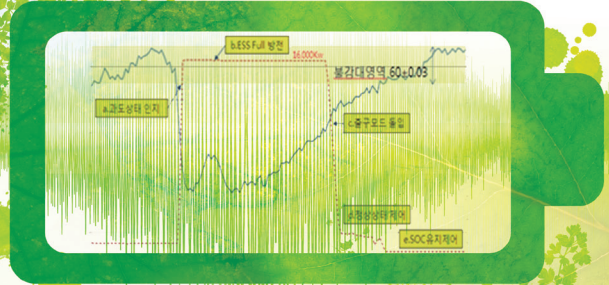


국내 주파수추종서비스 제공용 전기저장장치의 실증운영 사례



국 경 수 | 전북대학교 전기공학과 교수

I. 서 론

전력

계통은 상용운전이 시작된 100여 년 전 이래 '전기에너지는 효과적으로 저장이 불가능하다'라는 전제를 바탕으로

무작위로 변동하는 전력수요를 발전기의 정확한 제어를 통해 추종하여 전력수급의 균형을 유지하는 방식으로 운영되어 오고 있는데 전력계통에서 나타나는 대부분의 이슈들은 이러한 제약으로 인해 발생되고 있다고 볼 수 있다.

반면 최근 전력제어기의 고도화와 배터리 단가의 경감을 통해 전기저장장치, 특히 배터리 전기저장장치의 기술경쟁력이 높아져 전기에너지의 효과적인 저장이 가시화 되면서 전력 피크 대응 및 예비력 확보, 수유관리, 그리고 비상 전력원으로써 전기저장장치가 전력계통 운영의 효율성 개선에 적극적으로 적용되고 있으며 전 세계적으로 전력시장에 전기저장장치들을 적극적으로 도입하기 위한 노력을 기울여 전력시장 운영 패러다임의 전환이 도래하고 있다.

특히 실시간 전력수급 상황에 따라 수시로 변동이 나타나는 계통 주파수의 경우 유효전력을 제어하는 배터리 전기저장장

치의 속응성은 계통 주파수제어에 매우 효과적으로 기여할 수 있을 것으로 기대되고 있어 세계적으로 가장 많은 연구와 실증이 이루어지고 있다[4].

국내에서도 2011~2014년 동안에는 제주도 조천변전소에 1MWh급 리튬이온배터리 8대가 2MW급 BESS-PCS 2대를 통해 계통에 병렬로 연결되어 다양한 계통운영기술에 대한 개발

과 실증이 이루어져 국내 전기저장장치 계통연계 기술발전의 초석을 마련하였으며 2014년 하반기에는 한전에 의해 국내 서안성과 신용인 345kV 변전소에 각각 28MW, 24MW의 배터리 전기저장장치가 주파

수조정서비스 제공용으로 설치가 완료되어 2015년 1월에 시험운전을 시작하였고 7월에는 상업운전을 시작하여 현재까지 성공적으로 운영되어 오고 있다. 더욱이 올해에는 한전이 주파수 조정용 전기저장장치를 184MW 규모로 연말까지 전국 7개 변전소에 추가 설치 중에 있으며, 이후 약 6개월간의 시운전을 거쳐 2016년 7월에 상업운전을 시행할 계획으로 있어 국내의 계통 연계형 전기저장장치는 세계 시장을 선도할 것으로 예상된다.

반면 국내 전력시장의 경우 전기저장장치의 전력시장 도입

*배터리 전기저장장치의
기술경쟁력이 높아져 전기에너지의
효과적인 저장이 가시화*

방안이 마련되기 이전에 전기사업자가 먼저 전기저장장치를 이용한 주파수조정용 상업운전을 추진하여 사업자의 관점에서 전기저장장치의 주파수조정용 운영방안이 제안(2015년 하반기 서안성 ESS 주파수추종서비스 실증운영 개시)되었으며 2015년 7월 전력시장운영규칙의 개정에 따라 송전사업자의 주파수조정용 전기저장장치에 대한 상업운전 근거가 마련된 이후에도 기본적으로는 발전기를 기반으로 한 주파수조정서비스의 제공 틀이 유지됨에 따라 전기저장장치의 주파수조정 서비스가 전력계통 운영에 실효적으로 반영되기 위해서는 사업자와 계통운영기관 간에 합리적인 전기저장장치의 운영방안에 대한 합의가 필요하며 이는 신규 설비인 전기저장장치에 대한 신뢰도 제고가 수반되어야 한다.

이를 위해 국내 주파수조정용 전기저장장치의 설치를 총괄하고 있는 한전 SG&신사업처 ESS 사업부의 주관으로 F/R용 ESS의 안정적 운영을 위한 계통운영 전문가 T/F가 학계, 정부, 전력거래소, 한전의 전문가들로 구성되어 2015년 말부터 운영되었으며 수개월 동안의 논의를 통해 국내 주파수추종서비스 제공용 전기저장장치의 합리적 운영방안을 도출해 가는 단계에 있는데 본 글에서는 앞서 기술한 T/F에서 진행된 국내 주파수추종서비스 제공용 전기저장장치의 실증 운영 결과의 일부를 소개하고자 한다.

II. 기존의 주파수추종서비스 제공용 ESS 운영방안

국내의 주파수조정용 전기저장장치의 활용은 국내 전력시장에서 ESS 도입방안이 수립되기 전에 추진됨에 따라 사업자 입장에서 발전기를 대상으로 국내 전력시장에서 운영되어 오던 기존의 주파수추종서비스 운영체계 내에서 전기저장장치의 성능을 극대화하기 위한 방향으로 운영방안이 제안되었던 측면이 있으며 다음은 이러한 기존의 국내 주파수추종서비스용 ESS 운영의 기본 개념을 요약한 것이다.

◎ BESS의 속응성/에너지제약/수명특성과 전력계통의 FR특성 등을 고려 → 동적제

어용량 극대화 및 정상상태 SOC 관리 → BESS를 이용한 주파수제어서비스를 효율적으로 제공하기 위해 운전모드를 구분하여 제어전략을 특성화

◎ 주파수 변동의 폭이 작고 빈도가 높은 전력계통의 정상상태 제어모드: BESS가 총·방전에 의한 수명감감이 작은 SOC구간 내에서 발전기 성능수준의 주파수 제어를 수행하도록 제어하되 주파수부동대 영역에서 SOC 회복제어 수행

◎ 주파수 변동의 폭이 크고 빈도가 낮으며 속응제어의 중요성이 더 높은 전력계통의 과도상태 제어모드: BESS의 가용 용량을 최대한 사용하여 주파수 제어를 수행하도록 함으로써 BESS의 수명단축 고려없이 속응제어에 의한 계통주파수 제어효과를 극대화

◎ 전력계통이 과도 후 정상상태로 진입하기 시작하여 계통주파수가 회복되고 1차주파수제어와 2차주파수제어가 교차됨에 따라 BESS의 과도상태 제어량을 회수하는 출구제어 모드: 전력계통의 주파수제어 체계에 따라 2차주파수제어가 주파수를 복구하는 시점으로 판단 → BESS의 1차 주파수응답 역할을 회수하되 영향을 제한하기 위해 BESS의 과도상태 제어량을 일정 시간 동안 서서히 회수하고 정상상태 제어모드로 전환



그림 1. 기존의 ESS 운영방안 예시

다음 그림은 국내 전력계통의 과도상태에서 기존의 운영방안에 따른 전기저장장치의 응답 사례를 나타낸 것이다.

위 그림에서 a.점은 계통고장에 의해 주파수가 급격히 하락하여 59.97Hz 이하로 되는 시점에서 제어기가 계통의 과도상태를 인지하였으며 이에 따라 b.점과 같이 PCS 단위에서 배터리가 정격 출력으로 1분 50초간 지속적으로 방전을 하였고 c.점과 같이 계통 주파수가 59.9Hz 이상 회복된 시점에서 제어가 출구모드로 전환되어 10초간 출력을 회수한 후 d.점에서와 같이 정상상태 제어로 전환되어 주파수 부동대영역 밖에서 Droop제어를 수행한다. 이때 계통 주파수가 e.점과 같이 불감대 영역 이내로 유지되는 경우 SOC 회복제어를 수행하여 배터리의 SOC를 65% 수준으로 유지함을 알 수 있다.

송전사업자의 주파수조정용 전기저장장치 상업운전은 계통운영보조서비스로서는 보상 대상에서 제외되고, 판매사업자와 송전사업자를 겸하는 한전의 특수성으로 인해 전기저장장치의 주파수조정서비스가 기존 석탄화력 발전기의 주파수조정서비스를 대체함으로써 낮추어지는 전력시장의 발전비용으로 한전이 보상을 얻게 되는 구조에서 전력거래소가 송전사업자의 주파수조정용 전기저장장치를 발전운영계획에서 어떤 수준으로 기존 발전기의 주파수조정서비스의 대체로 반영할 것인가가 매우 중요하게 된다. 따라서 향후 전력시장에서 송전사업자의 주파수조정용 전기저장장치가 실효성을 얻기 위해서는 주파수조정 서비스에 대한 계통운영기관의 요구조건을 만족시키고 설비에 대한 신뢰도를 확보하는 것이 매우 중요할 것이다. 다만 전력시장에서도 신규설비로서 기존의 화력발전기와는 특성이 매우 다르고 장점과 단점이 극명한 전기저장장치를 효과적으로 활용하기 위해서는 발전기를 기반으로 운영 중인 기존의 전력계통 및 전력시장의 운영 체계를 개

선할 필요가 있는 것도 분명히 언급하고자 한다.

이러한 국내 전력시장의 환경 변화가 진행되더라도 전기저장장치의 상업운전이 이미 시작된 현재의 시점에서는 주어진 환경에서 계통운영과 설비운영 간에 협조의 미를 발휘해야 하며 이러한 측면에서 기존의 주파수조정용 전기저장장치의 운영결과는 발전기의 응답과 비교할 때 상이한 점이 있어 운영 발전계획에서 전기저장장치가 화력발전기의 주파수조정서비스를 대체하기 위해서는 전기저장장치의 운영방안이 개선되어야 할 필요가 있다.

전기저장장치를 효과적으로 활용하기 위해서는 기존의 전력계통 및 전력시장의 운영 체계를 개선할 필요

III. ESS의 주파수추종 실증운영 방안

본 절에서는 ESS의 주파수추종서비스를 국내 전력계통 운영에서 안정적으로 수용할 수 있도록 계통운영기관의 요구조건을 반영하고 사업자의 설비운영의 유연성을 최대한 활용하는 ESS의 주파수추종 실증운영 방안을 요약한다. 이때 ESS의 주파수 추종 운영방안의 도출에서 고려된 사항은 다음과 같다.

첫째, 기존의 주파수조정용 ESS 운영방안이 기존의 전력시장운영규칙의 체계 안에서 과도상태에서 ESS의 용량과 속응성을 최대한 발휘하도록 수립된 반면 국내 전력계통 운영에서는 정상상태에서도 발전기의 조속기에 의한 주파수추종서비스의 기여를 활용하고 있음에 따라 ESS의 정상상태 주파수응동량을 발전기의 조속기 응동량에 대응되는 수준으로 운영하는 방안이 검토되었다. 다만 기존의 주파수조정용 ESS 운영방안도 개정된 전력시장운영규칙에 따라 전기저장장치에 요구되는 2%이내의 속도조정을 규정을 만족하고 있고, 발전기에 대한 속도정율 가중치도 다음 표와 같이 3%이하이면 가장 우수한 평가를 받게 된다.

하지만 이러한 상황이 속도조정율의 기술적 정의가 해당

표 1. 국내 전력시장의 속도조정을 가중치

속도조정율(%)	3이하	4이하	5이하	6이하	7이하	8이하	8초과
SDWF	1.05	1.025	1.0	0.95	0.9	0.85	0.8

설비의 출력을 정격으로 나는 값으로 이루어져 수백 MW인 일반적 화력발전기들의 규모에 비해 수십 MW 규모에 머무는 전기저장장치는 발전기와 동일한 속도조정율로 운전되더라도 동일한 주파수변동에 대한 응답량의 절대량은 설비 정격의 비율만큼 작을 수 밖에 없기 때문에 나타난다는 점을 고려하고 전기저장장치의 주파수조정서비스로 화력발전기를 대체해야 하는 관점에서 정상상태에서 ESS를 통한 주파수추종서비스의 응답량이 기존 발전기의 응답량 수준으로 이루어지도록 정상상태에서 ESS에 적용되는 속도조정율을 크게 낮추어 적용하는 방안을 도출하였다.

전력계통 운영에서 주파수추종제어 서비스 대한 성능요구조건은 10초 이내에 응답하여 30초 이상 유지가 전부

둘째, 대용량 발전기 탈락과 같은 계통고장 발생 시 과도상태 제어모드를 통해 이루어지는 ESS의 빠른 응답과 정격수준의 출력지속은 기존 발전기의 응답성능을 넘어 전력계통의 주파수제어 성능 제고에 많은 기여가 될 것임에는 정부와 전력거래소 그리고 전기사업자 간에 공감대가 형성되었으나 기존의 주파수조정용 ESS 운영방안에서는 이러한 과도상태 제어모드가 주파수가 계통운영(60.0±0.1Hz) 조건으로 회복될 때까지 지속되는 반면 계통운영 측면에서는 기존 화력발전기와 같이 과도상태 후 계통의 주파수가 정격(60Hz)으로 완전히 회복될 때까지 주파수추종을 지속적으로 유지하여 계통의 주파수제어에 기여할 것이 요구하고 있다. 현재 전력계통 운영에서 주파수추종제어 서비스 대한 성능요구조건은 10초 이내에 응답하여 30초 이상 유지가 전부이기 때문에 과도상태에서 기존의 운영방안에 따른 전기저장장치의 주파수추종서비스에 대한 문제제기는 어렵겠으나 이 또한 전기저장장치의 주파수조정서비스로 화력발전기를 대체해야 하는 관점을 고려하

고, 주파수제어가 과도상태 이후 정상상태로 복귀하는 과정에서 매우 중요한 ESS의 원격출력제어서비스 운영방안이 아직 확정되지 않은 점을 고려하여 ESS의 과도상태 제어모드 종료 후 정상상태 제어모드로 복귀되는 과정인 출구제어모드의 제어전략을 수정하여 출구 제어모드 동안에도 발전기와 같이 주파수추정을 지속하고 정상상태 제어모드로의 전환기준도 강화하여 주파수제어 운영 기준이 아닌 주파수정격을 적용하였다. 다만 이때 ESS의 에너지용량 제약과 다른 발전자원에 의한 주파수제어 서비스를 고려하여 주파수추종서비스의 최대 운영시간을 적용하여 ESS 운영 방안을 도출하였다.

셋째, 기존의 주파수조정용 ESS 운영방안이 정상상태에서 주파수 부동대를 30mHz(약 0.05%)로 적용하고 있으나 이는 정상상태에서도 ESS가 주파수추종 서비스를 지속하되 에너지용량 제약을 최대한 보완하기 위한 SOC 회복제어를 전력계통의 주파수제어가 필요하지 않은 주파수 부동대 범위 내에서 수행하기 위한 설정 치로서 사업자가 설정하는 신고 값이며 전기저장장치에 적용된 0.05%의 부동대는 기존의 발전기에 대해 적용되고 있는 부동대 가중치에서도 기준치를 상회하는 우수한 값이라고 볼 수 있다.

다만 이러한 부동대에 따른 전기저장장치의 운영결과가 구체적인 데이터로 입증된 것이 없고 국내 주파수운영 현황과 주파수 부동대와 전기저장장치의 실제 응답간에 상관관계가 명확하지 않음에 따라 주파수부동대를 축소하는 운영방안도 포함하였다.

표 2. 국내 전력시장의 부동대 가중치

부동대	%	0.04이하	0.05이하	0.06이하	0.07이하	0.08이하	0.08초과
	Hz	59.976 ~ 60.024	59.97 ~ 60.03	59.964 ~ 60.036	59.958 ~ 60.042	59.952 ~ 60.048	60.048 초과
DBWF		1.05	1.025	1.0	0.95	0.9	0.85

표 3. 전기저장장치 운영방안별 비교

구분	정상상태 속도조정을	부동대	출구제어 진입기준 주파수(Hz)	출구제어모드 제어전략	출구제어모드 종료기준
시나리오 #1(現,서안성)	2%	30mHz	59.9	10초간 순차적 출력감소	10초후 강제종료
시나리오 #2	0.28%	상동	59.9	속도조정으로 드롭제어 (0.16%, 부동대 없음)	주파수 60Hz를 회복하거나 6분 지속
시나리오 #3	상동	20mHz	59.9	상동	상동
시나리오 #4	0.32%	상동	59.9	상동	상동

다음 표는 기술한 고려사항을 바탕으로 기존의 주파수조정 용 ESS 운영방안을 시나리오#1로 포함하고 3개의 시나리오를 추가하여 적용된 4개의 실증 시나리오를 요약한 것이다.

Ⅳ. ESS 운영방안의 실증결과 분석

본 절에서는 ESS 운전방안별로 수행된 실증 결과를 분석함으로써 전기저장장치의 주파수추종서비스에 대한 특성을 보다 깊이 이해해 보고 성능에 대한 신뢰도를 가능하여 합리적인 운영방안을 검토해 본다. 다만 현재 ESS의 실증이 충분한 기간 동안 이루어지지 않았고 제반 여건의 제한 등으로 인해 선택된 특정 기간만을 대상으로 수행되어 향후 지속적인 실증 결과 분석이 이루어질 필요가 있을 것이다.

1. 정상상태 ESS 운영방안 실증결과

정상상태 ESS 응용 분석은 변전소별로 임의로 선택된 구간에 대한 실적을 ESS의 총방전 누적량, 출력마일리지, PCS별 총방전 전환 횟수 등으로 시나리오별 응용 실적을 분석하였다. 다음 그림은 실증운영 방안별 총방전 누적량을 나타낸다.

위 결과에서 시나리오 1은 정상상태에서 ESS의 속도조정이 발전기와 동일한 수준이나 용량의 차이로 인해 실제 응답량이 작기 때문에 총방전 누적량이 작으나 시나리오 2부터는 정상상태의 ESS 속도조정이 경감되어 총방전 누적량이 증가되었으며 특히 주파수 부동대가 30mHz에서 20mHz로 축소된 시나리오 3, 4에서는 총방전 누적량이 3배 이상으로 급증되었음을 알 수 있다. 한편 모든 시나리오에서 충전 누적량(음수)이 방전 누적량(양수)보다 크게 나타나 국내 주파수가 정상

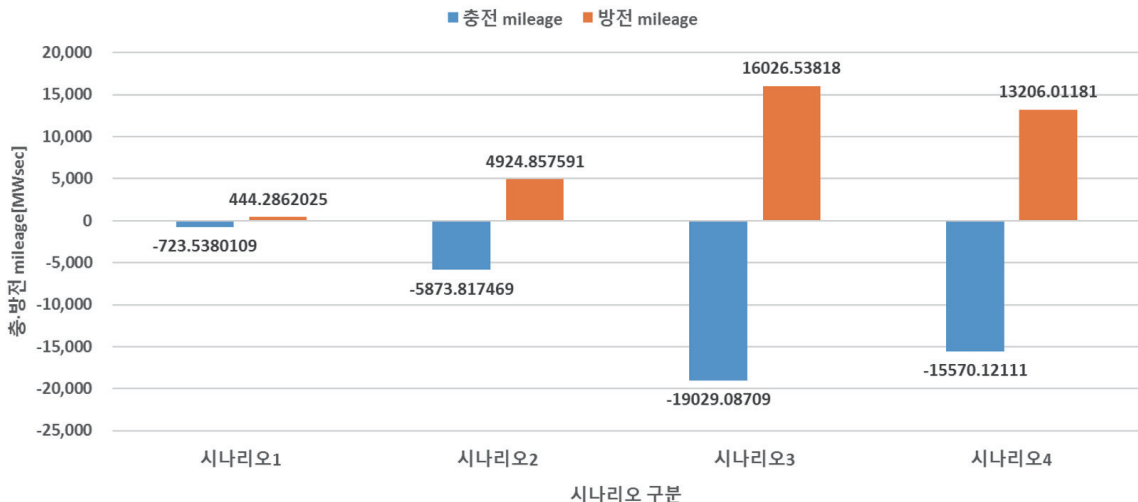


그림 2. ESS 누적 충전·방전량

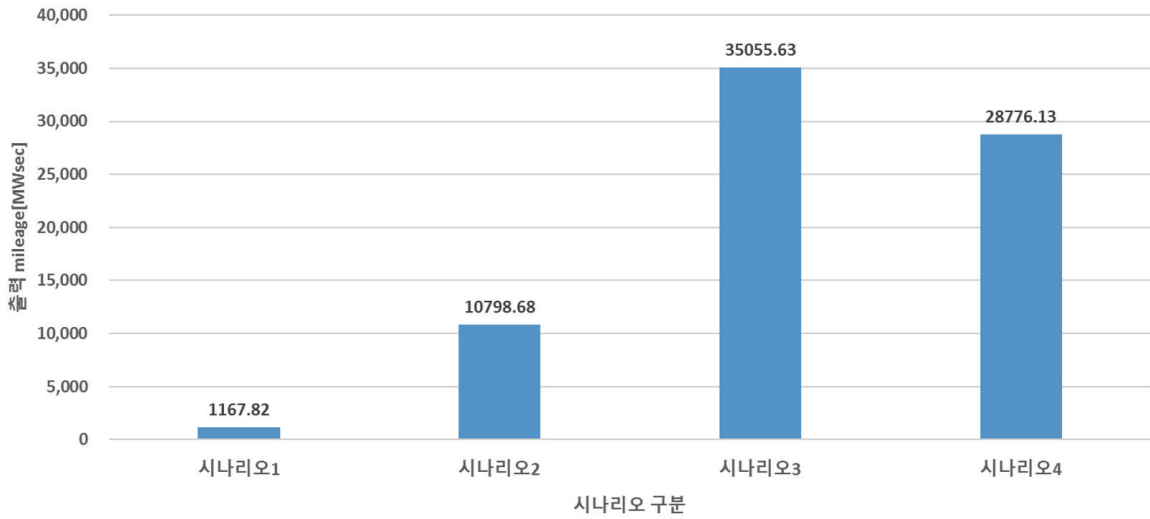


그림 3. ESS 출력 마일리지

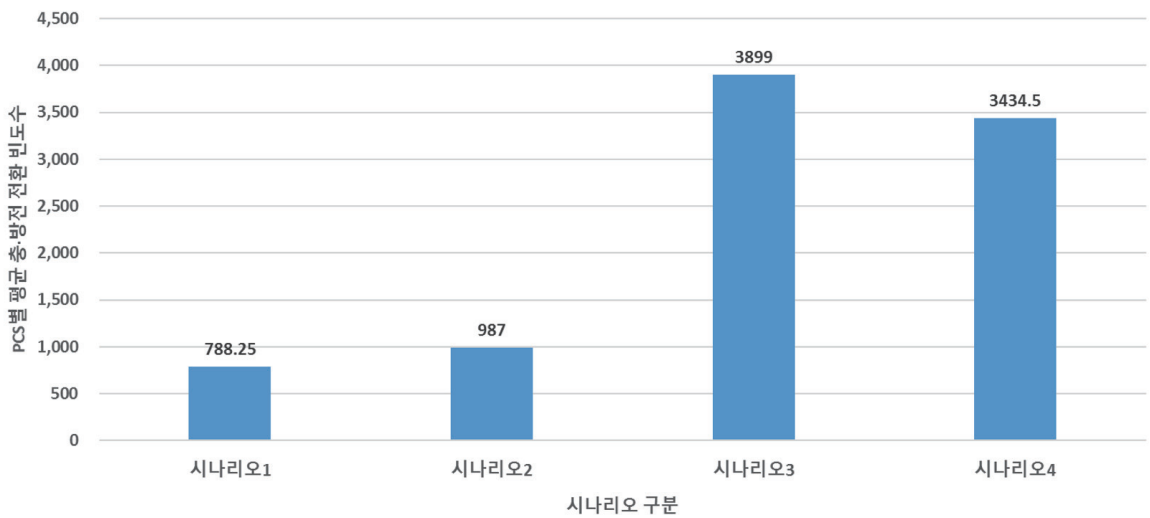


그림 4. ESS 출력 충·방전 전환 횟수

표 4. SOC 유지상태 비교

	SOC유지범위	평균SOC	SOC<(65±2.5% 비율)	SOC비가용 비율
시나리오 1	63.8~67.7%	65.59%	99.98%	0
시나리오 2	58.2~69.9%	66.00%	97.18%	0
시나리오 3	53.9~81.2%	66.74%	82.56%	1.94%
시나리오 4	54.2~80.1%	66.49%	89.3%	1.55%

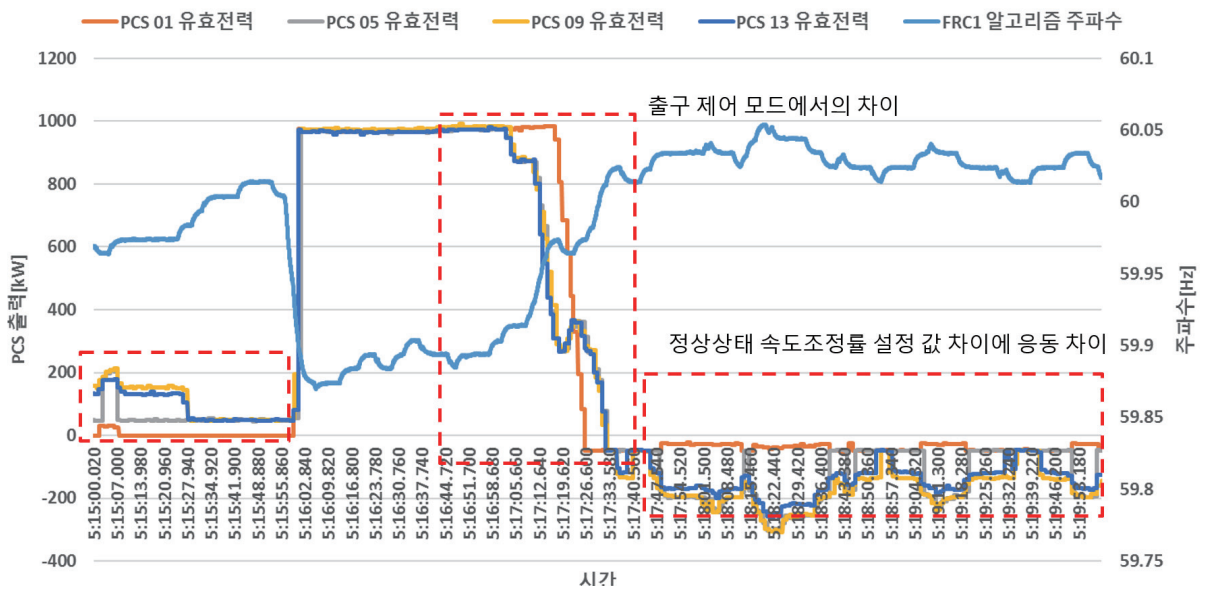


그림 5. 운전 시나리오 별 BESS 응답

표 5. 운전 시나리오 별 BESS 응답 평가(1MW PCS 단위)

운전 시나리오	정격 출력 지속 시간 [sec]	최대 출력 [MW]	최소 과도 주파수 [Hz]	회복 제어 진입 주파수 [Hz]	출구 제어 지속 시간 [sec]	평균 과도 기간 응답 용량 [MWsec]	평균 SOC 변동량 [%]	GFRQ [MW] (52MW시)	등가 S.D. [%]
운전 시나리오 1	75.3	1	59.8699	59.97	8.9	79.05	7.98	0.974 (50.6)	0.16
운전 시나리오 2	31.42	1	59.8718	59.90	59.08	74.60	7.9	0.918 (47.7)	0.17
운전 시나리오 3	32.32	1	59.8734	59.90	59.08	76.00	7.6	0.921 (47.9)	0.17
운전 시나리오 4	32.32	1	59.8691	59.90	59.08	74.97	7.85	0.916 (47.6)	0.18

상태에서 60Hz 이상으로 어느 정도 바이어스 되어 운영되고 있는 것으로 추정할 수 있다.

다음 그림은 이러한 응답실적을 총방전의 크기만을 누적인 총방전 마일리지로서 시나리오에 따라 누적 총방전량과 동일한 패턴을 볼 수 있다.

다음 그림은 ESS의 응답을 총방전 크기를 무시하고 총방전 전환횟수로 분석한 것이다.

총방전 전환 횟수에는 속도조절율에 따른 총방전 출력의 크기증가가 아니라 주파수 부동대 축소에 따른 응답 빈도의 증가가 영향을 주기 때문에 시나리오 2는 시나리오 1과 큰 차이

가 없고 시나리오 3, 4에서 총방전 전환 횟수가 4배 정도로 크게 증가하였다.

또한 다음 표는 이러한 실증 결과를 SOC 측면에서 분석한 것이다.

분석결과를 살펴보면 총방전 마일리지와 총방전 변동 횟수가 적은 시나리오 1에서 SOC가 가장 적게 변동하여 유지 범위가 가장 높고 평균값도 유지목표에 가장 가까우며 SOC 운영범위를 벗어나는 경우도 발생하지 않았다. 반면 시나리오 2 이후 에서는 SOC 유지 범위가 낮아지고 평균치도 SOC 유지 목표와 다소 차이가 커졌으며 시나리오 3, 4에서는 짧은 구간

이지만 SOC 가용 범위를 벗어나는 경우도 발생하였다. 이는 ESS의 출력마일리지와 총방전 전환 횟수의 증가가 SOC의 유지실적에도 영향을 주고 있음을 나타낸다.

2. 과도상태 ESS 응동 분석

본 절에서는 국내 계통에서 실제 발생한 대응량 발전기 탈락에 의한 과도상태에서 나타난 ESS의 과도상태 응동을 분석하였다.

다음 그림은 실증단지에서 나타난 시나리오별 ESS 응동 결과를 나타낸다. 본 사례에서는 주파수가 계통 고장으로 인해 하락 한 후 고장 전 수준으로 회복하는데 2분 이내의 시간이 소요됨을 알 수 있다.

위 응동 결과에서도 시나리오 1의 경우 출구제어모드 진입 기준 주파수를 59.97Hz로 조정하여 정격출력 지속시간이 임의로 증가되었으나 주파수 회복 이후에 일괄제어로 출력이 회수되며 시나리오 2, 3, 4에서는 출구제어모드 진입기준 주파수인 59.90Hz까지 정격출력이 지속되다가 출구제어 모드에서도 일괄제어가 아닌 드룹제어를 통해 주파수추종이 이루어지고 있으며 정상상태 제어모드로의 복귀가 이루어짐을 볼 수 있다. 시나리오 2, 3, 4 사이에는 과도상태 제어전략 간에는 차이가 없고 정상상태 제어모드로 복귀된 뒤에는 속도조정율의 차이로 인해 응동이 다르게 나타난다.

다음 표는 실증방안별 응동 결과를 항목별로 비교한 것이다.

시나리오별 응동결과를 비교해 보면 시나리오2, 3, 4에서 출구제어 지속시간이 충분히 증가되어 조속기응답용량(GFRQ)으로 평가한 과도상태 응답용량도 가용용량의 90% 이상의 수준을 보이며 본 사례에서 주파수 회복이 국내 전력계통의 일반적인 경우와 같이 2분 이내에 이루어져 과도상태에서의 SOC 변동수준도 8% 이하로 나타났다.

V. 결 론

본 글에서는 송전사업자인 한전이 기 적용한 주파수추종서비스용 전기저장장치의 운영방안을 기준으로 계통운영기관의 요구조건과 사업자의 설비 운영전략을 고려하여 주파수추종 서비스 제공을 위한 전기저장장치 운영방안에 대한 개선안을 도출하기 위한 실증운영 사례를 소개하였다.

실증운영 사례의 분석 결과 정상상태에서 전기저장장치의

설비정격을 고려하여 속도조정율을 발전기 보다 크게 낮추어 응동량을 발전기에 준하도록 하되 주파수 부동대는 국내 주파수운영 현황을 고려하여 30mHz를 유지하며 과도상태에서 정격출력 응답 후 주파수가 충분히 회복될 때까지 주파수추종을 지속하는 시나리오 2의 운영방안이 가장 우수한 것으로 나타나고 있다. 다만, 본 글은 실증 결과의 일부 사례만을 소개한 것이며 종합적인 운영방안 도출을 위해서는 보다 많은 실증결과에 대한 상세한 분석이 요구될 것이다.


또한, 이러한 실증운영 결과에서 가장 합리적인 것으로 나타나는 시나리오 2번 운영방안에 대해서도 다음과 같은 고려요소를 보완할 필요가 있어 향후 한전의 주파수조정용 ESS 확대 사업에는 추가적인 검토가 필요하다.

1. 제안된 시나리오 2번 운영방안에서 정상상태의 응동량이 상승되고 과도상태의 출력 지속이 늘어남에 따라 SOC 관리 강화를 통한 SOC 가용범위내 유지가 필요하며 이를 위해 주파수 부동대 이내에서의 SOC 회복 제어 수행 시 총방전 출력을 계통에 영향이 최소화 되는 수준에서 상향할 필요가 있다.

2. 제안된 시나리오 2번 운영방안에서 전기저장장치의 과도상태 주파수추종을 출구제어모드에서도 지속함에 따라 이에 대한 SOC 조건을 추가하기 위한 일관된 SOC 운전조건 적용방안이 검토되어야 한다.

3. 제안된 시나리오 2번 운영방안에서 과도상태 후 출구제어모드의 종료조건을 주파수 60Hz 회복으로 적용하였으나 이는 과도상태에서도 전기저장장치의 주파수추종을 최대한 지속시키기 위한 검토조건으로 그 가능성은 충분히 확인되었으나 정상상태에서 주파수부동대가 30mHz로 제안되었음을 반영하여 과도상태 후 출구제어모드의 종료조건을 주파수 60Hz에서 59.97Hz로 변경하는 것을 검토할 필요가 있다.

한편, 현재 전력거래소와 한전이 별도로 검토 중인 국내 보조서비스 운영체계 개편과 전기저장장치의 유효용량을 고려한 주파수조정예비력 확보방안의 결과에 따라 전기저장장치의 활용에 대한 체계와 기준이 보다 명확해 진다면 이에 따라 이러한 실증운영 결과에서 도출된 전기저장장치의 주파수추종운전 방안도 재검토 될 필요가 있을 것이다.

끝으로 신기술의 도입에는 일반적으로 장점과 단점이 동반되므로 이를 적절히 상호 보완하여 활용하는 지혜가 필요함을 강조하며 본 실증사례가 이러한 신기술인 전기저장장치의 효과적인 주파수조정서비스 제공에 유용한 참고자료로 활용될 수 있기를 기대한다. 

감사의 글

실증운영 결과데이터의 제공에 도움을 주신 한국전력공사 SG&신사업처 ESS사업부와한전전력연구원 에너지신산업연구소 신재생&ESS그룹 연구원 분들의 노고에 감사드립니다.

참 고 문 헌

- [1] “Energy Storage for the Electricity Grid: Benefits and Market Potential Assessment Guide”, Sandia National Laboratories, Feb. 2010.
- [2] A.G. Ter-Gazarian, “Energy Storage for Power Systems”, The institution of Engineering and Technology, 2011.
- [3] DOE Global Energy Storage Database, Office of Electricity Delivery and Energy Reliability, <http://www.energystorageexchange.org/>
- [4] Giovanni Damato, Energy Storage for Frequency Regulation, EESAT San Diego, California 2011
- [5] ESS의 국내 최대 시장, 주파수조정사업 2단계 완료, 산업통상자원부 보도자료, 2016. 2. 26
- [6] 전력시장운영규칙, 한국전력거래소, 2016
- [7] 전력계통 주파수 조정용 ESS 제어 알고리즘 개발, 한전전력연구원/기초전력연구원/전북대학교, 2015. 11.