

4) 통합 관리시스템 기능별

| 항 목 | 환경감시 대상서버 | 통합 운용 PC | 사용자 인증서버 | 비 고 | |
|-------------|---|------------------------------|------------------------|------------------------|--|
| 기 능 | 환경 감시 운용 서버 (공조기, 풍향풍속 감시, 접지검출, PLC, 바이브레이터 감시 등 | 환경 감시시스템 통합관리 | 통합운용 자의 사용 허가권 부여 | | |
| 네트워크 기능 | TCP / IP | TCP / IP | TCP / IP | | |
| S / W | 기능 운용 O/S | Windows-2000, 98, Windows-XP | Windows-XP | Windows-XP | |
| | 관리 Application | Client Tool | Host Tool Data base | Host Tool Data base | |
| H / W | Network | Switch HUB | | 자체 Network 구현 | |

바이오가스混燒 高效率 가스엔진열병합발전

* 본 자료는 일본 열병합발전센터 자료에서 발췌·번역한 것임

概要

東京가스(주)는 Bio가스를 최대한 유효하게 이용하는 새로운 Concept의 혼소시스템을 개발하고 (주)Energy Advance가 기린(주) 요코하마공장에 도입하였다.

일반적으로 바이오가스는 발생량이 시간과 더불어 변동한다. 따라서 가스엔진을 안정되게 가동하기 위해서는 연료의 부족분을 도시가스를 혼합하여 보충할 필요가 있다. 그런데 바이오가스와 도시가스의 상이한 성상의 가스를 혼소할 시에는 혼소율 변화에 수반하여 출력 변동, 空燃比변동을 극복하여야할 기술과제가 있으므로 신중히 각종 제어를 수행할 필요가 있다.

본 혼소시스템은 도시가스를 미리 공기로 희석하고 가스엔진의 연소성을 바이오가스의 그것과 가능한한 근접시키는 새로운 방식을 채택, 혼소에 관한 문제점을 본질적으로 排除하였다. 이로 인하여 가스엔진에서는 혼소율의 변화에 의하여 특별한 제어를 할 필요가 일체 없어지고 바이오가스 발생량의 급격한 변동에 대하여 0~100%의 범위 내에서 혼소율을 변화시켜도 추종이 가능하게 되었다.

이 혼소시스템을 1MW 클래스의 고효율 가스엔진과

조합하여 바이오가스 CGS로서는 세계 최고수준의 발전효율을 실현, 이로인하여 에너지절약과 환경부하의 저감을 달성하게 되었다.

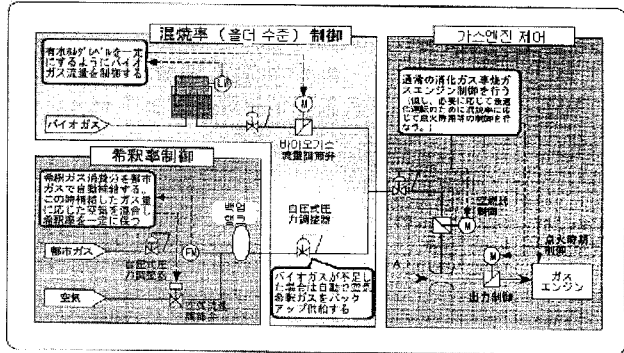
머리말

공업용 수요가에 있어서는 열과 비교하여 용도가 넓으므로 바이오매스를 발전용에 이용하려는 Needs가 높다. 현시점에서 바이오가스로부터 고효율로 전력을 끌어내는 방법은 가스엔진 발전기를 이용하는 방법으로서 특히 이것을 열과 동시에 생산하는 열병합발전으로 하면 바이오가스가 갖고있는 에너지의 80% 이상을 이용하는것이 가능하게 된다.

그러나 바이오가스는 발생량이 일정하지 않으므로 가스엔진 열병합발전시스템을 이용하는것이 용이하지 않다. 이것을 보완하기 위하여 가장 간편한것은 도시가스를 混燒하는 방법이다. 역시 도시가스와 바이오가스와 같이 성상이 상이한 가스의 혼소는 특히 그의 비율의 변화가 급격하면 공연비가 크게 변화하여 최악의 경우는 엔진이 Shut down 되는 사태에 이른다. 이 문제의 해결을 위하여 우리는 금번 시스템을 개발하였다.

본고에서는 바이오가스혼소 가스엔진 열병합발전시스템의 실현을 맞아 과제와 그의 해결수단, 개발된 시스템의 기린맥주(주) 요코하마공장에의 도입사례에 관하여 보고한다.

[그림-1]에 우리가 개발한 시스템의 간략한 system flow 를 표시하였다.



[그림-1] 혼소시스템의 System Flow

1. 바이오가스 혼소설비

1.1 바이오가스 발생량의 변동대책

바이오가스의 발생량 변동은 바이오가스 가스엔진의 활용을 어렵게하는 하나의 원인이다. 예로 맥주공장에서는 맥주 제조시 발생하는 배수의 嫌氣處理에 의하여 바이오가스가 발생되므로 맥주의 제조량에 따라 바이오가스 발생량도 변동된다.

바이오가스 발생량의 변동을 흡수할 정도의 거대한 Buffer tank의 설치가 가능하면 좋겠으나 그에 필요한 공간이나 비용은 결코 무시할 수 있는것은 아니다. 특히 대도시 인근에는 설치공간의 문제는 중요하다.

바이오가스 발생량에 따라 엔진의 출력을 증감시키는 방법도 생각할 수 있으나 발전출력은 사용측의 요구에 의하여 증감시키는것이 이상적이고 엔진효율도 가능한 정격에 가까운 출력으로 운전하는것이 높으므로 바람직한 방법이라 말할 수 없다.

여기서 우리는 바이오가스 발생량의 증감에 관계없이 발생된 바이오가스를 그대로 전량 가스엔진에 공급하는 시스템을 구축하는 것으로 하였다.

방법은 매우 간단해서 PID조절계를 이용하여 既設水封홀더의 수준이 항상 일정하도록 홀더로부터 송출되는 가스량을 유량조절변 개도로 제어한다. 이로 인하여 홀더로부터 송출되는 바이오가스량은 홀더로 유입되는 가스량과 섞이고 결과로 발생된 바이오가스가 그대로 전량 열병합발전시스템에 이용되게 된다.

1.2 不足熱량의 보완

上述한 제어로 인하여 발생된 바이오가스는 전량 가스엔진에 공급되지만 시간에 따라 바이오가스의 에너지가 가스엔진발전기의 목표출력에 대하여 부족할때가 있다. 바이오가스의 발생량이 가스엔진의 목표출보다 많을적에는 잉여분이 홀더에 축적되어있으므로 문제가 없지만 적을 경우에는 그의 부족분을 여타의 에너지로 보완할 필요가 있다. 우리는 그 부족분을 도시가스로 보완하는 방법을 채택하였다. (정확히는 공기희석된 도시가스로 보완한다. 여기에 관해서는 뒤에서 언급한다.)

우리가 도입한 방식은 도시가스 공급라인측에 自壓式 압력조절변을 장착한것이다. 바이오가스의 유량이 증가하면 합류점에서의 압력이 상승, 도시가스의 압력조절변이 닫힌다. 역으로 바이오가스의 유량이 감소되면 이번에는 합류점의 압력이 저하되므로 도시가스의 압력조절변이 열리고 그 압력이 유지된다.

이것은 도시가스회사의 정압소 등에서 backup 공급 시스템으로 통상 사용하고있는 방식이다. 이 방식을 사용할 시 도시가스의 유량은 외부로부터 일체의 제어 없이 자동적으로 조절된다. 단순하고 신뢰성이 높은 시스템이라 일컫는다.

2. 천연가스 공기 희석설비

2.1 性狀이 상이한 가스를 혼소시킬시의 과제

위에 기술한 시스템에 의하여 바이오가스와 도시가스의 혼소율은 바이오가스 발생량으로 결정되지만 가스엔진은 공급되는 가스성상의 변화에 대단히 민감하므로 대책이 필요하게 된다.

바이오가스와 도시가스의 혼소율을 급격히 변화시키면 공연비의 변화가 커져서 가스엔진의 연소실내에서의 연소가 대단히 불안정하게 된다. 이런 경우 실화나 노킹, 출력의 변동이 일어날것으로 예상된다.

최근의 가스엔진에는 고도의 제어가 탑재되어 있으므로 기종에 따라서 이와같은 성상이 크게 상이한 가스로도 혼소운전이 가능하다. 그러나 혼소율의 변화속도가 지극히 빠르면 이와같은 엔진도 운전을 계속하는것이 어렵게 된다.

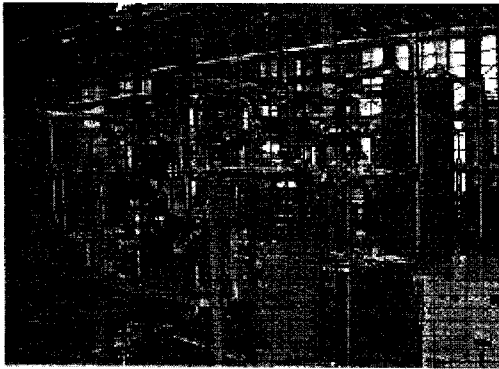
도시가스회사의 열량조정의 경험을 활용, 우리의 도시가스를 바이오가스와 혼합하기 前 공기로 희석하는 시스템을 고안하였다.

도시가스를 공기로 희석하므로써 그의 성상을 바이오가스와 가장 유사하게 하는것이 가능하면 엔진은 어떤 혼

소울에서도, 그 혼소율이 빨리 변동하여도 엔진은 복잡한 제어를 하지않어도 안정되게 운전을 계속할 수 있게 된다.

2. 2 공기 희석율의 결정

上述의 思考方式을 검증하기 위하여 우리의 南千住에 있는 자사 시험장에서 운전중인 가스엔진 발전기 實機를 이용하여 검증시험을 실시하였다. 혼소시스템은 納品하는 것과 동일한 시스템, 크기를 절반정도로 하여 구축하였다. [그림-2].



[그림-2] 시험Plant

아직 여기서는 바이오가스를 발생할 수 없기 때문에 도시가스 13A에 CO₂를 혼합시켜 조성이 가까운 「모의」 바이오가스를 제조하여 이것을 사용하는 것으로 하였다.

파라미터를 여러 가지로 변경하여 시험을 실시한 결과 우리는 엔진에서 바이오가스와 상이점이 감지되지 않는 공기희석율을 찾아내었다. 우리가 개발, 도입한 수회의 시스템은 그 희석율을 채택하였다. 이로 인하여 엔진 자체는 바이오가스와 공기희석 도시가스의 혼소율이 어떻게 변화하여도 이에 수반되는 제어를 할 필요가 없게 되었다. 이것이 본 시스템의 큰 특징이라 할 수 있다. 우리는 이 concept로 2건의 특허를 출원하였다.

여기서 우리는 도시가스에 혼입되는 공기량은 도시가스가 연소범위에 들어가는것보다 훨씬 적다 (약1/15)는것을 첨언한다.

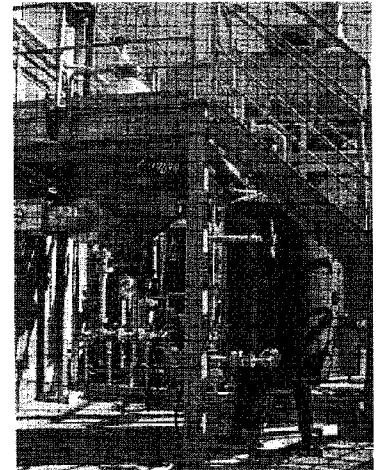
3. 바이오가스의 前處理設備

3.1 Siloxane의 제거

일반적으로 바이오가스는 메탄과 이산화탄소 이외에도 여러 가지의 성분을 함유하고 있다. 그들의 함유율은 대단히 적지만 가스엔진에서는 대량의 바이오가스가 연소되므로 그의 영향은 무시할 수 없다.

바이오가스에 극히 소량이 함유되어있는 Siloxane 이 열병합발전기에 손상이나 열화의 영향을 준다는것

이 보고되어있다. 여기서는 바이오가스 중의 Siloxane이 엔진과 같은 내연기관에서 연소되면 SiO₂가 생성되어 그것이 연소실내 또는 배기가스의 脫硝·산화촉매 등으로 堆積·고착되고 해당기기의 손상이나 열화를 초래하고 결과로 기기의 안정가동이나 경제성이 손상되는일이 명확하다.



[그림-3] 활성탄흡착탑

이를 방지하기 위하여 우리는 바이오가스 라인에 활성탄 Filter를 설치하였다. [그림-3] 이로 인하여 엔진 製造元으로부터 엔진의 정비주기를 도시가스로 운전하는 경우와 동일하게 하여도 가능하다는 보증을 얻게 되었다. 이것은 정비 비용의 대폭적인 삭감에 기여한다.

활성탄은 유화수소나 지방산, 포화탄화수소, 토루엔 등의 엔진 유해물질도 흡착하므로 엔진을 보호하는 효과가 높아졌다.

3. 2 제습처리

바이오가스는 필히 이산화탄소와 극히 소량의 유화수소를 함유한다. 이들은 부식성이 있으므로 부식을 촉진하는 응축수를 제거하지 않으면 안된다.

또한 활성탄의 Siloxane 흡착능력저하를 방지하기 위하여 발생시에 대략 100%이던 바이오가스의 상대습도를 떨어뜨릴 필요도 있다.

이와같은 목적으로 우리는 바이오가스 제습장치를 설치하였다 [그림-4] 구체적으로 바이오가스는 Blower로 가스쿨러에 보내지고 냉각·제습을 시킨다. 그 다음 온수히터로 가열시켜 상대습도를 50% 이하가 되도록



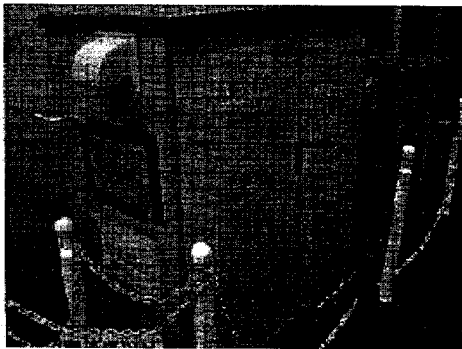
[그림-4] 除濕시스템

조정한다. 이와같은 처리 후 바이오가스는 활성탄 Filter를 통하여 엔진에 공급된다.

4. 실증시험

본시스템이 설계대로의仕様·기능을 만족하는가를 확인하기 위하여 南千住의 自社시험장에서 實機의 가스 열병합발전시스템과 조합하여 시험을 실시하였다.

시험에 앞서 기린맥주(주) 요코하마공장에 협력을 얻어 동 공장에 있어서의 바이오가스의 발생량과 열량 (메탄 농도) 의 변동을 수개월간을 걸쳐 1초주기로 디지털데이터로 계속·기록하였다. [그림-5]



[그림-5] 가스연속분석장치

여기서 얻은 데이터로부터 발생량이나 열량이 빠르게, 크게 변화하는것을 수일분 피크업하여 그 변동에 시스템이 빠르게 대응을 할것인가도 아울러 시험하기로 하였다.

이 목적을 위하여 시험장의 Test Plant에는 기록된 디지털데이터와 동일한 속도·크기로 바이오가스 발생량 및 메탄농도를 재현하는 시스템도 개발하여 조합하여 설치하였다.

혼소 Plant에 본 시스템을 조합하여 공장의 실 데이터와 동일한 상황에서 연속운전 simulation을 실시한 결과 본 시스템과 가스엔진의 조합은 열량의 변동에도 문제없이 대응하였다. 또한 (실제로 얻은 데이터에서는 보이지 않았지만) 가스발생량이 순간 100%로부터 0%로 변화하여도, 사용하는 가스를 10초 이내로 바이오가스로부터 공기희석 13A가스로 바뀌어도 엔진은 전혀 영향을 받지않고 운전을 계속한다는것을 확인하였다.

5. 導入

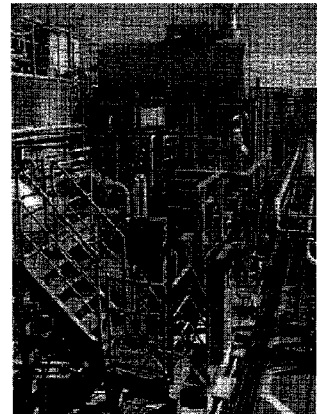
이 실증시험 후 東京가스의 관계회사인 (주)Energy Advance가 본 시스템과 1MW class의 열병합발전 시스템을 조합하여 2004년 6월에 기린맥주(주) 요코하마공장에 納品 하였다.

[그림-6,7]에 도입된 열병합발전시스템의 외관을 나타내었다. 거대한 Buffer tank가 일체 존재하지 않고 Compact한 시스템이라는것이 이해된다.

6. 가동상황

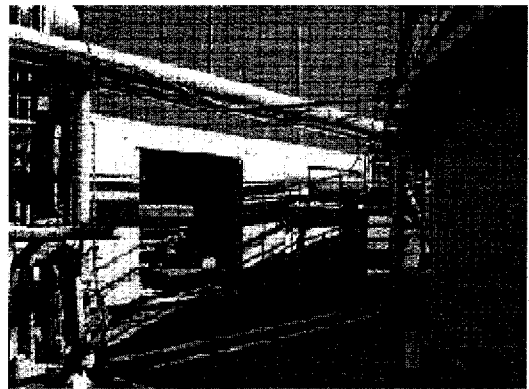
[그림-8]에 실제의 혼소유량 제어현황의 Graph를 표시하였다. 바이오가스 발생량이 증가하여도 엔진에의 바이오가스 공급량을 발생량과 동일한 량으로 제어함으로써 有水가스홀더의 홀더level이 대략 일정하고 수치로 상하 5cm 이내를 유지하고 있다.

부족되는 열량을 공기희석 13A 가스가 보충하여 줌으로 혼소율이 변화하면서 엔진은 고효율로 운전을 계속하고 있는것을 볼 수 있다.



[그림-6] 혼소unit

본 가스엔진발전기는 도시가스 전소로 발전효율 40% 이상, 바이오가스전소에서 도시가스와 함께 고효율(≒40%)로, 도입이후 큰 트러블 없이 가동되고 있다.



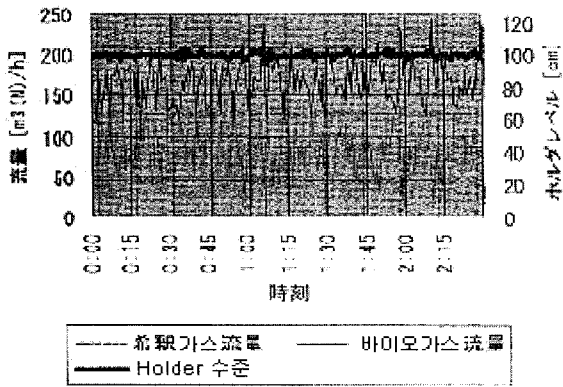
[그림-7] gas engine package

7. 實績

2005년 12월 20일에 개최된 「2003年度 에너지 사용합리화사업자 지원사업 성과발표회」에서 보고된 내용에 의하면 원료환산으로 1,178kl의 에너지절약이, 사업개시후 1년간에 달성되었다.

동 보고에서는 발전효율도 대략 성능과 같은 실적(39.7%)를 달성하고 본시스템 전체가 기대한 실적을 올리고 있는것을 확인하였다.

금후 설비의 가동시간을 연장시켜 새로운 에너지절약 효과를 기대한다.



[그림-8] 혼소제어 현황

맺는말

금회의 보고는 바이오가스 (消化가스)의 가스엔진의

적용에 관한것이지만 본 시스템의 진짜의 이점은 가스가 (바이오매스 유래의) 어떠한 가스라도, 또한 가스소비설비가 엔진에 국한하지 않고 어떠한 설비 (보일러, 버너 등등) 라도 그 가스를 도시가스와 혼소하여 사용할 수 있다는 점이다. 이것은 전력으로 말하면 어떠한 종류의 분산전원에도 계통에 연계가 가능하도록 되어있다는 것과 동일한 의미를 갖는다. 본시스템의 응용범위는 더 없이 넓다고 말할 수 있다. 마지막으로, 上述한 바와 같이 본시스템 최초의 상업운전 Plant가 기린맥주(주) 요코하마공장에 납품되었다. 동 공장 여러분의 識見과 기술로 우리는 무사히 도입작업을 완료할 수 있었다.

이 Paper의 난을 빌려 기린맥주(주)의 협력에 대하여 심심한 감사를 드린다.

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

1. 익산도시가스(주), 전북에너지서비스(주)로 사명 변경

익산도시가스(주)는 지난 10월 1일 전북에너지서비스(주)로 사명을 변경하여 도시가스, 발전, 집단에너지 등 사업영역간 경계선이 사라지고 있는 에너지시장의 변화에 능동적으로 대응하고 에너지사업 다각화는 물론 고객에 대한 서비스를 강화하기로 하였다.

2. 한국지역난방공사, 중동지역 지역냉방사업 진출기반 마련

한국지역난방공사는 지난 10월 23일 UAE(아랍에미리트연합국)의 Tabreed사와 중동지역에 대한 지역냉방사업 공동추진을 위한 공동개발협약(JDA)을 체결하였다. 이번에 체결된 협약의 주요내용은 양사가 공동으로 두바이 및 아부다비등의 UAE는 물론 사우디아라비아, 쿠웨이트, 바레인등의 중동지역 전체에 대한 지역냉방사업 공동추진을 위해 노력하는 것으로 한국지역난방공사는 본 협약체결로 중동산유국에 대한 지역냉방사업 진출을 위한 기반을 마련하였다.

3. 한전KPS(주), 파키스탄 전력시장 진출확대

한전KPS(주)는 지난 10월 11일 파키스탄 CPBM 열병합발전소 시운전 기술용역을 수주하였다. 금번 수주공사는 브라질 및 인도에 이어서 현대엔지니어링(주)와 3번째 복합화력 시운전으로 한전KPS(주)의 기술력을 발주처가 인정한 결과라 할 수 있으며, AES O/H공사 수주에 이은 기술용역공사로 파키스탄 민자발전소 O&M사업 진출을 위한 전초전으로 의미가 크다.

4. (주)포스코, 발전용 연료전지 생산공장 착공

(주)포스코는 지난 10월 16일 포항영일만 배후 산업단지에서 발전용 연료전지 생산공장 착공식을 가졌으며, 발전자회사인 포스코 파워를 통해 오는 2010년까지 2단계에 걸쳐 약 1,200억원을 투자하여 6만여평의 부지에 연산 100MW의 연료전지 생산능력을 갖출 계획이다. 금번 착공은 1단계로 연산 50MW 규모의 발전용 연료전지 생산공장 및 테스트 시설등을 내년 8월까지 준공하게되면 세계최초로 발전용 연료전지 제품을 양산하게된다.