

熱併合發電 시스템의 電力·熱利用調査

(호텔과 스포츠 클럽의 運轉実績)

Study On the Utilization of Electric Power and Heat by Using Cogeneration Systems

(Case Studies of a Hotel and a Sports Club)

井上宇市* 水野宏道**
Uichi Inoue Hiromichi Mizuno

熱併合發電시스템은 엔진 또는 가스터빈驅動的 熱併合發電設備이며, 電力과 熱을 同時に 利用함으로써 높은 總合熱效率이 期待되는 熱源시스템이다. 그 經濟性은 電力과 熱의 需要가 年間을 通해서 安定하게 存在할 것이 必要條件으로 된다. 本報는 一年間의 運轉記錄을 使用하여 現在 稼動하고 있는 시스템의 特性, 電力需要와 熱負荷의 實態를 分析하여 概略적으로 說明하는 것이다.

解析에 使用된 資料는 時間單位의 計劃值, 積算值이며, 데이터入力後의 演算, 統計, 圖表作成等은 全部 電算機시스템으로써 處理하였다.

1. A 호텔

1.1 建物과 시스템의 概要

A 호텔은 千葉縣浦安市의 東京디즈니랜드에 隣接하며 1986年 7월에 開業하였다. 全地面積 19,834 m²에 地下1層, 地上 9層, 30,472 m²의 延面積, 客室數 506室, 收容人員 1,400名, 案舍長 8室, 레스토랑, 쇼핑 아케이드를 갖는 都市型 리조트호텔이다.

熱併合發電시스템은 200kW 가스엔진發電機 2基를 設置하고, 電力負荷 8系統中 2系統 合計 650kW의 一般電力負荷를 2重母線方式으로 分擔하여, 契約電力을 1,400 kW로부터 1,000 kW로 低感하고 있다. 常用發電機의 燃

料는 都市가스 12 A (低發熱量 9,360 Kcal/Nm³)이며, 非常用으로서 525 kVA의 디젤發電機 1基가 別置되어 있다. 發電과 受電의 電力系統은 連系되지 않았다.

排熱回收, 熱利用의 시스템은 그림 1에 主要機器의 示方을 表 1에 表示한다.

溫水系는 자켓, 排가스熱交換器를 直列로 接續해서 熱回收를 하며, 熱利用은 給湯加熱 專用이다. 空調用 熱源으로서 가스焚冷溫水發生器 360 USRT, 125 USRT 各 1基, 蒸氣보일러 3 ton/h 2基를 設置하고, 히트펌프式 팩키지空調機가 合計 400 RT 採用되고 있다. 보일러는 給湯加熱의 追焚用으로도 兼用된다.

衛生設備로서는 上水 中水工系統의 高架水

+ 本學會 前會長 金孝經 教授 譯

* 早稻田大學 理工學部 名譽教授

** 工學院大學 建築學科 教授

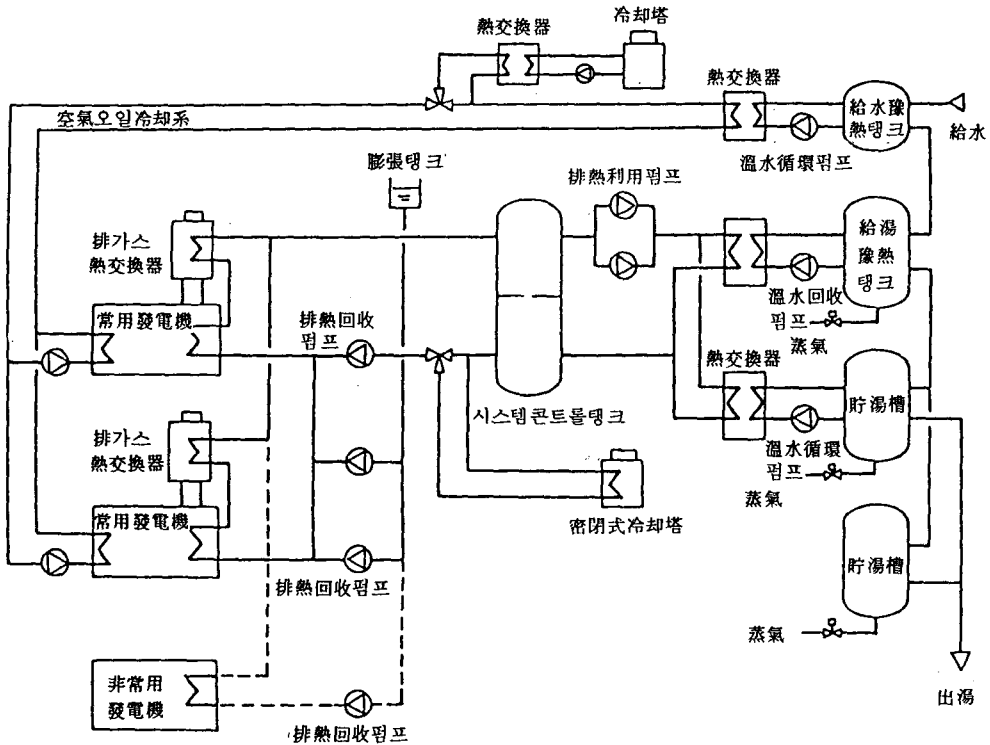


그림 1. 排熱回收, 熱利用의 系統圖

表 1. 시스템 主要機器

機器名	能力	台數
가스엔진發電機	300 PS×1000rpm 250 kVA × 3 × 420 V	2
배기스熱交換器	88 Mcal/h	2
오일에어쿨러用 熱交換器	90 Mcal/h	2
給湯用熱交換器	406 Mcal/h	2
시스템콘트롤탱크	2 m³	1
閉式冷却塔	205 Mcal/h	1
給水豫熱탱크	2 m³	1
給湯豫熱탱크	15 m³	1
貯湯槽	15 m³	2

槽給水方式. 中央式給湯設備等이 採用되어 있다.

空調, 衛生, 電氣, 熱併合發電設備等의 各設備는 中央監視컴퓨터로서 常時監視, 全自動運轉方式으로 하고, 運轉데이터, 故障의 記錄을 一括해서 處理하고 있다. 常用發電機는 普

通 6~7 時 사이에 自動起動되며, 24 時에 停止하고, 年間運轉時間을 6,500 時間, 部品交換과 給油間隙을 2,000 時間으로 設定하여 年 3 回의 定期點檢이 計劃되어 있다. 解析資料는 1987 年 7 月~88 年 6 月의 記錄을 利用하였다.

1.2 消費電力量의 構成과 負荷率

電力消費量의 構成: 受電電力의 消費패턴은 날에 따라서 다르나, 深夜에도 400~500 kWh의 電力消費가 있다. 發電電力量은 月間을 통해서 거의 一定하다.

消費電力量의 年間變動은 受電, 發電 共히 夏期에 增加하고, 冬期에 減少되어 있다. 年間總電力消費量은 6,682 MWh이며, 그中 受電電力量은 77.3%, 發電電力量은 22.7%에 相當한다. 4 月에는 2 號發電機가 7 日間 以上 休止하여 發電量이 減少되어 있다.(그림 2)

年間消費電力量의 負荷別 構成은 動力負荷·52.0%, 電燈負荷 39.7%, 防災負荷 8.3%로 되어 있다. 月別의 動力負荷, 電燈負荷, 防災負荷의 年間變動幅은 各各 ±36%, 6%, 19%

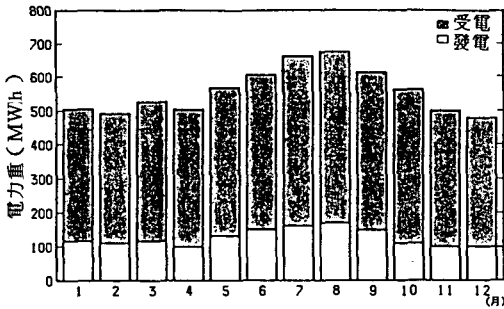


그림 2. 電力量의 年間變化

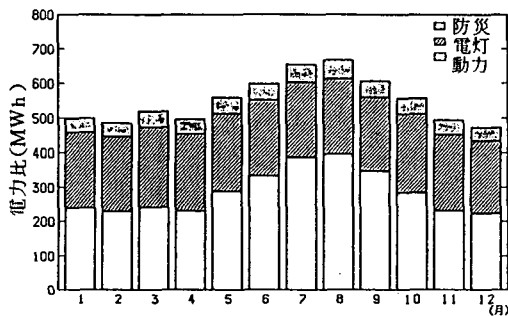


그림 3. 電力負荷의 構成과 年間變化

程度이 며, 消費量이 많은 動力負荷의 年變動이 크다. 그 主要原因은 空調用動力의 季節變動으로 생각되며, 冷房運轉期間은 5월부터 10월에 이르고 있다(그림 3)

發電電力比: 發電電力比는 總電力量에 대한 發電電力量의 比率이며 年變動을 表 2에 表示한다.

年間平均値는 全日發電機稼動時 基準이며 各各 22.7%, 27.5%이다. 常用發電機는 每日 거의 一定時間運轉되고 있는데, 月 1回 程度 短時間 停止되어 있다. 月間運轉時間은 500~600時間, 年間運轉時間은 1號機 6,295時間, 2號機 6,222時間이다(表 3)

負荷率: 受電電力負荷率은 時間消費電力量을 契約電力量, 變壓器容量(2,850kVA)으로서 나눈값이며, 그림 4는 時間變動의 例, 表 4는 年間變動, 表 5는 月別度數 分布이다.

受電電力負荷率은 夏期에는 높고, 90%를 넘는 負荷率은 數時間 繼續되는 날이 있다. 發電電力負荷率은 時間發電電力量을 發電機容量(200kW)으로서 나눈 값이다. 그림 5는 그

表 2. 發電電力比의 年間變化

月	單位: %												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年間
全 日	23.1	22.6	22.4	19.6	23.5	25.1	24.5	25.4	24.5	19.5	19.9	20.8	22.7
稼 動 時	28.3	27.3	27.2	24.8	28.5	29.6	28.7	29.1	28.8	24.8	24.2	25.4	27.5

表 3. 發電機 運轉時間의 年間變化

月	單位: %												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年間
No.1 發電機	542	514	503	480	554	539	564	587	543	504	535	430	6295
No.2 發電機	546	518	557	334	529	527	564	587	540	502	534	484	6222

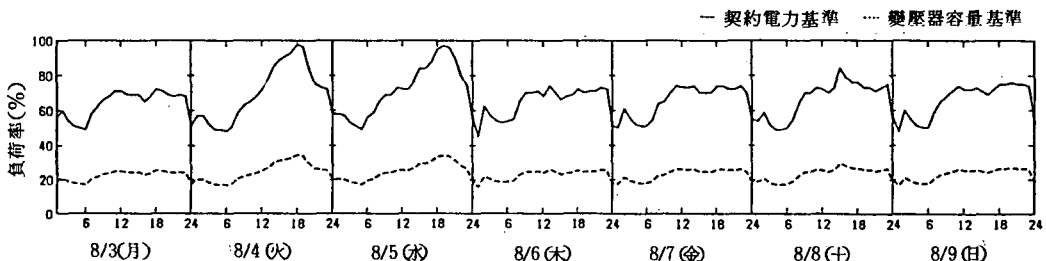


그림 4. 受電電力負荷率의 時間變化

表 4. 受電電力負荷率의 年間變化

單位 : %

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年間
契約電力	52.2	54.7	54.8	56.2	58.3	62.9	67.0	67.5	64.2	60.8	55.5	50.9	58.9
變壓器容量	18.3	19.2	19.2	19.7	20.4	22.0	23.5	23.7	22.5	21.3	19.5	17.9	20.6

表 5. 受電電力負荷率의 度數分布

單位 : h

受電電力負荷率 (%)	月												年間	年間比率 (%)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
0~10	2	0	0	0	5	1	0	0	0	2	0	46	56	0.6
10~20	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0.0
20~30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0
30~40	27	6	3	22	25	1	0	0	1	17	40	26	168	1.9
40~50	264	203	189	176	142	114	77	22	103	167	184	186	1827	20.3
50~60	297	290	343	255	242	157	147	199	146	134	225	277	2712	30.9
60~70	139	156	181	202	238	232	167	118	210	212	200	167	2222	25.3
70~80	15	41	28	56	67	160	252	336	188	167	68	41	1419	16.2
80~90	0	0	0	7	20	49	66	48	66	43	2	0	301	3.4
90~100	0	0	0	1	5	6	35	21	6	2	1	0	77	0.9

表 6. 發電電力負荷率의 度數分布

單位 : h

發電電力負荷率 (%)	月												年間	年間比率 (%)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
0~10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	3	0.0
10~20	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	3	0	6	0.1
20~30	11	15	12	6	7	0	2	3	1	11	24	14	106	1.7
30~40	22	9	17	11	13	17	7	30	22	22	27	14	211	3.3
40~50	80	7	15	63	37	7	19	24	9	102	292	132	787	12.5
50~60	403	477	433	155	214	11	28	0	44	302	183	224	2474	39.4
60~70	17	3	23	81	152	68	41	6	84	44	2	8	529	8.4
70~80	7	3	0	133	129	425	455	424	372	20	1	16	1985	31.6
80~90	0	0	0	30	1	9	10	99	10	2	0	20	181	2.9
90~100	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	4	0.1

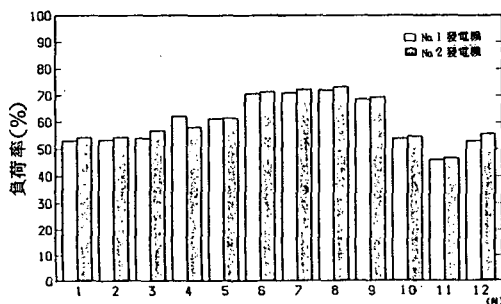


그림 5. 發電電力負荷率의 年間變化

年間變動, 表 6은 1號機의 月別度數分布이다. 負荷率은 6~9월에 높고, 11월에 最低로 되며, 年間平均負荷率은 1號機 60.3%, 2號機 61.1%이다.

1.3 시스템의 熱收支와 熱效率

熱電構成 常用發電機의 熱收支는 ①發電量에 相當하는 熱量(發電量의 熱量換算值), ②排熱利用量, ③損失熱量의 合計值와 燃料에 따

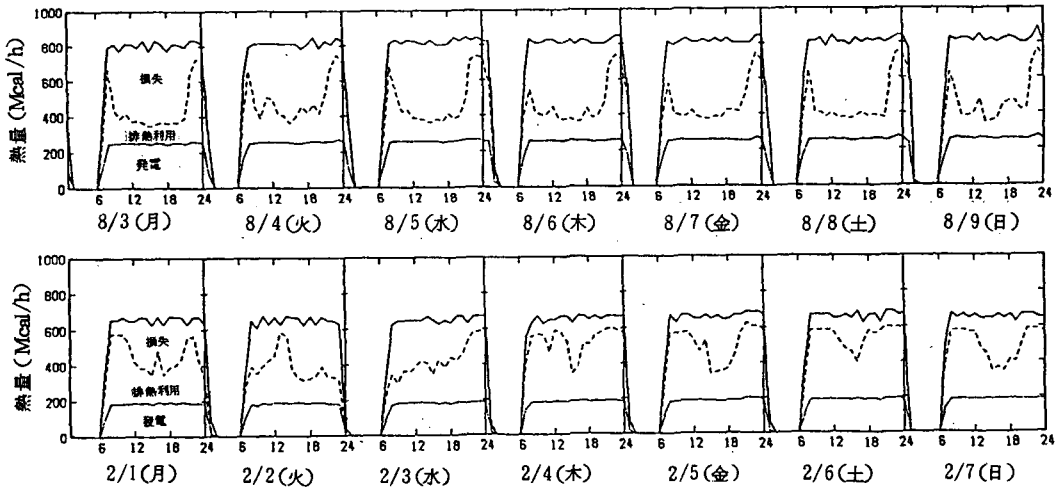


그림 6. 熱收支의 時間變化

르는 投入熱量의 相等條件으로 求하였다. 엔진本體의 熱損失, 排熱回收量中 未利用의 熱量(冷却塔放出熱量, 裝置損失熱量), 未回收의 排熱量의 合計를 一括해서 損失熱量으로 하였다.

發電機는 거의 定負荷로서 運轉되므로 發電量, 燃料消費量의 時間變動은 적다. 回收된 엔진排熱中 給湯加熱에 有效하게 利用된 排熱利用量의 時間變動은 多樣하나, 많은 境遇 午前과 夜間에 給湯負荷의 피크가 存在함을 表示한다. 夏期의 排熱利用量의 一般의 變動패턴은 아침과 夜間の 짧은 時間帶에 피크가 集中하여, 특히 夜間の 絕對值가 큰데 對하여, 晝間의 排熱利用量은 적다. 晝間에는 給湯使用量이 적은데, 이는 貯湯溫度가 充分히 上昇되어 있는 까닭이다. 冬期에는 피크의 繼續時間이 午前과 夜間の 時間帶에 分散되며, 晝間의 排熱利用量

도 夏期보다 많으며 低負荷時間帶도 짧다(그림 6).

그림 7은 月單位의 시스템 熱收支를 年間變動으로서 表示한 것이며, 發電量이 많은 夏期에 排熱利用量이 減少하고, 損失熱량이 增加하는데 對하여, 冬期에는 反對의 結果를 이

表 7. 發電電力負荷率과 發電效率

發電負荷率 (%)	No. 1 發電機		No. 2 發電機	
	發電效率	샘플數	發電效率	샘플數
0 ~ 25	.....	0	.....	0
25 ~ 30	24.4	3	22.7	2
30 ~ 35	26.4	39	26.7	48
35 ~ 40	27.5	120	28.1	91
40 ~ 45	26.7	340	27.0	293
45 ~ 50	27.4	447	27.7	417
50 ~ 55	28.2	1,051	28.5	778
55 ~ 60	28.8	1,423	29.1	1,677
60 ~ 65	29.5	221	29.7	327
65 ~ 70	30.2	308	30.2	155
70 ~ 75	30.9	1,462	30.9	1,320
75 ~ 80	31.5	523	31.3	717
80 ~ 85	31.8	170	31.8	212
85 ~ 90	32.4	11	32.1	15
90 ~ 95	0.0	0	32.1	2
95 ~ 100	.....	0	.....	0

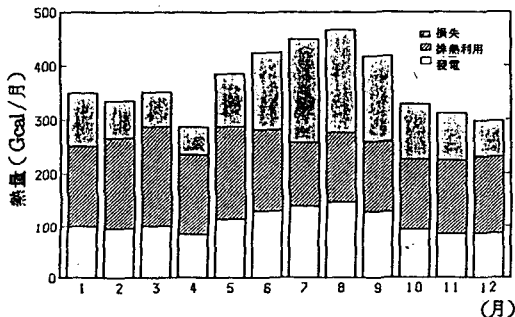


그림 7. 熱收支의 年間變化

루고 있다. 그러므로 夏期에는 電主熱從의 運轉으로 한다.

發電效率 시스템의 總合熱效率은 經濟性에 直結되는 重要條件이며, 燃料單價가 比較的 높은 都市가스의 境遇는 效率을 높게 維持하는 計劃上 運用面의 配慮가 特히 要望되고 있다.

本報에서는 發電效率, 排熱利用率을 各各 燃料에 따르는 投入熱量에 對한 發電量의 熱換算值, 排熱利用量의 比, 總合熱效率을 發電效率과 排熱利用率의 合이라고 定義하여 시스템의 評價에 使用하였다.

發電效率의 時間變動, 日變動은 共히 認定되지 않을 程度이나, 夏期(6~9月)에는 31%, 冬期(12~3月)에는 29% 前後이며 負荷率에 相關한다. 表 7은 發電電力負荷率과 發電效率의 實積이다.

시스템의 總合熱效率은 排熱利用率에 크게 依存한다. 夏期의 日中에는 排熱利用率이 낮으므로, 總合熱效率이 低率인 時間帶가 길다(그림 8).

그림 9는 月單位의 發電效率, 排熱利用率, 熱損失의 比率을 年變動으로서 表示한다. 發電效率의 年間變動은 月平均으로서 27.4~31.3%의 小幅이나, 排熱利用率은 7月이 最低이며 26.3%, 3月이 最高로서 52.8%로 되어, 偏差는 2倍에 達한다. 卽 排熱利用率의 變動幅이 크며, 시스템의 總合熱效率을 左右하는 主要因으로 되어 있다. 시스템 總合熱效率의 最高는 4月의 81.9%, 最低는 7月의 57.2%이다. 그리고 年間의 平均 發電效率, 總合熱效率은 各各 29.6%, 69.8%이다.

熱電比: 熱電比는 發電電力量에 對한 排熱利用量의 比이다. 엔진出力이 一定할 때, 熱

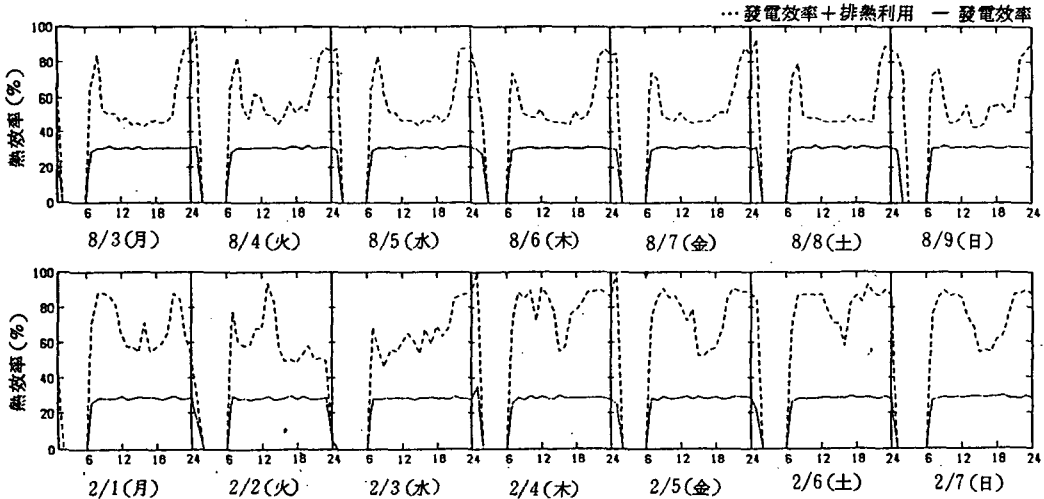


그림 8. 熱效率의 時間變化

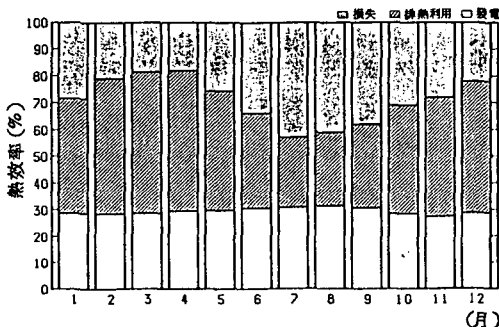


그림 9. 熱效率의 年間變化

電比의 時間에 따른 變動은 近似的으로 排熱利用率에 相似하게 된다. 熱電比의 時間變動에서 發電機停止時에 그 값이 크게 되는 것은 熱系의 容量과 遲滯에 依하는 것으로 解釋된다. 1日의 單位로 하는 月間의 變動幅은 夏期(8月)가 0.8~0.9 Mcal/kW, 冬期(2月) 1.0~1.8 Mcal/kW, 中間期(5月) 1.0~1.5 Mcal/kW程度이다(그림 10).

月平均熱電比의 年變動은 表 8과 같다.

熱電比의 最高는 3月의 1.5 Mcal/kW, 最

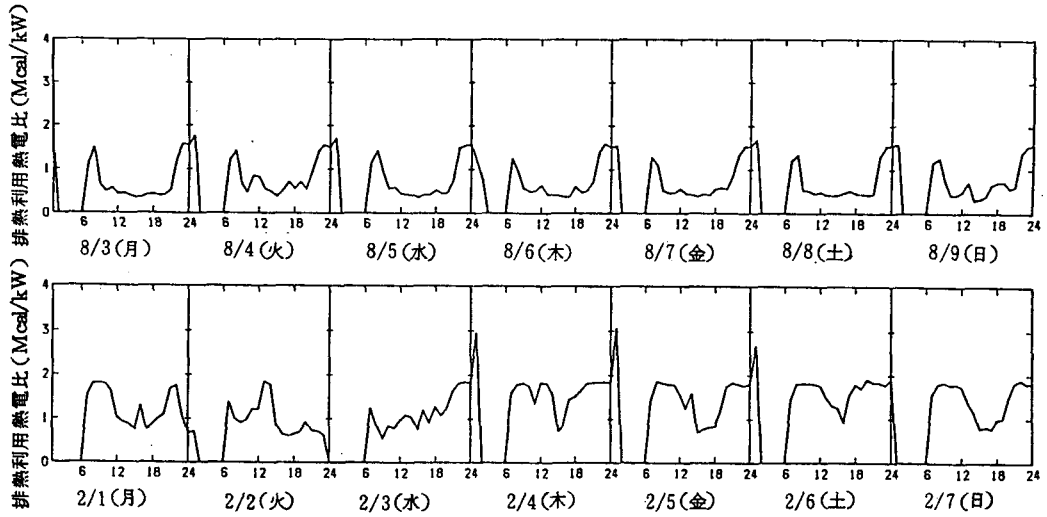


그림 10. 熱電比의 時間變化

表 8. 熱電比의 年間變化

單位: Mcal / kW

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年 間
熱 電 比	1.29	1.52	1.58	1.53	1.29	1.00	0.73	0.76	0.87	1.22	1.40	1.47	1.17

表 9. 排熱回收 溫水溫度의 度數分布 (No. 2)

(h)

溫水溫度 (°C)	月												年 間
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
~ 56	0	0	1	1	0	0	0	0	0	5	0	0	7
56 ~ 58	1	7	3	3	3	0	0	0	0	5	9	4	35
58 ~ 60	24	51	47	17	14	1	0	0	0	26	22	25	227
60 ~ 62	32	71	84	54	54	15	1	0	0	27	54	55	447
62 ~ 64	44	63	90	58	47	29	9	0	4	33	39	56	472
64 ~ 66	28	35	72	34	42	13	21	22	27	27	37	35	393
66 ~ 68	19	26	22	23	23	10	30	42	44	28	21	25	313
68 ~ 70	32	36	35	19	25	17	29	32	45	28	20	33	351
70 ~ 72	287	186	168	88	135	51	85	66	108	274	318	197	1966
72 ~ 74	77	43	34	34	146	258	383	405	309	49	10	51	1799
74 ~ 76	1	0	0	1	0	0	0	8	0	0	0	1	11
76 ~ 78	0	0	0	0	0	0	1	7	1	0	0	0	9
78 ~ 80	1	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	4
80 ~ 82	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	2
82 ~ 84	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
84 ~	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1

低는 7月の 0.73 Mcal/kW, 年平均値는 1.17Mcal /kW이다. 年平均熱電比가 低率인 原因은 5月~10月の 熱電比低下때문이다. 同期間은 發電電力需要量이 增加하고, 給湯負荷가 減少하므로 剩餘熱이 發生한다. 이 剩餘熱을 有效利用하는 方法으로서 溫水加熱吸收 冷凍機의 設置가 考慮된다. 그러기 위해서는, ① 排熱回收溫度를 85℃ 以上으로 設定할 수 있을 것. ②設備費가 合理的期間內에 償却될 수 있을 것 등이 必要條件으로 될 것이다.

排熱回收溫度레벨: 排熱回收溫度레벨은, 負荷側의 要求에 따라서 設定된다. 表9는 2號發電機에서의 排熱回收溫水溫도의 度數分布이다. 表中의 回收溫度는 定常運轉時 以外도 包含하므로 溫度域은 넓으나, 70~74℃에 많이 集中하고 5月~9月 若干 높은 편이다. 同表로서 排熱回收溫도의 上限을 74℃로 設定한 運轉이 採用된 것으로 推定된다.

排熱回收溫水溫도는 給湯負荷의 큰 時間帶에 若干 低下된다. 이것은 排熱에 의한 給湯加熱을 最大로 利用하는 方針에 의하는 것으로

생각된다. 本例에서는 發電電力量과 排熱回收溫水溫度사이의 相關은 認知되지 않았다. 이것은 給湯負荷에 따라서 排가스熱交換器의 回收熱量 또는 冷却塔에 의한 放熱量이 制御되고 있는 結果인 것이다.

1.4 給湯負荷特性和 排熱依存率

給湯負荷와 特性: 그림11은 給湯量의 時間變動例이다.

여기서 最大特色은 22~23時를 中心으로 하는 좁은 時間帶에 給湯量이 集中되고 있는 것이며, 이것은 호텔이 遊園地의 客으로서 占有되고 있으며, 閉園後에 宿泊客이 同時에 歸室하는 까닭이다. 午前의 給湯量에도 若干의 集中이 보인다. 設計段階에서도 이 特性을 豫測해서, 貯湯槽의 容量, 熱交換器能力을 通常보다 크게 選定하고 있다.

1日給湯量은 夏期(8月)에 120~150m³/d, 中間期(5月)에 90~230m³/d 程度이다. 月間給湯量은 2月~5월에 많고, 7月~9月, 12月~1월에 적다. 最大는 3月の 6.361m³/月,

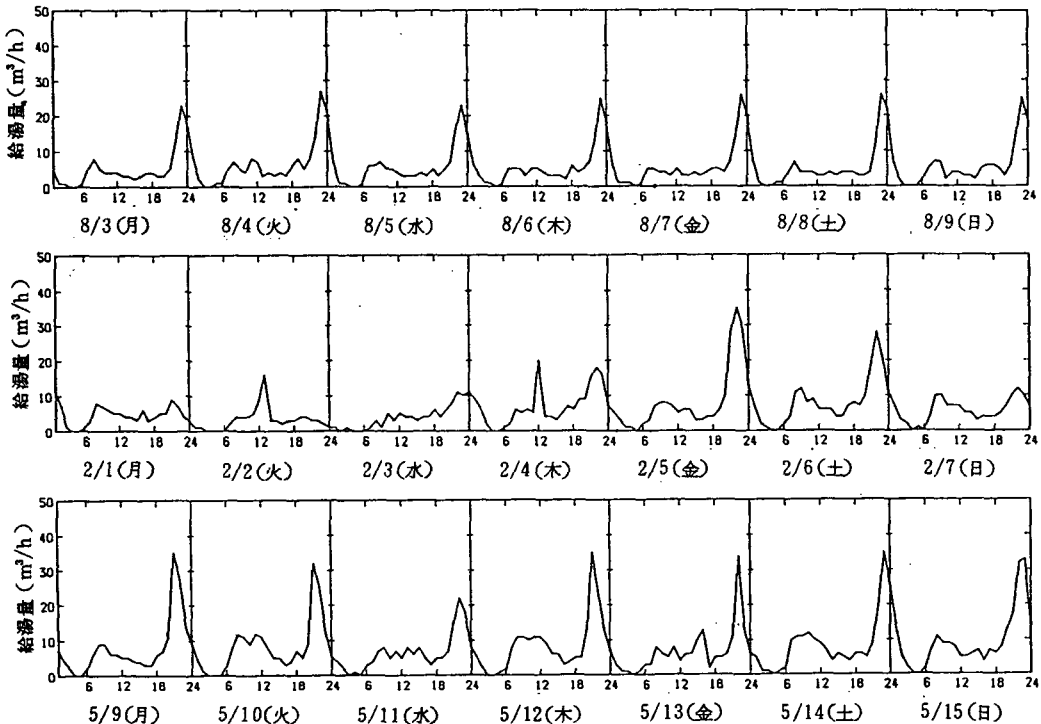


그림 11. 給湯量의 時間變化

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年間
給湯量	3962	4894	6361	5262	5607	4581	3728	4250	4232	4735	4528	4153	56293

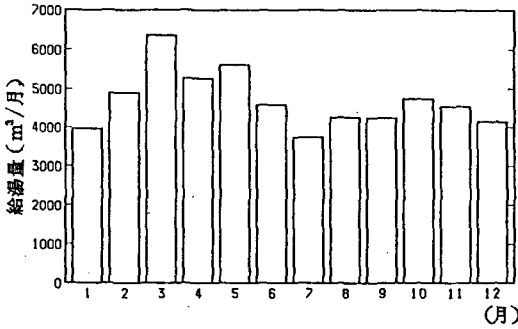


그림 12. 給湯量의 年間變化

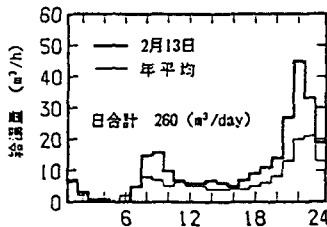
最低는 7月の 3,728m³/月이다(그림 12).

時間給湯量의 年間最大値는 56m³/h(2月 25日, 22時)이며, 35m³/h를 넘는 時間은 年間 36時間이며 中間期와 冬期에 생기고 있다. 表 10은 日給湯量에 對한 時間給湯量의 比率을 各時間마다 求해서, 月間, 年間の 頻度分布로 한 것이다. 日給湯量에 대하여 6% 以下の 時間給湯量의 比率이 82%인 反面, 時間給湯量이 1日給湯量의 18%를 넘는 時間은 年間 95時間, 20%以上은 33時間에 達한다. 本호텔의 給湯量이 深夜에 가까운, 좁은 時間帶에 集中하는 理由는 隣接하는 遊園地로부터 歸館하는 宿泊客의 入浴을 中心으로

表 10. 給湯量 比率의 度數分布

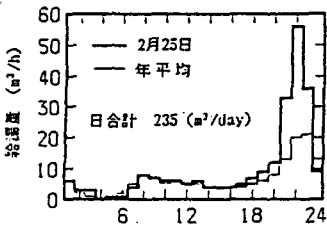
時給湯量 日給湯量 (%)	月												年 間
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
0~2	190	167	181	166	170	160	193	169	206	196	188	184	2170
2~4	208	247	326	304	257	272	288	354	290	289	259	191	3285
4~6	150	146	110	127	155	154	127	119	102	111	127	165	1593
6~8	97	55	20	36	37	57	19	12	30	32	57	76	528
8~10	28	24	23	17	23	26	17	16	12	15	31	35	267
10~12	25	27	26	24	10	16	22	10	22	17	17	16	232
12~14	9	16	26	21	12	15	20	16	20	23	18	13	209
14~16	8	9	16	8	14	10	7	7	16	16	11	11	133
16~18	2	3	11	8	11	6	13	17	7	13	8	5	104
18~20	2	0	5	6	3	3	8	21	9	4	1	0	62
20~22	0	1	0	2	3	1	3	3	5	4	1	0	23
22~24	1	1	0	1	1	0	3	0	1	0	2	0	10

表 11. 最大時間給湯量이 큰 날의 給湯量分布



給湯量의 集中度 2月13日(土)

時間	時間給湯量	給湯溫度	時間給湯量 日給湯量	時間給湯量 年平均日給湯量
20	14	58.2	5.4(%)	9.1(%)
21	27	54.1	10.4	17.6
22	45	54.4	17.3	29.3
23	33	58.3	12.7	21.5
24	19	58.2	7.3	12.4



給湯量의 集中度 2月25日(木)

時間	時間給湯量	給湯溫度	時間給湯量 日給湯量	時間給湯量 年平均日給湯量
20	12	60.3	5.1(%)	7.8(%)
21	33	52.4	14.0	21.5
22	56	51.2	23.8	36.4
23	36	59.9	15.3	23.4
24	9	58.8	3.8	5.9

하는 負荷가 겹치기 때문이다.

表 11은 時間最大給湯量, 給湯量이 集中하는 繼續時間을 把握할 目的으로 作成한 것이다. 同表는 年間을 通해서 時間給湯量이 큰 10日間을 選出하여, 日給湯量과 時間變動, 日最大時間給湯量과 前後의 時間에서의 給湯量, 當日の 日給湯量과 年平均日給湯量에 對한 比較를 整理해서 그 一部를 引用한 것이다. 이것으로서 時間最大給湯量은 41 ~ 56 m³/h이며

22時 또는 23時에 생기고 給湯豫備 탱크를 包含하는 全貯湯量 45m³를 超過하는 負荷이다. 時間最大給湯量을 이루는 前後의 時間給湯量은 1日給湯量의 10%以上일때가 많고, 이러한 3時間의 合計給湯量은 日給湯量의 40 ~ 53%에 達한다.

給湯加熱量(給湯負荷)과 排熱利用量의 時間變動은 그림 13에 例示하였다. 實線이 給湯負荷이고, 破線이 回收된 排熱로서 加熱된 負荷

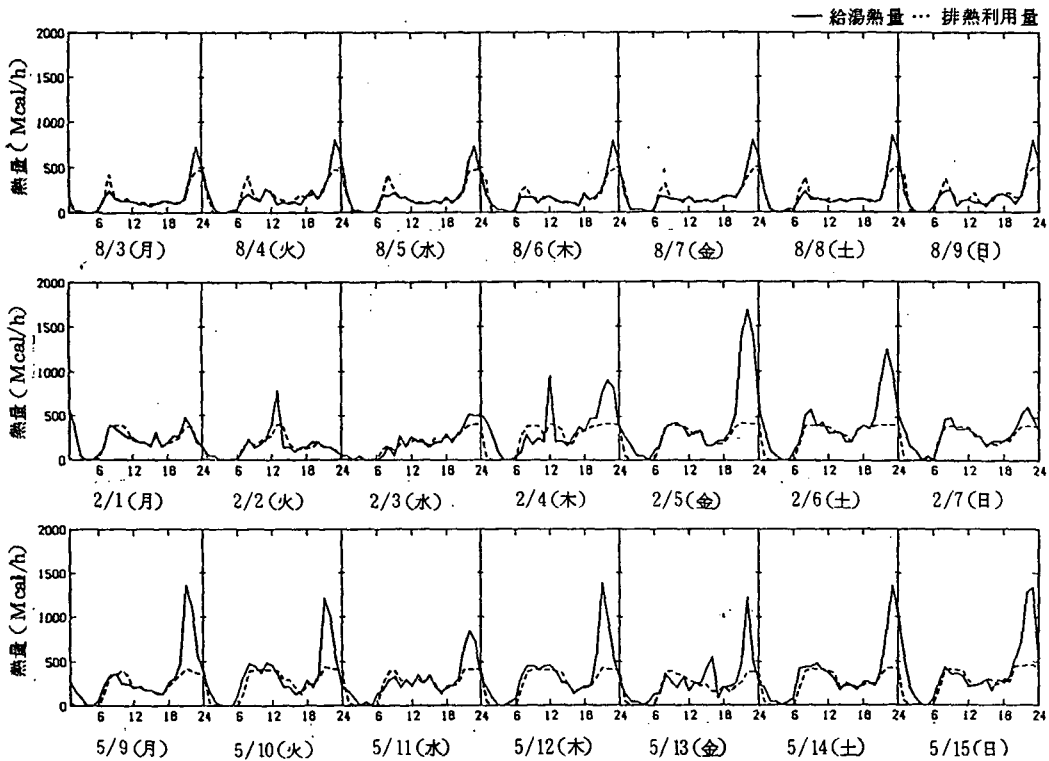


그림 13. 給湯熱량의 時間變化

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年間
排熱熱量	151	170	186	150	172	151	118	129	131	133	139	146	1776
給湯熱量	197	249	300	235	236	193	130	137	143	181	195	203	2405

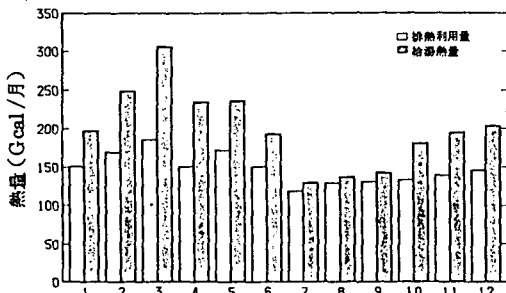


그림 14. 給湯熱량의 年間變化

(排熱利用量)이다. 給湯負荷와 給湯量의 피크는 一致하며, (給湯熱量) / (給湯量)의 比는 冬期 > 中間期 > 夏期로 된다. 이것은 給水溫度의 레벨에 따른다. 給湯加熱量이 排熱利用量을 上廻할 때는 蒸氣보일러에 의한 加熱이 併用된다. 時間變動에 따르면 夜間外에, 給湯負荷가 큰 午前中에 蒸氣보일러의 給熱이 이루어지며, 發電量이 많은 夏期도 그 例外는 아니다. 月單位の 給湯熱量, 排熱利用量의 年變動을 그림 14에 表示한다.

○ 給湯熱量은 2月~5월에 크고, 7月~

表 12. 給湯排熱依存率의 年間變化

單位 : %

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年 間
排熱依存率	76.2	68.2	60.8	64.1	72.9	78.2	91.3	94.2	91.3	73.5	71.4	71.9	73.8

9月에는 적다.

○ 月間給湯負荷의 最大는 3月의 306Gcal / 月, 最低는 7月의 130 Gcal / 月, 年間給湯負荷는 2,405 Gcal / 年이다. 排熱利用量의 最大는 3月의 186 Gcal / 月, 最低는 7月의 118 Gcal / 月, 年間排熱利用量은 1,776 Gcal / 年이다.

給湯負荷의 排熱依存率: 排熱依存率은 給湯負荷中 回收된 排熱에 의한 加熱量의 比率(排熱利用量 / 給湯負荷)로 하였다.

表 12는 月別 排熱依存率을 年間變動으로 表示한 것이다.

排熱依存率의 月間平均値는 夏期에 높고, 春期에는 낮다. 最高는 8月의 94.2%, 最低는

3月의 60.8%, 年平均排熱依存率은 73.8%이다. 排熱依存率은 給湯負荷特性, 貯湯槽 容量과 熱交換器能力, 常用發電機의 容量과 負荷率 등이 關與된다. 그림 13에서 나타낸 形態로 이루어지며, 貯湯槽를 增設하고 貯湯容量을 늘리는 것은 檢討할 問題이다.

給水溫度, 給湯溫度의 레벨 給水溫度의 季節變動要因으로서 다음의 두가지가 考慮된다.

- 1) 上水道에서의 配水水溫의 季節變動
- 2) 自家給水設備에 의한 氣溫의 影響

表 13은 給水溫度레벨의 月間度數分布이다. 이것으로 本호텔의 給水溫度는 2月이 6~10°C, 8月이 26~28°C로 볼 수 있다. 이 季節變化는 當然 給湯加熱量(給湯負荷)에도

表 13. 給水溫度의 度數分布

(h)

給水溫度 (°C)	月												年 間
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
6~8	0	446	93	0	0	0	0	0	0	0	0	0	539
8~10	571	234	204	0	0	0	0	0	0	0	0	315	1,324
10~12	171	16	434	155	0	0	0	0	0	0	0	299	1,075
12~14	0	0	13	205	0	0	0	0	0	0	67	96	381
14~16	0	0	0	115	0	0	0	0	0	0	298	6	419
16~18	0	0	0	245	396	0	0	0	0	0	235	0	876
18~20	0	0	0	0	273	54	0	0	0	172	120	0	619
20~22	0	0	0	0	33	276	73	0	9	541	0	0	932
22~24	0	0	0	0	0	213	169	0	346	29	0	0	757
24~26	0	0	0	0	0	0	317	20	220	0	0	0	557
26~28	0	0	0	0	0	0	152	691	145	0	0	0	988
28~30	0	0	0	0	0	0	33	33	0	0	0	0	66

表 14. 平均給湯量의 年間變化

單位 : ℓ/h·室

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年 間
給 湯 量	10.6	13.9	16.9	14.4	14.9	12.7	9.9	11.3	11.6	12.6	12.4	11.7	152.9
湯 使用量	16.2	20.6	25.2	22.7	25.2	22.4	20.0	23.9	22.2	22.5	20.6	17.9	259.4
給湯溫度	60.0	59.3	58.8	59.1	59.7	60.0	60.5	59.6	58.7	59.7	60.1	60.1	.....
給水溫度	9.6	7.9	9.9	14.0	18.1	16.6	24.7	26.9	24.4	20.7	16.1	10.5	.....

影響을 미치고 給湯使用量에도 關係된다. 表14는 月別의 客室當 時間平均給湯量과 물을 混合해서 湯溫을 42℃로 했을 때의 使用量을 對比시켜서 例示한 것이다. 이것으로 給水溫度가 높은 時期일수록 使用溫度에서의 湯量은 많이 修正되고, 夏期의 湯使用量도 實際로는 相當히 存在함을 알 수 있다.

給湯溫度는 給湯量에 피크가 생길때 若干 低下한다. 또 夜間以外的 給湯피크時는 使用上的 不便이 생기지 않는 溫度레벨이면 보일러에 의한 給湯加熱은 하지 않고, 貯湯槽의 容量에 依存하는 運轉方式을 採用하고 있다.

給湯溫度는 年間을 통해서 實質上 56~64℃의 範圍에서 供給하고 있으며, 給湯平均溫度는 各月 60℃ 前後이다.

2. B 스포츠클럽

2.1 建物과 시스템의 概要

本스포츠클럽은 1987年 3月 靜岡縣濱松市에 竣工하였다. 地下1層, 地上3層의 鐵筋콘크리트造, 延面積 約 10,800 m² 이며, 會員制 스포츠클럽을 主體로 한 下記의 用途를 가지는 複合建物이다.

熱併合發電시스템은 120 kW(150 kVA)가 가스엔진發電機 1基를 設置하여, 電力負荷中

풀關聯	大풀(25m×5코스)	B 1F
	小풀(約36.5m ² 어린이用)	B 1F
테니스코트	더블 4面(各層 2面)	1, 3F
스포츠關聯	受付, 會議室	2F
	룻카룸 샤워룸	
競技關聯	訓練競技場 에어로빅스, 요가 재즈댄스 스튜디오	3F
스포츠숍		1F
레스트랑		1, 2F
多目的홀	558m ² (4室로 分割可能)	4F
宴會場	4室(合計 197m ²)	3F
主機械室	(熱源機械室)	B 1F

照明, 動力合計 138.5 kW의 定格負荷를 分擔하고, 契約電力을 600 kW로부터 485kW로 低減하고 있다. 常用發電機用 燃料는 都市가스 6C(低發熱量 4,520Kcal /Nm³)이다.

그림 15는 시스템의 系統圖, 表 15는 主要機器의 示方이다.

表 15. 시스템의 主要機器의 示方

機器名	能 力	台數
가스엔진發電機	18 PS × 1,200 rpm 150kVA × 6 φ × 220V	1
자키투冷却水熱交換器	128,200 kcal/h	1
排가스熱交換器	71,400 kcal/h	1
溫水보일러	265,000 kcal/h	2
蓄 熱 槽	68 m ³	1
溫水焚吸收冷凍機	37 USRt	1

○ 시스템은 熱回收側과 熱消費側 사이에 68 m³의 開放形蓄熱槽를 가진다. 엔진排熱은 자키투 排가스熱交換器를 直列로 接續해서 回收하여 蓄熱槽에 投入된다.

○ 負荷에의 給熱은 溫水熱源吸收冷凍機(R-1), 暖房用熱交換器(HEX-3), 貯湯槽(ST-1), 沸水昇溫用熱交換器(HX-1)의 順序로 蓄熱槽부터 直列로 溫水供給된다. 熱回收系統의 補助熱源과 가스焚溫水보일러(B-1, 265 Mcal/h) 2基가 設置되어 있다.

	主體運轉	補助運轉
夏 期	R-2	R-1
中間期	R-2	R-1
冬 期	HEX-3	R-2

冷暖房負荷에는 가스焚冷溫水發生器(R-2, 280 USRT)를 設置하여, R-1, R-2, HEX-3의 並列運轉으로 溫水, 冷水를 空調負荷에 따라서 供給하고 있다. 各季節의 熱源機器運轉 順序는 다음과 같이 計劃되어 있다.

受電用變壓器容量은 合計 950 kVA 이며, 受電과 發電의 系統連繫는 없다. 常用發電機點檢時와 非常時의 백업으로서 非常用 디젤發電機 300kW(375 kVA)를 設置하여 非常用

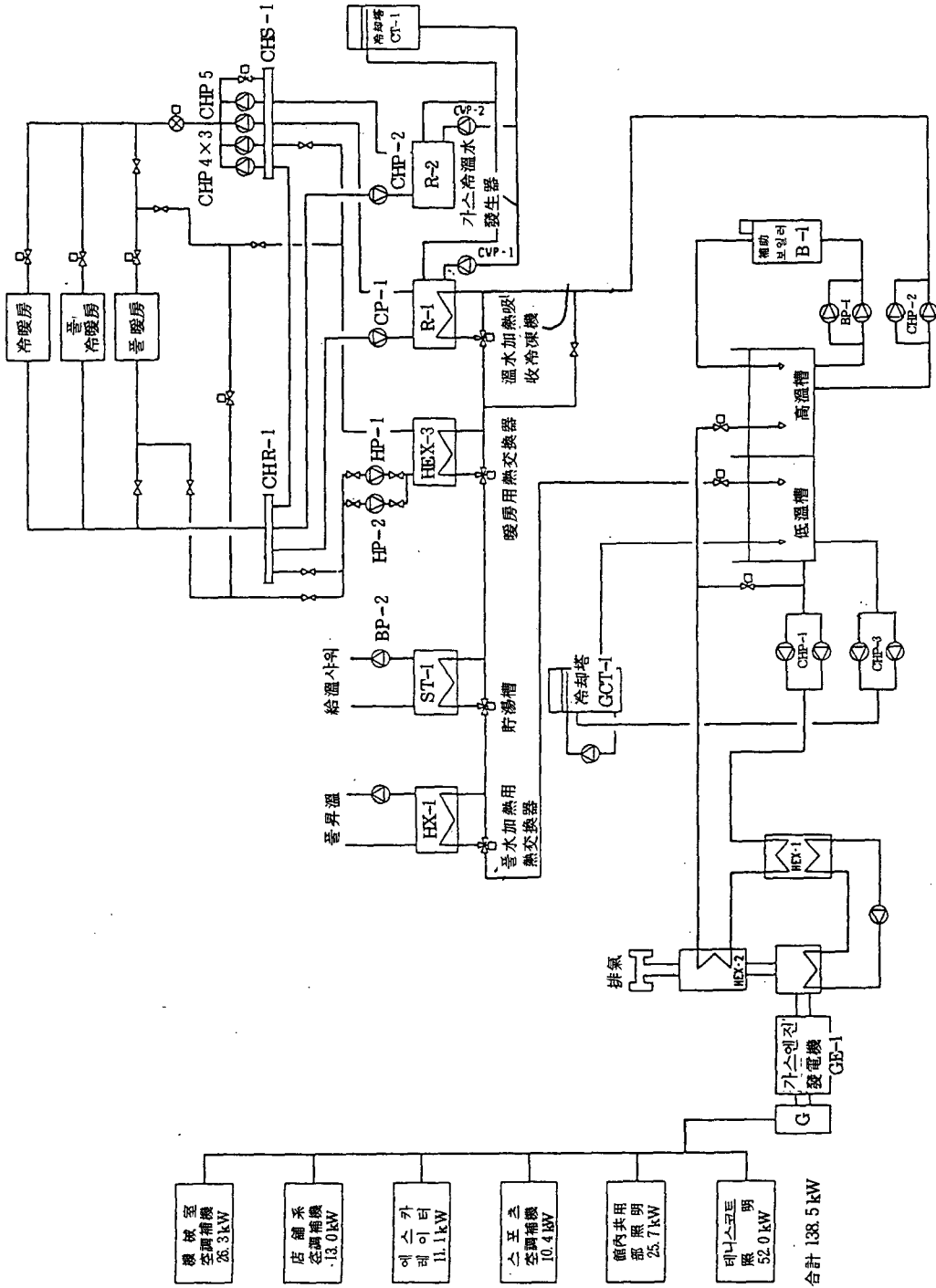


그림 15. 熱併合發電시스템 系統圖

當한다. 單位面積當의 年消費電力量은 總電力量 187.6 kWh/m²·年, 發電電力量 38.9 kWh/m²·年로 된다.

發電機稼動時의 月別時間平均發電量의 年變動幅은 ±7% 程度이며, 回路의 電力需要가 年間을 通해서 安定되어 있음을 表示한다(表 16).

發電電力比:發電電力比의 時間變動은 적다. 表 17 에 의하면 月別發電電力比는 8月이 最低, 3月이 最高로 되는 平滑한 年變動을 表示하며, 全日基準으로서 18.3%(8月)~25.8(3月), 稼動時 基準으로서는 19.9%(8月)~27.9%(3月)로 된다. 年間的 發電電力比는 全日, 稼動時 基準으로서 各各 20.7%, 23.4%로서 計劃值를 達成하고 있다.

發電機의 1日運轉時間은 14~15時間이며,

月合計運轉時間은 表 18 과 같으며, 年間運轉時間은 5,093 時間이다.

負荷率:그림 19 는 月單位電力負荷率이며, 受電電力은 8月(44.1%)이 最高, 3月(32.7%)

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年間
受電	34.2	34.0	32.7	34.8	38.8	40.6	43.1	44.1	41.9	38.3	34.8	34.9	37.7
發電	70.4	73.6	73.9	67.4	67.9	65.0	68.4	66.0	67.6	64.8	69.7	68.2	68.7

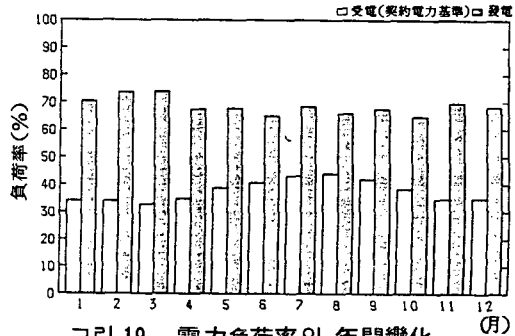


그림 19. 電力負荷率의 年間變化

表 17. 發電電力比의 年間變化

月	單位 : %												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年間
全日	22.9	23.6	25.8	22.6	20.9	11.6	19.8	18.3	19.3	20.0	22.7	22.5	20.7
稼動時	25.1	26.4	27.9	24.6	22.6	21.5	21.4	19.9	21.0	21.7	25.0	24.6	23.4

表 18. 發電機 運轉時間의 年間變化

月	單位 : h												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年間
運轉時間	434	401	462	439	453	239	469	449	431	443	426	447	5,093
1日平均運轉時間	14.0	14.9	14.9	14.6	14.6	14.1	15.1	14.5	14.4	14.8	14.2	14.4	14.6

表 19. 受電電力負荷率의 度數分布(全日)

受電電力負荷率 (%)	單位 : h												年間比率 (%)	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		年間
0~10	246	246	254	234	234	203	177	69	143	192	233	227	2,476	28.2
10~20	61	44	55	66	76	91	124	240	157	135	69	88	1,206	13.7
20~30	15	8	12	13	3	5	2	2	1	5	22	27	115	1.3
30~40	34	31	39	29	27	21	18	7	14	26	15	21	282	3.2
40~50	49	75	90	61	42	32	35	31	34	26	67	44	586	6.7
50~60	116	140	183	158	93	43	39	27	43	53	150	127	1,172	13.4
60~70	169	131	102	111	205	169	132	92	116	164	112	161	1,664	18.9
70~80	35	21	9	44	54	140	189	169	137	122	44	49	1,013	11.5
80~90	1	0	0	4	10	16	28	98	68	20	8	0	253	2.9
90~100	0	0	0	0	0	0	0	9	7	1	0	0	17	0.2

契約電力基準

表 20. 發電電力負荷率의 度數分布 (稼動時)

單位: h

發電電力負荷率 (%)	月												年間	年間比率 (%)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
0~10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3	4	0.1
10~20	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	4	0.1
20~30	3	5	3	6	7	4	12	2	3	3	5	3	56	1.1
30~40	15	14	12	30	37	12	25	19	25	21	27	19	256	5.2
40~50	54	30	37	15	17	9	25	35	27	42	19	51	361	7.4
50~60	25	13	17	39	27	13	23	59	47	40	29	30	362	7.4
60~70	35	43	41	51	36	14	59	50	47	65	27	46	514	10.5
70~80	44	46	36	49	40	31	36	73	85	53	51	54	598	12.2
80~90	110	138	168	206	269	141	270	193	186	191	251	130	2,253	46.1
90~100	132	103	131	22	0	0	0	0	0	0	3	93	484	9.9

發電機容量基準

이 最低이다. 發電電力은 3月(73.9%)이 最高, 8月(66.0%)이 最低로 되며 全然反對의 變動을 表示한다.

表 19는 受電電力負荷率의 度數分布이며, 20%以下의 低負荷率이 年間の 41.9%를 占하고 있다. 또 8~10月에 90%以上の 負荷率이 17時間(年間の 0.2%), 80~90%의 負荷率이 年間 253時間(年間の 2.9%) 出現하고 있다. 本 建物에서는 90%를 넘는 受電電力負荷率의 繼續時間은 1時間程度이다. 여기에는 人爲的인 調節效果도 加味되어 있다.

表 20은 發電電力負荷率의 度數分布이다. 發電電力負荷率 90~100%는 11~4月에 484時間, 80~90%는 全월에 걸쳐서 2,253時間이며, 各各 年間運轉時間의 9.9%, 46.1%에 相當하며, 高負荷率에서의 運動時間이 길다.

2.3 시스템의 熱收支와 熱效率

發電機의 熱收支: 그림 20에 表示한 것은 熱電構成의 時間變動이다. 排가스熱交換器의 回收熱量이 若干 적으나 發電容量에 對應하는 排熱回收가 이루어지고 있다.

月別의 發電機熱收支에서도 熱電構成의 差異는 적고, 年間을 통해서 安定된 排熱回收가 이루어지고 있음을 알 수 있다(그림 21).

月別의 發電機稼動時 時間平均熱收支는 表 21과 같이, 1月の 回收熱量이 적은 感覺을 받으나, 同表에 의한 年間單純平均은 發電換算熱量 71 Mcal/h, 排熱回收量 128 Mcal/h, 損失熱量 109 Mcal/h 程度이며 月間的 差異는 僅少하다. 以上の 數值로서 年平均의 發電效率은 23%, 發電機總合熱效率은 65%程度로 推定된다.

發電效率과 發電機總合熱效率 發電效率은 機

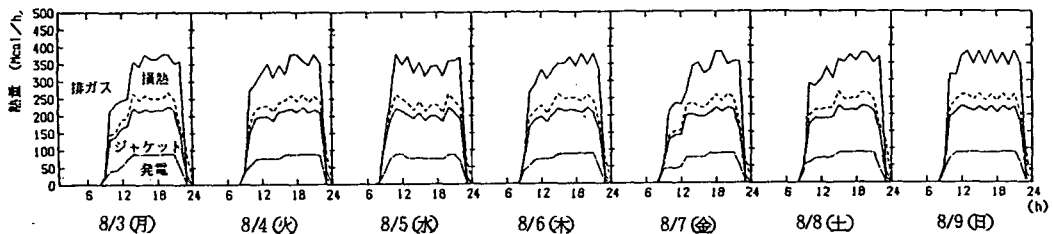


그림 20. 發電機熱收支의 時間變化

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年間
總熱量	134	127	148	133	140	71	147	135	134	132	133	134	1569
損失熱量	50	41	49	46	50	26	52	49	50	50	48	46	557
排熱回收	52	55	63	57	58	30	62	56	54	53	54	57	652
發電熱量	32	30	35	31	32	16	33	31	30	30	31	31	361

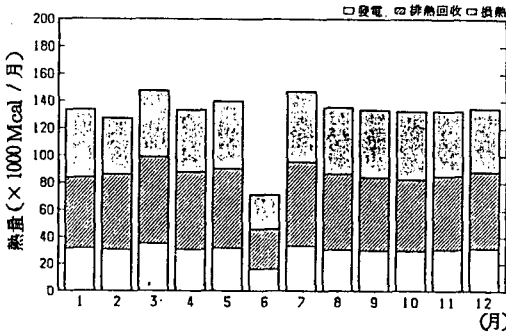


그림 21. 發電機熱收支의 年間變化

投入量에 對한 發電量의 熱量換算值, 排熱回收 熱量의 比로 하고, 發電機總合熱效率는 發電 效率와 排熱回收率의 合으로 하였다.

그림 22에서 月平均의 發電效率, 排熱回收 率의 年間變動은 小幅이며, 特定期間에서의 低 下는 없다. 年間平均의 發電效率는 23.0%, 排熱回收率은 41.5%, 發電機總合熱效率는 64.7%이다.

表 22에 定常運轉에 가까울때의 發電電力 負荷率에 對應하는 發電效率, 排熱回收率, 發電機總合熱效率, 熱電比의 實積值를 表示한 것이다.

發電機의 熱電比: 本例에서는 發電電力量

表 21. 發電機稼動時의 時間平均熱收支의 年間變化

單位: Mcal/h

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年間
總熱量	308	318	320	304	309	299	314	301	310	299	311	301	3,694
損失熱量	115	103	106	105	111	108	110	109	115	113	112	104	1,311
排熱回收	120	138	137	130	129	124	133	125	125	119	128	126	1,534
發電熱量	73	76	76	70	70	67	71	68	70	67	72	70	849

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年間
總合熱效率	62.7	67.5	66.8	65.6	64.2	63.9	64.8	63.9	62.7	62.2	64.1	65.4	64.7
排熱回收率	39.1	43.5	43.0	42.8	42.6	41.4	42.3	41.3	40.2	39.8	41.0	42.0	41.5
發電效率	23.6	23.9	23.9	22.9	22.6	22.5	22.5	22.6	22.5	22.4	23.1	23.4	23.0

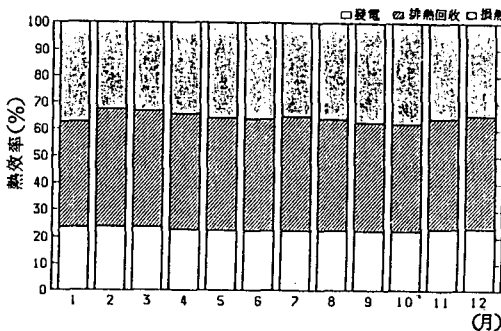


그림 22. 發電機熱效率의 年間變化

關의 形式과 容量, 燃料에 따라서 相違하며, 本例는 都市가스 6C (發電量 5,000Kcal / Nm³) 이므로 높은 發電效率는 期待할 수 없다. 시스템의 運轉을 經濟的으로 하는데는 排熱回收率을 높일 必要가 있다.

發電效率, 排熱回收率은 各各 燃料의 機關

表 22. 發電電力負荷率과 熱效率

發電負荷率 (%)	發電效率 (%)	排熱回收 (%)	總合效率 (%)	發電比 Mcal/kW	샘플數
0~ 30	.....	.....	.....	.....	0
30~ 35	25.0	33.9	58.9	1.17	67
35~ 40	20.9	37.8	58.7	1.56	142
40~ 45	21.3	40.5	61.8	1.64	186
45~ 50	20.7	42.7	63.4	1.77	119
50~ 55	20.7	42.4	63.1	1.77	163
55~ 60	21.9	43.0	64.9	1.69	188
60~ 65	22.1	43.2	65.3	1.68	291
65~ 70	23.3	43.4	66.7	1.60	247
70~ 75	24.3	43.2	67.5	1.53	291
75~ 80	24.6	43.4	68.0	1.51	306
80~ 85	24.9	43.1	68.0	1.49	871
85~ 90	25.3	42.5	67.8	1.44	1,382
90~ 95	26.1	43.2	69.3	1.42	483
95~ 100	27.8	44.0	71.8	1.36	1

(kWh) 에 對한 回收熱量(Mcal/h) 의 比를 發電機의 熱電比로 하였다. 月單位의 熱電比는 1.42 (Mcal / kW)(1月) ~ 1.62 (Mcal /

表 23. 熱電比의 年間變化

單位 : Mcal/KW

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年 間
熱 電 比	1.42	1.57	1.55	1.61	1.58	1.59	1.62	1.57	1.54	1.53	1.53	1.54	1.55

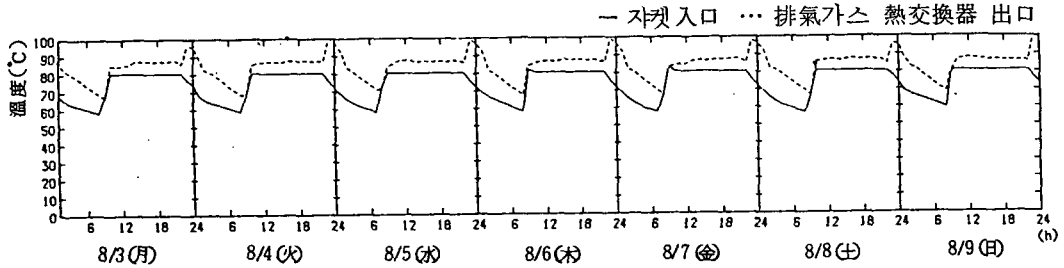


그림 23. 排熱回收 溫水溫度의 時間變化

表 24. 排熱回收 熱交換器 出口溫度溫水의 度數分布

單位 : h

溫水溫度 (%)	月												年 間
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
~64	7	2	2	2	1	0	0	0	1	0	8	15	38
64~66	4	3	0	1	1	0	0	0	2	0	2	5	18
66~68	2	2	2	3	3	0	0	3	4	1	3	2	25
68~70	1	3	1	0	5	0	0	1	3	3	1	1	19
70~72	3	3	0	3	4	5	1	1	2	2	5	2	31
72~74	4	5	4	5	3	0	0	5	2	2	0	1	31
74~76	24	51	5	11	3	5	1	3	4	6	3	1	117
76~78	54	141	21	88	3	3	2	3	3	3	0	0	321
78~80	12	28	105	163	4	2	3	4	2	1	1	0	325
80~82	2	20	280	107	35	14	29	3	0	4	0	1	495
82~84	5	75	14	21	231	110	138	2	4	7	0	4	611
84~86	114	58	11	9	140	93	278	86	94	118	92	106	1,199
86~88	80	2	1	6	0	1	0	317	296	257	255	250	1,420
88~90	59	2	0	0	0	0	0	4	4	13	41	87	210
90~92	52	0	0	0	0	0	4	0	0	1	3	1	61
92~94	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	3
94~96	10	5	16	20	20	8	12	17	10	15	12	16	161

(稼動時)

kW) (7月)이며, 年間の 平均熱電比는 1.55 Mcal / kW 이다(表 23).

排熱回收溫度레벨 : 그림 23은 排熱回收側의 出入口溫水溫度의 時間變動을 表示하는 例이다. 常用發電機稼動時의 排熱回收溫度레벨은 거의 一定하며 安定되어 있다. 吸收冷凍機運轉期間의 排熱回收溫度는 85℃ 前後로 維持되어, 運

轉期間外의 冬期에는 80℃ 以下로 되어 있다

排가스熱交換器出口溫水溫度는 8~12月은 84~88℃로 集中되고, 1~7月은 76~78℃부터 84~88℃의 溫度레벨로 移行하고 있다. 表 24로부터 判斷하면 1988年度는 排熱回收溫度를 높이고, 溫水加熱吸收冷凍機(R-1)의 運轉에 努力한 것으로 推定된다. 89年

도는 이 方針을 若干 變更하여 排熱回收溫度를 季節에 따라서 變動시키고 있다.

蓄熱槽의 熱量構成 蓄熱槽에 投入되는 熱量으로서 排熱回收量과 補助보일러(B-1)에 의한 熱量이 있다. 利用熱量은 溫水加熱吸收 冷凍機(R-1), 暖房用熱交換器(HEX-3), 貯湯槽(ST-1), 溫水加熱用熱交換器(HX-1)의 加熱量이다. 또 未利用의 熱量으로서 冷却塔(GCT-1)의 放出熱量, 槽體로부터의 損失熱量이 있다.

그림 24는 月單位的 投入熱量, 利用熱量의 構成과 絕對值를 對比해서 年變動으로서 表示

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年間
排熱回收	52.1	55.5	63.5	57.1	58.3	29.6	62.2	56.0	53.7	52.7	54.4	56.5	651.7
補助보일러	44.4	61.7	46.8	9.8	1.7	19.7	0.0	0.0	0.0	5.5	1.7	6.1	197.5
冷却塔放出	0.2	0.3	0.4	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.3	2.1
溫水	18.9	19.2	14.3	11.7	2.4	0.6	0.2	0.2	1.0	8.5	7.5	14.1	98.5
貯湯	9.5	11.6	12.5	12.4	11.8	10.6	11.0	7.2	6.9	7.8	9.2	8.0	118.6
暖房	62.9	75.1	76.7	26.0	25.2	21.4	18.3	5.0	10.4	17.2	22.7	47.3	408.1
冷房	0.1	0.0	0.0	7.3	11.9	8.2	25.2	36.0	28.4	16.0	17.6	0.0	150.7

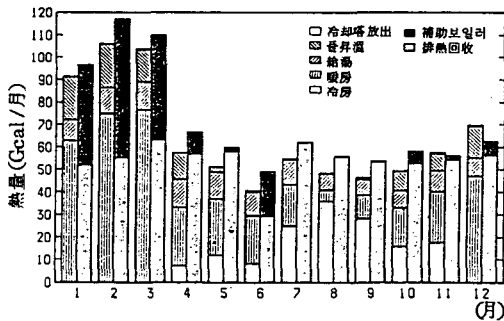


그림 24. 蓄熱槽投入熱量和 利用熱量의 構成과 年間變化

한 것이다. 6月은 常用發電機를 停止할 期間(13~25日)을 包含하므로 特異한 熱收支構成을 表示한다. 非常用發電機는 給電만을 爲한 것이므로, 補助보일러에 의한 蓄熱槽의 投入熱량이 相當히 存在한다. 冷却塔에 의한 放出熱량은 全體의 僅少하다.

月別의 加熱負荷(利用熱量)는 1~3月이 크고, 暖房負荷의 增大에 의한 影響이 크다. 給湯과 暖房負荷는 年間을 通해서 存在하며, 冷房負荷는 4~11月, 溫水昇溫負荷는 7, 8月以外에 생긴다. 年間的 加熱負荷中 基準은 排熱回收量으로서 充當되며, 不足分이 補助보일러에 依存하고 있다. 7~9月의 夏期以外는 補助보일러가 運轉되며, 1~3月은 投入熱량이 많다.

蓄熱槽投入熱量을 占하는 排熱回收量의 比率을 月單位로서 表 25에 表示한다. 1~3月을 除外하면 投入熱量에 對한 排熱回收量의 比率은 極히 높으며 年間 77%에 達한다.

蓄熱槽에의 投入熱量中 有效利用熱量 및 冷却塔放出熱量의 比率을 月別로 表示한것이 表 26이다. 冷却塔放出熱量은 11月과 12月に 생기고 있으며, 이것은 無視할 수 있는 程度의 比率이다.

有效利用熱量의 比率은 冬期에 높고, 夏期에 낮다. 이것은 蓄熱溫度가 冬期에는 낮고, 夏期에는 높은것에 相關한다. 11月과 12月은 蓄熱槽의 利用熱量이 投入熱量을 上廻하고 있다. 兩月 共히 前月에 比하여 相當히 蓄熱槽

表 25. 蓄熱槽投入熱量에 對한 排熱回收量의 年間變化

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年間
排熱回收 蓄熱槽投入	54	47	58	86	97	60	100	100	100	91	98	91	77

單位: %

表 26. 蓄熱槽投入熱量에 對한 冷却塔放出熱量, 利用熱量의 年間變化

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年間
冷却塔 放出熱量	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0.3
利用熱量	94	90	94	86	85	83	88	86	87	85	102	111	91.4

單位: %

表 27. 蓄熱槽平均温水温度の 度数分布

單位：h

温水温度(°C)	月												年 間	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	合 計	比 率
~ 54	2	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	1	16	0.3
54 ~ 56	7	5	25	0	0	0	0	0	0	0	0	4	41	0.8
56 ~ 58	48	23	33	0	0	0	0	0	0	6	7	26	143	2.8
58 ~ 60	39	32	51	0	0	0	0	0	0	11	4	44	181	3.5
60 ~ 62	131	42	99	6	1	0	0	0	3	15	7	111	415	8.0
62 ~ 64	203	126	116	11	2	0	0	0	3	25	13	95	594	11.5
64 ~ 66	8	17	48	31	3	1	0	0	2	21	35	50	216	4.2
66 ~ 68	0	26	34	49	1	5	0	0	1	29	51	33	229	4.4
68 ~ 70	0	33	25	37	14	20	2	0	11	27	69	17	255	4.9
70 ~ 72	0	51	14	58	80	37	13	13	51	54	75	7	453	8.8
72 ~ 74	0	32	11	76	91	58	54	58	91	108	52	1	632	12.3
74 ~ 76	0	16	3	65	187	107	189	123	146	70	57	10	973	18.9
76 ~ 78	0	2	0	47	56	18	162	128	120	67	26	14	640	12.4
78 ~ 80	0	0	0	38	15	0	39	108	8	6	17	11	242	4.7
80 ~ 82	0	0	0	15	8	0	15	29	0	0	11	10	88	1.7
82 ~	0	0	0	13	1	0	1	0	0	0	7	20	42	0.8

發電機稼動時

表 28. 蓄熱槽出口温水温度の 度数分布

單位：h

温水温度(°C)	月												年 間	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	合 計	比 率
~ 58	2	1	0	0	0	0	0	0	2	8	5	5	23	0.4
58 ~ 60	10	7	0	2	0	0	0	0	1	8	3	20	51	1.0
60 ~ 62	42	13	1	4	0	0	0	1	1	9	4	47	122	2.4
62 ~ 64	107	54	3	8	1	0	0	0	3	14	2	104	296	5.7
64 ~ 66	225	98	6	19	2	1	0	0	1	13	10	103	478	9.3
66 ~ 68	52	62	21	21	1	4	1	0	1	12	19	57	251	4.9
68 ~ 70	0	12	46	36	2	9	1	0	3	14	26	30	179	3.5
70 ~ 72	0	28	55	30	33	21	9	0	16	25	61	16	302	5.9
72 ~ 74	0	30	84	50	72	38	28	16	59	50	62	4	493	9.6
74 ~ 76	0	44	128	67	74	41	49	66	70	58	68	5	670	13.0
76 ~ 78	0	29	50	73	152	85	135	91	113	83	48	8	867	16.9
78 ~ 80	0	19	40	59	91	47	183	135	130	93	63	15	875	17.0
80 ~ 82	0	8	19	40	21	0	52	114	36	52	33	10	385	7.5
82 ~ 84	0	0	10	15	8	0	16	30	0	0	13	11	103	2.0
84 ~	0	0	9	14	2	0	1	6	0	0	14	19	46	0.9

表 29. 冷房排熱依存率의 年間變化

月	單位 : %												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年間
排熱依存率	0.0	0.0	0.0	26.1	12.7	3.6	11.4	11.4	13.5	12.1	58.8	0.0	12.6

內溫水溫度를 내리고 있으므로, 內部熱量의 放出, 槽周圍에 蓄熱된 熱의 還流 등의 영향도 包含되어 있을 것이다.

投入熱量에 대한 槽內損失熱量의 比率은 表 26 으로부터 年平均 9% 程度이다. 開放式蓄熱槽에서 高溫度의 蓄熱運轉임을 考察하면 損失은 적은 것이다.

蓄熱槽內溫水溫度: 蓄熱槽平均溫水溫度는 發電機運轉開始부터 徐徐히 上昇하고, 運轉停止後는 徐徐히 降下하는 一般의 日變動을 되풀이 하고 있다.

表 27 은 發電機稼動時의 蓄熱槽平均溫水溫度의 度數分布이다. 平均蓄熱溫度는 8月이 74~80℃로 가장 높고, 1月과 12月은 60~64℃로 높은 度數를 表示하고 있다. 冬期에는 補助보일러에 의한 給熱이 있으나, 加熱負荷의 特性을 考慮해서 無理하게 高溫蓄熱을 하지 않고 있다.

年間の 冷房排熱依存率은 12.6%이다.

脚註

* 冷房排熱依存率은 次式으로 定義하였다.

$$\text{冷房排熱依存率} = \frac{\text{R-1의 冷却熱量}}{\text{R-1의 冷却熱量} + \text{R-2의 冷却熱量}} \times C_R$$

여기서, C_R 은 蓄熱槽에의 投入熱量(kcal/d)에 대한 排熱回收量(kcal/d)의 比率이며

$$C_R = \frac{\text{熱量回收量}}{\text{排熱回收量} + \text{보일러의 投入熱量}}$$

** 暖房排熱依存率은 次式에 따른다.

$$\text{暖房排熱依存率} = \frac{\text{HEX-3의 加熱量}}{\text{HEX-3의 加熱量} + \text{R-2의 加熱量}} \times C_R$$

表 28 은 蓄熱槽부터 加熱負荷에 供給하는 溫水溫度의 度數이다. 蓄熱槽出口溫水溫度(시스템供給溫度)는 76~82℃ 程度이다. 槽內의 混合에 의한 溫水溫度低下는 6℃ 前後이며, 85℃ 以上으로 維持하는 것은 困難하다.

2.4 負荷側의 熱消費量

冷凍機의 冷却負荷 冷熱源으로서 溫水加熱 吸收冷凍機(R-1, 37 USRT), 가스焚冷溫水發生器(R-2, 280 USRT)가 設置되어, 並列로서 시스템에 冷水供給을 하고 있다.

그림 25 로부터 冷凍機의 運轉期間은 4月~11月이며, 8月에 冷却負荷가 最大로 된다.

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年間
R-2 冷凍機	0	0	0	11	53	92	136	189	124	70	8	0	683
R-1 冷却機	0	0	0	5	8	6	17	24	19	11	13	0	103

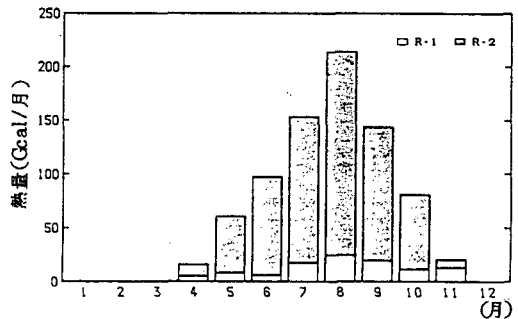


그림 25. 冷凍機冷却熱量의 年間變化

表 30. 冷凍機負荷率의 年間變化

月	單位 : %												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年間
R-1 冷凍機	0.0	0.0	0.0	39.0	39.2	46.5	49.0	52.9	52.0	49.3	52.5	0.0	49.1
R-2 冷凍機	0.0	0.0	0.0	10.6	14.7	25.1	35.5	51.9	34.9	23.2	18.0	0.0	33.5

表 31. 冷凍機(R-1) 負荷率의 度數分布

單位: h

負荷率 (%)	月												年 間
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
0 ~ 10	14	20	13	29	11	6	11	13	...	117
10 ~ 20	7	23	9	20	0	8	12	8	...	87
20 ~ 30	14	24	9	24	3	3	7	7	...	91
30 ~ 40	25	24	5	16	13	20	22	14	...	139
40 ~ 50	14	22	11	23	93	62	20	30	...	275
50 ~ 60	19	32	9	97	201	165	80	47	...	650
60 ~ 70	14	24	17	64	76	71	29	61	...	356
70 ~ 80	4	12	17	39	13	0	13	26	...	124
80 ~ 90	1	2	13	7	0	0	2	3	...	28
90 ~ 100	0	0	0	0	2	0	0	1	...	3

年間の 總冷却熱량은 786 Gcal/年이며, 中 R-1의 冷却熱량은 13.1%에 相當한다. 冷房排熱依存率*의 月別變動은 表 29와 같으며, 11月이 58.8%, 4月이 26.1%, 5月~10月은 11~13%이다.

冷凍機負荷率의 年變動을 表 30에 表示한다. R-1의 負荷率은 39.0%(4月)~ 52.9%(8月)의 變動幅이며 年平均負荷率은 49.1%이다. R-2의 負荷率은 10.6%(4月)~ 51.9%(8月)이며, 年平均負荷率은 33.5%이다. R-2는 冷却負荷의 大部分을 負擔하며, 負荷變動에 따라서 運轉되고 있다.

R-1의 負荷率이 70%以上인 時間數는 全體의 8.3%이다. 卽 回收熱量을 利用해서 可能한限 運轉하고 있는데, 熱源溫水溫度가 낮으므로 加熱量이 不足해서 能力을 올릴 수 없고, 冷水出口溫度도 10℃程度가 現狀이다.

시스템 送水溫度를 높게 維持하는 改善策으로서, 熱回收側과 熱消費側을 直接 接續하여 消費側으로부터 되돌아오는 溫水를 蓄熱槽로 돌리는 方法도 考慮된다.

暖房負荷: 暖房系統에의 給熱은 HEX-3 (250 Mcal/h)와 R-2 (776 Mcal/h)를 並列 接續하여 溫水를 供給하고 있다.

暖房給熱量(暖房負荷)은 運轉開始時가 最大이며 時間의 經過에 따라서 減少한다. HEX-3의 給熱量은 200 Mcal/h程度이며, 이水準을 넘는 加熱負荷는 R-2가 分擔하고 있다.

그림 26는 月別 暖房給熱量이며, 年間 總給熱量은 488.7 Gcal/年, 中 HEX-3의 給熱

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年間
R-2	20.6	24.7	9.9	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	24.3	80.6
HEX-3	62.9	75.1	76.7	26.0	25.2	21.4	18.3	5.0	10.4	17.2	22.7	47.3	408.1

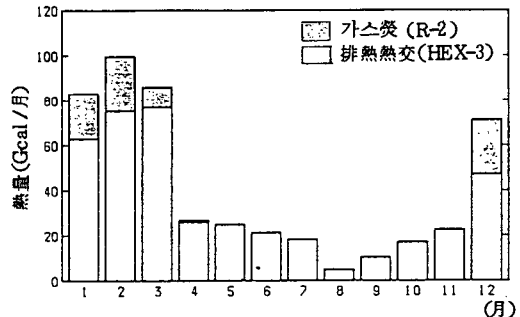


그림 26. 暖房給熱量의 年間變化

表 32. 暖房排熱依存率의 年間變化

單位: %

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年間
排熱依存率	40.7	35.6	51.0	81.9	97.1	60.0	100	100	99.9	90.6	96.9	59.7	64.0

表 33. HEX-3, R-2 의 負荷率의 年間變化

月	單位 : %												年間
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
HEX-3	60.7	74.7	71.5	25.2	23.7	20.6	18.7	5.4	10.7	16.6	22.4	44.4	33.3
R-2	7.1	9.3	7.5	5.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.4	8.5

량은 83.5%이다. 12월부터 3월의 期間은 暖房 負荷가 크므로 R-2에 의하는 補充運轉이 이루어지고 있다. 暖房 負荷의 排熱依存率**은 5월~11월에 高率로 되나, 1월~3월이 低率이고 年平均値는 64.0%로 된다(表 32).

暖房系統에의 給熱主體는 HEX-3이며, 比較的高 負荷率로서 運轉되고 있다. R-2는 加熱能力이 크며, 補助運轉이므로 負荷率은 極히 적다(表 33).

給湯 負荷: 給湯 負荷에 대해서는 貯湯槽 ST-1(220 Mcal/h)으로써 加熱과 貯湯이 이루어진다. 給湯設備單獨의 補助熱源은 設備되어 있지 않다.

月別의 給湯加熱量은 1987年度에 比하여 88年度에 相當한 增加가 보여진다. 그 要因으로서 ①會員數의 增加에 의한 給湯 負荷의 增大, ②排가스熱交換器周圍의 斷熱改修로서 回收熱量이 增加한 效果가 나타나고, 負荷에의 對應이 容易하게 되었다는 것 등이 考慮된다(그림 27).

表 34는 시스템稼動時의 給水溫度이다. 給

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年間
給湯熱量	9.5	11.6	12.5	12.4	11.8	10.6	11.0	7.2	6.9	7.8	9.2	8.0	

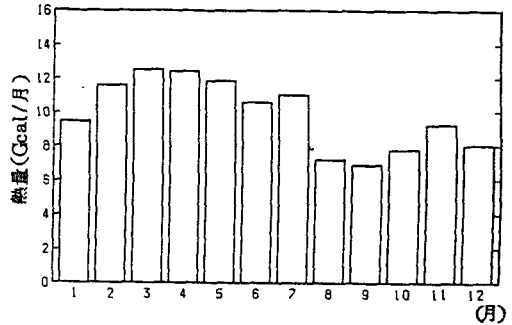


그림 27. 給湯熱量의 年間變化

水溫度는 1~3월이 낮고 14~16°C, 8월이 가장 높으며 28~30°C의 頻度가 높다. 給水溫度는 地域, 上水道의 水源, 自家用給水設備 등에 의한 영향이 크다. 給湯溫度는 中間期(3, 4, 5, 10, 11月)에 60~62°C, 冬期와 夏期에 58~60°C의 頻度가 높다.

月別의 給湯量은 表 35와 같다. 月間給湯量은 87年度(8~12月)에 比하여 88年度(1~7月)는 增加하고 있다. 年間給湯量은 3,213

表 34. 給水溫度의 度數分布

給水溫度 (°C)	單位 : h												年間
	月												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
12~14	43	206	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	282
14~16	234	138	270	57	0	0	0	0	0	0	0	26	725
16~18	41	12	65	186	0	0	0	0	0	0	3	257	564
18~20	42	13	65	187	1	0	0	0	0	0	2	256	566
20~22	9	0	14	26	223	7	0	0	0	0	171	16	466
22~24	1	0	0	16	39	136	0	0	0	101	88	4	385
24~26	4	0	0	4	28	172	248	0	14	120	15	0	605
26~28	0	0	0	0	11	35	127	141	184	93	7	0	598
28~30	0	0	0	0	0	28	19	161	96	19	1	0	324
30~32	0	0	0	0	0	5	14	32	18	9	0	0	78
32~34	0	0	0	0	0	0	2	13	4	0	0	0	19

表 35. 給湯量의 年間變化

單位 : m³/月

月	1	2	3	4	5	7	7	8	9	10	11	12	年間
給湯量	235	268	289	303	319	324	333	240	226	231	244	202	3213.1

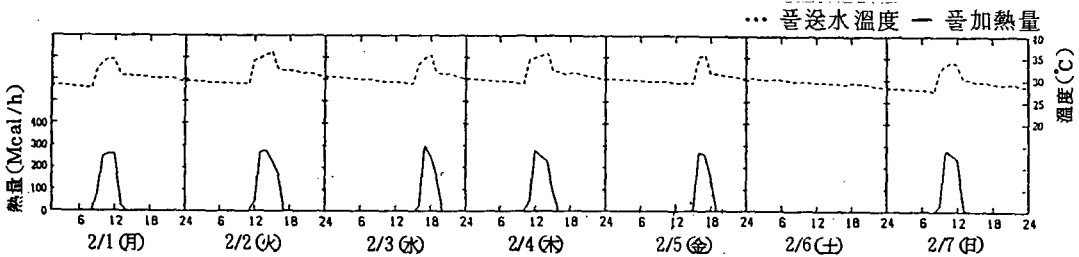


그림 28. 沸水加熱量과 沸水送水溫度의 時間變化

表 36. 沸室內暖房熱量의 年間變化

單位 : Gcal/月

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年間
暖房熱量	27.4	27.4	28.2	7.1	16.3	8.8	8.5	2.0	8.5	14.8	21.1	26.7	196.7

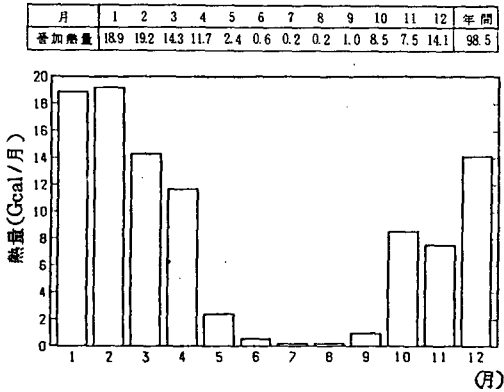


그림 29. 沸水加熱量의 年間變化

m³/年이다.

沸水負荷 沸水의 昇溫은 沸水加熱用 熱交換器 HX-1 (300 Mcal/h)로써 이루어지며, 加熱은 蓄熱槽부터 供給되는 溫水에 依存하고 있다.

그림 28은 沸水加熱과 送水溫度의 時間變動의 一例이다. 夏期, 中間期의 沸水의 自然溫度降下는 작으므로, 加熱은 間歇的이며 加熱量의 絕對值도 적다. 冬期는 沸水溫의 降下가 5~6°C/日 程度임으로 數時間의 加熱이

이루어지고 있다.

沸水加熱量의 年變動은 그림 29와 같다. 最高는 2月이며 19.2 Gcal/月, 最低는 7.8月의 0.2 Gcal/月이고, 年間의 沸水加熱負荷는 98.5 Gcal/年이다. 이것은 蓄熱槽의 年間利用熱量 775.9 Gcal/年의 12.7%에 相當한다.

沸室內暖房熱量의 年變動은 表 36과 같다. 暖房熱量은 11月부터 3月에 많고, 年間暖房熱量은 196.7 Gcal/年이며, 蓄熱槽의 年間利用熱量의 25.4%에 相當한다.

本報의 調査對象은 日本에서의 初期의 計劃, 實施의 例이다. 分析한 內容은 設計, 運用의 便利를 考慮해서 具體的으로 記述하도록 努力하였으나, 紙數關係로 割愛한 部分도 적지 않다. 本報가 多少라도 讀者에게 參考가 된다면 多幸한 일이다.

解析에는 工學院大學의 岸川晶哲君의 協力を 얻었고, 本誌掲載에 있어서는 서울大學의 金孝經先生과 盧承卓先生의 厚意에 의한 것이며 특히 번역을 하여주신 金先生에게 深 深한 感謝의 뜻을 表한다.