

II. 국내 기술수준 및 기술동향 분석

1. 기술수준

가. 기술수준 설문조사(전문가 100인 이상 실시)

나. 세부 요소 기술별 기술 수준

석탄액화의 세부 요소기술은 크게 석탄의 용매에 의한 용해, 수소화 분해, 생성물의 분리 및 upgrading으로 나눌 수 있다. 이러한 세부 요소기술을 위해서는 고온·고압의 반응기설계 기술 및 생성물 분리 및 upgrading 기술이 충족되어야 하나 현재 국내의 기술 수준은 해외의 수준에 비해 크게 뒤떨어지고 있다. 1990년대에 석탄직접액화연구가 일부 수행되어 왔으나 모두 lab 스케일의 연구였으며 대규모 플랜트에 대한 연구는 진행되지 않았다. 이러한 결과는 지난 20년간 수억 불을 투입하여 자체 석탄직접액화 기술을 보유하게 된 미국이나 일본에 비해 그 기술력이 매우 뒤쳐지는 결과를 초래하였다.

다. 선진국 대비 기술수준

국내에서는 1960년대 서울대학교 화공과에서 Fischer-Tropsch법에 관한 연구를 수행한 적이 있으며, 2차에 거친 석유파동을 겪고 난 후 석유자원의 전량을 수입하는 상태에서 에너지수급을 위한 대체방법을 모색하게 되었다. 따라서 대체에너지개발방안의 일환으로 석탄액화연구의 필요성을 인식하게 되었으며, 1986년에서 1995년까지 한국에너지기술연구원을 중심으로 석탄직접액화에 대한 타당성 및 실용화 개발에 관한 연구가 이루어졌다. 특히 정부에서는 1987년 대체에너지개발촉진법을 제정, 국내 에너지 소비량의 3%를 대체에너지로 충당한다는 장기목표를 수립하고 이를 위하여 1988년부터 대체에너지개발연구를 범국가적으로 지원하고 있다. 이러한 지원의 일환으로 석탄액화연구가 한국과학기술원, 광운대학교

등에서 행하여져 왔다.

현재까지 국내에서 액화연구는 매우 초보적 단계로 실험실적 batch test 정도 규모에서 기초연구가 주로 수행되고 있다. 이러한 상태에서 우선 선진기술습득은 물론, 우선 외국 유연탄을 사용하여 액화기술 향상을 도모해야 할 것이다. 이에 따라 pilot plant 건설 및 시험가동이 이루어진 후 충분한 기술과 함께 국내 무연탄 액화의 길을 모색하여야 할 것이다.

미국을 비롯한 선진국에서는 석탄액화기술개발이 이미 완료되어 대규모 시험조업도 완료된 상태이며 현재, 중국등에 대규모 석탄직접액화 플랜트를 건설하고 가동을 앞두고 있다. 특히 최근 중동사태에 따른 유가상승은 빠른 석탄액화의 실용화를 예고하고 있다. 석탄액화는 현재 가장 실용화가 유력시되는 대체에너지의 하나로서 원료구득이 용이하며, 기존 연료시설의 개선이 어렵지 않고 그 양이 풍부하다.

그러나 국내에는 이에 대한 기술이 매우 취약하여 이제 기초연구단계를 벗어나지 못하고 있다. 특히 석유를 전적으로 수입에 의존하는 상태에서 대체에너지개발의 일환으로 석탄액화연구에 대한 지원이 이루어지고 있으나 미약하다. 따라서 국내 에너지의 안정적 공급 및 지속적 경제발전을 도모하기 위하여 석탄액화기술개발은 필수적이므로 빠른 기술개발 및 선진기술습득과 함께 pilot plant건설에 의한 시험가동이 요구된다. 석탄액화기술의 선진국과의 비교는 다음의 표 1과 같다.

표 1. 석탄액화기술의 선진국과의 비교

| 주요 기술 사항 | 선진 기관 및 수준 | 국내 |
|------------------|------------|----|
| 석탄 전처리 기술 | 100 | 60 |
| 축매 제조 기술 | 100 | 50 |
| 반응기 설계 기술 | 100 | 30 |
| 생성물 분리 기술 | 100 | 50 |
| 생성물 upgrading 기술 | 100 | 50 |

2. 현재 기술개발 및 산업체 동향, SWOT 분석

가. 기술개발 동향

1960년대에 들어서 석탄의 액화반응기구가 규명되기 시작하면서 보다 경제적이고 완화된 반응조건하에서 석탄액화유의 제조가 가능해졌으며, 두 차례에 걸친 석유파동 이후 석탄액화의 관심이 매우 높아졌다. 이에 우리나라에서도 석탄액화에 대한 연구가 활발히 이루어졌으나, 원유의 원활한 공급 및 원유가격의 하락에 의한 석탄액화 비용의 상대적 상승 등의 요인으로 인하여 석탄의 직접액화기술은 미국정부의 의해 간신히 명맥을 이어왔다. 국내에서도 1990년대에 한국에너지기술연구원을 중심으로 석탄 직접액화분야기술개발에 대한 연구가 진행되었으며, 광운대학교의 석탄과 페타이어 및 폐플라스틱의 공동직접액화연구에 관한 연구가 수행되었다. 하지만 상용플랜트의 수만 bpd (barrel per day)에 비하면 국내 반응기 규모는 1bpd 이하의 규모이다.

이와 같이 국내의 석탄직접액화 기술은 미미한 실정이며 단기간에 독자적인 석탄직접액화 기술을 보유할 수 없다는 점을 고려하여 turn key 방식의 석탄직접액화 프로젝트가 도입되어야 할 것이다.

나. 산업체 동향

최근 중국의 세계최초의 석탄직접액화 상용화 플랜트건설의 영향으로 국내에서도 석탄직접액화 플랜트에 대한 관심이 높아지고 있다. 이러한 영향으로 2007년에 들어서 에너지 전문기업인 케너텍이 인도네시아 석탄 액화사업권을 획득했다. 이 사업이 본격화하면 연간 3300만배럴 규모 석유를 추출할 수 있게 돼 우리나라 에너지 자원 확보에 새로운 장이 열릴 전망이다. 산업자원부와 케너텍은 인도네시아 에너지그룹인 느안사그룹과 공동으로 직접석탄액화 (direct coal liquefaction, DCL) 사업을 추진하기로 하는 양해각서 (memorandum of understanding, MOU)를 체결하였다. 이 사업은 인도네시아 칼리만탄 지역에서 생산되는 저칼로리 석탄을

석유로 전환하는 대규모 프로젝트다. 양측은 앞으로 1년 동안 사업타당성을 검토하고 2012년까지 하루 10만배럴 규모 석유생산 체제를 갖출 계획이며, 이는 연간으로 단순 환산했을 때 생산 규모는 3300만배럴이며 배럴당 70달러를 감안하면 연간 23억달러를 웃돈다. 양측은 이를 위해 1단계로 2011년까지 12억달러를 투자하고, 2012년까지 모두 55억달러를 투입할 예정이다.

이에 앞서 양측은 동부 칼리만탄 지역에 석탄수송용 철도 (350km)와 물류터미널 등 인프라스트럭처 건설을 위한 MOU를 체결했다. 이 MOU에는 포스코건설, 케너텍, 느안사그룹 등 사업주체는 물론 동부 칼리만탄 주정부와 인도네시아 철도공사 측 대표도 공동으로 참여하기로 서명하였으며, 이 건설사업은 2009년까지 모두 13억달러가 소요되며, 케너텍은 건설대가로 이 지역 석탄개발사업권을 얻어냈다.

산자부는 이번 사업은 물론 40여 개 협력사업을 위해 국내 80개 기관과 기업 관계자 190명으로 구성된 경제사절단을 인도네시아에 보냈다. 경제사절단은 40억달러 규모 인도네시아 최초 원자력발전소 건설 등 모두 170억달러가 넘는 40여 개 협력사업에 대한 협의를 시작했다.

한국석유공사 SK 등도 인도네시아 국영석유사인 페르타미나 (Pertamina) 와 석유개발 협력관계 구축을 위한 양해각서를 체결할 예정이다.

다. SWOT 분석

국내에서 석탄직접액화공정을 시도할 때 장점으로는 수준 높은 기반기술이라고 할 수 있다. 비록 직접액화의 핵심인 액화 반응공정에 대한 기술은 보유하지 못하고 있으나 관련 산업에서의 engineering 기술이 강하므로 선진기술을 catch-up 하는데 어려움이 없으며 주변기술은 자체 해결이 가능하다.

그러나 국내에는 직접액화에 적합한 탄종이 존재하지 않는 단점이 있다. 석탄의 직접액화를 위해서는 역청탄 또는 아역청탄등 비교적 저급탄이 요구되나 국내에는 그러한 유연탄은 없고 무연탄만이 존재한다. 물론 국내 무연탄은 석탄의 간접액화시 사용될 수 있으나 회분함량이 10~40

%로 너무 많아 그 제거를 위한 전처리 비용이 과다하게 소모된다. 따라서 국내에서 석탄의 직접액화시 원료탄은 모두 수입해야하는 단점이 있다. 또한 현재 국내 기술수준을 감안시 핵심 액화반응 공정기술 및 촉매를 수입해야할 상황이다.

2차대전이후 석탄의 직접액화 실용화 plant는 가동되어진 적이 없으며 중국에서 처음으로 2008년 가동을 목표로 건설공사가 진행 중이다. 최근 상승하는 원유가를 감안 시 중국의 시도는 우리에게 기술의 리스크를 최소화 할 수 있는 커다란 기회이다. 현재 중국에 기술을 제공하는 HTI등 선진국의 액화기술 보유회사들은 추가 액화공장들을 계획하고 있으며 기술이전비용이 더 이상 상승하기 전에 빠른 접촉이 요구된다.

이미 석유매장의 유한성과 유가상승이 국내에 미친 경제적, 정책적 부담은 국가의 안정적 발전에 큰 저해 요인이 되어왔다. 이제 석탄액화에 의한 안정적이고 저가인 에너지 확보가 이루어지지 못한 경우, 계속 석유의존에서 벗어나기 어려우며 국가 발전에도 큰 위협이 될 것이다.

3. 국내 산업의 현황 및 타 산업과의 연관성

가. 산업의 현황

우리나라는 하루에 약 24만 배럴의 원유를 수입하여 사용한다. (연간 8억 9천만 배럴) 2006년 수송 연료로는 하루에 72만 배럴이 휘발유, 경유 및 제트유로 사용되고 있다. (연간 약 2억 6천만 배럴) (표 2)

우리나라는 최소한 하루에 30만 배럴 (연간 약 1억 1천만 배럴, 국내 수요의 15%)의 합성 석유를 확보해야 외부의 석유 공급 부족이나, 초고유가에 대응할 수 있을 것이다. 즉, 수송 연료의 절반에 해당하는 연료를 국내에서 제조 하면 석유 수입이 전면 중단 되어도 공공 교통 수단과 군사 용도의 수송 연료는 최소한 확보 될 것이다. 또한 석탄 합성 석유는 배럴당 50달러 이하로 제조가 가능하므로 상당한 무역 수지 적자 (유가가 60달러/배럴이면 매년 1조 1천억원) 을 줄일 수 있다. 석탄 합성 석유 1일 30만 배럴 공장의 국내 건설 시장은 15 조원으로 예측 된다.

표 2. 대한민국 석유류 사용 현황 (2006년, 산업 자원부, 1000 배럴)

| | 최종 사용량 | 수송 | 산업 | 주거/상업 | 공공, 기타 |
|-------|-----------|---------|---------|--------|--------|
| 총 사용량 | 763,842 | 261,377 | 395,910 | 71,256 | 35,299 |
| 휘발유 | 59,945 | 57,408 | 1,924 | 111 | 502 |
| 케로신 | 31,596 | 187 | 5,649 | 44,777 | 1,354 |
| 디젤 | 142,682 | 112,771 | 18,499 | 7,526 | 3,886 |
| 항공유 | 93,526 | 44,275 | 22,725 | 25,268 | 1,258 |
| LPG | 25,231 | 40,593 | 18,515 | 28,650 | 172 |
| 납사 | 286,128 | - | 286,106 | 22 | - |
| 중질유 | 124,734 | 25,011 | 62,184 | 12,603 | - |

나. 타 산업과의 연관성

석탄의 직접액화와 가장 관련이 깊은 산업으로는 정유업체라고 할 수 있다. 특히 hydro-cracking 종류의 관련공정이 많이 채용되므로 정유업체의 연관성은 무시할 수 없다. 또한, 대규모로 유연탄을 수입하는 한전 및 POSCO등 철강회사도 본 액화산업과 직접적 관련이 있다고 할 수 있다.

다. 기술인력 확보 및 수급현황

없음