

# 폐식용유를 연료로 하는 Micro Turbine CGS의 실증시험

\* 본 자료는 일본 열병합발전센터 자료에서 발췌·번역한 것임

## 1. 머리말

Biomass란 「태양에너지를 저축한 생물체」를 말하며 모든 동·식물이 이 범주에 들고 재생가능한 에너지원(연료)이다.

Biomass연료는 수확과 재생의 균형이 확보되는 한 고갈되지 않고 그 부존량이 풍부하여 화석연료의 대체에너지로 주목되고 있다.

필자는 생활과 밀착되어있는 폐식용유를 미 이용 Biomass에너지로 보고 연료화를 위해 폐식용유를 화학반응으로 메틸에스테르로 변환시켰다.

본 보고서에서는 이 메틸에스테르를 연료로 마이크로터빈을 가동시켜 전기와 열을 생산하는 시스템에 대하여 설명한다.

근래 일본에서도 풍력발전이나 태양광발전이라는 이른바 자연에너지의 이용이 진행되고 있고 동시에 최근 몇년간 축산분뇨의 발효메탄 등 바이오매스 에너지의 이용도 보급이 진척되고 있다.

미 이용 바이오매스에너지인 폐식용유를 연료로 하는 Micro Turbine·Cogeneration System(이하 MGT Cogeneration System이라 한다)은 연료공급과 함께 분산형전원의 포착이 가능하여 전력수요가 존재하는 그 장소에서 연료를 정제하여 발전하려고 하는 시도는 순환형(循環型)사회의 형성을 향한 단서라 말할 수 있다.

## 2. 실증설치까지의 경위

이제까지 폐식용유는 기름을 분해, 개질하여 디젤 자동차연료로 경유와 혼합 이용하는 등 리사이클의 일환으로 몇 개의 자치단체·민간기업에서 실시하여 왔다. 역시「배기가스에서 냄새가 난다.」「불완연소에

의하여 알데하이드 등의 유해물질이 발생한다」등의 지적이 있었다.

한편 개질된 폐식용유를 연료로 하면 MGT Cogeneration System은 냄새나 유해물질의 문제가 해결될 가능성이 있는, 전혀 새로운 시스템으로서 그의 유효성과 연간 40만~50만 l 나 되는 폐식용유의 배출량을 고려할때 금후 보급될 가능성이 많은 시스템이다. 실제로 폐식용유를 연료의 원료로 한 MGT Cogeneration System의 설치사례에 대하여 그의 실용성을 검증할 필요가 있었다. 개질유를 연료로 Micro Turbine(이하 MGT라 한다)를 장기간 운전할 경우 개질유 중에 잔존하는 불순물이 MGT에 미칠 영향이나 개질시에 사용되는 알콜이 잔류하는 경우 기기부식의 영향 등을 검증하는 것이 시스템보급에 중요한 요소가 되기 때문이다.

당사는 石川金澤市の (주)론스택의 연료개질장치와 조합하여 실증장치를 설치하는 시점까지 왔다.

## 3. 시스템 개요

### 【주요기기구성】

#### 1) 미오스펙트럼 (明電 micro cogeneration package)

터빈본체 : Capstone사 제품 model 330 액체연료형

출력 : 28kW 480V 50Hz

폐열회수 : 온수회수보일러 197MJ/h

변압기 : 건식 480/210V 50Hz

저소음패키지 : 기계에서 1m 65dB(A)

#### 2) 연료공급장치

연료이송펌프 : 13 l/h 2기

연료유량계 : 2기  
 연료제어장치 : Sequencer 1대  
 연료탱크 : 폐식용유 450 l, 개질유 300 l

### 3) 연료개질장치

성 능 : 400 l / 8h  
 발생연료 : 개질폐식용유  
 열 량 : 40MJ/kg

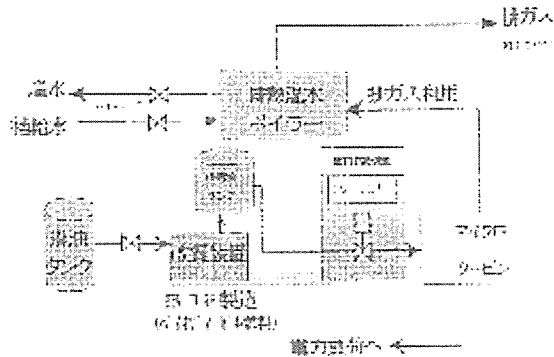


그림-1 시스템구성(공급범위)

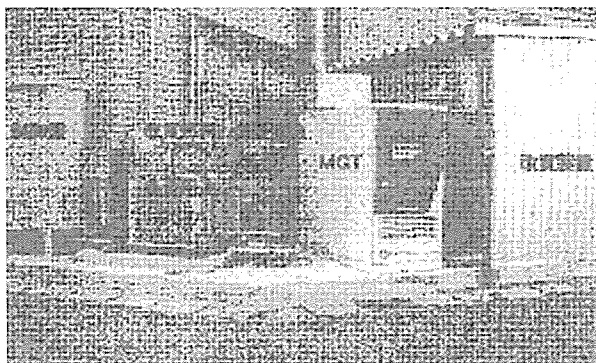


사진-1 시스템의 전체외관

본 시스템을 구성하는 개개의 기기는 대체로 실용화 수준이고 개질유의 품질도 등유발열량 42.7MJ/kg에 근접한 40.0MJ/kg로서 실용화에 가까운 수준이다. 또한 MGT의 액체용(등유)모델은 기 실용화된 액체연료인 개질유 연료로서도 실용화 가능한 수준일것이라 예상된다. 오히려 이 실증설치에 앞서 개질유를 연료로 MGT에 의한 예비발전시험을 실시, 단시간이지만 대단히 유효한 성과를 얻음으로서 금회 연속실증운전을 하게 되었다. 개략시스템구성을 그림-1에, 시스템 전체외관을 사진-1에 각각 표시하였다.

## 4. 식용유의 연료화와 연료 제어방식

금회의 실증에서 폐식용유의 연료화 개질은 지방산과 글리세린의 결합을 화학반응으로 분해, 여기에 메타놀을 첨가하여 메틸에스테를 만드는 방법이다.

표-1. 개질유의 분석 · 측정결과

항 목	결 과	시험방법
인 화 점	174℃	JIS K-2265
발 열 량	39920 J/g	JIS K-2265
동 점 도 30℃	6.17 mm <sup>2</sup> /s	JIS K-2265

※ 분석연월일 :平成13년4월10일/제출시료명:65℃  
1.5h교반 촉매 1%

개질원리는 그림-2에, 그리고 개질과정은 그림-3에 각각 표시하였다.

100 l의 폐식용유로부터 약 90 l의 연료(개질유)의 정제가 가능하나 정제된 연료의 특성이 MGT의 주 연료의 하나인 등유와 비교하여 점성이 높고 인화점도 170~180℃로 높으므로 기동특성에 대한 개선의 여지가 있다. 사진-2에 분리된 메틸에스테를과 글리세린의 상태를, 표-1에 사용된 개질유의 성상을 표시하였다.

여기서 인화점이 높아 착화의 문제점을 해결하기 위하여 금회의 실증시스템에서는 연료공급장치에 Sequencer · 전자변을 탑재하여 연료의 유량/압력을 제어 하는 등의 특수한 제어방식을 채용, 기동특성 향상을 측정하였다.

또한 개질연료로 MGT를 운전하므로써 환경에 끼치는 영향이 대폭으로 경감될 것으로 사료된다.

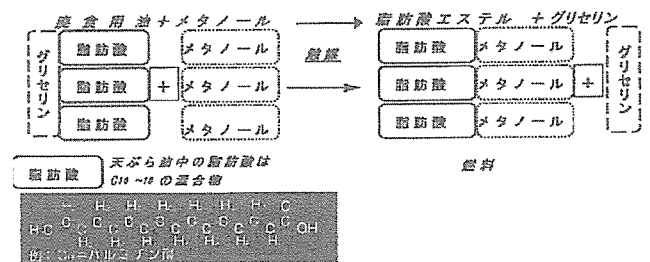


그림-2 개질원리

디젤차에서의 시험자료에서도 일반적으로 개질유를 사용하면 배기가스가 깨끗하다고 하는데 실제로 개질유 자체에 함유된 유황분이 소량이므로 SOx분을

감소시키는 것은 가능하다. 다만 디젤엔진의 경우에는 NOx, THC(미연 탄화수소), PM(입자상물질)이 동시에 감소된다는 데이터와 연료의 연소조건에 의하여 NOx와 PM의 양이 반비례하여 동시에 삭감될 수 없다는 2종의 데이터가 있으므로 종합적인 데이터가 없는 상태다.

또한 Micro Turbine의 연소방식은 Cylinder 에 의한 압축팽창연소방식이 아니라 연속연소방식이다. 때문에 일단 연소가 시작되면 개질유만으로 완전연소가 일어나고 냄새나 유해물질의 문제가 해결된다. 또한 디젤엔진과 다르게 배기가스중의 NO2농도도 저감되고 소음치도 패키징화에 의하여 기계로부터 1m 거리에서 65dB (A)가 실현된 외에 진동이 없는 시스템이 됨으로서 환경문제에도 십분 배려 되었다.

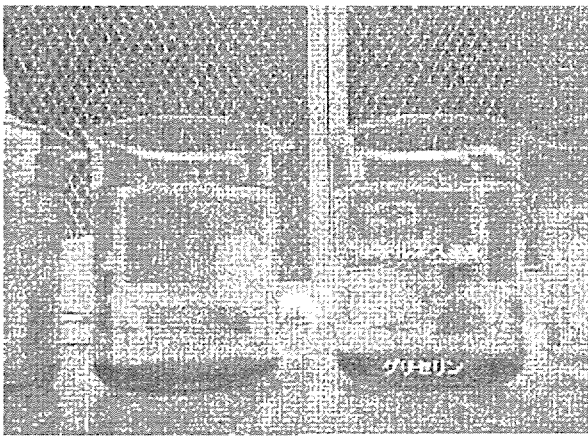


사진-2 개질 메탈에스텔

표-2 MGT배가스측정데이터

측정일:平成14.5.31	기후:개입	기온:20℃	측정자:환경 공해연구센터
측정항목	단위	측정치(평균)	기준치 등
NOx(@16%O <sub>2</sub> )	ppm	55	60ppm(@16% O <sub>2</sub> ) 환경성기준
HC (@16%O <sub>2</sub> )	ppm	12	
SOx 배출량	g/Nm <sup>3</sup>	0.00	
SOx (@16%O <sub>2</sub> )	ppm	1.0미만	
냄새	3점비교식 嗅袋法	20	냄새없음
분진농도 (@16%O <sub>2</sub> )	g/Nm <sup>3</sup>	0.01미만	

또한 Cogeneration화에 의하여 전기와 배열을 병용하므로써 종합에너지효율은 75%정도까지 도달되

고 지구온난화에 연계된 이산화탄소의 삭감에도 기여한다.

개질연소에 의한 MGT 의 배가스측정·분석은 금후 연속실증운전 중에 계속적으로 실시할 예정이며 표-2에 표시한 바와 같이 실증설치 직후에 우리들이 취득한 측정데이터에 의하면 SOx의 배출은 전혀 감지되지 않았고 NOx도 환경기준을 하회, 냄새도 인간의 후각으로는 인식되지 않는 수준에 달하는 등 전 측정항목이 극히 좋은 결과였다. 또한 발전출력과 함께 배열회수량에 관해서도 대략 등유연료 상당의 정격출력을 얻었다.

## 5. 맺는 말

### (개질유에 의한 분산형전원의 장래)

전술한 바와 같이 성능·환경성에서 좋은 성적을 얻은 본 시스템이지만 경제성 검토에서는 약 8~9년에 투자회수가 완료될 것으로 보여진다. 금회에는 시스템성능의 실증에 주안을 두었던 관계로 MGT 설치를 1대로 하였으나 운전시간에 따라서는 연료개질장치에 복수의 MGT를 설치하는 경우 MGT 1대당 연료개질비가 저하되고 널리 보급될 경우에는 대량생산에 의하여 비용도 저감될 것이므로 금후에 투자회수기간의 단축이 기대된다.

또한 소형분산전원의 본 시스템 이용은 폐식용유의 처리비가 불필요한 것 뿐만 아니라 지역 Community 수준의 폐식용유 회수시스템이 구축되면 전기와 열을 Community에 환원, CO<sub>2</sub> 삭감과 대기오염 억제 등의 지역환경개선에도 큰 효과를 발휘하게 된다.

화석연료의 사용량 삭감의 관점에서 본 시스템이 분산형 전원의 일익을 담당할때까지 보급될 것을 기대하고 금후에도 성능향상을 위한 연구·개발을 계속할 예정이다.

금회 보고한 시스템은 NEDO 의平成13년도 현장 시험사업으로 채택되어 금후 3년간에 걸쳐 계속 검증해 나갈 것이다.