

복합화력을 연계한 ESS 하이브리드 발전기술 개발을 위한 모의검증 시뮬레이터의 개발

임건표, 정연태, 최효열, 강다현
한국전력공사 연구원
e-mail : gplim16@kepcoco.kr

The development of simulator for verification of ESS hybrid power generation technology linked to combined cycle power plant

Geon-Pyo Lim, Yeon-Tae Jeong, Hyo-Yul Choi, Da-Hyeon Kang
Korea Electric Power Corporation Research Institute*

요약

복합화력 발전소는 전력계통의 첨두부하를 담당한다. 최근 전력계통의 다변화 및 신재생발전설비의 증가로 복합화력 발전소의 잦은 기동정지를 포함한 운영량이 증가하고 있다. 이는 최근 연료비의 증가와 더불어 전력생산단가 및 전력구입비 증가를 초래하였고 시장원리에 따라 구입비와 판매가격을 결정하지 않는 한국의 전력시장 특성상 판매를 하는 회사의 큰 부담을 증가시키고 있다. 또한 복합화력발전소는 잦은 기동정지와 출력변화로 인해 고온부품의 수명감소, 고장 증가, 정비인력 및 비용 증가, 대기오염물질 증가 등의 문제가 증가하고 있다. 하이브리드 발전기술은 복합화력발전소의 단주기 성분인 잦은 동작을 ESS가 담당하고 복합화력발전소는 장주기 성분을 담당함으로써 이러한 문제를 해결할 수 있는 기술이다. 하이브리드 발전기술을 모의검증하기 위한 시뮬레이터를 개발하여 여러 가지 시험을 진행하고 있으며 그 결과를 기반으로 실증을 진행할 계획이다. 시뮬레이터는 미국 TRAX사 툴을 이용하여 전력계통, 원자력발전소, 화력발전소, 복합발전소, ESS, 부하를 포함하고 있으며 복합화력에 연계한 ESS의 정상 및 과도 상태 상황 등을 가정하여 다양한 시험을 진행하고 있다.

2.1.1 모의검증 시나리오

1. 서론

전력계통의 첨두부하를 담당하는 복합화력발전소는 원자력, 석탄화력 발전소에 비해 출력변동율이나 속도조절율이 빠르므로 전력계통 급변시 대응하기 좋은 신속 발전원으로서 역할을 수행하고 있으며 최근 전력계통 다변화와 신재생발전설비의 증가로 전력계통의 수요와 공급의 불균형이 자주 발생하고 있어 복합화력발전소 운영환경이 더욱 어려워지고 있다. ESS를 복합화력발전소와 연계하여 운영하기 위한 정상 및 과도 상태 상황을 가정하여 시나리오를 개발하였고 동시에 이를 검증하기 위한 시뮬레이터를 개발하였으며 시나리오에 따라 모의검증을 수행하고 있다.

모의검증 시나리오는 다음과 같다. 계통정수, 원자력발전소, 석탄화력발전소, 복합화력발전소, ESS의 속도조절을 및 출력변동을 조정시험, 계통정수 시험, ESS의 자동발전제어 출력증감발출 시험, 하이브리드 운전모드 절체 시험, ESS의 일부 정지시 또는 출력 상한값 도달 시 군산복합의 주파수추종 운전, 자동발전제어 운전시험, 비정상 운전 시험(Load Runback, Trip, 제어신호 상실, 현장기기 오류 등), 계통주파수 급변시 주파수추종 응답가능용량 시험, 제어로직 튜닝 및 최적화에 의한 연소동압, 배기가스온도, 질소산화물, 황산화물 변화량 저감시험 등

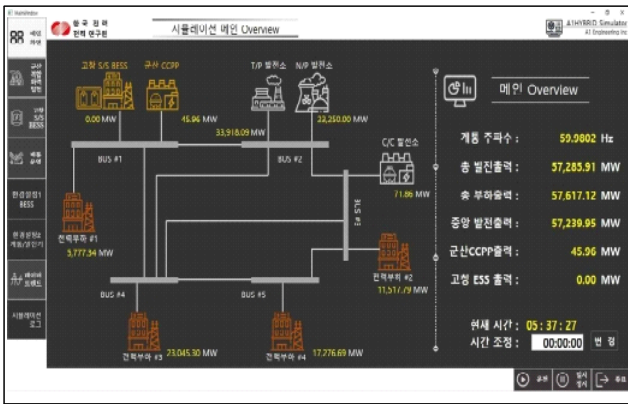
2. 본론

2.1.2 모의검증 시뮬레이터

2.1 모의검증

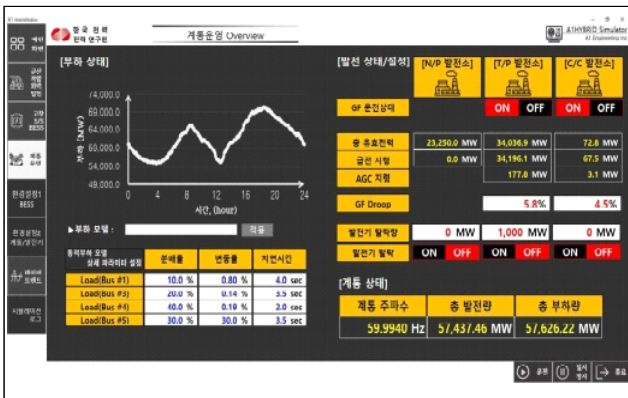
시뮬레이터는 그림 1과 같이 원자력발전소, 석탄화력발전소, 복합화력발전소, 하이브리드 발전 대상인 군산복합화력발전소, ESS, 전력계통으로 구성되어 있다. 각 발전소는 속도조절, 출력변동을 조절이 가능하다. 주파수 추종운전과 자동발

전제어운전을 선택해서 운전할 수 있다.



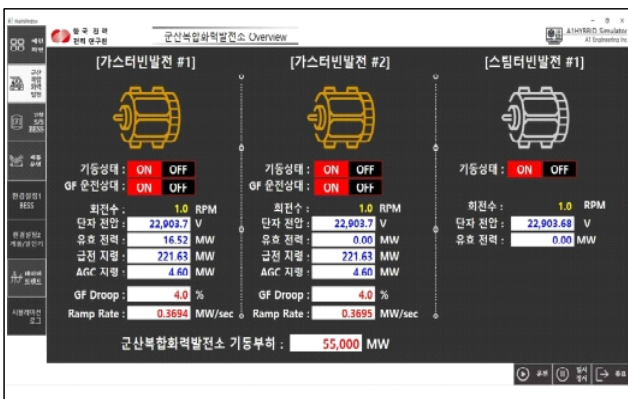
[그림 1] 시뮬레이터 모델의 구성

과도상태를 시험하기 위해 각 발전소별로 원하는 발전량을 탈락시키는 시험을 그림 2에서 조작하여 진행할 수 있다.



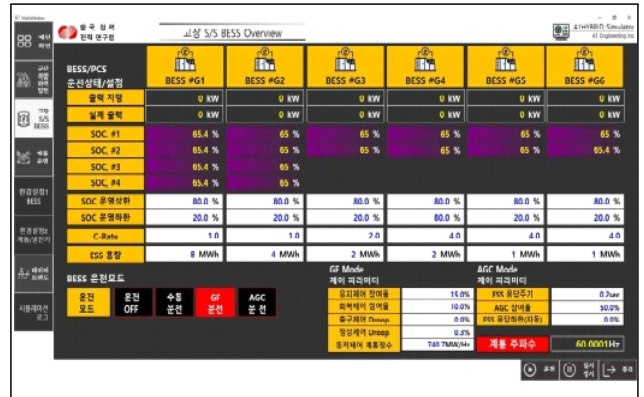
[그림 2] 전력계통 및 발전소 조작 화면

군산화력발전소는 그림 3과 같이 가스터빈 2대와 스팀터빈으로 구분하여 운전할 수 있다.



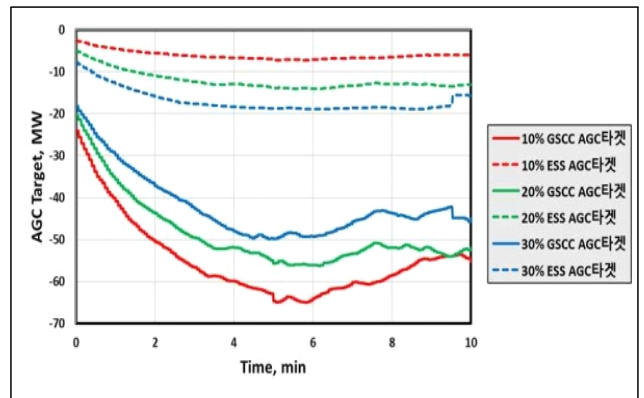
[그림 3] 군산 복합화력발전소 조작 화면

ESS는 그림 4와 같이 고창 28MW ESS를 설정하거나 수십 GW까지 설정하여 운전이 가능하다.



[그림 4] ESS 조작 화면

ESS는 복합화력발전소의 주파수중운전을 실시간을 담당하고 자동발전제어의 일부를 담당하여 복합화력발전소를 안정화시킬 수 있다. 그림 5에서 ESS가 10~30%까지 자동발전제어를 담당함으로써 복합화력발전소가 더욱 안정적으로 운영되는 것을 확인할 수 있었다.



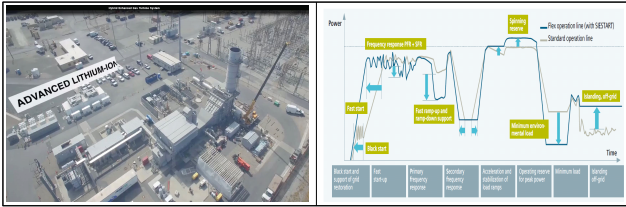
[그림 5] ESS 하이브리드 운전

2.1 실증

모의검증 결과를 기반으로 실증시험 절차를 개발하고 그림 6과 같이 한전 고창전력시험센터 ESS와 군산복합화력발전소를 연계하여 실증시험을 진행할 계획이다[1]. 그림 7과 같이 국외에도 미국의 SCE사 Norwalk 발전소와 독일 VEO 발전소 등에서 다양하게 하이브리드 발전기술을 개발 실증하고 있다[2, 3].



[그림 6] 고창 ESS(좌) 및 군산복합화력발전소(우)



[그림 7] SCE Norwalk 발전소(좌) 및 독일 VEO 발전소 운전(우)

3. 결론

모의검증을 통하여 군산 복합화력발전소 출력이 더욱 안정됨을 확인할 수 있었다. 최근 전력거래소는 출력의 급변으로 발전소를 기동해야만 공급이 가능한 신속한 전력공급원의 부족현상으로 전력계통 안정화에 어려움을 겪고 있다. 전력거래소는 하이브리드 발전기술을 복합화력 뿐만 아니라 원자력, 석탄화력발전소에도 연계하여 운영하는 것이 전력계통 안정화에 도움이 될 것으로 판단하고 있으며 24년 말을 전후하여 이러한 발전자원의 실시간 시장을 운영할 계획이다. 올해 모의검증을 마무리하고 내년에는 한전의 고창전력시험센터 내 ESS와 군산복합화력발전소를 연계하여 실증시험을 진행할 계획이다. 하이브리드 발전기술이 전력계통 안정화와 전력시장 가격의 안정화에 기여하기를 기대한다.

참고문헌

[1] 한국서부발전 홈페이지 iwest.co.kr
 [2] Energized by Edison, “SCE Unveils World’s First Low-Emission Hybrid Battery Storage, Gas Turbine Peaker System”, VIDEO, 2017.4.18.
 [3] Lund University GT Workshop Trollhattan 2018, “Gas Turbine Seminar-19”, 4p, 2018