

spragging 주파수, spragging 진폭 그리고 초기 spragging 발생속도(incipient pad spragging velocity) 등을 다양한 실험조건에 대하여 측정/분석할 수 있게 하였다. 이 경우, 가속도 센서로부터 얻어진 신호는 FFT analyzer의 적분기능을 이용하여 진동속도 성분으로 변환하였다. 그 이유는 관심 주파수 대역이 비교적 200Hz 미만의 저주파 영역이므로 가속도 성분으로 표시하면 고주파 성분이 상대적으로 크게 나타나 분석이 어렵게 되며, 변위성분으로 표시하면 2회의 적분과정에 의한 오차가 발생하여 저주파 성분이 과도하게 나타나기 때문이다.

Spragging 발생 시, 각 패드에 작용하는 유막압력(film pressure)의 변화 그리고 각 패드들의 유막두께(film thickness) 및 피벗(pivot)에 대한 교번 현상 등을 실시간으로 분석하기 위하여 저널면에 180도의 위상차로 설치되어 있는 압력센서와 변위센서로부터 검출되는 전기적 신호를 디지털 오실로스코프를 이용하여

여 파형을 분석하였다.

그리고 상부패드의 spragging 현상이 로터-베어링계의 진동 특성에 미치는 영향을 측정하기 위하여 베어링 케이싱에 수평 및 수직방향으로 설치되어 있는 변위센서로부터 검출되는 신호를 FFT analyzer를 이용하여 주파수 분석하였다.

본 연구에서는 기존 모델 및 형상변경 모델에 대한 상부패드의 spragging 특성을 실험적으로 엄밀하게 비교/평가하기 위해 축의 회전속도(N), 공급유량(Qs), 부하하중(WL) 등의 변화에 따른 [표 2]에 제시된 실험조건을 설정하고 연구를 수행하였다.

[표 2] Test conditions of the bearing

Shaft speed (N)	900 ~ 4,600rpm
Bearing load (WL)	0, 5, 10, 15 kN
Supply oil flow rate (Qs)	50 ~ 170 l/min
Supply oil temperature (TS)	40 ± 0.5 °C

## 大阪가스빌딩의 미러사이클 가스엔진 도입사례

\* 본 자료는 일본 열병합발전센터 자료에서 발췌·번역한 것임

### 1. 머리말

大阪가스주식회사 本社빌딩인 「大阪가스빌딩」은 1933년에 오사카 비즈니스 중심지인 御堂筋에 건설되었으며, 유형문화재로 선정된 역사적인 건조물이다.

大阪가스그룹은 장기경영비전 중에서도 환경부하의 저감에 주력하여 본사빌딩에도 새로운 에너지절약과 탄산가스 배출량 삭감을 실현하고자 2001년에 고효율 열병합발전설비를 도입하였다. 熱源 改修시 열병합발전 이외에 에너지손실 및 운반동력의 삭감을 목적으로 水蓄熱槽의 폐지, 냉각수·냉온수펌프의 인버터화, 그 외에도 고효율 흡수식(COP1.3)의 도입이라는 에너지절약수법도 채택하였다.

다음 2에서 그 시스템 개요에 관하여 설명하고 3에

서는 도입후의 운전실적을 검증한다. 그 다음 4에서 열병합발전 도입후의 계측평가에 관한 운용·관리의 최적화를 위한 대책 例를 제시할것이다.

### 2. 시스템개요

#### 2-1 건물·설비개요

당 빌딩의 건물·설비개요를 다음의 [표 2-1]에 표시하였다.

#### 2-2 열병합발전 설비개요

2001년 10월의 열원개수시에 가스엔진 열병합발전(280kW×2대)을 채택하였다. 열병합발전설비의 개요

는 [표 2-2]와 같다.

열병합발전설비는 당시 일본에서 최초로 채택한 高발전효율 미러사이클 가스엔진으로서 신에너지사업자 지원대책사업으로 보조금도 교부받았다.

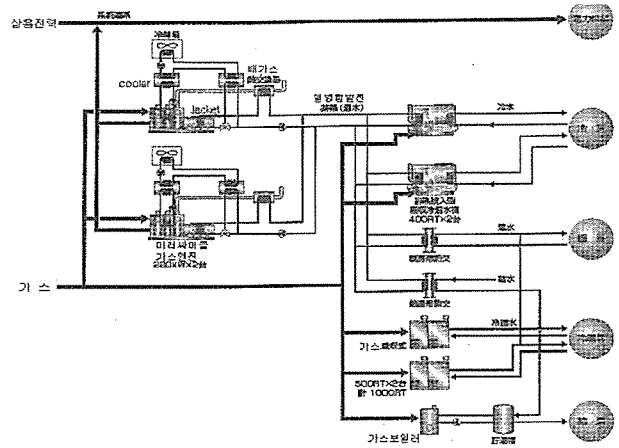
배열이용 시스템공정도를 다음 [그림 2-3]에 표시하였다. 당 빌딩에 있어서는 배열투입형 흡수냉온수기를 이용하여 열병합발전배열 (온수)을 냉방에 이용한다. 또한 전기계통에 관해서는 발전된 전력은 상용전력 (수전전력)과 계통연계시켜 건물 전체에 이용한다.

[표 2-1] 건물·설비개요

건물 개요	준공년월 (개수연월)	1933년3월 (2001년10월)
	연면적	46,800㎡
	층 수	지상8층 지하3층
주요 설비 개요	계약전력 ( )내는 자가발전보급전력	업무용 22kV 1560kW (265kW)
	CGS 발전용량	280kW×2대
	배열회수량	온수회수 계 496kW
	배열이용 용도	냉방·난방·급탕예열
	공조설비	배열투입형 흡수냉온수기 1407kW (400USRT)×2대 가스흡수온수기 1785 (500USRT)×2대
	위생설비	증기보일러 350kg/h (189Mcal/h)×1대

[표 2-2] 열병합발전 설비개요

정격발전출력	280kw
전압/주파수	3300V/60Hz
사용 연료	도시가스13A(중압)
NOx 대책	희박연소방식
배열 회수	온수회수 248kW(213.5Mcal/h)
대 수	2대



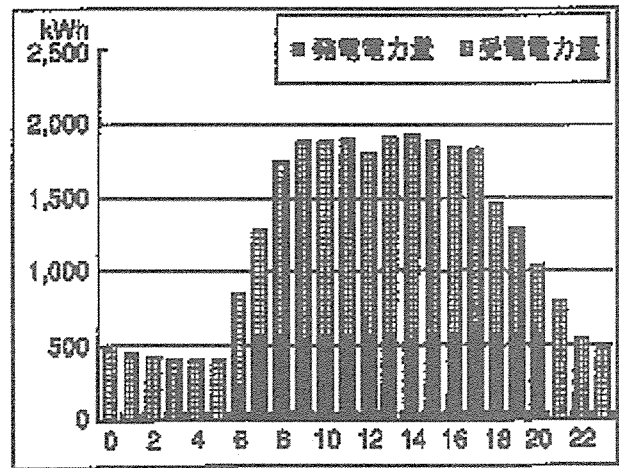
[그림 2-3] 배열이용시스템

### 3. 운전실적의 검증

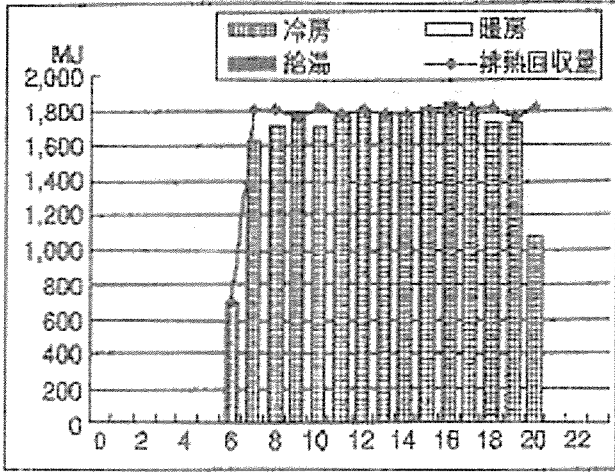
#### 3-1 시간별 운전실적

하절기의 代表日 (2002년8월2일), 평균기온 30℃, 최고기온 32℃(맑음)의 시간별 가동상황을 [그림 3-1], [그림 3-2]에 각각 표시하였다. 열병합발전은 6:30~21:00 14.5시간 가동하고 가동중에는 대략 정격 운전 (280kW×2대발전)으로 효율좋은 운전상황이 있었다. 배열이용상황은 하절기 이므로 배열의 절반은 배열투입형 흡수냉온수기를 통하여 냉방에 이용되었다.

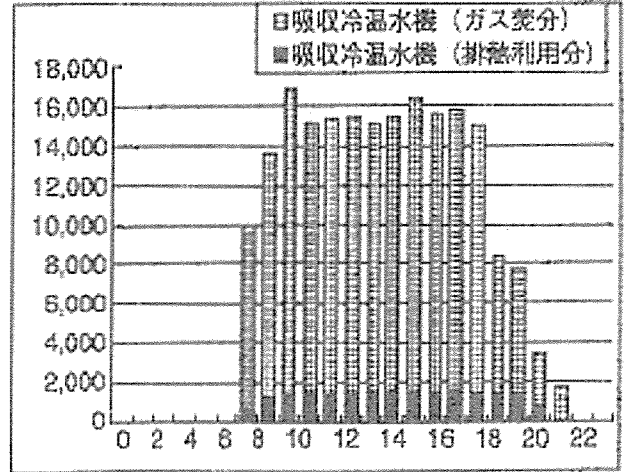
위의 가동현황으로부터 시스템의 종합효율을 나타낸것이 [그림 3-3]이다. 정격운전의 시간이 길어서 주간은 대략 40%의 발전효율과 35%정도의 배열 이용효율이 있고 종합효율은 75%이다. 또한 배열이용률은 주간에는 대략 100%정도이고 배열의 유효이용은 그림에 나타나 있다. 이와같이 사무실빌딩에서도 냉



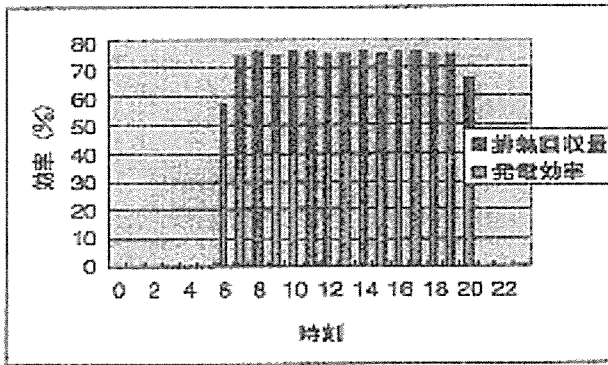
[그림 3-1] 시간별 전력량



[그림 3-2] 시간별 배열이용현황



[그림 3-4] 시간별 냉수제조현황



[그림 3-3] 시간별 시스템효율

방을 중심으로한 적절한 배열이용 용도와 도입규모를 선정하면 배열을 포함한 고효율운전이 가능하다.

[그림 3-4]에서 검은부분은 건물전체의 냉방수요에 대하여 열병합발전으로 부터의 배열이 기여하고 있는 부분을 표시한다. 냉방수요에 대하여 배열투입형 흡수냉온수기의 배열이용을 우선으로 하고 그 위에서 배열투입형 흡수냉온수기의 가스추가투입 및 가스直焚으로 대응하므로서 배열의 이용률이 높은 에너지절약운전을 실현하였다.

### 3-2 월별·연간운전실적

2002년도의 실적으로 월별가동현황을 표3-5에 표시하였다. 空調가 Central 가스공조시스템 임으로 전력충량의 계절간 변동은 비교적 작다. 배열온수의 하절기 배열이용률은 90% 전후가 된다.

[표 3-5] 월별사용실적

	受電電力量 kWh	燃料消費量 (千m³N)	発電電力量 (MWh)	※1		※2		※3		※4	※5	※6	※7	※8
				送電電力量 (MWh)	排熱回収量 (MJ)	燃料消費量 (千m³N)	電力消費量 (MWh)	受電電力量 (MJ)	発電率 (%)					
4月	441,285	37,280	174,261	155,407	266,090	6,604	155,407	1,856,530	40.54	16.85	57.19	7.51		
5月	472,324	34,358	161,301	143,800	377,430	8,197	143,800	1,651,371	40.66	26.43	67.09	14.55		
6月	497,931	37,017	171,669	152,967	476,970	10,402	152,967	2,052,551	40.17	31.19	71.30	16.96		
7月	592,555	41,255	180,805	170,336	560,970	12,183	170,336	2,312,865	40.01	32.71	72.73	17.67		
8月	554,825	41,522	193,467	172,939	562,700	12,655	172,939	2,361,699	40.07	33.82	73.59	16.45		
9月	482,430	35,450	194,579	146,276	477,970	10,360	146,276	1,962,521	40.21	32.44	72.64	17.66		
10月	461,434	39,532	183,763	162,946	400,450	8,697	162,946	2,076,464	40.26	24.37	64.53	12.94		
11月	361,082	35,461	163,251	146,228	305,900	6,600	146,228	1,807,957	40.36	20.82	60.98	9.69		
12月	396,814	33,292	155,161	137,595	360,290	7,607	137,595	1,765,551	40.37	25.31	65.69	13.17		
1月	397,008	33,432	155,952	138,356	396,530	8,394	138,359	1,809,649	40.39	27.81	68.21	14.93		
2月	363,665	34,006	168,605	141,079	379,530	8,242	141,079	1,830,626	40.37	26.65	67.22	14.46		
3月	366,540	36,970	168,366	149,160	368,080	8,190	149,160	1,902,467	40.37	24.52	64.89	12.56		
合計	5,458,963	439,985	2,043,240	1,816,642	4,224,880	104,666	1,816,642	23,610,315	40.23	26.93	67.16	14.21		

表 3-8 CO<sub>2</sub> 발생량

빌딩 전체의 CO <sub>2</sub> 발생량 (CO <sub>2</sub> -E)	
従来システム	CGS 시스템
389.9	389.9
412.1	382.2
435.4	404.6
515.4	475.2
484.0	492.9
431.8	397.8
418.9	387.5
358.3	333.0
358.9	331.5
361.3	332.0
341.4	312.1
367.3	339.9
4,882.8	4,517.0

差 -976.7  
-7.7%

	燃料高位発熱量	燃料低位発熱量
都市ガス	40,045 (MJ/m <sup>3</sup> )	41,587 (MJ/m <sup>3</sup> )
	11,000 (Kcal/m <sup>3</sup> )	8,830 (Kcal/m <sup>3</sup> )

열병합발전의 가동평가는 [표 3-5]에 표시한 바와 같이 발전효율은 40.0%로 안정되었고 배열이용률도 16~33% (연간평균 26.9) 이므로 종합효율은 중간기에 60% 전후, 하절기에 70%를 초과하고 있다. 연간 종합효율 평균은 65.8%라는 결과로 보아 양호한 운전 상황으로 시스템이 안정되었다고 생각할 수 있다.

또한 열병합발전 도입평가지표의 하나인 環境性은 「에너지절약성」 과 「탄산가스 배출량의 삭감」을 확인하였다. 결과는 [표 3-6]과 같다.

#### 4. 열병합발전 도입후의 계측평가·효과측정에 관하여

##### 4-1 열병합발전 계측평가

열병합발전의 계측·감시현황은 중앙감시실에서의 状態監視 등으로 행하여 지며 계측Data에 의하여 Grade별로 다음의 3종류로 대별한다.

- (1) Grade 1: 열병합발전 운전제어용 및 운전관리용.
- (2) Grade 2: 열병합발전 효율계측.
- (3) Grade 3: 개별기기 효율계측

[표 4-1]는 Grade (계측의 목적) 별 계측대상 및

H15년 3월 6일 측정실적에 기초한, H12/120에 3월분 실적

H16/3~	燃料高位発熱量	燃料低位発熱量
都市ガス	45,000 (MJ/m <sup>3</sup> )	40,622 (MJ/m <sup>3</sup> )
	10,750 (Kcal/m <sup>3</sup> )	9,700 (Kcal/m <sup>3</sup> )

- \* 1: 送電量=発電量-槽橋電力消費量
- \* 2: 廃熱回収量=空気に使用된熱量
- \* 3: 当初 実施計画書기준으로計算
- \* 4: 従来システム1次エネルギー効率=従来システムの燃料消費量×槽橋電力消費量+従来システムの電力消費量×10.2857 (GJ/m<sup>3</sup>)
- \* 5: 槽橋効率=(発電量×3.6÷(燃料消費量×燃料低位発熱量))×100
- \* 6: 廃熱回収効率=廃熱回収量÷(燃料消費量×燃料低位発熱量)×100
- \* 7: 総合効率=(発電量×3.6+廃熱回収量)÷(燃料消費量×燃料低位発熱量)×100
- \* 8: 省エネ率=(1-燃料消費量×燃料高位発熱量÷従来システム1次エネルギー効率)×100
- \* 9: CO<sub>2</sub>発生量

・従来システム =(発電電力量+送電電力量)×0.174÷従来システム燃料消費量×0.642)÷1000×44/12  
 ・CGS 시스템 =(発電電力量×0.174+CGS燃料消費量×0.642)÷1000×44/12

측정방법을 표시한것이다.

여기서 열병합발전시스템 효율을 산정하기 위하여는 배열온도의 온도차와 온수유량으로부터 배열량을 산정할 필요가 있다. 유량계측의 방법으로는 유량계를 계통에 설치하는 방법을 채택하고 있다. 또한 열병합발전 이외 기기의 효율측정에 관해서는 각 기기의 Input량 (가스량 등)의 측정과 냉수·온수의 유량 측정이 필요하게 된다.

##### 4-2 열병합발전 운용·관리의 최적화

열병합발전의 계측은 대별하여 2가지의 목적이 있다. 그 1은 운전상태의 이상이나 설비의 열화를 검지하는 등 Maintenance를 목적으로 하고 다른 하나는 건물의 전력이나 열수요를 감시면서 열병합발전의 발전량이나 배열이용량을 최적화하고 효율적인 시스템

表 4-1 Grade (計測の目的) 別計測対象 및 測定方法

計測対象	計測目的			測定方法
	(1)	(2)	(3)	
受電電力 [kW(h)]	○			電力(量)測定
発電電力 [kW(h)]	○	○	○	電力(量)測定
槽橋電力 [kW(h)]	○	○	○	電力(量)測定
排熱回収量 [MJ]	○	○		温度測定
		○		流量測定
排熱効率 [MJ]	○	○		温度測定
		○	○	流量測定
排熱利用量 [MJ]	○	○	○	温度測定
		○	○	流量測定
(冷房・暖房・給湯等 各負荷毎)		○	○	流量測定
建物の負荷 [MJ]	○		○	温度測定
(冷房・暖房・給湯等 各機器毎)			○	流量測定
燃料ガス使用量 [m <sup>3</sup> ]		○	○	流量測定

[표 4-2] 운용관리 최적화를 위한 對策例

項目	POINT	設計(導入)時	対策
設備管理 運転時間 台数削減	夏期冷房時の空調運転時 戻への対応	7時~21時2台運転	6時30分~21時2台運転 (冷房の立ち上がりにあわせ長くした)
	中間期の給食費・対応 (空調負荷小)	7時~21時2台運転	7時~18時2台運転、18時~21時1台運 転
	休日対応	運転停止	運転停止(→運用継続)
	土曜日対応	7時~21時2台運転	7時~21時1台運転
排熱利用	暖房利用	排熱が優先利用 되지 않음	排熱用熱交換機 設定出口温度 25℃로 조절하여 排熱優先利用.
	給湯利用	給湯利用 없음	給湯利用의熱交換機  설치
運営管理 教育	設備管理 導入時 検閲	導入教育 実施	運営教育実施(→運用継続)

운용을 측정하는것을 목적으로 하고 주로 에너지절약·비용절감을 위한 것이다.

전자에서는 일상의 관리업무로서 계측Data를 근거로 중앙감시를 하고 있다. 후자에서는 열병합발전시스템의 운전데이터를 해석하여 운전방법, 제어시스템 등을 검토하여 최적운전을 결정한다. 이로인하여 데이터해석을 행하는 모니터링시스템의 도입이나 그것에 대응되는 운전관리자측의 교육 매뉴얼을 제작하는

등의 충실·정비를 측정할 필요가 있다. 표4-2에 구체적으로 실시하고 있는 운용관리 최적화를 위한 대책예를 표시하였다.

## 5. 맺는 말

이상과 같이 이제까지 열수요가 적어 효과적인 운용이 어려웠던 사무실빌딩분야에 있어서도 적절한 배열 이용방법, 설비용량, 운용방법을 선택함으로써 양호한 에너지절약성을 얻을 수 있다는것이 명확하게 되었다.

특히 도입한 CGS에 대하여 계측 모니터링에 의하여 운전데이터를 수집·평가하고 가동초기의 시스템 조정기간에 시스템의 최적화를 행하므로써 높은 에너지절약성을 실현할 수 있다는것을 알게 되었다.

또한 그 효과를 유지해 나가기 위하여 위와 같은 지속적인 운용개선이 불가피 하다.

## 회원사 동정 (The State of Major Affairs in Membership Companies)

### 1. 회원가입을 환영합니다.

한국남동발전(주)가 2006년 1월 16일 정회원으로 가입하였음.

상호(업체명)	한국남동발전(주)
설립일자	2001. 4. 2
주소	서울특별시 강남구 삼성동 167
종업원수	1,590명
대표자	박 희 갑
담당자	김 형 운 부장
TEL	(02)3456-7250
FAX	(02)3456-7259
특기사항	발전전기업 전력설비 건설 임대

### 2. SK(주), 페루 LNG 프로젝트 본격 돌입

SK(주)는 지난 1월 13일 페루정부와 LNG 투자협정을 체결하고 올해부터 페루 LNG 프로젝트에 본격 돌입한다. 이번 프로젝트는 페루 카미시아 광구와 56 광구에서 개발되는 천연가스를 수송이 용이한 LNG로 바꿔 미국서부 및 멕시코 지역에 판매하는 것으로서 천연가스를 액화하는 대규모 플랜트를 올해 중 착공해 2009년 하반기에 완공할 예정이다.

SK(주)는 동 프로젝트를 통해 중남미 해외사업을 확대함으로써 메이저 기업으로 도약하는 계기가 될 것으로 기대하고 있다.