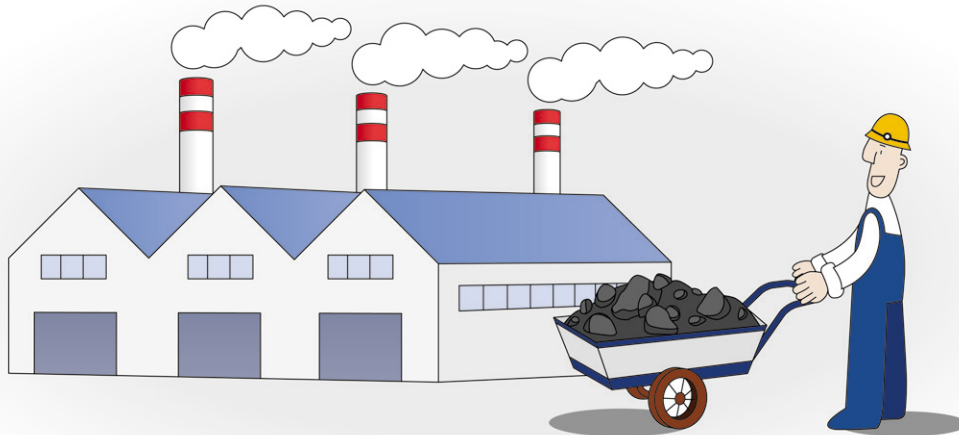


차세대 발전기술 분야로 관심 증대

이종수 / 투데이에너지 기자(차장대우)

2008. 12월호	지열에너지	2009. 1월호	태양광에너지
2009. 2월호	풍력에너지	2009. 3월호	바이오에너지
2009. 4월호	연료전지	2009. 5월호	소수력에너지
2009. 6월호	조력·조류발전	2009. 7월호	석유가스화·액화기술



석탄가스화·액화기술은 기후변화협약, 환경규제 등에 대응할 수 있고 석유나 천연가스의 고갈에 대비한 에너지의 안정적 확보 차원에서 저공해·고효율화 기술로 평가되고 있다.

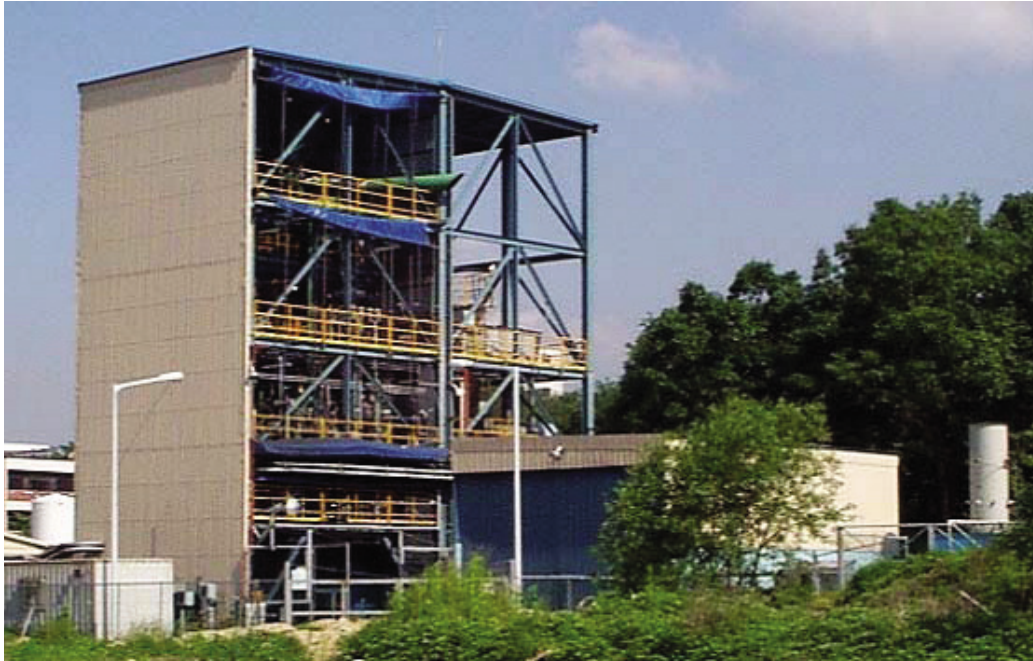
석탄가스화 기술은 환경 친화적이고 미분탄 발전과 비교하면 이산화탄소 발생량이 20% 이상 감소돼 향후 기후변화협약 발효에 따른 탄소배출권이 현실화 될 경우를 고려하면 경제적 파급효과는 클 것으로 예상되고 있다.

최근 주요 선진국들은 석탄가스화·액화 실증플랜트 건설·운영을 위해 민간과 정부가 공동으로 노력 중이며 차세대 발전기술 분야의 수출전략 산업으로 육성하고 있다. 그러나 현재 국내에서는 상용급 IGCC 발전소 건설 경험이 없고 관련 기반 기술이 선진국에 비해 열세이다.

이에 따라 석탄가스화 및 액화기술, 설비제작, 엔지니어링 등 관련 국내기업간의 협력을 통한 기술 및 시장경쟁력 제고방안이 마련돼야 한다는 지적이다.

이번 호에서는 석탄가스화·액화기술에 대해 알아본다.<편집자주>

■ 석탄가스화·액화 기술개요



▲ 건식 가스화 설비



▲ 습식 가스화 설비

석탄가스화·액화기술(gasification and liquefaction)은 석탄, 폐기물, 바이오매스 및 중질잔사유 등 저급연료를 산소 및 스팀에 의해 가스화 시켜 얻은 합성가스(일산화탄소와 수소가 주성분)를 정제해 전기, 화학원료, 액체연료 및 수소 등의 고급에너지로 전환시키는 복합기술로서 가스화기술, 합성가스 정제기술, 합성가스 전환기술로 구분된다.

석탄가스화·액화기술은 원유로부터 추출하는 대부분 화학물질의 C1 합성을 통해 제조가 가능하고 기후변화협약, 환경규제, 자원의 제약에 대응할 수 있고 석유나 천연가스의 고갈에 대비한 에너지원의 안정적인 확보 차원에서 저비용·저공해·고효율화의 기술이다.

석탄가스화의 가장 대표적인 활용 방식인 가스화 복합발전(IGCC: Integrated Gasification Combined Cycle)은 저급연료를 고온·고압 조건에서 불완전연소 및 가스화반응을 시켜 합성가스(일산화탄소와 수소가 주성분)를 만들어 정제공정을 거친 후 가스터빈 및 증기터빈을 구동하는 친환경 차세대 발전기술이다.

석탄가스화 시스템은 가스화기, 산소공급 장치인 공기분리설비, 가스정제설비로 구성되며, 최종 활용목적에



▲ 국내 석탄 간접 액화 공정

따라 다른 설비가 연계된다. 최종 목적이 전력 생산인 경우에는 복합발전 설비가 연계되고, 중국과 일본에서 현재 많이 활용하는 방안인 비료를 생산하는 경우에는 석탄을 가스화 시킨 후 정제과정을 통한 후 암모니아 가스로 합성해 비료의 원료로 사용한다. 특정한 화학원료 생산이 목적일 경우는 적절한 전환 공정이 연계된다.

동일한 석탄을 사용하면서도 발전효율이 일반 화력발전보다 높고 환경오염물 배출이 크게 낮아 최근 차세대 석탄발전 방식으로 부각되고 있다.

석탄액화기술(GTL)은 직접액화와 간접액화 방식이 있다. 직접액화는 H/C 원자비율이 0.6~1.0인 석탄을 열분해 해 생성된 자유기에 수소첨가반응 또는 탄소제거반응에 의해 H/C 비율을 1.2~2.0으로 높여 액체연료를 만드는 기술이다. 간접액화는 석탄을 물, 산소와 반응시켜 수소와 일산화탄소의 혼합기체인 합성가스로 전환시킨 후 합성가스를 코발트계 또는 철계 촉매 하에서 F-T반응(Fisher-Tropsch reaction)에 의해 액체 탄화수소(합성석유, 인조석유)를 만드는 기술이다.

직접액화의 가장 핵심인 고온·고압 하에서 석탄에 수소를 첨가하는 기술과 간접액화의 핵심인 일산화탄소의 수첨반응은 독일에서 1930년대에 상용급으로 개발됐다. 최대의 상용급 액화설비로는 70년대 남아프리카공화국에서 사용한 간접액화 방식으로 연간 1,000만톤의 연료유를 생산해 남아공 원유 수급량의 60%를 담당하기도 했다.

석탄가스화 기술은 석탄이 갖고 있는 에너지의 대부분을 화학에너지(chemical energy)로 바꾸어 발생하게 되므로 후단 정제과정에서의 온도변화로 인한 전체공정의 효율감소가 적게 된다는 점이 특징이다. 연소반응에 의해 생성된 가스에는 연료 성분이 포함되지 않아 다이옥신 등의 저감을 위해 급속세정을 하게 되면 가스내의 현열이 거의 없어지게 돼 에너지의 손실이 크게 된다. 반면에 가스화반응의 주요 생성물은 일산화탄소와 수소가므로 이들 가스는 연소 시 큰 발열량을 내게 된다.

즉 가스화반응에 의해서 시료내의 상당부분 에너지가 일산화탄소나 수소 같이 화학에너지를 포함한 가스로 변환되고 이들 가스는 급속 냉각을 시키더라도 자체의 화학에너지가 그대로 유지돼 필요시 연소를 시키면 가스터빈이나 증기터빈을 통해 에너지를 재회수할 수 있는 장점을 갖고 있다.

가스화복합발전 방식은 기존 미분탄 발전방식에 비해 발전효율이 5~10% 이상 높고 건설비용이 감소하는 추세이므로 향후 전력생산 단가의 감소가 가능하다. 또한 석탄가스화 기술은 환경 친화적이고 미분탄 발전과 비교하면 이산화탄소 발생량이 20% 이상 감소돼 향후 기후 변화협약 발효에 따른 탄소배출권이 현실화 될 경우를 고려하면 경제적 파급효과는 클 것으로 예상되고 있다.

■ 국내의 시장동향

석탄 IGCC 발전기술은 기존 석탄 화력발전소 대비 발전효율(현재 39~43%)이 높고 고청정 환경성(SOx 90% 이상, NOx 75% 이상, CO₂ 25% 저감)뿐만 아니라 석탄 외에 중질잔사유, 바이오매스, 폐기물 등 다양한 연료를 사용할 수 있다.

IGCC 발전기술은 에너지의 안정적인 수급을 도모하

고 지구온난화 문제에 대응하기 위한 차세대 석탄 발전 기술이다.

국내의 경우 정부는 국내에서의 IGCC 발전기술의 확보와 신재생에너지 발전비율을 높이기 위해 전력수급 계획에 300MW급 IGCC 1호기를 반영했다. 제2차 신재생에너지 기본계획에서는 2012년까지 총 발전량의 7%를 IGCC가 담당할 수 있도록 하는 계획을 수립한 바 있다.

지식경제부(에너지관리공단 신재생에너지센터)는 이러한 목표를 원활히 수행하기 위해 지난 2006년 12월 15일 석탄 IGCC 사업단을 발족했으며 300MW IGCC 실증사업에 한국전력, 서부발전을 포함한 5개 발전회사, 두산중공업, 대학교 및 연구소가 컨소시엄으로 참여해 '한국형 IGCC기술 확보를 위한 300MW급 설계기술 자립 및 실증플랜트 건설(8년)'이라는 목표 하에 가스화 플랜트 설계 및 제작기술 개발 등의 프로젝트를 수행하고 있다.

이 같은 연구는 복합발전 플랜트에 대한 기술을 확보함으로써 새로운 사업에 대한 위험성을 줄이고 IGCC 가스화 플랜트에 대한 기술을 확보함으로써 국내 석탄발전 기술을 고효율·환경친화적인 고부가가치 상품으로 육성시켜 수출품목화 하는 것이 가능할 것으로 예상되고 있다.

또한 국내 제작 업체의 산업을 활성화시키고 연구기



▲ 국내의 IGCC 플랜트 건설 추진목표

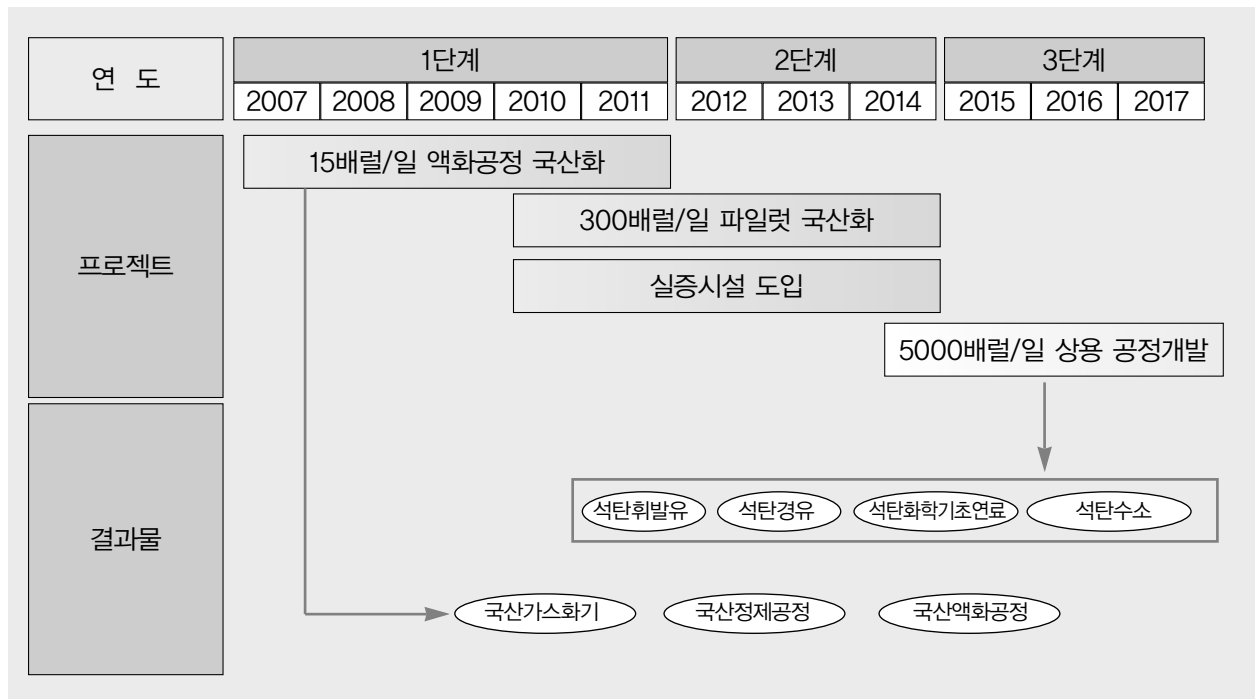
관이 석탄가스화 핵심기술을 확보해 국내 자체 기술에 의한 석탄 IGCC 발전소 기본모델을 확립할 수 있을 것으로 기대되고 있다. 석탄 IGCC 기술 개발은 고효율 가스터빈, 연료전지, 수소생산 등 석탄을 활용한 미래 발전 기술의 기반확립 및 수소경제시대 대비가 가능하다는 평가다.

1960년대 들어 석탄의 액화반응기구가 규명되기 시작하면서 보다 경제적이고 완화된 반응조건하에서 석탄액화유의 제조가 가능해졌다. 두 차례에 걸친 석유과동 이후 석탄액화에 대한 관심이 높아졌다.

국내에서도 1990년대 한국에너지기술연구원을 중심으로 석탄직접액화분야기술개발에 대한 연구가 진행됐

다. 광운대학교의 석탄과 페타이어 및 폐플라스틱의 공동 직접액화연구에 관한 연구가 수행됐다. 그러나 상용 플랜트의 수만 bpd에 비하면 국내 반응기 규모는 1bpd 이하의 규모이다.

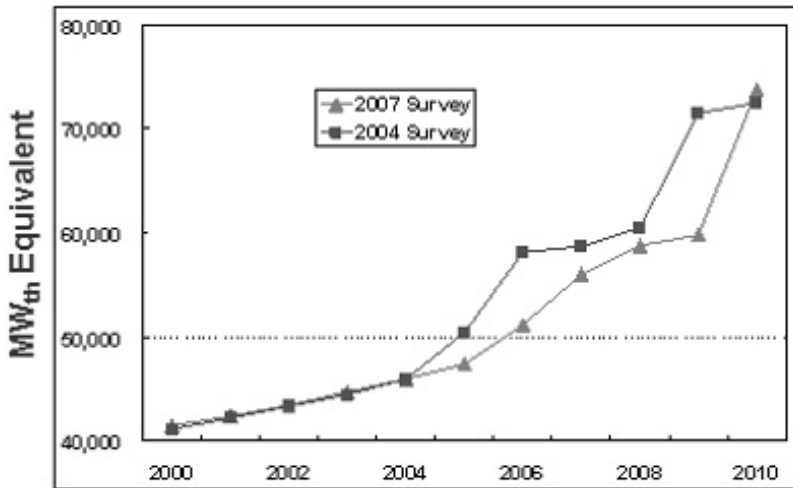
한국에너지기술연구원은 우선 150억원의 예산을 추가로 확보해 2007년부터 15배럴/일 규모의 간접액화 통합 공정 개발을 추진 중이며, 실증실험 장치를 2009년 말까지 완공한 뒤 5년 정도 후에는 하루 3,000배럴 생산 규모 이상의 상용화 공장을 건립할 계획이다. 또한 2030년까지 국외 240조원 CTL 건설 시장 일부를 국산으로 공급할 예정이다.



▲ 국내의 석탄 액화 공정 기술개발 로드맵

▲ 국내의 IGCC 기술수준 현황

구분	주관기관	주요성과	기술수준
시스템 설계	한전(전력연구원)	IGCC 개념 설계기술 확보	60%
가스화 공정	고등기술연구원, 에너지기술연구원	3톤/일 설비 설계 · 운전 기술	70%



▲ 세계 가스화 플랜트 건설 추이

해외의 경우 석탄가스화 기술은 200여 년 전인 1792년 영국의 William Murdock에 의해 발명됐다. 석탄매장량이 풍부한 독일에서 본격적으로 석탄가스화 장치가 개발됐으며 제1세대 가스화장치의 대표적인 공정은 1920년 이후 상업화된 Winkler 유동층 가스화 장치, 1936년경에 상업화된 Lurgi 고정층 가스화장치, 1948년경에 상업화된 Koppers-Totzek(K-T) 분류층 공정 등을 들 수 있다.

제1세대 가스화 장치 중 Lurgi 가스화장치를 제외하고는 대부분 상업에서 운전됐고 이들은 실용화 되지 오래됐으나 기술적인 측면과 더불어 경제적인 측면에서 개발의 여지를 안고 있다. 1950년부터 1960년대에는 미국에서 저렴한 천연가스가 발견되고 또한 중동에서 많은 양의 석유가 발견됨으로써 미국과 유럽에서는 석탄가스화 개발이 일시 퇴조하기 시작했다. 1973년 제1차 석유파동 이후 석탄가스화 기술에 관한 관심이 다시 고조되기 시작해 선진국에서는 많은 연구개발비를 투입해 대형 석탄가스화 플랜트가 일부 상업화 단계에 이르게 되었다. 제2세대 가스화기술은 제1세대 가스화장치가 구비한 제반 조건을 보완하는 방향으로 개발을 추진했으며 대부분 고압에서 운전하도록 개발됐다.

1980년대 말에는 석유가격이 안정됐으나 석탄가스화 기술개발에 대한 관심이 고조됐다. 즉 과거의 석탄가스화 기술은 대부분 산업분야에 이용할 화학공업 원료가스 또는 연료를 주목적으로 개발했으나 오늘날의 석탄가스화 기술은 대부분 전력생산을 목적으로 하고 있다.

네델란드의 Buggenum IGCC 플랜트는 세계 최초의 석탄연료 IGCC 데모 플랜트로서 Shell사의 가스화기술을 적용한 2,000톤/일 급의 분류층 가스화기를 사용했고 1994년부터 4년간 실

증시험을 거쳐 1998년부터 상업운전을 하고 있다.

미국 Wabash River IGCC 플랜트는 1991년 미국 에너지성의 청정석탄이용기술(Clean Coal Technology) 프로그램의 일환으로 채택돼 미국 에너지성(DOE)으로부터 40%의 보조를 받아 1995년부터 3년간의 실증시험을 거쳐 상용화됐다. 미국 Tampa Electric Power사가 DOE로부터 26%의 보조를 받아 운영하고 있는 25 MW급 Polk Power Station IGCC 플랜트는 Texaco사의 분류층 가스화기술을 사용해 2,200톤/일의 석탄을 가스화하고 있으며 1996년부터 가동되고 있다.

또한 미국에서는 2005년 8월부터 시행된 에너지정책의 우대세제를 전제로 AEP(American Electric Power)사와 Cinergy사가 2010년의 운전개시를 목표로 600MW급 IGCC 발전소의 건설을 계획하고 있다.

또 하나의 대표적 실증 IGCC 플랜트인 스페인 Puertollano IGCC 플랜트는 유럽의 여러 관련회사의 컨소시엄인 ELCOGAS에 의해 운영되고 있다. 이 플랜트는 1997년부터 실증시험이 개시돼 현재 석유코크스와 40%의 회분의 석탄을 50:50으로 혼합해 상업운전 중이다. 독일에서는 Siemens가 1,000 MW급 IGCC 발전 계획을 발표했고 이탈리아와 체코에서도 IGCC 발전 계획

을 수립하고 있다.

일본의 경우는 전력중앙연구소(CRIEPI)와 미츠비씨 중공업이 공동으로 1982년부터 건식, 2단, 공기 가압 분류층 가스화기의 독자적인 개발을 착수해 2톤/일급 및 200톤/일급의 가스화기의 실험을 1996년까지 완료했다. 2001년에 설립된 Clean Coal Power Research Co.에 의해 1,700톤/일 급의 일본 독자 모델 가스화기를 채용한 250MW급 IGCC 플랜트의 실증실험이 2007년부터 실시되고 있다.

일본에서는 지구온난화가스 발생량의 감축을 도모하기 위해 1995년부터 EAGLE프로젝트가 NEDO와 J-Power의 공동연구 사업으로 추진돼 왔다. 이 프로젝트에서는 화학원료용, 수소제조용, 합성액체연료용, 전력용 등 넓은 용도로 적용이 가능한 석탄가스화 시스템을 확립하기 위해 고효율의 합성가스(CO+H₂)를 제조할 수 있는 150톤/일 급 규모의 가스화로 시험설비가 설치됐다.

이 외에도 남아프리카의 Sasol사는 3개소의 플랜트에 합계 107개의 가스화로가 있으며 플랜트 전체에서 9만톤/일의 석탄이 처리돼 F-T 합성이 이뤄지고 있다. 중국에서는 화학제품, 비료 및 연료의 제조를 목적으로 최근에 많은 가스화 플랜트가 건설돼 2005~2010년 사이에 24기의 석탄 가스화 플랜트의 건설, 운전을 계획하고 있다. 이들 플랜트는 화학원료, 메탄올 및 비료제조를 목적으로 하고 있다.

석탄액화분야에서 남아공은 1955년부터 석탄간접액화공장 조업을 시작했으며 현재 남아공 Sasol사는 석탄 간접액화에 의해 석탄합성석유 15만 배럴/일을 생산해 남아공 석유수요의 27%를 충족시키고 있다.

중국에서 최대 석탄회사인 Shenhua Group Corp.이 2002년 내몽골 자치구 Baotou 남부에 위치한 Majiata에 석탄 직접액화 공장을 짓기로 발표한 후 2008년 연간 100만톤 직접액화 공장이 준공됐다. 중국은 직접액화방식을 이용해 2010년까지 연간 500만 톤 합성석유 생산을 목표로 하고 있다. 2020년에는 3,000만톤(간접액화

방식 2,500만톤) 합성석유 생산을 목표로 하고 있다.

2006년에는 2억톤의 석탄을 생산하고 2020년에는 8억톤의 석탄을 생산해 4만8,000MW 전기를 생산하고 3,150만톤의 석탄액화유 등을 생산할 것으로 전망되고 있다.

미국은 2005년 에너지법안(EPACT 2005)을 제정해 석탄가스화 산업에 세금 혜택 및 용자지원으로 석탄액화 등 청정석탄 이용이 활성화되고 있다.

또한 다양한 에너지원의 생산을 목표로 하는 미국 에너지성의 FutureGen 프로젝트에서는 석탄 간접액화를 통한 합성연료유를 생산하는 내용을 포함하고 있다.

일본은 석탄 직접액화공정에 대한 개발로서 150톤/일 역청탄 직접액화 파일럿 공정인 NEDOL공정(1983~2000년)과 갈탄 액화공정 BCL(Brown Coal Liquefaction) 공정(1981~2002년)을 추진해 왔다.

현재 일본정부는 석탄액화에 대한 대형 설비실증 기술개발 투자를 본격적으로는 하지 않고, 일본 내 여러 대학에 기반연구를 꾸준히 지원해 핵심 원천기술의 확보가 이뤄지도록 하고 있다.

남아프리카공화국 SASOL사에서는 현재 저급 석탄으로부터 하루 15만 배럴 이상의 액화연료유를 생산하고 있으며 남아공 내의 버스, 트럭, 택시에 연료로 사용 중이다. 호주 APEL사와 Syntroleum사는 총 3억불을 투자해 빅토리아 주 Latrobe Valley에 호주 갈탄을 사용해 미국 Gilberton Initiative와 유사하게 전기와 합성연료유를 생산할 계획이다.

인도 정부는 2008년 6월 Tata그룹과 Sasol사가 협력 중인 대규모 프로젝트 1개를 승인했다. 인도네시아는 일본의 도움으로 1만3,500배럴/일 석탄 직접액화 공장을 2013년에 완공할 예정이며, 2017년에는 2만7,000배럴/일, 2025년에는 19만배럴/일 생산 예정이다.

이처럼 전 세계적으로 석탄 액화 실증 및 상용화 프로젝트가 진행되고 있어 2030년에는 하루에 230만 배럴의 석탄 합성 석유가 생산될 전망이다.

▲ 세계의 대표적인 IGCC 플랜트

국가명	플랜트 명칭	설비용량(MW)	적용 가스화 기술	운전시기
네덜란드	Nuon(Buggenum)	253	Shell(건식, 산소)	1994년 1월
미국	Wabash River	262	E-gas(습식, 산소)	1995년 10월
	TECO Plk(Tampa Electric)	250	Texaco(습식, 산소)	1996년 9월
스페인	Puertollano(ELCOGAS)	350	Prenflo(건식, 산소)	1997년 12월
일본	Nakoso	250	CRIEP/MHI(건식, 공기)	2007년 9월

■ 기술개발 현황

국내에서는 1992~2002년까지 정부의 G7 프로젝트로 IGCC 상용화 기반기술 확보를 위한 기초연구를 수행했다. 그 결과로 고등기술연구원과 에너지기술연구원에 세계적 상용규모의 1/1,000수준인 0.1~3.2MW(Bench급) 실험용 플랜트 건설·운전기술을 확보했다. 전력연구원은 한전의 기술도입 전략 방침에 따라 IGCC 시스템 설계기술을 외국 기술 보유사(Bechtel)의 60% 수준으로 자립했다.

석탄 간접액화기술은 2007년부터 10~15배럴/일 규모의 국산 석탄액화 공정 개발연구가 진행되고 있으며, 10톤/일 규모의 국산 석탄가스화기 개발과 석탄가스화기 후단의 가스정제 설비 설계 및 운전을 실시해 100톤/일 규모의 파일럿 공정 설계를 목표로 하고 있다.

최근 주요 선진국들은 실증플랜트 건설·운영을 위해 민간과 정부가 공동 노력 중이며 차세대 발전기술 분야의 수출전략 산업으로 육성하고 있다. 현재 외국에서 운용 중인 상용화 단계의 300MW급 5기(미국 2기, 네덜란드 1기, 스페인 1기, 일본 1기)의 IGCC 실증 플랜트가 운전 중이다.

현재 상업적으로 성공한 대표적인 가스화 공정들은 GE(구 Texaco), Shell, CoP(E-Gas, 구 Destec), Sasol-Lurgi 등을 들 수 있다.

미국은 Vision 21 프로그램을 통해 가스화기술을 주요 기술 중 하나로 인식해 중점 개발하고 있다. 특히 fuel-flexible 발전소의 개발에 주요한 초점을 맞추고

있는데, 석탄을 사용한 경우 2015년까지 60%의 효율 달성이 가능한 시스템 구성을 목표로 하고 있다.

미국은 2기의 300MW급 상용화 플랜트가 운전 중이며, 2007년 6월 5일 일리노이즈 Rod R. Blagojevich 주지사는 미국 일리노이(Illinois) 환경보호국에서 Christian County Generation, LLC가 약 20억 달러의 자금으로 TEC(Taylorville Energy Center) IGCC 플랜트를 건설하는 제안을 승인했으며 제안된 TEC 630MW IGCC플랜트는 미국 내 최초 상업 규모의 청정 석탄 IGCC 발전 플랜트이다. 세계에서 최대 규모의 친환경 IGCC 석탄 발전소로 전체 발전량 770MW, 순발전량 630MW로 예상된다.

또한 미국 인디애나주 환경부는 2008년 1월 25일 듀크 에너지(Duke Energy)사의 630 MW 에드워즈 포트 IGCC 발전소에 대해 승인했다.

이로써 듀크 에너지는 발전소 건설에 필요한 모든 인허가 절차를 완료하게 됐으며 2012년에 완공 예정이다. 에드워즈포트 발전소는 CCS(Carbon Capture & Storage) Ready 상태로 설계되며, CCS가 장착되면 세계 최초의 600MW급 CCS장착 IGCC 발전소가 될 것으로 기대되고 있다.

미국 DOE는 원래 계획된 FutureGen 프로젝트의 건설비용이 초기 10억불에서 2007년 말의 17.6불로 예상되자 2008년 1월 30일 Restructured FutureGen 프로젝트로 개편하기로 발표했다.

현재 미국 EPRI에서 FutureGen 프로젝트에서 추진

하는 CO₂ 90% 포집 저장 대신 CO₂ 포집 비율을 낮춘 실증프로젝트 추진을 준비 중이다. 2011년부터 가동 예정인 1호기는 현존하는 IGCC 발전소에서 10~20% 수준의 CO₂만 우선 포집해 기술적, 경제적 부담을 최소화 하고, 2014년부터 시작할 2호기는 현존 · 계획 중인 석탄 IGCC 발전소에 40~70%의 CO₂ 포집으로 추진하고 있다. 2017년부터 가동할 3호기는 신규 IGCC 발전소에 80~90% CO₂ 포집으로 FutureGen 프로젝트와 유사한 수준으로 추진할 예정이다.

일본은 Sunshine 프로젝트의 일환으로 1983년부터 수조 원을 지원해 2톤/일급 설비로부터 1997년에 200톤/일급 IGCC 시험플랜트에 대한 가동을 마쳤다. 2007년 9월 20일 가스화기 점화를 시작으로 일본 Nakoso IGCC 플랜트의 실증시험이 시작됐다.

Nakoso IGCC 플랜트는 Air-Blown 2단 연소 형식이며 이 형식의 상용급으로는 세계 최초의 플랜트이다. 2007년 12월 상순에 석탄가스를 가스터빈에 최초로 투입한 이후 12월 하순에 플랜트 부하 50%에 도달했다. 2008년 1월 상순에 플랜트 부하 75%에 도달했고 순조롭게 시험이 진행돼 3월에는 플랜트부하 100%(250MW)에 도달했다.

중국은 GreenGen 프로젝트를 CCS가 포함되는 형태로 재추진하고 산둥성 Yantai 석탄 IGCC를 재추진할

예정이라고 2008년 10월 GUA 회의에서 보고됐다. 일본 미쯔비시중공업의 2단 석탄가스화기와 매우 비슷한 가스화기를 시안에 있는 석탄연구소에서 개발해 GreenGen 프로젝트 가스화기로 적용을 추진 중이며, GreenGen 초기 규모는 CCS 없이 250MW급이었다가 현재는 CCS를 연계시킨 400MW급으로 2015~2018년까지 건설할 예정이다. Yantai 석탄 IGCC는 400MW 규모로 Shell 기술을 적용하고 World Bank로부터 자금이 지원됐다.

국외의 대표적인 석탄액화 기술은 독일 Kohleoel 공정, 미국의 나노크기의 철 촉매(GelCat)를 사용한 2단 공정(1단: 석탄 용해, 2단: 수소화 분해)의 HTI Coal 공정, 일본의 나노크기의 철 촉매(GelCat)를 사용한 2단 공정(1단:석탄 용해, 2단: 수소화 분해)의 NEDOL공정 및 BCL공정, 중국의 나노크기의 철 촉매(GelCat)를 사용한 2단 공정(1단:석탄 용해, 2단: 수소화 분해)의 ICL 공정 등이 있으며 연간 100만톤의 액화유를 생산할 것으로 예상된다.

■ 보급 현황 및 향후 계획

세계적으로 IGCC 기술은 선진국을 중심으로 상용화

▲ 석탄 가스화 기술

	분류층	고속유동층	고정층/이동층
용도	발전용 및 화학용	발전용	석탄액화용 및 화학용
실적	2,000톤/일급 약 136기 운용 (GE, Shell, CoP, Udhe 공정)	상용화 실적 없음 (SC 285MW 2010년 예정)	가장 오래된 기술 (남아공 SASOL 80기 운용)
기술 특징	부하추종성이 요구되는 대규모 발전용에 적합	- 모래알 크기 석탄 사용 - 넓은 범위의 고체연료를 사용할 수 있지만 액체연료는 부적합 - 구성이 비교적 복잡함	- 덩어리 석탄 사용 가능 - 낮은 온도로 열효율 높지만 부하 추종성이 없어 석탄액화 · 화학용으로 적합
연료	역청탄, 아역청탄	아역청탄, 갈탄 등 저급탄	아역청탄, 역청탄

진입단계에 있다. 향후 기술수요가 급속히 증가할 것으로 예상돼 지금이 국내 IGCC 기술을 확보할 수 있는 적기라고 전문가들은 지적하고 있다.

이러한 배경을 바탕으로 정부는 IGCC 발전기술의 확보와 신재생에너지 발전비율을 높이기 위해 전력수급기본계획에 300MW급 IGCC 1호기를 반영했으며, 제2차 신재생에너지 기본계획에서는 2012년까지 총 발전량의 7%를 IGCC를 포함한 신재생에너지로 대체하는 계획을 수립한 바 있다.

따라서 석탄가스화복합발전(IGCC), 석탄액화(CTL), 석탄으로부터 수소제조 및 이용기술 개발 등 석탄이용신기술 분야의 기술개발·상용화·보급을 촉진하기 위한 일괄프로세스의 프로젝트형 사업을 추진하기 위해 2006년 12월부터 ‘한국형 IGCC 기술확보를 위한 300MW급 설계기술 자립 및 실증플랜트 건설’ 프로젝트를 수행하고 있다. 또한 2007년부터 15배럴/일 규모의 간접액화 통합공정 개발 연구를 진행하고 있다.

석탄가스화 기술개발은 상용 급 규모가 수백MW급에 해당하므로 국내의 기술개발 투자 규모로는 선진국과 같은 규모의 설비를 통한 기술개발이 불가능해 이에 따른 추진전략이 필요하다는 지적이다.

국내에서 가용한 자금규모에 맞는 파일럿 설비를 구축하고 국내에서 사용할 시료를 활용해 전체공정을 실증하는 전략으로서 미국과 유럽 등지에서 겪었던 운전상 문제점들이 국내에서 재발되지 않도록 운전 및 설비의 특성 자료를 제공하는 것이 필요하다는 지적이다. 국내에 건설돼 운전될 때 필요한 핵심 설비와 부품에 대해서는 자체 기술 능력의 확보와 설계 제작 운영 실적이 필요하기 때문에 국산화율 제고를 위한 제반 기술개발이 필요하다는 지적도 있다. 턴키(Turn-key) 방식의 기술도입이 어려울 때를 대비해 요소기술 도입 후 자체 시스템화 기술개발 전략도 요구되고 있다.

현재 국내에서는 상용 급 IGCC 발전소 건설 경험이 없고 관련 기반 기술이 선진국에 비해 열세이다. 2012년 태안에 300MW급 석탄 IGCC플랜트 1호기 준공을 목표로 기술개발 및 실증프로젝트가 진행되고 있다. 국내는 기술료와 로열티를 지불하며 외국 선진 기술을 도입할 수밖에 없지만 기술개발을 전폭적으로 지원해 도입된 기술은 국내 자체 석탄 가스화, 액화기술로 전환시켜야 한다는 지적이다. 석탄가스화 및 액화기술, 설비제작, 엔지니어링 등 관련 국내기업간의 협력을 통한 기술 및 시장경쟁력 제고방안이 마련돼야 한다는 지적이다. ㉠



말랑말랑한 절대상식

히틀러의 결함

1888년에 태어난 히틀러는 독일의 정치가이자 나치스의 수령으로 제2차세계대전을 일으켜 수많은 유대인을 학살한 인물이다.

항상 군복을 입고 다니면서 군인들을 질타하기 일췌였던 히틀러는 사실 징병 기피자였다. 히틀러의 어린 시절 꿈은 화가였지만 가난해서 그림 공부를 할 수 없었다. 23세 때 히틀러에게 징병검사 통지서가 도착했으나, 히틀러는 전쟁을 두려워했기 때문에 검사장에 가지 않았다.

그러나 제1차세계대전이 일어나면서 어쩔 수 없이 히틀러도 군에 입대하게 되었다.

히틀러에게는 세 가지 성적 결함이 있었다고 하는데, 첫째는 성기는 무척 작았고, 둘째는 발기가 잘 안 되는 임포텐츠였으며, 셋째는 사디스트였다고 한다. 히틀러와 가까웠던 뮌헨 대학의 오스왈드 부케 총장은 “히틀러는 성적으로 무척 불행한 사람이었다”라고 말했다.

석탄가스화 · 액화기술 해외 설치사례

Buggenum IGCC 발전소

(Shell 건식 석탄공급 방식 최초 발전소)



▲ Shell사 건식 석탄공급(Dry Coal Feeding) 방식을 이용한 최초의 IGCC 발전소인 네덜란드 Buggenum IGCC 발전소

네덜란드의 Buggenum IGCC 발전소는 Shell사의 건식 석탄공급(Dry Coal Feeding) 방식을 이용한 최초의 IGCC 발전소(250mw)이다. 하루 2,000톤의 석탄을 소비하는 분류형(Entrained) 방식의 가스화기로 지난 94년부터 가동되고 있다.

가스화 플랜트 운전에서 가장 중요한 요소는 산소 · 석탄 비율을 제어하는 기술이며, 실시간 석탄 분석을 통해 석탄 공급량에 따라 산소 공급량을 제어하고 있다.

Buggenum IGCC 발전소는 현재 95% 이용율을 보이며 안정적으로 운전되고 있다. 정기 예방정비는 1년에 2주, 2년에 4주, 매년 4월경에 실시되고 있다.

전체적인 발전소 배치의 경우 IGCC 플랜트의 핵심인

가스화 블록을 중앙에 배치했으며 높이는 약 80m 정도이다. 또한 정제설비 및 복합발전 설비를 가스화 블록 양 옆에 배치시켜 공정 흐름에 맞도록 했으며 시각적인 균형도 갖췄다.

이 발전소는 바닥에서 36m까지는 철근콘크리트 구조이며 그 이상은 철골구조로 돼 있다. 화재 및 폭발 등에 대한 안정성 확보 및 진동 발생이 많은 회전기들이 주변에 설치됨으로 진동을 고려해 철근콘크리트 구조로 설계한 것이다.

가스화 블록 철골과 석탄 분쇄 및 건조설비(Coal Milling & Drying System) 구조물의 루프(Roof)는 Flat

Reinforced Concrete Slab로 구성돼 있다. 가스화 빌딩 외부는 4면 중 2면에 판넬을 설치해 내부의 소음을 차단하고 발전소 외관을 깔끔하게 마무리했다.

가스화 빌딩 내부에 설치된 석탄 공급 배관은 석탄과 배관의 마찰로 발생하는 마모를 줄이기 위해 급힘 반경이 크게 설치돼 많은 공간을 차지하고 있다. 합성가스냉각기(Syngas Cooler)는 가스화기의 열팽창을 고려해 Constant Spring Hanger로 지지하고 있으며, 가스화기 및 합성가스 냉각기에 연결되는 스팀 배관 등이 설치돼 있다.

가스화 블록 건물 내부는 수소가스 등 폭발성 가스를 고려해 모든 계측기를 방폭형으로 설치했다. Ⓞ

대한설비건설협회 석탄가스화·액화기술 시공 회원사 현황('09년 4월 현재)

※ 신·재생에너지센터 등록 석탄가스화·액화기술 전문기업 63개 업체 중
대한설비건설협회 회원사 20개 업체(약 32%)

서울지역 회원사(4개 업체)

업 체 명	대 표 자	연 락 처
(주)새아테크	노영창	02-704-3001
(주)에이스테크시스템	김재천	02-475-3366
(주)에스코	최경훈	02-3390-3000
LG전자(주)	남용	02-3777-2917

부산지역(2개사)

업 체 명	대 표 자	연 락 처
(주)뉴코아건설	유세열	051-645-3113
(주)한진중공업	송화영	02-450-8114

광주·전남지역 회원사(3개 업체)

업 체 명	대 표 자	연 락 처
금호산업(주)	이연구	02-6303-0291
네오테크(주)	구본훈	062-381-5040
(주)신우이엔지	하민호	062-376-1055

대전·충남지역 회원사(3개 업체)

업 체 명	대 표 자	연 락 처
금성E&C	구본철	041-741-7301
(주)씨에프이엔티	소용호	041-338-9200
티이에너지(주)	오은실	042-477-3799

울산·경남지역 회원사(1개 업체)

업 체 명	대 표 자	연 락 처
해원산업(주)	이용재	052-222-8421

경기지역 회원사(1개 업체)

업 체 명	대 표 자	연 락 처
코오롱건설(주)	김종근	02-3677-5308

강원지역 회원사(3개 업체)

업 체 명	대 표 자	연 락 처
(주)거화	엄기현	033-662-2204
(주)동호엔지니어링	정교석	033-651-7257
혁신건설(주)	최선주	033-643-2111

충북지역(2개사)

업 체 명	대 표 자	연 락 처
영광기업(주)	장순경	043-274-5591
(주)테크원	정봉익	043-261-8251

경북지역 회원사(1개 업체)

업 체 명	대 표 자	연 락 처
(주)케너텍	정복임	054-763-7000

알림 : 삼건설비(주)(대표이사 최기원)가 지난 5월 태양광·풍력·지열분야 신재생에너지 전문기업으로 등록하였습니다.