

154/22.9 KV S/S 의 1 BANK 사고시 무정전 전력공급  
을 위한 분산형 전원의 적정용량 산정 검토

김재연            노대석            김호용  
한 국 전 기 연 구 소

Estimation of the proper capacity of Dispersed Storage and Generation system for uninterruptable service in one bank outage case in 154/22.9KV S/S

Jaeon Kim            Daesuk Rho            Hoyong Kim  
(Korea Electrotechnology Research Institute)

ABSTRACT

Over the last decade or so, there has been an increase in activity devoted to the development of renewable resources for generating electric energy. Many of these generators are small and can only be economically connected to the distribution system or to the subtransmission system. Those which involve storage, a secondary source of energy, can provide a means to achieve more efficient use of existing generating plant. Such systems are known collectively as Dispersed Storage and Generation devices, or DSGs. So, in this paper, for uninterruptable service in one bank outage in 154/22.9KV substation, the proper capacity of DSGs is examined through the configuration and the reliability.

1. 서론

분산형 전원이란 " 기존의 대규모 • 집중형 공급에너지로서 적합치 않고 소규모로서 소비지 근방 또는 특정한 지역에 설치 • 운용이 가능한

- 자연에너지 (태양열, 태양광, 풍력, 해양, 등)
- 중소수력
- 연료전지
- 저장(전지 등)
- 시스템 이용 (열병합 등)
- 디젤 + (자연에너지) + 저장

등을 말한다. "

아래 그림은 이들이 배전계통에 분산적으로 설치되어 운용되는 경우를 보이고 있다.

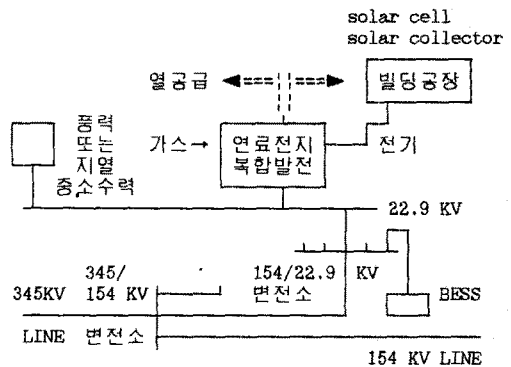


그림 1 분산형 전원의 배전계통과의 연계 예

이와같은 분산형전원은 에너지절약 및 자원/설비의 효율적 이용 그리고 환경보전이라는 차원에서 전력계통에 도입될 필요성이 있다. 표 1 은 미국에서의 각종 신발전기술의 가능성과 중요도를 비교평가한 것으로 참고로 제시한다.

본 논문에서는 분산형 전원으로서 도심지, 또는 도시근교지역에 설치 가능하고 설치면적도 변전소 면적(m<sup>2</sup>/MVA)과 동등이하로 하는 것이 가능한 도시형 분산형 전원에 대하여 그 도입효과와 도입규모를 간단히 살펴보고, 실제적으로 계통에 적용할 경우 분산형전원설비의 설치장소와 용량을 배전계통구성과 신뢰도측면에서 검토한 결과를 제시하기로 한다.

표 1 각종 신발전기술의 가능성과 중요도 비 (EPRI검토자료) [5]

기 술	평점	평 가
1. 미분탄 화력	4.56	극히유망
2. 경수로	3.30	유망
3. 고효율가스터빈	3.02	
4. 유동층	2.71	비교적 유망
5. 수력발전	2.58	
6. 복합발전	2.58	
7. 양수발전	2.54	
8. 석탄gas복합발전	2.46	
9. 연료전지	2.39	
10. 풍력발전	2.17	
11. 신형전지전력저장	1.84	그다지 유망하 지않다.
12. 태양광발전	1.83	
13. 지열발전	1.70	
14. 태양열발전	1.65	
15. 증석로	1.60	
16. 압축공기저장	1.54	
17. 가스화력	1.51	
18. 핵융합	1.45	
19. 석유화력	1.42	
20. 가스냉각원자로	1.32	

(주) 여기서 5., 9. - 14.항 까지가 분산형 전원으로써 우리나라와 미국과는 지역환경이 다르다는 것을 고려해야한다.

2. 도입효과 및 도입규모

우리의 계통을 고려할 때 전원과 멀리 떨어져 있는 부하밀집지역인 경인지역에 이와 같은 형태의 분산형 전원이 도입될 경우 다음과 같은 몇가지 문제점들이 해결될 수 있으며, 전체 국가 에너지 수급에 있어서 대체에너지의 활용으로 인한 에너지절약이 될 수 있을 것이다.

- 노후화된 DSS 화력의 보강, 대체가 가능하여
  - 화력 DSS 실시의 용통성
  - 심야주피수 조정용량 부족해소
  - 화력의 고효율운전이 가능
  - 도심지 및 주위환경의 clean화
- 입지조건등에 제약을 받는 기존 전력저장설비인 양수전원 설비의 대체가 가능하여
  - 기저부하전원인 원전설비의 이용률 극대화
  - 도심지 또는 근교설치로 송전손실 감소 및 시설비 절감
- 주야간 부하격차심화 해소로 부하율 증진
  - 전원 및 유통설비의 이용률 향상

- 전력수급제어상 용통성 (유무효전력 제어가능)
- 전력계통의 안정도 향상
  - 전원과 멀리 떨어진 부하밀집지역의 무효전력보상 (경인지역)
  - 부하평준화에 의한 발전계통의 안정화
  - 발전기 예비율 감소에 의한 경제성 향상
- 사고시 공급 신뢰도 향상
  - 광범위한 정전의 회피
  - 뱅크사고시 100% 전력공급가능
- 수용가 양질의 전압공급
  - 전압변동이 적은 양질의 전압공급

한편 도입규모는 여러가지 측면에서 고려될 수 있다. 먼저 전지저장시스템의 경우 valley filling 을 주목적으로 할 경우 년최대 피크치의 약 11% 정도가 그 도입필요량으로 나타났으며 ([1]), 특정지역을 지칭하여 즉, 경인지역의 경우 계통수급상 전력공급부족본 정도의 량 (표 2 참조), 또한 화력DSS 운전측면을 고려할 경우 경인지역의 DSS화력기에 해당하는 용량분 (1324 MVA) 정도가 그 도입가능량으로 볼 수 있다. (LNG화력기 계획량과 동일)

그러나 분산형전원 자체가 소규모 (1MW - 20MW) 이므로 상기에서 검토된 도입용량분을 일시에 감당할 수는 없고, 현 설비비용과 주위여건을 감안하여 점진적으로 도입적용되어야 할 것으로 보인다.

3. 설치장소 및 용량

연료전지발전시스템 또는 전지전력저장 시스템과 같은 분산형 전원을 배전용 변전소 (154KV/22.9KV) 2차측 모선에 두어 다수 분산배치시킴으로써 송변전설비의 고장에 따른 광범위한 사고정전을 회피할 수 있으며, 또한 계통의 단락전류를 억제하여 신뢰도 향상이 꾀해될 수 있다.

도시형 분산형 전원의 배전용 변전소에 적용시 그 계통구성은 그림 2 와 같다.

154/22.9KV S/S의 1 BANK 사고시 부정전 전력공급을 위한 분산형 전원의 적정용량 산정 검토

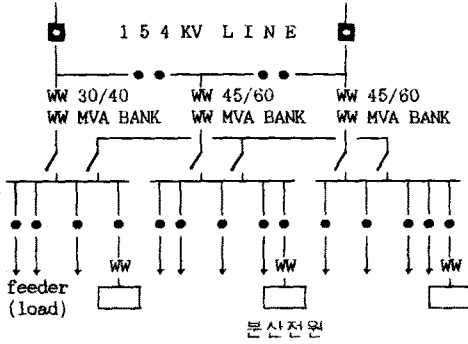


그림 2 배전용 변전소에 적용시 계통 구성

분산형전원의 설비비용률이라든가 보수 및 연료수송, 그리고 Scale merit 등의 점들을 고려해 볼 때 이들의 설치장소는 전변과 멀리 떨어져 있는 부하밀집지역인 경인지역이 적합하다. (표2 참조)

표 2 지역별 가능출력과 부하[1][4]

지역	년도	1991년(MW)		2001년(MW)	
		가능출력	부하	가능출력	부하
경	최대부하시	3422	5833	2504	10698
	경부하시	468	3517	89	6117
영	최대부하시	2449	1005	4040	1680
	경부하시	1698	537	2639	1398
중	최대부하시	1830	1605	8327	3625
	경부하시	1636	857	4786	2537
호	최대부하시	2181	1229	8715	3183
	경부하시	1848	657	8150	2201
영	최대부하시	5808	5323	7250	10285
	경부하시	3697	3145	4126	6297

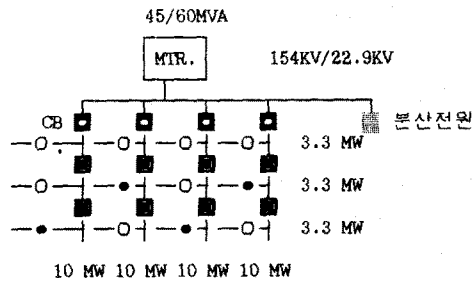
그리고 이들의 적정용량은 표 3에 나타나 있는 154KV 변전소의 MTR(주변압기) BANK 용량에 대해서 Valley filling (또는 load shifting)의 측면과 1뱅크 사고시를 고려하여 검토해 보기로 한다.

표 3 우리나라의 변전소 내역[1][2][4]

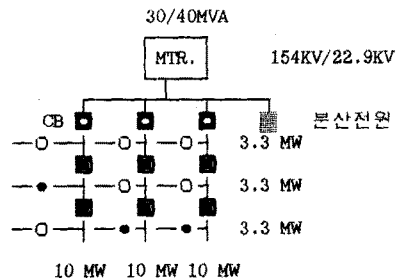
	전체 용량	1뱅크 용량
154 KV 변전소 (옥외용)	45-135 (MVA)	15-45 (MVA)
345 KV 변전소 (옥외용)	1000 -1500 (MVA)	500 (MVA)

먼저 valley filling의 측면에서 (DSS문헌 회피 고려) 모지역 변전소 MTR의 일부하 패턴(AC형)에 대해서 정출력운전을 가정할 경우 그 적정 용량은 MTR 년 최대부하의 15 - 30% 정도로 산출되었으며([1]), 또한 MTR feeder 인출수 및 배전선로 구성측면을 그림 3과 같이 구성할 경우 (서울지역 대부분의 배전선로 구성이 3분할 3연계 방식의 다중 루우프로 되어 있다.)는 다음과 같다. 현재 한전의 배전선(피더)당 전력공급한도를 10 MW로 하고 있기 때문에 이 용량을 고려하고, 신뢰도 관리구간(개폐기운용구간)의 용량을 3분할3연계 다중루우프의 경우로 보아서 3.3 MW를 각각 기준으로 하였다.

그리고 참고로 열적용량만을 고려한 고압배전선 표준용량의 산출결과들을 간단히 정리하여 표 4에 제시하기로 한다.



(a)



(b)

● : 타뱅크 연계점      ○ : 동일뱅크연계점

그림 3 MTR feeder 인출수 및 배전선로구성 (3분할 3연계 가공 다중루우프)

표 4 회선당 표준 용량 (열적인도만을 고려) [2][4]

전압	항목	적용전선 규격	허용전류 (A)	단시간허용전류 (A)
22.9 KV		ACSR OC 160 mm <sup>2</sup>	354	427
22 KV		Cu단심3개연계이블 325mm <sup>2</sup>	483	551
6.6 KV		상 등	"	"
전압	항목	연속허용 용량 (MW)	응용최대 용량 (MW)	단시간허용 용량 (MW)
22.9 KV		12.9	12.5	16.7
22 KV		18	15	20
6.6 KV		5.4	4.6	6.2

즉, 주변압기 1BANK 사고시 중속 feeder들의 전력 공급은 적어도 하나의 타뱅크 feeder가 사고 bank 피더에 연계되어 있기 때문에 타뱅크 피더의 단시간 허용용량이 16.7 MW로서 공급용통력이 약 6.7 MW 정도가 된다. 따라서 사고 BANK feeder 마다의 부족분인 3.3MW 정도를 본산형 전원에 의해 공급한다면, 45/60 MVA 4 feeders 로 구성되는 뱅크의 경우 13.2 MW, 30/40MVA 3 feeders 로 구성되는 뱅크의 경우 9.9 MW정도에 해당하는 용량이 적합하다고 할 수 있다.

따라서 이를 표로써 나타내면 다음과 같다.

표 5 도시형 본산형 전원의 1뱅크사고를 고려한 적정용량 검토

MTR용량	45 / 60 MVA	30 / 40 MVA
분 류		
Vally filling (DSS온전회피)	년최대피크치의 15 - 30 % (6.75-13.5MVA)	년최대피크치의 15 - 30 % (4.5 - 9 MVA)
1뱅크 사고시 100%전원공급	약 13.2 MVA	약 9.9MVA

4. 결 론

본 논문에서는 경인지역의 배전용변전소에 본산형 전원이 설치될 경우 그 적정용량을 도심지역의 배전계통구성과 공급신뢰도를 고려하여 검토하여 보았다. 물론 그 적정용량선정의 방법에는 여러가지가 있지만 여기서는 특히 경인지역의 배전선로 구성이 대부분 3분회3연계 다중루우프로 되어 있다는 점을 고려하여 주변압기 1뱅크 사고시에도 전체 부하가 전원을 공급 받을 수 있는 적정용량을 산출하였다.

이 산출된 값은 본산형전원인 부하평준화용 전지 전력저장시스템의 경우 그 정출력운전시 적정용량의 최대값에 해당하며, 차후 어떠한 본산형전원이 경인지역과 같은 도심지역 또는 그 주변에 설치될 경우 비상시 100 % 무정전 배전계통을 고려한다면 적어도 표 5 에 제시된 용량 이상의 것이 '설치•운영되어야 한다.

< 참 고 문 헌 >

1. 과기처, " 전지전력저장시스템 구축 및 시뮬레이터 개발 : 전력계통에의 BESS 적용 연구 " 한국전기연구소, 1989.5
2. 한국전기연구소 보고서, " 고신뢰성 배전계통에 관한 연구 III ", 1988.6
3. 전력그룹 WORKSHOP " 전력기술의 개발과 전망 : 본산형 전원 기술개발 ", 1989.6
4. 한국전기연구소보고서, " 배전계통 계획 및 운영을 위한 기초연구 ", 1987.6
5. 진중연(전력중앙연구소) 리뷰 NO.8 page 61,1983.