

마이크로 가스터빈 기술개발 동향 및 전망

임 상 규

한국전력공사 전력연구원 발전기계그룹

1. 극소형 발전설비

1980년 이후 통신시장에 경쟁체제가 도입되어 과거 막대한 유선설비의 구축이 필요했던 증양통제 통신방식에서 핸드폰, 인터넷 등 무정부적 무선 통신기술로 급격히 대체된 것처럼 21세기에는 발전분야에도 송변전 설비를 생략한 극소형 발전기술이 빠른 속도로 상용화될 전망이다.

극소형 발전시스템은 송전 및 열수송 손실이 적은 소규모 분산형 고효율 민생용 발전시스템으로 경제성과 신뢰성이 확보되고 환경친화적인 기술의 상용화에 따라 집단주택, 빌딩, 병원, 호텔, 농업 현장 등지에서 직접 전기를 만들어 쓰는 시기가 도래하고 있는 것이다. 이러한 극소형 전력설비는 연료를 직접 연소시키는 엔진 제작기술에서 진전된 마이크로터빈과 연료전지, 풍력발전, 태양광발전 등의 범주로 나눌 수 있다

2. 마이크로 가스터빈 기술개발

미국의 Capstone社에서 개발을 선도하여 1998년 12월 최초로 상용화하였으며 미국 Allied-signal, Elliott/Bowman, Northren Research에서 유지보수가 매우 간편한 250kW 이하급 마이크로 가스터빈(Micro Gas Turbine)을 개발하여 실용화 단계에 있으며 향후 약 1MW까지 개발할 예정이다.

마이크로 가스터빈은 현재 열병합용, 피크부하 조절용, 비상용, 이동식 충전(전기자동차) 등의 電源으로 점차 영역을 넓히고 있으며 2010년에는 마이크로 터빈의 세계 시장규모가 약 10억불로 세계 유수의 경제전문지들도 이러한 극소형 발전시장의 잠재력이 통신시장을 능가할 것으로 예상하고 있다.

이에 따라 가까운 일본에서도 이미 정부, 전력회사, 발전설비 제조업체 주도하에 試製品을 도입, 관련기술 확보에 박차를 가하고 있다.

3. 마이크로 가스터빈 개요

가. 마이크로 가스터빈 구성(그림 1 참조)

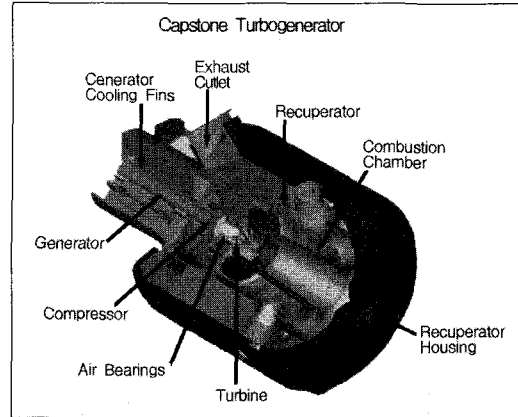
나. 마이크로 가스터빈 특징

마이크로 가스터빈은 천연가스, 프로판가스, 디젤유, 등유, 메탄올, 에탄올 등 다양한 연료의 연소가 가능하고 소형냉장고 2개 정도의 크기이며 디젤엔진 무게의 20%로 경량이다. 압축기 및 터빈발전기를 단일축으로 구성되어 기어박스가 불필요하며, 공기유회배어링을 이용, 초고속 회전(분당 약 10만회전)한다.

재생기를 채용하여 터빈출구 배기가스를 압축기 출구공기와 열교환시켜 발전단효율을 15%→30%까지 획기적으로 향상시켰으며 질소산화물의 발생을 최소화하고, 소음은 65dB로 환경성도 매우 우수하다(그림 2 참조).

다. 마이크로 가스터빈 운용

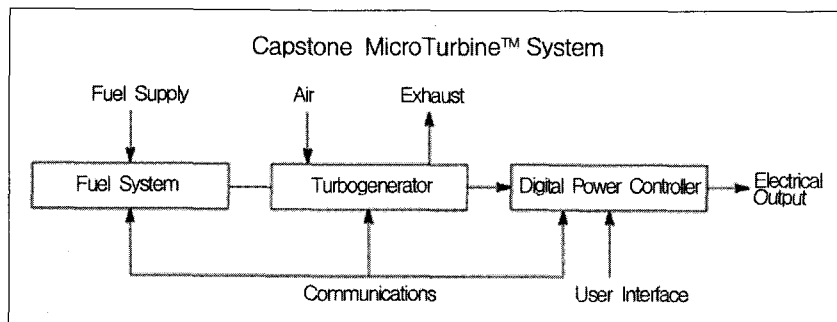
발전기는 회전계자방식으로 영구자석 2.4극을 채용, AC 1,500Hz~4,000Hz 전력이 발생하면 정류기, 변환기



〈그림 2〉 마이크로터빈 부품구성

를 거쳐 400~480V, 50/60Hz, 3상으로 최종 변환된다. 납축전지가 내장되어 자체기동이 가능하며 디지털 부하조정기에 의해 터빈발전기 자동운전, 연료 자동제어 등으로 배전망과 자동연계운전 또는 단독운전이 가능하며, 기동 및 전부하 운전범위내 자동제어, 운전자료의 시간대별 기억 및 분석이 가능하다. 또한 개인용 컴퓨터를 이용한 원격 부하조정 및 감시 등이 가능하여 도쿄(東京)전력에서는 이미 On-site 에너지 서비스회사를 설립, 마이크로 가스터빈을 이용한 신규사업에의 진출을 준비중에 있다.

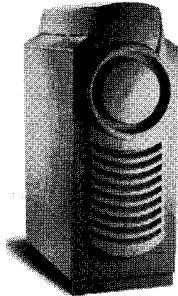
라. 마이크로 가스터빈 규격 예(Capstone 30kW 기준) (표 1, 그림 3 참조)



〈그림 1〉 마이크로터빈 구성

〈표 1〉

구분	규격
출력	28~30kW
효율	26~28%
소음	65dB
치수	1.8m×0.7m×1.3m
중량	476kg
회전수	96,000rpm
배기 온도	271℃



〈그림 3〉 Capstone사 마이크로터빈 외관

마. 타 분산형 전원과의 비교(표 2 참조)

4. 마이크로 가스터빈 기술개발 동향

미국의 Capstone사는 신뢰성과 안정성이 확보된 30kW급 마이크로 가스터빈을 연산 20,000대 생산할 수 있는 규모를 갖추고 있으며 Unifin International社에서 전용 열회수시스템(MICOGEN)을 개발, 마이크로 가스터빈과 전용열회수시스템을 조합한 민생용 소규모 열병합 발전으로서 시장 확대를 도모하고 있다. Allied-Signal에서는 75kW급의 발전단효율을 28%~30%로 향상시키고 가격인하를 추진하여 경쟁력을 높이고 있다.

EPRI 등 연구소를 중심으로 분산형 열병합, 및 피크 부하조절용으로서의 실증시험 및 성능, 내구성, 신뢰성 확인, 배전망과 연계한 기저 부하용 평가 등 상업화를 위한 각종 시험이 마무리단계에 와 있다.

일본의 전력회사에서는 마이크로 가스터빈의 실증시험을 진행중에 있으며 전원개발(EPDC)에서도 2003년 민

영화 후 신규사업으로 준비중에 있다. 미쓰비시중공업 등 제조업체들도 2001년 시장투입을 목표로 개발에 박차를 가하고 있다.

5. 마이크로 가스터빈 기술개발 특성 및 전망

현재 마이크로 가스터빈의 터빈입구온도는 870~1010℃로 대형 가스터빈보다 약 400℃ 낮고 압력비는 3:1~5:1 정도로 압력비 상승시 응력상승과 연료압력상승으로 인한 와류손실 발생이 효율향상의 한계이다. 마이크로 가스터빈 성능에 대한 사용자의 최소요구조건은 미국의 전력시장을 기준으로 할 때 터빈연소기 수명 40,000시간, 엔진수명 80,000시간, 열효율 30% 이상, 질소산화물 배출량 9ppm 이하, 소음 70dB 이하이며 현재의 제작기술로 소비자의 요구를 충족시킬 것으로 보여진다. 따라서 향후 분산형 전원으로서 마이크로 가스터빈의 보급전망은 매우 밝다.

6. 국내 마이크로 가스터빈 기술개발 방향

마이크로 가스터빈은 전력소매 자유화시 보급잠재량이 매우 큰 기술로서 이제 전력산업구조개편을 시작하는 우리에게 분산형 전원으로서 시사하는 바는 매우 크다고 볼 수 있으며, 자원빈국인 우리도 국가에너지 유효이용 차원에서 시제품 도입을 통한 경제성 분석, 성능확인, 배전망 병렬 운전 등 국내적용을 시작해야 할 시점으로 보여진다. ❏

〈표 2〉 마이크로 가스터빈과 분산형 전원과의 비교

구분	왕복 엔진	가스터빈	Micro Turbine	연료전지	태양전지
용량(kW)	20~20,000	1000~50000	30~200	3~2000	1~100
효율(%)	31	30	28	40~65	-
설치비(\$/kW)	500~1,400	650~900	500~1000	3000~4000	1000~6000
유지보수(C/kWh)	0.7~2.0	0.3~0.8	0.3~1.0	0.5~1.0	\$8~12/yr
연료	Diesel	NG	NG	Various	-