

배전계통의 분산전원 투입이 송전계통의 안정도에 미치는 영향

정하섭, 허재행, 류재근, 한종교, 박종근
서울대학교

Effects of Distributed Generation in Distribution System on Transmission System

Hasub Jung, Jae-Haeng Heo, Jaekun Lyu, Joong-kyo Han, Jong-Keun Park
Seoul National University

Abstract - 최근 전력산업은 세계적으로 많은 변화를 거치고 있다. 기존의 수직 통합적 구조에서 나타났던 발전, 송전, 배전의 기능 또한 새로운 환경에서는 다른 양상을 보인다. 따라서 새로운 산업환경에서 고객에게 양질의 전력을 안정적으로 공급하기 위하여 변화된 환경에 대한 여러 가지 분석이 필요하다. 특히 새로운 경쟁환경에서 발전부문은 가장 빠르게 탈중심화되고 있으며 소규모 발전사업자들의 참여도 활발하게 진행되고 있다. 분산전원이 그 대표적인 예로, 분산전원은 선로의 손실을 감소시키고 전력수요가 급증할 경우 첨두부하를 담당하는 역할은 물론, 사고 발생 시 대체전원의 역할과 기존 송전, 배전 시스템의 성능향상을 위한 보조적 수단으로 기능하기도 한다. 반면, 분산전원은 계통에 문제가 발생하였을 경우 계통의 안정도를 지원하도록 설계되지 않았기 때문에, 계통에 문제가 발생하였을 경우의 잠재적인 문제점이 예상된다.

$$\text{분산전원의 투입수준} = \frac{\text{투입된 분산전원의 총량}}{\text{총 부하량}} \times 100(\%)$$

전체 부하는 1GW로 가정하고, 전체 부하의 10%를 예비력으로 산정하였으며, 분산전원은 전체부하의 10%를 담당하는 유도발전기로 하였다. 계통에 발생하는 문제로는 중앙발전기 중 1기가 정지하는 것으로 상정하였다.

2.2 모의 수행

모의 실행 후 100초 후에 중앙의 발전기 1기가 정지하는 것으로 하였다.

1. 서 론

최근 전력산업의 세계적 동향은 구조적, 운영적, 규제적인 면에서 많은 변화를 거치고 있다. 기존의 수직 통합적 구조에서 이루어졌던 발전, 송전, 배전의 기능 또한 이전과는 다른 양상을 보인다. 즉, 고객에게 양질의 전력을 안정적으로 공급하는 것은 더 이상 한 회사 또는 기관의 책임이 아니다. 따라서, 고객이 원하는 수준의 전력 신뢰도를 유지하기 위해 변화된 환경을 살펴볼 필요가 있다.

새로운 경쟁환경에서 특히 발전부문은 더 이상 독점의 형태를 보이지 않는다. 시장은 독립 발전사업자(IPP, Independent Power Producer)와 같은 신규 진입자들에게 개방되어 있으며, 소규모 발전사업자들의 활발한 진입을 예상할 수 있다. 이러한 환경과 최근의 소규모 전원의 기술발전이 결합된 형태 중 하나가 분산전원이다. 분산전원은 선로의 손실을 감소시키고, 전력수요가 급증할 경우 peak shaving의 기능을 제공하며 송·배전의 혼잡을 경감시킬 수 있다 [1]. 또한 기존 송·배전 시스템의 성능향상을 보조수단으로 투자 비용을 절감시키기도 하며 사고 발생 시 대체전원의 역할까지 할 수 있는 것으로 기대된다. 그러나 분산전원의 투입은 배전계통의 조류에 영향을 미치게 되며, 용량이 커짐에 따라 배전계통은 물론 송전계통의 조류에도 영향을 미칠 가능성이 있다 [2]-[3]. 즉, 대용량 분산전원의 투입은 계통의 안정도나 신뢰도가 변하게 되는 요인 중 하나이다.

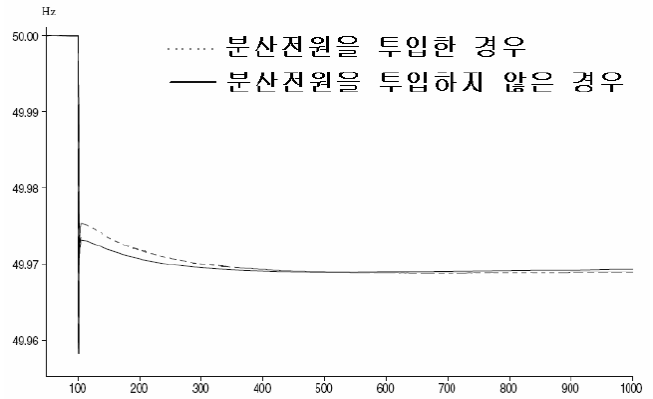
반면, 일반적으로 분산전원은 계통에 문제가 발생했을 경우 계통의 안정도나 신뢰도를 지원하도록 설계되지 않는다. 설계상 또는 용량상의 문제로 인하여 분산전원으로 유효/무효전력을 제어하기는 어려우며, 심지어 분산전원에서 발전된 전력으로 인하여 중앙전원에서 발전되는 전력의 양이 줄어들 수도 있다. 이러한 것들은 결국 계통에 문제가 발생할 경우 안정도 또는 신뢰도적 측면에서 불확실성을 증가시키는 요소로 작용할 수 있다.

앞서 언급한 이유들 때문에 분산전원 투입의 영향을 다룬 많은 연구들이 수행되어 왔다. 그러나 대부분의 기존 연구들은 배전 혹은 송전 한 측면을 중심으로 이루어진 경향이 있다. 즉, 송전계통에 미치는 효과를 고려하지 않고 분산전원의 투입이 배전계통에 제공하는 효율만을 고려하거나, 분산전원의 긍정적 기능보다는 계통에 미치는 부정적 영향에 비중을 두기도 하였다. 본 연구는 배전계통 뿐만 아니라 제한적이거나 송전부문까지 고려한 분산전원의 효과를 분석한다.

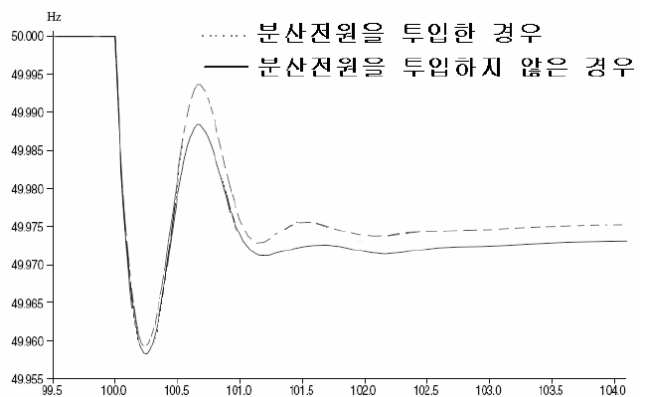
2. 본 론

2.1 모의 방법

원활한 모의를 위하여 총 부하수요는 일정하다고 가정하였다. 따라서 분산전원이 투입될 경우 중앙에서 공급하는 발전량은 감소한다. 분산전원의 투입수준은 총 부하량에서 분산전원이 차지하는 양의 비율로 아래와 같이 정의하였다.



<그림 1> 고장발생 전후의 주파수 변화1



<그림 2> 고장발생 전후의 주파수 변화2

<그림 1>은 분산전원이 투입되지 않은 상태에서 100초 후 중앙발전기가 정지하였을 때, 시간에 따른 주파수의 변화와, 분산전원이 투입되었을 경우를 비교하였다. 두 경우 모두 발전기가 정지한 직후 급격한 주파수 저하를 보이지만, 계통의 주파수가 더 하락하는 것을 방지하기 위한

governor의 작동으로 안정적인 수준으로 복귀한다. <그림 2>는 <그림 1>의 100초 근방을 확대한 그림이다. <그림 2>에서 보면 분산전원을 투입했을 경우가 분산전원을 투입하지 않은 경우보다 높은 주파수까지 하락하고, 다시 더 높은 주파수까지 상승하는 것을 알 수 있다.

3. 결 론

전력산업분야의 구조적 개편뿐만 아니라 친환경적 전력공급에 대한 사회적 요구 등과 탈집중화의 추세 및 관련기술의 발전에 따라 분산전원의 투입은 향후에도 증가할 것으로 보인다. 분산전원의 투입은 배전계통의 조류뿐만 아니라 송전계통의 조류에도 영향을 미칠 수 있기 때문에, 적정 품질의 전력을 공급하기 위해서는 배전수준에서는 물론 송전수준에서도 분산전원의 투입이 계통에 미치는 여러 가지 영향을 살펴보는 것은 의미가 있을 것이다. 본 연구는 배전계통에 투입된 대용량의 분산전원이 간략화된 모델의 송전계통에 미치는 영향을 보이고자 하였다. 모의 결과를 살펴보면 분산전원이 투입된 경우가 그렇지 않은 경우보다 과도 안정도적 측면에서 부정적인 영향으로 작용하는 것을 알 수 있다. 본 연구에서는 제한된 한 종류의 분산전원만을 고려하였지만, 분산전원에 사용된 기술이나 고장을 일으키는 중앙발전기의 용량에 따라 결과는 편차를 보일 것이다. 또한 간략화된 송전모델보다는 실제 계통의 특성을 반영할 수 있는 모델을 사용할 경우 배전계통에 투입한 분산전원이 송전계통에 미치는 영향을 분석하는 데 있어 더욱 유의미할 것이다.

[참 고 문 헌]

- [1] P. Chiradeja, "Benefit of distributed Generation: A Line loss Reduction Analysis", IEEE Trans. on Power Systems, 2005
- [2] M. K. Donnelly, J. E. Dagle, D. J. Trudnowski, G. J. Rogers, "Impacts of distributed utility on transmission system stability", IEEE Trans. on Power Systems, Vol. 11, No. 2, May 1996
- [3] R. T. Guttromson, "Modeling distributed energy resource dynamics on the transmission system", IEEE Trans. on Power Systems, Vol. 17, No. 4, November 2002
- [4] A. Agustoni, M. Grenna, R. Faranda, E. Tironi, C. Pincella and G. Simioli, "Constratins for the interconnection of distributed generation in radial distribution systems", Harmonics and Quality of Power, 2002. 10th International Conference on, Volume: 1, 6-9 October, 2002, Pages:310-315
- [5] N. W. Miller, R. A. Walling and A. S. Achilles, "Impact of distributed resources on system dynamic performance", Transmission and Distribution Conference and Exposition, 2001 IEEE/PES, Volume: 2, 28 Oct.-2 Nov, 2001, Pages: 951-952