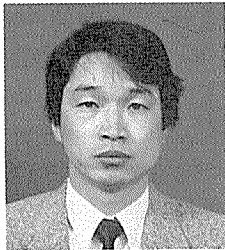


## 분류상 석탄가스화 복합발전기술의 연구개발



韓國電氣研究所  
技術政策研究室  
研究員 高 鏡

### 1. 개 요

미국, 일본, 독일을 비롯한 선진각국에서는 종래의 미분탄석탄화력을 대체하는 전원으로서 발전효율이 높고 탄산가스 저감등 환경문제에도 탁월한 분류상 석탄가스화 복합사이클 발전기술을 개발하고 있다.

일본에서는 이 기술개발의 핵심이 되는 200톤/일 분류상석탄가스화발전 파일롯 프랜트가 1992년 7월에 처음으로 석탄가스화 발전에 성공하였다.

여기서는 파일롯 프랜트에 의한 운전연구의 현상 및 앞으로의 전망에 대하여 일본의 현황을 중심으로 기술하였다.

### 2 200톤/일 분류상석탄가스화발전 파일롯 프랜트에 의한 연구개발

NEDO는 석탄이용의 확대를 목표로 쉐어인계획에 따라 분류상석탄가스화복합발전기술의 타당성조사를 1983년도부터 1985년도에 걸쳐 전력중앙연구소에 위탁하고 이 결과를 바탕으로 1986년도부터는 200톤/일 분류상석탄가스화복합발전 파일롯 프랜트에 대한

연구를 석탄가스화복합발전기술 연구조합에 연구를 위탁함과 함께 1988년도 부터는 석탄기술연구소 시험장의 40톤/일 유동상가스화 시험설비를 이용하여 지원연구를 병행하고 있다.

**가. 파일롯 프랜트 개발계획의 개요**

개발체제는 NEDO가 민간과 공동연구개발을 하는 것으로 하고 그 방안으로 NEDO가 석탄가스화복합발전 연구조합에 연구를 위탁하였다. 또한 지원연구에 대해서는 석탄기술연구소에 연구를 위탁하였다.

개발비용은 NEDO가 정부로부터 보조금을 90% 받고 기타 비용은 공동연구자가 부담하는 것으로 하였다.

**나. 개발목표 및 개발계획의 개요**

석탄가스화복합발전(IGCC)은 21세기 초엽의 석탄 화력의 중핵이 될 것이며 미분탄석탄화력을 대체하여 전원구성의 최적배합의 달성 및 계통운용의 종합 효율화 관점에서 시급하게 파일롯 프랜트에 의한 연구개발을 추진하는 것이 중요하고 늦어도 2000년까지는 단기용량 250,000kW, 송전단 효율 43% 이상의 실증프랜트를 개발하는 것을 목표로 하고 있다.

IGCC 시스템을 구성하는 기기에는 여러가지 선택 요소가 있으나 타당성 조사연구를 통하여 최적의 방식을 선정하였다. 선정에 있어서는 가스화제(산소, 공기), 석탄공급방식(슬러리피드, 드라이피드) 및 가스정제방식(습식, 건식) 등의 요소를 8가지로 조합하여 비교 검토를 하였다. 그 결과 어떤 방식도 기존의 미분탄석탄화력보다 높은 열효율을 얻을 수 있는 것으로 판명되었다. 경제성, 실현성, 운용성, 환경성, 탄 중적합성, 신뢰성 등을 고려한 종합평가 결과에서는 드라이피드 공기산화가스화로와 습식가스정제를 조합한 시스템이 최적인 것으로 판명되었으나 석탄의 유효이용, 석탄가스배출량 저감에의 기여 등을 고려하면 시스템의 고효율화가 불가결하기 때문에 가스정제는 지금까지 세계에서 유례가 없는 건식을 채용하는 것으로 하여 드라이피드가스화로와 건식가스정제를 조합한 방식을 선정하는 것으로 하였다.

200톤/일 분류상석탄가스화복합발전 파일롯 프랜트의 설비구성은 세부적으로 나눌 수 있으며 이는 가스화설비는 미분탄기류반송방식 공기산화가 압2실 2단 분류상로이고, 가스정제설비는 고온건식 유동상 방식 탈황 및 러뉴라베트방식 탈질이고, 가스터빈설

비는 저칼로리가스용 섭씨 1,300도급 가스터빈이다.

연구개발기간등은 1986년에서 약 9년간이다. 1986년부터 2년간은 파일롯 프랜트의 기본 상세설계를 하고, 1988년 6월 10일 기공식을 하여 후쿠시마현에 있는 공동화력발전소 구내에서 토목 및 건축공사를 개시하였다. 또한 1989년 4월부터 대형기기의 반입이 시작되어 기기거치공사, 개별기기시험운전후 1991년 2월 28일 준공하였다. 동년 6월에는 석탄가스화로의 석탄가스화에 성공하였으나 초기에는 문제를 경험하였다.

1992년 3월에는 석탄가스를 가스정제설비로 통과시켜 1992년 7월에 최초로 석탄가스에 의한 정격출력의 1/4인 3,500kW의 석탄가스화발전이 성공하였다.

지금까지 파일롯 프랜트에 있어서는 조정탄으로 국내탄을 이용하여 설비상류층의 석탄공급계 및 가스화의 시운전과 조정을 실시하고 순차적으로 하류층의 가스의 정제, 가스터빈설비에 생성가스를 공급하여 시험을 실시하였다.

그간 분류상가스화로의 특징인 석탄회의 용융 슬랙 배출에 있어서 배출불량의 상황이 발생하였다.

누적 가스화로 운전시간은 약 830시간, 최장연속운전시간은 약 200시간, 가스화발전시간은 5시간 등의 실적이 있다.

그후 장기연속운전, 부하변화운전시험을 실시한 후 설계탄에 의한 일련의 시험운전 및 다른 종류의 석탄에 의한 타당성시험을 1994년도까지 실시할 예정이다.

석탄가스화복합발전을 실현하기 위하여는 주된 연구개발과제로 가스화조에 있어서 고압에서의 가연성 분체공급 및 찌거기의 회수와 그 반송 그리고 슬랙의 연속배출기술 등의 개발이 필요하다. 그리고 가스정제에 있어서는 고온, 고압, 고진, 고향의 가연성가스 정제기술의 확립이 필요하고, 가스터빈에 있어서는 가스화조에 공급하는 가스화제용 공기를 공기압축기에서 추기하면서 저칼로리 가스의 고온안정연소기술의 확립이 필요하다. 아울러 시스템전체로 보면 생성가스의 칼로리 변동에 대비하여 안정한 운전을 할 수 있는 총괄제어 시스템의 개발 및 안정성과 신뢰성을 확보하기 위하여 보호 및 방호시스템 기술의 확립이 필요하다.

**다. 석탄가스화발전 지원연구 및 요소연구**



분류상방식의 개발은 미국에서 자체 프로그램을 수립하여 가스화로를 이용하여 IGCC가 기술적으로 성립하는 것을 세계 최초로 입증하였다.

Shell 석탄가스화 프로세스(SCGP)도 상용화를 목표로 하여 네덜란드가 1983년에 운전개시를 예정하고 250,000kW(200톤/일)규모를 채용하고 있다.

다우로의 최초 상용규모 실증플랜트는 2,400톤/일, 160,000kW 규모로 1987년에 운전개시를 하여 현재 세계 최대의 상용 플랜트이다.

GE사는 Clean Coal Technology(CCT)의 일환으로 하여 65,000kW 규모의 IGCC 플랜트 개발을 1996년 운전개시를 목표로 추진하고 있다.

외국에서는 석탄의 고도이용의 관점에서 다른 발전기술과 비교하여 높은 열효율이 기대되는 IGCC의 도입에 적극적으로 도전하고 실증규모의 계획이 착실히 추진되고 있다. 이중에도 에너지를 둘러싼 환경이 우리와 비슷한 네덜란드는 현재 계획중인 250,000

kW급의 다음단계로 1999년 운전개시를 목표로 600,000kW급의 개발계획을 구체화하고 있다.

일본에는 총합에너지조사회 석유대체에너지부회 및 산업기술심의회 신에너지기술부회의 양 부회 공동으로 발표된 중간보고에 의하여 분류상석탄가스화 발전플랜트의 개발은 21세기 초엽의 석탄화력 중심 기술로 부각되고 있다.

NEDO가 추진하고 있는 200톤/일 파일롯 플랜트의 운전연구도 가스화설비, 가스정제설비의 조정운전을 거쳐 곧 본격적인 석탄가스화 운전을 하게 된다.

앞으로 그 성과를 발판으로 파일롯 플랜트의 10배 규모의 250,000kW급 설비의 실증기계화의 구체화도 보다 일층 가속될 전망이다.

그러므로 우리나라도 이러한 외국의 상황을 추이 하면서 IGCC의 기술개발 및 보급에 전력을 다할 필요가 있다.

가 스 화 로 설 비	탈 황 설 비	탈 진 설 비	가 스 터 빈 설 비
- 런닝시험 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 가스화로 압력을 526atg로 승압, 강압하여 제어장치 등을 조정</li> </ul> - 경유부하운전시험 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 가스화로 압력 26atg, 가스화로 부하 35%로 각 제어계를 조정</li> </ul> - 석탄설비의 실탄에 의한 운전확인시험 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 석탄가스화 초기운전시험</li> <li>• 경유, 석탄절체시험</li> <li>• 미분탄계의 실작동 시험</li> <li>• 급수, 주증기와의 제어계 조정</li> </ul> - 석탄가스화 조정 시운전 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 기동, 정지 조작 확인</li> <li>• 각부 상태량 확인</li> <li>• 차리 싸이클 확인</li> <li>• 슬랙배출상황 확인</li> </ul>	- 시스템내 가스순환 운전시험 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 내압 26atg씩 300도로 가스순환운전을 하여 제어계를 조정하고 구성기기의 동작을 확인한다.</li> </ul> - 탈황제 순환운전 시험 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 탈황제의 시스템내 순환운전을 행하고 탈황탑, 재생탑의 압손등을 확인</li> </ul>	- 시스템내 가스순환 운전시험 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 내압 26atg씩 300도로 가스순환운전조정, 더스트부하가 없는 상태에서 과충의 압손 등을 확인</li> </ul>	- 경유연소운전시험 무부하시험 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1/4, 1/2부하차단시험</li> <li>• 증기분사운전시험(Nox저감효과 확인)</li> <li>• 승압공기압축기 운전시험</li> <li>• 실압실규모 연소기 시험설비의 공기압축기 운전시험</li> <li>• 석탄가스에 의한 가스터빈 1/4부하시험</li> </ul>

그림 2 현재까지의 주요운전 시험연구 실시 항목

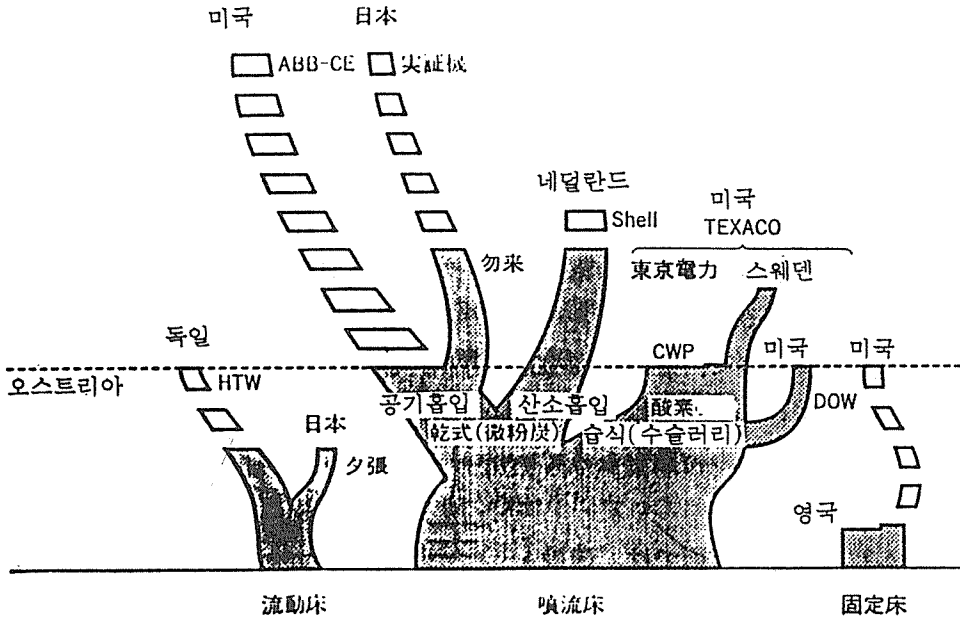


그림 3 세계의 석탄가스화발전기술 개발의 진화 계통도

세계를 한곳에 미래를 한 눈에