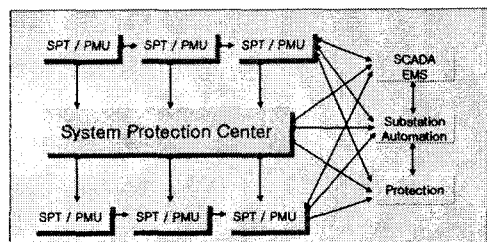


그림 6 일반적인 광역계통보호 시스템

3. 결 론

단일계통에서 계통분리 모의시 주파수의 이원화외에도 전압 불안정현상, 위상각 탈조 현상 등이 있음을 보였다. 주파수 안정도 측에서 현재의 계통 저주파수 보호 방침은 전력계통의 최종 계통 보호가 되는데 이 주파수 보호절차는 단일계통에 대한 보호계획이므로 2개 또는 그이상의 계통으로 분리되는 계통분리의 발생시 기존 보호계획은 분리된 계통에서는 적합하지 않다. 계통이 분리되어 발전력 집중 지역분리와 부하 집중 지역 분리의 두 가지 상정사고와 같이 분리된 양지역의 계통보호로는 광역 계통보호 시스템이 적용되는 것이 타당할 것이다. 광역계통보호 시스템은 계통분리사고 및 대규모 외란이 발생할 경우 계통의 광역정보를 처리하여 계통의 안정화를 위한 제어동작을 취함으로써 광역정전사고를 예방할 것이다. 이 시스템의 제어동작은 부하차단이나 발전기 차단처럼 국부적이고 사전 계획된 보호 시나리오가 아닌 비정상적인 긴급한 상황에 제어로서 동작한다. 이 광역 보호 시스템은 계통붕괴 및 대규모 외란의 방어 목적으로 전력계통 전역에서 운용이 가능한 광역 시스템 보호 기술을 전제로 하여야 한다.

[참 고 문 헌]

- [1] 이소영 외 6명, "주파수 변화율을 이용한 동적 부하차단방안", 전기학회 논문지, 제52권 6호, 2003년
- [2] 일본전기학회, "전력계통에서의 상시 및 긴급시의 부하주파수제어", 전기학회기술보고 제 869호, 2002. 3
- [3] P. M. Anderson, M. Mirheyda, "An Adaptive Method for setting under-frequency load shedding Relays", IEEE Trans. power systems, Vol 7. No. 2, May. 1992
- [4] Christian Rehtanz, Joachim Bertsch, "Wide Area Measurement and Protection System For Emergency Voltage Stability Control", Power Engineering Society Winter Meeting, 2002. IEEE, Volume: 2, 27-31 Jan. 2002