

## 마이크로 코제너레이션 시스템

미쓰비시電機가 제안하는 에너지솔루션은, 고객의 에너지절약, 코스트절약 및 환경개선의 파트너로서 현장에 밀착하여 에너지의 종합엔지니어링력(力)(에너지 발생·공급·이용기술)과 IT를 구사하여, 고객의 에너지와 관련된 여러 가지 과제(부분적인 과제에서 고객 전체의 에너지과제까지)에 대하여 에너지절약 컨설팅, 설계시공, 설비리스, O&M, 에너지공급, 에너지운용관리까지 폭넓게 고객과 함께 해결해 오고 있다. 그 일환으로서 동사는 마이크로 가스터빈의 코제너레이션 시스템 "마이크로 에코터보 MTG-28"을 분산전원의 레퍼터로서 제품화하고 동시에 분산전원에 의한 전·열공급 서비스사업을 적극적으로 전개하고 있다.

동사는 Capstone사 제품인 28kW 마이크로 가스터빈을 이용하여 열이용을 포함한 코제너레이션 패키지를 개발하고 또한 고객의 큰 관심사항인 메인テナンス에 대해서도 24시간 원격감시하는 시스템을 실용화하여 애프터서비스 체제를 정비하고 있다.

### 1. 머리말

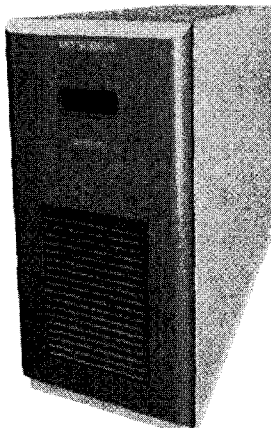
에너지 절약 및 합리화 이용에 의한 환경에의 공헌이 불가결한 시대에 특히 환경문제에 대한 관심이 높아지고 있는 가운데, 전력의 규제완화 움직임도 있어 분산전원시스템이 더욱 주목을 받게 되었다. 그 중에서 항공기용 가스터빈기술과 자동차용 터보차저기술을 응용한, 높은 발전효율을 갖는 소용량의 마이크로 가스터빈이 개발되어 소수용가의 사용자를 위시한 고객의 코제너레이션 시스템으로 도입이 기대되고 있다. 미쓰비시電機, 미쓰비시商事, 미쓰비시電機플랜트엔지니어링 3사는 공동으로 Capstone 사제품인 29kW 마이크로 가스터빈을 이용하여 열이용

을 포함한 코제너레이션 패키지를 개발, 판매를 개시하였다. 또 고객의 큰 관심사항인 메인テナンス에 대해서도 24시간 원격감시하는 시스템을 실용화하여 애프터서비스 체제를 갖추게 되었다.

본고에서는 마이크로가스터빈 코제너레이션 패키지 "마이크로 에코터보 MTG-28"의 개요와 응용시스템에 대하여 기술하기로 한다.

### 2. 마이크로 에코터보의 사양과 특징

마이크로 에코터보는 발전출력 29kW로, 열이용을 포함한 종합효율은 74~79%이다. 마이크로 에코터보의 외



〈마이크로 에코터보의 사양〉

항 목	도시가스 사양	프로판가스 사양	등유 사양
발전출력	29kW, 400/440V, 50/60Hz(200/220V 옵션)		
발전효율	26%		
총합효율	79%		
열 출 력	59kW(51Mcal/h)		
온수온도(공급/복귀)	70/60°C		
연료의 종류	13A 가스	LPG	등유
연료소비량	9.6Nm <sup>3</sup> /h	4.4Nm <sup>3</sup> /h	11.8ℓ/h
NOx	35ppm/O <sub>2</sub> =0%	35ppm/O <sub>2</sub> =0%	70ppm/O <sub>2</sub> =0%
소 음 치	65dB(A)		
외형치수	폭	790mm	
	길이	2,100mm	
	높이	1,825mm	
질 량	1,100kg		

1. 발전출력, 효율은 발전단에서의 값  
 2. 200V 사양인 경우는 질량이 200kg 증가한다.

〈마이크로 에코터보 'MTG-28'〉

마이크로 가스터빈을 이용한 코제너레이션 패키지를 개발하였다. 다양한 연료(도시가스, 프로판가스, 등유)에 대응할 수 있는 콤팩트하고 고효율의 시스템이다. 양호한 환경성을 갖추고 소음은 도시지역에의 설치가능한 레벨까지 저감시키고 있다.

관과 주요사양을 위 그림에 표시하였다. 또 기존의 다른 코제너레이션 발전설비와 비교한 경우의 특징은 다음과 같다.

- 소용량이면서 높은 발전효율을 실현
- 환경성이 우수하여 설치의 자유도(自由度)가 높다
- 공냉식이기 때문에 냉각수 불필요
- 공기베어링을 채용하고 있어 윤활유 불필요
- 유닛단위로 수요에 따른 용량 확장이 가능
- 다양한 연료에 대응(도시가스, LPG, 등유)

미쓰비시電機에서는 마이크로 에코터보의 시험검증을 실시하고 있으며 코제너레이션 시스템으로서의 특성을 파악하고 있다.

다음에 특성의 개요를 기술한다.

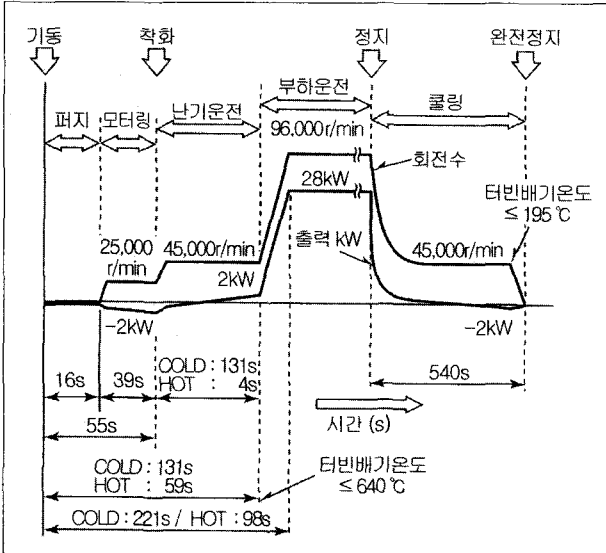
가. 기동정지특성 및 출력특성

(1) 기동정지특성

발전설비로서의 기본특성인 기동정지(起動停止)특성을 그림 1에 표시하였다. 기동시간은 기동신호를 보내고 나서 정격출력에 달할 때까지 냉(冷)기동으로 220초(3.7분), 정지시간은 정지신호를 보내고 나서 완전정지까지 540초(9분)으로서 안정된 기동정지특성이 확인되었다.

(2) 출력특성

마이크로 가스터빈의 응용시스템에 대해서는 가스터빈의 온도특성 및 계획출력(부분부하로 사용할 경우)으로 효율저감을 고려하고 경제성을 평가하여 최적시스템을 제안해야 한다.

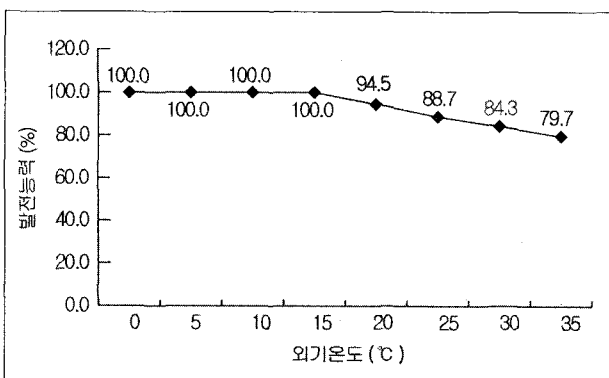


〈그림 1〉 마이크로 에코터보의 기동정지특성

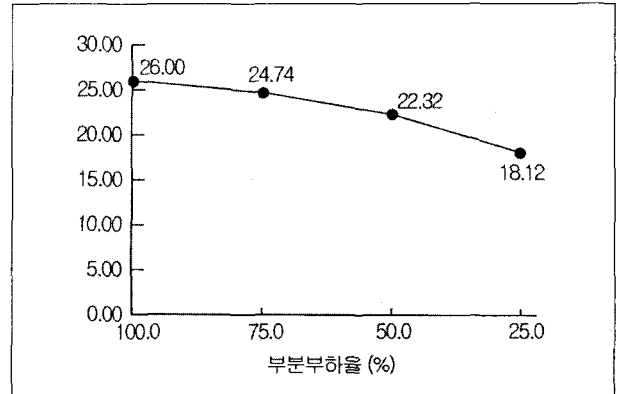
가스터빈은 주위온도(흡기온도)에 따라 출력이 변화하는데 그 온도특성(Capstone사 자료)을 그림 2에 표시하였다. 또 발전기의 부분부하특성 예를 그림 3에 표시하였다.

**나. 환경특성**

마이크로 에코터보의 환경특성에 대하여 다음과 같은 점을 확인하였다.



〈그림 2〉 외기온도와 발전기출력



〈그림 3〉 마이크로 에코터보의 부분부하특성

**(1) 질소산화물**

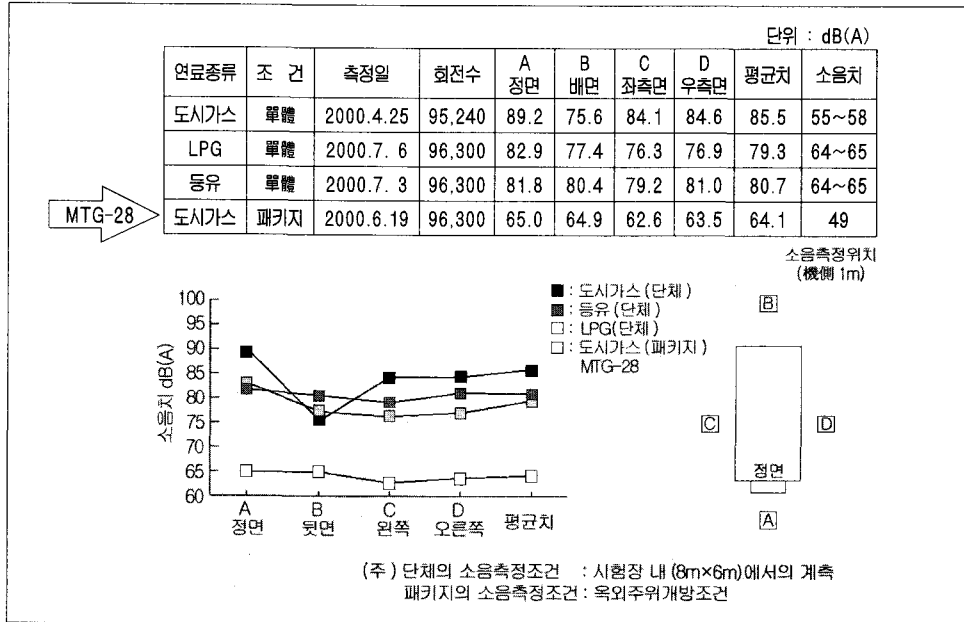
도시가스 사양의 마이크로 에코터보에서 배가스 중의 질소산화물 농도를 실측한 결과 대기오염방지법에서의 가스터빈의 배출기준 70ppm(O<sub>2</sub> 16%)을 대폭 하회하여 정격운전시의 실측은 35ppm(O<sub>2</sub> 0%) 이하임을 확인하였다.

**(2) 소음특성**

가스터빈 본체부분은 96,000r/min으로 회전하기 때문에 본체부분을 음원(音源)으로 한 파위레벨은 꽤 높다. 이에 도시지역에서 옥외설치가 가능한 레벨까지 소음치(값)를 저감시키기 위하여 방음패키지를 설계하였는데 도시가스 사양의 마이크로 에코터보에서의 패키지(機) 측면으로부터 1m되는 곳에서 실측(그림 4 참조)한 소음치는 평균 65dB(A) 이하로 계획 방음성능을 충분히 만족하고 있음을 확인하였다.

**다. 발전전력품질**

마이크로 에코터보는 인버터를 내장하고 있어, 계통에 연계하여 사용하는 경우에는 “系統連系가이드라인”에서 정한 고조파유출전류 이내로 억제할 필요가 있다. 마이크



〈그림 4〉 마이크로 에코터보의 소음측정치

〈표 1〉 고조파실측결과

구 분	실측결과		가이드라인	
측정시출력(kW)	21	28		
전압왜율(%)	1.2	1.2		
전류왜율(%)	종합	3.8	3.0	5 이하
	3차	2.0	1.5	3 이하
	5차	1.0	1.1	3 이하

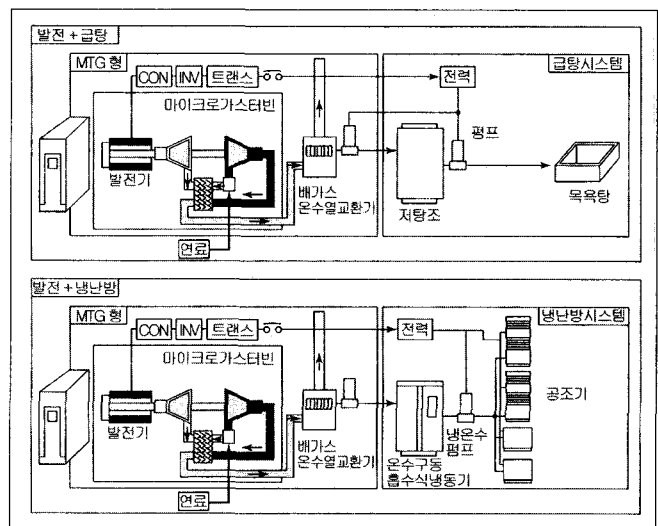
로 에코터보의 고조파 실측결과를 표 1에 표시하였으며, 분산전원으로서 계통에 연계하여도 문제가 없는 레벨임을 확인하였다.

### 3. 마이크로 에코터보의 용도

마이크로 에코터보의 보급을 위해서는 단지 소형의 자가발전설비만으로서가 아니라 코제너레이션 시스템으로서의 용도를 개발하여 고객에게 매력적인 제안을 하는 것이 필요하다.

#### (1) 배열이용

마이크로 에코터보를 코제너레이션 시스템으로 채용하는 경우(그림 5 참조), 배열(排熱)이용방법에 대한 매력



〈그림 5〉 마이크로 에코터보 사용 예

〈표 2〉 마이크로 에코터보의 배열이용

구 분	급탕시스템 예	냉난방시스템 예
열회수량	59kW: 50,740kcal/h	54kW: 46,000kcal/h
1차온수조건		
배가스온수기입온도	60℃	83℃
배가스온수기출온도	70℃	88℃
온수량	5.07m <sup>3</sup> /h	9.2m <sup>3</sup> /h
2차측조건		
	급탕수입온도 : 20℃	흡수식냉동기능력 30,240kcal/h (10USRT클래스)
	급탕수출온도 : 65℃	냉방가능면적(개선) 200m <sup>2</sup> (약 60평)
	급탕수량 : 1,127m <sup>3</sup> /h	(=30,240kcal/h/150 kcal/m <sup>2</sup> h)

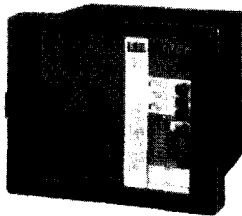
적인 제안은, 고객에게 도입의 인센티브를 주는 것이며 그 위에 경제성평가면에서도 중요한 개발과제이다. 마이크로 에코터보의 배열사양(표 2 참조)은 70℃의 온수이용을 표준으로 하고 있으나 88℃의 온수출력 등을 흡수

식냉온수기와 연결하여 공조이용하는 방법도 제안하고 있으며, 경제적인 방법으로 공조를 이용할 수 있는 시스템을 목표로 하고 있다. 공조이용인 경우 마이크로 에코터보 1대로 10RT급의 흡수식냉온수기와 접속하게 되는데, 여러 대를 병렬 설치함으로써 사용자의 요구에 맞는 공조능력을 갖출 수가 있다.

(2) 백업전원기능

일본국내에서는 각 전력회사로부터 안정된 전력이 공급되고 있으나 낙뢰 등의 자연현상에 의한 정전이 전혀 없을 수는 없다. 따라서 그 대책으로는 낙뢰다발지역이나 전력계통이 취약한 지역에 마이크로 에코터보를 백업전원으로 도입함으로써 정전에 의한 영향을 최소한으로 억제할 수가 있다.

〈표 3〉 계통연계보호장치



〈특징〉

- 마이크로가스터빈이나 코제너레이션에 맞춘 라인업
- 디지털 복합형에 의하여 소형화·저가격을 실현
- 디지털 연산에 의하여 고정도의 보호를 실현
- 내부로직은 임의로 설정가능하여 시퀀스 설계가 용이
- 계측가능이나 고장시의 데이터 축적이 가능
- 통신기능을 탑재함으로써 네트워크 구축이 가능(옵션)
- 인출형으로 되어 있어 메인テナンス가 용이

보호목적	보호요소	가이드라인 요구의 보호			동사 라인업		
		저압연계	고압연계	특고연계	μGT용 (고압저압연계)	μGT용 (고압연계)	CGS他
구 내 보 호	과전압 (59)	○	○	○		—	○
구내·계통보호	부족전압 (27)	○	○	○	—	—	○
계 통 보 호	방향단락 (67Q)	—	—	○	—	—	○
	지락과전압 (64N)	—	—	○	○	○	○
단독운전보호	역전력 (67P)	○	○	○	○	○	○
	주파수 낮음 (95L)	○	○	○	—	○	○
	주파수 높음 (95H)	—	—	○	—	○	○
	부족전력 (91L)	—	○	—	○	○	○
	수동식단독운전 검출	○	—	—	(○)	—	—
	능동식단독운전 검출	○	—	—	(※)	—	—

위의 표는 역조류 없는 것으로, 표의 (○) 옵션으로 추가 가능  
(※) 능동식 단독운전검출은 발전설비측에서 실시

이것은 전력회사의 낙뢰경보발령시나 계통전압의 이상저하시에 중요부하를 계통과 분리하여 마이크로 에코터보에서 급전하는 시스템으로, 정전검출기와 고속 차단기의 조합으로 중요부하에 백업전원으로서 기능하게 된다.

#### 4. 계통연계 보호시스템

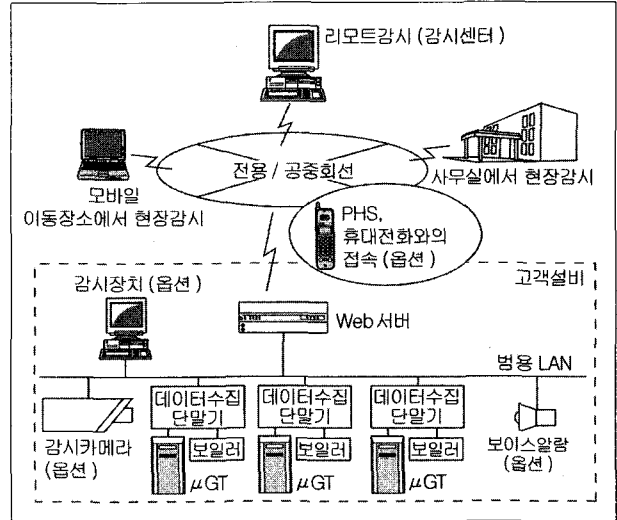
마이크로 에코터보는 경제성의 관점에서 볼 때 상시정격운전 가능한 계통연계를 위해 대부분 도입할 것으로 생각된다. 마이크로 에코터보 등의 분산전원을 계통연계하는 경우 “계통연계가이드라인”에 의거한 계통연계보호장치를 필요로 한다. 동사에서는 신뢰성·소형·경제성을 추구하여 소형 분산전원시스템에 맞는 특징을 갖는 보호계전장치를 제공하고 있다.

계통연계에 필요한 보호기능과 보호계전장치의 라인업을 표 3에 표시하였다.

#### 5. 메인テナンス체제

마이크로 에코터보의 메인テナンス는 동사가 사용자 대신 24시간 원격감시를 하여 사용자가 안심하고 설비를 운용할 수 있도록 하고 있다. 현장에서의 운전시에 경보 신호가 발신되었을 경우 사용자에게 신속한 연락을 취하여 동사의 전문지식을 가진 기술자가 대응하게 된다. 또 일보·월보 등 사용자에의 운전상황보고 등 풍부한 메뉴를 저가적으로 제공하고 있다. 그림 6에 원격감시시스템의 개요를 표시하였다.

이 시스템에서는 동사가 오랫동안 발전설비의 메인テナンス 경험으로 배양한 진단기술과 최신의 IT를 활용하여 원격감시하는 시스템을 구축하고 있다.



〈그림 6〉 마이크로 에코터보 원격감시시스템

#### 6. 맺음말

환경문제 해결책의 하나로써 코제너레이션의 보급은 앞으로의 조류라고 생각한다. 마이크로 에코터보는 작년 7월부터 판매를 개시하여 많은 고객으로부터 문의와 상담이 있었다. 앞으로도 고객의 기대에 맞는 신뢰성이 높고, 경제적인 시스템으로 마이크로 에코터보의 시장 도입을 추진해 가고자 한다. 또한 이 개발검증에는 미쓰비시商事, 미쓰비시電機플랜트 엔지니어링의 협력을 얻어 실시하고 있다.

이 원고는 일본 三菱電機技報에서 번역, 전제한 것입니다. 본고의 저작권은 三菱電機(株)에 있고 번역책임은 대한전기협회에 있습니다.