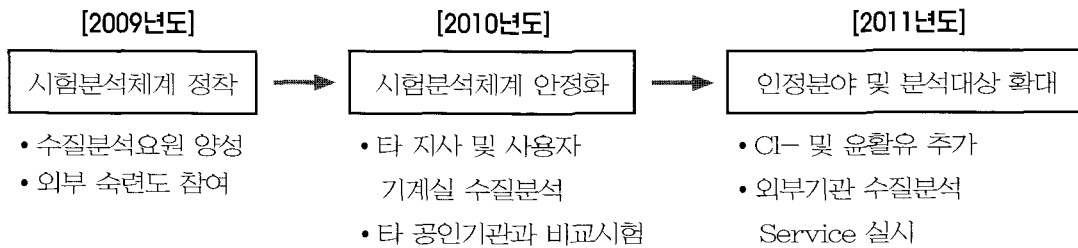


○ 1차 갱신평가 이후 : 사후평가 (2년) → 갱신평가 (2년)

### □ KOLAS 인정에 따른 효과분석

- 국제기준(Global Standard)에 부합하는 시험?분석능력 확보
  - 공인인정기관(ex, 화학시험연구원)에서 분석한 결과와 동일한 효력
  - 시험분석 품질의 대외 신뢰도 제고 및 우리공사 경쟁력 강화
- 자체 시험분석능력 확보로 **비용절감 및 분석기간 단축** → **최적 운영상태 유지**
  - 수질분석 비용절감 ⇒ 연간 61,944천원 (8개 지사, 2회/월)
  - 수질분석 기간단축 ⇒ “약 15일 → 2일” (화학시험연구원 기준)
- 지역난방 사용자 및 외부 관계자 수질분석 Service ⇒ 고객가치 창조
  - 사용자 기계실 수질분석 ⇒ 약 300만원/지사별 소요 (1회/년)
- 향후 복합화력 운영에 대비한 **핵심 시험분석요원 양성** 기반구축

### □ 화학시험실 향후 운영계획



## Biogas · 도시가스 混燒 가스엔진 열병합발전시스템 실증시험

\* 본 자료는 일본 열병합발전센터 자료에서 발췌 · 번역한 것임

### 1. 머리말

지구온난화방지를 향한 京都議定書가 2005년 2월에 발효되어 2008년 1월부터 第一約束期間이 시작되었다. 또한 금년 7월에 개최된 洞爺湖 Summit에서 환경 · 기후변화에 관해서는 2050년까지 세계 전체의 온실효과가스 배출량을 적어도 50% 삭감을 달성하는 목표를 UN기후변화협약(UNFCCC)의 기존 협약 締約국과 공유하여 채택 하자는 의견에 일치하였다. 이와같은 상황에서 온난화방지 추진의 중요성은 점점 높아져 그 대책의 하나로 중요한 위치를 차지하고 있는 것이 바이오매스 에너지이다. 바이오매스는 대기중의 이산화탄소

로부터 식물의 광합성에 의하여 만들어지는 유기자원이므로 이것으로부터 만들어지는 에너지는 연소에 이용하여도 실질적으로 대기중의 이산화탄소 농도에 영향을 미치지 않는 카본 Neutral한 자원으로 신에너지로 간주하고있다.

바이오매스의 이용방법의 하나로 가스화하여 얻어지는 바이오매스를 연료로하여 Cogeneration System을 가동하여 전기와 열을 얻는 방법이다. 본고에서는 발전효율이 비교적 높고 소규모의 발전설비에도 적용 가능한 가스엔진으로의 이용기술에 관하여 소개한다.

## 2. 바이오가스 이용에 당면한 기술적 과제

가스엔진 Cogeneration 으로 바이오가스를 이용하는 경우에는 아래와 같은 과제가 있다.

### 2.1 바이오매스에 관한 과제

바이오매스는 下水오니, 生쓰레기, 가축분뇨, 식품공장 잔사, 등의 원료에 주로 열분해나 메탄발효 등에 의하여 생성된다. 바이오가스의 대표적인 열량·조성을 [표-1]에 표시하였다. 원료나 그의 생성과정에도 관련되지만 前者의 열분해가스는 수소나 일산화탄을 주성분으로 하는 혼합가스로서 발열량(저위발열량 : 이하 동일함)은 10MJ/Nm<sup>3</sup> 전후, 도시가스의 발열량(41.4MJ/Nm<sup>3</sup>)에 비하여 상당히 낮다. 한편 후자의 메탄 발효가스(消化가스)는 메탄을 주성분으로 하는 가스로 발열량은 20MJ/Nm<sup>3</sup> 정도로서 도시가스 발열량의 약 절반가량 된다.

[표-1] 바이오가스의 열량·조성 (일예)

가스화방법	열량 (MJ/Nm <sup>3</sup> )	주성분 (vol%)
메탄발효	약 24	CH <sub>4</sub> 약 60, CO <sub>2</sub> 약 40
열분해	약 7	H <sub>2</sub> 약 30, CO 약 20, CO <sub>2</sub> 약 30, N <sub>2</sub> 약 60
부분연소	약 4	H <sub>2</sub> 약 10, CO 약 10, CH <sub>4</sub> 약 4, CO <sub>2</sub> 약 15, N <sub>2</sub> 약 20

바이오가스는 발열량이 낮고 탄산가스 등의 불활성가스의 비율이 높으므로 착화·연소성이 나쁘다.

또한 바이오가스의 조성이나 가스화 시의 환경조건은 시간대나 계절에 의하여 많은 차이가 생기므로 바이오가스의 발생량이나 열량이 변동된다. 이 바이오가스를 가스엔진의 연료로 사용하는 경우 운전이나 출력이 불안정하게 된다.

### 2.2 바이오가스·도시가스 혼소에 관한 과제

가스엔진은 시린다 내의 일정용적의 공간에 연료가스와 공기의 혼합기를 도입, 연소시키는 방식(豫混合燃燒)로 인하여 바이오가스의 조성이나 발열량이 변동되면 공기와 연료가스(도시가스 + 바이오가스)의 혼합비가 적정범위로부터 벗어나거나 공급열량에 과부족이 되어 출력이나 연소가 불안정하게 되고 질소산화물 발생량의 변동 등의 문제가 발생한다.

엔진출력을 유지하려면 일정용적의 시린다 내에 도입되는 혼합기(도시가스 + 바이오가스 + 공기)의 발열량을 일정하게 유지할 필요가 있으나 바이오가스의 조성

이나 발열량이 변화하면 혼합기의 발열량도 변화하여 출력이 변동된다. 바이오가스의 조성이나 발열량을 계측하여 항상 적정한 혼합비로 제어하는것이 가능하나 시스템이 복잡하게 되고 Cost도 상승하게된다. 간단한 방법으로 항상 혼합비를 적정한 범위 내로 제어하는 기술이不可缺少하다.

또한 바이오가스를 도시가스와 혼합하기 위하여는 도시가스 이상의 압력이 필요하게 되어 바이오가스를 승압할 필요가 있으나 발열량이 낮은 가스를 승압하는것은 에너지 효율면에서 무리가 많다.

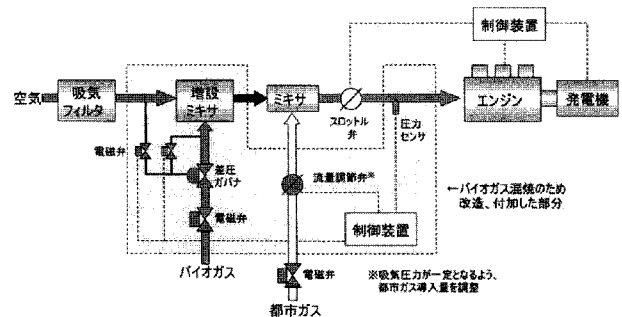
## 3. 바이오가스·도시가스 혼소 가스엔진의 개발

현재의 상태에서는 복잡한 제어를 사용한 중·대형엔진을 향한 바이오가스·도시가스 혼소시스템이 실용화 되어 있으나 소형엔진에도 적용 가능한 저비용, 간이시스템이 요망되고 있다. 당사는 간이·저비용의 방법에 의하여 바이오가스를 최대한으로 활용하고 바이오가스의 발열량 변동에 대하여 도시가스 도입량을 조정하고 공기와의 혼합비를 최적의 상태로 유지 가능한 혼소시스템을 개발하였다. 본 방식에 의하여 바이오가스의 열량이나 발생량이 변동할 경우에도 안정적으로 운전을 계속하는것이 가능하다.

### 3.1 바이오가스의 도입, 혼합

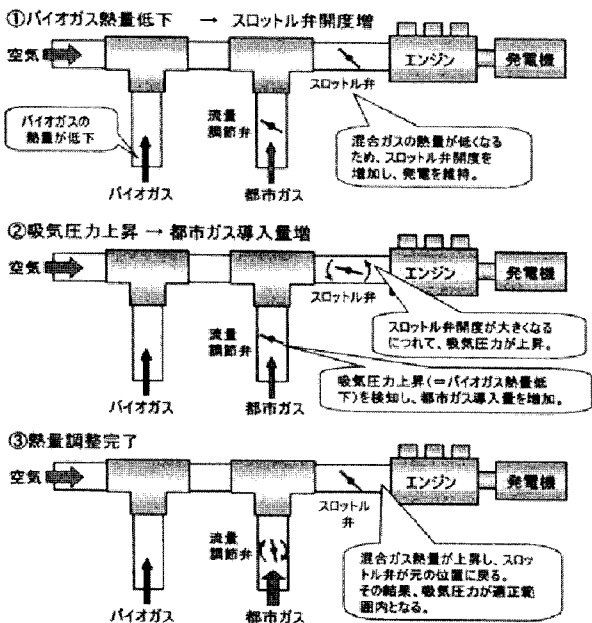
엔진의 흡기라인에 설치한 바이오가스용 Ventury Mixer에서 흡입공기와 혼합하는 방식으로 하였다. 바이오가스는 엔진에 흡입되는 공기의 흐름으로 믹서의 벤츄리 일부에서 발생하는 부압에 의하여 공기의 일부가 흡입된다. 이로 인하여 바이오가스의 압력은 대기압 정도에서 사용가능하고 바이오가스용 압축기 등은 불필요하게 된다.

가스량과 공기량의 미세한 제어가 요구되는 始動시에는 도시가스만으로 운전하고 어느정도 이상의 발전출력



[그림-1] 바이오가스·도시가스 혼소가스엔진 Cogeneration

에서 바이오가스와의 혼소로 전환하는 방법으로 하였다. 혼소로의 전환시에 바이오가스를 한번에 투입 또는 차단하면 혼합비나 엔진 출력의 이상이 발생하므로 바이오가스 라인의 차압 Governor의 導壓을 전자변에 의하여 제어하는 것으로서 고가의 제어밸브를 사용하지 않고 바이오가스량을 서서히 증감시키는 시스템을 개발하여 한층 저비용화를 도모하였다. 역시 이 차압 Governor는 흡기 Filter의 막힘을 보정하기 위한 것으로서 통상은 도시가스 라인에 설치되었으나 바이오가스 혼소를 위해서 추가할 필요가 있다.



[그림-2] 바이오가스 열량변동 추종방법

### 3. 2 바이오가스 열량변동 등의 追從

바이오가스의 열량 변동에 관해서는 혼합기의 압력 ([그림-1]의 압력센서 부착위치의 압력 : 이하 [흡입압력])을 발전출력에 따른 목표치를 유지하도록 도시가스 유량조절밸브의 개도를 변화시켜 도시가스량을 증감하는 제어를 부가하였다.

바이오가스·도시가스 혼소운전 중에 바이오가스의 발열량이 변화하면 일시적으로 공급열량이 변화하지만 엔진 본래의 제어에 의하여 Throttle 밸브가 혼합기량을 조정하므로 흡기압력이 변화한다. 이 흡기압력이 변화 전의 압력(출력에 따른 설정치)으로 돌아오도록 도시가스 도입량을 조정하므로서 적절한 발열량의 混合氣가 엔진에 공급되어 이 결과 발열량 당 공기량도 대략 적절한 범위 내에 수렴하게 된다. 바이오가스 열량이 저하한 경우를 예로 하여 도시가스의 유량이 조정되는 방법을 아래에 설명한다.

- ① 바이오가스·도시가스 혼소운전중에 바이오가스의 발열량이 저하하면 엔진의 발전출력을 유지하기 위하여 [그림-2]의 Throttle 밸브의 개도를 크게하여 혼합가스 흡입량을 증가시키는 제어가 동작한다.
- ② Throttle 밸브의 개도가 커짐에 따라 흡기압력도 상승한다. 이 흡기압력이 사전에 설정한 압력(발전출력에 대응되는 목표치)에 돌아오도록 도시가스량을 증가시킴으로서 바이오가스 변동전과 동일한 발열량의 혼합가스가 엔진에 공급된다.
- ③ 이 결과, 발열량·공기량도 대략 적절한 범위 내에 모아지게 된다.

이 제어에 의하여 바이오가스의 발열량·유량 등을 계측할 필요가 없어지고 기존의 엔진 제어를 활용하여 간이 방법으로 연소가스(바이오가스·도시가스)와 공기의 혼합비를 항상 적절한 범위로 제어하는 것이 가능하다.

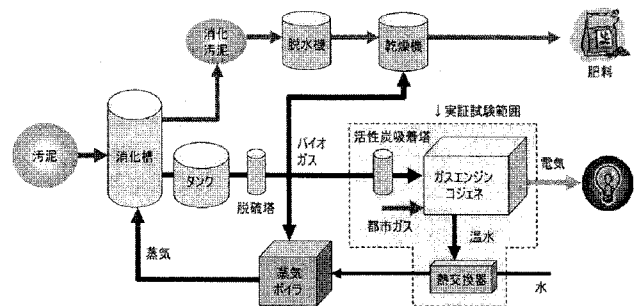
### 4. 개발시스템의 特長

#### ① 바이오가스를 최대한으로 활용.

바이오가스를 우선적으로 사용하여 바이오가스의 비율을 최대 9할 정도까지 높여 운전하는 것이 가능하여 높은 에너지절약효과가 기대되나.

#### ② 도시가스의 혼합에 의한 출력의 안정화.

바이오가스의 발생량이나 발열량이 충분하지 않을 경우 부족분을 자동적으로 도시가스로 보충하고 가스엔진 Cogeneration의 전기·배열 출력의 안정화 가능.



[그림-3] 실증시험 System Flow

#### ③ 도시가스의 혼합에 의한 발전의 효율화.

열량이 높은 도시가스를 첨가하여 바이오가스만의 연료로만 경우에 비하여 발전효율이나 발전출력이 향상된다.

#### ④ 단순한 구조, 간이 제어.

개발시스템은 종래의 것에 비해 구조가 단순하여 제

어도 簡易적이므로 폭 넓은 기종의 가스엔진 Cogeneration에 적용하는것이 가능하다.

### ⑤ Initial Running cost의 저감.

종래의 바이오가스 혼소방식의 대부분은 바이오가스를 승압할 필요가 있었으나 본 시스템에서는 엔진의 흡인력을 이용하여 바이오가스를 도입하므로 바이오가스 승압용 압축기 등이 불필요하게 된다.

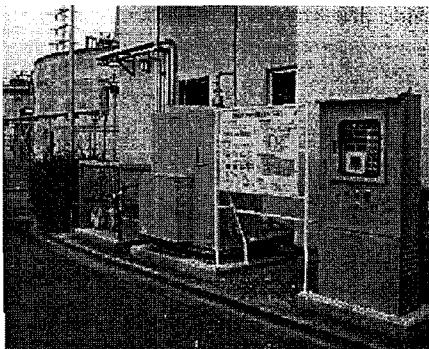
이로 인하여 압축기에 요하는 초기비용, 운전시의 소비전력이 삭감된다.

## 5. 실증시험

개발된 시스템을 愛知縣 知多市の 협조를 얻어 同市 남부정화센터에 설치, 2007년 12월부터 실증시험을 개시하였다.

### 5.1 설치 시스템 개요

知多市 남부정화센터 실증시험의 시스템 Flow를 [그림-3]에 표시하였다. 정화센터에서는 하수처리 汚泥의 발효로 인하여 소화가스를 제조하여 소화조의 가온용과 오키건조용의 연료로 사용하고 있다. 소화가스는 메탄이 주성분으로서 발열량은 약 21MJ/Nm<sup>3</sup> 정도이다. 발전 전력은 센터 내의 동력에 사용되고 배열은 기존설비인 증기보일러의 급수예열에 이용된다. 도입된 시스템의 외관을 [그림-4]에, 개략 사양을 [표-2]에 표시하였다.



[그림-4] 시스템 개요

[표-2] 도입한 혼소시스템 개략사양

항 목	항 목
정격출력	9.9 kW
배열회수	16.8 kW (온수)
Bio Gas혼소비율	0 ~ 90%
발전효율	30~31.5%(저위발열량기준)
배열회수효율	50~53.5%(저위발열량기준)
종합효율	80 ~85.0%(저위발열량기준)
패키지 크기	1,470× 1,100× 1,790 mm

## 5.2 消化가스 성상

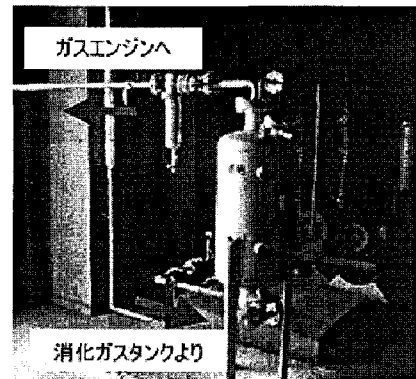
### ① 가스조성

가스엔진 Cogeneration System 입구에 있어서 1일 소화가스 조성의 시간에 따른 변화를 [그림-1]에 표시하였다. 가스조성은 1일을 통하여 메탄 60%정도, 이산화탄소 40% 정도이고 열량은 대체로 안정된 추이다. 이것은 소화에서 발생한 소화가스를 일단 가스탱크에 저장후 사용되기 때문에 급격한 변동은 억제되고 있다고 생각된다.

### ② Siloxane

소화가스 중에는 Siloxane(유기규소화합물)이 함유되어있어 엔진 내에서 연소되면 시리카가 형성되어 운전에 지장을 주는것이 지적되고 있다. 이로 인하여 가스엔진 Cogeneration System 입구에 활성탄 흡착탑 [그림-5]를 설치하여 Siloxane을 제거하고있다.

활성탄 흡착탑 전후의 Siloxane (D4, D5) 농도측정결과는 [표-3]와 같고 Siloxane이 대부분 제거된다는것을 확인하였다.



[그림-5] 활성탄흡착탑

[표-3] Siloxane(D4, D5) 농도

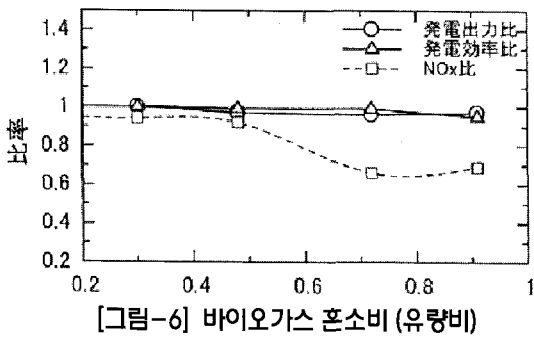
측정위치	농 도
활성탄흡착탑 입구	32.6mg/m <sup>3</sup> (2.07ppm)
활성탄흡착탑 출구	0.11mg/m <sup>3</sup> (0.06ppm)

## 5.3 性能評價

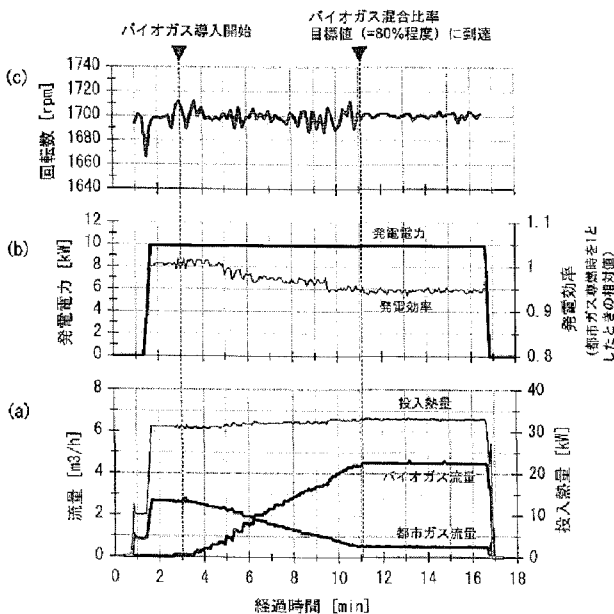
### ①바이오가스 혼소비율을 변화시켰을 시의 특성.

[그림-6]에 바이오가스 혼소비율을 변화시켰을시의 특성을 표시하였다. 바이오가스 혼소비율을 90%까지 높여도 출력·효율과 함께 거의 변화하지 않는다. 또한 NO<sub>x</sub>는 저하되는 경향이 있고 바이오가스 혼소시스템으로서 실용상 문제가 없는 수준이라는것을 확인하였다. 또한 효율저하, NO<sub>x</sub>의 저하는 바이오가스 중

의 이산화탄소가 연소를 악화시키므로 제어방법을 연구하여 효율저하의 정도를 저감하는것은 가능할것이라 생각된다.



[그림-6] 바이오가스 혼소비 (유량비)



[그림-7] 바이오가스 도입시의 상태

## ② 바이오가스 도입시의 안정성

가스엔진 Cogeneration에 바이오가스를 도입하였을시의 상태를 [그림-7]에 표시하였다.

바이오가스 도입량의 증가에 따라 도시가스가 감소하고 [그림-7a], 바이오가스 혼소비율이 변화하여도 발전 출력은 안정된 추이라는것을 확인하였다. [그림-7b] 또한 바이오가스 혼소비율을 증가시키는 사이 [그림-7c]의 경과시간 3 ~ 11분간)은 엔진회전수에 변동이 보이고 있으나  $\pm 15\text{rpm}$ 의 범위 내이고 운전에 지장이 없었다. 바이오가스 혼소비율이 목표치에 도달한 후에 엔진 회전수가 안정되었다. 이상과 같이 바이오가스가 비교적 단시간에 변할 경우 가스엔진 Cogeneration이 안정된 운전을 유지되는것을 확인하였다.

## 6. 맺는말

당사는 210kW 過給式 엔진을 사용하여 바이오가스 · 도시가스 혼소 가스엔진 Cogeneration의 기술을 확립하고 소형 엔진으로 실증시험을 진행하고 있다. 금번 소개한 방식은 간이 · 저가의 방법으로 바이오가스를 이용하는것이 가능하여 소형으로부터 중형까지 많은 가스엔진 Cogeneration의 적용이 가능할것이라고 생각하였다.

금후에도 계속해서 실증시험을 계속하여 실용상의 과제를 명확화하고 성능 · 신뢰서의 향상을 도모하고 실용화를 추진할 예정으로 있다.

# 회원사 동정

(The State of Major Affairs in Membership Companies)

## 1. SK에너지(주) · (주)포스코, 석탄 청정화기술 공동개발

SK에너지(주)와 (주)포스코는 지난 7월 24일 서울 코엑스 인터컨티넨탈 호텔에서 한국에너지기술연구원 등과 공동으로 '청정석탄에너지산업 발전을 위한 추진

주체간 지속적 협력에 관한 양해각서'를 체결하였다. 그동안 석탄을 친환경 연료로 전환하기 위한 노력이 지속됐지만 '석탄가스화기' 기술과 '합성천연가스' 기술 등이 개발되지 않은 상태였으나 이번 양해각서 체결로 인해 SK에너지(주)와 (주)포스코, 연구계 등 각 기관이 축