

특집 / 건물의 에너지절약 사례

저온흡수식 냉동기 적용사례

1. 일반현황

가. 회사현황

- 1) 회사명 : 롯데월드
- 2) 소재지 : 서울특별시 송파구 잠실동 40-1
- 3) 대표자 : 김응세
- 4) 연면적 : 558, 304, 12㎡
- 5) 직원수 : 1, 250명
- 6) 설립년월일 : '88. 9. 6 (HOTEL LOTTE WORLD OPEN)
'89. 7. 12 (LOTTE WORLD ADVENTURE OPEN)

나. 건물 및 주요시설내역

사업 부문	시 설 명	층 수 지상/지하	연면적 (평)	세부 시설 내역 .
레저 부문	롯데월드 어드벤처	9F/B3F	20,909	탑승시설, 관람시설, 공연물, 상품점, 기타 편의시설
	매직 아일랜드	석촌호수	5,772	마법의성, 탑승시설, 관람시설, 공연물, 기타 편의시설
문화 부문	민속관	쇼팽몰3F	3,386	역사 문화 전시관, 모형촌, 전통예술공연장, 8도 저자거리
	문화센터	백화점10F	2,000	각종 문화교육프로그램
연극장, 영화관	연극장	L, W/A B1F	976	예술극장, 시네마
	젊음의광장	L, W/A B1F		뮤직박스, 잠실대학교
스포츠 부문	롯데월드 스워밍	4F/B3F	4,000	실내복합수영장
	스포츠센터	9F/B3F	5,158	회원제헬스클럽, 헬스클리닉
아이스파크	아이스파크	L, W/A B3F	1,365	스케이트 링크, 보울링
	유류 부문	백화점	12F/B3F	29,393
수퍼마켓	수퍼마켓	6F/B3F	9,723	상품매장, 예식장, 연회장
	쇼팽몰	2F/B3F	12,552	전문상점가, 재래시장, 은행
호텔	호텔	33F/B3F	22,942	객실 535실, 대연회장(1,500명 수용), 실내수영장
특이 시설	시민광장	백화점B1F	1,007	각종 문화교육프로그램
	지하주차장	B4F/B1F	44,263	주차가능대수 5,400대
에너지	열병합발전실	백화점B3F	873	발전용량 35,400KW
	나선형에스컬레이터	쇼팽몰1F	-	국내 최초 설비
	승강기설비	-	-	E/V 80대, E/S 94대
상대리	백화점	-	-	세계최대, 높이 12M

글/김용술

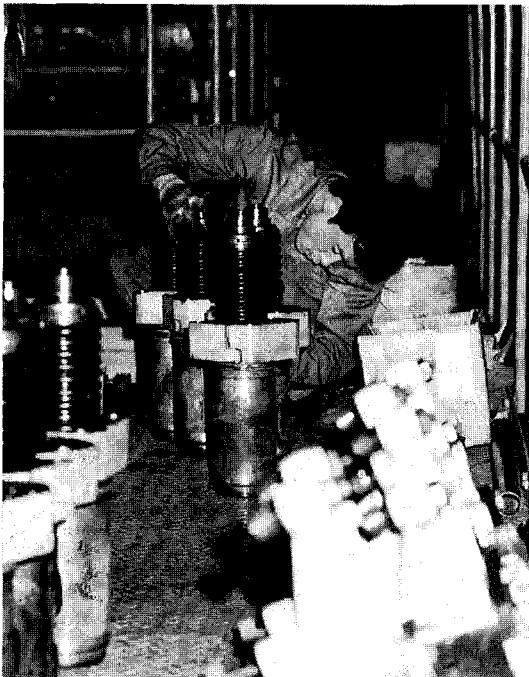
<롯데월드 시설부 동력과 계장>

다. 주요 설비현황

구분	설비명	수량	사 용 ENERGY	비 고
냉난방설비	BOILER	6	L N G	90TON/H
	열교환기	27		
	TURBO냉동기	4	전 기	2,300RT
	흡수식 냉동기	9	S T E A M	11,060RT
발전설비	발전기 ENGINE	6	경유, LNG	35,400kw
	ECONOMIZER	6	배가스 열	18TON/H
	소내동력변압기	2		3,000KVA
	PUMP류	144	전 기	
수전설비	변전실	27		주변전실 포함
	변압기	163		주변압기 포함
	SWITCH GEAR	451		
승강기설비	ELEVATOR	80	전 기	
	ESCALATOR	94	전 기	
	GONDOLA	13	전 기	
공조설비	A, H, U	393	중기, 냉수	
	F, C, U	2,281	온수, 냉수	
	FAN류	1,172	전 기	
	배풍기	300	전 기	
기 타	PUMP류	535	전 기	
	COOLING TOWER	20		
	분수설비	36		
	수영장	6		

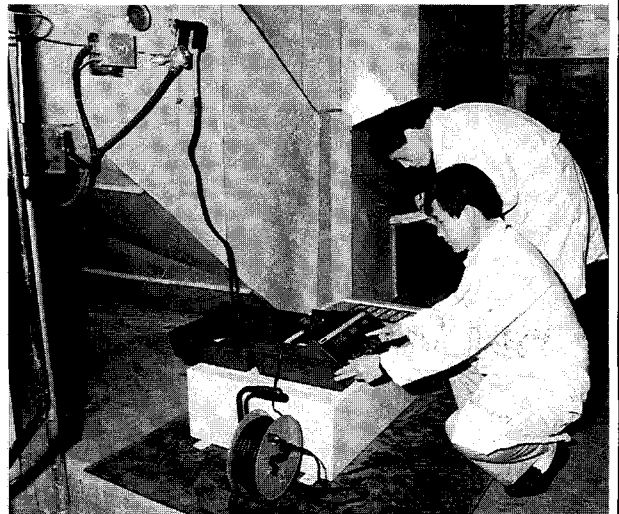
라. 에너지 사용현황

1) 에너지 사용현황



◀ 발전기 연료분석노즐 정비

▼ 연소효율 측정



연도	구분	단위	사용량	석유환산사용량 (TOE)	
'89년	연료	경유	kl	18,519	
		LNG	Nm ³	10,759	
	소계	TOE		28,334	
	전기	MWH	36,585	9,146	
총에너지				TOE	37,480
'90년	연료	경유	kl	23,049	
		LNG	Nm ³	8,820	
	소계	TOE		30,466	
	전기	MWH	23,293	5,823	
총에너지				TOE	36,289
'91년	연료	경유	kl	23,132	
		LNG	Nm ³	8,487	
	소계	TOE		30,192	
	전기	MWH	19,578	4,894	
총에너지				TOE	35,086

(주) 석유환산 사용량(TOE)은 별첨 석유환산 기준에 따라 환산한 결과임. (환산계수: 경유:0.92, LNG:1.05, 전기:0.25)

2) 에너지 원단위

항목	89년		90년		91년	
	량	금액	량	금액	량	금액
전기	204.3	9,427	207.9	9,152	200.4	8,533
LNG	16.9	3,613	13.8	2,985	13.8	2,963
합계	석유환산 69.7kg/m ² 년	13,040	석유환산 67.2kg/m ² 년	12,137	석유환산 65.2kg/m ² 년	11,496

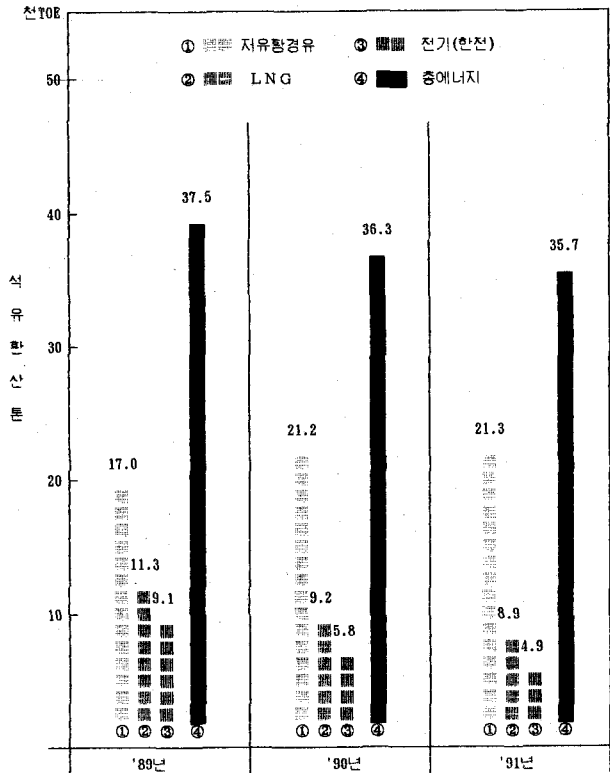
* 단위: 전기량=KWh/m²년, LNG량=Nm³/m²년, 금액=원/m²년

마. 에너지관리 위원회

- 1) 에너지관리 위원회 임무
 - 가) 각 부문 에너지관련 업무현황 보고
 - 나) 에너지 관련 정책 결정
 - 다) 에너지 관련 공사 시행 여부 결정 (투자우선 순위 결정)
 - 라) 시설부문 에너지 사용량 및 원단위 보고
 - 마) 에너지절약 우수부서 및 우수제안자 포상심사, 결정
 - 바) 각 부문 에너지관리자 관리(에너지관련업무 종사자 자격심사 및 절전책임자 등 관리)
- 2) 에너지관리 실무위원회 임무
 - 가) 에너지 소비 및 절약 대책 수립
 - 나) 에너지 원단위 분석 보고
 - 다) 에너지절감 분임조활동 보고
 - 라) 에너지사용 일일점검
 - 마) 전기, 연료, 용수 사용량 목표관리
 - 바) 각종 설비 효율관리
 - 사) 설비효율 변화 추이 분석 및 개선방향 강구
 - 아) 열사용설비 및 계측기 정비보수, 성능관리
 - 자) 에너지 소비절약 계몽 및 홍보활동 전개(표어, 스티커 제작 및 사내방송)

	지하주차장 격동제 운영	12.0	
승강기설비	E/L, E/S 운행시간 단축 및 격층 운행	58.0	
기 타 설비	L, W/A, 수영장 DOME ACTUATOR 개선	6.0	
합 계		872.8	447.0

나. 연도별 에너지사용량 추이



2. 에너지 절약실적 및 계획

가. '91년 에너지 절약실적

(단위: 백만원)

개선항목	개 선 내 용	절감액	투자액
발전설비	발전률 제고 (81.5→85%)	125.0	
	ECONOMIZER 순환수 PUMP SEAL 개조	58.0	
	배가스 및 냉각수 폐열회수 증산	100.0	
	저온수흡수식 냉동기 신설	143.0	407.0
	냉방용 냉수PUMP IMPELLER 축소가공	67.0	20.0
동력설비	MOTOR 기동시간 조정	4.7	
	AIR COMPRESSOR 압력조정 (30→5kg/cm ²)	2.5	
	동절기 실내온도 조정 (22→18°C)	112.0	
	하절기 실내온도 조정 (24→26°C)	124.0	
	지하주차장 급배기 FAN 기동시간 조정	12.0	
조명설비	절전형 조명기구 (U LAMP)로 교체 (60→7W)	45.0	20.0
	SWITCH 회로분리	3.6	

다. 연도별 에너지 절감목표

(금액단위: 백만원)

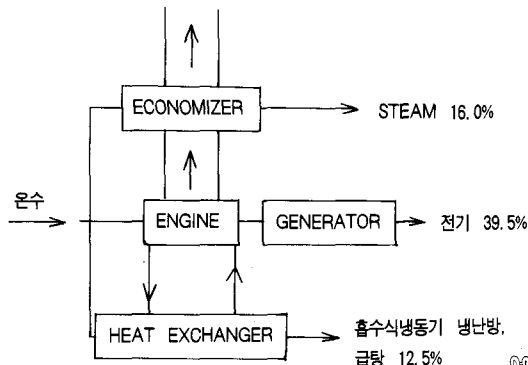
구 분	전기 절감		연료 절감		절감금액	절 감 륜
	량(MWH)	금 액	량(MWH)	금 액		
'90년	5,196	230	4,263	895	1,125	14.6%
'91년	4,854	218	1,895	430	648	8.4%
'92년	4,316	194	2,204	463	657	8.5%
'93년	4,081	184	2,516	528	712	9.2%
'94년	3,604	162	2,832	595	757	9.8%
'95년	2,877	129	3,146	717	846	11.0%

3. 저온수 흡수식냉동기 적용사례

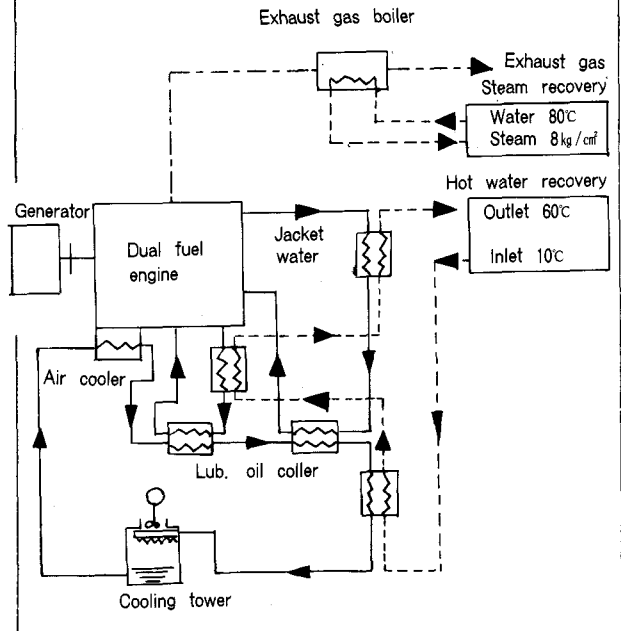
가. 설치목적

롯데월드의 열병합발전설비는 프랑스 PIELSTICK 이 기본설계하고 일본 NIIGATA와 현대중공업(주)에서 제작시공한 내연기관(ENGINE, 8, 296HP)을 원동력으로 하고, 일본 TOSHIBA와 한국 현대중전기(주)에서 제작시공한 SYNCHRONOUS GENERATOR (5, 900kw)를 6대 설치, 총 발전용량 35, 400kw로서 전 단계에서 필요로 하는 전력의 90%이상을 생산하고 있다.

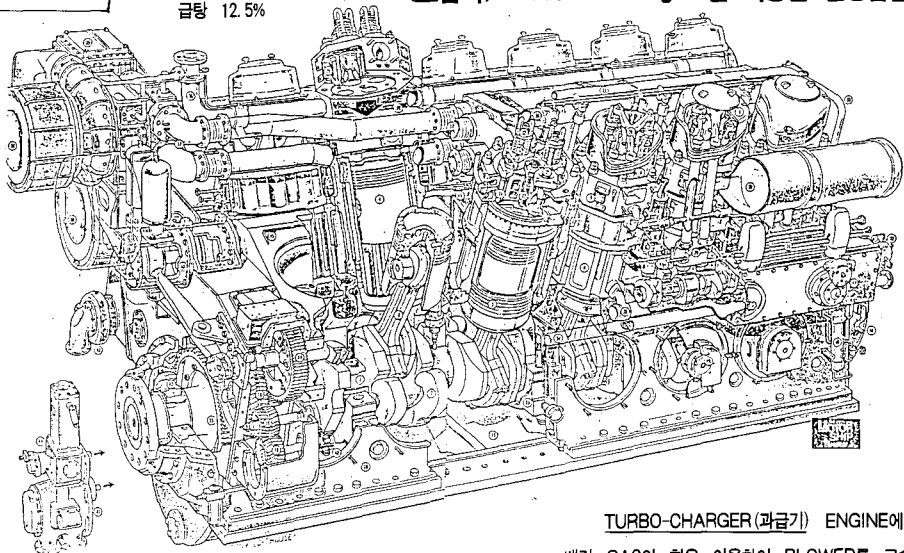
각 ENGINE에 배가스의 폐열을 회수하는 ECONOMIZER를 설치하여 1대당 3Ton/H에 상당하는 STEAM(총 18TON/HOUR)을 생산하며 또한 ENGINE 냉각수로 버리는 폐열을 열교환기에서 회수함으로써 냉·난방 및 급탕 열원을 공급하도록 설계된 최신 ENERGY 절감형 발전설비이다.



그러나 하절기에는 온수의 수요가 절대 부족하여 온수의 효율이 12.5%에서 4%로 감소되기 때문에, 하절기 잉여폐열을 효율적으로 이용하기 위하여 저온수흡수식 냉동기를 설치 운영함으로써 폐열이용률을 극대화하여 에너지를 절감하는데 목적이 있다.

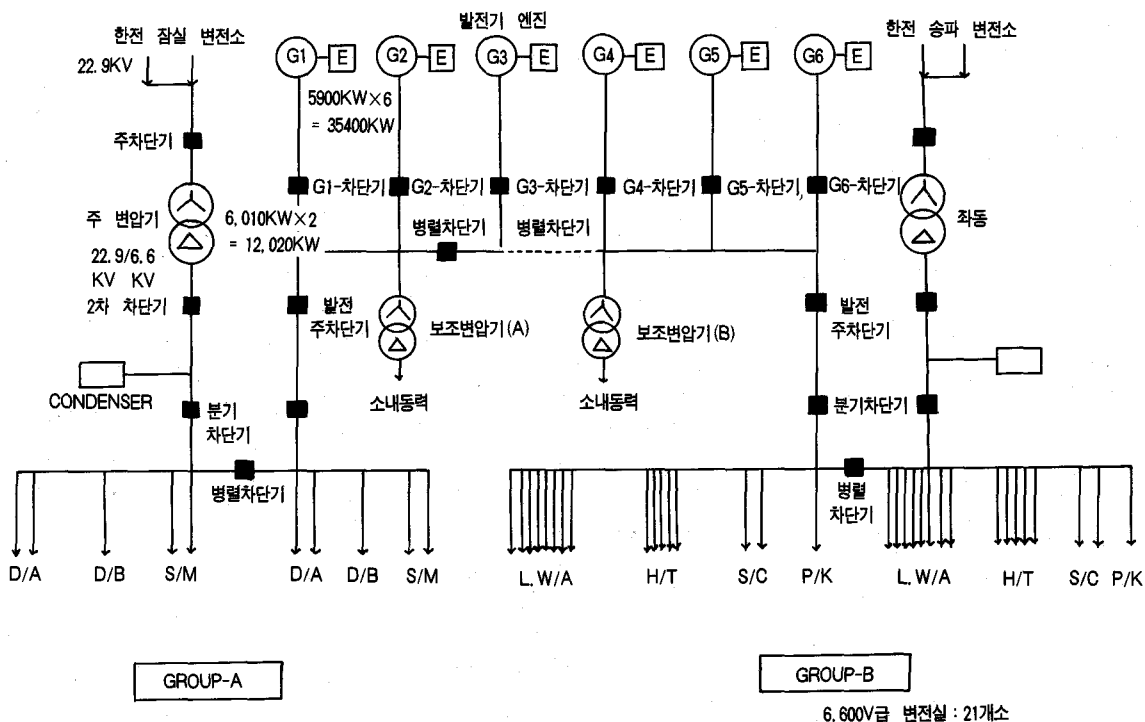


〈그림 1〉 Dual fuel engine을 이용한 열병합발전 계통도



TURBO-CHARGER(과급기) ENGINE에서 배출되는 배기 GAS의 힘을 이용하여 BLOWER를 고속회전시켜서 CYLINDER 내부에 연소용 공기를 공급함으로써 출력을 증가시키는 기기.

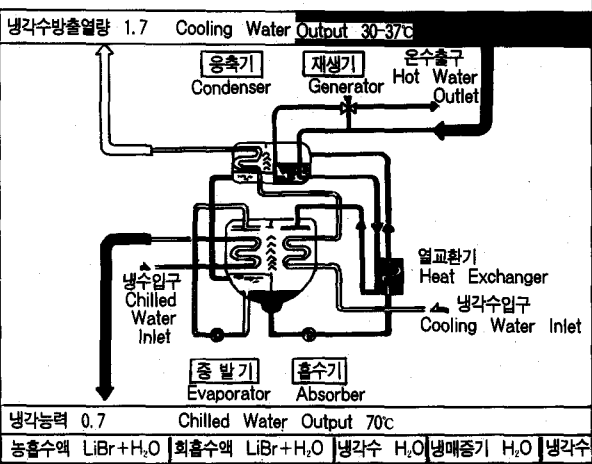
〈그림 2〉 THE S. E. M. T. -PIELSTICK PC2-5V 400 ENGINE



〈그림 3〉 전력 공급 계통도

나. 저온수흡수식 냉동기 개요

저온수 흡수식 냉동기는 1중효용 흡수식 냉동기와 같은 순환계통으로 구성되어 있다. 즉 증발기, 흡수기, 재생기, 응축기, 열교환기와 흡수액과 냉매를 순환시키는 흡수액 PUMP, 냉매 PUMP, 그리고 각각의 연결배관으로 구성되어 있다. 또한 추가장치, 용량 제어장치, 각종 안전장치 등이 부착되어 효율적이고 경제적인 운전을 가능하게 하고 있다.



1) 증발기

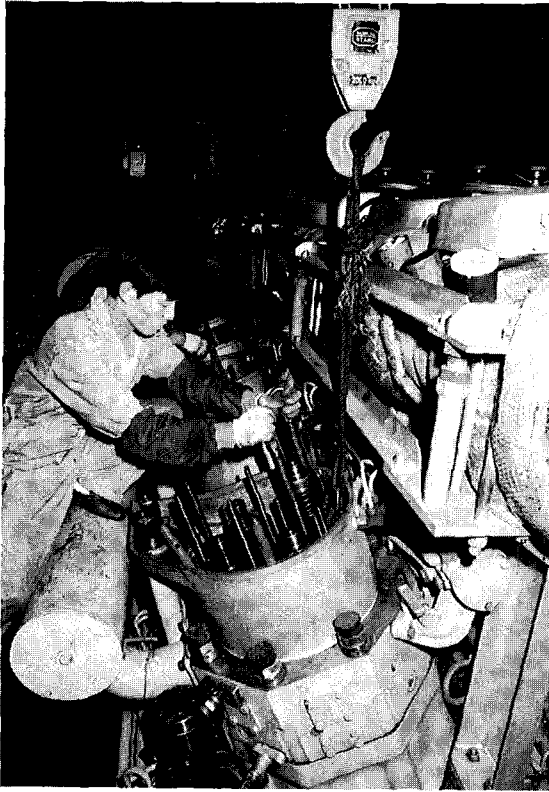
전열관, 냉매받이, 냉매 PUMP, 냉매트레이 등으로 구성되어 있으며 전열관 내에는 냉수가 통과한다. 냉매받이에 고여있는 냉매는 냉매 PUMP로 전열관 상부의 냉매트레이로 보내지고, 전열관에 산포되어 전열관의 외면을 타고 흘러내리면서 증발한다. 냉동기 내부는 고도의 진공상태로서 운전 중 약1/100기압(7mmHgA)이며 이 때 냉매는 약6°C에서 증발한다. 전열관 내부를 흐르는 냉수 온도는 냉매증발시 흡수하는 열에 의하여 약8°C 정도가 된다.

증발되지 않은 냉매는 냉매받이에 고이고 다시 냉매 PUMP에 의해 냉매트레이로 이송된다.

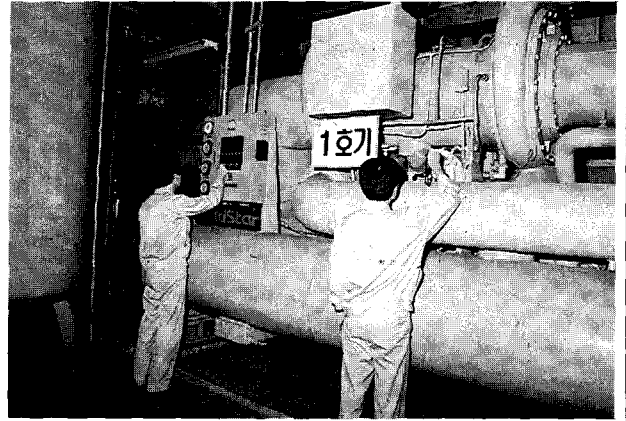
2) 흡수기

전열관, 흡수액받이, 흡수액 PUMP, 흡수액 트레이 등으로 구성되어 있으며 전열관 내에는 냉각수가 통과한다. 열교환기를 거쳐 흡수기 상부로 온 흡수액은 흡수액 트레이를 거쳐 흡수기 전열관 상부에 균등하게 산포된다. 산포된 흡수액은 농도가 짙고, 전열관 내부로 흐르는 냉각수에 의해 냉각됨으로써 증발기에서 증발되어 온 냉매가스(수증기)를 흡수한다.

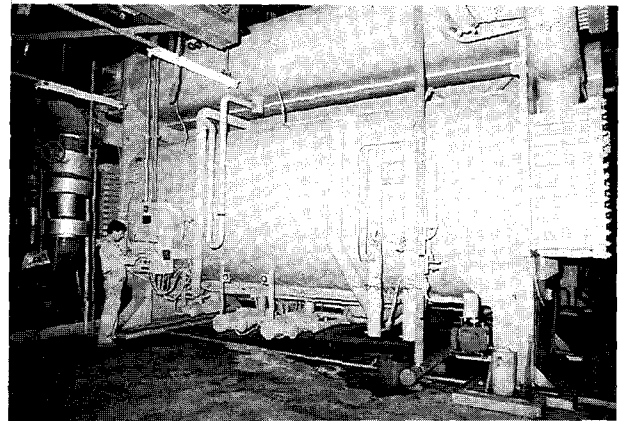
예를 들면 57.7%의 농액이 수증기를 흡수하여



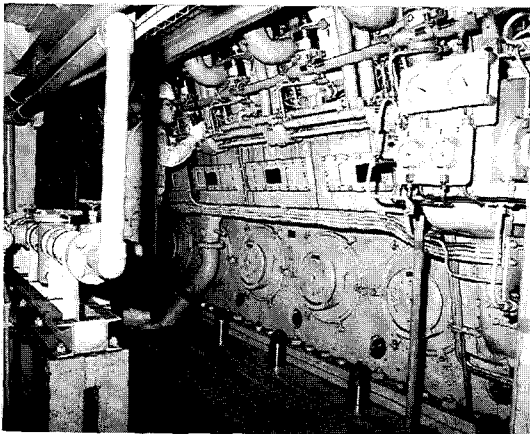
▲ 엔진 피스톤 분해 작업



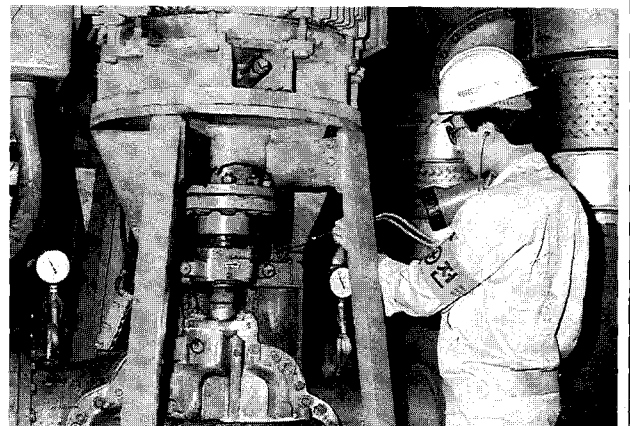
▲ 터보냉동기(800RT) 가동



▲ 흡수식냉동기(1500RT)



▲ 발전기 운전 점검



▲ 냉수펌프 모터(250KW) 점검

54.0%의 34°C 희석액으로 변화한다. 이것은 리튬 브로마이드 수용액의 강한 흡착성을 이용한 것으로 옥틸알코올을 투입하여 흡습성을 촉진시키기도 한다. 흡수를 마친 흡수액은 물게되어 희석액이 되며 흡수기의 하부에 고이고 흡수액 PUMP에 의하여 열교환기를 거쳐 재생기로 보내진다.

3) 재생기

전열관으로 수성되어 있으며 전열관 내부로는 온수(88→83°C)가 통과한다. 열교환기를 거쳐 재생기로 유입된 희석액(54%)은 전열관 외면을 흐르면서 저온수에 의해 가열되어 비등하고 냉매증기를 발생하면서 57.7%의 농축액으로 농축된다.

4) 응축기

전열관으로 구성되어 있으며 전열관 내에는 흡수기를 통과한 냉각수가 흐른다. 재생기에서 발생되어 온 냉매증기를 응축시켜 물을 만들어 증발기로 흘려보낸다.

5) 열교환기

재생기로 유입되는 흡수액(희석액)의 온도가 높으면 높을수록 효율은 좋고, 흡수기로 산포되는 흡수액(농축액)의 온도는 낮을수록 능력이 증대된다. 이러한 희석액, 농축액을 열교환시켜서 냉동기의 효율과 능력을 상승시켜 주는 것이 열교환기이다.

6) 추기장치

흡수식 냉동기는 진공도를 유지시켜 주는 것이 가장 중요하다. 공기가 누입되면 능률이 현저히 저하되고 내부부식이 발생하여 수명이 짧아진다. 그러나 내부에서 발생한 가스나 미세한 누설에 의한 공기는 방지할 수 없으므로 바깥으로 배출하는 추기장치가 부착되어 있다.

다. 흡수식냉동기 설비현황

1) 설비현황

구분	세부사항				수량
	MODEL	용량	양정	POWER	
저온흡수식냉동기	금성 D-310L	256USRT			2
냉수순환PUMP	HES 150-125	187m ³ /h	30m	40HP	2
냉각수순환PUMP	HES 150-31	350m ³ /h	30m	75HP	2
COOLING TOWER	SQUARE TYPE	1,400m ³ /h		30HP	1

2) SPECIFICATIONS

* CAPACITY : 256USRT (774, 700Kcal/h)

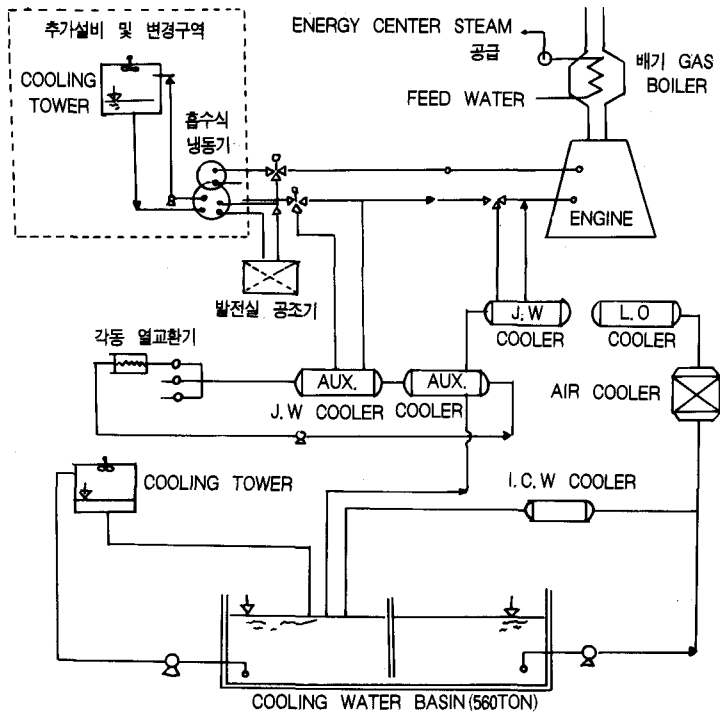
- * CHILLED WATER : INLET TEMPERATURE 13°C, OUTLET TEMPERATURE 8°C, FLOW RATE 154.9m³/h, PRESSURE DROP 3.6mAq MAXIMUM WORKING PRESSURE 10kgf/cm²G
- * COOLING WATER : INLET TEMPERATURE 31°C, OUTLET TEMPERATURE 37°C, FLOW RATE 315.8m³/h, PRESSURE DROP 4.4mAq MAXIMUM WORKING PRESSURE 10kgf/cm²G
- * DRIVING HOT WATER : INLET TEMP. 85°C, OUTLET TEMP. 80.4°C, FLOW RATE 244.0m³/h, PRESSURE DROP 0.8mAq MAXIMUM WORKING PRESSURE 10kgf/cm²G
- * DIMENSIONS : 4,440mm (L) × 1,910mm (W) × 2,960mm (H)
- * WEIGHT : 12,400kg
- * NOISE LEVEL: BELOW 80dB (A)

라. 운영현황

구분	성수기	비수기
해당월	4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11월	1, 2, 3, 12월
운전 MODE	발전기 부하 4,000kw이상 : START 4,000kw미만 : STOP	운전하지 않음
JACKET 온도	ENGINE JACKET WATER 온도가 82°C 이상일 때 냉동기 기동(부하에 따라 변동 가능) ENGINE OUTLET 온도 70°C 이하일 때 냉동기 정지	

마. 경제성 검토

항목 \ 구분	일 간	월 간	연 간
냉수순환량	4,862m ³	145,860m ³	1,166,880m ³
냉동기운전시간	13H	390H	3,120H
냉수온도차(ΔT)	5°C		
절감액	574,887원	17,846,626원	142,773,015원
투자액	407,000,000원		
투자비회수	2.85년		
산출식	PUMP용량/대×2대×가동시간×1,000×ΔT ÷ 3,024kcal/RT×RT단가×연간냉동기운전시간		



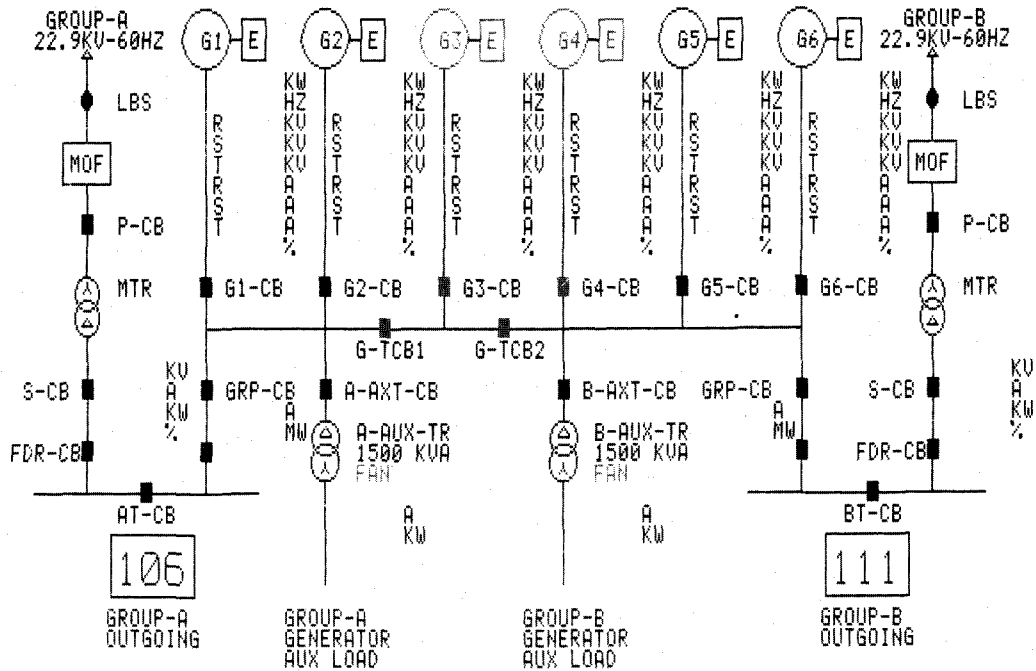
〈그림 4〉 발전기 냉각수 계통도

〈표 1〉 저온 흡수식 냉동기 운전 일지

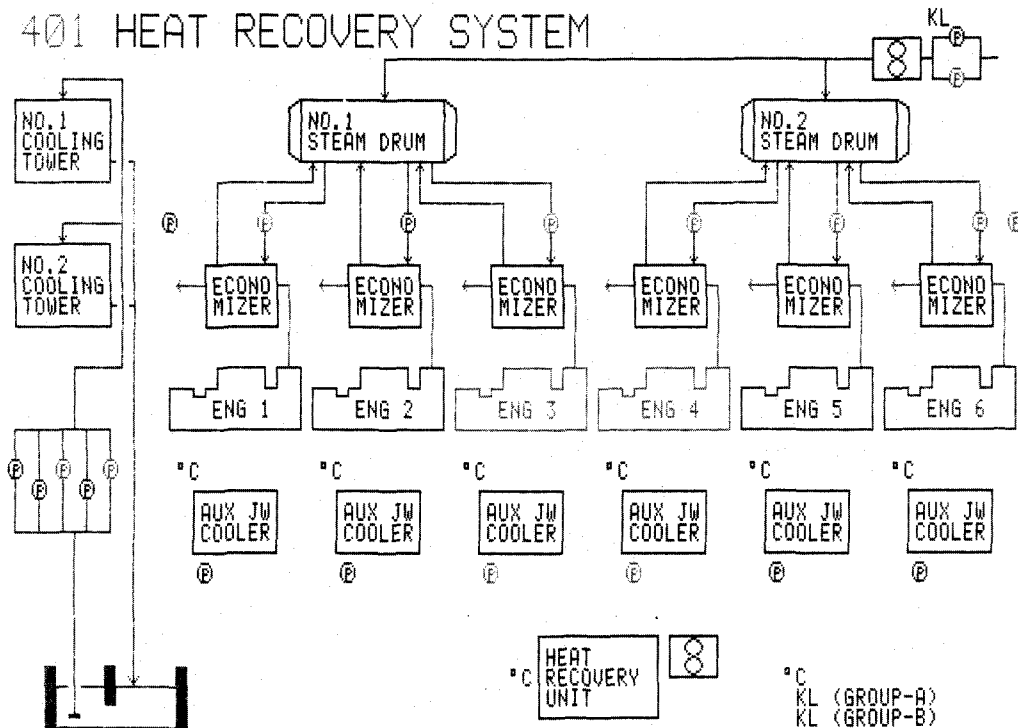
91년 6월 25일 월요일 날씨 : 맑음

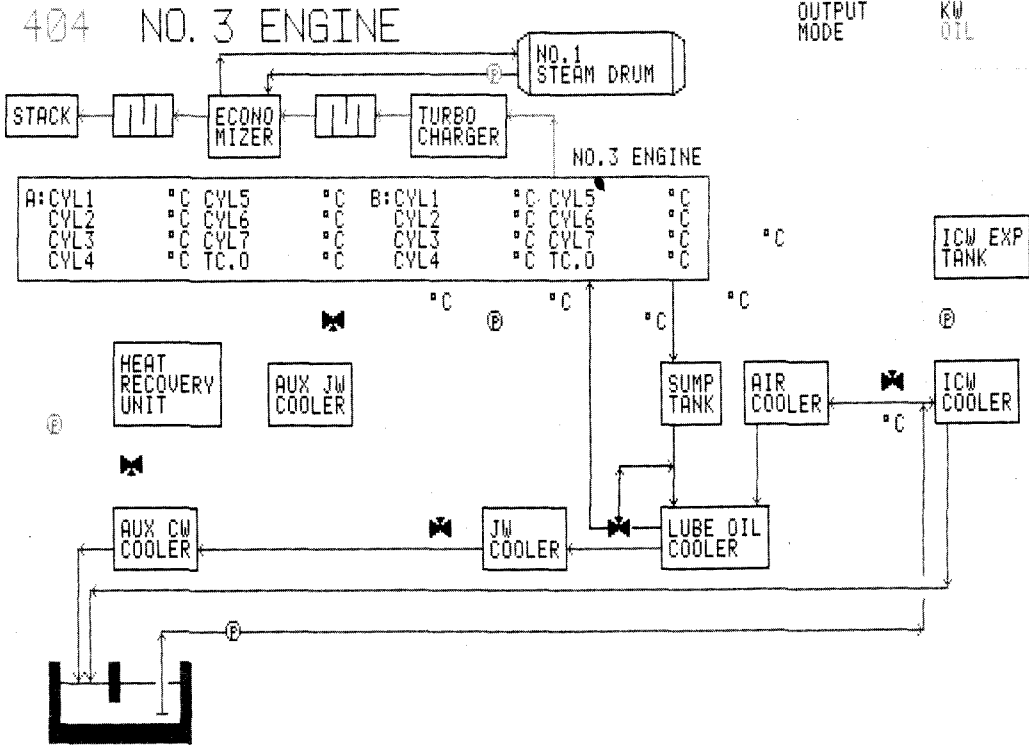
냉 동 기 No.	No. 1								No. 2								
	03	06	09	12	15	18	21	24	03	06	09	12	15	18	21	24	
측 정 시 간																	
실 내 온 도																	
J.W 냉	입 구 온 도 ℃	83		83	83	83	83		73	73	68	76	76	76	76	72	
	출 구 온 도 ℃	77		77	77	77	76		69	69	66	72	72	72	72	68	
수	입 구 온 도 ℃	16		15	15	16	16		16	16	18	14	15	15	15	17	
	출 구 온 도 ℃	11		10	10	11	11		12	11	13	11	11	11	11	12	
냉 각 수	입 구 압 력 kg/cm ²								1.5	1.5	1.5	1.6	1.5	1.6	1.5	1.5	
	출 구 압 력 kg/cm ²			4.0	4.0	4.0	4.0		4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	
계 기	흡 수액 펌프 압 력 mmHg								10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	
	발 생 기 온 도 ℃			74	74	75	75		68	66	66	66	66	66	66	66	
압 력	흡 수 기 압 력 mmHg																
	저 실 압 력 mmHg																
액 면	흡 수 기 액 면	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	냉 매 액 면	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
No. 1	START	09 : 00		STOP				24 : 00		START				STOP			
	전일운전 HR			금일운전 HR								총운전 HR					
No. 2	START	연속운전		STOP				START				STOP					
	전일운전 HR			금일운전 HR								총운전 HR					
냉 수	FLOW METER	473,890								사 용 량				2,670			
냉 각 수	FLOW METER									사 용 량							

103 GENERATOR SYSTEM



401 HEAT RECOVERY SYSTEM





● 에너지를 절약합시다(가정편) ●

〈자료제공 : 에너지관리공단〉

폐품을 재활용하자

우리 주변에서 발생하는 폐품은 산업을 제외하면 가전제품, 종이(신문지, 잡지 포함), 가구, 포장상자(판지포함), 금속용기, 자전거 등 금속으로 나눌 수 있다. 이것을 폐품의 활용차원에서 보면 가연성과 비가연성 폐품으로 나뉘고 비가연성은 금속과 비금속으로 나뉜다.

폐품을 회수하더라도 아직 잔존가치가 남아 있는 것은 지류와 금속류라고 볼 수 있고 가연성중에서 지류를 빼고도 태워서 에너지를 회수할 수도 있다.

● 지류

이면지: 지류에서 보면 회사에서 「이면지」사용이라고 하여 한면을 쓴 것은 그 이면에 다시 사용하는 것을 권장하고 있다. 회의자료의 기록, 회람 등에서 사용할 수 있다.

신문지(잡지 기타): 신문지는 대개 한번보고 버리게 되는데 가끔 포장용이나 허드레 종이로 사용하는 것을 볼 수 있다. 이러한 신문용지(기타 포함)는 동네의 부녀자 단체에서 수집활동을 통해 수집하면 수집상이 사갈수 있고 국가로 보면 외국에서 수입하는 폐수 수입을 줄일 수 있다.