

## 50kW인산형 연료전지발전시스템 운전특성

임희춘, 안교상, 이창우, 박필양  
한전기술연구원 전력연구실 연료전지연구팀

### Operation Characteristics of 50kW PAFC System

Hee-chun Lim, Kyo-sang Ahn, Chang-woo Lee, Pill-Yang Park  
Fuel Cell Project Team, Research Center, KEPCO

#### 1. 서론

현재 전력사업이 앞고 있는 문제는 급격한 전력수요의 증가에 대한 전원확보의 어려움과 날로 증가되고 있는 지구환경문제 특히 지구온난화 문제에 따른 CO<sub>2</sub>규제등이 커다란 장애요인으로 대두 되고있다. 따라서 이러한 문제점을 효율적으로 해결하기 위하여 공해요인이 적으며 에너지변환효율이 높은 새로운 발전방식을 개발할 필요성이 대두되고 있다. 연료전지발전은 이와같은 문제점을 해결할 수 있는 적절한 발전방식으로 각광을 받고 있다.

이러한 연료전지발전중 가장 실용화가 앞서있는 발전방식이 인산형 연료전지로서 선진국에서는 이미 보급이 이루어져 실증시험이 진행되고 있다. 따라서 한전에서도 장래 발전방식으로 도입 가능성이 큰 인산형 연료전지발전에 대하여 실용규모의 설비를 도입하여 발전플랜트로서의 설치, 운전, 운용등에 관한 기본기술을 습득하고 운전자료를 분석 이를 국산화기술에 반영하고자 일본 FUJI전기의 50kW PAFC설비를 도입 운전특성시험을 실시하였다.

#### 2. 인산형 연료전지발전시스템의 구성

50kW급 인산형 연료전지 발전시스템은 크게 발전설비와 주변기기 (BOP: Balance Of Plant)로 구성할 수 있다. 인산형 연료전지 발전설비는 연료전지본체, 개질계 그리고 직류전기를 교류전기로 변환 시키는 인버터 및 전지본체에서 나오는 배열을 이용하기위한 배열이용계로 구성된다. 표 1은 50kW 인산형 연료전지 발전설비의 설비규격을 보여주고있다.

인산형 연료전지시스템의 주변기기는 설비운전을 위하여 연료 및 Purge용 가스, 보급수의 공급 및 전기수배전설비, 냉각수의 순환설비등을 필요로하며 이를 주변기기라고 말한다. 일반적으로 인산형 연료전지 시스템에서는 연료전지 본체에서 나오는 배열을 회수 하거나 방출하기 위하여 냉각수 순환시스템을 설치하고 있는데 본시스템에서는 특히 설비내의 오염방지를 위하여 폐쇄회로 형태의 냉각수 순환설비를 설계,제작 설치하였고 물처리설비를 별도로 설치 물처리용 Resin교체시기를 연장할 수 있도록 설계하였다. 또한 운전제어 및 계측을 위하여 주변기기 및 전지본체의 온도,유량,압력등을 측정 이를 PC 모니터에서 감시 제어할 수 있는 감시설비와 배전반을 설치하였고 데이터의 자동 수집 및 분석이 가능하도록 하였고 전지본체의 내부상태를 감시할 수 있는 프로그램로더를 설치

운영하였다. 이외에도 가스Analyzer 및 GC를 설치 연료전지본체 공급가스 및 배가스상태를 On line 사으로 분석할 수 있도록 설계 설치하였다. 그림 1 은 인산형 연료.9전지발전시스템의 Flow Diagram을 보여주고 있다.

### 3. 운전특성시험결과

50kW인산형 연료전지발전시스템은 1993년 7월부터 1994년 11월 말까지 총 19회에 걸쳐 총 6003.3시간의 운전시간을 기록하였고 이동안 발전된 전력량은 총 187,170kWH 이다. 전원설비의 신뢰성을 보여주는 발전시간이용율은 전체적으로 61.38% 정도이고 월별로 분석한 경우 최고일때는 94년 9월의 79.9%, 최저인 경우는 93년 11월의 52.5%로 대체로 전원설비보다 낮은 이용율을 나타내고 있다. 운전기간 동안의 최장 연속운전기록은 1,459시간이었고 총 운전횟수는 19회를 기록하였다. 표 2는 각종 운전기록을 도표로 표시하여 보여주고 있다

연료전지본체에 있어서의 전압 전류특성은 정격출력일때 단위전지 평균전압이 661.8mV이고 이때의 전류밀도는 238mA/cm<sup>2</sup>정도가 된다. 기동횟수에 따라 전지의 전압은 소폭적으로 감소되고 있으며 전압강하비율은 약 1.7mV/회로 비교적 높은 값을 보여주었다. 운전시간의 경과에 따른 스택의 전압강하율은 1,000시간당 약 3.8mV로 현재 인산형 연료전지의 기술수준으로는 비교적 양호한 값을 보여주고 있으나 수명을 예측할 경우 약 18,000시간 정도로 실 플랜트에서의 목표치인 40,000 시간 정도를 얻기 위하여는 아직도 많은 개발노력이 필요하다. 그림 2는 시간의 경과에 따른 경시전압변화 특성을 보여주고 있다.

발전운전특성에 있어서 기동 및 정지특성중 기동시간은 냉간기동시 약 3시간 43분에서 6시간정도 까지가 소요되었으며 운전시간의 경과에 따라 기동시간은 대체적으로 연장되는 경향을 보여주고 있으며 정지시간은 평균적으로 2시간 43분정도가 소요되었다. 출력변동시 전류는 부하의 증가에 따라 증감하지만 전압은 단계별로 변화되는 특성을 보여주었고 본 설비는 부하가 대체로 30kW이상일 경우부터 안정적으로 운전되었다.

정부하출력 시험시의 효율은 전기효율이 37.46% 그리고 배열효율이 43.85%를 보여주었고 종합효율은 81.26%를 기록하였으나 시간의 경과에 따라 약간의 효율감소가 나타나고 있다.

환경특성에 있어서는 배가스의 성분중 질소화합물의 경우 설계치 10ppm에 대하여 1ppm을 보여주고 있고 황화합물 및 일산화탄소는 거의 나타나지 않고 있다. 소음도 설비 사방 1m에서 측정된 경우 63dB에서 65dB까지로 설계치보다 양호한 결과를 보여주고 있다.

운전 및 보수특성에 있어서 본설비는 총 23건의 고장이 발생되었으나 그중 대부분은 계통에서의 지락사고등 계통측 원인에 의한 것이 가장 많았다 그러나 설비내의 부품 불량이나 제어계의 고장등도 발생하고 있어 이에 대한 개선이 필요한 것으로 생각된다.

본시스템에 있어서의 문제점은 본설비가 아직은 상용화초기에 있기때문에 계

통의 외란에 대하여 취약하며 부하추종성 및 저부하에서의 운전효율등이 아직은 전원설비로서 이용하기에는 낮은 값을 보여주고 있어 이의 개선이 요구된다.

#### 4. 결론

본 50 kW 인산형 연료전지발전 발전시스템의 도입, 설치 운전시험을 통하여 연료전지의 운용 및 개발에 필요한 많은 자료를 획득할 수 있었으며 운전시험을 통하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

본 시스템의 실용화를 위하여는 스택의 수명연장이 필요하며 전력설비로서의 운전신뢰성 확보를 위하여 부하추종성, 계통연계특성등의 전력설비특성의 향상이 필요하며 운영상으로 건설단가 및 운영비의 저감이 필요하다.

#### 참고문헌

1.H.-C Lim, C-W Lee, K-S Ahn "50kW PAFC System Operation in KEPCO" Program and Abstract p.507-510, 1994 Fuel Cell Seminar, San Diego, Nov.28-Dec.4, 1994.

2.Toshio Hirota et al. "Fuji Electric review" Fuji Co. Ltd Vol.38. 1992

표1 50kW 인산형연료전지발전설비의 규격

구 분		규 격
출력 (송전단)		50kW DC
효율	전 기	38.5%
	열	39.6%
	계	78.1%
연 료		LNG
기동시간		4시간 (냉간기동)
열 출력		46,400kCal/h
Emission		10ppm
소 음		60dB (10m)
크기 및 중량		2.1mx1.7mx3.1m 7,000kg

표2 50kW인산형 연료전지발전시스템 운전성능

최초운전일	1993.7.28
누적발전시간	6,000.3시간
최대연속운전시간	1,459시간
누적발전량	184,170kWH
발전시간이용율	61.38%
전기효율	37.46%
배열효율	43.8%
종합효율	81.26%
기동횟수	19회
NOx	1ppm
소음	63 - 65dB

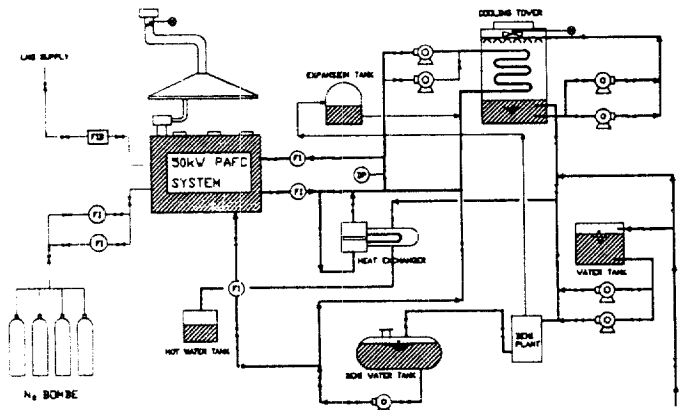


Fig.1 50kW PAFC system Flow Diagram

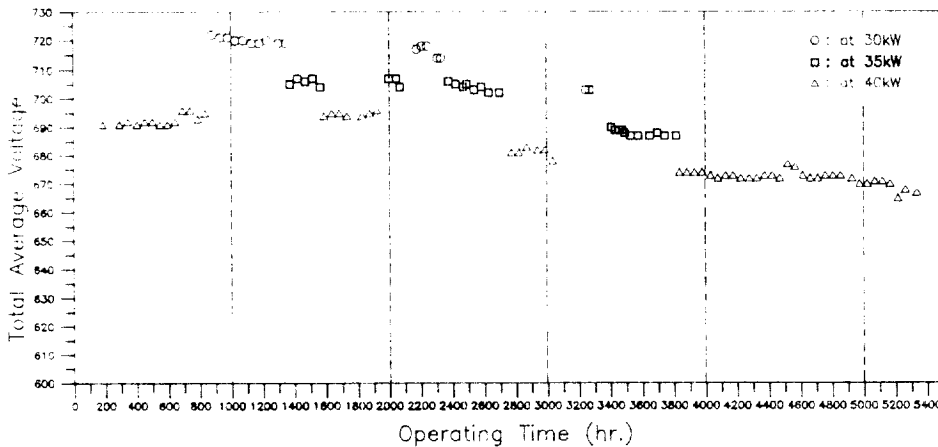


Fig.2 Voltage drop by elapsed operation time