

일본 열병합발전에 대한 考察

도 유 봉
에너지관리공단 과장

1. 서론

열병합발전(Cogeneration)은 에너지의 효율적인 이용방안으로서, 동일열원으로부터 열과 전기를 동시에 생산하여 유효하게 사용하는 방식이다.

열병합발전이 최초로 실시된 것은 1875년 독일 함부르크시청이 Poststresse발전소에서 나온 증기를 난방에 이용한 것이 그 효시로서, 그후 유럽 각국에서는 신축건물에 대하여 집단난방을 의무화하는 등 정책적으로 육성보급시켰다.

현재는 세계 총발전량 4,300억GWh의 약 7%인 301억GWh가 열병합발전에 의한 발전량으로서 이를 용도별로 분류하면 산업용이 67%, 가정상업부문이 33%이었으며 연평균 증가율은 22%에 이르고 있다.

일본의 경우 1960년대에 들어 도시환경 개선책으로 효율성이 제고되면서 전국각지에 급속히 보급되기에 이르렀으며, 1972년에는 열공급사업법이 제정되어 열병합발전 사업에 대한 제도적인 촉진제 역할을 담당함으로써 동사업은 본격적으로 활성화되었다. 국내에 있어서의 열병합발전은 제 1차 Oil Shock 이후 유틸리티 공급을 목적으

로 민간기업체가 중심이 되어 이루어졌으며, 현재는 산업용 53개소, 건물용 7개소, 집단 에너지공급용(공업단지/지역난방) 18개소가 운영중이거나 건설중에 있다.

최근의 열병합발전은 과거와 같이 단순한 에너지이용효율 향상의 차원을 넘어서 화석연료 사용 증가에 따른 대기온난화현상·산성비 등 지구환경 문제 해결과 연계되어 그 중요성이 더욱 증대되고 있다.

우리나라의 에너지소비 추이를 살펴보면 국민소득이 높아지고 편리한 생활을 추구함에 따라 하절기 냉방수요의 증가와 더불어 가스, 전기 등 고급에너지 소비수요가 급증하고 있다. 또한 전력공급면에서 보면 NIMBY현상에 기인하는 지역 또는 집단이기주의로 발전소건설의 입지조건이 매우 어려워짐에 따라 전력소비에 상응한 전력공급능력은 그 한계점이 예상되므로 이것을 열병합발전 보급촉진 등 다양한 전력수요관리 프로그램에 의하여 보완시키도록 하는 장기전원 수급계획이 작성되고 있으며, 오존층 파괴의 주범인 프레온가스의 사용규제도 임박하여 냉방수요의 합리적조정 등 많은 주위 제약 요건을 슬기롭게

극복해 나아가야 할 것이다.

이러한 제반문제점을 효율적으로 대처하고 있는 일본의 열병합발전에 대한 지원정책과 사례를 연구, 검토하고자 일본 열병합발전 연구회가 주최한 “열병합발전 심포지움 '93”에 참석하였다.

2. 심포지움 動靜

이번 열병합발전 심포지움은 통상산업성을 위시하여 건설성, 환경청, 학계, 연구소 등 38개 단체의 후원 및 협찬으로 '93.11.24~25일 2일간에 걸쳐서 도쿄 중심지에 있는 經團連 회관에서 250여명이 참석한 가운데(한국인 7명 포함) 개최되었으며, 26일은 3개업체에 대한 Technical Tour가 있었다.

첫째날 오전에는 일본 열병합발전 연구회의 회장인 Hirata교수의 개회사에 이어 통상산업성의 자원에너지청 Sasaki씨의 축사가 있었으며, 특별 강연으로 “건축이 지구환경에 미치는 영향”과 기조강연으로 “열병합발전의 전망”에 대한 연설이 있었다.

오후에는 에너지 정책으로 “환경조화형 Energy Community 사업의 전개”와 지구환경면에서의 “지구온난화 방지를 위한 세계적 동향” 및 신기술로서 “300kW 산업용 세라믹 가스터빈의 개발 상황”, “가스전소용 가스인젝션 디젤기관의 개발”, “인산형 연료전지의 개발상황”에 대한 발표가 있었다.

둘째날 오전에는 연구보고로서 “열병합발전 시스템의 최적규모 설계”와 운전보수 시스템평가로서 “화학섬유 공장에서의 열병합발전 운영실적”, “대형 실내레이저센터에서의 열병합발전 운영실적”, “복합빌딩에서의 열병합발전 운영실적”에 대한 발표가 있었다.

오후에는 운전보수 시스템평가의 계속으로 “House-tenbous(네덜란드)의 열병합발전에 의한 지역냉난방”, “배기 재연소형 산업용 Repowering System”, “초고층 빌딩에서의 열병합발전 운영실적”에 대한 발표가 있었다. 이어서 단상토론(Panel Discussion)으로 운전보수 시스템평가에 대한 사례를 발표한 6명이 연단에 자리 잡고 열병합발전 시스템의 도입경위와 설계, 시공, 운전에 관한 기술자료를 서로 깊이 있게 토론하였으며, 참석자들의 여러 가지 기술적인 질문사항에 대해서 성실한 자세로 답변에 임하였다.

심포지움의 진행은 연사의 지정된 시간이 초과하면 사회자가 벨을 한번 눌러 알려주고 그래도 5분 이상 늦어지면 벨을 두번 눌러 경고(?)해줌으로써 규정된 시간을 지키도록 운영하였으며, 오전시간은 점심시간까지, 오후시간은 15:00부터 30분간 Coffee Break 시간을 제외하고는 오전시간과 동일하게 쉬지 않고 진행하였다.

3. 열병합발전의 추진방향

일본의 에너지 수급현황을 살펴보면 1989년도 최종 에너지 소비 3억 3600만kl(원유환산)에 대하여 2010년도에는 약 30% 증가한 4억 3400만kl를 목표로 하고 전력사용량은 1989년 6723억kWh였고 2010년도는 1조 800억kWh를 추정하고 있으며, 발전설비 용량은 1989년 1억 6482만kW에 대해서 2010년도는 2억 6700만kW로서 60% 증가를 예상하고 있다.

일본은 21세기 전력수급에 있어서 ① 전원확보(원자력) 문제 ② 전력 Peak 증가 문제 ③ 지구환경 제약하에서 해결하는 문제의 三重苦에 처해 있다고 한다.

일본의 장기에너지 수급계획에 의하면 2010년

까지 석유의 수입량을 현재 수준으로 억제하고 천연가스와 원자력의 의존량이 현재의 2배 정도 높게 책정되어 있다. 천연가스의 수입량을 확대하는 것은 LNG 인수 항만의 신설, 간선 Pipe Line의 건설 등에 의하여 가능하다고 보지만 문제는 원자력이다. 현재 일본 전국에 운전중인 원자로는 41기로서, 향후 20년 사이에 40여기를 건설하여야 하지만 원자력을 기피하는 여론 때문에 원자력발전소건설 입지조건의 어려움으로 기존의 원자력발전소 구내에 증설되는 것만을 가정하면 2010년까지 15기 정도 건설이 가능하므로 결국 2,500만kW 정도 발전설비의 부족을 가져오게 된다.

또한 가정, 상업부문의 여름철 냉방부하의 증가에 따라 일본 전체로 볼 때 매년 500만kW 정도씩 Peak부하가 증가함에 따라 매년 원자력발전소 5기 정도의 발전설비를 증설하여야 할 상황으로서 이것을 지구환경 제약하에서 해결하여야 할 과제로 제기되고 있다.

요즈음 세계적인 관심사로 떠오르고 있는 기후변화협약은 '92년 6월에 브라질의 리우데자네이로에서 개최한 UN환경개발회의(UNCED)에서 채택된 것으로 세계 50번째 국가가 가입한 날로부터 90일후에 발효되는 것으로 되어 있다. 협약내용은 지구온난화 방지대책에 대한 국가별 계획책정과 실시를 포함한 10개 조항으로 되어 있으며, 일본 閣議에서 결정된 『지구온난화방지 행동계

획』에 따르면

- 1) 국민 1인당 2000년 이후의 CO₂ 배출은 1990년 수준으로 안정되도록 노력(1인당 2.57톤/년)
- 2) 상기와 병행하여 대체에너지 개발, CO₂ 배출의 고정화 등의 기술혁신으로 2000년 이후의 CO₂ 배출총량이 1990년 수준으로 안정되도록 노력

이러한 제반 문제점에 대처하기 위한 대안으로서 일본의 에너지전문가와 학계에서는 열병합발전의 보급촉진과 대체에너지 개발에 있다고 보고 있다.

이와 같은 에너지사정에 있어서 통산성은 열병합발전의 사회적 역할과 지구환경개선 등 그 중요성을 깊이 인식하여 자가용 발전설비를 전력계통과 연계하는 Guide Line 정비와 법적지원(① 특정공급에 대한 완화, ② 소형 CGS 형식승인 도입, ③ 잉여전력 역송판매, ④ 특정 자격자의 외부조달 위탁, ⑤ 비상용 발전기로서의 공동인정 등)을 하는 외에 재정투융자 및 우대세제혜택 등에 의한 도입촉진책을 강구하는 한편 대규모 열병합 발전을 중심으로 한 “환경조화형 Energy Community 사업” 추진 등의 시책을 발표하였다.

일본과 우리나라의 열병합발전 보급현황을 비교하여 보면 표 1과 같이 일본에서는 성에너지차원에서 일본열병합발전연구회를 주축으로 하여

〈표 1〉 한/일 열병합발전 보급현황

(단위 : MW)

| 구 분 | 산 업 용 | | 건 물 용 | | 집 단 에 너 지 | | 합 계 | |
|-----|-------|-------|-------|------|-----------|-------|--------|-------|
| | 도입건수 | 설비용량 | 도입건수 | 설비용량 | 도입건수 | 설비용량 | 도입건수 | 설비용량 |
| 한 국 | 84건 | 1,017 | 7건 | 49 | 19건 | 3,034 | 111건 | 4,100 |
| 일 본 | 663건 | 2,101 | 844건 | 404 | - | - | 1,507건 | 2,505 |

산업체, 학계, 연구기관이 결합된 민간주도로 산업체와 대형 건축물에 대한 열병합발전 보급이 그동안 활발하게 전개되고 있음을 나타내고 있으나, 집단에너지사업(지역난방/공업단지)과 같은 대규모 열병합발전 도입은 막대한 초기투자비와 채산성이 낮아 정부의 정책 및 자금지원 없이는 사실상 도입하기가 어려운 것임을 알 수가 있다.

'93.4.1부터 일본정부에서 추진하고 있는 "환경조화형 Energy Community 사업" 내용을 요약해 보면 다음과 같다.

가. 배경

- 1) 에너지 안정공급 및 지구환경 보전과 경제의 안정적발전을 실현
- 2) 막대한 초기투자비와 공공성격이 강하여 민간주도의 추진에 한계성 예상

나. 목표

- 1) 종합적인 성에너지 대책의 일환으로서 에너지의 공급단계에서 최종단계에 이르기까지 에너지시스템 전체, 더 나아가서 사회시스템에까지 그 대상을 확대하여 에너지이용 효율향상 대책의 강화
- 2) 일본의 1차에너지 총공급(원유환산 약 5.0억kl)의 2/3는 손실로 되어 있어서, 유용에너지 35%와 손실 65%의 비율을 2.8% 변화시키면 연간 원유환산 1,400만kl의 에너지절약이 가능

다. 내용

(1) 시스템 구성

(가) 대규모 열병합 지역난방

열병합발전의 능력을 최대한 활용하기 위하여 상당규모의 가스터빈 발전기 등에 의하여 발생하는 배열을 이용하여 열공급을 행함으로써 에너지를 유효하게 이용하게 하는 시스템

(나) 캐스케이드(Cascade) 이용형 공업단지

열을 복수의 공장을 경유하여 고온영역에서 저온영역까지 단계적으로 이용하여, 잉여에너지를 유효하게 이용하는 시스템

(다) 고효율 폐기물 에너지이용 설비

폐기물에서의 에너지 취출을 효율적으로 이용하는 시스템으로서, 예를 들면 가스터빈의 배열로 폐기물 소각에 의하여 얻어지는 열을 고온화시켜 발전효율을 향상시키는 Repowering System, 또 폐기물을 고형연료화하여 발전·열공급을 하는 RDF(폐기물 고형연료)이용 시스템

(라) 발전소·공장 등 잉여에너지 주변공급설비

발전소 및 공장의 프로세스증기를 이용하여 인근 주거지역에 열공급하는 시스템

(2) 금융 지원('93년도 예산액)

(가) 시범사업 보조금(46억 2200만엔)

선도적 시범사업의 지원에 의하여 Demonstration 효과, Data Feedback에 의한 기술적개발, 코스트 저감 등을 통하여 도입촉진을 도모

(나) 사업가능성 조사비 보조금(3억 8900만엔)

에너지를 유효하게 이용할 수 있는 에너지공급 시스템의 도입가능성에 대해서 경제성, 최적 에너지수지 등의 FS 조사를 조성

(다) 기초조사 위탁비(1억 6300만엔)

새로운 형태의 성에너지 시스템검토, 시스템개선에 따르는 다양한 주변요소(도시계획, 제도적

〈표 2〉 열병합발전 설비의 금융지원 현황

(단위 : 억원)

| 구 분 | '80~'85 | '86~'90 | '91 | '92 | '93 | 합 계 |
|----------|---------|---------|-------|-------|-----|-------|
| 대규모 지역난방 | — | 460 | 766 | 833 | 659 | 2,718 |
| 공업단지 열병합 | 50 | 2,045 | 257 | 234 | 320 | 2,906 |
| 산업체 열병합 | 27 | 1,105 | 3 | — | 9 | 1,144 |
| 합 계 | 77 | 3,610 | 1,026 | 1,067 | 988 | 6,768 |

과제 등)의 검토, 자원부존 등 도입 Potential 등의 조사를 수행

위에서 보는 바와 같이 산업용과 건물용 열병합발전 보급은 우리나라를 훨씬 앞지르고 있지만 일본의 “환경조화형 Energy Community 사업”과 맥을 같이 하는 “집단에너지 사업”은 에너지관리공단에서 국내의 공업단지와 지역난방 사업을 열병합발전 방식에 의하여 시범적으로 추진하고 있으며, 공업단지·산업체 및 건물의 열병합발전 도입촉진 지원, 지역난방 및 폐기물에너지 자원화 확대, 금융지원(표 2 참조)을 위한 사업을 수행하고 있다.

또한 한국전력공사에서는 대규모 열병합발전 시스템인 Combined Cycle(가스터빈+증기터빈+배열회수)에 의하여 5개 신도시에 지역난방을 공급하고 있으며, 집단에너지 공급효과로는

- ① 에너지이용 효율향상에 의한 대규모 에너지 절약(20~30%)
- ② 대기오염 배출원의 집중관리로 대기환경 개선
- ③ 가연성폐기물 및 폐열의 효율적 이용
- ④ 발전설비 용량증대로 전력안정공급
- ⑤ 발전설비가 부하 중심지에 위치하므로 송배전손실의 경감

등을 꼽을 수 있다.

그러므로 이 분야에서는 우리나라가 '80년대 초반부터 정부 역점사업으로 추진해온 상공자원부

의 정책과 시행기관인 에너지관리공단, 한국전력공사의 유기적인 협조체제에 대해서 높이 평가되어야 할 것이다.

그리고 일본에 비해 부진한 산업용과 건물용 열병합발전 보급을 촉진시키기 위하여 앞으로 에너지관리공단은 열병합발전 도입가능업체에 대한 수요조사와 한국 열병합발전협회, 전문 엔지니어링회사, 열병합발전시스템 제작업체의 의견을 수렴하여 산업체와 건물용 열병합발전 보급에 장애요인 제거와 적극적인 금융 및 세제지원의 활성화를 추진하여야 할 것이다.

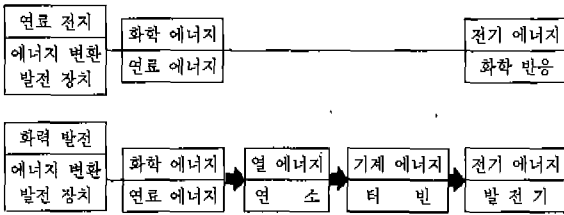
4. 연료전지이용 열병합발전 동향

일본에서 차세대 열병합발전용으로 개발에 활기를 띠고 있는 것으로는 연료전지(Fuel Cell)가 있다. 연료전지는 천연가스 등의 연료를 改質하여 얻어지는 수소와 공기중의 산소를 전기화학적으로 반응시켜 직접 발전하는 것으로, 종래의 발전기술, 예를 들면 화력발전의 경우 연료가 가진 에너지를 열에너지로 변환하여 터빈에서 회전에너지를 경유하여 그림 1과 같이 전기에너지를 얻는 것에 비하여 발전효율이 높고 주위환경 영향(대기오염·진동·소음)이 거의 없다.

연료전지는 1839년 영국의 Glove 卿이 물의 전기분해 역반응으로 발전할 수 있는 것을 실험으

〈표 3〉 인산형 연료전지 설치현황

| | | | | | | | | | | |
|--------|----|----|----|-----|-----|-----|-------|-------|--------|-----|
| 용량(kW) | 30 | 40 | 50 | 100 | 200 | 500 | 1,000 | 4,500 | 11,000 | 합 계 |
| 대수(대) | 1 | 2 | 32 | 13 | 10 | 1 | 2 | 1 | 1 | 63 |



〈그림 1〉 전기 에너지의 변환과정

로 증명하였다. 이후 100여년에 걸쳐 유럽을 중심으로 많은 사람들에 의해서 연구되어 왔지만, 기술이나 재료의 벽에 부딪쳐 실험실 영역을 벗어나지 못했다. 그러다가 영국의 Bacon 卿이 1952년에 현재의 연료전지 原型이라고 할 수 있는 수소·산소형 전지의 기술을 개발한 것을 계기로 실용화를 향한 연구개발이 활발하게 전개되었다.

본격적인 실용화개발은 미국에서 이루어졌는데, 먼저 우주선용 전원으로서 1961년 NASA에 의하여 연구가 개시되어 1965년의 “제미니”나 1966년의 “아폴로”에 1kW급 알카리형 연료전지가 설치되었다.

한편 산업용으로서의 개발은 우주선용보다 약간 늦게 1967년에 발족한 TARGET 계획(소용량 연료전지 개발)과 1971년 발족한 FCG-1 계획(대용량 연료전지 개발)에 의한 미연방정부의 재정 지원으로 인산형을 주체로 한 Project가 시작되었다.

전자의 계획은 가스회사 Group을 중심으로 12.5kW의 발전시스템에서 40kW의 實證機 개발

을 거쳐 200kW급을 개발하였고, 후자의 계획은 전력회사 Group을 중심으로 4,500kW의 實證機를 거쳐 11,000kW급을 개발하였다.

일본에서의 연료전지 개발이 본격적으로 시작된 것은 1981년도에 통산성 공업기술원의 Moonlight 계획중에서 연료전지 Project가 착수된 때이다. 이중 전력용 연료전지 발전 Plant의 연구개발은 NEDO(신에너지·산업기술종합개발기구)에서 '81~'87년까지 7년간에 걸쳐 『1,000kW급 인산형 연료전지 발전시스템』에 대해서 석유 대체·성에너지형 전원의 실용화를 목표로 Project를 수행하여, 분산배치용(저온저압형)과 화력 발전 대체용(고온고압형)의 2기종이 개발되었다.

그리고 자가발전용에 대해서는 정부의 Project 일환으로 關西전력, 大阪가스, 三菱전기가 개발한 200kW, 대형 가스회사(東京, 大阪, 東邦가스)와 Fuji전기가 공동으로 개발한 50/100kW급 및 미국의 ONSI(IFC와 도시바·합병기업)가 개발한 200kW 등(표 3 참조)과 같이 약 60여대가 일본 각지에서 신뢰성시험(Field Test) 운전이 실시되고 있으며, 향후 일본의 장기전원 공급계획에 있어서도 표 4와 같이 2000년에 225만kW, 2010년에는 총 발전설비용량 2억 6700만kW의

〈표 4〉 연료전지의 도입 계획량

| | | |
|-----------|--------|----------|
| 구 분 | 2000년 | 2010년 |
| 전 기 사 업 용 | 105만kW | 550만kW |
| 자 가 발 전 용 | 120만kW | 520만kW |
| 합 계 | 225만kW | 1,070만kW |

4%인 1070만kW가 계획되어 있어 대체에너지 중
에서 가장 기대가 큰 것으로 보고 있다.

그리고 연료전지(200kW)를 이용한 열병합발전
시스템을 호텔에서 적용한 사례를 들어 보면, 그
림 2와 같이 연료전지에서 발생한 전력은 전력계
통(440V)에 접속하여 계통연계 운전을 하고 있으
며, 연료전지에서의 열회수는 고온배열과 저온배
열 두가지로 구분하여, 고온배열은 170°C의 포화
증기로서 2중효용 흡수식 냉온수기(20냉동톤×2
대)에서 冷熱로서 회수하여 호텔객실 약 140실의
基低 냉방부하에 이용된다.

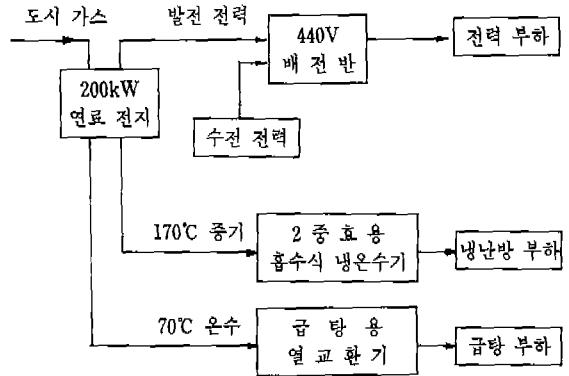
저온배열은 70°C의 온수가 열교환기를 통하여
저탕조에 저장시킨 후 주방용과 객실용으로 사용
되며, 1일 수요량을 자동적으로 선택하여 열회수
가 가능한 시스템으로 되어 있다. 이 호텔은 객
실수 535실, 계약전력 2,200kW로서 이 연료전지
에 의하여 전력의 약 10%, 열수요의 5%를 담당
하고 있다.

5. 현장기술 踏査

셋째날(11월26일)에는 Technical Tour로서 동
경역 광장에서 약 60여명이 집결하여 관광버스로
첫번째 견학장소인 Toyosu(豊州) Center 빌딩에
도착하였다.

건물은 '92년10월27일 준공된 것으로, 연면적
30,000평인 High Level 인텔리전트 고층빌딩(지
하 2층, 지상 37층, 옥탑 1층)으로서 지하 2층에
열병합발전 시스템을 비롯한 열원설비가 설치되
어 있었으며, 설비의 주요특징을 살펴보면 최신
기술을 구사한 1,000kW 비등냉각형 가스엔진 열
병합발전 시스템이 도입되어 있었다.

엔진 배열회수는 실린더 자켓 냉각수 계통에서
저압증기(1kg/cm²G) 상태로 회수한 것과, 배가



〈그림 2〉 200kW 연료전지의 열병합발전
시스템 구성도

스 보일러에서 발생한 고압증기(8kg/cm²G) 상태
로 회수한 것을 공조용 열원으로서 이용하고 있
으며, 배가스의 질소산화물(NOx) 농도는 NOx
Converter(3원촉매방식)에 의하여 200ppm 이하
로 낮추고 있다. 또한 에너지관리 시스템(EMS)
에 의하여 정상운전중의 제특성(각부온도, 압력
등)의 표시 및 기록과 이상발생시의 경보표시,
기타 각종계산·해석 등에 따라 가스엔진의 空燃
比나 점화시기 등은 상시 최적의 상태로 제어되
고 있었다.

두번째 견학장소인 Meguro Gajoen(目黒 雅緻
園)은 숲으로 둘러싸여 조용한 가운데 반세기 이
상의 역사와 전통을 자랑하는 곳으로 지난 3년간
의 개축공사 끝에 '91년10월에 준공되어 새롭게
Open되었다. 이 건물은 Banquet(연회)棟과
Office棟으로 나뉘어져 있으며, Office棟(지하 3
층, 지상 19층, 옥탑 2층)은 연면적 28,000평으
로서 High Level 인텔리전트 기능을 갖춘 사무
실용 건물이고, Banquet棟(지하 2층, 지상 8층,
옥탑 1층)은 연면적 12,000평으로서 초특급 호텔
(객실수: 61실)과 연회장 및 결혼식장 등이 들어

서 있으며, 창업 이래의 전통미를 계승하면서 수많은 미술공예품을 소장하게 되어 벽·천장·문 등에는 고품질의 나전세공이나 우아한 아름다움을 발산하는 일본화가 장식되어 마치 미술관같은 분위기를 방불케 하였고 바닥에는 고급 대리석으로 단장되어 있어서 호화스러움의 극치를 이루고 있었다.

이곳에 도입된 열병합발전 시스템은 성에너지, 경제성, Clean성 등 많은 특징을 가진 설비로서 200kW 가스엔진 2기와 연료전지(Fuel Cell) 50kW 1기로 구성되어 있다. 설비는 소규모이지만 가스엔진의 자켓 및 배가스로부터 배열을 회수하여 온수는 난방·급탕 뿐만 아니라 온수 흡수냉동기에 의하여 냉방에 이용되고 있으며, 연료전지는 東京가스(주)에서 신뢰성시험(Field Test)용으로 설치된 것으로, 배열(60°C 온수)은 급탕에 열용으로 연중 계속 사용할 수 있도록 되어 있었다.

이어서 세번째 견학장소인 東京가스 에너지기술연구소를 방문하였는데, 이 연구소는 50여명의 연구원들이 천연가스의 연료기술, 傳熱·유체기술, 열병합발전기술, 空調 기술 등의 연구를 수행하고 있으며, 특히 열병합발전 기술의 연구로서는 가스엔진 및 가스터빈에 의하여 더 높은 효율향상과 배가스의 Clean化를 목표로 高負荷 연소기술 등의 개발, 차세대 열병합발전 시스템으로서 기대되고 있는 연료전지에 대해서 기초 및 운전연구를 수행하고 있었다.

현재 진행중인 R & D Project로서 ① 3원축매 장치, ② 2중효용관 냉온수기, ③ 가스엔진의 녹킹(Nocking) 발생방지, ④ 가스터빈의 低NOx 기기 개발, ⑤ 연료전지 개발 등이 있으며, 3원축매 장치에 대한 연구는 공해방지를 위하여 질소산화물을 감소시키는 장치로서 현재는 세라믹

을 사용하고 있으나 더욱 성능이 좋은 메탈 허니컴(Metal Honey Cam)의 개발을 추진중에 있다.

2중효용관 냉온수기는 지구의 오존층을 파괴시키는 프레온가스를 사용하는 터보식냉동기를 대체함으로써 환경보존에 기여하고 있으나 효율이 터보식냉동기에 비하여 낮으므로 효율을 높이기 위한 연구를 계속하고 있으며, 가스엔진의 노킹 발생 방지를 위하여 피스톤 상부구조를 변형시키는 연구와 가스터빈에서 발생되는 서멀(Thermal) NOx를 줄이기 위하여 稀薄 연소방법의 개선 등을 연구하고 있었다.

연료전지에 대한 개발연구는 1972년부터 미국 TARGET 계획에 참여하여 운전연구를 시작한 것을 비롯하여 그후 20년간에 걸쳐서 국내의 메이커와 공동개발(50kW, 100kW, 1,000kW, 5,000kW)중이며, 신뢰성시험(Field Test)을 5년간에 걸쳐서 40,000시간을 여러곳에서 실시중에 있다. 연구소내에도 연료전지가 50kW(6,553시간 운전)×3대, 100kW(4,360시간)×2대, 200kW(1,909시간)×2대가 운전상태에서 각종 시험을 받고 있었다.

연료전지는 최근의 에너지정책, 지구환경 문제가 고조되어 가고 있는 가운데 전기사업용으로서 도시재개발지점, 대형 뉴타운(New Town) 등의 열병합발전이 가능한 지점에 分散用 전원으로서, 자가발전용은 호텔, 병원, 오피스빌딩 등의 열병합발전용 전원으로서 早期에 실용화가 추진되고 있으며, 현재는 연료전지를 이용하기에는 초기투자비가 표 5와 같이 높기 때문에 시설투자에는 경제성이 없으므로 도입초기에 있어서 정부의 경제적지원과 연료전지의 설비비 저감에 크게 기대를 걸고 있으며, '97년도까지 설치비 50% 감소(120만원/kW), 사이즈 30% 감소를 목표로 기

〈표 5〉 발전소별 건설비

| 구 분 | 유연탄 발전 | LNG복합 발전 | 원자력 발전 | 양수 발전 | 연료 전지 |
|------------|--------|----------|--------|-------|-------|
| 건설비(천원/kW) | 846 | 534 | 1,512 | 560 | 2,400 |

술개발 연구를 계속하고 있다고 하였다.

6. 결론

기후변화협약은 일본이 '93년5월에 21번째로 가입하였고, 우리나라도 지구환경 문제의 중요성을 인식하여 '93년12월에 47번째로 가입하였으며, 그 해 12월21일에 50번째 국가가 가입함으로써 90일 후인 '94년3월21일로부터 공식 발효하게 된다.

기후변화협약의 일반 의무사항으로는

- ① 각국은 모든 온실가스 배출량 및 흡수량에 대한 국가 통계를 작성 제출
- ② 기후변화 방지에 기여하는 국가 전략수립 시행을 공식 공포
- ③ 에너지, 수송, 산업부문의 기술개발, 기후 변화 관측체계의 확충, 산림 등 흡수원 보호, 생태계 보호, 국민의식 제도 등 광범위한 분야에서 국가적으로 공동협력
- ④ 온실가스 통계와 국가정책 이행에 관해 선진국은 공식발표후 6개월, 개발도상국은 3년 이내에 보고하고 그후는 주기적으로 보고하는 것으로 되어 있어서 우리나라와 같이 에너지 다소비형 국가에서는 많은 어려움이 따르게 될 것이다.

그러나 기후변화협약을 새로운 장애요인이나 제약으로 간주하여 회피 내지는 수동적 자세로 받아들이기보다는, 범국가적 차원에서 산업구조 개선, 소비절약, 기술개발, 효율향상 등 다양한 에너지수요관리 프로그램을 개발하여 적극적으로 추진할 수 있도록 체질개선의 절호의 기회로 승

화시킬 필요가 있다.

기후변화협약의 발효에 따라 향후 세계 각국의 에너지정책은 지구환경문제에 적극적으로 대처하기 위한 에너지 소비절약과 환경오염이 없는 대체에너지 기술개발에 더욱 심혈을 기울일 것이며, 이에 따라 열병합발전 분야도 청정연료인 천연가스를 사용한 열병합발전 시스템이나 연료전지(Fuel Cell)를 이용한 열병합발전 시스템 적용의 확대가 예상되고 있다.

…………… 〈 참고 문헌·자료 〉 ……………

1. 코-지 에너지 시너지 '93(第9回) 發表 抄録集—日本 코-지 에너지 연구會 (1993.11)
2. 地球環境協約과 電力部門의 對應戰略— 한국 과학기술원(1993.11)
3. 長期電力 需要豫測(1991~2006)— 한국 전력 공사(1991.12)
4. 熱併合發電(CO-GENERATION) 技術 SEMINAR— 한국 기술 자문 본부(1989.5)
5. 長期 電力 需給計劃(1993~2006)— 상공자원부 (1993.11)
6. 新경제 에너지節約 5個年 計劃('93~'97)— 상공 자원부(1993.11)
7. '94年度 에너지節約 推進計劃(氣候變化協約 對應 基盤 確立의 해)— 상공자원부(1994.1)
8. '93 에너지절약 편람— 에너지관리공단(1993.11)
9. 기계·토목 안전관리 담당자 법정교육(합리적 열병합발전 운전사례, 도유봉)— 대한전기기사협회(1991.9)
10. 축열조를 이용한 터빈발전기 운전방법개선— 도유봉, 전기기사('92.3)