

게 된다.

ESFS(에너지공급 재정조달계획)계약에 대한 결심은 Land Rover사가 지금 전력공급의 안전성 향상과 실질적인 비용절감을 가져다주는 6,500,000GBP 가격의 현대적인 열병합발전을 사용하고 있다는 것을 의미한다.

추가적인 극히 값어치있는 이익은 배출수준 감소에 있다. 166TJ의 에너지 절약은 매년 CO² 배출을 51%를 감소시키고 천연가스연소 희박연소엔진을 사용하므로써 Sulphur Dioxide 배출을 100% 삭감

하고 있다. 이 사업에 Land Rover사는 대단히 만족하고 있으며 이 사업의 성공후 추가로 5개의 열병합시스템을 Solihill에 설치하였고 투자를 하지 않고 절약되는 총절약금액은 연간 450,000GBP에 달한다. 이 시스템은 Cowley에 있는 Rover사의 대형 자동차공장에도 똑같이 설치하였다. 이 사업의 포인트는 제조업체 또는 다른 어느 곳이든 분산형 소형 가스엔진 열병합발전시설 설치에 있다는 것을 입증하고 있다.

해외 기술정보 2. 호텔에서의 열병합발전 도입 · 운용사례 (일본)

1. 서 언

이바라키 교토히텔은 오사카의 위성도시로 발전을 계속하고 있는 이바라키시에 1992년 7월에 시티호텔로 개점하였다. 이 호텔은 호텔로서의 기능이 지역환경에 주는 영향이나 입지조건에서 지역성이 풍부한 문화·건강·휴식과의 조화를 테마로 「물과 녹음과 빛」을 기본개념으로 계획되어 보다 양질로 다기능한 공간서비스를 제공함과 동시에 저공해 자원절약 에너지공급의 복합화를 위하여 가스열병합발전을 도입하였다.

2. 건축 개요

이바라키 교토히텔의 개요는 다음과 같다.
건축장소 : 오사카부 이바라키시 나카보새기 1-1-10
부지면적 : 7,168,67m²
건축면적 : 4,201,29m²
연 면 적 : 17,769,09m²
층 수 : 지하 1층 지상 8층 옥탑 1층
최고높이 : 30.95m
구 조 : RC조·SRC조·S조
건물내용 : 객실 103실, 대중소 연회장 6실, 스포츠센터

3. 열병합발전 도입경위

호텔에서는 24시간 전력·열부하가 있고 또한 설비의 정지가 허용되지 아니하기 때문에 에너지절

약도 되면서 에너지공급의 복합화를 도모하는 것이 요망되었다.

그리하여 1차에너지(도시가스)에서 효율이 양호한 2차에너지(전력+열)을 생산하는 열병합발전 시스템을 도입하므로써 에너지절약·비용절약과 전력·열에너지공급의 복합화를 도모하였다.

4. 설비 개요

4-1. 전기 설비

수변전설비 : 변전기기는 몰드형을 사용하고 열병합발전기와 계통연계(열병합 발전기 200kW×2기)
변압기용량 3,025KVA
최대전력 1,000KW
발전설비 : 비상용 디젤엔진 350KVA×3φ×210V
상용 가스엔진(가스 열병합발전시스템) 250KVA×3φ×6,600V
축전지설비 : 부하-수변전기기(차단기, 리레), 비상조명
간선설비 : CV 케이블+케이블럭
전등 1φ3W210/105V 동력3φ 3W210V
조명설비 : 접객부분 백열등, 다운라이트, 형광등
간접조명 뒷부분 형광등
설계조도 : 로비- 150LX 연회장 300LX
객실복도 150LX 사무실 500LX
중앙감시설비 : 운전제어, 상태감시, 계측
기타 : 호텔정보관리시스템(POS, 룸인디케이터,

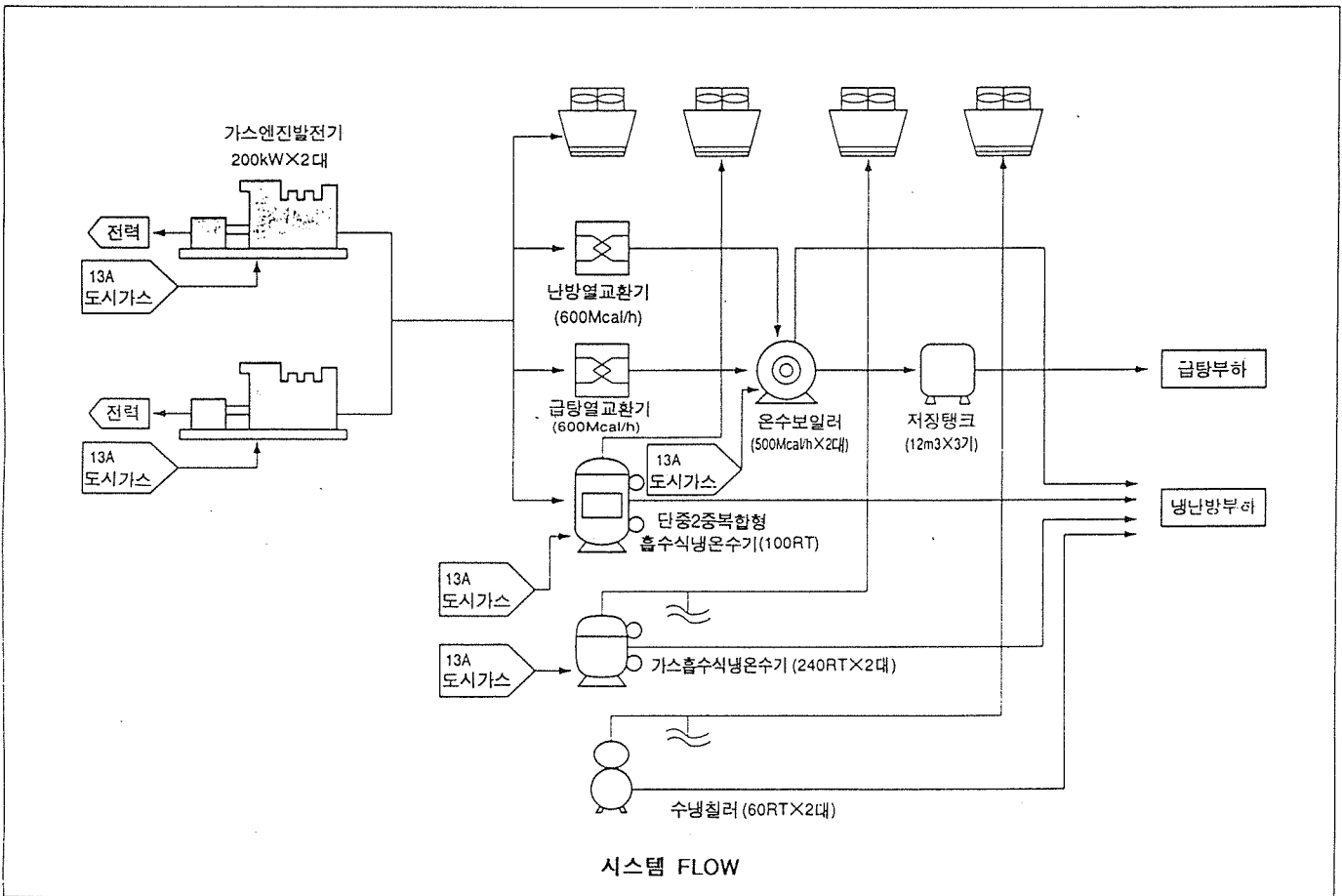
유료 TV)

4-2. 위생 설비

- 급수 : 중력식(사용수량 260m³/日)
 급수조용량 150m³ 고위수조용량 50m³
- 급탕 : 음료용 개별식(전기온수기),
 세면·욕조·중앙보일러 2대,
 온수플장 열병합발전 배열이용, 저장조
 12m³×3기
- 배수 : 1층이상은 오수·잡배수 합류에 의한
 자연배수, 지하층은 분류식으로 기계배수
- 소화 : 스프링쿨러+보조산수전 전관설치
 할론소화 지하주차장·지하설비 기계실

4-3. 공조환기 설비

- 설계조건 외기 하기 34.6℃ 53%
 동기 -1.1℃ 60%
- 실내 하기 25.0℃ 50%
 동기 22.0℃ 55%
- 공조방식 객실 : 외조기+4관식 웬코일유닛드
 연회장 : 4관식 공조기
 음식점 : 공조기+웬코일유닛드
- 냉방부하 부하합계 547USRT(0.03USRT/m²)
- 난방부하 부하합계 1,710×10³kcal/h(95.2kcal/h·m²)
- 공조계통 저속 16계통, 환기풍량 풍량합계
 458×10³m³/h(25.5m³/h·m²)



주요열원기기 사양

가스엔진 발전기 (2대)	메이커·형식	신강조기·MGS12V12AE
	정격출력(전압)	200kW(6,600V)
	열출력	300Mcal/h(91℃→81℃)
	가스소비량	57.4m ³ /h
	외경(mm)	W=2,270 L=4,400 H=3,300
가스흡수식 냉온수기 (2대)	메이커·형식	삼양전기·TSA-BUN-240CGZ
	냉방능력(가스소비량)	240RT(65.4m ³ /h)
	난방능력(가스소비량)	800Mcal/h(86.2m ³ /h)
	외경(mm)	W=2,370 L=4,040 H=2,110

단중2중 복합형 흡수식 냉온수기 (1대)	단중 효율	메이커·형식	삼양전기·TSA-AUWL-135CG
		냉방능력	100RT
	2중 효율	입열량	435.5Mcal/h(88℃→83℃)
		냉방능력(가스소비량)	100RT(27.3m ³ /h)
가스온수 보일러 (2대)	단중 효율	난방능력(가스소비량)	455Mcal/h(49.1m ³ /h)
		외경(mm)	W=2,300 L=3,960 H=2,665
	메이커·형식	소화주공·SV-500G	
수냉칠러 (2대)	단중 효율	급탕능력(가스소비량)	500Mcal/h(56.1m ³ /h)
		외경(mm)	W=1,570 L=3,490 H=1,665
수냉칠러 (2대)	단중 효율	냉방능력	60RT

5. 열병합발전 운전실적

1992년 11월부터 1년간의 운전상황을 보면 계측 포인트는 58개소이고, 전력 열량데이터는 1시간 적산치, 온도데이터는 1시간간격의 순간치로 계측하였다.

데이터수집은 중앙감시장치(비렉스)에서 행하고 1개월마다 플로피 디스크에 Back-up하여 PC로 집적 및 해석하였다. 에너지효율분석에 있어서는 저위발열량 기준(가스구분 13A, 발열량 9,930kcal/m³)로 하고 열병합발전보조동력(발전기실 환기팬·냉방전용 펌프 및 발전기전용 냉각수 펌프)를 포함한 발전단 효율로 평가하였다.

5-1. 에너지 소비량 계측결과

전력·가스의 사용량을 그림 1, 그림 2에 냉방·난방·급탕의 열수요량 내역을 그림 3에, 부하예측치와 실적치와의 비교를 표1에 나타내었다. 전력부하에 관하여는 피-크일의 예측치와 실적치가 거의 일치하고 있지만 연간수요량의 실적치는 예측치를 하회하였다.

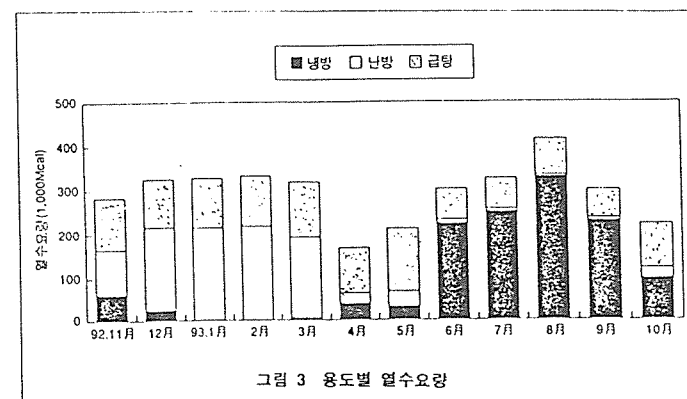
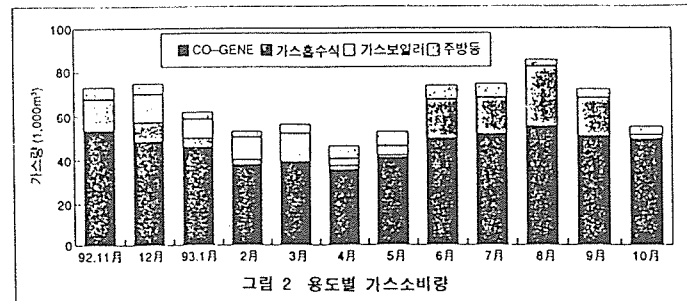
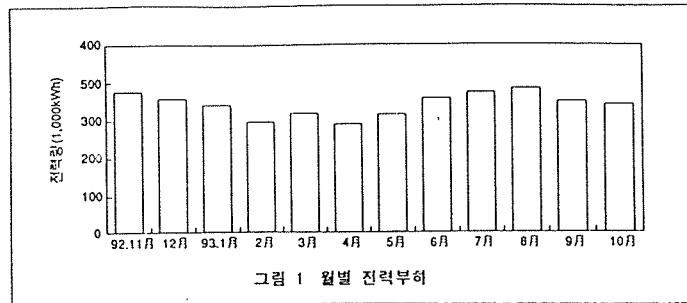


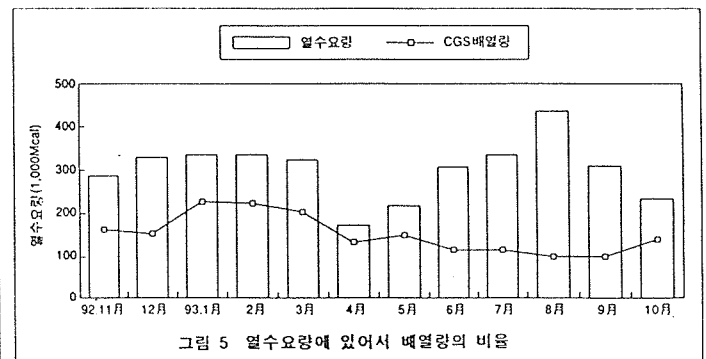
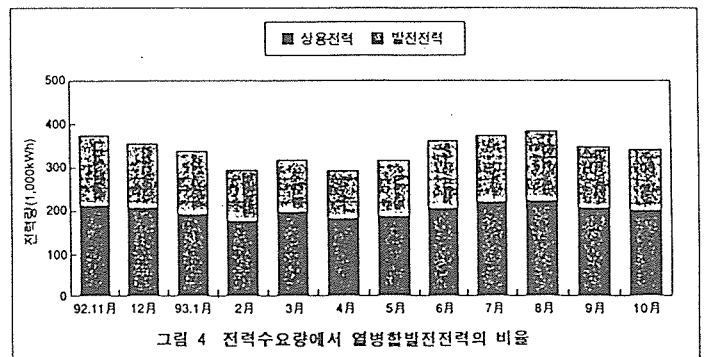
표 1. 전기 열수요량

	피크량(1/m ² .h)		연간수요량(1/m ² .a)	
	예측치	실측치 ¹	예측치	실측치 ²
전 력	60W	53W('93 10/10)	304kWh	215kWh
냉 방	102Kcal	85Kcal('93 10/4)	84Mcal	75Mcal
난 방	75Kcal	56Kcal('94 1/21)	55Mcal	58Mcal
급 탕	40Kcal	24Kcal('94 1/21)	123Mcal	68Mcal

*1: '93. 8/1~'94. 2/28에 의함.

*2: '93.11/1~'94.10/30에 의함.

열부하에 관해서는 난방부하의 연간수요량이 실적치와 예측치가 거의 일치하고 있는 것을 제외하고 실적치가 예측치를 하회하였고 특히 급탕부하는 그 차가 현저하다.



5-2. 열병합발전 에너지 공급비율

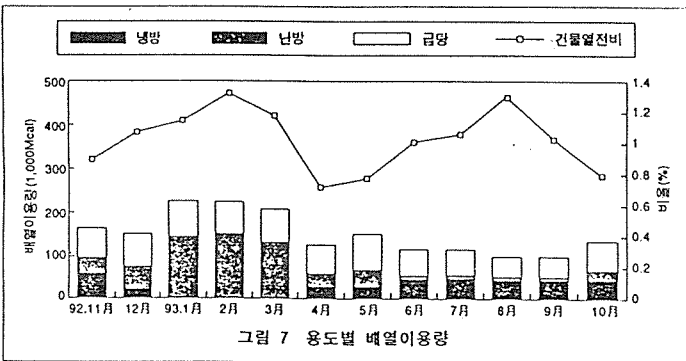
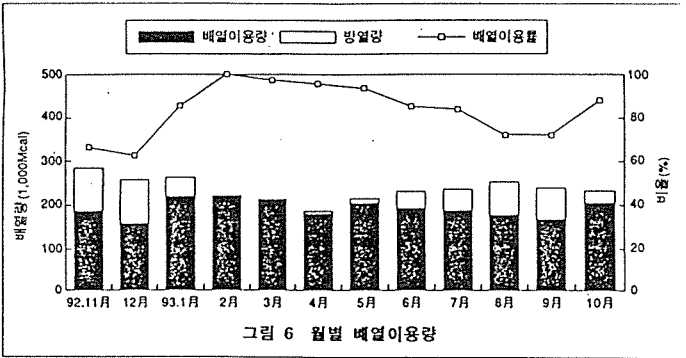
열병합발전의 운전제어는 전력부하 추종운전방식을 행하여 운전개시부터 큰 고장없이 순조롭게 운전하였다. 연간 전력수요량, 열수요량에 점하는 열병합발전비율은 그림 4, 그림 5 및 표 2에 나타내었다.

표 2. 연간 전력수요량 열수요량에 점하는 CGS비율

항 목	단 위	연간 사용량	CGS의 비율(%)
전 력 량	kWh	4,094,121	41.0
냉방열량	Mcal	1,642,174	39.6
난방열량	Mcal	1,030,748	58.9
급탕열량	Mcal	1,084,570	75.2

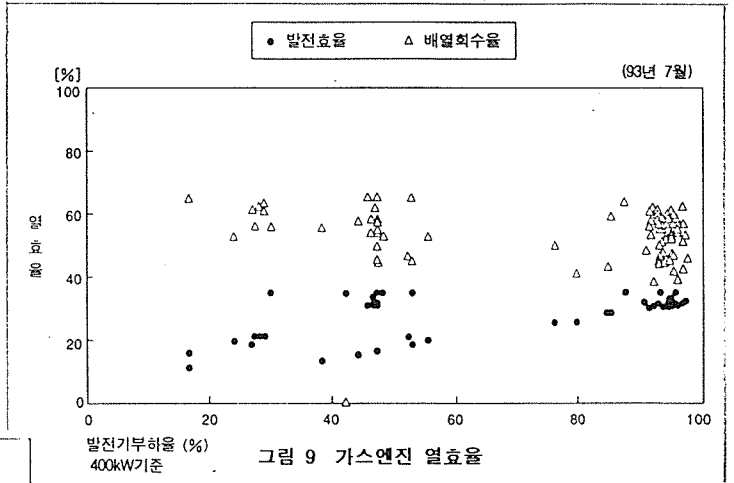
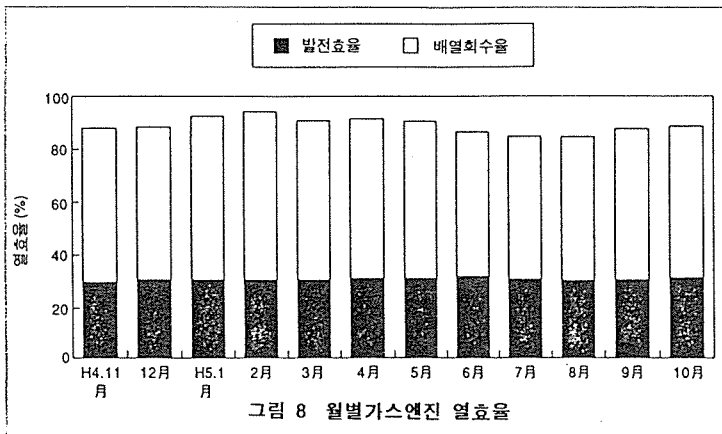
5-3. 열병합발전 배열이용

그림 6에 월별배열이용량, 그림 7에 용도별 배열이용량의 추이를 나타내었다. 1992년 11, 12월에 대하여 1993년 1월은 열병합발전배열이 유효이용되도록 급탕온도의 설정변경에 의한 가스보일러의 강제정지, 가스흡수식 냉온수기의 난방출력을 억제하기 위한 작동설정온도의 변경을 한 결과 배열이용이 많게 되었다. 하계에 있어서 배열이용율이 낮은 이유는 급탕수요의 저하에 따라 배열이 충분히 사용되지 아니하였기 때문이다.



5-4. 가스엔진 효율

가스엔진의 발전효율, 배열회수효율을 그림 9에 나타내었다. 종합효율의 월별 평균치 88.6% (내역: 발전효율 29.8%, 열회수효율 58.8%)이며, 엔진의 정격운전시의 열효율 82.8% (내역: 발전효율 30.2%, 열회수효율 52.6%)에 가까운 값을 나타내고 있다.



5-5. 에너지 절약

표 3에 건물열전비, 1차에너지 소비량, 열병합발전의 에너지절약율의 월별추이를 나타내었다. 건물의 열전비는 냉방·난방·급탕의 열수요량과 전력량(열환산치)과의 비로 0.81~1.33을 나타내었다. 일반적으로는 값이 크면 클수록 열다용의 건물로 열병합발전의 배열이용이 용이한 경향이 있다. 1차에너지 소비량은 가스·전기·열의 구입량을 대표하는 값이며 값이 적을수록 에너지절약 시스템이라고 말할 수 있다.

CGS 열병합발전의 종래방식(가스흡수 냉온수기+가스보일러방식)에 대한 1차에너지 소비량의 삭감 비율은 0.1~15.0%로 추이하여 월별평균치가 4.0%로 열병합발전이 에너지절약 시스템이라고 할 수 있다.

표 3. 에너지 절약율

월		1992.11	12	1993.1	2	3	
건물열전비	cal/cal	0.88	1.06	1.13	1.31	1.12	
1차에너지 소비량	CGS	Gcal	1,183	1,176	1,039	916	992
	종래방식	Gcal	1,216	1,227	1,184	1,077	1,132
	차	Gcal	-34	-51	-145	-161	-139
에너지 절약율	%	2.8	4.1	12.3	15.0	12.3	

4	5	6	7	8	9	10	計
0.74	0.81	1.19	1.16	1.33	1.13	0.86	1.07
852	922	1,148	1,185	1,286	1,121	962	13,487
925	1,010	1,191	1,218	1,287	1,131	1,023	14,046
-73	-88	-44	-33	-1	-10	-61	-558
7.9	8.7	3.7	2.7	0.1	0.9	6.0	4.0

5-6. 열병합발전 경제성

표 4에 1992년 11월부터 1993년 10월까지의 실측 데이터에 의한 열병합발전시스템 데이터와 함께

종래시스템의 경제성을 비교하였다.

표 4. 경제성 비교

시 스템		CGS	종래방식 (가스시스템)
전력·가스소비량	상용전력(Mwh/년)	2,416	3,840
	CGS발전전력(Mwh/년)	1,678	0
	가스소비량(m ³ ×1000/년)	762	464
에너지 비등	전력비(천엔/년)	50,249	77,020
	가스비(천엔/년)	39,410	37,577
	CGS보수비차액(천엔/년)	5,073	0
합 계(천엔/년) 종래방식에 대한 비율		94,732 (82.7%)	114,597 (100%)
투자비 회수기간(년)		5	-

6. 종합평가

- 1992년 11월부터 1993년 10월까지의 1년간에 대하여 에너지계측을 하였는데 가스엔진에 큰 고장없이 순조롭게 운전되고 있다. 전력사용량에 대한 열병합발전비율은 41% 였다.
- 시스템 평가는 열병합발전과 종래방식과의 비

교에 의하여 하였다. 경제성은 열병합발전 채용에 따라 종래방식보다 연간 에너지비가 17.3%, 1차에너지 소비량으로 4%정도 삭감되었다.

- 열병합발전운전은 배열이용면에 있어서 양호한 결과를 나타내어 급탕·난방수요에 대하여는 열병합발전의 배열이 충분히 이용되고 있다고 할 수 있다.

7. 결론

당 호텔이 개점되어 약 3년 반이 지났고 그동안 시스템은 큰고장없이 순조롭게 가동되고 있다. 그러나 시설의 가동을 개점하여 1년간 계측하였기 때문에 안전성이 없이 시스템의 경제성·신뢰성의 평가를 하는 것은 아직 충분하다고는 할 수 없겠으나 92년 11월과 93년 10월의 배열이용량의 실적으로 명확하여졌고 그후의 1994년 1월부터 12월의 실적을 고려하여 판단하면 투자비 회수년수는 약 5년정도로 생각되어진다.

이와같이 이번의 축적된 데이터를 기초로 최적운전·운전방법·적정한 정비등에 참고가 될 것을 기대한다.

해외 기술정보 3. 열병합발전용 증기터빈 (열병합발전 핸드북:일본)

1. 증기터빈 시스템

이 시스템은 보일러에서 연료를 연소시켜 발생한 고압·고온 증기를 터빈으로 이끌어 팽창시켜서 열에너지를 기계에너지로 변환하는 것이다.

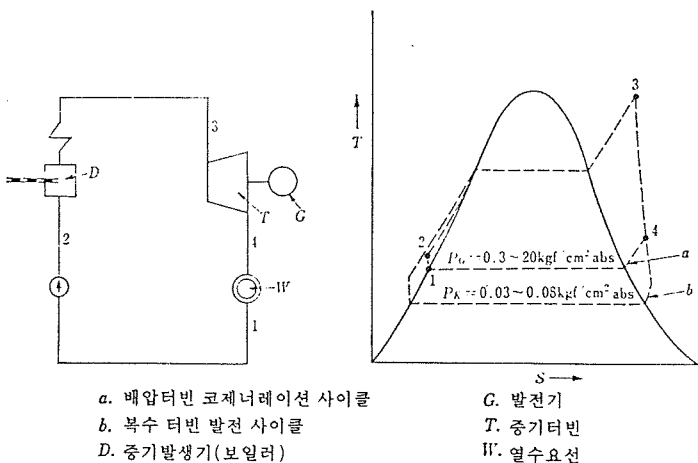
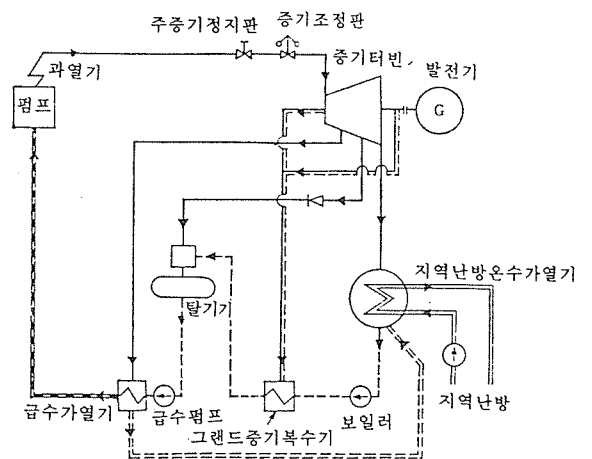


그림 1. 배압터빈 코제너레이션의 관념도와 ST선도상에서의 사이클도

그림 1의 랭킹사이클이 그 기초가 되고 있다. 그림 a에 배압(背壓)터빈을 사용한 코제너레이션 시스템에서의 사이클, b에 콘텐서의 터빈을 사용한 발전소의 사이클을 나타냈다.



<배관기호설명>

—	증기	==	증기난방순환온도
—	보일러급수	==	누설증기
---	복수	==	급수가열기그랜드

그림 2. 증기터빈 코제너레이션 시스템