

中國의 석유산업 (13)

VI. 중질유 처리

1. 중질유처리의 필요성

中國에서의 중질유에 대한 정제와 분해는 현재 심각하게 요구되고 있으나 이러한 요구는 더욱 커지게 될 것이다. 주된 요인은 다음과 같은 中國의 특수한 원유사정과 최근 급격한 경제성장에 따른 관련공업의 발전에 기인한다.

- ①中國에서 생산되고 있는 원유의 대부분은 중질유이다.
- ②향후 증산되는 원유는 현재 이상으로 중질원유가 많고, 유황분·질소분, 금속분 등의 불순물이 많다.
- ③공업발전에 따른 경질 석유제품에 대한 수요가 증가하고 있다.
- ④유통부문의 발전으로 경질수송용 연료유의 수요가 급증하고 있다.
- ⑤석유화학제품의 수요증가에 대응한 석유화학원료 공급능력 증강에 힘을 기울이고 있다.
- ⑥외화확보를 위하여 고품질 석유제품의 수출에 전력하고 있다.
- ⑦발전용연료로 석유에서 석탄으로 교체가 추진되고 있다.

中國에서 생산되고 있는 주요원유 가운데 전체물량의 80%이상을 차지하고 있는 大慶, 勝利, 遼河 등

3원유가 중질유로서 중국원유의 대부분이 중질유라는 특수성을 분명하게 보여주고 있다고 하겠다. 이에 반해 내륙서북지구와 화북지구의 일부에서 생산되고 있던 경질원유는 현재 감소경향을 보이고 있으며, 중국전체의 원유증산분 가운데 중질유가 차지하는 비율이 점점 증가하는 추세에 있다.

세계적으로 원유는 중질화경향을 보이고 있는데 그 가운데서도 중국의 원유는 잔유유분(殘油溜分)이 많다고 하는 점에서 미나즈, 두리 등의 인도네시아 원유와 마찬가지로 특별한 특성을 가지고 있다. 특히 최근 개발되고 있는 중질원유 가운데 초중질유의 생산비율이 점증하고 있는 것은 여하이 이들 중질유를 처리할 것인가가 기술적인 면에서도 향후 중요한 문제가 될 것이다.

中國정부가 결정한국가경제발전계획을 실현하기 위해서는 2000년의 국민총생산(GNP)은 1980년에 비해 약 4배가 되어야 한다(GNP 평균성장률이 7% 일 경우).

이 성장률에 따라 예측된 2000년의 주요석유제품에 대한 개략적인 수요를 <표4-16>에 표시한다.

이 수치는 석유제품에 대한 국가경제발전에서의 수요증가와 석탄·천연가스 그리고 기타 에너지자원의 생산증가량과의 관계를 토대로 산출됐다. 1988

〈표4-16〉 2000년의 석유제품의 수요예측

제 품 명	수요예측(100만톤)	연간평균증가율(%)
휘 발 유	34	5
등 유	6.5	4.5
경 유	46	5.5
석화원료경유	16.5	7.5
연 료 유	35	1.5

〈자료〉 표4-15와 동일

년부터 2000년까지의 휘발유, 등유, 경유등의 경질 석유제품의 수요신장율은 약 5.6%이고, 1988년의 5400만톤에서 2000년에는 약 2배인 1억300만톤에 달할 것으로 전망된다.

이 중에서 특히 수요신장율이 높은 것은 석유화학 원료용의 경유로써 7.5%의 신장세를 나타내고 있다. 이 석유화학용 경유의 높은 수요는 주로 에틸렌 생산의 급격한 증가 때문에 2000년의 에틸렌의 연간생산량은 350만톤을 넘어설 것으로 예상된다. 반면에 연료유의 수요신장률은 1.5%로 기타제품에 비교하여 상당히 낮은 수치이다. 현재 연료유의 대부분은 발전용으로 사용되고 있다. 결과적으로 2000년의 연료유수요는 350만톤 이하가 될 것으로 예측되고 있다.

이러한 석유제품의 수요증가에 대처하기 위하여 中國의 정유공장은 1억 7500만톤의 원유를 정제분해처리 할 필요가 있다. 또한 2000년의 석유제품의 수요를 충족시키기 위해서는 원유에 대해 63% 이상의 수율로 경질제품을 제조해야 한다.

2. 중질유처리 상황

中國의 원유처리설비능력 즉, 1차처리 설비능력은 1983년 1억200만톤에서 1988년 1억 1270만톤으로 점차 증가하고 있다. 한편, 2차처리설비능력은 1차처리설비능력에 대하여 1983년 34%에서 1988년에는 45%로 상승하여, FCC장치를 중심으로 한 중질유분해의 급격한 설비고도화가 진행중에 있음을 보여주고 있다. 이와같이 최근 원유의 중질화분해를 해결하고, 경질석유제품의 국내신장을 충족시키기 위해 중국은 막대한 노력을 경주하고 있다.

현재, 中國의 중대형 정유공장에서 채택된 중질유의 분해정제방식을 구분하면 다음과 같다.

- ①常壓·減壓蒸溜-熱分解
- ②常壓·減壓蒸溜-FCC
- ③常壓·減壓蒸溜-FCC-딜레이드 코킹
- ④常壓·減壓蒸溜-溶劑脫瀝-FCC
- ⑤常壓·減壓蒸溜-수소화 분해
- ⑥常壓·減壓蒸溜-수소화분해/FCC-딜레이드 코킹
- ⑦常壓·減壓蒸溜-수소화분해-감압잔유탈황(減壓殘油脫黃)
- ⑧常壓·減壓蒸溜-수소화분해-열분해(유리카)

1965년 中國최초로 FCC장치가 撫順정유공장에 도입되기까지 그 당시에는 거의가 중대형정유공장에서 상압·감압증류-열분해방식이 사용되었다. 그후 소련에서 딜레이드 코킹 프로세스가 도입되었다. 1950년대의 딜레이드코킹장치는 처리능력이 작아 현재의 연속운전방식이 아닌 平爐型, 또는 釜型이었다. 본격적으로 상압·감압증류-열분해/딜레이드코킹 방식이 사용된 것은 1955년에 건설된 新疆위구르자치구의 獨山子정유공장이었다. 이 방식은 東北지구와 내륙서북지구의 정유공장에서 많이 사용되었다.

그후 1960년에 들어와 감압경유의 열분해장치는 서서히 분해효율이 좋은 FCC장치로 교체되었다. 현재에는 지방의 몇군데 소형정유공장에서 상압·감압증류-열분해 방식에 의해 중질유처리가 행해지고 있다.

1959년에 中國에서는 처음으로 移動床式接觸分解裝置가 소련에서 도입되어 甘肅省의 蘭州정유공장에서 운전을 개시하였으나 中·蘇 과학협정의 파기로 그후 사용되지 못했다. 1965년에는 근대적인 대형 유동접촉분해(FCC)장치가 遼寧省의 撫順石油工廠에서 중국자체의 설계로 완성하고 운전에 들어갔다. 이 FCC장치가 상압·감압증류-FCC형 정유공장의 기본 프로세스이며 현재까지 中國의 중질유분해의 주류를 이루고 있다. 이를 전후하여 대형 연속운전식 딜레이드코킹 장치가 撫順石油二廠과 黑龍江省의 大慶정유공장에서 완성·운전하기 시작했다.

이 2개의 중질유분해 프로세스의 완성에 따라 상압·감압증류-FCC-딜레이드코킹방식이 파라피

닉의 大慶원유를 처리하는 정유공장의 기본 프로가 됐다. 1967년에 완성된 山東省의 勝利정유공장을 시작으로 그뒤에 신설, 또는 증설된 연간원유처리능력 250만톤 이상의 大慶(정유공장, 北京의 東方紅정유공장, 湖南省의 長嶺정유공장, 湖北省의 荊門정유공장, 天津의 天津石化工廠, 吉林省의 吉林化學工業公司정유공장, 安徽省의 安慶정유공장, 湖北省의 武漢정유공장, 廣東省의 廣州정유공장, 浙江省의 鎮海정유공장, 江西省의 九江정유공장, 上海정유공장, 江蘇省의 南京정유공장, 撫順石油一廠과 石油二廠, 遼寧省의 錦州石油六廠과 石油七廠, 蘭州정유공장, 廣東省의 茂名정유공장등 중국의 주요 대형정유공장에서거의가이상압·감압증류-FCC-딜레이드코킹방식을 채택하여 증질유분해처리를 하고 있다.

여기에서 도입된 FCC장치는 모든 감압경유를 원료로 한 것이었으나 1980년대에 들어와 주로 도로수송의 급격한 발전에 따라 수송용연료유의 수요증가에 대응하기 위해, 지금까지 발전용연료유로 사용된 잔유분(殘油分)을 직접분해 하여 휘발유, 경유등의 경질수송용연료유로 전환하는 것이 필요하게 됐다. 1980년에 먼저 중국의 독자적인 기술로 殘油FCC 프로세스 개발이 河北省의 石家莊정유공장에서 강력하게 추진되었다. 여기에서 개발된 기술을 기초로 상압잔유를 원료로 한 잔유FCC장치가 遼寧省의 大連정유공장과 山東省의 濟南정유공장에서 건설되어 1988년 말에 운전을 개시했다. 이와 더불어 美國 SWEC社의 기술을 도입한 5기의 殘油FCC장치가 건설되어, 1988년에 武漢정유공장의 第1號基가, 다음으로 1989년말에 長嶺정유공장의 第2호기가 운전을 개시했다. 나머지 鎮海정유공장, 南京정유공장과 蘭州정유공장에 도입된 3기도 1990년에 순차적으로 운전이 개시되었다.

이것과 동시에 기존의 FCC장치에서도 잔유를 혼합한 운전이 행해지고 있다. 현재 중국에서는 40기 이상의 FCC장치가 가동되고 있고 그 중의 약 30%가 상압잔유 100%, 또는 잔유혼합운전을 행하고 있다. 北京의 東方紅정유공장과 九江정유공장에서는 재생탑에 촉매냉각기를 부착하고 있다.

한편, FCC장치의 주요제품은 휘발유로써 분해경

유의 수율이 한정되어 있어 이 때문에 1980년대 부터 중간유분제품의 수요증가와 최근 석유화학원료의 수요증가 추세에 대해서는 제품수율과 품질면에서 FCC장치만으로 한 대응은 불가능하게 되었다. 1966년 大慶정유공장에 대형 국산기술의 수소화분해장치가 건설되었으나 그 후의 도입은 없었다. 1980년대 전반에 4기의 미국 UNOCAL社의 수소화분해장치가 도입되어 제1호기가 1984년에 茂名정유공장에서 운전을 시작하였으며 이어서 1986년에 제2호기가 南京정유공장에서 운전을 개시했다.

반면에 揚子石油化工公司에 도입된 제3호기와 上海(金山)石油化工總廠에 도입된 4호기는 모두 석유화학용원료인 나프타를 최대한으로 제조하는 것을 목적으로 했다. 경질 나프타는 에틸렌원료와 수소제조용원료, 증질나프타는 방향족제조용 접촉개질원료로 사용되고 있다. 1987년에 신설된 揚子石油化工公司는 殘油處理로 열분해(유리카)프로세스를 채택하여 에틸렌원료를 공급하는 상압·감압증류-수소화분해-열분해 방식의 중국 최초의 완전석유화학용원료 제조형 정유공장이다. 上海石油化工總廠도 마찬가지로 상압·감압증류-수소화분해방식의 석유화학용원료 제조형 정유공장이다. 이들은 FCC장치를 갖지 않은 새로운 증질유처리형 정유공장이다.

大慶이외의 勝利, 遼河등의 증질원유를 주로 처리하고 있는 정유공장에서는 종래의 증질유처리방식만으로 분해정제, 탈황등에 충분히 대응할 수 없게 됐다. 勝利정유공장은 종래의 상압·감압증류-FCC-딜레이드코킹방식으로 감압경유의 수소화분해장치와 감압잔유의 수소화분해장치와 감압잔유의 수소화정제 장치가 첨가되어 1989년에 운전을 개시했으며(이것은 미국 CRC社의 프로세스). 석유화학용 원료와 중간유분제품의 증산과 양질의 연료유공급이 가능하게 됐다. 廣州정유공장에서조차 현재 FCC장치원료의 전(前)처리용으로 용제탈력장치를 도입·건설중에 있다. 大慶殘油와 다른 원유로 불순물을 많이 함유하고 있는 殘油를 직접 FCC장치로 처리하는 것은 경제성이 없어 새로운 상압·감압증류-용제탈력-FCC방식을 도입하고 미국 UOP社의 용제탈력 프로세스를 채택하고 있다.

경질석유제품의 제조를 목적으로 하지 않으나 鎮海石油化工總廠과 우루마치 石油化工總廠에서는 감압잔유를 원료로 부분산화법(部門酸化法)에 의해 수성가스(H_2/CO)로 전환하여 암모니아합성을 하고 있다.

3. 장래의 대응

中國의 2000년의 석유제품의 수요를 충족하기 위해서는 1억7500만톤의 원유에서 1억1000만톤 이상의 경질석유제품을 제조해야 한다. 中國의 국가경제발전계획에 따르면 발전용의 주요원료 대부분을 현재의 중질연료유에서 석탄으로의 전환을 고려하고 있고, 이것은 中國의 풍부한 석탄자원이란 가능하다. 이 계획이 실현될 경우에는 중질연료유수율을 1988년의 30%에서 20%로 대폭 낮춰 그 생산량을 3500만톤 이하로 억제할 필요가 있다.

이를 위해서는 현재 이상으로 잔유의 직접분해가 요구되며 中國에서 가장 많이 보급되고 있는 딜레이드코킹장치가 보다 한층 건설해지면 FCC장치에서의 잔유처리의 촉진이 중심이 될 것이다. 2000년의 2차 처리설비능력은 1988년의 5700만톤에서 9000만톤으로 상승하고, 1차 처리설비능력에 대하여 약 50%를 차지하게 될 것이다. 특히 2차 처리설비능력의 강력한 증강에는 3300만톤의 대규모의 설비신설과 증설이 필요하게 된다.

이와 더불어 中國원유의 특성도 2차 처리설비의 증강으로 큰 영향을 미치게 될 것이다. 中國원유는 大慶원유에서 대표되는 것처럼 일반적으로 중질유로서 왁스분이 많으나, 금속분과 유황분은 적다. 따라서 잔유유분의 분해는 비교적 용이하며, 현재 中國의 주력중질유분해 프로세스인 FCC장치가 장래에도 주요분해장치가 될 것이다. 잔유 FCC장치의 신설뿐만이 아니라 기존 FCC장치의 재생탑 蒸溜系

등의 개조와 촉매냉각기 신설등으로 잔유혼합운전이 촉진될 것이다.

中國에서 장래 잔유분해를 진행하는 중에 최대의 문제는 勝利原油, 遼河原油등 가운데서도 유황분, 질소분, 금속분등이 많은 원유생산량이 증가하고 있다는 것이다. 이 원유에서 잔유를 직접 FCC장치로 분해하는 것은 기술적·경제적으로 불리한 점이 많아, 별도의 프로세스를 통해 분해처리가 필요하다. 이들의 잔유를 수소화정제장치에서 前處理하는 것이 최상의 방법이나, 건설비가 높고, 더욱이 수소가 다량으로 소비되어 운전비가 고가인 점도 불리하다. (특히 수소는 中國에서는 고가품임). 따라서 이들 잔유분해는 中國에서 가장 오래전부터 채택되고 있는 딜레이드코킹 장치가 바람직할 것이다. 감압잔유를 직접 분해하는 것이 가능하고, 건설비와 운전비가 공히 다른 중질유처리장치에 비교하여 저렴하다. 中國원유의 특성 때문에 딜레이드코킹 프로세스의 溜出油收率は 67~73%로 높고, 수소화처리한 열분해경유는 세탄가가 높아 최적의 경유 브랜드 기재이다.

1988년의 中國 에틸렌 생산량은 111만톤으로 대폭적으로 상승했으나, 中國의 인구는 11억으로, 연간 1인당 1kg밖에 되지 않아, 선진공업국의 20~40kg/人 과는 상당한 차이가 있다. 이 때문에 中國은 2000년에는 에틸렌의 생산량을 연산 350만톤 이상으로 높이려 하고 있다.

中國원유는 중질유로써 직류경유의 수율이 적은 점때문에 대량의 원유확보가 큰 문제이다. 수소화처리된 열분해경유는 경유기(基材)재임과 동시에 좋은 에틸렌제조원료로써 2000년의 생산량은 600만톤 이상 도달하리라 예상된다. 이러한 의미에서도 딜레이드코킹 장치는 중요한 역할을 담당하게 될 것이다.

◆〈朱 珽 彬 옮김〉

너도나도 사전점검 재해없는 우리고장