

보다 과다하게 암모니아를 공급하거나 정상운전 온도 이하 등 비정상운전 조건상태에서 운전시 미반응된 암모니아가 대기 중으로 배출되어 제2의 오염원을 배출할 우려가 있다. 따라서 SCR 운전시 정상운전을 유지되도록 각별한 주의가 요구된다. 암모니아 slip을 확인하기 위해 SCR 전·후단에서 동시에 암모니아 농도를 측정하였다. 측정결과 전단의 평균농도는 0.165 ppm이고 후단의 평균농도는 3.957 ppm으로 측정되었다. 전단의 암모니아가 검출된 이유는 촉매 1단에 설치된 암모니아 공급 장치에 공급된 암모니아의 와류 현상으로 전단에서 검출된 것으로 평가되며 이는 본 기술에 설치된 암모니아 공급 장치를 와류가 발생하지 않고 촉매와 완전 혼합될 수 있도록 개선이 필요하며 암모니아 공급 장치를 개선될 경우 NOx 제거 성능은 향상될 것으로 사료된다.

암모니아는 자체가 유독성이 있으므로 안전을 요하는 물질이다. 순도 99.7%의 액화 암모니아를 기화

시켜 NOx의 환원제로 사용하므로 항상 암모니아의 누출에 대한 대책이 필요하며 탈질 시설 주변에 암모니아 센서를 부착하여 대기 농도 중 암모니아 농도가 10 ppm을 초과하면 시설 상부에 있는 살수시스템이 작동되어 대기 중 암모니아를 용해시켜 제거하는 시스템으로 구성되어 있었다. [그림 6]



[그림 6] 암모니아 누출 감지 센서

18MW Cogeneration System

※본 자료는 일본 열병합발전센터 자료에서 발췌·번역한 것임

1. 머리말

근래, 지구환경보전과 온난화와 관련하여 CO2삭감 문제와 에너지 유효이용의 관점에서 전기를 필요로 하는 장소에서 필요한 양을 발전하는 분산형 에너지 시스템의 보급이 급속히 진행되고 있다. 이와같은것을 배경으로 당사에서는 20MW급 가스터빈 L20A를 2000년에 개발하였다. L20A는 자사의 개발제품으로 당사가 오랫동안 가꾸어온 산업용 중 소형 가스터빈의 개발기술을 기초로 설계하였다.

.. 1년 후인 2001년 10월, L20A 상용 1호기를 장착한 열병합발전 발전설비를 당사 明石공장에 건설하였다.

2. 건설의 목적

川崎重工業(株) 明石工場은 5000명의 -인원으로 2륜차, 산업용 로봇, 항공선박발전용 가스터빈 등을 개발하여 생산하는 주력공장이다.

공장의 조업에는 3만5천kW의 전력과 매시 40톤의 증기가 필요하다.

열병합발전 발전설비는 공장의 Peak전력수요의 50%와 증기수요의 대부분을 공급한다.

공장의 건설목적은 다음과 같다.

- ① 공장의 전력과 증기의 에너지비용 삭감 및 종합적인 환경보전.

- ② 모델공장으로서의 Show Room.
- ③ 신개발 L20A의 장시간 실증운전.
- ④ 고객에 대한 운전 및 보수에 관한 교육. 발전설비의 외관을 그림-1에 표시하였다.

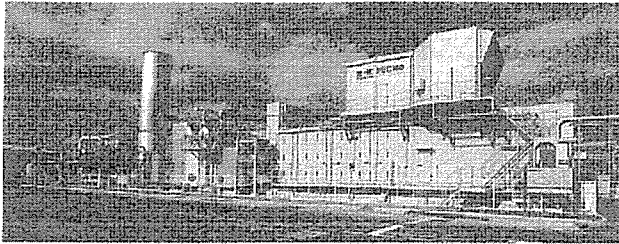


그림-1. 발전설비 외관도

3. L20A 가스터빈의 특징

L20A는 당사의 고효율고신뢰성을 자랑하는 6MW class 가스터빈「M7A」의 기술과 산업용 중,소형 가스터빈의 기술을 모체로 LifeCycle Cost의 최소화를 Concept로 개발하였다.

또한 L20A는 가스터빈 발전장치와 배열회수보일러를 조합한 열병합발전시스템이나 증기터빈을 보드밍사이클로 한 Combined Cycle발전 Plant의 용도에 최적의 가스터빈이다.

L20A는 5단의 可變靜翼을 포함하여 11단 구성의 고압력비 축류압축기, 3단구성 고부하 공냉터빈, 8개의 관형연소기 등 다수의 최신기술을 채택하였다.

주요한 특징은 다음과 같다.

① 고효율

가스터빈 單體의 열효율은 산업용 20MW급 가스터빈으로는 세계최고수준인 35%이다. 또한 열병합발전시스템의 종합열효율은 80% 이상, Combined Cycle 발전Plant는 47%를 초과하는 발전효율을 실현하였다.

② 고신뢰성

Overhaul 수명 40,000시간의 고 내구성을 실현하고 車室水平 二分劃構造와 보아스코프 點檢孔을 설치하여 보수Maintenance가 용이하다.

③ 고배열회수

배열회수에 적당한 高溫度 (545oC) 의 배가스를 얻을 수 있다.

④ 저NOx

稀薄豫혼합연소방식을 채택한 드라이 低Emission 연소기를 장착, NOx 배출치 23ppm이하이고 환경부하가 극히 낮은 가스터빈이다.

L20A의 주요현황과 조립단면도를 표-1 및 그림-2에 각각 표시하였다.

표-1. L20A 가스터빈 주요성능 (성능)

출 력	18,000kW
열 효율	35%
회 전 수	9420rpm
공기유량	57kg/s
압 력 비	18
빈입구온도	1250oC
배기온도	545oC
Emission	NOx<23ppm(O2:15%환산) CO<25ppm (O2:15%환산)

(구조)

형 식	단순개방 1축식
크 기	L6.6m×H2.7m×W2.2m
중 량	14ton
압 축 기	축류11단
연 소 기	8관형
터 빈	축류3단

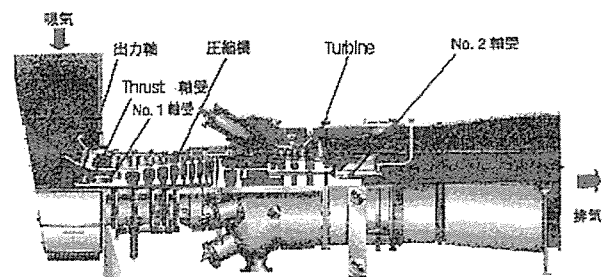


그림-2. L20A 가스터빈의 조립단면도

4. PLANT 설비사양

Plant는 L20A 1대와 배열회수보일러 (HRSG) 1대로 구성되어 있고 脫硝장치를 설치하여 배출 NOx의 저감을 도모하고 있다. 설비사양은 발전단출력

18MW, 송기증기량 36t/h, 송기증기조건 1.0MPa (포화) 이다. 발전전압은 장래의 단독운전을 고려하여 6.6kV를 선택하였으나 현재 승압하여 관서전력의 수전전압인 77kV 라인에 접속되어 있다. 표-2에는 설비 사양을, 그림-3에 시스템Flow를 각각 표시하였다.

표-2. 설비사양

시스템	열병합발전
운전형태	SS운전(DailyStar&Stop)
원동기	L20A 가스터빈
연료	도시가스 13A
발전단출력	18000kW (대기온도8℃)
발전단효율(LHV)	33.5%
발전전압	6600V
주파수	60Hz
발생증기량	36t/h
송기증기조건	1.0MPa (포화)
NOx배출농도	2.3ppm(탈초출구 10%O2)

장치, 탄산가스 소화장치가 장착되어 있다. 흡기 Filter는 3단식이고 흡기소음기와 함께 Enclosure 상부에 설치되어 있다. 機側 소음수준은 85dB (A) 이하이다.

가스터빈패키지 구조도를 그림-4에 표시하였다.

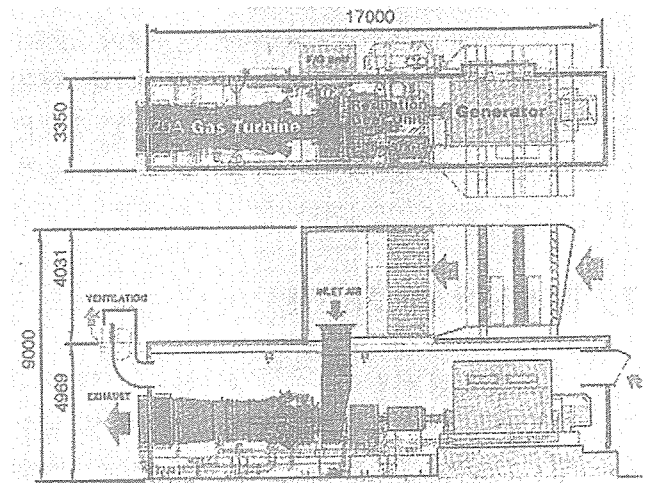


그림-4. 가스터빈 패키지 구조도

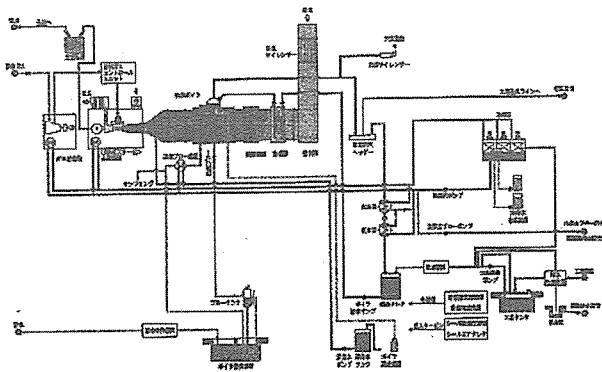


그림-3. System Flow

5. GasTurbine Package

GasTurbine Package는 가스터빈, 감속장치 및 시동모터를 板上에 장착하고 별도로 장착한 발전기와 함께 Enclosure로 둘러싸여 있다. 윤활유탱크는 帶板과 일체구조이고 윤활유 관련보조기기는 패키지 내에 장착되어 있다.

가스터빈 본체의 케이싱은 패키지 내에 常設된 Chain Block으로 개방하고 Enclosure 천정을 열어 가스터빈 본체의 교환이 가능하다. Enclosure에는 환기

6. 전기 및 제어시스템

이 공장은 4대의 CRT를 갖는 DCS (Distributed Control System)로 운전하게 계획되었다.

이 DCS System은 그림-5에 표시한 바와 같이 HMI (Human Machine Interface) 라는 2대의 퍼스널 컴퓨터와 공장을 구성하는 각 설비를 제어하기 위한 가스터빈 제어장치, HRSG, 발전기 제어장치, 보조기 기종합제어장치를 BUS Line으로 결합하였고

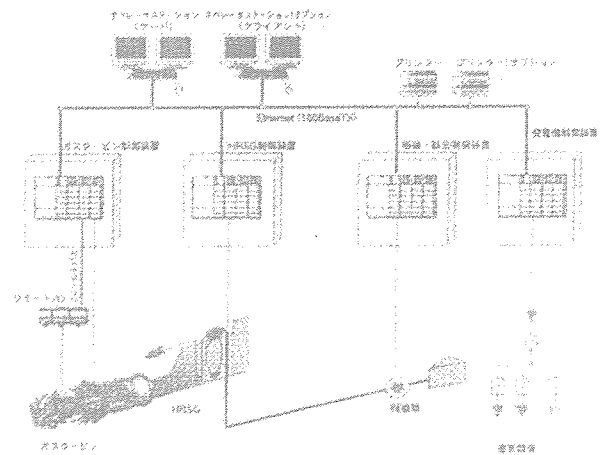


그림-5. DCS의 구성

Hardware는 용이하게 입수가 가능한 범용성 있는 기기를 채택하였다.

이 공장은 전자동운전을 기본으로하여 기동부터 정지까지의 제반 조작이 DCS의 CRT, 마우스 및 키보드로 가능하다. 가스터빈의 Purge부터 정격부하까지의 운전은 CRT상의 기동단추를 마우스로 클릭함으로써 자동제어되고 또한 가스터빈에 연동하여 HRSG와 보조기기류도 동일하게 자동으로 제어된다. 특수운전의 요구를 실현하기 위한 반자동운전 및 개별운전의 기능도 마우스 조작으로 가능하다. 공장의 운전 상황은 CRT 화면에 표시된다.

7. 건설공사 및 시운전

2000년 4월 실행계획이 승인된 후 상세설계를 개시하였다. 발전소 부지 정비후 11월에 토건공사를 착수하여 電路, 가스관 부설, 수조 신설, 증기배관 부설, 수전설비 개조 등의 발전소 부지 이외의 Infra정비공사를 실시하고 6월에 완료하였다. 한편 4월부터 기기의 설치를 개시, 8월에 공사를 완료하고 계속해서 시운전 調整을 개시하였다. 가스터빈 점화 및 계통으로의 투입을 10월초에 실시하고 10월말에 정격부하에 도달하였다. Plant 출력, 효율, NOx치 등 소정의 성능이 만족한것을 확인하고 11월부터 실증시험을 개시하였다.

그림-6에 가스터빈 출구 NOx, CO Data를, 표-3에 건설공사 공정표를 각각 표시하였다.

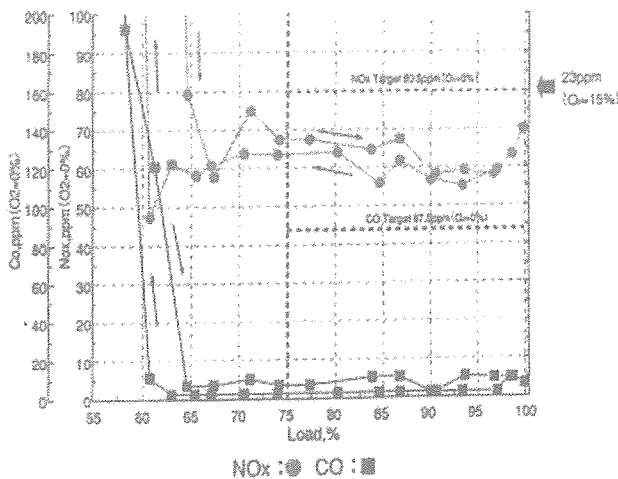


그림-6. 가스터빈출구 NOx, CO

구분	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
주요공정												
내부공정												
외부공정												
기타공정												
합계												

표-3. 건설공사 공정표

8. 표준 Combined 발전시스템

분산형전원설비의 요구에 대처하기 위하여 표-4에 표시한 4가지 Case의 표준 Combined 발전Plant의 기본계획을 완료하였다. 2GT+1ST와 1GT+1ST (GT: 가스터빈, ST: 증기터빈) 및 해수 또는 냉각탑 순환수에 의한 復水冷却을 組合하였다. 2GT+1ST의 구성으로 48%의 고 발전단효율이 되고 분산형전원용으로 충분히 경쟁력이 있는 Plant 이다.

표-4. 표준Combined 발전시스템

	냉각탑냉각방식		해수냉각방식	
	1대	2대	1대	2대
가스터빈 대수	1대	2대	1대	2대
증기터빈 대수	1대	1대	1대	1대
발전단출력효율				
가스터빈출력	17.1MW	34.2MW	17.1MW	34.2MW
증기터빈출력	7.6MW	15.8MW	7.8MW	16.2MW
Plant출력	24.7MW	50.0MW	24.9MW	50.4MW
Plant발전단효율	47.1%	47.7%	47.4%	48.0%

9. 맺는말

금후에는 운전관리 등의 가동실적 DATA를 축적하면서 Pilot Plant로서 에너지관련의 Solution Business로의 기여가 기대된다.