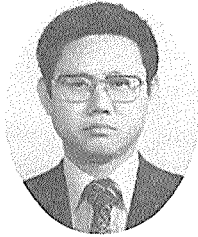


크래킹設施의 必要性



鄭 秀 玉

(動力資源部 生産流通課·化工技佐)

1. 수요 예측.

國內 에너지중 石油類의 向後 消費構造는 輕質溜分의 수요는 점차 增加될 것이고, 重質溜分의 수요는 減少될 전망이다.

구체적으로 설명하면, 政府의 脫石油政策 및 에너지原의 多邊化시책에 따라 發電 및 産業部門에서 用연료를 벵커-C油 등 重質油에서 유연탄, LNG 및 原子力으로 代替하기 때문에 重質油의 수요는 점차 減少될 전망이며, 輸送부문 및 石油化學分野에서 的 輕質油 수요는 漸進적으로 增加될 전망이다.

이러한 수요의 構造변화에 대처하는 탄력적인 物量調整供給은 現行 國內 精油設施의 시스템 및 이 시스템에 맞추어 導入되는 原油의 油種으로는 곤란한 실정이다.

〈表-1〉 溜分別 過不足 豫想

(單位: 千B/D)

区分		年度	'82	'83	'84	'85	'86
中·輕質溜分	需要		255	282	284	311	330
	供給		255	282	284	302	308
	過不足		0	0	0	△9	△22
重溜分	需要		293	294	240	202	184
	供給		275	275	275	275	275
	過不足		△18	△19	35	73	91

그러면 어떠한 방법으로 重質油와 輕質油의 過不足現狀을 打開할 것인가?

그 한 方法이 크래킹(Cracking) 設施의 設置이다.

2. 크래킹設施과 그 경제성.

크래킹(Cracking)이란 벵커-C油와 같은 高沸點이고 分子量이 큰 炭化水素를 휘발유, LPG, 나프타, 燈油, 輕油 등과 같은 分子量이 작은 低沸點의 炭化水素로 轉換하는, 즉 分解하는 것이다. 이러한 크래킹 設施을 設置하는데는 工程의 종류에 따라 約간의 차이는 있겠지만, 一般的인 精油設施의 建設비보다 約2倍 정도의 建設費가 소요된다. 그래서 크래킹시설을 設置하는 데에는 철저한 經濟성 검토가 우선되어야 한다.

그러면 어떤 條件하에서 크래킹시설을 설치해야 經濟성이 있는가?

첫째, 使用하는 原料油(Feed)의 가격이 저렴해야 한다.

原料油는 벵커-C油 및 아스팔트와 같은 減價精製 찌꺼기가 使用되는데, 高價의 輕質原油를 精製하여 生産되는 벵커-C油나 찌꺼기油보다 低價의 重質原油를 精製하여 生産되는 벵커-C油나 찌꺼기油를 使用해야 經濟성이 있다. 또한 重質原油를 使用함으로써 原油費面에서 節減效果

가 기대된다. 그러나 금속함량 및 유황분이 너무 많은 重質原油만을 使用할 경우에는 장치부식등의 여러 가지 기술적 문제가 있어, 금속함량 및 유황분이 많은 重質原油과 金屬함량과 유황분이 적은 중질원유를 적절히 混合하여 使用함이 바람직 할 것이다.

참고로 현재 國內 導入原油의 平均價格과 重質原油 導入價格을 비교하여 보면 下記와 같다.

重質原油 도입가격 국내도입평균가격

Maya 원유 A/H원유

F.O.B	\$25.00/BBL	\$31.00/BBL	\$32.77/BBL
運賃	\$1.00/BBL	\$1.46/BBL	\$1.46/BBL
C&F	\$26.00/BBL	\$32.46/BBL	\$34.23/BBL

둘째, 크래킹시설에는 여러 종류의 工程이 있으며, 그 중에서 수요의 형태에 적당한 효율적인 工程을 선택하는 것이 중요하다. 이는 각 工程의 特性에 따라서 生産되는 油分の 構成이다

르고, 生産經費(Operation Cost)가 다르기 때문이다.

3. 크래킹方法과 種類

크래킹方法을 크게 나누면 原油를 高溫 加壓下에서 分解하는 熱分解法(Thermal Cracking Process)과 触媒를 使用하여 分解하는 接觸分解法(Catalytic Cracking Process)의 두가지로 나눌수 있다.

熱分解方法은 1912년 Burton의 연구에 의해서 Standard Oil社에서 熱分解裝置를 建設한 것으로부터 시작되었다. 그후 Jenkis, Holmes, Monley, Dubbs, Cross, Tube & Tank法등을 거쳐 現在에 이르고 있으나, 熱分解法에 의해서 生産된 제품은 安定性이 좋지 못하고, 악취가 나며, 生産된 가솔린은 옥탄價가 낮은 이유 등으로 점차 接觸분해법으로 바뀌고 있으나, 金屬함량 및 유황분이 매우 많은 重質油를 原料로

〈表2〉 크래킹設施의 種類 및 所要資金 推定

크래킹 設施의 種類	工程의 特性	單位容量當 所要資金	建設 期間
Thermal Cracking 1) Visbreaking	1) 高粘度 重質油를 熱分解함으로써 粘度를 낮추는 工程 2) 非 脫黃 工程	약 \$ 556/BBL	약 1년 6개월
2) Delayed Coking	1) 아스팔트와 비슷한 溜分을 高溫에서 熱分解하여 輕質油(LPG, 나프타, 燈油, 輕油)와 coke를 생산하는 工程임. 2) 原油의 質에 따라 coke는 製鐵用으로 生産可能	약 \$ 3,000/BBL	약 1년 6個月
3) Flexicoking	1) 아스팔트와 비슷한 溜分을 高溫에서 熱分解 하여 주로 가스 및 輕質油를 얻는 工程 2) Coke가 분말 狀態로 되어 輸送取扱이 容易함	약 \$ 3,800/BBL	약 2 年
Catalytic Cracking 1) Hydro-Catalytic-Cracking	1) B/C와 같은 重質油를 특히 燈油, 輕油등의 中質油로 轉換하는 工程임. 2) 이 경우 燈, 輕油는 低硫黃 燃料油로 됨(燈油 : 0.013%) 輕油 : 0.3%)	약 \$ 4,600/BBL (水素發生 裝置 包含)	약 2 年
2) Fluid Catalytic-Cracking	1) 벵커-C油와 같은 重質油를 특히 가솔린과 같은 輕質油를 轉換하는 工程 2) 高溫, 촉매에 依한 熱分解 工程임.	약 \$ 3,800/BBL	약 2 年

할 때는 熱分解法이 경제적이다.

接觸分解法은 觸媒를 使用하여 分解의 조건 즉 壓力과 溫度를 完化할 수 있으며, 觸媒의 種類 및 量에 따라 必要한 製品의 量을 制限된 범위內에서 調整할 수 있고, 옥탄價가 높고 냄새가 적은 가솔린을 높은 收率로 얻을 수가 있다. 접촉분해법에는 여러 方法이 있으며, 이 중 水素의 存在下에서 重質油를 分解하는 水添分解法 (Hydro-Cracking)이 가장 새로운 方法이다.

(1) 熱分解法 (Thermal Cracking Process)

가. Visbreaking Process

이 工程은 重質油를 原料로 하여 低粘度의 重油와 輕油를 제조하기 爲한 目的으로 하는 分解方法이다. 反應溫度는 約500°C 前後이고, 壓力은 12~15kg/cm² 정도에서 시행한다.

나. Coking Process

코킹法은 減壓蒸溜의 찌꺼기, 아스팔트溜分 등과 같은 重質油를 原料로 하여 코크스를 生成시키는 同時에 가스, 가솔린, 輕油등을 製造하는 것을 目的으로 하는 方法이다.

코킹法에는 Delayed Coking, Contact Coking, Fluid Coking 등 여러 方法이 있으며, 이들 工程의 分解溫度는 約 480~570°C이고, 壓力은 常壓내지 5kg/cm² 정도이다. 이 工程들은 운전할 때 너무 溫度를 높히거나 壓力을 낮게하면 과도한 分解가 일어나서 가와 나프타의 수율은 增加하나 다른 輕質油分의 收率은 減小된다.

(2) 接觸分解法 (Catalytic Cracking Process)

高沸點溜分을 觸媒의 存在下에 高溫에서 分解하여 低沸點溜分을 製造하는 方法이며, 특히, 重質油로 부터 높은 收率로 高옥탄價의 加솔린을 製造하기 爲해서 많이 使用한다. 接觸分解法에 使用하는 觸媒로는 Silica-Alumina系나 合成Zeolite와 같은 固體酸을 利用한다. 代表的인 方法으로는 TCC法 (Thermophor Catalytic Cracking Process)와 FCC法 (Fluid Ca-

talytic Cracking Process)등이 있다.

특히 水素化分解法 (Hydrocracking Process)이 개발되어, 찌기유등을 原料로 使用하여 輕油, 燈油, 加솔린, LPG등을 生産함과 동시에 脫黃을 할 수 있어서, 水素化分解法에 依해서 生産되는 경유는 黃分이 0.3%이하인 低硫黃燃料油로서 政府의 脫黃燃料油 供給政策에 附合되는 工程이라 하겠다. 크래킹工程에 對해서는 지면상 이만 생략하고, 각 工程의 特性, 單位當 建設所要資金 및 建設期間推定에 對해서 (표-2)를 참고하기 바란다.

〈表-3〉 外國의 크래킹施設現況

(單位: 千BPSD)

國名	精製施設能力	크래킹能力	比率(%)
美國	18,601	7,231	38.8
日本	6,195	432	7.0
西獨	3,248	272	8.4
濠洲	820	165	20

資料: Oil&Gas Journal Mar. 22, 1982 OGI Report

이와 같은 크래킹施設은 美國, 日本을 비롯한 先進國에서는 輕·重質油間의 需給不均衡을 막고, 原油供給의 円滑을 기하기 爲하여 오래전에 設置하였음에 比하여 때늦은 감이 있으나 우리 나라도 今年 7月12日字로 極東石油(株)에 6萬B/D의 增設과 同時에 3萬4千B/D 규모의 크래킹施設을 오는 85年末까지 設置하도록 許可한 바 있다. ((表-3)에서 外國의 크래킹施設現況을 참고바람)

4. 向後 國內의 크래킹推進方向

政府의 長期需要予測面에서 輕質溜分과 重質溜分의 需給差는 심화되기 때문에 오는 86년에 3萬B/D규모의 크래킹施設 1基가 必要되며, 88년에는 3萬5千B/D규모의 1基의 追加設置의 必要性이 있는 것으로 판단된다. 向後 設置될 크래킹施設은 가능한 한 기존 精油社의 精製施設의 증설과 併行하여 建設함이 建設費面에서 절감의 效果를 기대할 수가 있다. 그 理由는 精製施設의 建設과 병행하게 되면 총괄적인 設

計, 즉 Utility 및 Cracking Unit의 Down Stream 이 常壓測과 單一化되어 投資費와 管理費面 등에서 크래킹施設을 單獨設置할 때보다 約20~30%의 輕費가 절감될 것이 豫상된다.

現在 國內 精油施設의 하루 精製能力은 79萬 배럴이며, 이 중 油公의 1號機는 63년에 建設되어 그 후 67年度에 一部 Revamp되었으나, 稼動年數가 벌써 20여년이 되었다. 일반적으로 精油施設의 稼動年數를 平均 20~25年으로 推定하면(稅制上 Life time 8年), 油公의 1號機 5萬 5千B/D施設은 數年이내로 Scrap해야 할 것이며, Scrap後 새로운 精油施設을 建設時에는 水급상황을 고려하여 크래킹시설을 併行하여 設置함이 바람직할 것이다.

- 註: 1) 國內 精油 5社의 常壓蒸溜塔은 9基이며, 公칭 精製能力은 79萬 B/D임.
 2) 9基의 常壓蒸溜塔中 6基는 既히 Revamp한 바 있음.
 3) Revamp란 기존상압중류탑의 精製效率을 向上시키거나 一部 附帶施設을 補充하여 處理能力을 擴大하는 方法이다.
 4) 國內 精製施設現況에 對하여는(表-4)를 참고하기 바람.

5. 結論

크래킹施設을 設置하는 궁극적目的은 輕·重質油의 需給不均衡을 解消하기 爲한 方法이다.

需給不均衡의 한 原因은 石油製品간의 價格差異의 深化에 있는 경우도 있으므로 油價制度面에서도 적절한 對策있어야겠으나, 여기서는 油價管理에 對해서는 別論으로 한다.

크래킹施設을 設置함으로써 有利한 點은:

첫째, 國內의 잉여 벵커-C油를 輕質油로 轉換함으로써 彈力的인 需給調整을 기할 수 있다.

둘째, 크래킹施設에서 生産되는 輕油는 硫黃이 0.3% 以下의 低硫黃燃料油이므로, 政府가 推進하고 있는 脫硫黃油 供給目標은 輕油는 硫黃이 0.4%以下, 벵커-C油는 1.6%以下의 低硫黃연료유를 단계적으로 供給할 計劃이다.

벵커-C油를 크래킹하여 輕質油로 전환할 때에는 低硫黃輕質油의 生産이 용이하나, 벵커-C油를 直接脫黃時에는 막대한 投資費가 소요되어, 直接脫黃方法, 間接脫黃方法, 低硫黃原油의 精製 등의 方法들을 多角的인 面에서 고려해야 할 것이다.

〈表-4〉 國內 精製施設 現況

社別	施設別	精製能力	建設年度	Revamp	稼動年數	向後稼動 전망	Scrap	備考
				年 度			豫想年度	
油公	Unit 1	55(千B/D)	'63年12月	67年5月(60%)	19年	5年	'87~'88	稼動可能年數 20~25年
	Unit 2	110 "	'68年4月	'72年9月(80%)	14年	10年	'92~'93	
	Unit 3	115 "	'74年6月	'78年8月(90%)	8年	16年	'98~'99	
	小計	280(千B/D)	'63~'74	'67~'78	8~19	5~16		
湖油	Unit 1	100(千B/D)	'69年6月	'70年10月(67%)	13	8	'90~'91	
	Unit 2	130(千B/D)	'72年9月	'78年11月(115%)	10	16	'98~'99	
	Unit 3	150(千B/D)	'81年4月	-	1	19	-	
	小計	380(千B/D)	'69~'81					
京仁	Unit 1	60(千B/D)	'71年4月	'72年10月(20%)	11	10	'92~'93	
雙龍	Unit 2	60(千B/D)	'60年5月	-	2	8	-	
極東	Unit 3	10(千B/D)	'78年7月	-	4	16	'98~'99	
計	9	790(千B/D)			1~19	5~19		

셋째, 原油導入先의 多邊化를 기할 수 있다.
 世界的으로 輕質原油의 需要가 增加추세에 있어, 向後 重質原油과 輕質原油과의 需給이 不均衡이 될 것인바, 長期的이며 安定的인 輕質原油의 확보가 어려울 것인 반면에, 重質原油는 供給이 過剩狀態여서 導入이 용이할 것이다.
 이러한 상황을 고려하여 볼 때, 크래킹시설을

설치하면 低價인 여러種類의 重質原油를 導入하여 使用할 수 있으므로, 政府가 推進하고 있는 原油導入先의 多邊化를 期할 수 있을 것이다.

앞으로 政府는 油種間의 需給均衡에 적절히 対処하기 爲하여 國內의 各精油社로 하여금 自體의 크래킹設施을 설치하도록 推進할 것이다.*

◎ 海外石油産業動向 ◎

重質油分解施設에 적극 投資하고 있는 싱가포르精油業界

싱가포르의 主要石油会社들은 현재 石油製品市場에서 계속 競争力을 유지하기 위해 重質油分解施設 建設에 막대한 투자를 하고 있다. 一例로 로얄 더치 셸그룹의 싱가포르子会社인 Shell Eastern Petroleum은 燃料油를 보다 高價製品인 灯油나 輕油로 처리할 수 있는 分解施設을 2억달러를 投入, 건설하고 있다. Mobil Oil Singapore와 BP Singapore도 重質油分解施設을 하고 있다.

全世界의 石油製品需要는 계속 감소하고 있으며, 東南亞의 需要도 다소 줄기는 했으나, 싱가포르精油業界의 가동율은 거의 100%에 육박하고 있다. 현재 싱가포르精油業界의 문제점은 인도네시아, 말레이시아 및 泰國에 建設되고 있는 精油施設로 지적되고 있다.

싱가פור는 요즘 하루 약 1백만배럴의 原油를 정제하고 있다. 이 중 약30%~40%는 인도네시아와 말레이시아 國營石油会社로부터의 委託精製量이다. 싱가포르精油会社는 가공료를 받고 정제를 하는 반면 去來先인 外國의 國營석유회사는 原油를 供給하고 精製品를 판매한다.

나머지 石油製品는 주로 홍콩등 東南亞諸國에 수출되고 있으며, 싱가포르國內消費量은 總製品生産量의 극소량에 불과하다.

앞으로 새로운 精油工場들이 東南亞各국에서 건설되면 싱가포르의 委託精製業은 큰 타격을 받을 것이다. 현재 아세안會員國만도 現 싱가포르精製能力의 절반에 상당하는 새로운 精油工場의 建設을 확정하였으며, 투자를 늘릴 경우 이들의 新設시설은 싱가포르 正제능력의 3/4水準까지 늘어날 가능성도 있다.

따라서 싱가포르精油会社들은 原油處理量이 줄어드는 대신 重質油를 高價의 輕質製品으로 分解함으로써 收益性을 유지하려는 전략을 세우고 있다. 경질유 제품은 重油油에 比하여 代替에너지가 별로 없으므로 消費節約으로 인해 需要가 크게 줄지 않기 때문이다. 병저C油와 같은 重質油製品은 發電燃料를 석탄으로 代替함으로써 需要가 크게 떨어지고 있다.

싱가포르石油会社들은 重質油分解施設投資에 稅制上의 인센티브를 주도록 政府에 요청하고 있는 데, 이와 같은 對政府支援要請은 수년만에 처음인 일이다.

싱가포르經濟開發院(EDB)은 이러한 要請에 대하여 긍정적인 반응을 보이고 있다. 예를 들어 EDB는 Mobil Singapore社의 重質油分解施設에 대해 감가상각기간을 단축할 수 있도록 허가해 주었다.