

Cogeneration用 原動機의 現況

박 일 환

韓國動力資源研究所 熱動力研究室 室長



●1947년생
●熱動力을 專攻하였으며 에너지 變換工學, 에너지 利用工學에 관한 研究를 하고 있으며, 특히 熱流體機械의 性能 시뮬레이션, 液體의 急減壓에 의한 플래싱 현상에 關心을 갖고 있다.

1. 머리말

Cogeneration시스템은 터빈 혹은 엔진을 驅動하여 發電하고 그 排熱을 有效하게 利用할 수 있는 熱·電力 同時 發生裝置로서, 에너지 利用率이 70~85%에 달하므로 1차 에너지의 대부분을 輸入에 의존하고 있는 우리나라로서는 有力한 에너지 節約 시스템의 하나로 注目 받고 있다.

北歐諸國에 있어서의 Cogeneration시스템은 地域暖房熱供給과 함께 發達되어 왔으며, 오랜 歷史를 갖고 있다. 國內에서는 産業用으로 1960年代 초부터 蒸氣터빈에 의한 Cogeneration 시스템이 普及되기 시작하였으며, 最近 호텔, 쇼핑 센터 등의 民生用으로 엔진驅動的 Cogeneration시스템이 설치되면서 이에 대한 關心이 급격히 높아지고 있다. 先進各國에서는 1970年代 두 차례의 석유파동 이후, 기존의 大規模集中型 Cogeneration 시스템에 대한 電力 및 熱의 輸送에 따르는 費用과 損失로 인한 經濟性에 問題가 提起되면서 小規模分散型 Cogeneration 시스템의 供給이 급격히 增加하고 있는 趨勢에 있다.

本 글에서는 Cogeneration시스템의 構成과 特徵 그리고 Cogeneration用 原動機에 대하여 紹介하고자 한다.

2. Cogeneration시스템의 特徵과 構成

2.1 Cogeneration시스템의 特徵

(1) 排熱을 有效利用함으로써 從來의 電氣에너지 效率 30%에 有效利用可能한 排熱 40~50%를 합하여 총 에너지 利用率이 70~80%에 달한다(그림 1參照).

(2) 電氣需要에 대한 熱需要의 比, 즉 熱/電力比가 큰 호텔, 病院, 飲食店 등에 經濟性이 크다.

(3) 빌딩 등에 導入하는 경우, 法的으로 정해진 非常用 發電機에 1~2대의 發電機를 追加하여 設置함으로써 常用 兼用 非常用 電源으로도 活用이 可能하다.

(4) 기존의 商業電力(韓國電力)에서 問題가 되고 있는 여름철 peak load를 해결하기 위한 가장 有力한 方法이다.

(5) 原子力發電의 安全性에 대한 不安이 漸增함에 따라 先進國을 시작으로 核發電比率이 減少하고 있어, 이에 대비할 수 있는 安定的 電力供給方法이다.

2.2 Cogeneration시스템의 構成

Cogeneration시스템의 構成機器는 一般的으로 驅動機, 發電機, 熱回收機器(熱交換器, 排熱보일러 등), 熱利用機器(冷凍機, 열펌프





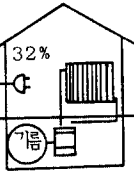


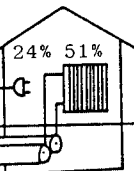

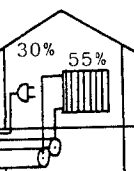
방식	1차 에너지	발전플랜트에 있어서의 손실	공급 형태	에너지유효 이용률
총량 대응량 상업발전 시스템	  	64%	 36% 전력	 32%
대규모 집중형 Cogeneration 시스템		18%	 27% 전력 55% 원거리 열공급	 24% 51% 75%
소규모 분산형 Cogeneration 시스템		13%	31% 전력 56% 근거리 열공급	 30% 55% 85%

그림 1 전력 및 열공급 방식의 비교

등), 計裝·制御機器 등이 있으며, 制御시스템, 運轉시스템등의 소프트가 필요하다. 이들을 組合하여 各種 시스템을 構成할 수 있으며 표 1에 열기관에 따른 시스템 構成 方法을 나타내었다. 또한, 엔진 驅動的의 시스템 例를 그림 2 및 그림 3에 표시하였다. 그림 2는 엔진

에서 나오는 排熱만으로 供給熱량이 부족한 경우 補助 보일러를 설치하여 이에 대응토록 한 시스템이며, 그림 3은 물/물 熱交換器에 의해 엔진 冷却水에서 回收한 熱량과 가스/물 熱交換器에 의해 엔진 排氣에서 回收한 熱량을 합하여 熱供給을 하는 시스템이다.

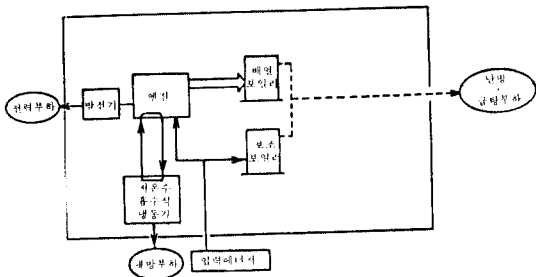


그림 2 엔진구동 Cogeneration 시스템 구성 예 1

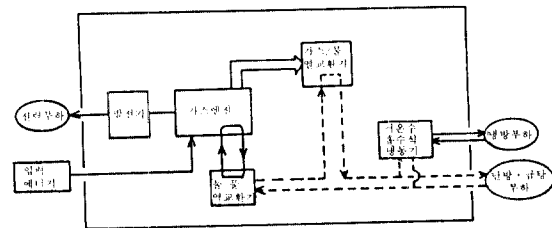


그림 3 엔진구동 Cogeneration 시스템 구성 예 2

표 1 시스템의 기본 구성

열기관	시스템 구성도	비 고
가스엔진. 디젤엔진. Dual Fuel 엔진. 스터어링엔진 연료전지		<ul style="list-style-type: none"> 배열을 온수로 회수하는 시스템 회수온수온도 85-90°C
		<ul style="list-style-type: none"> 배가스를 그대로 이용하는 시스템 효율을 높이지만, 설치비가 비싸다.
		<ul style="list-style-type: none"> 배열을 증기로 회수하는 시스템 회수 증기는 1 kg/cm²g
가스 터어빈. 증기 터어빈		<ul style="list-style-type: none"> 증기발생 시스템 회수 증기 8 kg/cm²g
		<ul style="list-style-type: none"> 대형발전 시스템 증기발생 시스템
		<ul style="list-style-type: none"> 가스-증기 복합발전 시스템 대형발전 시스템

3. Cogeneration 用 原動機

3.1 가스엔진

最近 環境問題와 관련하여 都心에서의 排氣 規制가 날로 심해짐에 따라, 가스엔진 驅動的

Cogeneration 시스템이 既存의 다른 熱機關 驅動에 비해 유리한 입장에 있다. 가스엔진 Cogeneration 시스템은 비교적 熱效率이 높고, 良質의 熱出力을 얻을 수 있으며, 투입 에너지를 100으로 하였을 때 發電에 의해 27~33%, 엔진 冷却水로부터의 熱回收가 25~35%, 排氣

로부터의 熱回收가 20~30%로, 全體적으로 熱利用率이 70~80%에 달한다.

가스엔진의 燃料로서는 노킹의 可能性이 적고 사용하기 쉬운 천연가스와 메탄계 도시가스, LPG, 소화가스 등이 使用되고 있다. 燃料가스의 壓力은 無過給 엔진의 경우 100~500 mmAq, 過給 엔진의 경우 1~1.5kg/cm² 정도가 필요하다.

가스엔진의 性能은 無過給의 경우 30~35%, 過給의 경우 32~36%의 熱효율을 갖는다. 또한 運轉方法에 따라 그 性能曲線도 變化하며, 一般적으로 一定回轉運轉方法이 採用되고 있다. 그림 4에 中型 過給엔진의 各 負荷率에 대한 熱밸런스 및 소요 燃料가스량을 정격출력시에 대한 比率로 表示하였다. 엔진 冷却水로의 放熱比率는 負荷率이 低下함과 동시에 增大하며, 冷却水는 溫度差 5℃ 정도로 80~95℃의 溫水를 얻을 수 있다. 엔진의 軸出力은 負荷率 低下와 함께 減少하는 것을 알 수 있다.

가스엔진 排氣는 SO_x와 그을음을 거의 포함하고 있지 않으므로 부식성이 낮아 비교적 깨끗한 가스라고 할 수 있다. 排가스 溫度는 디

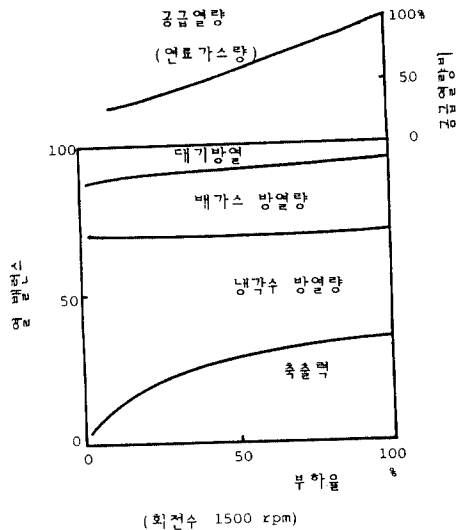


그림 4 과급가스 엔진의 열 밸런스의 예

젤엔진 排가스보다 100℃ 정도 높으며, 그림 5에서 알 수 있는 바와 같이, 負荷率 低下와 함께 완만히 낮아진다. 排가스 流量은 負荷率 變動에 대해 기화기에서 空燃比를 一定히 制御하기 때문에 變化하게 되며, 負荷率이 40%로 줄어들면 排가스 流量은 負荷率이 100%일 때의 절반으로 減少한다. 排가스로부터의 熱回收는 燃料가스 成分을 檢討할 必要가 있지만, 排氣溫度가 높고 큰 變動이 없다는 점에서 그 回收率이 대단히 높다고 할 수 있다.

엔진에 기인한 공해문제로서 진동, 소음, 배기 등을 생각할 수 있으며, 진동 및 소음은 設置場所와 방음, 방진장치를 충분히 고려하므로서 대처할 수 있고, 가스엔진은 디젤엔진에 비해 그 정도가 낮다. 그림 6에 표시된 바와 같

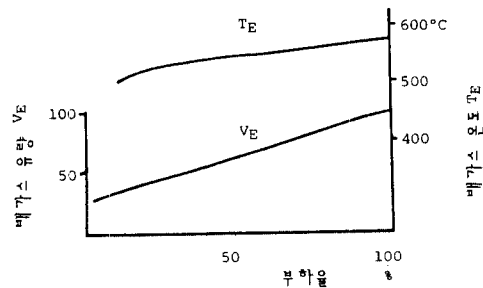


그림 5 가스 엔진의 배가스 온도와 유량의 예

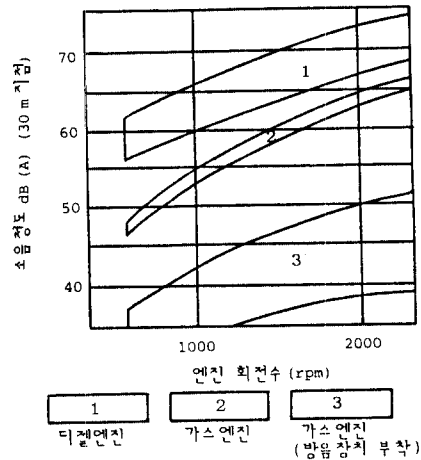


그림 6 엔진의 소음

이 가스엔진의 소음정도는 디젤엔진보다 실린더내의 최고압력이 낮기 때문에 10dB정도 낮다. 엔진으로부터 1m정도 떨어진 지점에서 100dB정도라면 방음장치의 부착으로 20~30dB정도를 低下시킬 수 있으며, 엔진 設置室을 방음 施工하면 40dB이상 低下 가능하므로 實用的인 면에서는 問題가 되지 않을 것이다.

한편, 國內의 가스엔진 生産 現況은 택시용 小型 LPG엔진을 제외하고 産業用으로서는 全無하다고 할 수 있으며, 몇몇 企業에서 관심을 보이고 있으나, 開發을 시작하기에는 좀더 市場性이 良好해져야 할 것 같다. 先進各國의 가스엔진 開發도 그 實用化된 역사가 짧아 耐久性에 대한 評價는 지금부터라는 느낌이다.

3.2 디젤엔진

디젤엔진은 發電機 驅動用으로 使用하는 例가 많이 있으나, 大部分 非常用으로 利用되어 왔다. 디젤엔진 驅動 發電機의 定格負荷시 熱收支는 入力 에너지에 대해 發電에 약 30%, 冷却水 및 윤활유으로의 放熱에 약 27%, 排가스의 放熱에 34%, 나머지가 發電機에서의 損失, 輻射熱등의 損失로 이루어져 있으므로 發電效率도 높고 負荷變動에 대한 추종성도 우수한 편이다. 또한 單位出力當의 設置費가 싸고, 많은 適用事例로 耐久性이 보장되며, 自動運轉이 용이하다.

排가스의 온도는 全負荷시에 400~500℃ 정도이지만, 排가스 중의 황산가스에 의한 부식을 피하기 위해 200℃ 정도 까지만 熱回收가 가능하다. 디젤엔진 排가스중의 SO_x는 탈황장치로 비교적 쉽게 제거할 수 있지만, NO_x는 이의 처리를 위한 백금이나 텅스텐 촉매법, EGR 방식 등에 대한 研究가 행해지고 있으나, 아직 完全하다고는 할 수 없다. 따라서 都心에서의 디젤엔진 驅動은 대단히 어려운 실정에 있으며, 장래에는 가스 燃料의 급격한 普及으로 Cogeneration用으로서의 디젤엔진은 가스엔진에 밀려 점차 그 普及이 줄 것으로 사료된다.

한편 디젤엔진의 실린더 차켓에서 冷却水로

의 放熱量은 入力에너지의 약 3할 정도이지만, 대부분 回收可能한 것이며, 온도는 90℃ 정도이므로 暖房, 給湯 및 冷房用 低溫水吸收冷凍機의 熱源으로 利用이 可能한 溫度이다. 또한 冷却水와 排가스로부터 直列로 熱回收함으로서 1~3kg/cm².g 정도의 低壓蒸氣로서도 回收 可能하여, 排熱의 用途가 넓다.

3.3 가스터빈

가스터빈은 輕량·소형으로 高出力の 장점을 살려 航空用 原動機로 많이 利用되고 있다. 그러나 陸上 産業用 및 船用으로는, 다른 原動機로서 對應할 수 없는, 例를 들면 파이프 라인의 부스터 압축기用, 起動性을 살린 peak load用 또는 非常用 發電設備등의 特殊한 用途에만 限定되어 사용하고 있는 實情이다.

이것은 가스터빈이 다른 原動機에 比하여 一般的으로 熱效率이 낮고, 良質의 燃料를 必要로 하므로 運轉費가 높으며, 高級의 耐熱材料를 使用하므로 價格이 비싼데 起因한다.

가스터빈 Cogeneration시스템은, 가스터빈의 特質을 살리는 것은 물론 動力과 排出되는 熱에너지를 綜合的으로 利用할 수 있는 에너지節約 시스템으로서 가스터빈의 常用發電設備로서 그 利用擴大를 기할 수 있는 결정적 수단이 될 것이다.

가스터빈은 6~11氣壓의 壓縮空氣를 燃燒器에서 直接燃燒시켜 900~1300℃까지 加熱하여 高溫高壓가스를 터빈에서 膨張시키므로 動力을 發生하게 된다.

熱效率은 500~2000kW級에서 平均 20~25%, 2000~4000kW級이 22~28%, 4000~10,000kW급은 28~32%정도로 낮으며, 6000kW급 이상에서는 熱효율이 30±2%로 거의 一定하다.

最近 日本에서는 高效率의 가스터빈을 開發할 目的으로 가스터빈 入口 가스 溫度를 1300℃까지 올려 效率을 급격히 향상시키는 研究가 國家的 課題로 수행되어 소기의 목적을 달성하였다.

國內에서의 가스터빈 製造技術은 全無한 狀

態이지만 모 企業에서 美國으로부터 항공용 가스 터빈의 일부 部品을 위탁 가공하고 있는 것으로 알려져 있다. 한편, 다행하게도 1990년도 부터 科技處에서 産業用 高効率 가스 터빈 開發을 國策研究課題로 選定하여 集中的 研究投資를 計劃하고 있는 것으로 알려져 있다.

가스 터빈은 部分負荷運轉時의 效率低下가 다른 熱機關에 비해 크므로, 年間負荷變動을 考慮한 計劃을 할 필요가 있으며, 排熱은 排가스 한 種類 뿐이다. 排가스는 通常 500°C 정도이며, 또 燃料가 天然가스, 都市가스 등의 가스類와 燈油와 같은 高級 液體燃料를 使用하므로 깨끗하며, NO_x 規制에 대해서도 비교적 問題가 적다. 振動은 回轉機械이기 때문에 대체로 적으며, 騒音은 防音 패키지, 吸排氣 소음기 등으로 吸收可能하다.

3.4 二元燃料(Dual Fuel)엔진

往復動內燃機關에 의한 Cogeneration시스템은 發電效率이 좋고 수십 kW에서 5000kW 정도까지는 出力을 比較的 自由롭게 選擇할 수 있다.

二元燃料엔진은 電氣着火를 하는 것이 아니고, 가스의 混合氣內에 A重油和 같은 液體燃料를 噴射하여 壓縮着火하는 方式으로 重油만의 디젤 運轉에서 가스 運轉으로 또는 가스 運轉에서 디젤 運轉으로 바꿀 수 있기 때문에 二元燃料엔진이라고 불린다. 디젤 運轉에서 가스 運轉으로 바꿀려면, 液體燃料는 壓縮着火가 될 수 있을 정도로 最小限 줄이고 가스 燃料를 使用한다. 二元燃料엔진은, 基本的으로는 디젤엔진과 同一하므로 大部分의 構成要素는 디젤엔진의 것이 그대로 사용되며, 여기에 가스燃料系統이 附加되는 것으로 그 特性상 出力은 디젤엔진보다 낮아 各 部品이 強度의 면에서 余裕가 있는 設計가 되므로 常用으로서 耐久性, 信賴性이 크다고 할 수 있다. 가스 運轉에 있어서의 液體燃料의 噴射量(pilot oil量)은 디젤 運轉 100%負荷時 噴射量의 8~10% 정도이며 이 양은 負荷가 變化하여도 一定하다.

二元燃料엔진의 一般特性은 그림 7에서 보는

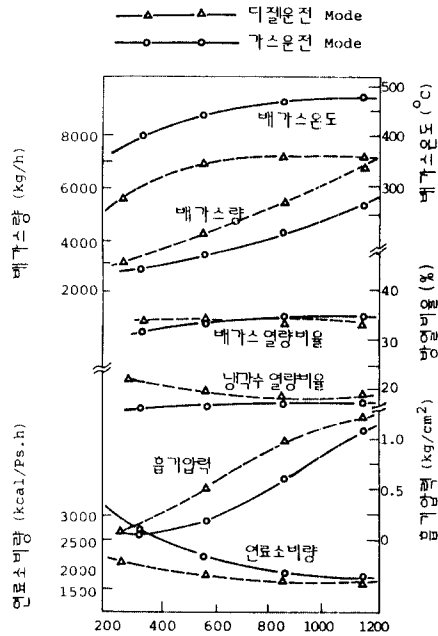


그림 7 二元原料 엔진특성곡선 (800kW 발전장치)

바와 같이 가스 運轉모우드가 디젤 運轉모우드에 비하여 空燃比가 작기 때문에 排가스량은 작지만 가스溫度는 높다. 燃料消費量은 定格出力부근에서 거의 同一하지만, 低負荷領域에서는 가스 運轉모우드 쪽이 디젤 運轉모우드보다 크다. 가스 運轉모우드에서는 低負荷일 때에 燃燒狀態가 不安定하게 되어 30%以下 負荷에서의 運轉은 피하는 것이 좋고, 自動的으로 디젤 運轉모우드로 바뀌도록 되어야 할 것이다.

二元燃料엔진은 그 실용화 歷史가 짧지만 最近 普及이 확대되고 있다. 國內의 二元燃料엔진 Cogeneration시스템 設置 事例는 서울 잠실의 L쇼핑호텔에 日本 N엔진社 製造의 5900 kW級 6基에 의한 것 등 4개소에 設置되어 있다. 國內에 二元燃料엔진 製作會社는 없으나 最近 S 自動車에서 開發을 檢討중에 있다.

3.5 스테링 엔진

스테링 엔진은 不凝縮가스를 作動媒體로 하는 閉回路 사이클의 往復動式 外燃機關이다.

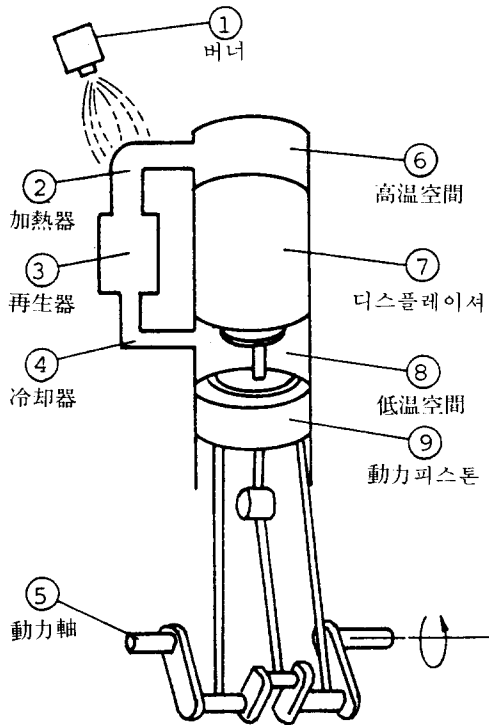


그림 8 스티어링 엔진의 개략도 (displace type)

基本的 構成은 그림 8에서 알 수 있는 바와 같이 2개의 실린더와 2개의 피스톤 그리고 가열기, 재생기, 냉각기 등으로 되어 있으며, 밸브機構가 없는 것이 特徵이라 할 수 있다. 스티어링 엔진의 3大 特徵은

① 燃料의 多樣性: 外燃機關이므로 液體燃料, 가스燃料은 물론 石炭, 産業廢熱, 太陽熱 등도 利用 可能하다.

② 高効率性: 加熱기와 冷却기 사이에 設置된 再生기(蓄熱式 熱交換器)의 利用으로 原理적으로 카르노사이클에 相當하는 가장 높은 熱效率를 達成할 수 있는 熱機關의 하나이다.

③ 低公害性: 밸브가 없고, 실린더 내부의 壓力變化도, 폭발이 없어 걱정하지 않기 때문에 騒音과 振動이 낮다. 또, 連續燃燒方式이기 때문에 燃燒制御가 容易하고 排가스도 깨끗이 할 수 있다.

등을 들 수 있다.

스티어링 엔진은 1816年 英國의 R. Stirling牧師에 의해 發明되어 “熱空氣엔진”으로서 수천 台 生産 되었지만, 蒸氣機關의 發達과 內燃機關의 出現으로 20世紀에는 事實上 자취를 감추고 있었다. 그 이유는 作動가스로서 常壓정도의 空氣를 封入하였으며, 또 加熱기에서의 加熱溫度가 數百度로서 出力에 비해 크기와 重量이 너무 큰 엔진이었기 때문이다.

小型化, 高出力化를 目標로 한 近代의 엔진으로서의 開發歷史는, 1930年代 부터 네덜란드 Philips社가 外燃機關이면서 조용한 엔진인 것에 注目하여 無線機用 發電機의 驅動源으로서 開發에 着手한 것이 그 始作이었다. 그 후 自動車用으로서 開發이 계속되어 加熱溫度 700°C 以上の 多管式 加熱기를 설치 5~20MPa의 水素 혹은 헬륨을 作動가스로서 하는 Displacer型 및 回轉斜板式 복동型의 엔진을 試作하여 自動車에 탑재試驗한 結果 性能面에서 內燃機關에 어깨를 겨룰 수 있으며, 熱效率面에서는 이들을 능가하는 스티어링 엔진의 可能性이 實證되었다.

그 외 미국의 GM, 西獨의 MAN/MWM, 스웨덴의 United Stirling社(USAB), 美國의 Ford등이 Philips의 技術을 供與받아 개발을 시작하였으며, 이들이 最近의 스티어링 엔진 製作의 基礎가 되었다. 그러나 自動車用으로서는 既存의 內燃機關을 밀어 내고 그 자리를 차지 한다는 것이 가까운 從來에는 대단히 어려울 것으로 생각된다. 스티어링 엔진의 最大 利點인 脫石油化 熱機關이 되기 위해서는 自動車用의 代替燃料 自體가 開發되어야 할 것이기 때문이다.

따라서 스티어링 엔진은 自動車用 보다 定置用인 Cogeneration시스템用, 토탈 에너지 시스템에의 導入이 유망하다. Cogeneration시스템用으로서는, 從來 比較的 大規模의 시스템에서 最近 小規模 容量으로 그 普及이 확대됨에 따라 一次 에너지의 有効利用은 물론 代替燃料를 活用할 수 있는 스티어링 엔진의 利用이 시도되

고 있다.

스터링 엔진의 문제점으로서, 加熱器, 冷却器, 再生器와 누설되기 쉬운 헬륨이나 수소와 같은 고압가스를 밀봉하기 위한 누설방지장치 등이 엔진의 성능과 耐久性 그리고 價格에 크게 영향을 미치는 점이다.

現在 先進各國의 開發 狀況은, 스웨덴의 USAB社가 Philips社의 대를 이어 4-95라는 엔진을 개발하여 數十台的 製作實績과 數萬時間의 運轉實績을 갖고 있어 가장 完成度가 높은 스테링 엔진이라고 할 수 있다.

한편 美國의 DOE에 의한 自動自用 엔진개발 계획이 가솔린엔진에 비해 30% 燃費向上, 代替燃料에로의 移行, 排氣規制에의 합격, 在來機關과의 價格경쟁이 가능한 것 등을 目標로, MIT社, USAB社, AMG社의 3社 Group에 의해 實施되어 1985年 Mod I (最高出力 52 kW/4000rpm, 最高熱效率 32%/2000rpm)을 開發하였으며, 다음 段階로 Mod II (最高出力 60 kW, 最高效率 40%)라는 改良型을 개발 중에 있다.

그외 프랑스의 ECA社에 의한 잠수함용, 西獨 MAN & Benz의 軍事用, 美國 MTI와 NASA 공동開發의 宇宙用發電시스템등이 개발 중에 있다.

日本은 1975경부터 스테링 엔진 개발시 시작되었다. 特히 運輸省의 船用엔진 開發과, 아이신 精機의 MT79엔진의 開發이 1976년부터 5년간에 걸쳐 실시되었으며, 1982년 부터는 通産성의 Moon Light計劃의 一環으로 “汎用스텝 엔진의 研究開發”이 6年間에 걸쳐 開發費 100억圓을 豫定으로 개시되어, 國立研究所에서 基礎研究와 評價試驗을, 企業4社가 日本 新에너지 綜合開發機構의 委託에 의해 엔진開發 및 이용시스템開發을 담당하였다. 이 결과로 出力 3kW級(熱效率 32%)과 30kW級(熱效率 35~37%)을 試作, 1984年末 4台的 엔진에 대해 運轉試驗이 行해졌으며 소기의 목적을 達成하였다. (그림 9 參照) 利用시스템開發에 있어서는 熱펌프 驅動用과 Cogeneration用으로 試

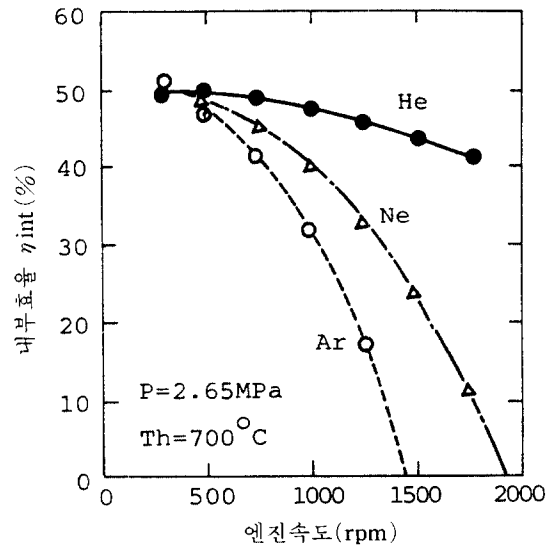


그림 9 스테링엔진 내부효율 변화 (MELSE II, 일본)

驗運轉을 實施하고 있다.

한편 國內에서는 1989년부터 科技處 特定研究課題로 選定되어 KIST, KIMM, KIER에 의해 基礎的研究가 수행 중에 있으며 1994年경에는 試作機가 나올 것으로 기대된다. 또한 國內의 家電業體인 K社도 스테링엔진의 開發에 손을 대어 현재 研究中인 것으로 알려져 있어, 장래 스테링 엔진이 기존의 熱機關과 경쟁이 치열해질 것으로 사료된다. Cogeneration用으로서의 可能性이 어떤 用途보다 크며, 公害問題解決과 에너지節約에 크게 기여할 것이다.

3.6 燃料電池

燃料電池는 化學反應으로 放出되는 gibbs의 自由에너지의 變化를 直接電力으로 變換하여 얻어내는 化學電池의 한 種類이다. 反應特質이 電池外部에서 必要에 應하여 連續적으로 供給되며, 反應生成物은 電池外部로 連續적으로 除去되는 構造로 되어 있다.

燃料電池는 1839年 Grove가 發表한 水素와 酸素를 反應物質로 하는 電池에서 시작되어, 1960年代에 宇宙開發用으로 注目을 받게 되었

다. 民生用 燃料電池 電力供給에 대한 研究는 美國의 TARGET 計劃(team to advance research for gas energy transformation)으로 出發하여 가스회사를 中心으로 推進되었다. TARGET計劃에 의해 磷酸을 電解質로 하는 燃料電池에 대한 研究가 활발히 進行되었으며, 熔融碳酸鹽電解質型과 固體電解質型의 燃料電池의 研究는 材料技術의 問題가 많아 停滯 상태에 있었다.

1980年代에 들어와 美國의 IFC社와 IGT社가 중심이 되어 開發한 4.5MW級의 實證플랜트가 運轉되고 있으며, 日本의 電機5社도 1MW 實證實驗을 거쳐 현재 利用技術開發에 박차를 가하고 있다.

燃料電池의 特徵으로서는

(1) 原理的으로는 燃料의 燃焼에 의한 gibbs 自由에너지 變化를 熱에너지나 機械에너지로의 變換없이 직접 電氣에너지로 變換하기 때문에 效率이 아주 높다.

(2) 正(+), 電解質, 負(-)極으로 構成된 電池의 基本單位(cell)를 任意로 組合하므로 定格出力을 小出力에서 大出力까지 만들 수 있으며 效率은 大小出力에 無關係하다.

(3) 電池의 始動, 停止가 容易하고 電流를 얻어내는 양에 따라 燃料을 消費하므로 出力制御가 쉽다.

(4) 機械的으로 움직이는 部分이 없으므로 騒音이 적다.

(5) 燃料電池의 作動時, 內部저항에 의한 損失과 엔트로피 變化에 의한 損失, 즉 電氣 에너지와 그 反應 熱에너지 變化와의 差에 의해 發熱하게 되는데, 이 熱에너지를 有効活用함으로서 에너지 利用率을 80% 以上 얻을 수 있다.

등을 들 수 있다.

電解質로서 酸性水溶液을 이용한 酸素-水素 燃料電池의 基本構成을 그림 10에 表示하였다. 電池는 電解質과 2개의 多孔性 電極(酸素極과 水素極)으로 되어 있다. 外部回路에 電氣를 통하면, 多孔性 水素電極細孔內에 電極, 電解質,

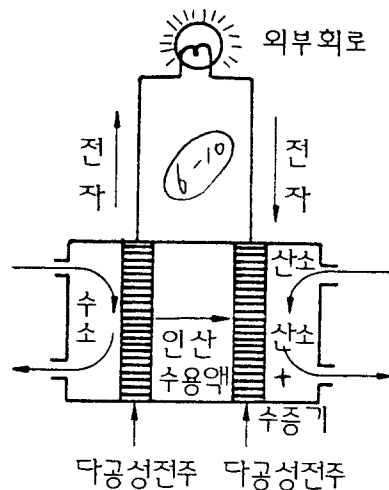
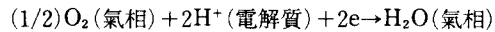


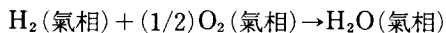
그림 10 인산형 연료전지 개념도

氣相等 3개의 相이 접하게 되어,

H_2 (氣相) \rightarrow $2H^+$ (電解質相) + $2e$ (水素電極)의 反應이 일어난다. 電子는 外部回路를 통하여, H^+ 는 電解質을 통하여 酸素極에 가게 되며, 酸素極細孔內에서



의 反應이 일어난다. 全體의 電池反應은



이다.

한편 電池의 理論起電力 E_{th} 는 電池反應의 gibbs標準自由에너지 變化 ΔG° 와 그 反應을 電氣化學的으로 일으킬 때에 移行하는 電子數 n 을 이용하면,

$$E_{th} = -\Delta G^\circ / nF$$

이다. 여기서 F 는 Faraday定數이다. 한편, 反應의 標準自由에너지 變化를 絕對溫度 T 의 함수로 표시하면

$$\Delta G^\circ = -248.6 + 0.0537 T [KJ]$$

이므로, 反應에 있어서 電子數 n 가 2라면 理論起電力 E_{th}

$$E_{th} = 1.288 - 0.000278 T \text{ [V]}$$

로 표시되며, 1000°C에 있어서의 E_{th} 는 약 0.93V, 室溫에서의 起電力 E_{th} 는 약 1.21V의 값을 갖는다.

한편 Cogeneration시스템用으로서의 前術의 特徵에서도 記術한 바와 같이 電池反應時 發生하는 熱을 活用함으로써 전력과 열을 동시에 供給할 수 있어, 燃料電池 Cogeneration시스템이라 불린다.

國內에서의 電料電池開發研究는 韓國動力資源研究所를 中心으로 科技處 特定研究課題로 1986년부터 研究開發中에 있다.

4. Cogeneration시스템用 原動機의 課題

現在 Cogeneration시스템에 使用되고 있는 驅動機는 從來 他用途의 것을 轉用하고 있는 實情이다. 예를 들면 가스 터빈은 航空機關의 轉用이 主流를 이루고 있다. 따라서, Cogeneration시스템 專用의 高効率, 高信賴性(耐久性)에 초점을 맞춘 原動機가 要求되고 있다.

가스엔진에서는 過給機의 熱的強度向上, 燃燒特性改善 等に 의한 高性能化와, 潤滑油의 耐熱性向上이 要求되고 있다.

디젤엔진에 대해서는, 세라믹材料의 應用, 基礎技術向上으로 熱効率 向上은 물론, 排氣有害成分低減이 무엇보다 要求되며, 이를 위한 基礎的 研究는 상당한 수준에 있다고 할 수 있다.

가스 터빈은 터빈 入口溫度의 向上, 再生사이클의 採用 등으로 熱効率向上이 도모되고 있으나, 最近 세라믹材料의 使用으로 터빈 入口溫度를 大幅적으로 上昇시키는 研究가 수행되고 있다.

스터링 엔진과 燃料電池는, 高効率, 低公害 代替燃料活用の 特性으로 最近 注目받고 있으나, 아직 實用化되기까지는 數年間の 期間이 必要하리라 사료된다.

5. 맺음말

Cogeneration시스템은 1次에너지의 有効利用이라는 側面에서 世界的으로 그 普及이 날로 廣大되고 있으며, 國內에서도 關心이 높아지고 있다. 특히 小規模 엔진 驅動的 Cogeneration 시스템 패키지 유닛이 美國, 日本, 西獨 등의 나라에서 商品化되었으며, 國內에서도 小規模 分散型的의 엔진驅動 Cogeneration시스템의 開發研究가 韓國動力資源研究所에서 수행되고 있고, 國內의 몇몇 企業에서 關心을 表示하고 있다.

以上 Cogeneration시스템用 原動機에 대해 한정된 誌面으로 인해 그 概要만을 記術하였다.

참고 문헌

- (1) 朴日煥外, 1989, “단위건물용 엔진驅動 Cogeneration시스템 개발연구”, 科技處特定 研究課題報告書, 韓國動力資源研究所.
- (2) 高階 德彦, 最近の地域冷暖房計劃とコージェネレーション, 日本空氣調和衛生工學會誌, Vol. 63, No. 8, pp. 659~664.
- (3) 山下 巖, 1987 “スターリングエンジン”, エネルギー變換技術, pp. 265~280.
- (4) 水崎純一郎, 1987, “燃料電池”, エネルギー變換技術, pp. 95~113.
- (5) 日本機械研究所, 1988, “スターリングエンジン及びその要素技術に關する基礎的研究”, 報告書 第145號, pp. 1~17.
- (6) Brad Ross., 1988, “Stirling Machines : From Potential To Practicality,” Mechanical Engineering, pp. 34~42.
- (7) 田村 茂, 1988, “1988年度サンシャイン計劃關聯予算の概要,” 省エネルギー, Vol. 40, No. 3, pp. 30~37.
- (8) 荒川嘉孝, 1988, “1988年度ムーンライト計劃關聯予算の概要,” 省エネルギー, Vol. 40, No. 3, pp. 23~28.