



신에너지전원과 전력네트워크를 연결하는 마이크로그리드



1. 머리말

요사이 지구환경 유지와 에너지시큐리티 확보의 관점에서 풍력, 태양광, 및 바이오매스 등의 신(新)에너지를 이용한 분산형전원에 큰 기대가 걸려 있다. 그러나 자연에너지에 의한 발전은 출력이 불안정하여 제어가 안되기 때문에, 전력품질 유지의 관점에서는 기존의 전력계통에 연계하여 지원을 받을 필요가 있으며, 그 도입량에 제약이 걸려있다. 이러한 가운데 최근 일본에서는 '마이크로 그리드(Micro Grid)' 라는 시스템이 주목받고 있다. 마이크로 그리드라고 하는 것은, 이제까지와 같이 분산형전원을 단독으로 기존의 전력계통에 접속하는 것이 아니고 복수의 분산형전원이나 부하를 하나로 모아 일괄 관리하는 것으로, 일정한 수준의 전력품질을 유지할 수 있도록 하고 기존의 전력계통에 연결하여 양자가 공생할 수 있는 것을 목적으로 하고 있다. 다음에 그 개요를 소개한다.

2. 마이크로 그리드의 정의

마이크로 그리드를 간단히 정의하면, '분산형 전원과 부하를 가진 소규모 전력계통에서 복수의 전원 및 열원(熱源)이 IT관련기술을 사용하여 일괄 제어·관리되며, 기존의 전력계통에서 독립하여 운전가능한 온 사이트

(On-site)형의 전력공급 시스템' 이라 할 수 있다. 다시 부가해서 말하면, '기존의 전력계통과는 한 지점이 연계되어 있고 전력계통측에는 나쁜 영향을 끼치지 않으며(분산형전원은 좋은 시민) 전력계통의 운용에도 공헌할 수 있는('분산형전원은 모범시민') 하나의 종합된 제어유닛' 이라고 할 수 있다. 이에 따라 마이크로 그리드의 이점을 하나로 정리하면 다음과 같이 된다.

수용가측에서의 관점

- 에너지 이용효율이 향상되어 비용 저감이 가능해진다. 추가로 탄산가스의 삭감효과도 기대된다.
- 신뢰도의 향상이 도모된다.(계통정전 시에도 운전 가능)
- 순시전압강하 회피 등의 전력품질 향상도 가능하게 된다.
- 기존계통에서의 관점
- 계통과의 연계시에 전압 및 주파수 변동문제를 일으키지 않는다.
- 여력이 있으면 계통운용에 공헌이 기대된다.

3. 마이크로 그리드의 구성요소

마이크로 그리드는 그림1에 표시하는 바와 같이 전

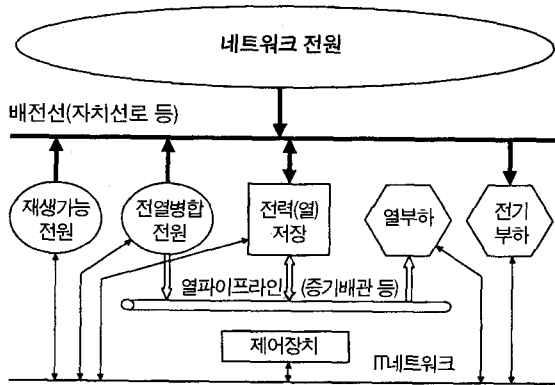


그림 1. 마이크로그리드의 구성요소

원 및 열원, 축전 및 축열설비, 전력 및 열공급용 네트워크, 전력 및 열부하와 IT관련기술을 적용한 감시·제어 시스템으로 구성된다. 기존의 전력계통과 크게 다른 것은 열에너지의 활용과 축전 및 축열설비의 존재에 있다.

(1) 전원 및 열원

마이크로 그리드에는 태양광발전, 풍력발전, 바이오매스 발전 등의 재생가능에너지를 이용한 발전설비와 연료전기를 포함한 코제네레이션이 전원 및 열원으로서 사용된다. 마이크로 그리드를 적용할 때에 열 이용은 에너지 코스트의 저감(경제성의 관점)을 위한 큰 요소가 된다. 이 경우 열은 마이크로 그리드 내에서 지역적으로 이용할 수 있어, 전력은 마이크로 그리드 안에서 상호 융통된다는 것이 중요하다.

(2) 축전 및 축열설비

기존의 전력계통에도 양수발전설비와 SMES 등의 축전설비가 적용되어 오면서 계통운용에 큰 역할을 하고 있으나 마이크로 그리드의 경우는 그 필요성이 더욱 높아지고 있다. 축전 및 축열설비의 용도에는, 전력품질 유지 등의 계통운용의 측면과 경제성의 측면이 있다.

계통운용면의 용도는 발전량이나 수요의 변동을 억제하여 전력품질과 공급신뢰도를 유지하는 일이다.

예를 들어, 수요의 변동면에서는 기존의 전력계통의 경우는 수용가 수가 많기 때문에 '대수(大數)의 법칙'에 따라 수요가 평활(平滑)하게 되지만, 마이크로 그리드에서는 수용가 수가 적기 때문에 '대수의 법칙' 효과가 적어 평활화 효과가 작아지는 것에 대한 대응이다. 경제성의 면에서는 에너지의 발생시기와 소비시기를 뒤로 물림으로써 최대한의 에너지 이용효율을 달성하기 위한 것이다. 축전설비로서는 연전지, NaS전지 및 리튬이온전지 등이 있으며 축열설비로서는 빙축열설비 등이 있다.

(3) 전력 및 열 공급용 네트워크

전력수송을 위한 네트워크의 구축방법에는 자치(自營)선로를 사용하는 방법과 전력회사선로에 의한 탁송을 이용하는 방법이 있다. 현재의 탁송요금제도(일본)에 있어서는 마이크로 그리드 등의 가까운 지역에 대한 전력수송으로서 자치선로가 유력한 수단으로 될 수 있으나, 그 건설에 임해서는 초기투자만이 아니고 유지·관리를 포함한 경제성의 검토와 설비의 이중투자 방지의 관점에서 충분한 검토가 필요하다. 또한 열 수송에 관해서는 배관설비의 부설이 필요하게 되기 때문에 기존시설의 적용보다는 새로운 시설에의 적용이 유리하다.

(4) IT관련기술을 적용한 감시·제어시스템

감시·제어 중에서 중요한 기능은 수급제어와 보호이다. 수급제어에는, 전력공급 안정성과 전력품질 확보를 위한 수급밸런스 제어와 경제성 확보를 목적으로 한 보일러, 발전기 및 축전(예를들어 2차전지) 및 축열설비의 최적운용을 도모한 경제운용 제어(예로서 경제부하분)가 있다. 수급밸런스 제어와 경제운용 제어는

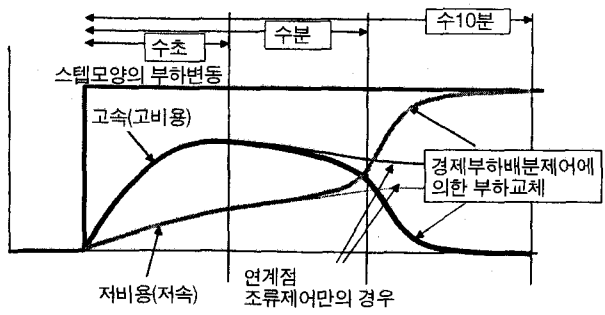


그림 2. 마이크로그리드의 수급제어

서로 관계가 없는 것이 아니므로 협조시킬 필요가 있다. 실현 예의 하나를 그림2에 표시한다.

즉 부하변동 등의 계통의 변동에 대하여 최초로 발전 코스트가 높아도 고속응답이 가능한 2차전지를 포함한 발전설비로 대응하여 전력품질의 유지에 힘쓴다. 다음으로, 응답은 늦지만 발전코스트가 싼 발전설비로 서서히 발전량을 바꾸는 제어를 실시함으로써 경제성을 확보하는 제어를 하고 있다. 이 기능을 실현하는 데는 마이크로 그리드 안의 각종 설비의 정보를 일괄 관리할 필요가 있으나 IT관련기술을 능숙하게 적용하여 싼값으로 신뢰성 있는 시스템을 구성하는 것이 중요하다.

4. 마이크로 그리드의 적용분야와 계통문제

(1) 마이크로 그리드의 적용분야

마이크로 그리드의 적용형태에는 계통연계형과 단독 운전형이 있다. 각각의 시스템 구축상의 기술적 과제를 단적으로 말하면 다음과 같다.

- 계통연계형에서는, 그의 전력품질 유지지는 어느 정도는 기존의 전력계통에 의존하면서 경제성을 중시한 계통운용을 목적으로 하고 있다. 여기서는

전력계통에의 의존도와 초기투자 및 운영비용 등의 경제성과의 트레이드오프가 과제이다.

- 단독운전형에서는, 그 계통 내의 기기만으로 전력 품질을 유지해 나갈 필요가 있기 때문에 경제적인 운전과 전기품질 및 공급신뢰도 유지의 양립이 요구된다. 여기서는 유지해야할 전력품질 및 공급신뢰도와 설비가 트레이드오프의 관계가 된다.

이 적용분야는 다음을 들 수 있다.

- 계통에 친화적인 분산형전원 시스템(특히 자연에너지 이용형)의 구축
- 경제적인 에너지공급 시스템의 구축
- 공급신뢰도와 전력품질의 향상을 목적으로 한 에너지공급 시스템의 구축
- 낙도와 벽지를 위한 전력공급 시스템의 구축

(2) 적용에 따른 계통문제

마이크로 그리드는 발전기의 대수나 수용가의 수가 적어 그 계통용량이 작기 때문에 주파수변동, 전압변동, 부하의 상간 불평형, 고조파나 파형일그러짐의 영향이 현저하게 나타난다. 계통연계시에는 기존의 전력계통이 변동흡수의 역할을 분담해주지만 단독운전 시에는 전적으로 자체의 계통 안에서 변동을 흡수하여 전력품질을 유지할 필요가 있다. 이것들은 해결할 수 없는 과제가 아니고, 마이크로 그리드를 구축하는 시점에서 그 목적에 따라 기기 구성과 그 감시·제어방식의 구축을 충실하게 함으로써 해결가능한 과제이다.

5. 실증연구 프로젝트

이 프로젝트는 일본에서 한 지역을 중심으로 추진되

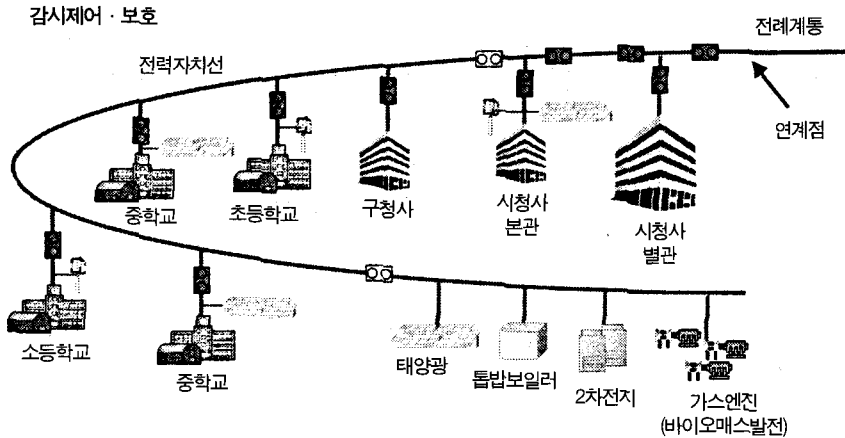


그림 3. 실증연구 프로젝트의 시스템 구성

다. 이 시스템은 2005년 후반부터 실증시험에 들어갈 예정으로 되어 있으며, 그 목적의 하나는 공급전력의 품질, 비용 및 기타 각종 데이터의 수집·분석과 신에너지의 도입 확대에 있는 것이다.

6. 맺음말

고 있는 실증연구사업의 하나로, 태양광발전, 풍력발전 등의 자연변동전원과 바이오매스 발전 등의 신에너지를 하나로 편성하여, 이것들을 적절하게 제어하는 시스템에 의하여 한 연구지역 내에 안정된 전력과 열을 공급함과 동시에, 기존의 전력계통에도 가능한 한 영향이 미치지 않는 신에너지 이용에 의한 분산형에너지공급 시스템의 구축을 목표로 하고 있다.

이 시스템은 그림3의 시스템 구성에서 보여주는 바와 같이 하수처리장에 설치된 바이오매스 발전설비와 태양광 발전설비에 더하여 초등·중학교와 시 청사에 설치된 태양광 및 풍력발전설비에서 발생된 전력과 열을 초등·중학교, 시 청사와 관련시설에 공급하는 것이다. 다만 열은 하수처리장 내에 공급하는 것뿐이다.

자연변동전원의 출력변동이나 부하변동에는 연속전지와 바이오매스 발전설비의 출력 제어로 대응하고 있

분산형전원의 적용을 확대하는 하나의 방안으로서 마이크로 그리드에 관하여 그 개념을 기술하였다. 그러나 앞으로 지구환경의 유지와 경제적이고 공급신뢰도를 확보한 에너지공급시스템 구축의 관점에서, 네트워크형의 광역 전력공급시스템과 로컬형 에너지공급시스템은 각각의 역할분담을 포함하여 여하히 자리매김되어야 할 것인지를 검토하는 일이 중요하다고 생각된다.

마이크로 그리드는 이 로컬형 에너지 공급시스템의 하나의 형태이다. 이 로컬형의 에너지공급시스템은 지역의 재생을 지향한 방법으로서도 기대되고 있으며, 필히 성공되어야 할 기술이라 생각한다.

발췌: 일본전기협회 발행 "電氣協會報"