

배전계통 적용을 위한 전지전력저장시스템의 적정운전패턴에 관한 연구

노 대 식 김 재 언 김 호 용

한국전기연구소

A Study on the Optimal Operation Pattern of Battery Energy Storage System for the Application to Distribution System

Daesuk Rho Jaeeon Kim 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 various operation patterns for Battery Energy Storage System which is considered as one of DSG, are examined.

1. 서론

여기에서는 분산형 전원으로서 전지시스템의 경우를 예로들어 그 운전패턴 결정에 관한 내용을 고찰해보기로 한다. 전지전력저장시스템을 배전계통에 연계 운영하여 LOAD SHIFTING 및 VALLEY FILLING 등의 적용효과를 극대화하고, 적정용량과 최적설치위치를 구하기 위해서는 우선 이 시스템의 운전패턴을 결정하여야 한다. 여기서 운전패턴은 전지시스템을 전력계통에 적용하여 방전시에 출력이 항상 일정하게 결정되는 정출력 운전과 전지시스템의 방전을 미리 싸여진 스케줄에 의해 출력을 제어하는 스케줄운전, 그리고 부하의 변동에 따라 시스템의 출력을 자동적으로

로 조절하는 부하추종운전으로 나눌 수 있다. 이들 운전패턴에 따라 결정되는 출력형태를 나타내면 그림 1과 같다. 그림 1에서 가로축은 시간대를 나타내며(1일 24시간), 세로축은 각 시간대 마다 전지시스템에서 방전되어 배전계통에 유입되는 전력량이다.

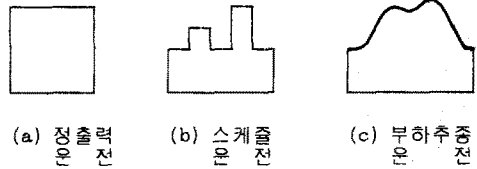


그림 1 운전패턴에 따른 출력형태

위의 그림에서의 같이 전지전력저장시스템과 같은 분산형전원의 경우 그 운전패턴에 따라 전지의 충전 및 방전량, LOAD SHIFTING 효과, 시스템 개발&운전비용, 전력계통에 미치는 영향 등이 달라지게 되므로 여러가지 요소들을 종합적으로 고려하여 배전계통에 가장 적절한 운전패턴을 결정하여야 한다.

2. 부하 평준화 효과에 따른 적정 운전패턴

전력저장시스템을 배전계통에 적용하는 목적 가운데 가장 중요한 요인중의 하나는 계통의 부하단에서 전력을 심야에 저장하여 주간의 피크부하시간대에 방전하여 부하를 평준화하여 에너지절약 및 발전/유통설비의 효율적이용을 꾀하는 것이라고 할 수 있다.

부하 평준화에 대한 척도는 일부하곡선상에서 부하율이 얼마나 개선되느냐에 따라 결정되며, 또한 심야

올에 의해서도 평가하여 알 수 있다. 여기서 부하율이라 함은 평균부하를 피크부하로 나눈 값으로 부하의 시간대별 변동폭이 어느 정도 인가를 평가하여 준다.

본 항에서는 각 운전패턴에 따른 부하율 개선정도를 계산하여 그 효과를 비교하기 위하여, 우리나라 전체 계통의 부하형태와 비슷한 그림 2의 일부하곡선 모델을 도입하였다. 한편 전지전력저장시스템의 충전시간대를 23시 - 07시, 방전시간대를 09 - 17시 까지로 가정하고, 전지의 용량은 피크부하의 20%를 기준으로 계산하였고, 충·방전시의 전지효율을 70%로 가정하였다.

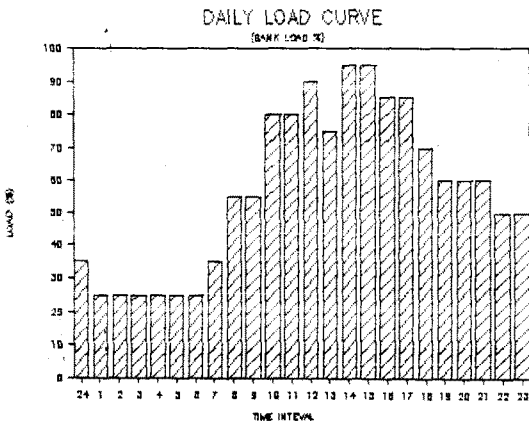


그림 2 우리나라의 대표적인 일부하패턴

다음의 그림 3 - 그림 5는 각 운전패턴에 따른 부하곡선상에서의 효과를 나타낸 것이다.

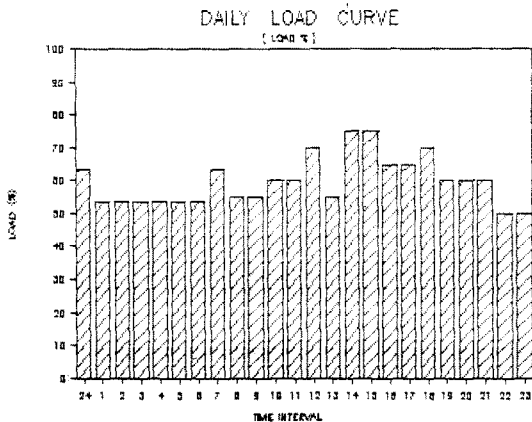


그림 3 정출력운전에 의해 변화된 일부하패턴

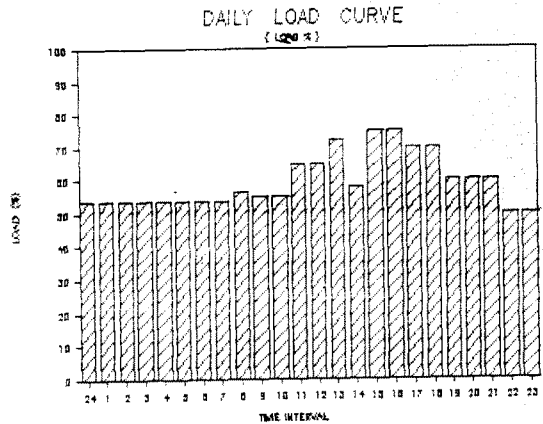


그림 4 스케줄운전에 의해 변화된 일부하패턴

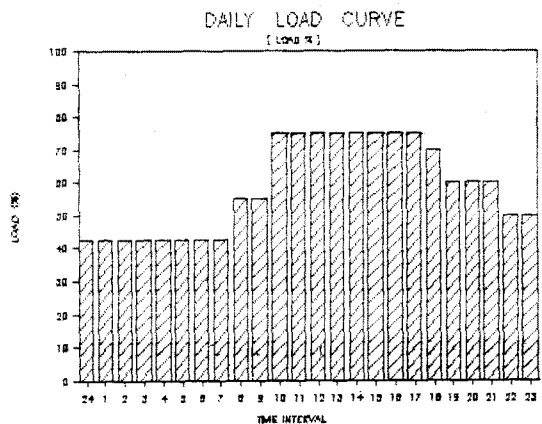


그림 5 부하추준운전에 의해 변화된 일부하패턴

이상의 그림을 기준으로 부하율 및 심야율을 각 운전패턴에 따라 계산하면 표 1과 같다. 단, 스케줄운전은 5개의 스텝으로 운전되고, 부하추준운전은 피크부하를 기준으로 부하추준이 이루어 지는 것으로 가정하였다.

표 1 운전패턴별 부하율 및 심야율

(뱅크부하 100 % 기준)

내역 분류	피크 부하 (%)	평균 부하 (%)	최저 부하 (%)	부하 율 (%)	심야 율 (%)
일반 운전	95	56.9	25	59.9	26.3
정출력 운전	75	59.7	50	** 79.7	66.6
스케줄 운전	75	56.4	50	75.2	66.6
부하추중운전	75	58.4	50	77.8	66.6

(주) **: 최대치

위의 표에서 보면 일반운전에 비하여 전력저장시스템이 적용된 경우가 운전패턴에 상관없이 부하율이 모두 개선되었지만, 그 중에서도 정출력운전시기가 가장 좋은 부하율 개선이 이루어져 부하평준화측면에서 이 운전이 적정 패턴으로 결정될 수 있다.

3. 전지시스템의 이용률 및 경제성면에서 적정 운전패턴

전지전력저장 시스템은 크게 전지부, 전력변환장치부, 감시제어부로 구성되어 있다. 이 가운데 전력변환장치와 감시제어부의 설계시에는 일정하게 충·방전하지 않고 부하변동에 따라 제어하여야 하는 부하추중 및 스케줄 운전 패턴에서는 제어요소를 고려하여야 하므로 정출력운전에 비하여 경제성이 떨어질 뿐만 아니라, 시스템운전시에도 신뢰성이 떨어지는 단점을 안고 있다.

한편 전지부에서는 각 운전에 따른 설계시의 비용에서는 차이가 없지만, 시스템의 설비이용률측면에서는 표 2 와 같이 운전패턴별로 다른 양상을 보이고 있다. (일반적으로 전체 시스템의 70 % 이상이 전지부의 시스템 개발비가 차지한다)

표 2 운전패턴별 설비이용률

(뱅크부하 100 % 기준)

내역 분류	전지 용량 (KW% xh)	전지 총량 (KW%)	전지 방전 량 (KW%)	사용 시간 율 (%)	전지 이용 율 (%)
정출력 운전	160	160	229	** 100	** 100
스케줄 운전	160	130	186	100	81.3
부하추중운전	160	85	121	87.5	53.1

표 2 에서 보면, 전지부의 설비이용률면에서는 정출력운전이 다른 운전패턴보다 우수함을 알 수 있어 경제성면과 이용률면에서도 정출력운전이 적정한 운전패턴임을 알 수 있다.

4. 전력계통에 미치는 영향을 고려한 적정 운전패턴

전지전력저장시스템은 전력계통측면에서 보면 심야의 충전시에는 부하근으로 주간의 방전시에는 본산전원근으로 모델링 되어진다. 이러한 입장에서 운전패턴에 따른 전력계통의 영향을 무시할 수 없다.

정출력운전은 일정한 출력만을 계통에 제공하여 부하변동에 따른 출력을 내지 못하는 반면, 부하추중운전과 스케줄 운전은 부하변동에 따라 출력을 조절함으로써 발전단에 부담을 적게 주어 계통의 안정도 향상 및 운용면에서 유리하리라고 예상할 수 있다.

그러나 전지시스템의 계통적용이 초기단계이고 그 규모가 적으므로 지금으로서는 운전패턴에 따른 전력계통의 영향은 그리 크지 않으리라 생각된다.

5. 결 론

지금까지 도시형 본산형 전원로서 적합한 전지전력저장시스템을 대상으로하여 배전계통에 연계운용할 경우 그 운전패턴에 대하여 검토분석한 결과 정출력운전, 스케줄운전, 부하추중운전중에서 부하평준화효과뿐만 아니라 전지시스템 이용률 및 경제성면에서 단면 정출력운전이 계통연계에 적정함을 알 수 있었다. 현상태에서는 그 도입가능성, 도입량, 적용효과 등이 불확실하고 미미하게 보일지 모르지만 이러한 본산형전원의 도입필요성은 점차적으로 확대되어 계통 및 수용가에 또는 지역적으로 활용되어지리라 예상된다. 따라서 이러한 본산형 전원공급시스템이 그 과도기에 있는 중간형태의 전원공급시스템 이란 점에서 상당한 의미를 갖는다고 할 수 있으며, 또한 경인지역과 같은 원격부하밀집지역에 도입할 경우 부하율향상으로 인한 전력에너지의 절약 및 신규발전소의 투자 지연 등의 효과를 기대하기 위해서는 여기에서 검토 분석된 운전패턴의 결정이 대단히 중요하다.

참고문헌

1. 과기처, " 전지전력저장시스템 구축 및 시물레이션 개발 : 전력계통에의 BESS 적용 연구 " 한국전기연구소, 1989.5
2. 한국전기연구소 보고서, " 고신뢰성 배전계통에 관한 연구 III ", 1988.6
3. 전력그룹 WORKSHOP " 전력기술의 개발과 전망 : 분산형 전원 기술개발 ", 1989.6
4. 한국전기연구소보고서, " 배전계통 계획 및 운영을 위한 기초연구 ", 1987.6
5. 전중연(전력중앙연구소) 리뷰 NO.8, 1983.10