



IGCC(석탄가스화 복합발전)사업의 현황 및 전망

산업자원부, 신재생에너지 프로젝트형 기술개발사업, 석탄 IGCC 사업단

사업단장 | 안 달 홍

자원이 부족한 우리나라에서는 에너지의 안정적인 수급을 위하여 세계적으로 매장량이 풍부한 석탄자원의 활용이 필수 불가결하다. 또한 지구온난화 문제에 대응하기 위한 CO₂ 저감을 위해서 가능한 한 발전플랜트의 효율을 높일 필요가 있다. 석탄가스 복합 발전(IGCC: Integrated coal Gasification Combined Cycle)은 고효율 발전기술이며 환경성능이 매우 우수하여 이러한 문제를 해결하는 데 기여할 수 있으며, 21세기 석탄이용화력발전의 주력을 담당할 수 있는 유력한 발전방식으로서 조기 실용화가 매우 필요한 기술이다. 석탄가스화복합발전은 다음과 같은 특징적인 장점을 보유하고 있다.

- (1) 세계적으로 널리 분포하고 매장량이 풍부한 석탄 자원을 이용할 수 있다. 특히 이미 운용중인 미분탄 화력발전소에서는 회 부차문제로 인하여 회용점이 낮은 석탄을 사용하기 어렵으나 IGCC에서는 사용이 가능하므로 에너지 수급 안정성 확보, 이용 탄종의 확대에 기여할 수 있다.
- (2) IGCC는 열효율이 높으므로 단위 발전전력량당 이산화탄소, 황산화물, 질소산화물, 분진의 발생량을 저감할 수 있고, 플랜트 출력에 대한 증기터빈 출력의 비가 낮기 때문에 온배수의 발생량을 저감할 수 있는 등 환경성이 매우 우수하다.
- (3) 석탄 회가 유리질의 용융 슬래그로 배출되므로 미연탄소가 거의 포함되지 않고 금속류의 용출도 없다. 또한 미분탄 보일러의 플라이애쉬와 비교하여 매립시 용적을 약 절반 정도로 줄일 수 있다.

또한 석탄가스화 복합발전이 보급되면 LNG에 대한 가격 견제 효과도 기대할 수 있다. 석탄가스

화 복합발전의 상용설비(600MW급)는 송전단 열효율이 46%(HHV 기준, 1500°C급 GT)로 높게 예측되고 있다.

외국의 IGCC 기술개발 동향

세계적으로 석탄가스화복합발전(IGCC)은 분류층 가스화기술을 사용한 상용화 단계의 실증플랜트를 운전중에 있다. 외국에서 운용중인 상용화 단계의 300MW급 주요 IGCC 실증플랜트의 현황은 <표 3-1>과 같으며 각각 고유의 석탄 가스화기술을 채용하고 있다. 네델란드의 부게넘 IGCC 플랜트는 세계 최초의 석탄연료 IGCC 플랜트로서 Shell사의 가스화기술을 적용한 2000 톤/일급의 1단 상향 분류층 가스화기를 채용하고 있으며 1994년부터 가동되고 있다. Wabash River IGCC 플랜트는 1991년 미국 에너지성의 청정석탄이용기술(Clean Coal Technology) 프로그램의 일환으로 채택되어 E-gas사의 습식, 산소주입 2단 분류층 가스화 공정을 사용하고 있으며 1995년부터 가동중에 있다. 미국 Tampa Electric Power사에서 운용중인 250MW급 Polk Power Station IGCC 플랜트는 Texaco사의 습식, 산소주입 분류층 가스화기술을 사용하여 2,200톤/일의 석탄을 가스화하고 있으며 1996년부터 가동되고 있다. 또 하나의 대표적 실증 IGCC 플랜트인 스페인 Puertollano IGCC 플랜트는 유럽의 여러 관련회사의 컨소시엄인 ELCOGAS에 의해 운영되고 있다. 이 플랜트는 건식, 1단 상향류, 산소주입, 분류층 가스화공정을 채택하고 있으며 1997년부터 운전되고 있다. 일본의 경우는 전력중앙연구소(CRIEPI)와 미쓰비시 중공업이 공동으로 1982년부터 건식, 2단, 공기 가압 분류층 가스화기의 독자적인 개발을 착수하여 2톤/일급 및 200톤/일급의 가스화기의 실험을 1996년까지 완료하였다. 2007년부터 1700톤/일급의 일본 독자 모델 가스화기를 채용한 250MW급 IGCC 플랜트의 실증실험을 목표로 현재 기본 및 상세 설계를 수행중에 있다.

대표적인 국외 IGCC 발전소

국가명	프로젝트	설비용량(MW)	적용 가스화 기술	운전시기
네델란드	Buggenum	253	Shell (건식, 산소)	1994
미 국	Wabash River	262	E-gas (습식/산소)	1995
	Polk Power	250	Texaco (습식/산소)	1996
스페인	Puertollano	350	PRENFLO (건식/산소)	1997
일 본	250MW 실증기	250	CRIEPI/MHI(건식/공기)	2007



그림 1 Wabash River IGCC 플랜트



그림 2 Polk Power Station IGCC 플랜트

현재 우리나라의 석탄 IGCC 기술 수준

'92~' 02년까지 정부의 G7 프로젝트로 IGCC 상용화 기반기술 확보를 위한 기초연구 수행(총 202억원 투자, 정부 114억원)하였다. 그 결과로 고등기술연구원과 에너지기술연구원에 세계적 상용규모의 1/1000 수준인 0.1~0.2MW(Bench급) 실험용 플랜트 건설·운전기술을 확보하였다. 전력연구원은 한전의 기술도입 전략 방침에 따라 IGCC 시스템 설계기술을 외국기술보유사(Bechtel)의 60% 수준으로 자립하였다.

< G7 프로젝트의 주요 성과 및 기술수준 >

구 분	주관 기관	주요 성과	기술수준
시스템 설계	한전(전력연구원)	○ IGCC 개념설계 기술 확보	60%
가스화 공정	고등기술연구원 에너지기술연구원	○ 3톤/일이하 설비 설계/운전기술	60%

국내 석탄 IGCC 사업의 추진 배경

석탄 IGCC 발전기술은 기존의 석탄화력발전보다 발전효율이 높고, 환경오염물의 배출량이 크게 낮아 일찍이 차세대 석탄발전방식으로 부각되어 왔다. 세계적으로 IGCC 기술은 선진국을 중심으로 상용화 진입단계에 있으며, 향후 기술수요가 급속히 증가할 것으로 예상되어 지금이 국내

IGCC 기술을 확보할 수 있는 적기라고 판단된다.

이러한 배경을 바탕으로 정부에서 IGCC 발전기술의 국내확보와 신재생에너지 발전비율을 높이기 위해 전력수급기본계획에 300 MW급 IGCC 1호기를 반영하였으며, 제 2차 신재생에너지 기본계획에서는 2012년까지 총 발전량의 7%를 IGCC를 포함한 신재생에너지로 대체하기 위한 계획을 수립한 바 있다.

석탄 IGCC 사업단의 역할은 정부의 정책목표 달성(2012년 신재생에너지 발전량 7% 달성)과 석탄이용분야의 세계적인 기술력 확보 및 산업화 견인을 목표로 한다. 따라서 석탄이용기술분야 즉, 석탄을 청정연료 및 원료로 이용하기 위한 기술로서, 석탄가스화복합발전(IGCC), 석탄액화(CTL), 석탄으로부터 수소제조 및 이용기술 개발 등 석탄이용 신기술분야의 기술개발·상용화·보급을 촉진하기 위한 일괄프로세스의 프로젝트형 사업을 추진하기 위한 것이다.

국내 300MW급 설계기술 자립 및 실증플랜트 건설 사업 개요

산업자원부(에너지관리공단, 신재생에너지센터)는 이러한 목표를 원활히 수행하기 위해 석탄 IGCC 사업단을 2006.12.15발족하였으며, 300MW IGCC 실증사업에 한국전력, 서부발전(주)을 포함한 5개 발전회사, 두산중공업, 대학교 및 연구소가 컨소시엄으로 참여하여 “한국형 IGCC 기술확보를 위한 300MW급 설계기술 자립 및 실증플랜트 건설(8년, 총사업비 5,992억원)”이라는 목표 하에 다음과 같은 프로젝트들을 수행하고 있다.

- 제 1 과제 : 가스화 플랜트 설계기술 개발
- 제 2 과제 : 300MW급 실증 IGCC 플랜트 종합설계, 제작 및 건설
- 제 3 과제 : 실증 IGCC 플랜트 운영기술 개발
- 제 4 과제 : Pilot Test-Bed 및 단위공정 국산화 기술 개발

석탄 IGCC 사업이 완료될 경우 우리나라 산업의 파급효과와 기대

■ 기술적 측면

- 복합발전 플랜트에 대해 기술을 보유하고 있는 국내 중공업사의 경우 가스화 플랜트에 대한 기술을 확보함으로써 새로운 사업에 대한 위험성을 줄일 수 있다.



- IGCC 가스화 플랜트에 대한 기술을 확보함으로써, 국내 석탄발전기술을 고효율적이며 환경친화적인 고부가가치 상품으로 육성시켜 수출품목화 하는 것이 가능할 것으로 판단된다.

■ 경제적 측면

- 국내 제작용체의 산업을 활성화시키고, 연구기관의 석탄가스화 핵심기술 확보에 기여한다.
- 국내기술에 의한 추가적인 석탄 IGCC 발전소 기본모델을 확립할 수 있다.

■ 정치적 측면

- 설비노후에 따라 폐지계획인 석탄화력발전소를 국내에서 제작하는 IGCC 플랜트로 교체가능하다.
- 상용 석탄가스화 공정기술 확보를 통하여 석탄액화, 중질잔사유 가스화발전 등 유사 IGCC 공정개발을 가속화할 수 있다.
- 고효율가스터빈, 연료전지, 수소생산, CO2제거 등 석탄을 활용한 미래 발전기술의 기반확립 및 FutureGen 사업과의 연계투자를 통한 시너지효과를 창출하여 이를 통한 수소경제시대 대비가 가능하다.

국제시장에서의 경쟁력 확보를 위한 정부의 역할

IGCC는 고효율로서 환경친화적인 미래기술이지만 초기투자비가 매우 높아 기술개발에 장애가 있다. 따라서, 무엇보다 중요한 것은 본 사업의 성공을 위해서는 300MW IGCC 건설비에 대한 정부지원이 절대적으로 필요하다. 그 이유는 IGCC 발전소 건설비가 기존 미분탄 발전방식에 비하여 현재 가격으로 약 25%이상 높으며, 운전유지비도 기존의 미분탄방식에 비하여 높고, 발전소 가동율도 현재 78-82%로 기존 미분탄발전소의 92%에 비하여 많이 낮은 편이다. 이와 같은 조건들을 극복하고 사업을 성공으로 이끌기 위하여 정부의 충분한 예산 지원과 관련기관의 이해 협조가 필요하다.



안 달 홍

- 부산대학교 물리학과 졸
- 영국 Leeds 대 연료 및 에너지학과 석사 졸
- 영국 Leeds 대 연료 및 에너지학과 박사 졸
- 산업자원부(신재생에너지센터), 석탄 IGCC 사업단장 (현재) / 전력연구원