

# 太陽·風力 複合發電 시스템



韓國科學技術院  
機械工學 및 物理電子研究部長  
工學博士  
李 春 植

## 1. 序 論

複合發電이란 서로 다른 種類의 發電 시스템을 連繫 運轉하는 것으로서 太陽-風力 複合發電의 경우에는 太陽發電 시스템과 風力發電 시스템으로 구성된다. 太陽-風力 複合發電의 근본 개념은 두 에너지源의 季節的인 特性에 의한 상호 보완된 電力의 供給이다. 우리나라에서의 두 에너지의 季節的인 特性을 보면 太陽의 日射量은 우리나라가 北半球에 위치하기 때문에 여름에 많고 겨울에는 적으며 風力의 경우 季節風의 영향으로 겨울에는 風速이 높은 반면 여름에는 낮다. 즉 두 에너지원이 季節的으로 서로相反된 特性을 가지고 있기 때문에 이 두 에너지를 적절히 조합한다면 둘 사이의 상호 보완에 의한 일정한 출력을 얻을 수 있을 것이다.

현재 우리나라 도서 지방의 電力 供給 상황을 보면 육지와 가까운 섬을 제외한 낙도의 경우 기존 전력망의 이용이 불가능한 상태이며 일부 낙도에서 운영하고 있는 디젤엔진 發電을 제외하면 거의 電氣의 혜택을 받지 못하고 있는 실정이다.

결국 이러한 지역에 대한 電力 供給의 方法으로 太陽-風力 에너지와 같은 代替에너지의 개

발이 필요한 것이다. 그러나 太陽-風力 複合發電 시스템의 성능 분석을 위한 많은 실험이 이루어져야 한다.

이를 위해 韓國科學技術院은 韓電의 용역으로 개야도에서 국내 최초로 太陽-風力 複合發電에 관한 연구를 수행하였으며 연구결과 우리나라의 일사 조건은 산란광이 많기 때문에 太陽熱 發電 시스템은 국내 기상에 부적합한 것으로 판명 되었다. 이것은 이웃 日本이 Sunshine Project 기간 중에 100KW급 太陽熱 發電시스템을 설치·시험하였으나 산란광이 많아 集光이 안되어 실패한 것 보다 앞서서 얻은 결과이다.

韓國科學技術院의 연구진은 개야도에서 수행한 研究 結果를 기초로 企業체인 金星·三星·曉星과 동력자원연구소, 韓國電力, 제주도과 공동 연구 협의체를 구성하여 독일의 연구진과 함께 제주도에 太陽-風力 複合發電 시스템(태양열 냉난방 시스템 포함)을 설치(그림 1)하여 우리 여건에 적합한 시스템 개발을 위한 실험 및 측정을 수행하고 있다.

## 2. 太陽-風力 複合發電 시스템의 構成

濟州島 太陽-風力 複合發電 시스템은 개야

도에서의 연구결과를 토대로 산란광을 이용할 수 없는 집광형 太陽熱發電 시스템 대신에 太陽 에너지 利用效率이 높은 太陽 추적식 太陽光發電 시스템을 채택하였다.

風力發電 시스템은 風力 발전기 회전 속도가 일정하지 않게 되면 정류기와 인버터를 사용하여 수용가에게 電力을 供給해야 하기 때문에 중간 과정에서의 에너지 손실이 크게 된다. 본 연구에서는 전기-유압 제어장치에 의해서 속도가 일정하게 유지되도록 보완된 시스템을 채택하였다.

또한 複合發電 시스템 출력과 부하의 균형을 유지하며 複合 시스템의 각 구성 장치의 상태에 따른 적절한 제어를 위하여 부하 자동조절 장치를 설치하였다.

### 2.1 太陽光 發電 시스템

太陽光 發電 시스템은 2축 태양 추적식으로 太陽 에너지를 최대한으로 이용할 수 있도록 되어 있다. 그 구성은 發電용으로 128개의 태양전지 모듈(1개의 모듈은 20개의 태양전지로 구성됨)로 구성된 발전부에 의해서 정격출력 2.4KW를 供給하도록 되어 있으며 태양추적용 모터의 구

동을 위해서 8개의 모듈이 설치되어 있다.

추적식 太陽光發電 시스템은 맑은 날에는 太陽의 위치 變化를 感知하여 追跡함으로서 직사광의 이용 효율을 높이고 흐린날은 發電機 표면을 하늘을 향해서 수평으로 유지하여 산란광의 이용 효율을 높이도록 되어있다.

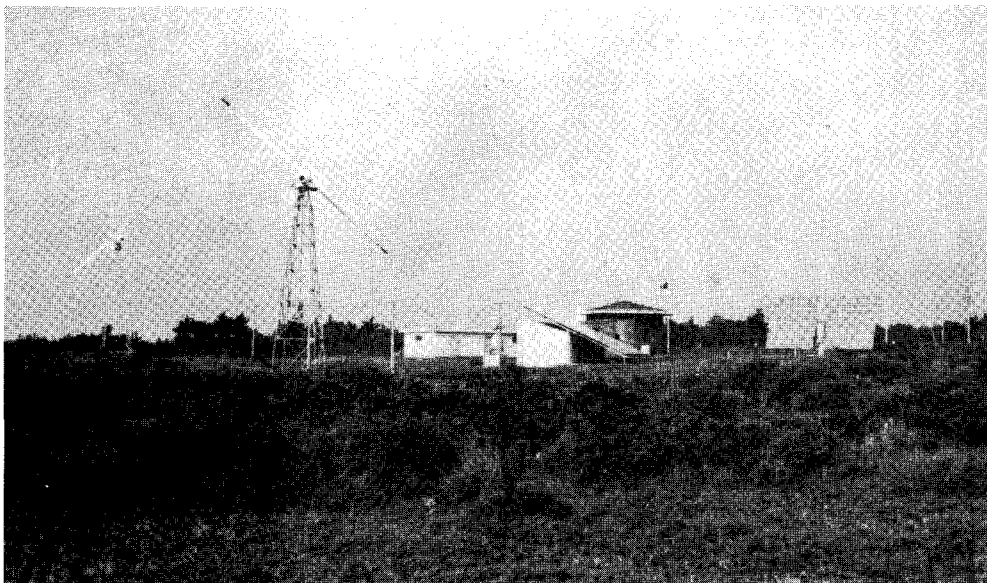
추적식 太陽光發電 시스템은 고정식에 비해서 가격이 비싼 반면 다음과 같은 장점이 있다.

- 太陽의 位置(角度)에 따른 손실이 없다.
- 垂直 일사량을 받으므로 투과율과 반사율이 좋아진다.
- 낮 동안에 보다 균질의 에너지가 生産된다.
- 지상에서 높이 설치 하므로 대류에 의한 冷却效果가 크다.

太陽光 發電 시스템으로 부터의 出力은 直流이므로 교류 전기를 必要로 하는 需用家에게는 직접 供給이 불가능하기 때문에 인버터와 연결하여 交流로 供給 하도록 되어 있으며 밤 동안이나 흐린날에 대비하여 축전지와 연결되어 있다.

### 2.2 風力發電 시스템

설치된 風力發電 시스템은 수평축 風車로써



〈그림 1〉 태양-풍력 복합발전 시스템의 전경

회전 날개는 2개이며 직경은 11.6m이고 정격 출력은 정격 풍속 10m/s 이상에서 14KVA이다.

風力 發電機의 회전 속도는 풍속과 회전 날개의 각도에 의해서 變化되어진다. 전기-유압 제어장치는 風力 發電機의 출력 주파수의 변화에 의해서 風車의 회전속도 변화를 감지하여 날개의 각도를 조절함으로써 일정한 회전 속도를 유지하도록 한다. 본 연구에서는 發電 出力이 60 Hz가 되도록 제어함으로써 정류기와 인버터를 통하지 않고 직접 需用家에 電力을 공급하여 에너지 변환 과정에서의 손실을 줄였다.

또한 風力發電 시스템의 安全을 위하여 過回轉 방지장치가 설치되어 있으며 진동감지 장치에 의해서 시스템을 보호하도록 되어있다.

### 2.3 負荷 自動 調節 장치

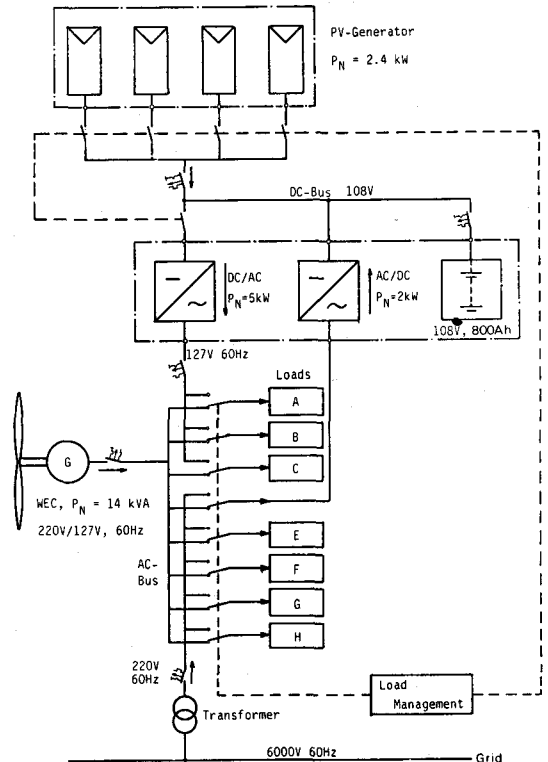
負荷 自動 調節 장치는 複合發電 시스템의 두개의 단위 시스템, 太陽光 發電 시스템과 風力發電 시스템으로 부터의 出力을 효율적으로 이용할 수 있도록 시스템 내의 에너지 흐름을 제어하는 장치이다.

그 기능 중에 가장 중요한 것은 風力發電 시스템의 出力과 負荷를 같은 크기로 조절하는 기능이다. 風力發電 시스템의 出力은 정격 풍속 이하에서는 정격 출력이 될 수 없다. 즉 정격 出力 이하에서는 14KVA의 전력을 공급 할 수가 없다. 이러한 문제를 해결하기 위해서 複合發電 시스템의 負荷는 8개로 나뉘어 있으며 전체의 합은 風力發電 시스템의 정격 출력인 14 kVA이다. 8개의 부하는 風力發電 시스템과의 연결을 위하여 미리 순서가 정해져 있어서 풍력 발전 시스템의 출력이 정격 이하일 때에는 出力과 같은 크기 만큼의 부하가 정해진 순서에 의해서 연결된다. 이때 風力發電 시스템으로부터 電力 供給이 안되는 부하는 인버터에 의해서 太陽光發電 시스템과 연결된다. 부하 자동 제어 장치는 이러한 기능 이외에 太陽光發電 시스템의 출력전압 제어, 축전지의 충·방전 보호 및 인버터의 제어 등을 통하여 複合發電 시스템내

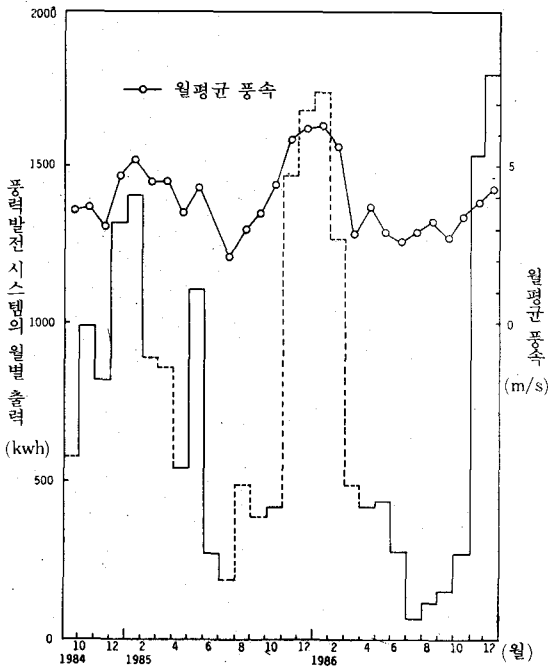
의 에너지 유동을 제어한다.

### 3. 太陽 - 風力 複合發電 시스템의 운전

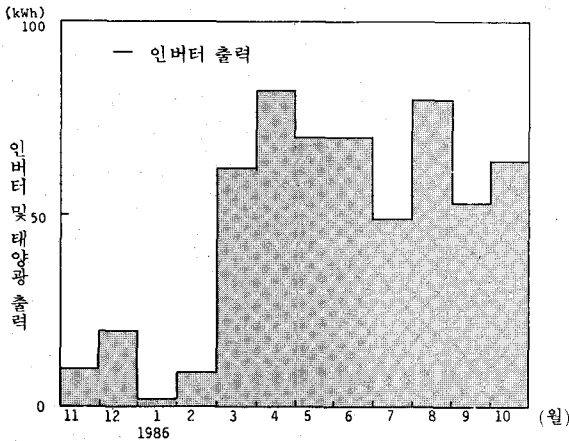
현재의 複合發電 시스템은 1984년 6월 부터 시험 운전을 시작하였으며 그동안 시스템의 기본적 성능 파악을 위한 측정이 이루어져 왔다. 그결과 風速의 변화가 매우 심하기 때문에 풍차의 회전속도 제어계통에서 문제의 발생 빈도가 많았으나 우리 연구팀에 의해 개선 보완되었으며 현재는 복합시스템의 국내 기상과의 적합성 및 신뢰도 향상을 위하여 구체적인 실험·측정을 위한 研究가 독일 측 연구진과 함께 진행중이다.



〈그림 2〉 태양 - 풍력 복합발전 시스템의 구성



〈그림 3〉 태양광발전 시스템의 월별 출력



〈그림 4〉 월평균 풍속과 풍력발전시스템의 월별 출력

그림 3은 풍력발전 시스템의 월별 출력과 평균 풍속의 변화이며 풍력 시스템의 출력 중 실선으로 표시된 부분은 실제 운전에 의해서 측정된 값이고 점선으로 표시된 부분은 풍속 자료로

부터 계산된 값이다. 풍속의 계절적인 특성과 마찬가지로 겨울에 풍車の出力이 현저하게 많은 것을 알 수 있다.

그림 4는 인버터에 의해서 부하에 供給된 電力으로 태양光發電 시스템(발전부, 축전지, 인버터)의 전체 효율이 포함된 出力으로 생각할 수 있다. 출력의 계절적 특성이 잘 나타나 있음을 확인할 수 있다.

#### 4. 結 論

太陽-風力 複合發電 시스템에 대한 연구는 기존의 에너지원으로부터 독립된 자연에너지만의 전력공급 시스템을 확립하려는데 목적을 두고 있다. 그러나 그 利用에 있어서는 운전 및 補修 維持에 기술적인 전문성을 필요로 하는 부분이 있어서 일반인이 손쉽게 사용하기가 어렵다는 점과 설치 비용이 비싸기 때문에 주민이 모두 부담하기에 어려운 문제가 있는 것은 사실이다. 그러나 소형 風力 發電 시스템을 落島에 설치하는 경우 디젤 발전과 비교해 불매 經濟性이 있는 것으로 평가되고 있으며 태양光發電의 경우에도 기본 구성 부품인 태양전지의 가격이 하락하고 있는 추세로 불매 시스템을 간략화 한다면 落島의 경우 실용화 가능성이 높은 것으로 보인다.

그러므로 시스템의 보수 유지의 간편화와 값싼 시스템의 개발을 위한 연구가 수행되어야 할 것이다. 또한 수입 에너지에 대한 의존도가 높은 우리의 실정을 불매, 낙도의 電力 供給 및 기존 電力의 보조 시스템으로서도 활용성이 큰 複合發電 시스템의 最適化를 위한 研究가 계속 수행되어야 할 것이다.

