

# Micro Gasturbine Cogeneration 원격 감시시스템

\* 본 자료는 일본 열병합발전센터 자료에서 발췌·번역한 것임

## 1. 머리말

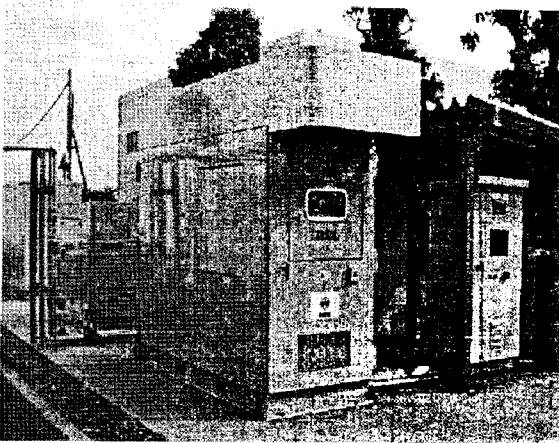


사진-1 Micro Gasturbine 소화가스 Cogeneration System

荏原製作所는 2002년부터 Micro Gasturbine을 이용한 Cogeneration System의 생산, 판매, After service를 일관되게 추진하여 병원, 호텔, 事務所빌딩 등에 납입실적이 있다. 현재는 에너지 자급율의 향상과 지구온난화가스의 삭감에 적극적으로 공헌하는것을 목적으로 하수처리장에서 발생하는 소화가스 Cogeneration System의 시장투입을 개시하였다.

Micro Gasturbine Cogeneration System은 많은 복잡한 기기로 구성된 소규모 분산형 발전설비이나 현지에 전임 Operater나 상시 감시 점검을 하는 정비

표-1 주요제원

機名	TA100
定格発電出力	95kW
定格回転数	68000rpm
発電効率	28%
排気ガス流量	2400Nm <sup>3</sup> /h
熱出力	155kW(温水) 106kW(蒸気)
質量	3000kg
寸法(L×W×H)	3450×1150×2680mm

요원을 배치하는일은 적다. 그러나 한편으로 높은 가동 신뢰성, 매일起動·운전정지로 인한 높은 起動信賴性, 저 Maintenance Cost가 요구되는 발전설비이다. 따라서 원격감시에 의한 운용과 Maintenance의 Support가 불가결하다.

당사의 원격감시시스템은 대용량 고속 Data의 취득과 보존, 아울러 인터넷에 의한 Data의 공유화를 가능케한 시스템으로서 納入된 전 설비에 이 감시시스템을 표준장비로 하는것은 1일 24시간 일년중 Support하는 서비스체제를 갖고있다.

본고에서는 원격감시시스템의 구성이나 기능 등을 소개하고 고속 Trand Data를 이용한 고장진단과 Long range Data를 이용한 故障豫知에 관하여 사례를 소개한다.

## 2. 원격감시시스템

원격감시시스템은 顧客에게 설치된 Micro Gasturbine Cogeneration System, 당사의 Data Center, 감시시스템을 이용하는 User로 구성되었다. 원격감시시스템의 Hardware 구성을 [그림-1]에 표시하였다.

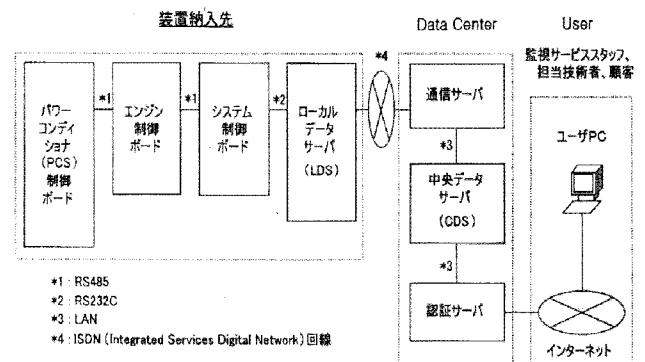


그림-1 원격감시시스템의 Hardware

Micro Gasturbine Cogeneration System에는 Micro Gasturbine Cogeneration System에는 Power Conditioner (PCS) 제어보드, 엔진 제어보드,

시스템 제어보드 등 3개의 Micro Processor를 탑재한 제어보드가 있고 각각의 제어보드는 RS485 Data 통신 Bus에 접속되어 부대설비의 공통 제어반에 내장되어있는 Local Data Server(LDS)에 RS232C 통신 Bus에 접속되어있다.

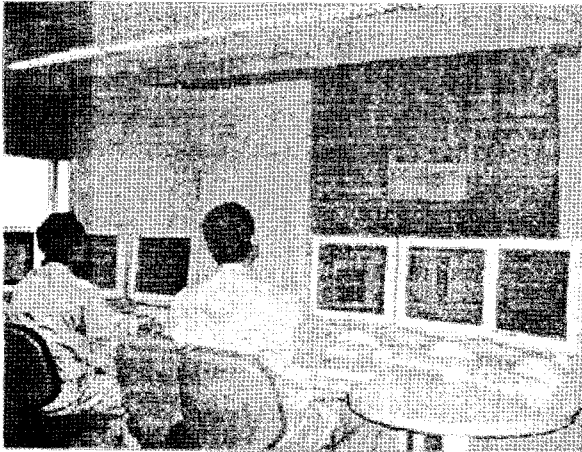
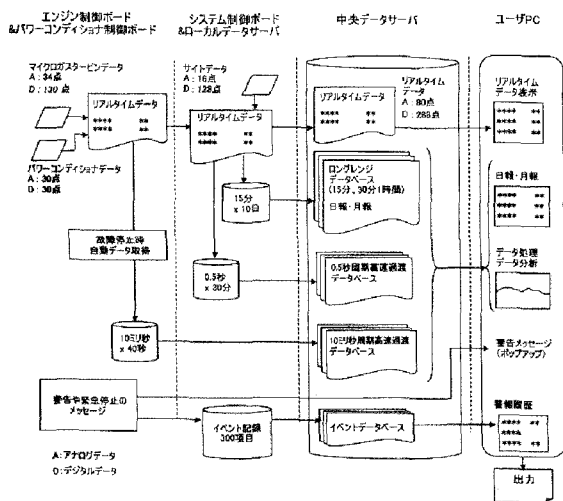


사진-2 원격감시센터2. 원격감시시스템

각각의 제어보드에 기록된 계측치, 연산치, 설정치, 상태치, 경보메시지 등의 Data는 LDS로 부터 ISDN 회선 및 통신서버를 경유하여 Data 센터에 있는 중앙 Data server(CDS)에 전송된다. 감시서비스 Staff나 담당기술자는 인증서버를 경유하여 CDS에 Access가 가능하다.

다음으로 원격감시시스템 Data의 흐름을 [그림-2]에 표시하였다. 원격감시시스템에서 수집되는 Data는 로터 회전수, 온도, 압력, 패키지 내부온도, 발전출력, 전류, 전압, 온도, 계통전압, 수전전력, 연료유량, 온수 유량, 적산운전시간, 적산발전전력량 등, 총계 80점의 아날로그 Data와 288점의 디지털 Data이다.



[그림-2] 원격감시 시스템의 Data 흐름

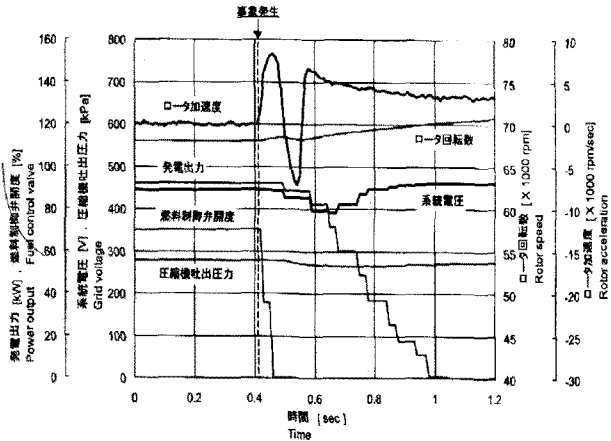
엔진 제어보드 및 PCS 제어보드에는 Real time Data가 10밀리초 마다 更新된다. 긴급정지 시에는 事象 발생 30초전부터 事象 발생 10초 후 까지의 40초간의 Real time Data가 각 제어보드에 자동적으로 보존된다. 시스템 제어보드에는 최신 30분간의 Real time Data가, LDS에는 최신 10일간, 15분 주기의 Trend Data가 보존되어 항상 更新된다. 또한 LDS에서는 엔진 제어보드 및 PCS제어보드로부터 발신된 장치의 기동 정지나 긴급정지의 시각, 경보 메시지 등, 최신의 300事象을 Event 기록으로 보존된다. 이들 DATA는 User가 취득조작을 하여 CDS에 전송되고 Long range database, 0.5초주기 고속Trend Database, 10밀리초 주기 고속 Trend Database, Event Database로 보존된다. 일부의 Data는 자동수집하는것도 가능하다. User는 CDS에 보존된 Database를 汎用 인터넷 Browser soft를 사용하여 열람하고, Real time Data의 감시나 帳票類의 인쇄 등이 가능하다.

원격감시 시스템에는 장치의 긴급정지를 자동적으로 통지하는 Pop up 통지기능이 있다. 당시의 감시 서비스 Staff 및 담당기술자는 이 기능을 사용하여 긴급정지의 통보를 받은 후 신속하게 Data를 수집, 발생事象의 확인과 분석을 실시하고 대책을 결정한다. Pop up 통지기능을 Full로 활용하여 긴급정지시의 설비정지시간을 최소한으로 하는것이 가능하다. 또한 원격감시 시스템을 사용하여 정기적으로 Data를 취득 분석하여 설비의 운용상황, 건전성 평가와 예방보전을 실시하는것이 가능하다.

### 3. 고속 Trend Data를 이용한 고장진단 사례

10밀리초 및 0.5초주기의 고속 Trend Data는 긴급정지 시의 단시간 변화나 기동상태의 진단에 적합하다. 다음으로 고속 Trend Data를 이용한 고장진단 사례를 소개한다.

운전 중의 Micro Gasturbine이 故障發報 『로터 가속도 과대』에 의하여 긴급정지하였다. 이때 취득한 10밀리초 주기의 고속 Trend Data를 [그림-3]에 표시하였다. 그림에 표시한 로터 가속도, 로터 회전속도, 연료제어변 개도, 압축기 토출압력, 계통전압, 발전출력 중 계통전압과 발전출력은, PCS 제어보드에서 수집되는 Data로 그 외는 엔진 제어보드에서 수집되는 Data이다.



[그림-3] 계통전압변동에 의한 긴급정지시의 고속 Trend Data

PCS 제어보드에서 수집된 Data는 일단 엔진제어보드에 송신되므로 다른 Data보다 약 70밀리초 정도 지연이 생긴다. 10밀리초 주기의 고속 Trend Data를 분석할 시에는 그의 지연시간을 고려하는것이 중요하다.

[그림-3]에서 Rotor의 가속도는 돌연 상승하여 일단 하강한 후 다시 상승하여 서서히 저하된것을 알 수 있다. 『Rotor 가속도 과대』는 최초로 돌연 상승한 변극점에서 검출되어 긴급정지 할 시에 발보된 것이다. 다시 Data를 분석하면 Rotor 가속도 상승과 거의 동시에 연료제어변 개도는 급히 하강되고 또한 Rotor 회전수는 상승하기 시작하였다. 발전출력, 계통전압은 로타 가속도 상승부터 0.5초 정도 늦게 저하를 시작하였으나 전술한 바와 같이 발전출력과 계통전압의 Data에는 약 70밀리초의 지연시간이 있으므로 실제 로타 가속도가 상승하기 전에 저하를 시작하였다는것을 알게 된다. 또한 계통전압과 발전출력은 이동평균처리가 행하여지므로 Data로서는 階段狀의 변화를 표시하고 있으나 실제의 계통전압과 발전출력은 급격히 변화되고있다.

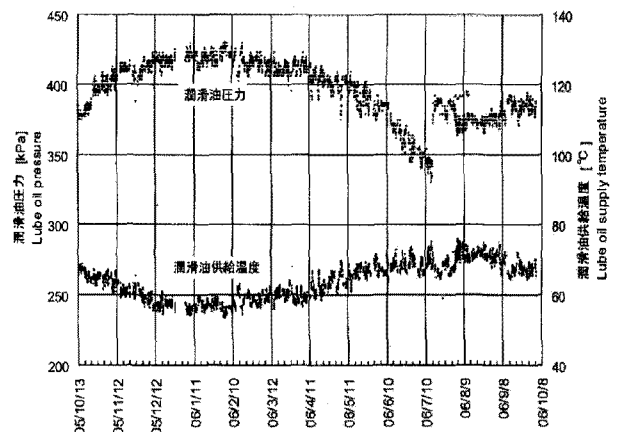
이상과 같은 상황은 전 부하차단 시에 발생하는 전형적인 현상이다. 이 사례에는 계통전압이 450V부터 400V로 일시적인 저하로([그림-3] 참조) 긴급정지의 원인은 계통전압의 이상변동에 의한 것으로 판단되었다.

재 기동의可否판단을 함에 있어 로터 회전속도의 Down되는 모양이나 윤활유 온도의 변화 등을 조사한 결과 기계적인 손상은 없었다고 판단되어 재기동하여 운전을 재개 하였다. 또한 운전 재개 후 또 다시 주변조사를 계속한 바 긴급정지시각 부근에서 강한 낙뢰의 의한 계통전압의 이상변동이 발생된것이 판명되었다.

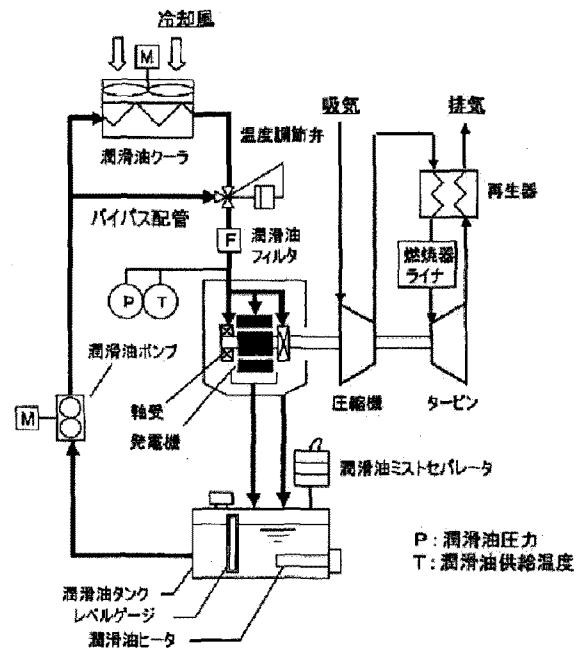
#### 4. Long Range Data를 이용한 故障 豫知事例

Long Range Data는 15분, 30분, 또는 60분의 간격으로 취득하고 Data의 추이를 분석하는 것으로 經年에 의한 기기의 不調를 사전에 예지하는것이 가능하다. 다음에 Long Range Data를 사용한 고장 예지 사례를 소개한다.

[그림-4]에 표시한 Data는 Micro Gasturbine의 윤활유 압력과 윤활유 공급온도의 약 1년간에 걸친 Long range data이다. 당사의 Micro Gasturbine은 [그림-5]와 같이 발전기 스테이터의 냉각과 축수의 潤滑을 하나의 윤활유를 사용하고있다.



[그림-4] 윤활유압력과 윤활유 공급온도의 Long range data



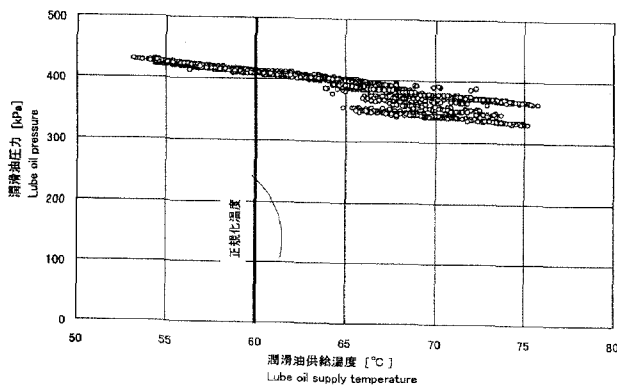
[그림-5] 윤활유계 P&I Flow도

윤활유 펌프로 펌핑된 윤활유는 윤활유 냉각기에서 냉각된다. 윤활유의 과냉각을 방지하기 위하여 윤활유 쿨

러를 Bypass하는 배관과 온도 조정변이 설치되어 Bypass 유량을 제어하여 윤활유 온도를 조정하고 있다.

그러나 **익스식의 온도조절변을 이용하는 경우도** 있어서 윤활유 온도는 장기적으로는 흡기온도의 영향을 받아 변화된다. 즉 윤활유 공급온도가 동절기에 내려가고 하절기에 올라가므로 윤활유 압력은 역으로 동절에는 높고 하절에는 낮아진다. [그림-4]는 동절기로 부터 하절기에 걸쳐 윤활유 압력이 완만하게 저하되는것을 표시하고 특히 이상이 없는것과 같이 보인다. 이것을 횡축에 윤활유 공급온도, 종축에 윤활유 압력을 표시하면 [그림-6]과 같이 표시된다. 윤활유 공급온도와 압력은 본래 직선적인 관계인 고로 Data는 일직선상에 분포하는 것으로 생각되나 [그림-6]은 넓게 분포되어 있다. 이 분포경향을 時系列로 분석하기 위하여 압력 저하의 경향을 일정하게 하여 개개의 Data로부터 윤활유 공급온도 60°C로 규정화시킨 윤활유압력을 계산으로 구하였다. [그림-7]은 정규화 윤활유 압력의 Long range data를 표시한다. 그래프로부터 윤활유 압력이 어떤 시점부터 저하경향을 나타낸다는것을 알게되었다. 윤활유 압력의 저하는 윤활유탱크 내의 윤활유 량 감소와 윤활유의 거품발생에 의한 것이라고 예측하고 있기 때문에 긴급성은 없다고 판단하고 저하 경향이 나타나고 약 1개월반 후의 마이크로가스터빈 계획정지 시에 윤활유의 보충과 윤활유 Seal용 공기 Buffer Line의 청소를 실시하였다. 정비 후 윤활유 압력은 회복되고 일정치를 유지하면서 운전을 계속하고 있다.

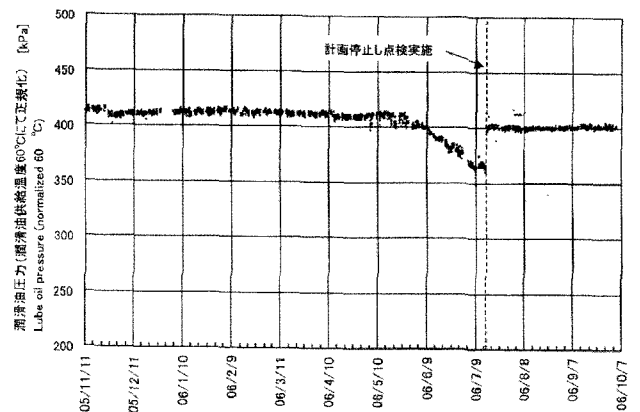
이로서 기기의 고장 예지나 On Condition Maintenance의 가능성이 넓어졌다. 이상과 같은 Data를 분석함으로써 당사의 Micro Gasturbine Cogeneration System의 연간 평균가동 신뢰성과 기동성은 99.9%를 초과하여 高稼動 信賴性和 高起動 信賴性を 실현하였다.



[그림-6] 윤활유 압력과 윤활유 공급온도의 관계

## 5. 맺는 말

원격감시시스템을 활용하므로서 각 부분에서 가동되는 Micro Gasturbine Cogeneration System의 각종 Data의 취득과 보존이 가능하게 되고 원격감시 Data를 이용한 고장진단이나 고장예지, 예방보전이 유효하게 실천하는것이 가능하게 되었다. 또한 10mm 초 주기의 고속 Trend Data를 이용한 고장진단의 수법을 독자적으로 고안하고 각종 고장진단 사례를 추적하여왔다. 이로서 긴급정지시의 再起動 可조판단이 신속히 행하여지고 대처가 필요한 경우에는 고장 원인을 Data로부터 분석하여 그 내용을 간소화 할 수 있으므로 설비의 정지시간을 최소한으로 하고 Micro Gasturbine Cogeneration System의 가동 신뢰성 향상을 이룰 수 있게 되었다.



[그림-7] 정규화윤활유압력의 장기 Trend Data

또한 15분 주기의 Long range data를 이용한 정규화수법에 의하여 기기 열화의 진행을 명확히 파악할 수 있게 되었다.

이로서 기기의 고장 예지나 On Condition Maintenance의 가능성이 넓어졌다. 이상과 같은 Data를 분석함으로써 당사의 Micro Gasturbine Cogeneration System의 연간 평균가동 신뢰성과 기동성은 99.9%를 초과하여 高稼動 信賴性和 高起動 信賴性を 실현하였다.

Micro Gasturbine은 복잡한 기기로 구성된 발전 설비이나 운전상태의 변화는 명확히 Data 상에 나타난다. 금후에도 분석수법을 개량하거나 신규로 고안하여 원격감시에 근거한 不適合發生 前の 整備를 推進하여 새로운 신뢰성 향상을 도모한다. ◇