

# 태양광 · 풍력 복합발전 시스템 최적구성과 평가

유권종 송진수 노명근\* 성세진\*  
한국에너지기술연구소 충남대학교\*

## A least component and analysis of the Hybrid power system

Gwon-Jong Yu Jinsoo Song Myong-Gun Noe\* Se-Jin Sung\*  
Korea Institute of Energy Research ChungNam University\*

**Abstract:** This paper performed simulation of the Hybrid power generation system and constructed a least component and analysis of the Hybrid power system with computer program. In this paper, we performed simulation economic analysis of hybrid power system.

### 1. 서 론

최근 지구환경 오염문제와 화석에너지의 고갈로 인하여 대체에너지 개발에 대한 관심이 고조되고 있다. 대체에너지 중에서도 태양광 발전과 풍력 발전은 기술개발과 가격저감 노력으로 실용화에 근접하고 있다. 특히 태양광과 풍력 발전은 지역적, 시간적 특성에 따라 발전량이 변하는데, 서로 상호보완적인 관계를 가지고 있다.

하지만 각각의 발전방식으로는 효율적인 발전과 운용을 하기 어렵기 때문에 태양광 · 풍력 · 디젤 발전을 연계하는 복합발전 형태의 발전방식이 요구되어진다. 복합발전 시스템은 기상상태에 따라서 태양광 · 풍력 발전시스템에서 전력을 발생시키고, 이 전력을 부하에서 사용하고, 한편 정격부하를 초과하여 남는 잉여전력은 배터리에 충전하였다가 복합발전의 부족전력 시에 방전하도록 되어 있다.

본 논문에서는 디젤 단독발전과 도서지역이나 원격지에 있어서 태양광 · 풍력 발전의 신 에너지 발전(배터리 포함)을 기존의 상용계통에 연결한 것과 태양광 · 풍력 · 디젤의 복합발전 방식(배터리 포함)을 비교 · 평가하고, 현재 도서지역에서 많이 적용될 수 있는 태양광 · 풍력 · 디젤의 복합발전 방식의 최적구성을 설계하고자 한다.

### 2. 발전방식의 비교

#### 2.1 디젤 단독발전

디젤 단독발전은 현재 기존의 상용계통 전원이 공급되지 않은 낙도나 원격지에 많이 쓰이는 발전 방식으로 우리 나라의 대부분의 도서지방에서 쓰이고 있다. 디젤 발전방식은 부하에 따른 응답이 빠르고, 간단하게 설치할 수 있어서 경제적이지만, 환경오염이나 고갈되고 있는 화석연료의 사용, 기계적 소음 그리고 화석연료의 운송계약 등이 문제점으로 나타난다.

#### 2.2 태양광 · 풍력 · 디젤의 복합발전

태양광과 풍력 발전은 계절적으로나 지역적으로 발전량에 있어서 상호보완적인 관계가 있기 때문에 자연에너지의 효율적인 이용을 도모할 수 있다. 만약 태양광 발전을 독립적으로 배터리와 부하에 직접 연결하였을 때는 일사량에 따라 전류가 급변하기 때문에 독립전원의 백업 시스템인 배터리의 수명을 단축시키는 문제점을 야기시킨다. 또한 태양광 발전이 활발하지 못한 저녁 시간에 부족한 전력을 공급할 수 있는 동특성 전력특성을 가지는 풍력발전 전력이 요구된다.

결과적으로 태양광 · 풍력 복합발전 시스템은 단독 태양광 발전 시스템에서 나타나는 배터리 과충전 손실의 문제와 태양광 출력전력의 변동으로 인한 배터리 수명감소를 저감시킬 수 있고, 경제적인 측면에서도 전력저장 기능을 가지는 배터리를 최소용량으로 설치할 수 있어서, 시스템의 저가화에 기여할 수 있다. 또한 태양광 · 풍력 복합발전으로 공급하지 못하는 부하에 대해서는 디젤 발전을 공급하여 시스템을 안정화시켰다.

다음 그림 1은 복합발전 방식의 시스템 구성을 나타내고 있다.

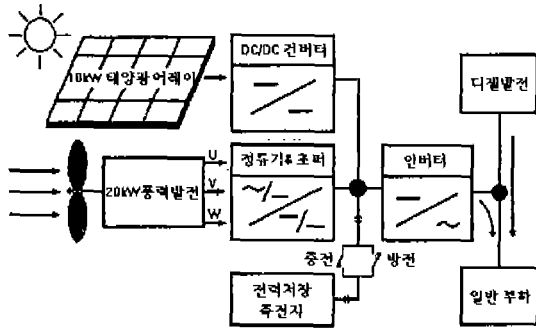


그림 1. 태양광·풍력·디젤 복합발전 시스템

### 2.3 태양광·풍력 발전과 상용계통의 연결

부하에 대하여 태양광·풍력 발전만으로 충분한 전력을 공급하지 못한 경우에 디젤 대신에 기존의 상용계통을 연결하는 계통연계형 발전방식이 있다. 대규모 발전에 있어서 부하에 대한 안정적인 전력의 공급과 태양광·풍력 발전의 잉여전력을 상용계통에 역으로 보낼 수 있는 장점이 있어 잉여전력을 소모시킬 dump load를 투입할 필요가 없어 시스템을 효율적으로 운용할 수 있고, 에너지의 효율적 이용에도 기여한다. 다음 그림 2는 태양광·풍력 발전과 상용계통의 연결을 나타낸 시스템 구성이다.

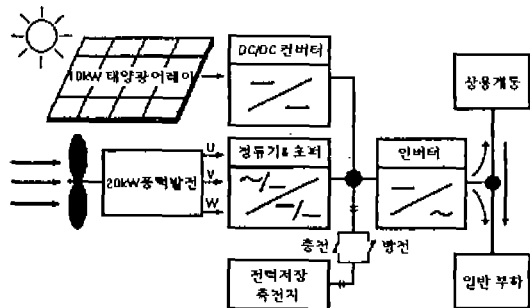


그림 2. 태양광·풍력 발전과 상용계통의 연결

## 3. 시스템의 구성요소

복합발전에서 디젤 발전기는 NEGE-105(단상) 10kW급을 사용하여 부하에 전력을 공급하였다. 풍력발전의 풍력발전기는 20kW급 발전기를 사용하고, 태양광은 금성 GM-53 모듈을 직렬로 20개, 병렬로 10개 연결하여 10kW급 태양광 어레이를 구성하였다. 일사량 1000W/m<sup>2</sup>에서 위의 10kW급 태양광 어레이의 최대전압은 348V이고, 최대전력은 10.61kW이다. 배터리는 2V/360Ah Alcad NiCad 배터리를 직렬로 70개를 연결하여 사용하고, 충방전은 충방전기를 통하여 전압을 조정하게 하였다. 또한 이 시스템에서는 정격용량이

30kW인 인버터를 사용하였고, 정류기는 정격용량 25kW로 하였다.

## 4. 시뮬레이션 결과

### 4.1 디젤 단독발전

최대 10kW이하의 일반부하에 대해서 15kW 디젤발전기를 통해 일년간 전력을 공급한 결과, 총 전력은 44,869kW를 공급하였고, 여기에 소모된 경우는 30,936리터이다. 이 일반부하에 대한 총 수요 부하량은 연간 44,234kW이다. 다음 그림 3은 일반부하와 일치하는 디젤발전을 시간별로 한 달간 나타내었다.

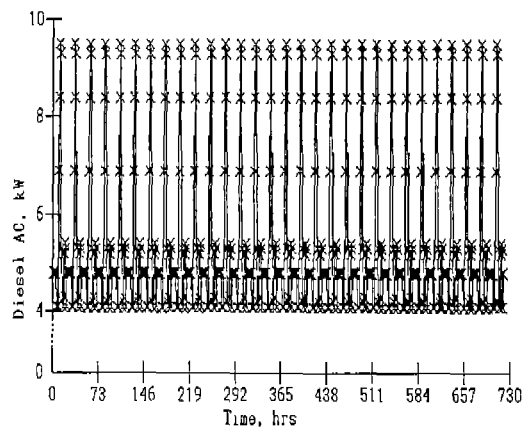


그림 3. 디젤발전기의 발전과 부하곡선

### 4.2 태양광·풍력·디젤의 복합발전

디젤발전기를 투입하지 않은 상태에서 태양광·풍력 발전을 Chapter 3과 같은 시스템 구성요소를 가지고 복합발전을 하면, 기상조건에 따라서 Unmeted Load 즉 전력이 공급되지 못하는 부하가 연간 13,806kW 정도 발생하게 된다. 다음 그림 4는 한 달간의 Unmeted Load를 그래프로 나타낸 것이다.

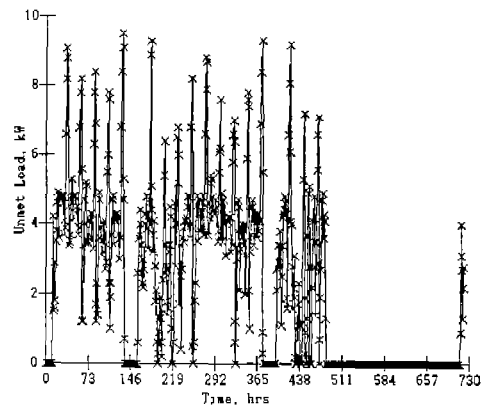


그림 4. 디젤발전이 없을 때 Unmeted Load

이러한 Unmetered Load에 10kW급 디젤발전으로 전력을 공급하면, 연간 17,271kW 정도의 전력을 생산 공급하고 연료인 경유는 12,008리터가 소모된다. 그림 5는 한 달간의 디젤발전을 나타낸 것이다.

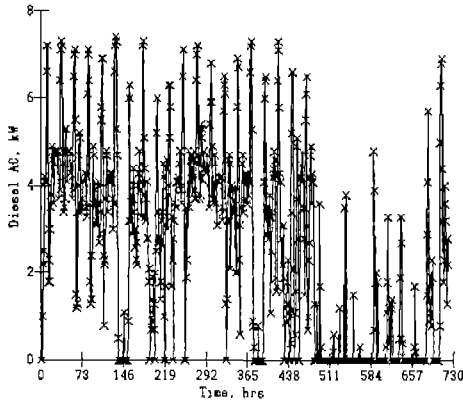


그림 5. 디젤발전의 발전량 그래프

#### 4.3 태양광 · 풍력 발전과 상용계통 연결

태양광 · 풍력 단독발전은 기상에 따라 발전량이 달라지기 때문에 초과되는 전력에 대해서는 소모시킬 수 있는 부하가 필요하다. 하지만 계통연계형으로 구성을 하면, 생산전력이 부족할 때는 계통으로부터 전력을 공급받고 한편 부하에 공급하고 남은 전력이 있을 때에는 반대로 상용계통으로 보낼 수 있다. 여기에서는 연간 8,587kW 정도의 전력을 상용계통으로 보낼 수 있다. 다음 그림 6은 상용계통으로 보내지는 전력의 한 달간 그래프를 나타내고 있다.

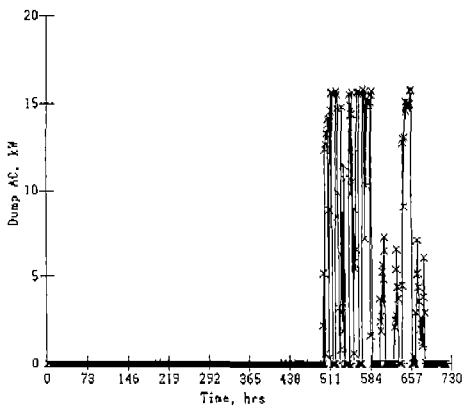


그림 6. 상용계통으로 보내지는 전력

### 5. 고찰

신 에너지 발전방식은 기존의 발전방식이나 상용계통에 비해 경제성 면에서 아직은 비교할 수 없을 정도이지만 신 에너지 발전과 디젤발전 그리고

상용계통의 적절한 조화를 통해 시스템의 저가화와 효율증대를 시킬 수 있다. 여기에서 복합발전 시스템과 계통연계형 발전방식을 비교해보면, 태양광 · 풍력 시스템은 비슷한 가격이고, 디젤(대당 5,950,000원)은 리터당 372원에 연간 12,008리터를 소모하므로 약 1천만원 정도가 초기 일년 동안에 소요된다. 계통연계형의 경우는 계통연계형 인버터까지 고려하면 약 5백만원 정도가 소요된다.

### 6. 결론

태양광 · 풍력 복합발전으로 생산한 전력을 도서 지역이나 원격지에 공급하고자 할 때, 상용계통이 들어올 수 있으면 연계하여 사용하는 것이 본 논문의 결과로 볼 때 바람직하나, 일반적으로는 그렇지 못하기 때문에 디젤발전을 통해 부족한 전력을 공급하여 시스템의 효율성을 높일 수 있다. 여기에서는 공급되는 일반부하가 최대 9.5kW이고, 최소 0.6kW이고, 평균값이 5.1kW일 때, 태양광 10kW와 풍력 20kW 그리고 디젤발전기 10kW를 투입하고, 배터리는 2V/360Ah를 직렬로 70개 사용하는 것이 최적구성이었다. 또한 태양광 · 풍력 복합발전량이 60%정도이고, 디젤발전에 의한 발전량이 40%정도이다.

향후에는 이 결과를 제주도 월령단지의 복합발전 시스템에 대해서 적용하고자 한다.

#### 참고문헌

- [1] 송진수 외, "농어촌 전화사업을 위한 태양광 풍력 복합발전시스템 개발(I)", 1997.2, 통상산업부 보고서.
- [2] 유권중 외, "태양광 · 풍력 복합발전 시스템의 최적용량 선정", 1997, 대한전기학회 하계학술대회.
- [3] Green, H ; Manwell, J.(1995). "Hybrid2-A Versatile Model of the Performance of Hybrid Power Systems." Presented at the American Wind Energy Association's Wind power '95 Conference, Washington D.C., 27-30 March[1995]
- [4] Infield, D.(1994) "Engineering Design Tools for Wind Diesel Systems." Final report on CEC contract JOUR-0078. Report RAL-94-001 /007, /Didcot: RAL