

미치는 요소가 되며 이러한 부품이 하나의 개별적인 동작이 아니라 조합에 의한 회로가 구성되어 있으므로 이러한 소자의 건전성은 전체적으로 정밀점검 하여야 설비의 건전성을 확보할수 있다.

* 기계적인 마모에 의한 수명요인

해당부품 : 릴레이,가변저항,차단기

특성 : 온도,이물질에 의한 절연손상,전기접점 및 가동부 마모

예상수명 : 5 - 7년

* 밀봉파괴,누설에 의한 요인

해당부품 : 콘덴서류

특성 : 전해액의 건조에 의한 용량감소,누설전류 증가 현상

예상수명 : 5 - 7년

* 열적인 요인 및 환경에 의한 요인

해당부품 : 반도체 관련 부품,PCB,소켓류,터미널

특성 : 열적인 요인에 의해 반도체 소자의 수명과 오동작 발생 및 환경조건에 의해 PCB 및 소켓 등의 부식,접촉불량이 발생

예상수명 : 반도체 (정상조건에서 10년 정도) 기타는 6 - 7년

3) 자동전압 조정설비의 고장사례

1. 고장내용 : 전압조정이 불안정 하고 VAR메타의 난조 현상이 발생 및 진상운전범위가 좁고 자동 추종이 안됨

조치내용 : 제어카드의 불량 수리,가변저항,정류 류기 등을 교체

2. 고장내용 : 자동역률 제어가 안되며 시간대에 따라 역률이 진상과 지상으로 변화가 크게 발생

조치내용 : 역률검출신호 및 설정신호와의 차에 의한 추종회로 불량 및 발전기 전압 설정기의 불량으로 수리

3. 고장내용 : 정상운전중 갑작스런 발전기 전류 상승에 의한 발전기 정지

조치내용 : 각종조정 포인터에 대한 조정상태 불량 및 전류회로 결선불량 정비

4. 고장내용 : 발전기 전압의 동요 (잔압계 지시계의 흔들림이 심함)

조치내용 : 조정 포인터에 대한조정불량 및 단자연결부 접촉불량 및 저항 단자 단선

4. 결 론

이상은 고장조치 내용의 일부를 언급 하였으며 고장 형태는 항상 일정치 않으며 다양하게 발생 되는 것을 한전 발전소 근무하면서 경험 하였다.

이러한 고장에 따른 운전원의 입장에서 어떻게 대응 하여야 할지에 대해서는 고장형태에 따라 달라지지만 대체로 불안정한 동작에 대한 경우에 해당이 될텐데(다른경우는 대개 발전기 정지 사고로 이어짐) 이때는 전문적인 회로지식이 있어야 조정 포인터를 조정 할수 있다.

운전원이 조치할수 있는 방법은 1차적으로 수동운전을 하는 것 밖에는 없다고 판단됩니다.

자동전압 조정설비에 대한 조급이나마 도움이 될까 하여 두서없이 정리 하였던 것 같습니다 문제발생시 연락 주시면 자세한 응답을 드릴 것을 약속드립니다.

가스터빈의 排熱利用形態

본내용은 일본 CRS가주관한 열병합발전 심포지움

발표내용을 번역 하여 게재한 것임.

— 편 집 실 —

1. 서 언

에너지인 열의 CASCADE(다단식) 이용이 제창된

이래 그것을 구체화시킨 시스템으로 열병합발전이 주목을 받아 보급되어왔다.

즉, 화석연료를 연소시켜 열기관을 구동하여 발전

을 하고 배열을 회수하여 고압증기→저압증기→고온수→저온수 이용과 같이 고온에서 저온으로 단계적으로 이용하는 것으로서, 유한한 화석연료를 유효하게 이용함으로써 에너지절약, 나아가서는 대기오염을 억제하는 것이다.

보다 고가의 전기를 유효하게 생산하기 위해서는 열기관의 열효율 향상이 불가결하여 국가나 민간단체의 지원하에 각 메이커가 적극적으로 대처하고 있다.

한편, 배열의 회수형태는 열기관의 종류에 따라 특징이 지워지며 디젤이나 가스엔진과 같은 왕복동 내연기관에서는 엔진의 냉각에 의한 온수와 배기가스를 배열 보일러에서 열교환시켜 증기로 회수하는 것이 일반적이다. 여기에 대하여 가스터빈은 배열의 대부분이 고온의 배기가스이며 시스템이 용이하기 때문에 배열 보일러에 의하여 고온 고압의 증기로 회수하여 이용하는 방법이 일반적이다. 최근 가스터빈의 열효율 향상과 동시에 배열의 회수방법과 이용방법이 여러 가지로 고안되고 있다.

본고에서는 가스터빈 열병합발전의 배열 이용형태에 초점을 맞추어 그 일단을 소개한다.

2. 가스터빈의 열수지

그림1은 전형적인 열병합발전용의 단순개방 사이클의 가스터빈 단면을 나타낸다. 가스터빈은 그 냉각

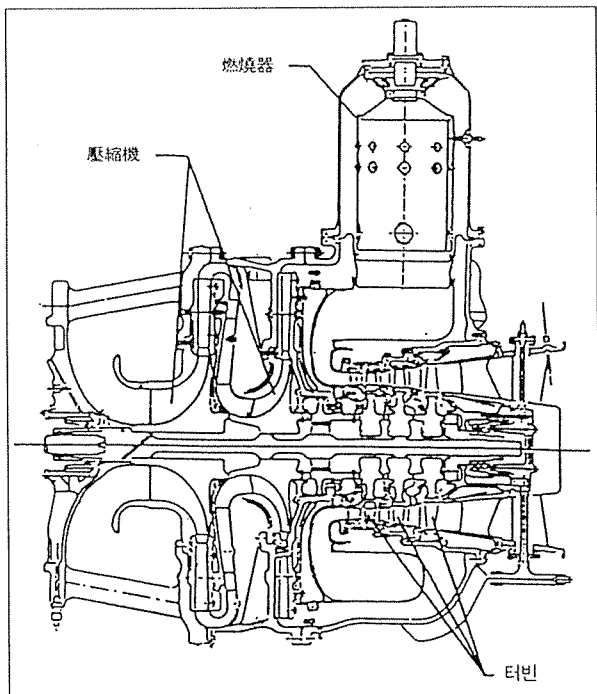


그림1 1,500kw 급경구조형가스터빈

매체가 공기이며, 본질적으로 공냉기관이므로 그 배열의 대부분은 대량이며, 고온의 배기가스이다. 그림2는 그림1에 나타난 1500kw급 가스터빈의 열수지이며, 배가스량은 7.2kg/s, 온도는 552℃에 달한다. 따라서, 배열회수는 배가스에 초점을 맞추어 검토하는 것이 좋고, 회수시스템으로서는 비교적 간단하게 된다. 바꾸어 말하면 이 배기가스가 가진 에너지를 어떤 방법으로 유효하게 이용하는가 하는 것이 가스터빈 열병합발전의 Key Point가 된다고 할 수 있다.

3. 排熱의 利用形態

전술한 바와같이 가스터빈의 배열은 고온·다량의 배기가스이며, 이것을 이용함으로써 용이하게 에너지 이용율을 높일수가 있다. 배가스의 이용형태로서는 증기회수·이용, 직접이용, 기타이용형태의 세가지 형태에 관하여 기술한다.

3.1 蒸氣回收·利用시스템

일반적인 가스터빈 열병합발전은 배열회수 보일러와 조합시켜 증기로 회수한다.

보일러 급수온도에도 의하지만 통상은 보일러 다음에 급수가열기(에코노마이저)를 부착하여 회수율을 높이는 방안이 고안 되어지고 있다. 최종의 배가스 온도는 증기조건이나 급수온도에 따라 결정되는 외에 가스터빈에 사용하는 연료의 조성(組成)에 따라서도 제한을 받는다. 특히 S성분이 연료중에 포함되는 경우는 ECONOMIZER 이후의 배기덕트의 저온 부식에 유의하여 최종 배가스온도를 너무 낮추지 않도록 계획하든가, 내식성이 강한 재료를 선택하는 등의 고안이 필요하게 된다. 이들을 고려하여, 표준적인 시스템으로서는 급수온도 60℃에 대하여 최종 배가스 온도로 150℃ 전후를 설정한 것이 많다. 그림3은 각사의 카다로그에서 발전단 출력과 회수증기량을 고려하여 환산증발량으로 고친 것이다. 이 그림에서 발전단 출력 1000kW당 약3,000~3,500kg/h의 증기가 얻어진다는 것을 알 수 있다.

가스터빈의 배가스중 잔존산소농도는 다른 내연기관에 비하여 크고 현재 사용중인 중소형 산업용 가스터빈에서는 14~16% 정도이다.

이것은 가스터빈의 연소기내에서 연료를 연소시킬 때의 온도는 약2,000℃이지만, 터빈부의 내열합금재

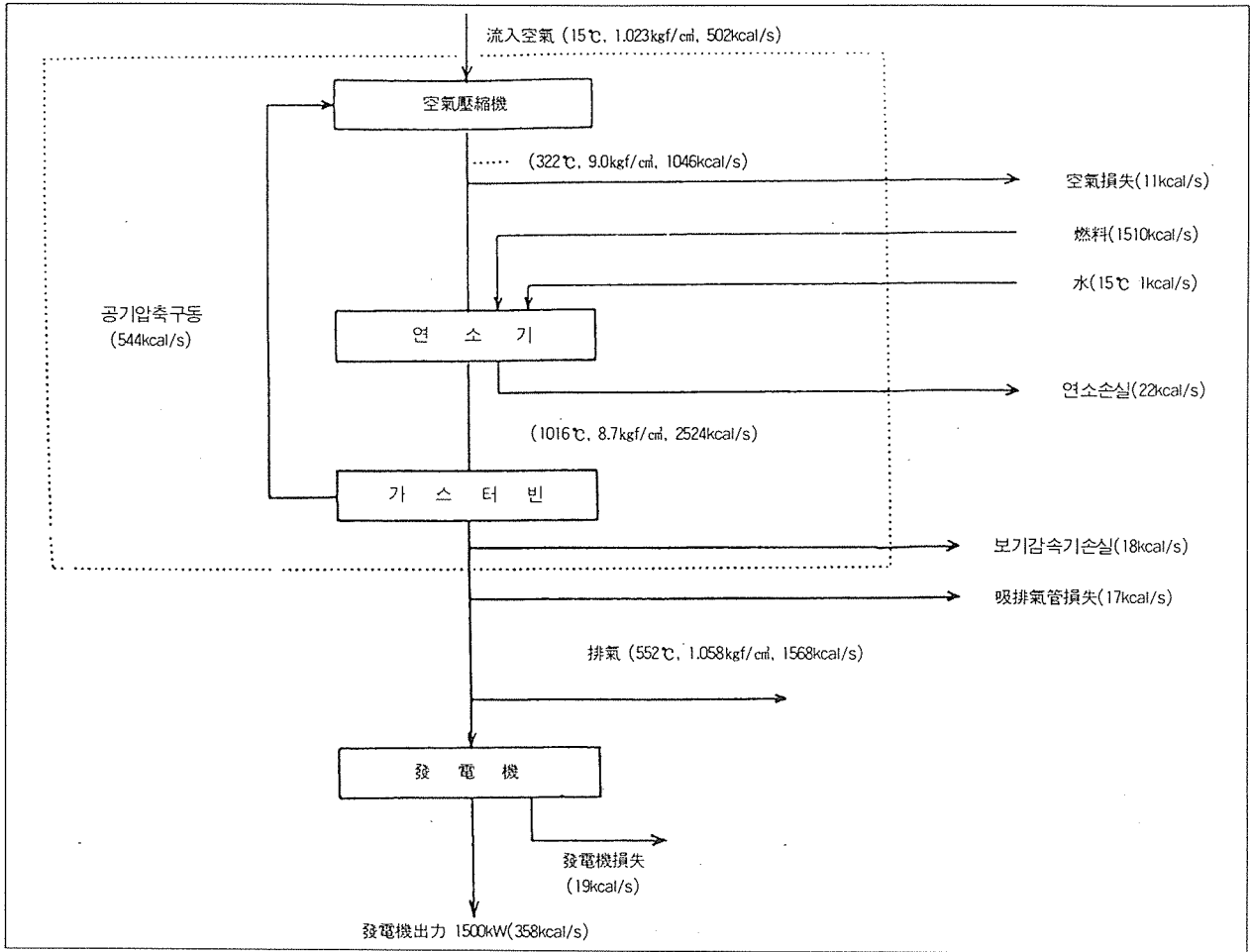


그림2 1,500kw급가스터빈의열수지에

의 수명을 유지하기 위하여 터빈입구온(TIT)를 낮추어 줄 필요가 있기 때문에 터빈과 직결된 공기압축기에서 압축된 공기를 연료공기이외에 희석공기로서 공

배가스 조성의 일례를 나타내었는데, 이와같이 잔존산

<표1> 배가스조성의 예

N ₂	75.9vol%
CO ₂	3.0
O ₂	14.6
H ₂ O	5.5
	1.0

소농도가 높기 때문에 배열회수에서 얻어지는 증기 발생량으로 부족할 경우, 추분(追焚)이 가능하다. 추분장치는 가스터빈과 배열 보일러 사이에 삽입시키고 추분연료는 가스터빈과 같거나 같지 않아도 된다. 통상 가스연료의 경우는 배가스중에 바나를 직접 설치하는 IN LINE 연소방식으로 일반적으로 닥트바나라고도 불리어진다. 한편 액체연료의 경우는 IN LINE 방식으로 연료배관이나 바나가 직접고온가스에 접촉되어 폭기를 일으킬 우려가 있기 때문에 배가스 흐름을 직각방향으로 연소통을 설치한 사이드

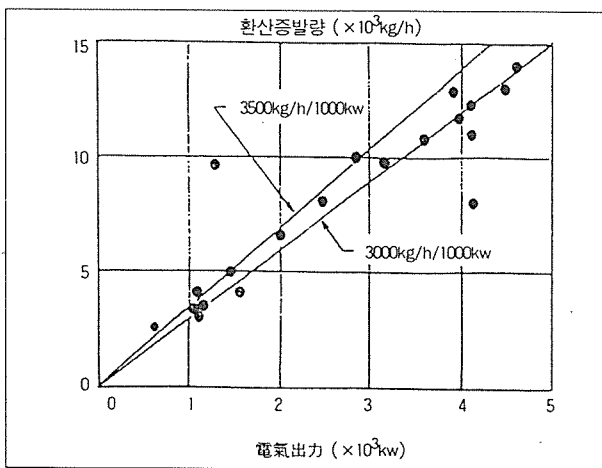


그림3 가스터빈열병합발전의발전출력과환산증발량

급한다든지, 또는 고온부재의 냉각용 공기가 혼합하여 배출되는 것에 의한다. 표1에 1,500kW급 가스터빈의

연소방식(그림4)이 채용된다. 신선한 공기를 부가하지 않을경우에도 배열회수에 따라 얻어지는 증기량의 대개 2배의 증기량이 얻어지며 그림5에 1,000kW급 가스터빈 열병합발전이 추분을 부가한 경우의 특성을 나타내었다.

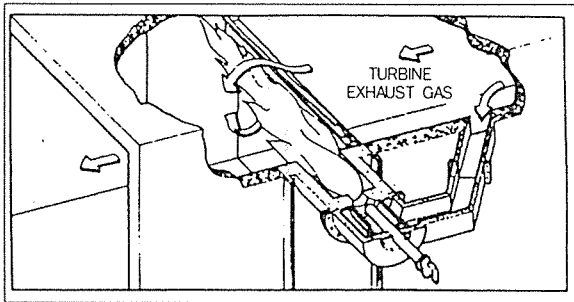


그림4 사이드 연소바나 구조

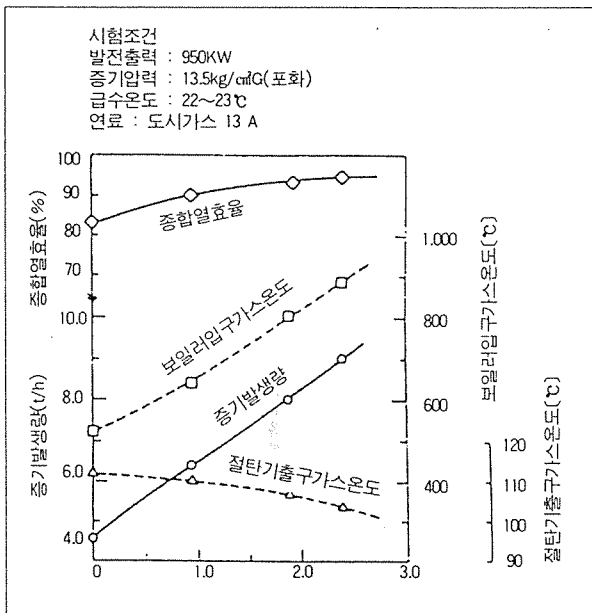


그림5 덕트바나 시험결과

또한 가스터빈의 배가스를 기설치된 보일러의 연소용 공기로 이용하는것도 가능하며 배기가 고온이기 때문에 가스터빈과 배열보일러 사이에 과열기를 부가하여 과열증기를 만드는것도 가능하다.

이와같이 배열회수에 따라 발생된 증기는 여러 가지 이용형태가 있으나 크게 분류하면 발전용으로 이용되는 경우와 그 이외에 이용되는 경우가 있다.

(1) 발전용

고온,고압의 증기로 증기터빈을 구동시켜 발전 전력량의 증대와 열효율 향상을 도모하는 것이 COMBINED CYCLE이다. 종래 주로 비용대 효과의

면에서 비교적 대형의 가스터빈으로 사업용을 주체로하여 왔으나 최근 소형가스터빈의 열효율이 향상되어지고 있어 보다 소형 COMBINED CYCLE이 주목을 받고 있다.

그림6은 600kW급 가스터빈을 사용한 COMBINED CYCLE의 일예를 나타내었다. 또한, 기존 스팀터빈 시스템에 가스터빈 열병합발전을 부가(附加)하여 그 배열을 이용한 COMBINED CYCLE을 구성하여 발전출력의 증대와 열효율의 개선을 도모하는 REPOWERING이 제창되어 실용화 되고 있다. 그 기본 시스템은 가스터빈의 배열 이용형태에 따라 그림7의 3가지 종류로 분류된다. 그림7의(a)는 가스터빈 열병합발전에서 배열을 회수하여 발생된 증기를 기존보일러에서 발생한 증기에 PLUS하는 방식, (b)는 기존보일러의 연소공기로 가스터빈의 배기를 이용하는 방식이다. (c)는 기존보일러의 급수예열에 가스터빈 배기를 이용하는 방식으로 가스터빈의 배가스로 하면 온수 회수로 분류되는 것이지만 결과적으로는 기존 보일러의 증발량 증가 또는 열효율의 개선이 된다.

일본가스협회의 조사에 따르면 기존 스팀터빈시스템의 총발전 용량은 1,193만kW이며 잠재시장은 크다고 할 수 있다. 8,000kW의 기존 스팀터빈시스템에 4,300kW의 가스터빈을 도입하여 그림7(b)의 배기 재연식 REPOWERING을 구축한 제지회사의 예에서는 14.5%의 에너지가 절약되고 CO2 NOX도 공히 30%의 저감이 되었다고 보고되어 있다. 또한 도시의 쓰레기 소각장에서는 종래의 스팀터빈을 시스템의 증기를 가스터빈의 배가스로 가열하여 더욱이 쓰레기의 소각로에 REPOWERING을 부가(附加) SUPER 쓰레기 발전을 하는 것이 제창되어 실시중에 있다. 그림8에 나타난 시스템에서 발전출력이 13,520kW에서 31,560kW로 증대하여 발전단 효율이 15.5%에서 24.7%로 된다는 시산예가 있다.

중,소형의 복합사이클이나 리파워링은 가스터빈의 신뢰성이 향상되고 기종이 증가하여 발전용량별로 선택이 용이하게 되어지고 있으므로 금후의 보급이 크게 기대된다. 한편 배열회수에 의하여 발생된 증기의 일부 혹은 전부를 가스터빈의 연소기에 되돌려 분사하여 출력과 열효율의 향상을 가능하게한 2유체 사이클 (CHENG CYCCE) 가 스 터 빈 이 나 STIG(Steam Injected Gas Turbine)이 있다. 복합 사

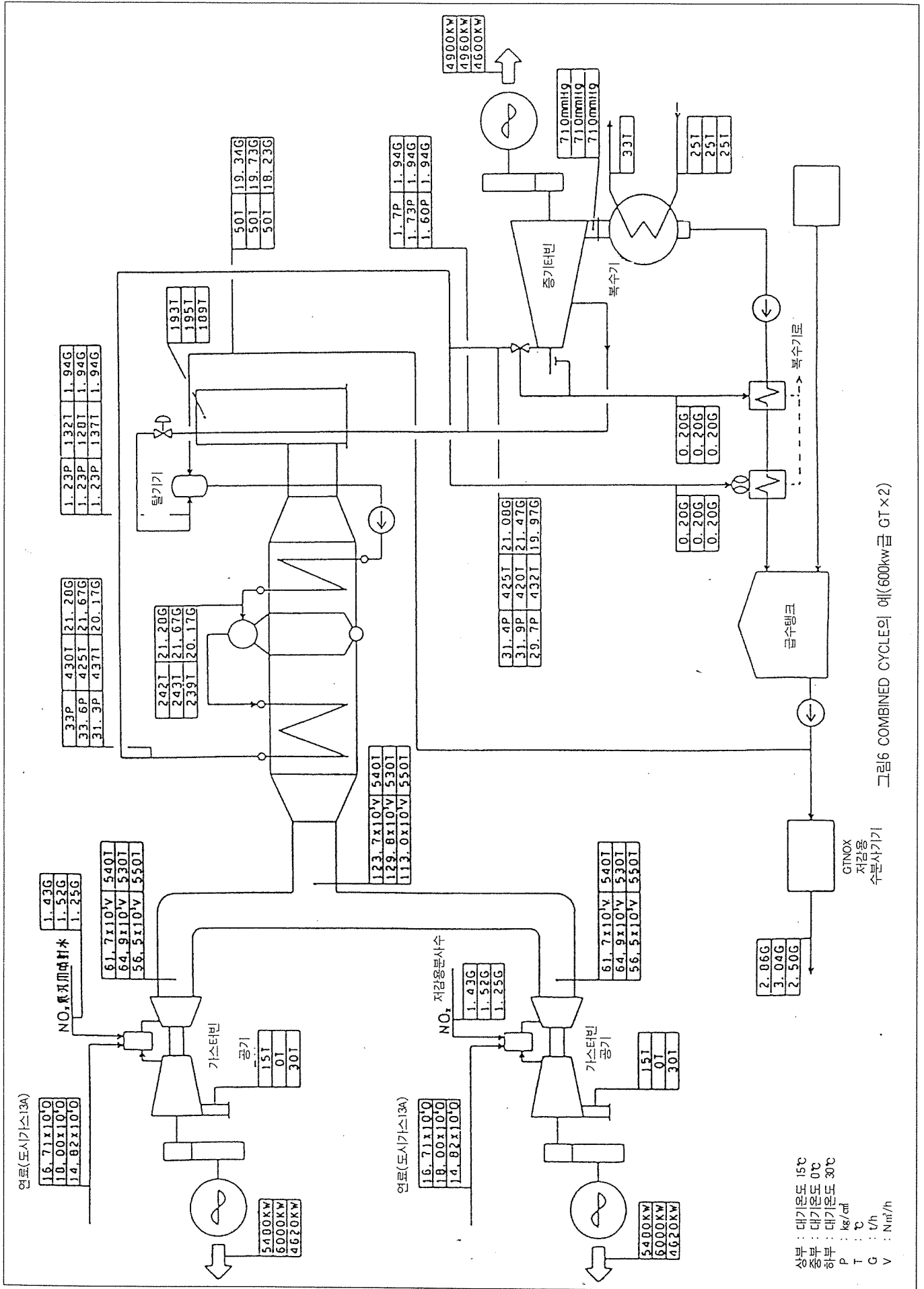


그림6 COMBINED CYCLE의 예(600kW급 GT x2)

상부 : 대기온도 15°C
중부 : 대기온도 0°C
하부 : 대기온도 30°C
P : kg/cm²
T : °C
G : t/h
V : Nm³/h

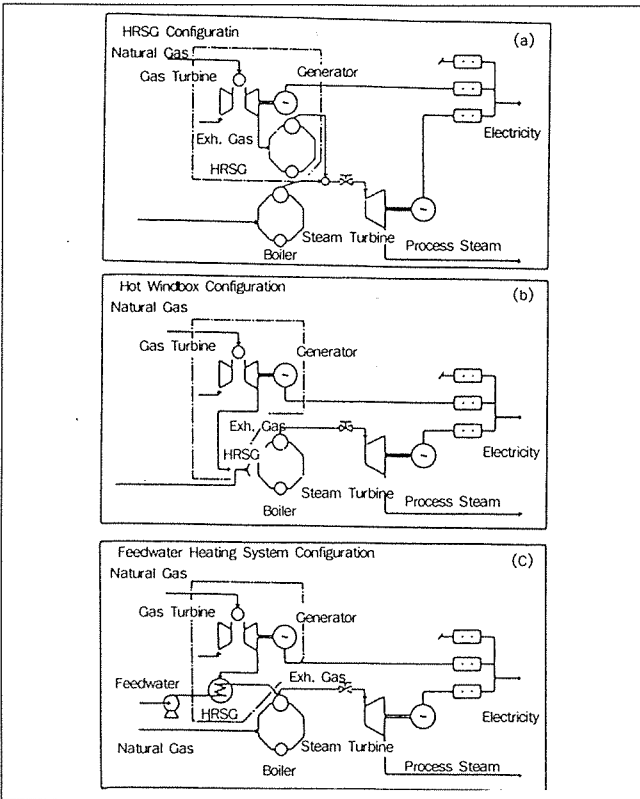


그림7 산업용 REPOWERING의 기본 FLOW

이클에 비하여 증기터빈이 불필요하여 시스템 구성이 간단하게 되고 설비비가 싸게 된다는 것, 증기부하가 계절이나 시간외에 변동하는 경우에 잉여증기를 분사하므로써 전력으로 회수가능한 열전비가 변형(熱電比 可變形)인 것 등의 특징이 있으며 중소형 가스터빈에서 실용화되고 있는 것이 있다.

(2) 발전용 이외의 이용

산업용에서 공장의 공정증기로 이용되는 경우는 이용설비에 따라 증기조건은 천차만별이다. 전술한 바와같이 가스터빈의 배기가 다량, 고온이므로 고압증기, 과열증기를 얻을수 있고 기존 증기계통과의 연계도 용이하다. 한편, 민생용에서는 대개가 공조용으로 이용되며 흡수식 냉동기의 작동유체로서 이중 효용형에서는 8kg/cm²G 전후의, 단중효용형에서는 3kg/cm²G 전후의 증기가 사용되고 있다. 더욱이 저압증기는 급탕용이나 주방용에 이용되는 경우가 있다.

가스터빈은 주로 열효율이라는 점에서 너무 적은 용량의 기종은 열병합발전용으로 보급되고 있지 않으며 민생용에서는 대규모 병원이나 호텔외에 대도시의 지역냉난방에 사용되는 경우가 많다. 그림9는 신죽꾸 도심지 냉방센터의 시스템 FLOW를 나타낸다.

3.2 배가스직접이용시스템

가스터빈의 배가스는 450~600℃로 고온이며 공기과잉율이 높아 거의 완전연소가 되기 때문에 검댕이 등의 발생이 적다. 특히 천연가스를 연료로 할 경우에는 청정도가 높다. 이 때문에 배가스를 공업제품의 건조에 직접이용하는 것이 가능하다. 일본에서는 건재의 석고보드의 건조나 粉石캔의 제조공정에 이용한 경우를 볼 수 있다. 해외에서는 도자기의 직접건조나 세탁공장에서의 건조공정에 이용한 예도 볼 수 있다.

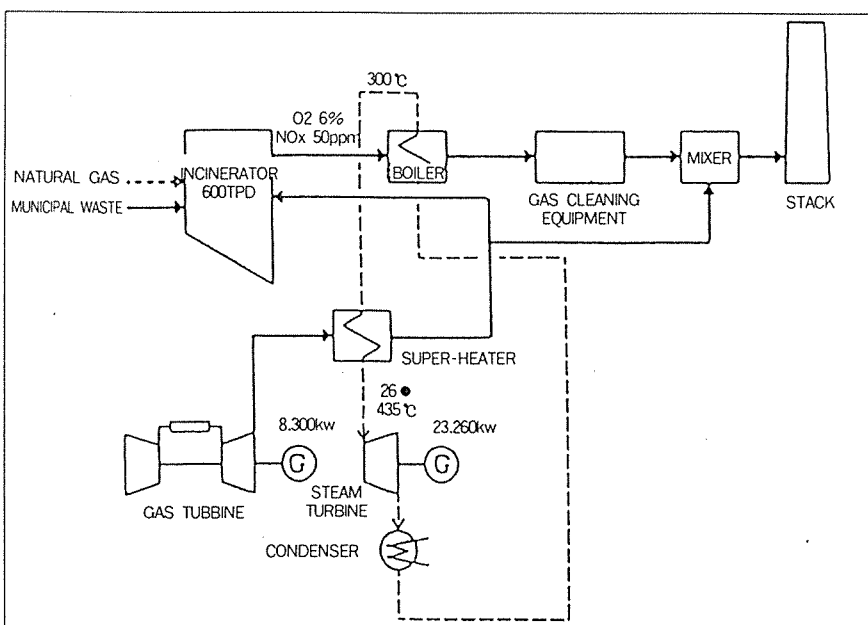


그림8 SUPER WASTE 발전 FLOW 에

독일의 세탁공장에서의 이용예를 소개하면 이 공장은 병원용의 리넨포류, 공장작업원용의 제복 등을 24시간 서비스를 제공하는 최대규모의 세탁공장이며 1,300kW급의 가스터빈 열병합발전을 도입하고 있는데 배열회수 보일러도 설치되어 있어 완전한 배가스의 직접이용은 아니다. 구성은 가스터빈 발전장치-배열보일러-ECONOMIZER-열교환기(배기↔공기)이고 배열보일러에서 발생된 증기를 세탁공정에, ECONOMIZER에서 회수한 온수를 행금공정에, 배가스에서 열교환한 공기를 건조공정에 이용하고 있다. 열의이용 효율의

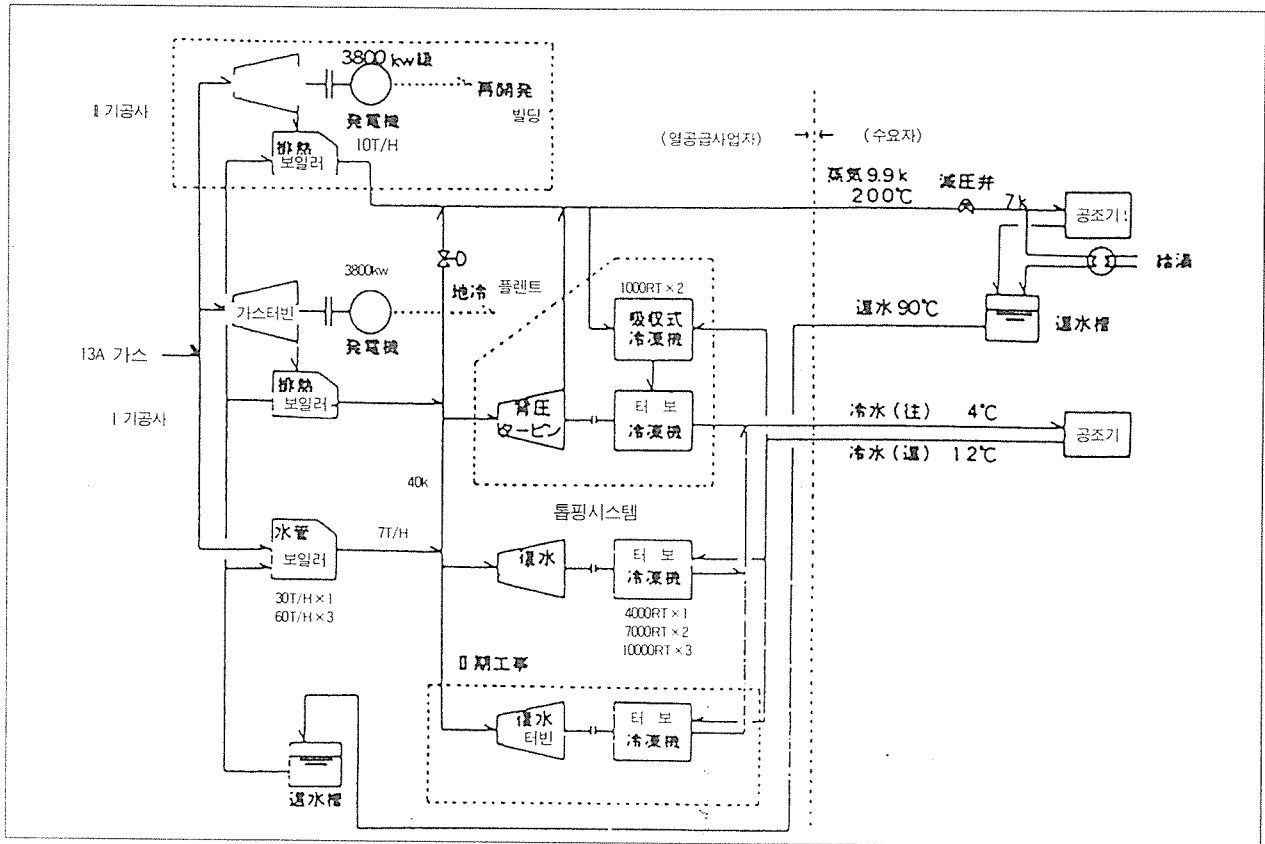


그림9 센타시스템 FLOW

판정이 어려우나 보고서에서는 그림10에 나타난 바와같이 입력 에너지를 100%로한 종합이용율에서 97%에 달한다고 되어있다.

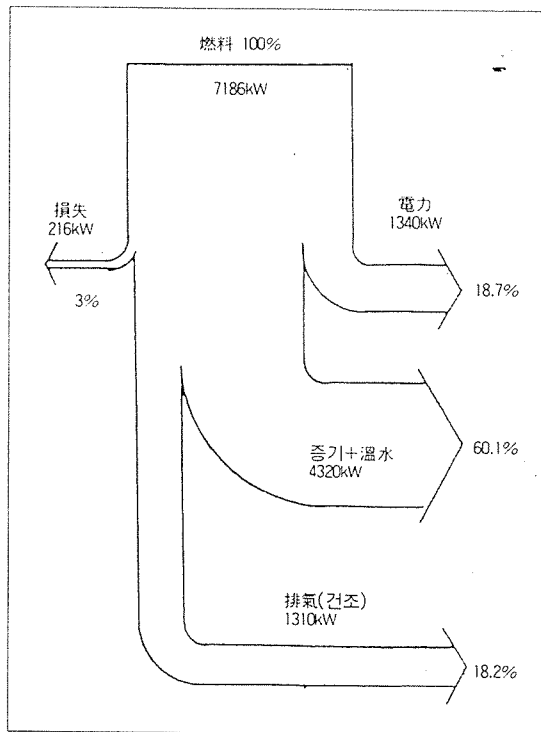


그림10 세탁공장에 있어서 열수지에

본래와 같이 배열보일러의 출구나 ECONOMIZER의 출구 배가스를 이용한 경우는 가스터빈의 부하변동이 있어 직후의 배기온도에 변화가 있어도 각각의 출구의 배가스 온도는 비교적 안정되고 있으며 사용하기 쉬운 시스템이다. 직접 가스터빈 배기를 이용하는 경우는 발전출력의 변동에 수반하는 배기온도의 변화를 고려할 필요가 있다.

3.3 기타이용시스템

기타의 이용시스템으로는 온수 이용이나 열매 보일러에 의한 배열회수 방식이 있는데 가스터빈의 배가스의 특성에서 온수만 취출하여 이용하는 경우는 드물고 일반적으로 증기와 온수로 회수 이용하며 이 방식이 열의 CASCADE 이용으로 합리적이다. 전술한 바와 같이 리파워링의 급수예열방식(그림7(C))가 온수 이용시스템이라고 할 수 있다. 또한 증기 보일러 대신 열매 보일러를 사용하는 경우는 주로 공장설비의 사정상 채용되지만 그 예는 많지 않다.

4. 맺음말

가스터빈을 광의로 말할 경우 실로 항공기의 제트 추진이 배가스 이용의 전형적인 예인데, 본고에서는 산업용의 가스터빈 배가스 이용형태에 관하여 기술하였다. 열병합발전은 발생하는 전기와 배열회수에 의하여 얻어진 에너지를 최대한으로 이용하는 것이

직감이지만 원동기의 고효율화나 저공해화의 연구개발은 적극적으로 추진되고 있는데 비하여 배가스의 회수·이용에 관한 것은 하-드(HARD)·소프트(SOFT) 공히 적극적으로 추진되고 있다고 말하기는 어렵다. 확실히 제작자 단독으로는 하기힘든 것이 있기 때문에 관계단체가 한층더 진력해 주기를 부탁하고 싶다.

회원사 등정

1. 새로 부임하신 임원님을 환영합니다.

지금까지 협회 및 회원사를 위하여 노력하신 부회장 이재운(포항제철 주식회사 상무이사), 이사 김광호(반월열병합발전소 상무이사) 이사 김수영(LG화학 상무이사)께서 자리를 옮기게 되므로써 금년도에

새로 중책을 맡으시게된 부회장 장현식(주식회사 포스에너지 상무이사), 이사 정동운(반월열병합발전소 상무이사), 이사 안승권(LG화학 상무이사)의 부임을 진심으로 환영하며 앞으로 지도와 활동을 기대한다. 그리고 전임 부회장 및 이사의 그동안의 노고에 깊은 감사를 드린다.

<임원현황>

구 분	회 장	부 회 장	이 사	이 사	감 사	상 임 이 사
성 명	이 기 성	장 현 식	정 동 운	안 승 권	서 극 수	배 성 준
현 직 책	에너지관리공단 이 사 장	(주)포스에너지 상 무 이 사	반월열병합발전소 상 무 이 사	(주)LG화학 상 무 이 사	제일제당(주) 공 장 장	

2. 회원사 변동사항

(주)포스에너지에서 포항종합제철(주)의 열병합발전시설을 인수하여 운영하게 되었으므로 포항 종합(주)포스에너지

제철(주)는 회원자격을 상실하게 되고 (주)포스에너지가 회원이 되었다.

(주)포스에너지의 입회를 전회원사와 함께 충심으로 환영하며 큰 활약을 기대한다.

주 소	본사 : 전남 광양시 금호동 641				전 화	(0667)790-8440~1	
	서울사무소 : 서울시 강남구 대치4동 892					(02)3457-5000	
대 표 자	전 계 목	직 책	사 장	실 무 자	최대영(기획팀장)	전 화	(02)3457-5010

협의회등보고

1. 1997년도 사업계획 검토를 위한 오찬간담회 개최

1996년도 사업실적을 평가하고 1997년도 사업계획

을 검토하기 위한 오찬 간담회를 1996년 12월 23일 서울 팔래스 호텔에서 가졌다.

간담회에는 회장을 비롯한 임원 및 통상산업부 전