

IGCC 기술동향과 국내보급 여건 및 정책적 검토

김재호 한국에너지기술연구원 책임연구원 (jaeho@kier.re.kr)

1. 서론

기상청 자료에 따르면 올해의 폭염일수(폭염일수는 일 최고기온이 33℃ 이상인 날의 일수를 의미)는 31.3일을 기록해 1994년(31.2일)을 넘어섰다.¹⁾ 이는 한반도의 기압 배치에 따른 것으로 보여지며, 올해의 폭염은 강한 북태평양 고기압 영향으로 종전까지 '최악'으로 기록됐던 1994년의 폭염을 넘어선 것으로 분석됐다. 이에 따라 전력수요도 계속적으로 증가되어 9247.8만kW(2018.7.24)까지 도달하여, 전력예비율은 7.7%까지 떨어졌다.²⁾ 이는

폭염에 의한 가정용 전력의 수요급증에 따른 것이다.

이번 폭염을 야기한 기상이변의 원인으로 지구 온난화 현상을 꼽을 수 있다. 온난화 현상은 대기 중에 축적된 이산화탄소, 메탄, 아산화질소 등의 온실가스가 지구 표면이나 대기에서 방출되는 복사 에너지를 흡수함으로써 지표 및 대기의 평균 기온이 빠르게 상승하는 현상을 말한다. 최근 자원 개발과 농경지의 확대로 열대림이 파괴되고 산업화로 인해 화석 연료의 사용량이 증가하면서 온실가스의 배출량이 급증, 지구 온난화 현상이 가속화되고 있다.

〈표 1〉 1인당 및 GDP 대비 전력소비량

(단위: kWh, GWh/10억 원)

구분	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
1인당 전력소비량(kWh)	1,243	2,202	3,640	5,067	6,883	8,883	9,142	9,331	9,285	9,305	9,555	9,699
GDP 대비 전력소비량 (GWh/10억 원)	0.582	0.477	0.381	0.377	0.361	0.343	0.341	0.339	0.332	0.321	0.309	0.304

주석: 1) 전력소비량은 계약종별 전력소비량 추이를 합산한 것임. 2) GDP대비 전력소비량에서 2016년 GDP는 잠정치임.

출처: 한국전력공사, 「한국전력통계」, 에너지경제연구원, 「에너지수급통계」, 한국은행, 「국민계정」

자료: 에너지경제연구원, 「2017 에너지통계연보」 2018, 한국은행, 「국민계정」 각 연도

1) 기상청 자료: <http://www.kma.go.kr>

2) 전력거래소 자료: <http://www.kpx.or.kr>



한편 1인당 전력사용량³⁾도 매년 증가하여, 30년전에 비해 8배정도의 소비량 급증을 나타내고 있다(〈표-1〉참조).

전력소비량 증가의 대처와 온실가스저감 및 쾌적한 지구환경을 구현하기 위해, 정부의 정책 기조는 탈원전의 추구, 화석에너지 사용량의 억제, 신재생에너지원 사용의 적극 권장으로 선화하고 있는데,⁴⁾ 신재생에너지의 급속한 증가는 단시간내에는 어렵고, 전력의 품질 등을 고려할 때 중기적으로 이를 대처할 전력생산 기술의 도입이 필요하다.

따라서 온실가스를 줄이기 위해서는 신재생에너지로의 전환뿐만 아니라, 효율적인 전력 생산 방안을 마련할 필요가 있다. 가령 현재 화력발전의 경우 전력생산 효율⁵⁾은 36.6%인데, 이것을 1%만 상승시켜도 온실가스 발생량을 9.7% 감소시킬 수 있다. 따라서 신재생에너지 보급이 단시간 내에 이루어지지 않는 현실을 고려할 때 화력 발전소의 효율 증대는 온실가스의 저감에 매우 중요한 역할을 하게 된다.

현재 유연탄 발전소의 경우 미분탄 발전이 주를 이루고 있으며 발전효율은 대략 38.8%에 머무르고 있다. 만약 발전효율이 40%이상으로 향상되면 온실가스 배출도 크게 줄일 수 있다는 점에서 그 대안으로 IGCC 발전이 고려되고 있다. 국내의 유일한 300MW급 IGCC 발전소인 태안 IGCC의 경우 2017년 발전량이 1,285GWh로 가동률은 38.4%에 불과하다. 이는 외국의 상업화공정(Shell 반응기)을 한국형으로 개발한 것으로 현재 실증실험 단계에 있어 가동률이 여타 신재생에너지와 비슷한 실정이다.

이에 보고는 IGCC와 관련된 현황 및 정책지원 사례 등

을 분석하여, IGCC의 활성화 방안을 도출해 보고자 한다.

2. 국내 · 외 IGCC 개발 현황

가. 개요

IGCC(Integrated Gasification Combined Cycle, 가스화복합발전)는 가스화 기술과 가스터빈 복합발전이 통합 연계된 기술로 다음과 같은 특징을 갖고 있으며, IGCC 개략도는 [그림 1]과 같다.

- 고체 가연성 물질을 산소가 부족한 상태에서 연소시킨 후 합성가스(CO+H₂)를 생성한후 정제 시스템을 통해 Clean Gas로 만들고 이를 가스터빈을 이용 발전하고, 가스화기 및 가스터빈의 배가스가 갖고 있는 열로부터 증기터빈을 이용 발전하는 기술
- 고효율: 현재 39~43%, 고성능 가스터빈 사용 45~46%
- 환경보전성: 탈황 99.9%, NO_x 25ppm이하
- 사용연료: 석탄, 페트로코크, 바이오매스, 폐기물 등 다양함.
- 문제점: 높은 투자비, 복잡한 설비 구성과 제어시스템 필요
- 설비의 최적화 및 저비용화가 필요

나. 국내 IGCC 현황 및 전망⁶⁾

IGCC 기술은 최근 갑작스럽게 출현한 기술은 아니다.

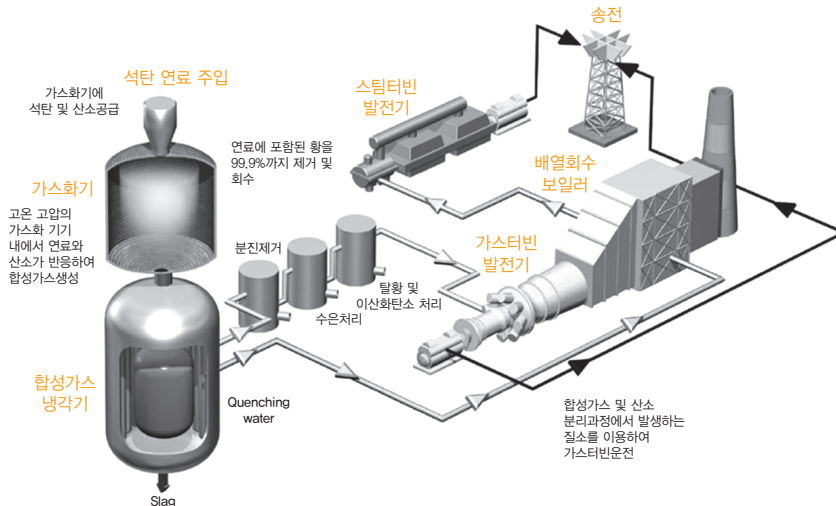
3) 국가 지표 체계 자료: <http://www.index.go.kr>

4) 산업통산자원부, “제8차 전력수급계획,” 2017.12.29

5) 2017년 전력통계연감(87권)

6) 에너지공단, 2016년 신재생에너지백서

[그림 1] IGCC의 개략도



이미 Shell, GE, Uhde, Conoco-Phillips, 미쓰비시중공업 등 선진국 특정업체들이 원천기술로 보유하고 있으며 이들 업체는 각국 정부 주도로 이미 약 30년 전부터 수조 원의 개발비를 들여 연구개발 과정을 거쳐 현재 상용화 보급되고 있는 실정이다. 이에 비해 국내의 IGCC 관련 기술개발은 2002년까지는 주로 석탄을 이용하여 양질의 합성가스를 제조하는 분야에 국한되어 진행되었으며, 2003~2010년에는 안정적인 연속운전 기술 개발과 함께 합성가스를 이용하여 전기, DME 생산 등 합성가스 활용에 대한 연구와 CO₂ 포집설비를 연계한 기술개발이 진행되고 있다.

우리나라에서 IGCC의 상용화를 위한 기술개발이 본격화된 것은 2006년부터로, 정부는 IGCC 기술의 조기 정착과 설계·운영기술의 자립을 통한 수출상품화 육성을 목표로 2006년 14차 과학기술관계 장관회의와 제4차 국가

에너지자문회의에서 '한국형 IGCC 실증플랜트 기술 개발 사업'을 의결하고 같은 해 12월부터 본격적으로 추진하였다.⁷⁾ 이 사업의 1단계(2006~2010년)는 기술 정립 및 기본설계, 2단계(2011~2016년)는 300MW급 실증플랜트 건설이 주된 목표였다.

1, 2단계의 사업을 거쳐 2016년에 준공된 태안 IGCC 실증플랜트는 현재 실증운전 단계를 거치고 있다. 이를 통해 운전기술을 확보는 물론 '한국형 IGCC 표준모델' 개발이 완성될 것으로 보인다. 실증운전이 성공적으로 완료 되면, 태안 300MW IGCC 발전소는 미국 618MW급(석탄 가스화기 2기) 에드워드포트 IGCC 발전소와 더불어 가장 고효율화된 IGCC 1.5세대로서 현재 세계 최고 수준의 기술이 집합된 IGCC 설비로 자리 잡게 될 것이다.

IGCC 발전기술은 우선 정부의 전력수급기본 계획에 주요변수가 될 수 있다. 기상이변으로 전력수요가 급증하면

7) 한국형 IGCC 실증플랜트 기술 개발사업은 산업통상자원부의 지원 하에 총 공사비 약 1조 4,000억원, 연인원 29만 명이 투입된 초대형 국책과제이다.



서 정부는 몇 차례 전력수급기본 계획을 수정했는데, 이 과정에서 효율이 높은 IGCC 발전소의 건설이 보다 많이 반영되고 있는 추세다.⁸⁾

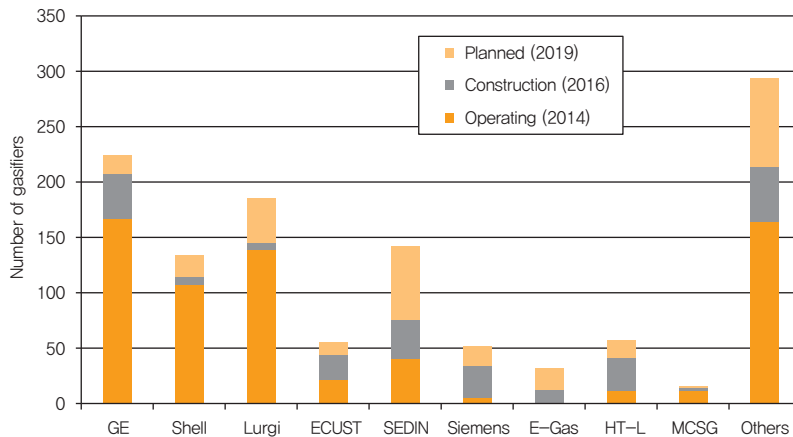
한국형 IGCC 실증사업은 고부가가치 플랜트 시장의 핵심 기술분야로 기술파급 효과가 매우 크다. 300MW급 한국형 IGCC 설계·제작·운영기술이 확보되면 최근 에너지 수요가 급격히 증가하고 있는 중국 및 인도 등 아시아 시장을 포함한 세계 에너지시장에 고부가가치 플랜트 수출은 물론, 석탄합성가스를 이용한 화학플랜트용 석탄가스화기 및 정제설비 등 관련플랜트 수출에도 일익을 담당할 것으로 기대된다. 나아가 한국형 IGCC의 개발은 석탄을 청정연료 및 원료로 이용하기 위한 기술로서, 석탄액

화(CTL), 석탄으로부터 수소제조 및 이용기술 개발 등 석탄이용 신기술분야의 기술개발·상용화·보급을 촉진시킬 것으로 예상된다.⁹⁾

다. 국외 IGCC 현황 및 전망

IGCC는 크게 나누어 석탄가스화의 단계와 합성가스이용 발전단계의 두 단계 공정이 병합된 기술로, 석탄가스화 단계에서 석탄과 가스화제(산소)의 접촉 방식에 따라 반응기 종류가 다양하며, 석탄의 종류에 따라 운전조건도 달라진다. 이에 에너지 자원의 형태 및 특성에 따라 여러 형태의 반응기가 개발되고 있다. 또한 최종 합성가스의 용도에

[그림 2] 전세계적으로 상업화된 가스화 공정의 수



8) 정부는 IGCC 발전기술의 국내 확보와 신·재생에너지 발전비율을 높이기 위해 제2차 전력수급기본 계획에 300MW급 IGCC 1호기를 반영하였으며, 제6차 전력수급 기본계획(2013/12)에서는 2026년까지 300MW급 IGCC 발전소 4기를 추가로 건설하는 것을 포함한 바 있는데, 이후 전력예비율 증가로 실제 건설로 이어지기는 어려운 상황임을 반영해 제7차 전력수급기본계획(2015/07)에는 영남IGCC, 군장 IGCC 발전소 2기의 건설계획을 취소하고 2025년에 300MW급 IGCC 2기만을 신규 건설하기로 함에 따라 기존 태안 300MW IGCC 발전소와 함께 IGCC 총 발전용량은 900MW로 증가할 계획이다.

9) 석탄액화의 경우는 1990년대에 한국에너지기술연구원을 중심으로 석탄직접 액화분야 기술개발에 대한 연구가 진행되었으며, 광운대학교의 석탄과 페타이어 및 페플라스틱의 공동 직접액화연구에 관한 연구가 수행되었으며, 한국에너지기술연구원은 2007년부터 15배럴/일 규모의 간접액화 통합공정 개발을 진행 중이며, 10톤/일 규모 석탄가스화설비에 연계된 석탄액화 파일럿 설비를 구축하고 운전 실험 중에 있다. 또한 장기적으로는 2030년까지 국외 석탄액화 공정 플랜트 건설 시장 일부를 국산으로 공급할 계획으로 기술 개발에 박차를 가하고 있다. 석탄가스화 폴리제너레이션(병산) 플랜트의 경우, 포스코에서 시작한 석탄가스화 SNG 1기(광양)가 있고 경남 남해, 강원 삼척지역에 SNG 플랜트 건설이 논의된 바 있는 등 장기적으로 추가 건설이 예상된다.

따라 정제설비 및 합성가스 이용 설비등도 달라진다.

석탄 가스화 공정은 석탄 및 가스화제의 접촉 방식과 반응기 형태에 따라 200여개 이상¹⁰⁾의 공정이 개발되어 있다. 이들 공정 중 전세계적으로 상업화된 가스화 공정의 개수는 [그림 2]에 나타낸바와 같다.

이 가운데 Lurgi 공정은 1950년대에 국내 최초로 석탄 가스화를 암모니아 생산 공장에 도입한 기술이며, Udhe와 KBR공정 등은 현재 국내의 몇몇 에너지회사에서 도입을 예정 및 고려하고 있는 가스화 공정이다.

따라서 여기서는 다양한 가스화 공정 중에서, 시장점유율이 높은 공정과 국내에 도입예정인 가스화 공정을 중심으로 다루었다.

1) Shell 공정

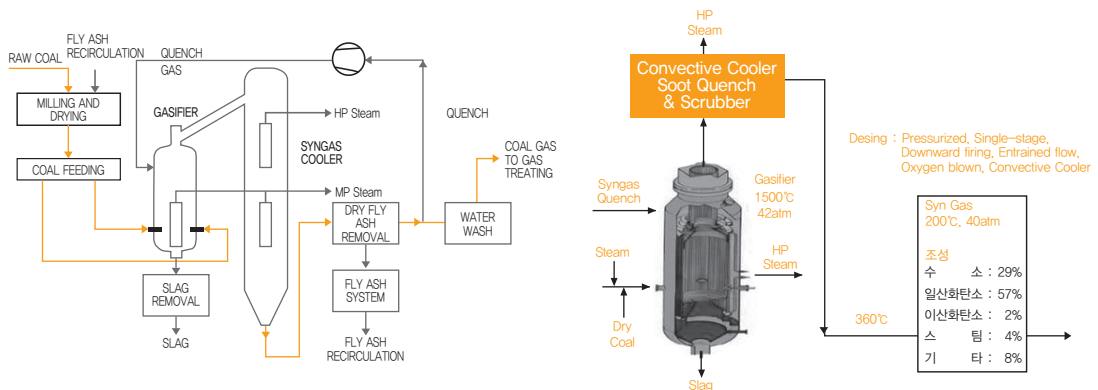
이 공정은 1950년대에 Shell사에서 정유 잔여 오일(Refinery Residual Oil)로부터 합성가스 생산을 위

한 개발되었으며, 1972년 암스테르담에 6톤/일의 시범 공장 건설을 시작으로 석탄가스화 공정(Shell Coal Gasification Process-SCGP)이 개발되었다. 1978년 독일 Harburg에서 15톤/일 시범 공장 가동 및 1987년 텍사스 주 휴스턴에 있는 Deer Park에서 250톤/일 규모의 설비 가동 운전을 거쳐 1993년에 네덜란드의 Buggenum에 2,000톤/일급의 가스화기에 적용, 250MWe급의 실증용 IGCC 플랜트의 건설 상업화 운전을 시작하였다. 국내의 IGCC 발전소에 적용된 가스화기도 이 형태이다.

전 세계적으로 50개가 넘는 Shell Gasifier가 가동 중에 있으며, 절반 이상이 중국에 있으며, 네덜란드의 Shell-Pernis Refinery는 중질 잔사유를 가스화하여 수소는 물론 IGCC 발전까지하는 병산 설비로서 처리용량은 1,650톤/일이다. 이 설비의 총 발전 용량은 300MWe이상이며 시간당 200톤 이상의 증기도 생산하고 있다.

이 공정의 가스화기 구성도 및 형태는 [그림 3]과 같으며, 기술의 안정성 및 높은 효율, 높은 이용률 등으로

[그림 3] Shell 가스화기의 구성도 및 형태



10) Pyrolysis & Gasification of Waste : a Worldwide Technology & Business Review, Juniper Consultancy Service Ltd., 2000, England, <http://juniper.co.uk/waste>



Shell사의 가스화 기술이 세계 최강의 자리를 유지하고 있으나 가스화기의 가격이 높은 점이 단점이다.

2) GE Energy

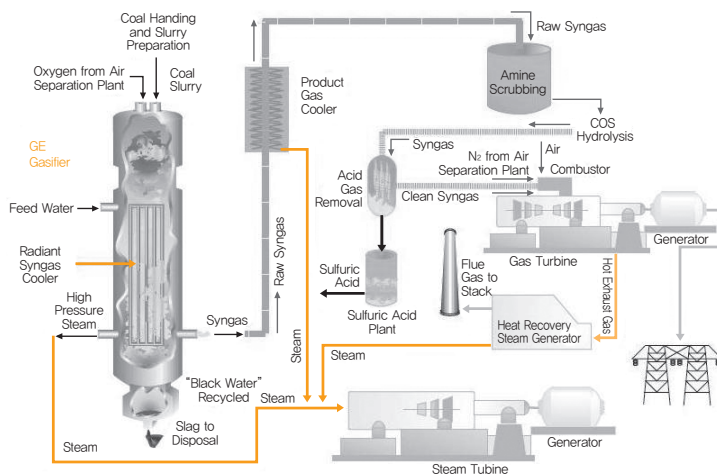
Chevron Texaco 또는 Texaco 가스화기(GE Energy가 2004년에 기술을 인수)로 알려진 GE 가스화기는 천연 가스, 중유, 석탄 및 Petro Cokes와 같은 다양한 공급 원료를 사용할 수 있는 가스화기로 45년 이상 상업적으로 운전된 경험이 있으며, 캘리포니아 주 몬테벨로(Montebello)에 15톤/일 규모의 시범설비 운전을 통해 개발되었다. GE Energy는 현재 Ishikawajima-Harima Heavy Industries Corporation, Ltd(IHI)에서 운영하는 일본 Aoio에 6톤/일 파일릿 플랜트를 보유하고 있으며, 전 세계의 다양한 기술센터에서 가스화 연구 및 개발 업무가 수행 중에 있다. 현재 60개가 넘는 상업용 설비가 가동 중에 있어 가장 널리 사용되는 가스화 기술로 Shell 가스화 기술과 쌍벽을 이루는 기술이다.

이 가스화 기술은 통상 습식 가스화 방식으로 불리며, GE Energy사는 습식 가스화 기술의 강자로 중국에서만 59개(고체 시료 프로젝트 47개)의 프로젝트에 197개의 가스화기를 건설 완료 또는 건설 중으로 보고되고 있다. [그림 4]에 GE 가스화기 구성도를 나타내었다.

이 가스화 설비는 2010년 기준 전세계에 145개 정도가 건설되었으며, 2013년과 2014년에 중국에서 가동을 시작한 24개의 가스화기를 포함하여 50여개의 가스화기가 추가로 건설되었다. 상업용 가스화기의 숫자에서는 이미 Shell사를 앞질렀으며, 발생 합성가스 용량 기준으로도 곧 Shell사를 추월할 것으로 예상되고 있다.

GE Energy사의 가스화 기술로서 발전 용량이 618 MWe인 Edwardsport 발전소는 현존 세계 최대 발전 용량의 IGCC 발전소라는 상징성으로 인하여 전 세계적으로 관심을 받고 있는데, 2012년 말에 가동을 시작하였으며 2014년 가을에 처음으로 내화재를 교체하였는 바 이는 예상 수명을 초과한 것으로 아직은 이용률이 비교적 낮지만 지속적으로 향상되고 있다는 점도 IGCC 기술의 상업

[그림 4] GE 가스화기 구성도



성에는 긍정적 측면으로 작용할 것으로 판단된다.

IGCC 발전 시스템의 상업화에 걸림돌은 기존 미분탄 발전소(특히 초초임계압(USC, Ultra-Super Critical) 발전소)에 비하여 건설비가 다소 높고 이용률이 낮다는 점으로, 건설비의 문제는 IGCC 시스템의 추가적인 효율 향상과 향후 이산화탄소 포집이 현실화될 시점에 해결이 될 것으로 기대하고 있다.

3) CB&I

원래 CongoPhillips가 소유하고 있던 E-Gas™ 기술은 루이지애나 가스화 기술(LGTI) 통합 가스화 복합 사이클(IGCC) plant에서 최초로 시연된 것으로(Dow Syngas Project로 알려짐), 이 기술은 현재 1990년대 미국 에너지부(DOE)의 Clean Coal Demonstration Program에 따라 자금을 조달 한 Wabash River 석탄 가스화 프로젝트에 통합되었으며, Wabash IGCC 설비는 1995년 이래 현재도 운영 중에 있다.

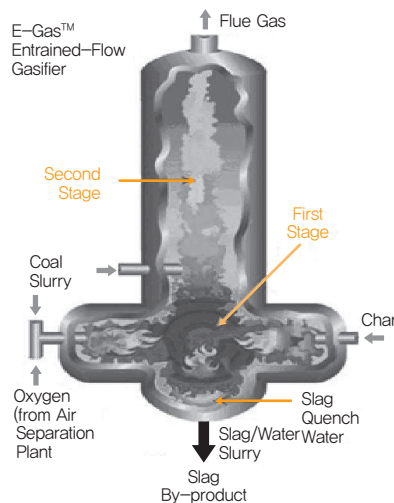
E-Gas™ 기술은 Wabash River의 262MW의 IGCC 발전시스템을 건설한 Destec사의 기술로서, 이후 Conoco-Phillips사와 Phillips 66사를 거쳐서 현재는 CB&I사가 라이선스를 보유하고 있다. Wabash River 프로젝트 이후 대형 프로젝트 실적을 추가하지 못하다가, 국내의 광양 SNG 프로젝트 및 인도 Jamnagar 프로젝트(가스화기 10기)와 중국에 추가의 두개의 프로젝트(각 프로젝트 당 가스화기 2+1기)를 수주했다. [그림 5]는 E-Gas™ 가스화기의 형태를 나타낸 것이다.

CB&I사는 차세대 기술로 E-STR™ 기술을 개발중에 있으며 이의 실증을 위하여 200~400톤/일급의 실증 프로젝트를 계획하고 있다.

4) Uhde

Uhde사는 Krupp Koppers의 후신으로 1997년에 가동을 시작한 스페인의 Puertollano에 건설된 300MW급 IGCC 플랜트에 적용된 PSG(PRENFLO Steam

[그림 5] E-Gas™ 가스화기의 형태





Generation)와 급랭 기술을 채택한 PDQ(PRENFLO Direct Quenching) 분류층 가스화 기술을 보유하고 있다.

이 기술의 가스화기는 멤브레인 벽 채택, 측면에 4개의 버너를 이용한 선회류 생성 등의 구조는 Shell사와 상당히 유사하다고 할 수 있는데, 이는 Uhde사와 Shell사가 2002년에서 2007년 사이에 합병 상태로 있었던 것에 기인한다. Uhde사는 또한 유동층 가스화 기술인 HTW 가스화 기술을 보유하고 있으며, 분류층과 유동층 가스화기를 합하여 총 100개 이상의 가스화기를 건설한 실적이 있다. 이와 같이 다양한 가스화 기술을 보유하고 있으므로 회재 또는 수분 함유량에 따른 석탄의 특성, 회재의 용융 특성(회재의 변형 온도 또는 유동화 온도), 발전 또는 화학원료 생산 등 합성가스의 응용 분야에 자사 기술의 포트폴리오를 제공하고 있으며, 한국전력(주)과 합작회사인 KEPCO-Uhde를 설립하여 국내의 프로젝트 수주 활동도 진행하고 있다.

5) ECUST

1990년대 East China University of Science and Technology(ECUST)의 청정연구소와 Yankuang Coal Mine Group은 공동으로 석탄 가스화 기술 개발에 착수하였는데, 이때까지만 해도 가스화 기술 개발에 있어서 초기 단계로 미국이나 유럽에 비해 수 십년 늦게 기술 개발을 시작하였지만 1990년대 후반 이후 중국 정부의 대폭적인 지원에 힘입어 급속적으로 가스화 기술이 발전되었으며 현재 여러 가스화 기술이 개발되고 있다. 이 중에서 특히 지속적이고 과감하게 가스화기의 격상(Scale-Up)을 시도하여 대용량화를 이루었으며, 상업화 실적이 가장 많은 기술로 ECUST의 OMB(Opposing Multi-Burner) 가스화 기술이 등극했다.

중국에서 개발된 석탄가스화 공정은 대부분 메탄올 제

조 공정과 암모니아/요소비료제조용으로 개발되었다. ECUST는 중국의 25개 Project가 수행되고 있는데, 그중 2010년에 10개의 새로운 Project가 건설되고 있으며, 총 석탄 사용량은 8만톤/일 규모이며, 1개의 석탄가스화의 규모는 대략 750~2,500톤/일 정도이다.

6) KBR

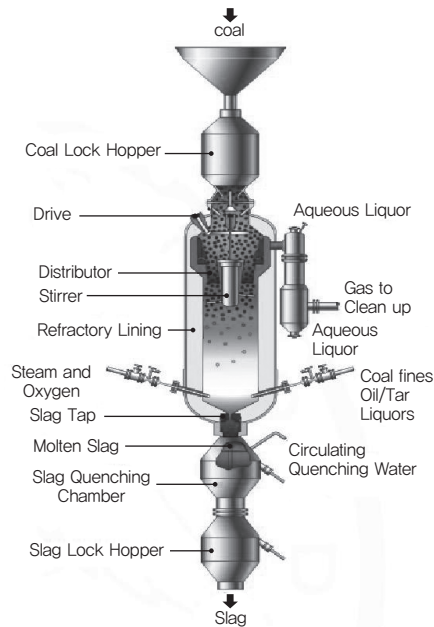
KBR(Kellogg, Brown and Root)사의 TRIG(Transport Reactor Integrated Gasification) 기술은 고속 순환 유동층 반응기로 Southern Company사(미국의 전력회사)와 공동으로 DOE의 지원을 받아 개발된 기술이다. KBR사는 반응성이 높은 저급탄(Low Rank Coal) 또는 유동층 기술에 적합한 고회분 석탄 활용에 중점을 두고 있으나, 대형 프로젝트로는 실적이 많지 않다. 저등급 석탄은 불순물 및 기타 특성으로 인해 시장 가치가 떨어지지만, TRIG 기술은 이러한 저등급의 갈탄 등 저질탄도 이용 가능하게 하는 기술이다. 따라서 저질탄이 많은 인도네시아, 호주, 중국, 인도 등에서 사업영역을 확대하고 있다.

현재 미국의 Kemper County에 건설 중인 582 MWe(합성가스로는 524 MWe) IGCC발전소는 이산화탄소 포집공정이 채택된 공정으로, 발열량이 2,570kcal/kg(인수식 기준 수분 45.5%, 가스화기 공급 시 수분 20%)인 저급탄을 사용하고 이산화탄소 포집공정이 인해 발전효율이 비교적 낮은 32.1%(LHV 기준)정도로 예상된다.

7) Lurgi

Lurgi GmbH는 최초로 고정층 가스화 반응기를 1930년대 초에 처음 개발하였으며, 1936년에 상업화한 반응기를 바탕으로 1950년대에 Lurgi와 Ruhrgas는 갈탄과

[그림 6] 고압 BGL 가스화 반응기의 형태



유연탄 가스화 기술 개발하였다. Dry-Ash 가스화 기술은 남아프리카의 Sasol CTL(Coal To Liquid) 합성연료공정과 North Dakota의 Great Plains Synfuels 플랜트와 같은 주요 공정에서 채택한 가스화 기술이다. British Gas/Lurgi (BGL) 슬래깅 가스화기는 원래의 Lurgi Dry-Ash 가스화 기술을 기반으로 하지만 Ash보다는 Slag로 처리, 처리량 증가, 스팀 사용량 저감, Tar 및 오일의 재사용, 수율 증가 목적으로 개발되었다.

BGL 가스화 기술은 현재 Envirotherm GmbH와 Zemag Clean Energy Technology GmbH가 소유하고 있으며, 2012년에는 중국과 인도를 중심으로 14개의 가스화기가 합성가스생산을 위해 건설되거나 계획되고 있

다. 또한 South Heart Energy Development, LLC (Great Northern Power Development, LP와 Allied Syngas Corporation의 합작 투자 회사)는 North Dakota의 South Heart 근처 프로젝트에서 H₂ 생산을 위해 North Dakota 갈탄을 이용한 BGL 가스화 공정을 계획하고 있다. [그림 6]에 고압 BGL 가스화 반응기의 형태를 나타내었다.

3. IGCC 분야 사업 전망 분석

가. 해외 시장현황 및 전망¹¹⁾

11) Chris Higman "State of the Gasification Industry: Worldwide Gasification Database 2014 Update," Gasification Technologies Conference, Washington, DC, October 29, 2014

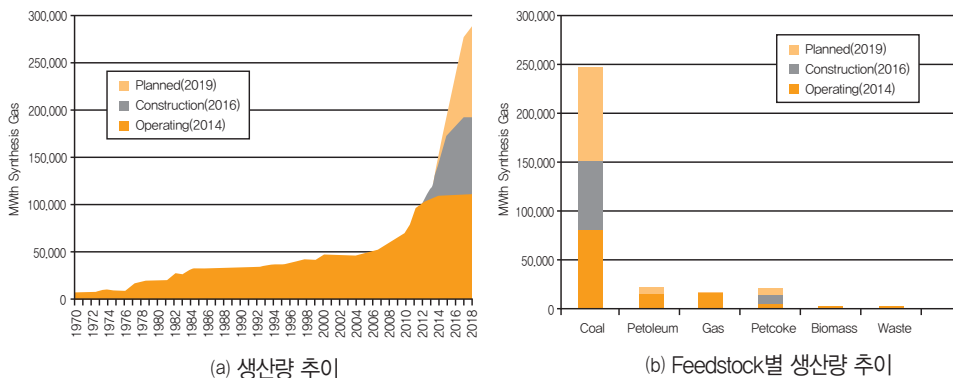


자원고갈, 원유 수급불안정, 지구온난화 등으로 최근 대체에너지 개발의 필요성이 대두되어 재생에너지의 사용이 지속적으로 증가할 것으로 예상되지만, 향후에도 주된 1차 에너지원은 화석연료라 할 수 있다. 특히 석탄의 경우 사용량이 중국과 인도의 영향으로(증가량의 85% 소비), 2035년에는 현재 보다 사용량이 56% 증가할 것으로 예측된다.

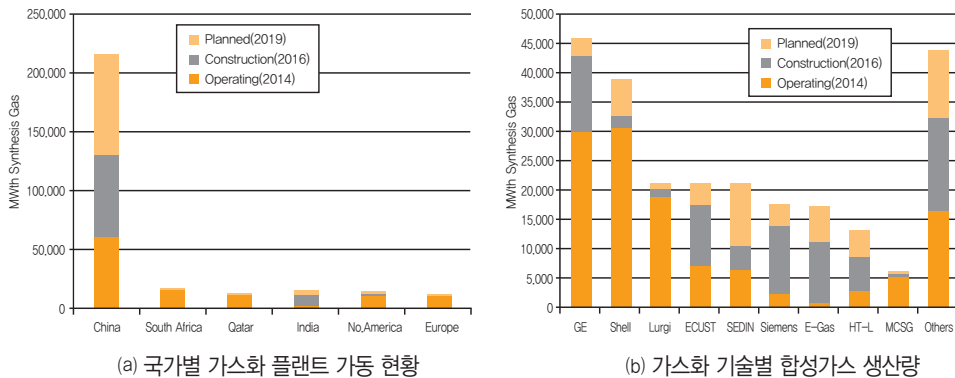
합성가스 제조 및 이용시장은 고온고압 조건에서 부식성, 폭발성 합성가스를 취급하므로 이러한 조건에서 실증

되어 신뢰도가 검증된 설비와 단위공정이 필수적으로 요구되며, 실증 설비에서의 부품, 설비, 단위공정의 검증을 위한 사전 투자가 있어야 시장에 진입할 기술과 설비/공정이 완성되는 구조를 갖게 되는데, 전 세계적으로 가동 중인 가스화 플랜트는 총 272개(가스화기: 686개, 2014년 기준)이며 총 용량은 116.6GWth Equivalent이다. 이들 플랜트에서 사용 중인 연료는 석탄이 49%, 중질잔사유 36%이며, 최종 생산물은 화학원료가 37%, FT(Fisher-Tropsch) 연료가 36%, 전기가 19% 정도이다. 가스화를

[그림 7] 합성가스 생산량 증가 추이 및 Feedstock별 생산량 추이



[그림 8] 가스화 플랜트 가동현황 및 기술별 합성가스 생산량



통한 합성가스 생산량 증가 추이 및 Feedstock별 생산량 추이는 [그림 7]에 나타난 바와 같다.

합성가스 생산량이 급증하고 있는 추세인데, 전체 합성가스 생산량 중 석탄과 중질잔사유의 가스화에 의한 생산량이 대부분을 차지하고 있다. 석탄 가스화 플랜트 공정의 신뢰도 80% 이상이 여러 곳에서 실증 확인됨에 따라 2000년부터 대형 플랜트의 건설이 급격히 증가했다. 2010년까지 전 세계 합성가스의 생산원료 중 석탄 비중이 가장 높지만, 향후 다른 중질 탄소원으로부터 합성가스의 생산이 증가할 것으로 예상되며, 혼합물 형태로 이루어지는 Flexible Gasification 방식도 증가할 것으로 예상된다. 지역별로 살펴보면, 2004년 이후 아프리카와 중동지역에서 석탄 가스화 플랜트 건설이 급격히 증가하고 있으며, 아시아지역에서는 중국 및 일본의 석탄 가스화 플랜트 건설로 인해 2030년까지 급격히 증가할 것으로 예상된다. 국가별 가스화 플랜트 가동 현황 및 가스화 기술별 합성가스 생산량은 [그림 8]에 나타난 바와 같다.

나. 국내 시장현황 및 전망¹²⁾

산업통상자원부에서 발표한 2017~2031년의 전력수요 예측과 이에 따른 전력공급계획인 '제8차 전력수급 기본계획'에 따르면, 최대 전력수요는 2017년 동계기준 86.5GW으로 연평균 2.1%씩 늘어날 것으로 전망됨에 따라 2030년 동계에는 113.4GW의 발전용량을 확보할 계획에 있다.¹³⁾

앞 절에서 서술했듯이 정부의 전력수급기본계획에 있어 IGCC 발전기술은 중요한 변수가 될 수 있다. 2012년 현재 국내의 IGCC 플랜트 1기가 2016년 완공되어 실증

운전 중에 있고, 2024년까지 전체 신규 건설용량(3,442만kW)의 57%에 해당하는 1,973만kW를 IGCC 플랜트가 차지할 것으로 예상된다. 또한 2011년 6월 7일 착공식을 갖은 POSCO의 SNG plant 1기 건설도 관심을 갖고 지켜 봐야 할 주요 사업 중의 하나다. 해당 플랜트는 현재 저유가로 가동되지 못하고 있으나, 유연탄 처리량 5,500톤/일의 규모로 연간 50만톤의 합성천연가스를 생산하는 대형 플랜트다.

국내 IGCC 연구는 에너지 수급 여건 및 석탄 가스화 기술 발전추이에 따라 CTL, SNG, 화학원료 등을 동시 생산하는 Poly-Generation 기술로 연계 가능성 있으며, 또한 석탄뿐만 아니라 폐기물, 바이오매스, 비재래형 연료 등에서도 합성가스를 생산할 수 있는 Flexibility를 갖는 가스화기 개발에도 연구가 진행될 것이다. 이렇게 되면 전력수급 기본계획에서 IGCC의 역할 비중은 보다 커질 것으로 예상된다.

다. 향후 전망

세일가스 개발로 각국별로 IGCC기술개발 정책의 변화가 감지되는데, 특히 미국의 경우 고효율, 저 건설단가 달성을 위한 혁신적 기술개발 및 CCS 적용에 역점을 두었으나 세일가스 개발로 인해 IGCC 보다 가스터빈 발전에 주력하고 있다. 중국 및 호주는 자국의 석탄을 최대한 이용하기 위하여 IGCC 가스화 공정을 향후 CCS, CTL, SNG 및 화학원료 생산 등 다양한 분야로 확장하는 것에 주력하고 있다.

기후변화협약 등 환경규제 강화, 아시아지역의 경제성장, 노후 석탄발전설비 대체 수요를 고려할 때 석탄

12) 에너지공단, 2016 신재생에너지백서

13) 산업통상자원부, 8차 전력 수급 기본 계획, 2017.12.29



을 이용한 전력의 안정적 공급과 환경오염물질 감소라는 조건을 만족시키고 개발에 따른 파급효과가 큰 기술로써 IGCC에 대한 관심이 높아지고 있어, 2030년에는 약 250GW(약 8,300억불)의 거대시장이 형성될 전망이다.

또한 셰일가스 개발 확대, 유가 및 LNG 가격 하락 등 세계 에너지시장 재편으로 IGCC 확대와 관련해서는 현재 관망세가 유지중이나, CO₂ 규제 현실화 및 CCS 기술 상업화 시점을 고려할 때 2030년 전후로 IGCC시장이 급격히 성장할 것으로 예상된다. IGCC 기술은 차세대 환경친화적 발전기술로서 미국, 독일, 네덜란드, 일본, 중국에서 정부지원에 힘입어 실증플랜트의 설계/건설/운전을 통해 상용화를 위한 검증이 수행되었으며, 현재 상용화 초기단계에 진입했다. 석탄가스화 플랜트 관련 세계시장은 미국의 GE Energy사와 CB&I사, 네덜란드의 Shell사, 독일의 Uhde 등 주요 선진국이 주도하고 있다.

세계시장의 규모는 2020년까지 석탄 IGCC 발전소 20기, SNG 플랜트 5기, 석탄가스화 화학원료 생산플랜트 20기 정도로 추산되며 총 25조원 규모의 시장으로 성장할 것으로 전망된다. 2000년대 후반부터 자체 가스화기 기술인 OMB(습식)와 TPRI(건식) 기법이 100개의 가스화 플랜트에 적용되어 사용중이고, 전 세계적으로 총 60여개의 IGCC 플랜트가 건설 계획 중이며 미국, 일본, 스페인에 6개의 플랜트가 운영 중에 있다.

독일도 노후 석탄화력을 석탄가스화복합발전(IGCC)으로 교체하는 것을 고려중이다.

국내의 경우 IGCC는 2016년 시운전이 시작된 태안 IGCC 발전소의 경제성 및 기술 효율성이 검증되면 2030년경 약 2조 4,500억원 규모의 시장이 형성될 것으로 예상된다.

4. 국내의 IGCC 지원 정책

국내의 최초 가스화 설비는 1960년도 나주비료 공장에 도입되어 석탄으로부터 가스화를 통해 암모니아를 만들고 이로부터 요소비료를 생산하였다. 당시 설제탄을 독일탄을 기준으로 Lurgi 공정으로 설계 제작되었는데, 이 설비에 국내의 화순탄을 적용한 결과, 설계용량에 미달하고 자주 운전 정지 되는 현상 발생하여 상업운전도 못하고 가스화설비를 폐기처분하였으며, 현재는 LG화학에서 병커C유를 가스화하여 옥탄을 만드는 공정으로 전환 사용하고 있다. 이러한 실패의 경험이 가스화 도입 및 개발에 부정적인 영향을 미치게 되었으나, 1987년 대체에너지개발법에 석탄가스화가 포함되어 정부로부터 기술개발 지원을 받고 있으며, 신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법에 석탄가스화가 신에너지원으로 포함되어 정책적 지원을 받고 있다.

신재생에너지를 개발, 보급, 지원하는 목적은 국내 에너지를 최대한 활용하고 덧붙여 자국 산업으로 발전시키는데 있으며 대상 에너지로 인정하는 기준 요소는 (1)온실가스 감축 여부, (2)해외에너지 의존도 경감 여부, (3)에너지원 확보 가능 여부, (4)산업으로서의 기여도이다.

우리나라의 경우 에너지 해외수입 비율이 96~97%로 국내 미활용에너지 활용과 이미 수입된 에너지를 고효율/친환경적으로 활용하기 위한 신에너지 기술에 초점을 두는 것이며, 이들 기술을 미래 산업으로 발전시키려는 정책이 수행되고 있다. IGCC의 경우 <표 2>에 제시된 신·재생에너지¹⁴⁾에 대한 4가지의 선정 요소에 대비시켜 보면, (2)~(4)번 요소에 부합되고 (1)번 요소인 온실가스 감축 여부는 기술적으로는 가능하지만 아직 경제성을 확

14) 에너지공단, 2016 신재생에너지 백서

보하지 못한 상태로서 향후 충족 가능성을 고려해 신에너지로 선정된 것이다.

그러나 현재 석탄 이용한 전력 생산이 신에너지에 포함되어야하는가, 또한 신재생에너지 법에서 규정한 지원 정책 등이 타당한가?에 대한 논쟁은 계속 진행되고 있다.

가. 관련법규 및 지원정책

신·재생에너지 의미와 범위는 국제적인 기준이 없고 국가마다 에너지 사정에 따라 다르다. 우리나라의 경우 화석 연료나 핵분열을 이용한 에너지가 아닌 대체 에너지를 신·재생 에너지로 규정하는데, 그 중에서도 신에너지는 새로운 물리력, 새로운 물질을 기반으로 하는 핵융합, 자기유체발전, 연료전지, 수소에너지 등을 의미하고 재생에너지는 재생 가능한 에너지, 즉 동식물에서 추출 가능한 유지, 에탄올을 이용한 에너지, 태양열, 태양광, 풍력, 조력, 지열 발전 등을 의미한다. 신·재생에너지 의미와

범위가 나라별로 다르기 때문에 이를 다루는 법률에도 차이가 있다. 가령 국내에서는 신에너지도 포함시켜서 신·재생 에너지와 관련된 법률을 운용하고 궁극적으로 국내 에너지 자립도를 높이기 위한 수단으로 인식하고 있는 반면 외국의 경우에는 대부분 신에너지를 제외한, 재생에너지 관련법만 존재하고 있다. 따라서 외국의 경우 신에너지로 분류될 수 있는 IGCC가 재생에너지 관련법에 포함되지 않는다. 오히려 우리나라가 외국에 비해 IGCC를 연구하고 개발하는 데 있어 유리한 법적 사고 체계를 갖고 있다고 판단할 수 있다.

또한 신에너지 및 재생에너지 개발 이용 보급 촉진법(2016.9.23시행)의 주요 내용은 신재생에너지 공급의무화 및 RPS(신재생에너지 포트폴리오), 이에 따른 과징금, 신 재생에너지 공급인증서(REC)의 가중치, 품질검사등으로 되어 있는데, 자세한 내용 등은 시행령 2조(석탄을 액화, 가스화한 에너지등의 기준 및 범위), 시행령 18조 3(신재생에너지 공급의무화 정책의 대상자), 시행령 12조

〈표 2〉 신·재생에너지에 대한 4가지의 선정 요소

▶ 신재생에너지의 균형있는 이용 보급 및 기술개발 촉진을 위해 다음사항 고려 설정

- 환경, 기술개발 및 산업에 미치는 영향
- 발전원가
- 부존잠재량
- 온실가스저감에 미치는 영향

태양광 에너지

공급인증서 가중치	대상에너지 및 기준		
	설치유형	지목유형	용량기준
0.7	건축물등 기존시설물을 이용하지 않는 경우	5개 지목 (전, 담, 과수원, 목장용지, 임야)	
1.0		기타 23개 지목	30kW 초과
1.2			30kW 이하
1.5	건축물 등 기존시설물을 이용하는 경우 유지의 수면에 부유하여 설치하는 경우		

기타 신재생에너지

공급인증서 가중치	대상에너지 및 기준
0.25	IGCC, 부생가스
1.5	폐기물, 매립지가스
1.0	수력, 육상풍력, 바이오에너지, RDF 전소발전, 폐기물 가스화 발전, 조력(방조제 有)
1.5	목질계 바이오매스 전소발전, 해상풍력(연계거리 5km 이하)
2.0	해상풍력(연계거리 5km 초과), 조력(방조제 無), 연료전지



〈표 3〉 IGCC와 신 재생에너지 REC 가중치 특성비교

구분	IGCC	신에너지(연료전지)	재생에너지
환경산업에 미치는 영향	매우 큼	조금	작음
발전원가	낮음	매우 높음	높음
부존 잠재량	없음	기술개발중	에너지밀도 낮음
온실가스 저감에 미치는 영향	보통(효율상승분)	-	전체 모두
기술개발정도	실증중	개발중	보급중(태양광)
현재의 REC 가중치	0.25	2	1
건설기간	7년	-	수개월
건설비	기존화력발전의 2배	-	소규모
최소건설단위	300MW	-	1MW
REC 가중치 전망	실증결과에 따라 재조정 필요	기술개발후 재조정	평균 1

5(신재생에너지 공급 의무화), 시행령 12조 6(신재생에너지 공급 불이행에 따른 과징금)에 관련 정책에 대해 기술하고 있다. 또한 시행령 제18조의9(신·재생에너지의 가중치)에 대해 기술하고 있는 바, 이에 대한 자세한 내용은 다음과 같으며, IGCC와 다른 신 재생에너지 REC 가중치 특성을 비교한 것은 〈표 3〉와 같다.

나. IGCC 관련 이슈

IGCC와 관련된 이슈는 ①IGCC가 계속적으로 신에너지 범주에 포함될 것인가? ②신에너지에 포함된다면 RPS의 REC의 가중치는 얼마가 적당한가? ③REC의 판매제한이 해제가 타 재생에너지 보급에 영향이 미칠 가능성 등이다.

정부가 법제를 정비해 화석연료 기반의 폐기물 고형연료(SRF)나 산업폐기물 등의 연료를 재생에너지 범주에서 제외시키는 방안을 검토하고 있으며, 이와 함께 정부는 일부 바이오매스 자원에 대해서도 신재생공급인증서(REC) 가중치 재조정을 추진할 예정이다. 또한 화석연료

기반의 SRF 연료 등을 신재생에너지로 분류한 현행 법제가 국제기준과 동떨어져 있다는 판단 아래 중장기적으로 IGCC 및 폐기물을 신재생 범주에서 제외하는 방향의 시행령 개정을 검토하고 있는데, 이들 화석연료 기반의 에너지가 당장은 (폐기물 분리)가 어렵더라도 결국은 국제기준을 따라야 한다는 논리로 정부에서는 차근차근 공론화를 밟아 최종적으로 시행령상 재생에너지 분류를 재정비하는 것을 고려중 있다.

폐기물이 전체 재생에너지에서 60%이상의 절대적 비중을 차지하고 있는 가운데 이를 재생에너지로 간주하는 국내 법제가 타당한 지에 대한 문제 제기는 꽤 오래전부터 있었으며, 현재 국제에너지기구(IEA)와 유럽연합(EU) 주요국은 화석연료 기반 폐기물을 재생에너지로 인정하지 않고 있다. 또한 신에너지로 분류하고 있는 수소, 연료전지, IGCC 등도 지금까지 순수 재생에너지와 같은 법제로 다뤄선 안된다는 입장으로 이는 신재생에너지 보급 통계를 산정할 때마다 착시를 불러오고, 국제적으로 통용되지 않을 뿐더러 각종 정책 지원예산을 잠식한다는 것 때문이다.

1) IGCC가 계속적으로 신에너지 범주에 포함 필요성

한국형 IGCC의 경우 현재 실증 운전중으로 기술 입증이 아직 안된 상태이며, 효율 목표 42%에 도달하지 못하고 있는 실정(현재 41%달성)이다. 또한 장치 CCS 설비의 부착이 의무화될 경우를 대비하여 지속적인 R&D가 요구된다. 따라서 지금은 IGCC 공정의 안정성 및 효율 향상을 위해 보다 많은 상용화 플랜트의 건설이 필요한 시점이다.

이를 위해 지속적인 정부 지원 정책이 필요하며, 현재의 법률체계가 신에너지와 재생에너지로 분리되어 있음을 감안할 때 새로운 지원정책이 마련될 때까지는 계속적으로 신에너지원으로 지원되어야 관련 산업 육성을 통해 에너지의 해외 의존도를 낮출 수 있다.

2) RPS 가중치

정부는 RPS 의무비율을 2018년 4.5%에서 5%, 2023년 9%에서 10%로 상향해 의무비율 달성시기를 1년 단축해 태양광 및 풍력 등 신재생에너지산업의 안정성 확보를 이끌어내고자 REC 가중치를 조정하고 있다.

일반적으로 RPS 가중치는 업계에서 이득이 큰 에너지 원사업에 물리는 경우를 예방하기 위해 에너지원간 동등한 발전과 다양한 자원개발을 목표로 산정 수치를 정하는 것이 기본이며 정부의 정책방향과 업계의 의견을 충분히 수렴해 가중치 조정하는데, IGCC의 경우 <표 2>에 나타난 바와 같이 IGCC 발전소의 정상 가동이되면 상대적으로 많은 REC 값을 갖게 되어 타에너지원에 많은 영향을 미치므로 REC 가중치를 낮게 조정하자는 논의가 계속적으로 진행되고 있다. 그러나 기존의 가중치를 적용했을 경우, IGCC가 차지하는 비율은 전체 5% 정도로, 타 신재생에너지에 미치는 영향은 크지 않으며, 다만 발전소 건

설이 7년 이상의 장기간이 필요하므로 건설 후 시장 상황과 정책 목표에 따라 가중치를 개선할 필요가 있다.

REC 가중치의 개선을 위해서는 IGCC의 건설비와 발전단가에서 경쟁력을 갖는 기술개발은 물론 환경정책, 정부지원 등이 필요하며, 발전단가의 보전은 재생에너지 보전 방식인 REC이외에 다른 방식의 보전도 고려되어야 한다.

3) 판매제한

IGCC를 비롯한 대규모 설비에 대해서는 REC 판매를 제한하고 있다. 이는 REC 발급량 급증에 따른 REC 가격하락 등으로 인한 시장 교란을 방지하고 가격 안정성과 예측가능성을 높이기 위한 것이다. 하지만 기술개발 및 투자 활성화를 위해서는 시장교란 및 제도 취지에 맞게 판매제한 규제를 완화할 필요가 있다. 제8차 전력수급 계획에 언급된 IGCC 발전량이 5,067GWh(2024년 기준 IGCC 2기)으로 전체의 5% 정도에 불과한 것을 고려해 기존의 판매제한을 단계적으로 해제하는 것이 IGCC 보급을 위해 바람직하며, 다음과 같이 여러 가지 방법이 있을 수 있다.

- ① 설비 용량의 일정수준 이하만 판매 가능하게 하는 방법
 - 수력, 폐기물 등
- ② 설비 용량 별 판매비율 결정 방법(REC량의 일정 비율)
 - 태양광의 REC factor
- ③ 생산량의 일정비율 판매 하계하는 방법
 - 신재생에너지원별 배당량을 선정하는 경우 가능
 - $REC\text{값} \times \text{일정비율}$
- ④ 생산량의 구간별 일정비율 판매하는 방법
 - 구간별 판매비율 달리함



- ⑤ 전체 판매량을 Cap으로 제한하는 방법
- 판매할 수 있는 양을 REC 비율로 제한하는 방법

5. IGCC 사업 타당성 조건 분석

가. 경제적 측면 분석

유가가 하락함에 따라 석탄을 사용하는 공정의 효율이 높다하더라도 반드시 경제성이 있다고 말할 수는 없다. 하지만 장기적으로 고유가 가능성을 고려해 볼 때 열효율이 높은 석탄가스화 공정의 개발은 요구된다. IGCC를 비롯한 석탄가스화 플랜트의 건설비는 기존 방식의 70% 이상 고가이며, 제품원가 또는 발전원가 중에서 고정비가 차지하는 비율이 높다는 단점이 있어 플랜트의 신뢰성을 올리고 높은 가동율을 달성하지 않으면, IGCC의 경제성 확보가 불가능하다는 것을 의미한다. 따라서 경제성을 갖기 위해서는 만족해야 할 여러 가지 조건이 있지만 그 가운데서도 특히 중요한 조건은 다음과 같다.

1) 규모

석탄을 원료로 하여 화학제품이나 연료, 그리고 나아가서는 전력을 만들 경우 그 플랜트가 경제성을 갖기 위해서는, 역시 어느 정도의 규모가 되어야 하는데, 석탄은 고체, 취급상의 어려움, 불균일성등으로 인해 처리비가 고가이다. 또한 가스화 플랜트 및 그 생성가스의 처리 플랜트도 천연가스나 석유를 원료로 하는 것보다도 복잡하다. 이에 따라 설비가격이 고가임에 따라 이의 해결 방안은 규모의 경제를 고려한 대용량화로 원단위를 낮추는 방법을 사용하는데, IGCC는 대략 300MW~800MW규모 이상일 경우 경제성을 갖는다.

2) 운전의 신뢰성(상업규모 플랜트에서의 운전실적)

공정 자체의 평가기준 가운데 탄소전환율 및 냉가스 효율이 분명히 중요하지만, 그 플랜트가 과연 경제성을 갖는가에 대해서는 플랜트의 효율보다도 그 플랜트 자체가 확실하게 작동이 되는가가 관건이다. 즉 플랜트 운전의 신뢰성이 높아야 한다는 점으로 높은 신뢰성은 이론적인 공정해석보다도 오히려 그 공정을 이용한 상업규모 플랜트에서의 운전실적에 대한 유무가 중요하다. IGCC 플랜트는 고가의 플랜트이기 때문에 가동율을 높이지 않으면 경제성은 없다.

3) 플랜트의 설비비

IGCC 플랜트는 다른 공정에 비해 고가이므로 제품의 원가 중에 차지하는 고정비 비율이 높다. 앞의 운전의 신뢰성 측면에서 살펴본 바와 같이, 플랜트가 순조롭게 운전되어 계획한 제품이 만들어져 나오는 것이, 그 경제성을 위해서는 매우 중요하다. 그와 동시에 그 플랜트의 설비비를 가능한 줄이는 것이 바람직하다. 플랜트 비용이 싸다는 것은 감가상각비, 금리, 고정자산세 등의 고정비가 상대적으로 적어진다는 것을 의미하며 이는 결국 경제성을 높이는 결과가 된다.

4) 높은 효율

효율이 높다는 것, 즉 주 원료인 석탄의 사용량이 적다는 것을 의미하는데, 이것이 가스화 공정의 우열을 판단하는 중요한 기준이다. 또한 전 세계적인 석탄 플랜트의 효율 상승으로 석탄의 사용량이 줄어들면 장기적으로 석탄가격 하락으로 이어져 경제성을 보다 높일 수도 있을 것이다.

5) 적용가능 탄종

플랜트를 건설할 경우에는 그 사용탄으로써 1~2종류의 탄종을 정해 플랜트의 기본설계를 세우는 것이 보통인데, 한번 플랜트가 완성되어 그 설계탄으로 시운전을 하고, 그 후에는 가능한 한 값싼 석탄을 구입하여 사용하는 것이 경제적이다. 이를 위해서는 적용가능 탄종이 많을수록 플랜트로서는 유연성을 갖게 되어 바람직하다.

나. 경제성 갖기 위한 조건

IGCC 경제성을 갖기 위해서는 발전원가를 고정비, 원료비, 운전보전비로 세분해 볼 때, 원료비 간의 차이와 고정비+운전보전비 간의 차이의 비교가 경제성 평가에 1차적인 자료를 제공해준다. 즉 (석탄가격-타연료가격)×규모 > (고정비+운전보전비)차이×규모 일 경우 석탄은 경쟁력을 갖게 된다. 특히 국가에서 보조금을 지급한다면, 경제성 확보가 보다 수월해질 것이다.

발전의 경우 원가는 원료비보다는 고정비에 크게 좌우된다. IGCC 발전소는 기존 발전방식과 비교 시 저급 연료를 사용할 수 있고 효율이 높은 기술이기 때문에 원료비 측면에서는 경쟁력을 갖추고 있다. 태안 300MW급 IGCC 건설 경험 및 운전 경험을 통해 비슷한 발전소가 설계된다면 시스템의 추가적인 단순화 및 장비 구입가의 절감 특히, 복합발전 터빈부분의 가격 하락에 힘입어 건설단가는 낮아질 것으로 예상된다.

6. 결 론

현재 석유값의 하락과 새로운 신에너지원인 셰일가스의 개발이 IGCC개발 동력을 감소시키고 있지만 앞으로

고유가 시기의 도래 및 기후 변화 체제에 대응하기 위해서는 청정석탄 활용기술 특히 IGCC기술 개발은 계속적으로 이루어져야 된다.

앞에서 살펴본 바와 같이 IGCC는 에너지 선진국에서 이미 30년전에 개발된 기술로, 자원 수입국인 국내의 경우 10여년의 연구개발을 통해, 현재 300MW급 IGCC플랜트가 건설 운영되고 있다. 이 IGCC 플랜트의 실증 실험 및 공정의 안정성이 확보되면 한국형 IGCC의 출현도 예상된다. 이를 위해 정부의 적극적인 지원이 요구된다.

한편 정부의 지원체계는 태양광등 재생에너지와 같은 범주로 이루어지는데, 신에너지와 재생에너지는 발전설비 및 규모 등이 매우 상이한 점을 고려하면 이를 한 가지 법률 및 지원체제로 일괄적으로 지원 또는 규제하는 것은 서로 간섭현상이 발생한다. 따라서 법률 체계를 「신에너지에 관한 개발 및 이용 보급 촉진법과 재생에너지 개발 및 이용 보급 촉진법」으로 구분해 별도의 법체계에서 다루는 것이 바람직하다.

이런 법률 개정에 의거 IEA와 한국 정부 간의 통계의 불합치를 해소하고 국제적 기준에 맞는 에너지 통계의 수립이 가능할 것으로 여겨지며, 또한 화석연료에 기인한 비재생 폐기물에너지 및 IGCC와 같은 열적전환에 의한 에너지원에 대한 통계의 분리는 국가 통계의 신뢰성을 높이고, 정책의 왜곡 현상의 해소 및 효과적인 지원정책을 위해 필요하다.

현재 신재생에너지 보상체계인 REC의 경우 IGCC 발전소가 가동될 때 일시적으로 REC 값을 왜곡시킬 가능성이 있으므로, 이에 따른 REC값 조정 및 Cap으로 규제하는 방법 등이 고려될 수 있다. 또한 판매제한은 REC가격 왜곡을 방지하기 위해 제한을 둔 것이므로, 일정규모만 판매가능하게 하면 가능할 것으로 여겨되는데, 발전소 건설에 7년이 소요되므로 장기적인 과제로 지속적인 연구가 필요하다.



참고문헌

Consultancy Service Ltd., 2000, England

〈국내 문헌〉

녹색기술센터, “2014년도 녹색기술 심층분석,” 2014.12
산업자원통상부, “제8차 전력수급기본계획,” 2017.12.29
에너지공학, “석탄가스화 기술의 최신 개발 동향 및 상업화
현황,” 제24권제3호(2015), pp.150~163, 2015
에너지기후변화학회지, “중국 석탄이용 합성연료 생산
산업 현황,” 제10권 1호, pp. 52~67, 2015.8
법제처, “신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉
진법,” 법규, 시행령, 시행규칙
한국에너지기술평가원, “2013 에너지기술 비전로드맵,
” 2013.12
한국에너지공단, “2016신·재생에너지 백서,” 발간등
록번호 11-1410000-001321-11, 2016.10
_____, “2015년 신재생에너지보급 통계,”
2016.11
_____, “2016 신재생에너지의 이해,” 2016.12
한국수출입은행, “발전플랜트 산업 전망 및 국내기업
경쟁력,” 2015.12
한국전력공사, “한국전력통계,” 제87호(2017년), 2018.6

〈웹사이트〉

<http://juniper.co.uk/waste>
<http://www.gasification.org>
<http://www.index.go.kr>
<http://www.kma.go.kr>
<http://www.kpx.or.kr>

〈해외 문헌〉

“An Overview of Coal based Integrated Gasification
Combined Cycle (IGCC) Technology,” MIT
Report No: LFEE 2005-002 WP, 2005.9
“State of the Gasification Industry: Worldwide
Gasification Database 2014 Update,” Gasifi-
cation Technologies Conference, Washington,
DC, October 29, 2014
Pyrolysis & Gasification of Waste: a Worldwide
Technology & Business Review, Juniper