

# 小型 熱併合 發電의 妥當性 研究

(6)

金 武 赫

코오롱엔지니어링 자동차사업본부 상무

## 2. 일본의 니찌이 회사 지점 건물(2)

### 가. 건물개요

- 주소           요코하마시 중구
- 부지면적      6,844㎡
- 연  건평      32,291㎡
- 층수           지상 6층 지하 2층
- 구조           RC
- 착공           1988년 6월
- 준공           1990년 4월

### 나. 설계사양 및 설계 방침

열병합 발전은 에너지의 유효이용이란 관점에서 그 시스템의 채용이 해마다 많아져 가고 있다. 대규모의 공장이나 산업용뿐만이 아니고 중규모 정도의 호텔, 점포 등의 건물에 있어서도 열병합 발전이 설치되고 있다.

특별고압 전력(2,000kW 이상)의 인입을 피하기 위하여 또한 에너지 절감을 도모하기 위하여 가스엔진 발전기를 설치하고 전원과 열원의 일부분을 부담하고 있으며 도시가스를 1차 에너지로 입수하고 2차 에너지로 전기와 배열을 총합적으로 이용하여 에너지의 유효이용을 목표로 하는 시스템으로 되어 있다.

1가구의 열병합 발전 시스템은 중압가스의 공급을 받아 가스엔진 발전기 2대(용량: 300kW×2)를 운전하여 전기와 배열을 이용하는 시스템을 구성하고 있다. 전기는 주로 공조, 위생의 동력설비에 공급하고 배열은 고온수로 변환하여 냉난방의 열원으로써 냉방시는 온수 흡수식 냉동기에, 난방시는 판형 열교환기에 공급한다.

기기의 구성은 가스엔진 발전기, 발전기용 냉방용의 온수 흡수식 냉동기, 난방용의 판형 열교환기, 배열용의 판형 열교환기, 배열용 냉각탑(냉동기용 냉각탑과 겸용), 열원수 펌프,

냉각수 펌프 등으로 되어 있다.

다. 주요기기

(1) 가스엔진 발전기

- 발전출력 300kW
  - 연료 도시가스(13A) 82.5Nm<sup>3</sup> /h
  - 발전전압 160~240V
  - 주파수 40~60Hz
  - 배열회수 420,000kcal /h
- } 2대

(2) 직접연소 흡수식 냉온수기

- 냉방능력 400RT 도시가스 (13A)121Nm<sup>3</sup> /h
  - 난방능력 1,209Mcal /h
- } 1대

(3) 직접연소 흡수식 냉온수기

- 냉방능력 240RT 도시가스 (13A) 73Nm<sup>3</sup> /h
  - 난방능력 725Mcal /h
- } 1대

(4) 온수 흡수식 냉동기

- 냉방능력 120RT
  - C.O.P 0.69
- } 1대

라. 설계의 요점 및 시스템의 특징

(1) CVCF 모드와 VVVF 모드에 의한 발전

이 건물에서 채용한 열병합 발전 설비의 특징의 한가지는 발전기를 CVCF 모드와 VVVF 모드의 양쪽으로 사용할 수 있도록 하여 발전기에서 공급할 수 있는 기기의 범위를 넓게 하고 또한 에너지 절감도 도모하도록 한 것이다.

두대의 가스엔진 발전기 중에서 1대는 CVCF(정전압 정주파수)용 발전기로 하고 50Hz, 200V의 상용전력과 같은 일정전기를 발

전하여 펌프, 송풍기 등의 일반설비동력에 공급하고, 다른 한 대는 VVVF(가변전압주파수)용 발전기로 하고 40~60Hz, 160~240V, 가변전기를 발전하여, 공조설비의 반송동력(펌프, 송풍기, 냉각탑)에 공급하도록 한다. 냉난방 부하를 조절변(Two Way Control Valve)의 開度로부터 검출하여 주파수를 40~60Hz의 사이에서 변화시켜서 부하에 맞는 냉온수량과 송풍량으로 되도록 제어한다.

(2) CVCF 모드와 VVVF 모드 발전의 절환

두대의 가스엔진 발전기는 두대 CVCF 모드로도 VVVF 모드로도 운전가능한 시스템으로 한다. 이 모드 절환의 목적은 발전기 운전 시간을 평준화하고 유지보수의 효율화를 기하기 위한 것이다. 결국 냉난방기(여름, 겨울)는 CVCF 모드와 VVVF 모드의 2대를 운전하고, 중간기(봄, 가을)은 CVCF 모드의 1대만을 운전하게 된다.

모드 절환을 행하지 않으면 1대 발전기만 연속운전하게 되어 기기의 수명, 고장의 빈도에 차가 생기므로 각각 CVCF 모드와 VVVF 모드의 절환이 가능한 시스템으로 하고 있다.

(3) 배열의 유효이용

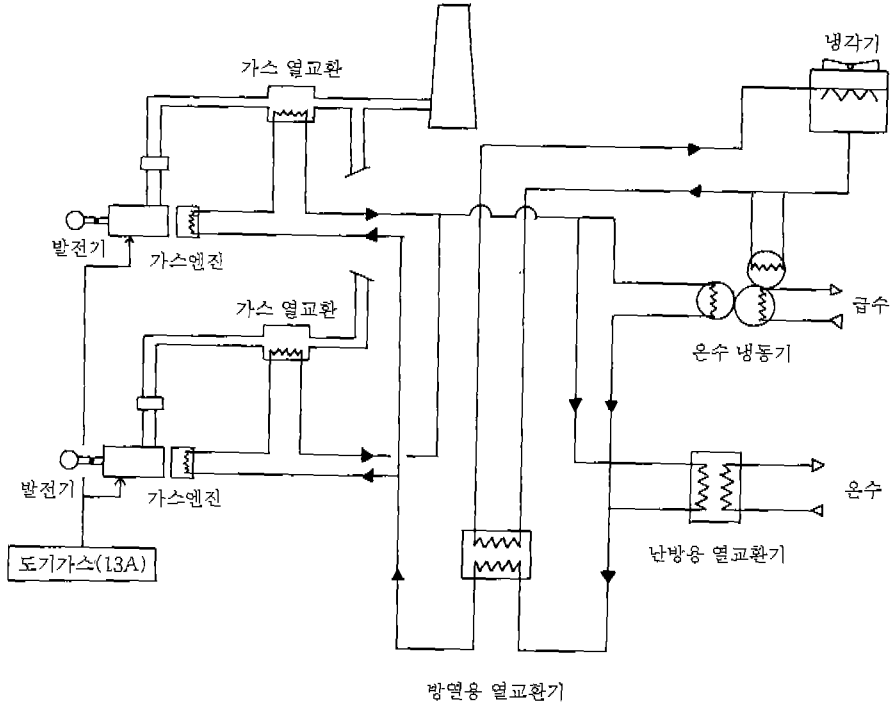
배열량은 발전전력 및 주파수에 따라 크게 변화하며 고온수의 온도도 크게 변환한다. 그 때문에 냉동기의 출구온도 및 열교환기의 출구온도는 일정하지 않게 된다. 이러한 것을 고려하여 열병합 발전의 배열을 이용한 냉동기 열교환기는 예냉, 예열용의 기기로서 배관의 유량을 형성하여 배열의 100% 이용이 가능하다.

배열이용의 기기 입구에는 정 유량변을 설치하여 기기의 수량을 확보하고 수량의 변화에도 대응하는 시스템으로 한다. 파크시에는 배열기기의 출구온도가 입구온도보다 ±5℃ 변환되어

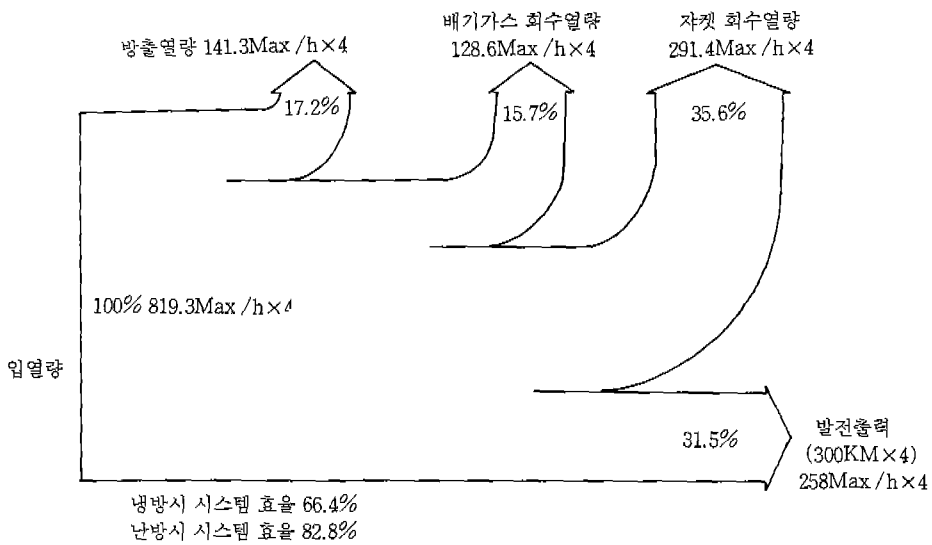
나오지만 바이패스측과 합류한 후에는  $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 의 변화밖에 되지 않으므로 과냉각, 과잉 가열되

지는 않는 시스템으로 되어 있다.

마. Flow Diagram



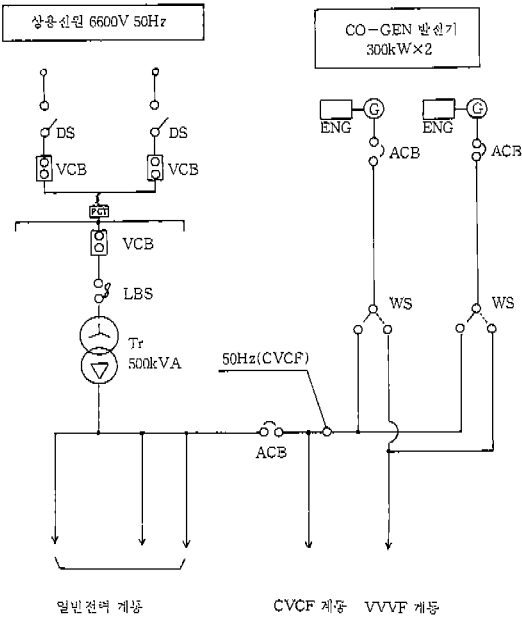
바. Heat Balance



사. 經濟性 比較表

區 分	열 병 합 발전	수 전 의 경 우
電 力 料 金	—	36,800,000円 / 年
가 스 料 金	23,400,000円 / 年	—
排熱利用(冷暖房)	△ 7,300,000円 / 年	—
合 計	16,100,000円 / 年	36,800,000円 / 年
差 額	△20,700,000円 / 年	基 準
초기투자비용 差額	+100,000,000円 / 年(+186,000,000)	基 準
單 純 償 却 年 數	4.8年	基 準

아. 수전설비



에는 열병합 발전을 권장하는 특별조항은 전혀 없고 다만 열병합 발전시스템을 설치하려고 할 때 규제를 받게 될 조항만 있을 뿐이다. 열병합 발전 시스템과 관련된다고 생각되는 자가용 전기설비에 관한 조항을 발췌하면 별첨과 같은 문제점을 요약하면 다음과 같다.

- (1) 자가용 발전설비의 전력을 일반전기사업자 즉, 한국전력공사 외에는 타인에게 공급할 수 없게 되어 있다.
- (2) 전기 안전관리 업무를 대행시킬 수 있는 발전설비 용량은 100kW 이하이다.
- (3) 한국전력공사 전기공급규정 제69조(예비전력)에는 한전의 전력공급설비에 대한 예비전력은 규정되어 있지 않다.

이러한 문제점에 대하여 다음과 같은 대책을 검토하여야 한다.

- (1) 자가용 발전설비의 전력을 일반 전기사업자에게 공급할 때에는 열병합 발전설비의 경우 전기 사업자 자신의 판매 원가 정도의 구입가를 보장하고 인접한 특수 관계자와 함께 공동 발전 설비를 운영할 수 있도록 한다.

## 제 7 장 소형 열병합 발전의 법적 보호방안

### 1. 전기 사업에 의한 법적 보호방법

현행 전기 사업법, 동시행령, 동 시행규칙상

- (2) 전기안전 관리업무를 전기안전공사 또는 자격을 갖춘 자에 대행시킬 수 있는 범위를 수전설비와 같이 2,000kW 이하로 확대하고 정기검사기간도 연장한다.
- (3) 한국전력공사 전기공급규정에 자가용 열병합 발전설비의 예비전력 공급 조항을 추가하고 기본요금산출의 특례를 규정한다.

## 2. 환경보호법에 의한 법적 보호방법

환경보전에는 수질환경보전, 대기환경보전, 소음진동 규제 등이 있으나 열병합 발전과 주로 관계되는 것은 대기환경과 소음진동이다. 대기환경 보전법 시행규칙 제4조 별표 3의 제12항에 의하여 모든 열병합 발전시설로 규정되어 있으므로 대기 환경보전법 제10조, 동시행령 제2조에 의한 설치 허가를 필요로 한다. 열병합 발전 시스템에서 배출될 수 있는 오염물질은,

- (1) 매연, 일산화탄소, 탄화수소
- (2) 아황산 가스
- (3) 질소 산화물

등이 있으나 (1)항은 연소 장치의 적절한 유지보수와 적당한 혼합비의 운용으로 기술적으로 문제가 되지 않으며 (2)항의 아황산 가스는 저황유나 도시 가스 등의 청정연료 사용으로 해결되지만 앞으로의 과제는 (3)항의 질소 산화

물의 저감책으로 된다.

대기환경 보전법 시행규칙 제9조 별표 7에 의한 질소 산화물(NOx) 배출 허용기준은 다음과 같다.

소형 열병합 발전 시스템에 주로 사용되는 내연 기관이나 가스터빈의 경우 질소산화물의 배출을 감소시키기 위한 대책으로는

- (1) 희박 연소법
- (2) 증기 주입법
- (3) 배기 가스 순환법
- (4) 촉매 환원법

등이 있으나 어느 방법이든 시설이 복잡해지거나 열효율이 저하되는 경향이 있으므로 환경조건과 경제성을 고려하여 적절한 방안을 강구하여야 한다.

소음 진동 규제법 시행규칙 제2조 별표 1에 의하여 120kW 이상의 발전기는 소음 진동 배출시설로 규정되어 소음진동 규제법 시행규칙 제3조 별표 2에 의한 소음 진동 방지시설을 하고 소음 진동 규제법 제9조, 동시행령 제2조에 의해 배출시설의 허가를 받아야 한다.

일반적으로 소형 열병합 발전 시설은 옥내에 설치되므로 현재의 방음 방진 시설에 대하여는 기술적으로는 별로 문제되지 않으리라 보여진다.

## 3. 기 타

이상의 법령은 대부분 열병합 발전을 규제하

구분 연료	배 출 시 설	적 용 기 간		
		94. 12. 31까지	98. 12. 31까지	99. 1. 1 이후
액 체 연료	발 전 용 내 연 기 관	1400 PPM	1400 PPM	950 PPM
	기 타	250 PPM	250 PPM	250 PPM
기 체 연료	발 전 용 내 연 기 관	1200 PPM	950 PPM	950 PPM
	기 타 발 전 시 설	400 PPM	400 PPM	400 PPM

는 내용이었다. 이번에는 열병합 발전의 채용에 도움이 되는 법령을 검토하여 보고자 한다 (별첨 법령 발췌 참조).

#### 가. 에너지 이용 합리화법

(1) 에너지 이용 합리화법 제3조 제2항 제1호와 제2호에 에너지 절약형 산업구조로의 전환, 에너지 이용효율의 증대를 기본계획에 포함하여 열병합 발전도 여기에 포함될 수는 있겠으나 구체적으로 명시되어 있지 않으므로 열병합 발전에 대한 관심의 비중이 적다.

(2) 에너지 이용합리화법 제51조 기금의 사용에 대하여 열병합 발전에 적용될 수 있는 제3호 에너지 절약형 시설 및 기자재의 시공 또는 설치가 포함되어 있으나 열병합 발전설비의 경우 지금의 부족으로 집단에너지 공급시설과 제조업 중심으로 운용되고, 소형 열병합 발전 시스템을 채용할 만한 업무용 건물 등에는 전혀 고려되지 않고 있다.

#### 나. 건축법

건축법 시행규칙 제19조(건축물의 열손실 방지 등을 위한 조치)에 의하여 일정 규모 이상의 신축 건물은 에너지 이용 합리화 계획을 제출해야 하도록 건설부에서 고시할 예정이나 이에 열병합 발전 시스템의 채용을 권장하는 것은 앞으로의 과제이다.

#### 다. 열병합 발전 설비와 겸용이 가능한 비상용 전원 설비를 요하는 법령

(1) 건축법 제22조, 동 시행령 제54조, 동 시행규칙 제25조에 의하여 높이 31m를 초과하는 건물의 비상용 승강기용

(2) 기계식 주차장 설비 기준에 관한 규정 (건설부 훈령) 제8조에 의한 비상용 발전 시설

(3) 의료법 시행규칙 별표 2와 별표 3에 의한 자가 발전 시설

(4) 소방법 시행령 제17조 제6호, 제18조 제4호, 제19조 제5호에 의한 동력 소방펌프의 비상전원용 발전시설 등

## 제 8 장 소형 열병합 발전 설비의 확대 보급방향

### 1. 정부의 시책상 지원

최근의 환경 보호문제와 에너지 과소비로 인한 전력부족 우려 등으로 에너지 이용 합리화에 대한 논란이 일고 있는데 원론적으로는 누구나 다 그 긴요함을 인정하지만 구체적인 실천 방안을 모색하는 노력은 미흡한 감이 있다.

열병합발전의 에너지 이용률 향상에 대해서는 그동안 국내외의 여러 실적을 통하여 의심할 여지가 없지만 앞에서 열거한 바와 같이 열병합 발전을 권장하는 조항은 거의 없으므로 이에 대한 법령 보완으로 열병합 발전 시스템의 효율을 향상시키기 위한 기술의 발전과 열병합 발전에 소요되는 기기의 국산화를 촉진하여 경제성을 향상시키고 자금지원 규모를 확대하여 현재 혜택이 전무한 소형 열병합 발전의 확대를 추진하여야 할 것이다.

특히 지금까지와 같이 산업체를 적극적으로 지원해야 하지만 업무용이나 상업용 시설에서의 에너지 절감이 곧 산업용 에너지로 전환된다는 관점에서 소형 열병합 발전에 대한 사고의 전환이 필요하다고 본다.

### 2. 한국전력공사의 지원

열병합 발전의 보급이 한전의 전력 판매량 감소를 가져오기 때문에 반가운 일은 아니겠지만 배전 계통의 부하 경감, 부하율 개선 등 종합적으로 볼 때 한전 계통의 합리적 운용에 도움이 되는 점도 있을 것이다.

따라서 열병합 발전 시스템 설치자에 대하여 기본 요금의 산정과 예비전력 공급에 대한 규정을 보완하여 열병합 발전의 확대 보급에 기여할 것이 요망된다.

### 3. 에너지 관리공단의 지원

에너지 이용 합리화의 주무기관으로서 에너지 이용효율의 향상에 가장 효과적인 열병합 발전의 보급을 위하여 자금지원 확대를 정부정책에 반영하고 열병합 발전협회 등의 지원이나 또는 열병합 발전 위원회를 구성하든가 하여 사용장소에 따른 적절한 시스템의 구성과 적합한 운용방법에 대한 기술발전을 도모하고 관련 기기 제조업체를 육성하여 성능과 내구성이 우수하면서도 저렴한 기기를 공급할 수 있게 하여야 할 것이다.

### 4. 한국 가스공사의 지원

대도시 지역에서는 환경보호와 연료 수송 문제 등으로 인하여 도시가스를 사용하는 열병합 발전을 채용하지 않을 수 없을 것이다. 따라서 가스 엔진 등의 개발을 지원하여 가스엔진 열병합 발전이 확대 보급되면 가스 판매량도 증가될 것이므로 열병합 발전의 경우에는 가스 공급 가격의 특별 취급이 요망된다.

### 5. 열병합 발전 설비 제작자의 역할

외국의 예를 보더라도 열병합 발전 시스템에

적합한 성능이 우수하고 신뢰성이 높은 기기가 적절한 가격으로 보급되면 열병합 발전의 채용이 급격히 확대될 것이다. 환경에 따른 시스템의 구성과 운용방법, 가스엔진, 디젤엔진 등의 제조와 제어방법, 유지, 보수 기술 등의 개발이 요망된다. 그리고 열병합 발전 설비의 이용률을 높이기 위하여 열흡수식 냉각기의 개발 보급도 중요한 역할을 할 것으로 예상된다.

## 6. 기타

업무용 건물의 경우에는 업무시간에만 냉난방을 가동하고 비업무용 시간에는 열손실을 줄이기 위하여 냉난방을 중단하는 것이 보통이다. 그러나 건물의 보온 구조를 잘하면 간헐적인 가동보다 24시간 연속 가동하는 것이 오히려 경제적일 수 있으며 외국에서는 그러한 실례도 있다고 한다. 이러한 경우에는 건물 자체가 축열/축냉 효과가 있으므로 부하변동이 완화된 열병합 설비의 용량을 줄일 수 있고 이용률도 향상되므로 경제성 향상효과가 클 것이다.

## 제 9 장 결 론

지금까지 대략 살펴 본대로 우리나라는 법령상으로 열병합 발전에 대한 구체적인 시책이 수립되어 있지 않고 공공기관이나 민간단체 업체에서도 에너지 이용합리화에 대하여 인식은 하면서도 열병합 발전의 확대를 위한 구체적인 활동은 거의 없다고 하겠다.

따라서 본 연구에는 자료수집 등의 제약으로 그 성과가 대단히 미흡하지만 앞으로 열병합 발전에 대한 각계의 관심과 협력으로 에너지 이용효율의 향상에 기여할 수 있게 되기를 염원한다.

<연재 끝>