

풍력발전단지가 도입된 배전계통의 전압 해석에 대한 연구

이 동 구, 김 창 순, 김 태 응*, 김 재 언
충북대학교, LG산전*

A Study for the Voltage Analysis of the Distribution System with the Wind Farm

Dong-Gu Lee, Chang-Sun Kim, Tae-Eung Kim*, Jae-Eon Kim
Chung-buk Univ., LGIS*

Abstract - This paper presents a application of the voltage analysis method for practical distribution system with DG(Distributed Generation). If the wind farm system is introduced in the existing distribution systems, there are many serious impacts in systems. So it is practiced the voltage analysis for the distribution system when the wind farm is introduced. in this paper, we used computer simulations with the DistFlow Method for system analysis.

나타내며, 표 1은 영덕변전소 각 MTr별 세부데이터를 나타낸다.

1. 서 론

현재의 전력 환경은 산업의 발전과 함께 전력의 수요가 증가하고, 다양하고 민감한 부하가 등장함으로써 고품질의 전력 공급이 요구되고 있다. 이에 따라 환경문제나 건설상의 많은 문제점을 가지고 있는 대규모 발전소를 대신해 분산전원(Distributed Generation)에 대한 관심과 중요성이 커지고 있다. 그러나, 기존의 배전계통상에 분산전원이 도입됨에 따라서 여러 가지 문제점이 발생할 수 있으며, 계통의 원활한 운영을 위해서는 먼저 이러한 문제들에 대한 분석이 있어야 할 것이다.

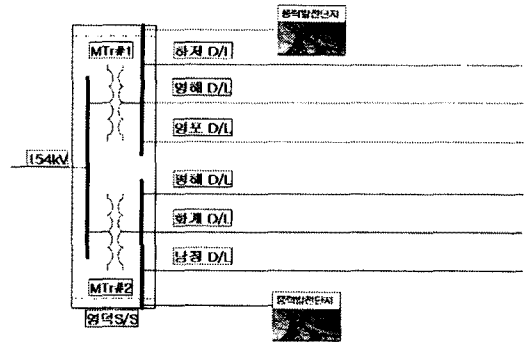


그림 1 영덕변전소 계통도

분산전원이 도입되면 현재의 배전용변전소 전압조정제에 영향을 미쳐 배전계통전체에 걸쳐 적절한 적정범위 전압을 유지할 수 없게 되고, 이로 인해 선로 전체의 일반 수용가에 저전압 또는 과전압이 발생하게 된다.

구분	선로길이 (km)	부하량(MW)		송출전압(kV)	
		중부하	경부하	중부하	경부하
MTr #1	하저 D/L	24			
	영해 D/L	13+j2.3	8.3+j1.9	23.3	23.5
	영포 D/L	31			
MTr #2	평해 D/L	22			
	화계 D/L	22.3+j4.1	8.8+j2.0	23.3	23.3
	남정 D/L	25			

표 1 영덕변전소 계통 데이터

본 논문에서는 분산전원이 도입될 실제 배전계통을 선정하여 수용가측에서 발생하는 전압변동을 분산전원의 운전방식에 따라 각각 분석하였다. 또한 이 값을 분산전원 도입 이전과 비교하여 분산전원 도입으로 인한 계통에의 영향을 분석하고 이를 줄일 수 있는 방법을 검토하였다. 이를 위하여 DistFlow Method를 이용한 Matlab 프로그램으로 시뮬레이션을 수행하였으며, 분석 대상이 된 실제 계통으로는 풍력발전단지가 도입될 예정인 영덕지구 영덕변전소를 선정하였다.

2. 배전계통 모델링

2.1 계통 모델링

풍력발전단지가 도입될 예정인 실제 계통에 대하여 다년간 평균 부하량 데이터와 실제적으로 운용되고 있는 계통 운전조건을 적용하여 모델링하였다.

2.2 풍력발전설비 조건

풍력발전단지의 구성은 각각 2,000kW 권선형유도발전기 10기가 각 MTr 직하에 22.9kV급 특고압배전선로를 전용선으로 연계되어 있는 형태이다.

도입되는 풍력발전설비의 운전조건은 표 2와 같다.

본 논문에서 모델링한 실제배전계통은 154kV 영덕지구 영덕변전소로써, 2개의 MTr(주변압기)를 가지고 있으며, #1 및 #2 MTr 모두 각각 3회선의 피더(D/L)가 연결되어 있다. 주변압기 용량은 3상 45/60 MVA이며, 임피던스는 변압기 용량 기준에 대하여 약 14.54%이다. 그리고 송출전압은 부하량에 따라 동작하는 AVR+LDC+ULTC 방식을 사용한다.

구분	상태
정격출력	20,000 [kW]
역률(발전기기준)	0.9(진상), 1.0, 0.9(지상)
운전형태	정출력 운전

표 2 풍력발전설비 운전조건

그림 1은 풍력발전단지가 도입된 영덕변전소 계통도를

3. 시뮬레이션 결과 및 분석

대상 계통인 영덕변전소 각 MTr에 대하여 풍력발전설비가 연계되지 않은 본래의 계통과 연계도입된 경우에 대하여 각각 시뮬레이션을 수행하였다. 또한 각 MTr별로 중부하시 및 경부하시로 나누어 풍력발전설비가 지상 0.9, 진상 0.9, 1.0의 운전역률을 가질 때의 전압변동을 분석하였다.

3.1 기존 배전계통 전압

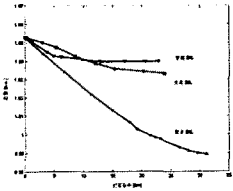


그림 3 MTr #1 중부하시

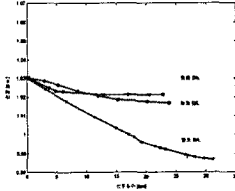


그림 4 MTr #1 경부하시

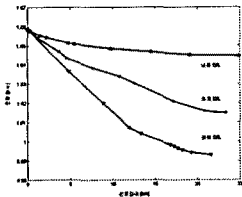


그림 4 MTr #2 중부하시

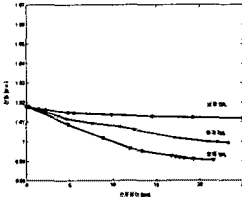


그림 5 MTr #2 경부하시

3.2 풍력발전설비 도입시 전압

3.2.1 MTr #1 중부하시

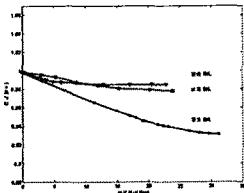


그림 6 MTr #1 중부하시 p.f.=1.0

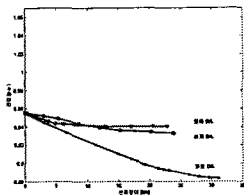


그림 7 MTr #1 중부하시 p.f.=0.9 지상 운전

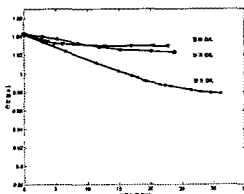


그림 8 MTr #1 중부하시 p.f.=0.9 진상 운전

3.2.2 MTr #1 경부하시

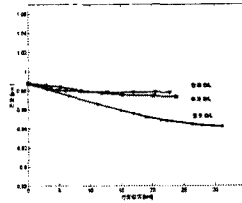


그림 9 MTr #1 경부하시 p.f.=1.0

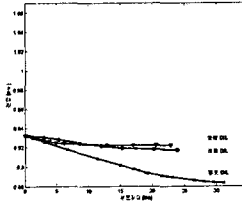


그림 10 MTr #1 경부하시 p.f.=0.9 지상 운전

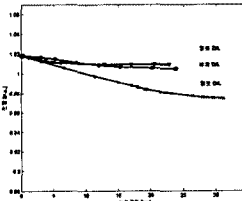


그림 11 MTr #1 경부하시 p.f.=0.9 진상 운전

3.2.3 MTr #2 중부하시

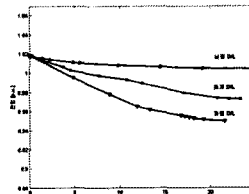


그림 12 MTr #2 중부하시 p.f.=1.0

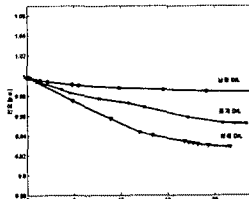


그림 13 MTr #2 중부하시 p.f.=0.9 지상 운전

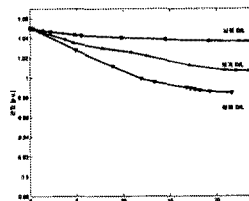


그림 13 MTr #2 중부하시 p.f.=0.9 진상 운전

3.2.4 MTr #2 경부하시

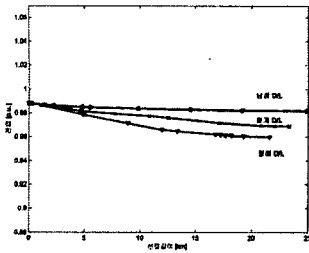


그림 15 MTr #2
경부하시 p.f.=1.0

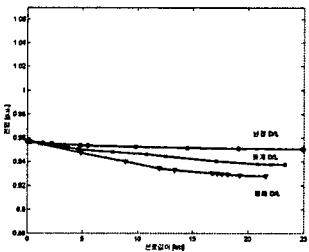


그림 16 MTr #2
경부하시 p.f.=0.9
지상 운전

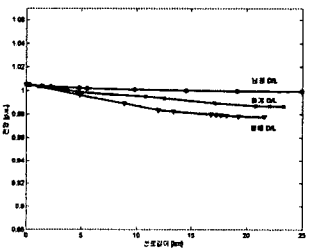


그림 17 MTr #2
경부하시 p.f.=0.9
진상 운전

3.3 분석 결과

기존 배전계통에 풍력발전설비 등의 분산전원이 도입될 시에는 배전계통의 전압조정에 심각한 악영향을 미친다는 것을 알 수 있다.

시뮬레이션 결과인 MTr #1과 #2의 전압곡선을 보면, 풍력발전설비가 도입된 후 도입되지 않은 본래의 전압곡선에 비해 전체적으로 3~5% 정도가 낮아졌음을 알 수 있다. 이는 풍력발전설비로부터 20MW에 달하는 출력이 공급됨으로 인해 MTr 직하 2차측에서의 Bank 전류가 줄어들게 되어 결국 LDC 장치의 CT부에서 이를 감지하여 부하전류가 줄어든 경우하로 판단하여 MTr 탭을 낮추기 때문이다. 이에 따라 계통 말단의 수용가에서는 풍력발전설비가 도입됨에 따라서 심각한 저전압 현상이 발생될 것으로 예상할 수 있다.

또한 시뮬레이션 결과에 의해 계통이 경부하일 때보다는 중부하일 때가, 그리고 풍력발전단지의 운전방식이 진상 운전보다는 지상 운전할 때에 전압변동폭이 크게 나타나는 것을 확인할 수 있다.

3.4 대책

풍력발전단지 연계에 따라 발생하는 전압변동에 대한 대책으로써는 다음의 두 가지를 고려할 수 있다.

- 풍력발전단지 운전시의 영향을 최소화하기 위하여 상대적으로 지상운전에 비해 전압 변동폭이 적은 진상운전한다.
- 풍력발전설비의 전용선에 CT를 설치하여 이를 LDC

장치의 CT부와 역결선, 풍력발전설비가 도입되더라도 전압조정 및 전압변동에 악영향을 미치지 않도록 한다.

4. 결 론

본 논문에서는 분산전원이 도입되는 경우에 배전계통에서 발생하는 전압변동을 확인하기 위해 실제 풍력발전단지가 도입될 예정인 영덕지구 영덕변전소의 두 개의 MTr에 대해 DistFlow Method를 이용한 시뮬레이션을 수행하여 분석하고 이에 대한 대책을 알아보았다.

200MW 정도 규모의 풍력발전설비가 22.9 kV 전용선로를 통해 MTr 2차측에 도입되는 경우 배전계통의 전압조정에 악영향을 미치며, 이에 대한 대책으로는 풍력발전설비를 진상운전하거나, 풍력발전설비 전용선에 CT를 설치하도록 해야한다.

[참 고 문 헌]

- [1] Barker, P.P., De Mello, R.W., "Determining the Impact of Distributed Generation on Power Systems : Part 1 - radial Distribution Systems", Power Engineering Society Summer Meeting, 2000, IEEE, Volume: 3, 2000 Page(s) 1645-1656 vol. 3.
- [2] M.E. Baran, F.F. Wu, "Optimal sizing of capacitors placed on a radial distribution system", IEEE, Trans, on Power Delivery, Vol. 4, No. 1, January 1989.
- [3] 광도일, 김태웅, 김재연, "DistFlow Method를 이용한 삼상조류해석 알고리즘에 관한 연구", 대한전기학회 하계 학술대회 논문집, A권, 2000년.
- [4] 광도일, 김태웅, 김재연, "DistFlow Method를 이용한 삼상조류해석 알고리즘에 관한 연구", 대한전기학회 하계 학술대회 논문집, A권, 2000년.