

重質油에서 代替天然가스 제조

—FBH프로세스의 開發—

—大韓石油協會 企劃部 調査課—

英國가스公社(British Gas Co.)는 重質油에서 SNG(代替천연가스)를 제조해 내는 새로운 技術을 개발하고 있다. FBH프로세스(Fluidised Bed Hydrogenation Process: 流動水添가사화프로세스)로 불리우는 이 제조법은 英國BGC社가 기본적인 理論體系를 정립한 후, 日本의 大阪가스社와 공동으로 實用化를 위한 3년간의 연구를 거친 결과, 殘渣油로부터 가스를 생산하는 實際데이터化가 완결되기에 이르렀다. 85년초에 발표된 그 내용은 다음과 같다.

1. 프로세스 概要

FBH 프로세스는 원유, 상압잔사유, 감압잔사유 등의 원료유를 고온·고압하에서 코크스粒자를 熱媒體로 하는 流動層反應器에 의해 水添分解함으로써 메탄, 에탄이 풍부한 高發熱量가스와 BTX등의 液狀製品을 제조하는 공정이다. 여기서 생성되는 殘渣物은 코크스粒子和 함께 系外로 뽑아내게 된다.

2. 開發經過

원래는 原油의 가사화를 목적으로 BGC社가 1960년대에 개발하기 시작하였다. 그후 1967년부터 大阪가스社에 하루 13万Nm³ 처리능력의 準商業的 플랜트를 건설하여 Murban原油(U. A. E)등을 원료유로 사용, 40일간의 연속운전을 포함한 9회의 시

험운전을 실시했다. 그러나 1973년말의 석유파동으로 原油價格이 급상승하고 大阪가스社는 LNG의 도입을 결정, 英國도 北海지역의 天然가스를 개발하게 됨으로써 이러한 FBH프로세스에 의한 代替天然가스의 개발은 한동안 침체되었다.

그러나 70년대 중반에 다시 BGC社와 大阪가스社는 그 필요성을 인식하고 이번에는 重質油를 원료유로 하는 FBH프로세스를 개발키로 결정하였다. 兩社는 EEC에서 연구보조금을 얻는 한편 大阪가스가 400万 파운드를 투입하는 등 총액 900万파운드인 1981년부터 공동개발에 착수, 84년 4월에 필요한 테스트를 모두 완료한 것이다.

3. 開發內容

〈파일럿 플랜트 테스트〉

Pilot Plant(실험설비)는 外經 10인치의 二重管型 反應器로서 원료유는 常壓잔사유, 減壓잔사유

〈表 - 1〉 파일럿 플랜트 테스트 結果

區 分	原 油	常壓殘油	減壓殘油
Oil/H ₂ 比 (igal/1,000scf)	3.0	3.0	2.7
Carbon Gas化率 (wt. %)	75.0	65.0	62.5
液 收 率 (wt. %)	24.6	30.3	27.7
코크스收率 (wt. %)	0.4	4.7	9.8
가스發熱量 (BTU/scf)	695	685	652

註: 반응조건: 온도 760°C, 압력 750 lb/in²

를 사용하고 각종 가스化 조건하에서 성능테스트를 실시했다. 그 실험결과와 한 예는 <表-1>과 같다.

상압잔사유로는 카본가스化率이 65%이었는데 그것은 반응온도, 압력상승 및 Oil/H₂比 감소에 따라 약간 증가하는 경향을 보인다. 熱媒體인 코크스는 운전진행중에 粒徑(입자의 직경)이 커지므로 입자의 순환을 알맞게 하기 위해서는 코크스粒子的의 크기를 적절한 수준으로 유지해 주는 것이 필요하다. 때문에 적절한 量의 Seed Cokes를 첨가함으로써 粒徑의 크기를 억제하는 테스트로 Simulation 모델을 마련, 코크스粒子 크기의 조절기술을 확립했다. 다음의 중요과제는 고온고압인 生成가스가 갖는 熱에너지를 카본閉塞 등의 문제를 일으키지 않고서 反應器로 부터 회수하는 것이었다. 이 과제는, 구엔치 보일러를 설치하여 高壓스팀을 회수하는

<表-2> 流動層內 상황의 計測法

計測法	測定原理	測定項目
Gas Tracer	窒素 및 코크스 粒子로 채워져 있는 反應器內에 메탄을 Tracer로 注入하여 특수 Probe로 메탄 농도의 응답을 측정함.	○에틸렌가스流速 ○氣泡流速 ○가스軌蹟
Electro Resistive Probe	窒素와 코크스粒子的의 전기 저항이 다름을 이용하여 氣泡의 통과를 檢知한다.	○氣泡頻度 ○氣泡流速 ○氣泡形狀
Acoustic Probe	코크스 粒子가 流動하여 Probe에 닿아서 발생한 音을 전기신호로 교환하여 측정함.	○粒子流速 ○粒子流速分布
D. P Cell	流動層의 差壓을 측정한다.	○유동압력손실 ○벤드높이
Thermocouple	유동층내의 온도를 측정한다.	○온도분포
TV	반응기의 벽과 꼭대기에 TV 카메라를 설치.	○입자속도 ○기포성상
Radio Pill	작은 發信器를 내장하여 코크스粒子和 같은 밀도를 갖는 Radio pill을 유동층내에 넣어 外部에서 受信器로 檢出한다.	○입자속도

엔지니어링에 필요한 데이터를 구함으로써 總熱效率을 약 5% 향상시킬 수 있는 전망을 찾아 냈다.

또한 反應器 내부는 고온(750℃) 고유황(H₂S 1%)이어서 腐食가능성이 높았다. 부식을 막는 耐食性 素材를 개발하기 위해 각종재료의 부식 테스트를 코크스 및 가스空間部에서 실시했다. 그 결과 加工容易性은 물론 코스트를 포함한 종합평가를 거쳐 적어도 1년간은 사용할 수 있는 여러가지 素材를 찾아냈다.

<大型流動層 모델 플랜트 테스트>

大型流動層에 대한 기초설계 데이터를 얻기 위해 外徑 1.5m, 높이 13.7m의 大型流動層 모델 플랜트를 설치했다. 이 장치의 流動用가스에는 窒素를 사용, 실제운전에서 的 가스粘度 및 密度 등의 특성을 일치시키기 위해 온도는 400℃, 압력은 300 psig까지 상승시킬 수 있도록 설계했다.

流動層內에는 <表-2>에서 보듯이 7가지 計測法으로 상황을 측정함으로써 층내유동상황, 체류시간, 입자의 순환, 가스의 혼합 및 입자의 혼합, 입자의 飛散 등에 대해 알게 되었다. 또한 유동층에 관한 비슷한 모델을 제작하여 실험결과와 합치되는 모델化에 성공하였으며 大型流動層의 상황을 파악할 수 있게 되었다.

4. FBH프로세스의 經濟性

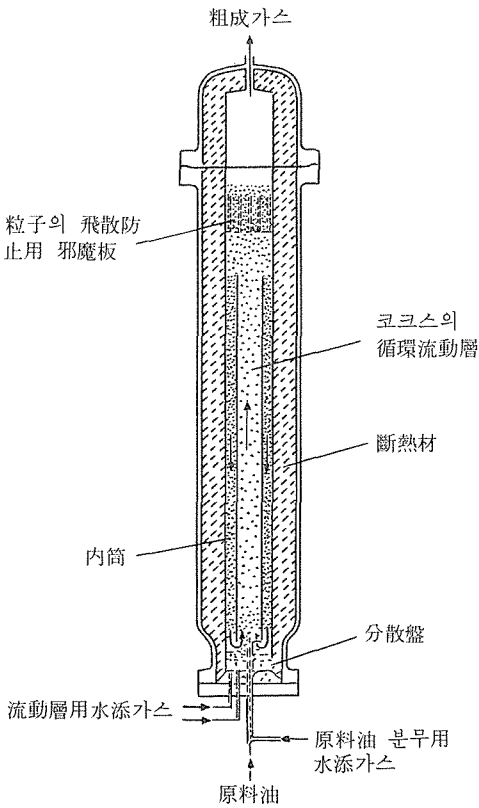
FBH프로세스로 代替天然가스를 제조하는 것은 기존기술인 정제공정과 深冷분리공정 및 부분연소공정을 조합시켜야 가능하다. 이러한 제조體系 프로그램은 <그림-2>와 같으며, 상압잔사유를 사용

<表-3> FBH 프로세스 베이스의 SNG

● 原料	常壓殘渣油 프로판(熱調用)	53,278kg/H 2,982kg/H
● 副產物	BTX 硫黃	7,072kg/H 2,054kg/H
● 用役	燃料(13A가스) 工水 排水	6,629Nm ³ /H 263T/H 36T/H

註 : SNG : 100萬Nm³/d(11,000Kcal/Nm³)

〈그림-1〉 流動層 反應器의 概略圖



한 하루 처리능력 100萬Nm³ (11,000Kcal/Nm³)의 代替天然가스를 제조하는 경우의 諸元은 (表-3)과 같다.

이 體系에서는 FBH프로세스에서 생성되는 BTX는 부산물을 평가하고 나프타린이나 타르 및 코크스는 부분연소공정의 원료로서 평가했다. 그리고 열효율은 80% 이상이 되며, 기존기술인 重質油의 부분연소-메탄화 프로세스와 비교하면 약 6~7% 높은 효율로 되는 것이 분명해졌다.

플랜트 建設費도 부분연소-메탄화 프로세스와 비교하면 동등하며, 增熱用 LPG도 소량이므로 代替天然가스(SNG) 코스트로서는 20~30% 절감 가능하다.

현재의 에너지정세로는 英國 BGC社 및 日本의 大阪가스社에서도 당장은 중질유를 원료로 하는 SNG의 필요성은 없다고 본다. 그러나 兩社 공동개발의 결과, 상업적 규모의 FBH프로세스를 기본으로 하는 SNG플랜트 設計가 가능하게 되었으므로, 장차 SNG를 제조할 때에는 이 프로세스가 가장 유력할 것이다. * (Japan Energy & Technology Intelligence 최근호에서)

〈그림-2〉 FBH 프로세스에서의 SNG 製造체계

