

# 등유MicroGasTurbine Cogeneration System의 實用化試驗 試運轉結果에 관하여

\* 본 자료는 일본열병합발전센터 자료에서 발췌·번역한 것임.

## 1. 머리말

Cogeneration은 열·전기를 동시에 공급함에 따라 에너지를 고효율로 이용하는 시스템으로서 이제까지 소형으로서 효율이 높은 발전시스템이 개발되지 않아 소규모의 업무시설에의 도입이 너무나 진척되지 않았다.

최근 일본의 전력규제완화가 진척되는 가운데 100kW 미만의 고효율 가스터빈으로 미국 Capstone社製 MicroGasTurbine(발전효율 25%정도)이 일본에도 소개되어 소형분산전원시스템의 하나로 큰 주목이 집중되고 있다.

이 Capstone사제 MicroGasTurbine을 Cogeneration 사양으로 하고 등유를 연료로 사용하는「등유 MicroGasTurbine Cogeneration System」(이하 등유 Micro Cogeneration이라 함)이 일본 Maker에 의하여 상품화되어 높은 에너지절약성과 환경성능이 발표되었다.

석유연맹에서는 지구온난화방지나 에너지절약을 추진하는 입장에서 이 등유 Micro Cogeneration의 보급을 촉진하고 기기의 신뢰성·경제성을 실증 평가하기 위하여 석유회사의 시설에 실제로 설치하여 실용화를 위한 실증시험을平成12년도부터 2개년계획으로 실시하기로 하였다.

여기서는平成12년 11월부터 13년 6월까지 실시한 실용화시험의 시운전결과를 중심으로 중간보고를 하고wu 한다. 최종적인 보고에서 실적치가 별할 가능성이 있으므로 유의하기 바란다.

## 2. 석유업계와 석유Cogeneration

### 2.1 석유Cogeneration 보급

석유Cogeneration은 석유를 연료로하여 Diesel

Engine 이나 GasTurbine 등으로 발전하고 배열을 이용하는 시스템으로서 종래의 시스템에 비하여 30% 이상 효율이 높고 CO2의 삭감효과가 있다.

이로서 석유 Cogeneration은 석유의 에너지절약 추진, 지구온난화방지를 위하여 궁극적으로 유효한 시스템으로 평가되고 있다.

석유업계는平成9년에 지구온난화방지대책을 위하여 自主행동계획으로 결론을 내린「석유산업의 지구환경보전자주행동계획」에서 2010년의 석유제품의 제조단계, 수송단계의 에너지절약 목표치를 설정한 외에도 소비단계에서 석유 Cogeneration의 보급에 의하여 100만kl/년 의 삭감목표치를 설정, 달성에 노력하고 있다.

또한 지구온난화방지에 효과가 큰 석유Cogeneration의 보급에 힘써平成13년2월에는「석유시스템 21세기 보급기본방침」을 정리, 2010년에는 현시점보다 250만kW 상승한 500만kW의 목표달성을 계획하고 있다.

### 2.2 「등유 MicroCogeneration」에 대한 기대

- 1) 등유MicroCogeneration의 特長은 다음과 같이 에너지효율이 높고 환경부하가 낮다는 것이다.
  - a. 등유 MicroCogeneration에 의한 熱·電併給에 의하여 종합효율이 70% 이상인 점.
  - b. Diesel Engine 등에 비하여 NOx 등의 배출량이 극히 작은 점.
- 2) 석유업계로서 등유 MicroCogeneration이 상기와 같이 우수한 특장을 갖을 경우에는 이제까지 도입이 어려웠던 소규모의 업무시설에의 도입이 진전되고 엄격한 환경규제에도 대처하여 도시에의 보급을 도모할것으로 기대하여 지구온난화방지 및 에너지절약의 추진의 관점에서 적극적으로 보급을 진척시키고 싶다.

### 3. 실용화시험의 개요

등유 MicroCogeneration 실용화시험은 석유업계로서 처음으로 추진하는 것으로서 석유연맹의 연구개발부문인 (株)石油産業技術研究所(이하 석유기연)의 平成12년도 연구개발사업으로 실시하였다.

#### 3.1 실용화시험의 대상시스템

금회의 실용화시험에서는 MicroGasTurbine의 완성도가 높은 미국의

Capstone사제 MicroGasTurbine에 국내 Maker 2사가 각각 독자로 배열회수장치를 부착, Cogeneration 사양의 2기종의 등유 MicroCogeneration을 사용하였다.

- ① (株)다구마 MicroTurbine TCP-30
- ② 三菱電氣(株) MicronEcoTurbo MTG-28

#### 3.2 실용화시험의 실시시설 (표-1)

등유 MicroCogeneration의 보급대상으로는 복지시설, 집합주택, 호텔 또는 사무실, 점포 등의 소규모 업무시설이 기대된다.

금회의 실용화시험에는 상기의 보급대상을 고려하여 가동시간, 운전패턴, 설치장소가 다른 2개의 석유회사시설을 실용화시험의 실시시설로 선정하였다.

표-1 등유 MicroCogeneration 실용화시험 실시시설

商品名・番号	Micro Turbine TCP-30	Micro Eco Turbo MTG-28	
設置場所	出光興産(株) 千葉製油所富士見寮	日石三菱精製(株) 横浜製油所	
所在地	千葉県市原市姉ヶ崎	神奈川県横浜市神奈川区子安	
契約電力量	158kW (業務用 6KV)	130kW (業務用 6KV)	
利用形態	利用状況	居住者(160名) 勤務者(182名)	
	電力	独身寮照明、空調、動力	厚生会館照明、空調
稼働時間	熱	24時間風呂	事務所給湯、風呂
	運転状況	24時間運転	8時間運転
運転状況	負荷追隨型	負荷追隨型	
設置形態	屋内設置	屋外設置	
監視体制	24時間遠隔監視	24時間遠隔監視	

##### 1) 出光興産(株) 千葉製油所 獨身寮

전력량의 부하 및 급탕수요(24시간 목록)가 커서 24시간 가동되는 시설로 독신료인 出光興産(株) 千葉製油所富士見寮를 선정하였다.

등유 MicroCogeneration의 설치장소는 옥내이다.

##### 2) 日石三菱精製所・후생시설 (三菱電氣(주)마이크로에코터보)

사무실과 같이 8시간정도 가동시간이 짧은 업무시

설로 日石三菱精製(주) 사무소・후생시설을 실시시설로 하였다. 등유 MicroCogeneration의 설치장소는 옥외로서 주택이 가까워 소음방지대책으로 소음장치를 설치하였다.

#### 3.3 실용화시험내용

User에 提案活動을 하기위하여 필요한 實사용상황의 시스템효율, 환경특성, 기기신뢰성 등의 기초데이터의 취득을 목적으로 실시하였다.

또한 User의 관리부담을 경감하기 위하여 전화회선을 사용한 원격지의 24시간 운전감시에 관해서도 실용화시험을 실시하였다.

- ① 기본성능의 확인
- ② 환경적정평가
- ③ 계통연계특성
- ④ 장기운전에 의한 신뢰성 및 경제성의 평가

#### 3.4 실용화시험체제

이 실용화시험은 석유연맹의 연구·개발기관인 (주)석유산업기술연구소로부터 석유정제·元賣회사가 출자하는 석유TES 기술서비스(주)에 위탁하여 실시하였다.

### 4. 실용화시험의 결과

平成12년11월부터 出光興産(株) 千葉製油所富士見寮 ((주)다구마마이크로터빈), 日石三菱精製(株) 横浜製油所 (三菱電氣(주)마이크로에코터보)에서 실험을 개시하였다.

平成13년6월현재까지의 실용화시험의 시운전결과를 기초로 기본성능, 환경평가 및 계통연계에 관한 문제점 등에 관하여 보고한다.

#### 4.1 出光興産(株) 千葉製油所富士見寮 ((주)다구마마이크로터빈) (그림-1, 그림-2)

누적운전시간은 平成12년11월1일~13년6월30일까지 4,243시간에 달한다.

운전방식은 24시간/일 운전이다.

##### 1) 기본성능의 확인 (표-2)

기동 정지성능은 양호하였다. 발전효율 23.5%, 열효율 48.0%로 71.5%, 종합효율이 70%를 초과하였다.

표-2 등유 MicroCogeneration 실용화시험결과  
出光興産(株) 千葉製油所富士見寮  
(實驗機(주)다구마마이코터빈)

	カタログ値	試験結果
発電出力	27±1kW	27.2kW
熱出力	56kW	55.5kW
発電効率	26%	23.5%
熱効率	49%	48.0%
総合効率	75%	71.5%
燃料消費量(灯油)	11.8리터/h 112kW	12.2리터/h 115.6kW
NOx(0.1%換算)	125ppm	137ppm
騒音(機側1m)	65dB(A)	62.5dB(A)

그림-1 등유 MicroCogeneration 시스템Flow

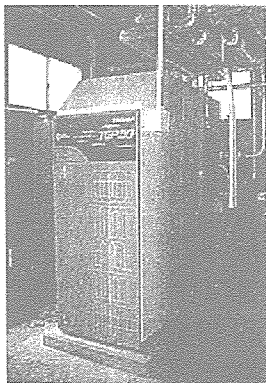
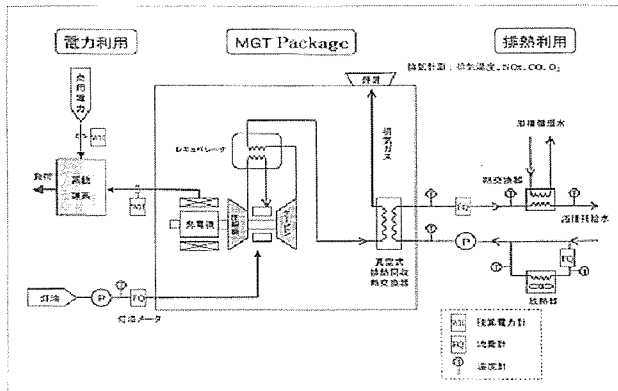


그림-2  
出光興産(株) 千葉製油所富士見寮에 설치한 등유  
MicroCogeneration

표-3 계통연계 보호시스템

条件 高圧連系、逆潮流あり				Guide Line Relay	MicroGasTurbine DPC 仕様	Package에 주기
系統保護	UPR	9.1L	不足電力	○		○
	OVGR	6.4	地絡過電圧	○		○
電力品質	QVR	5.9	過電圧	○	○	
	UVR	2.7	不足電圧	○	○	
	OFR	9.5H	周波数上昇	○	○	
	UFR	9.5L	周波数低下	○	○	
	RPR	6.7P	逆潮流	○		○
単独運転 検出	能動式		有効電力変動方式		○	
	受動式		周波数変化率方式		○	

2) 환경특성평가 (표-2)

NOx는 산소농도 0%환산치로 137ppm, Catalog치보다 약간 높게 나타났다. 소음은 설비 1m에서 62.5dB(A)로 Catalog치를 하회하였다.

3) 계통연계에 관하여 (표-3)

계통연계기술요건 Guide Line에는 발전설비를 상용 전력에 연계가 가능하게 하는데 필요한 기술요건이 규정되어있다.

이것은 이른바 규제가 아니라 연계를 희망하는 발전설비의 설치자와 전기사업자 간 연계할 시 표준 지표로 되어있는 것이다.

등유 MicroCogeneration을 설치하기 위하여는 사용전력과 계통연계가 필요하고 요구되는 保護繼電器가 필요하게 된다.

Capstone社製 MicroGasTurbine에는 Digital Power Controller(DPC)에 保護繼電器가 내장되어있어 Soft 상에서 콘트롤 되고 있다. 이 DPC의 保護繼電器를 가능한한 활용하는 것으로하고 계통연계 가이드라인을 요구하는 保護繼電器로 부족한 UPR, OVGR, RPR를 이번에 새롭게 설치하였다.

전력회사는 MicroGasTurbine 본체에 내장된 保護繼電器의 취급이 전력회사의 지점·영업소에서도 최초의 케이스였으므로 連系承諾까지 DPC의 保護繼電器의 성능보증 및 작동보증의 설명자료를 준비 및 협의하는데 4개월을 요했다.

4.2 日石三菱精製(주) 横柄製油所 (三菱電氣(주)마이코터보)

누적운전시간은 平成12년11월21일~13년6월28일까지 781시간에 달했다. 운전방식은 8시간/일 운전.

1) 기본성능의 확인

기동 정지성능은 양호하였다. 발전효율은 23.2%, 열효율은 42.9%로서 종합효율은 66.1%로 낮은 수치였다 (시운전시 기온 21℃).

2) 환경특성평가

NOx는 산소농도 0%환산치로 102ppm으로서 카타로그치보다 높았다. Maker는 카타로그치를 재검토할 예정이다.

소음은 우천으로 참고치이긴 하지만 설비 1m에서 69dB로 나타났다.

3) 계통연계에 관하여 (그림-3)

a. MicroGasTurbine의 내장보호계전기를 계통연계 Relay의 일부로 활용하면 전력회사와의 계

통연계협회가 3개월을 넘길 가능성이 있으므로 요구되는 보호계전기는 별도로 설치하도록 하는 계획을 세웠다. 그결과 계통연계협회는 2개월로 종료되었다.

**표-4 등유 MicroCogeneration의 실용화시험결과**  
日石三菱精製(주) 横柄製油所사무소, 후생시설  
(실험기 三菱電機(주) Micro EcoTurbo)

	Catalog치	試驗結果
発電出力	29 kW	26.4 kW
熱出力	53.5 kW	49.0 kW
発電効률	26%	23.2%
熱効률	47.7%	42.9%
總効률	73.7%	66.1%
燃料消費量 (灯油)	11.8 l/hr 112 kW	12.0 l/hr 114 kW
NOx (0.3-0%換算)	* 70 ppm	102 ppm
騒音 (機側 1m)	65 d B(A)	69 d B(A) (우천으로 인한 참고치)

b. 전력부하가 낮은 경우도 발생하여 체육관의 수은등 (20KW)을 소등하면 이에 따른 발전출력의 감소속도가 따라오지 못해 역조류가 발생, UPR (부족전력계전기) 및 RPR (역조류계전기)가 작동한다. 이것은

MicroGasTurbine의 Sequence와 외부에 첨가된 Sequence 통신의 연휴가 Smooth 하지 않으므로서 부하응답성이 나빠기때문인 것으로 보인다. 이에 대한 대책으로 UPR 및 RPR의 동작을 회피하기 위하여 負荷 急減시에 순간적으로 투입되는 임시 부하장치 (1KW의 조명등 3개×6set)를 설치하였다.

## 5. 맺는말

1) 기본성능에 관해서는 종합효율 70% 전후로

대략 Catalog치에 근접한 데이터를 얻어 등유 MicroCogeneration은 효율이 높은 시스템으로 평가된다.

2) 환경성능에 관해서는 금후 장기실험데이터에 의한 확인이 필요하지만 NOx 137ppm, 102ppm, (산소농도 0%환산치)와 Catalog치를 약간 상회하였다. 현재의 환경규제에 Clear되는 수치이기는 하지만 금후 Maker에 의하여 그 이상의 개선이 바람직하다.

3) 계통연계 Guide Line에 관해서는 금후 본격적인 보급을 생각하는 이외에도 전력회사와의 계통협약에 요하는 기간을 단축할 필요가 있으므로 Maker는 MicroGasTurbine에 내장된 보호계전기의 성능보증 및 작동보증에 관한 데이터를 정비함과 아울러 계통연계 Guide Line에서 요구, 부족되는 보호계전기에 관해서는 패키지화를 추진하는 노력이 필요하다.

4) 平成13년도에는 장기적인 신뢰성, 경제성에 대하여 평가, 금후의 보급에 필요한 데이터의 취득에 힘쓰고 싶다.

## 6. 最後로

등유 MicroCogeneration의 실용화실험 시운전시의 데이터를 중심으로 중간보고를 정리함에 있어서 협력을 아끼지 않으신 出光興産(株), 日石三菱(株), 石油TES技術서비스(株)에 사의를 표한다.

# 회원사 동정 (The State of Major Affairs in Membership Companies)

### 1. 한전기공(주) 기술세미나 개최

한전기공(주) 사업개발처에서는 2월 26, 27일 양일에 걸쳐 충남 보령시 대천에 위치한 한화리조트에서 국내 민간발전 및 열병합발전보유업체를 대상으로 제 3회 산업설비 기술세미나를 개최하였다. 이번 세미나는 전

년도 세미나에 참가한 고객사의 요청에 따라 기계 및 전기분야로 구분하였고, 총 42개사 90명의 회원이 참석하여 성황을 이루었으며, 우리 협회에서도 참석하였다. 동 세미나를 통하여 회원사간의 우호증진과 정보교류가 활발히 이루어 지는 계기가 되었다고 판단된다.