

中國의 석유산업(IX)

I. 정유산업의 현황

1. 원유처리와 SINOPEC

中國은 근대화를 위해 1978년부터 경제·정치 양면의 개방정책을 취함으로써 근래 10년간 GNP성장연평균이 13.7%라는 초고속확장을 실현했다. 이러한 국가경제의 급성장에 맞추어 수송연료 중심의 석유제품 공급확대는 물론 플라스틱·합성섬유·합성고무등 석유화학제품의 안정공급이 주요과제로 대두되었다. 이런 요청은 최근에 더욱 강해지고 있다.

특히 액체에너지의 중심인 석유제품의 경우는 수요가 공급을 크게 상회하는 상태가 오래 지속되는 바람에, 이를 질적·양적으로 시장요구에 근접시킨다는 것이 中國정유산업으로서 큰 부담이었다.

1988년 전국의 原油처리량은(年間) 1억140만톤으로서 中國정유산업 역사상 최초로 1억톤을 넘어선 것이다. 88년 성과의 92%인 9,320만톤은 中國石油化工總公司(약칭 SINOPEC, 以下同)의 생산인데 대형인 大慶·撫順·北京·勝利·上海정유공장들이 이 회사에 속한다. 나머지 810만톤은 다른곳-吉林·靑島·玉門등의 정유공장에서 제조한 것이다.

제품제조의 원료가 되는 中國原油의 생산량도 이미 10년전인 1978년에 1억톤을 넘어섰기 때문에 그 공급이 순조로웠다. 특히 1983년부터 5년간의 원유생산이 많아져서 '88년에 이르러 1억3,700만톤에

달했다. (표4-1 참조)

그러나 향후에도 같은 추세로 유지된다고 전망할 수는 없다. 勝利 및 中原유전은 증산방향이지만 최대규모인 大慶유전이 '87년의 5,555만톤을 피크로 현상유지에서 감산방향으로 진행중이다. 그래서 1990년의 원유생산량이 1억 4,000만톤 이하였으므로 새로운 대형유전이 발견되지 못하는 한 2000년의 원유생산목표 2억톤을 달성하기 어렵다. 지금 기대하기로는 북서지방 塔里木盆地의 유전개발이 유망하다는 소리다.

원유공급문제를 더욱 심각하게 만드는 것은 석탄 증산계획이 순조로운 성과를 올리느냐 못올리느냐의 관계이다. 中國은 1차에너지의 석탄 의존도가 70%이상을 점하기 때문에 그것이 생산미달이면 에너지부족 위기에 몰리기 때문이다. 더욱이 석탄은 수송이 힘들고 철도수송능력은 이미 한계를 넘어섰으므로 석탄수송효과가 상승할 수 없는 형편이다. 따라서 석유공급이야말로 날로 증대하는 에너지수요를 채워주어야 할 과제이다.

철도이외의 선박·도로를 이용하는 수송방법은, 주요탄전이 長江이북과 山西지방, 내몽고지역에 편재되어 있으므로 철도기차가 아니면 곤란하다. 게다가 석탄은 연소효율이 낮고 환경공해문제가 커져 점차 억제될 것으로 보인다. 그럴수록 석유의존이 높아져야 하는 것이다.

2. 정제설비의 확장

석유제품 제조면에서 보면 근년에 들어 2차 설비를 확장함으로써 휘발유·등유·경유·윤활유 같은 4대석유제품과 나프타·프로필렌·芳香族제품(BTX) 등의 석유화학원료 중간제품의 比率(생산량 비율)을 크게 하는 것이 중시되고 있다. SINOPEC(中國石油化工總公司)의 최근 5년간 석유류 생산량을 표4-2에서 보면 1988년에 4대석유제품이 4,830만톤이다. 이는 83년보다 38%증가이다.

여기서 SINOPEC 35개 정유공장을 대상으로 1차 설비능력에 대한 2차설비능력의 비율을 보면 1983년 34%에서 88년에는 45%로 상승했는데, 세계적으로도 대단히 급속한 설비고도화라 할 수 있다.

2차설비능력이 이처럼 크게 늘었는데 경질석유제품의 比率는 거의 상승치 못한 것도 사실이다. 이유의 하나는 근년에 1차설비 가동률이 늘어났다는 점이며 또 하나는 처리원유가 더욱 중질화되어 殘油溜分이 증가한다는 점이다.

中國은 현재 殘油(Residual Oil)의 분해와 경질제품 확보라는 양쪽 목적을 다 이루는 프로세스로서, 종래의 딜레이드·코킹方式에 대신하여 FCC(유동접촉 분해) 방식을 도입하기에 힘쓰고 있다. 1988년에는 中國 스스로의 기술로 설계·건설된 殘油FCC장치가 遼寧省内 大連정유공장과 河北省内 石家莊정유공장에 설치·가동되었다. 또한 美國 SWEC社에서 기술도입한 改造殘油Fcc장치가 湖北省内 武漢정유공장에서 가동되었다. 이어서 89년에는 湖南省内 長嶺정유공장에 신설되고, '90년에는 3基의 대형 SWEC社기술의 殘油Fcc장치가 鎮海/南京/廣州정유공장에 가동되었다. 이로써 中國의 2차정제설비능력은 최고 수준에 오른 듯 하다.

한편 SINOPEC을 중심으로한 각정유공장은 신제품의 시장투입(판매)에 힘쓰고 있지만 동시에 석유류 품질향상에도 많은 노력을 쏟는다. 석유류 수출에는 품질이 중요한 때문이다. 美國, 日本등을 대상으로 국제시장 규격에 맞는 제품을 만들려면 고도화

〈표 4-1〉

中國의 원유생산·정제설비·가동률

(단위 : 1000톤)

	원유생산량	처리설비능력	처리실적	가동률(%)
1983	106,070	99,680	77,560	77.8
1984	114,610	107,500	81,790	76.1
1985	124,900	106,150	84,500	79.6
1986	130,650	108,056	91,590	84.8
1987	134,090	111,044	96,020	86.5
1988	137,000	112,700	101,400	90.0

자료 : 「中國石油化工總公司年報」各年度版

※88년 설비능력 = 약 226만 3,300 b/d 임.

〈표 4-2〉

SINOPEC의 주요 석유제품 생산추이

(단위 : 100萬톤)

	1984	1985	1986	1987	1988
휘발유	12.44	13.46	15.39	15.82	17.12
등유	3.95	3.94	4.05	4.07	3.73
경유	18.40	18.90	20.92	21.94	22.39
윤활유	1.30	1.43	1.50	1.60	1.64
용제	0.28	0.27	0.35	0.35	0.47
연료유	26.80	26.41	27.43	28.80	29.33
왁스	0.50	0.54	0.57	0.61	0.65
코크스	0.92	0.89	1.01	1.13	1.19
아스팔트	1.91	2.14	2.24	2.27	2.24

자료 : 「中國石油化工總公司年報」各年度版

된 설비를 도입해야 한다. 이미 12基의 알킬레이션·프로세스가 외국에서 반입되었으며 MTBE제조장치도 건설추진중이다. 이에 따라 옥탄價(ROM)90에 달하는 성능좋은 휘발유 생산량이 '88년에 37%나 증가하였다. 그런 반면에 디젤油(경유)의 성능을 높이는, 高세탄價용 基材를 확보하기 위한 水素化분해장치가 아직 부족하다.

3. 석유화학원료의 제조

석유화학제품을 만들기 위해 그 원료의 공급설비인 大型 에틸렌장치의 건설이 급격히 진행중이다. 中國전국의 에틸렌 생산량은 1988년 123만톤으로 전년대비 46.8%가 상승했으며 이중 SINOPEC분은 111만톤(35.7% 상승)이다.

1988년에는 黑龍江省의 大慶石油化工總廠이 년산 30만톤규모의 에틸렌생산설비 제1기 및 제2기 공정을 완성, 상업운전에 들어갔다. 山東省의 齊魯石油化工有限公司도 30만톤 에틸렌생산설비를 식염전해장치 및 스틸렌장치까지 포함하여 제2기 공사를 완성했다. 또한 江蘇省에 있는 揚子石油化工有限公司도 30만톤 에틸렌설비 제2기공사의 殘油精질화설비를 완공하고 더욱이 텔레푸탈酸장치를 포함한 4가지 새장치도 89년에 완성하였다.

뿐만아니라 甘肅省소재 蘭州化學工業公司是 8만톤 규모의 에틸렌생산설비를 거의 완성한데 이어

LLDPE, 아크릴로트릴등의 장치도 도입하였다. 그런가하면 上海石油化工總廠에서는 에틸렌 30만톤 설비의 제1기 7개장치가 완공단계에 들어섰다. 또한 盤錦의 13만톤, 撫順의 11.5만톤, 中原의 14만톤짜리 에틸렌생산설비 공사가 순조롭다. 1992년의 中國 에틸렌생산능력은 252만 8,000만톤이 된다. 그런데도 廣州와 天津에서 대규모 에틸렌생산설비 신설계획이 성사단계에 이르렀다. 최근 5년간의 주요석유화학 원료 및 제품생산추이는 SINOPEC의 경우 <표4-3> 같다.

II. 中國 정유산업의 발전

1. 태동기

1949년에 中國이 건국되었는데, 그 이전의 석유생산은 (年間) 원유가 7만톤, 셰일오일(Shale Oil)이 5만900톤 이었다. 中國의 독자적인 정유산업은 1935년부터 42년까지 원유생산이 개시된 陝西省의 延長, 新疆위구르 自治區의 獨山子, 甘肅省의 玉門 등에서 그 起源을 찾을 수 있다. 당시의 정제시설은 셰일·오일도 포함하여 단독솔(하나의 증류탑)에서의 증류였다.

그 무렵 대규모는 감숙성의 玉門정유공장으로서는 1943년에 14만톤 규모의 상압증류탑을 건설개시하여 49년에는 7만톤의 원유를 처리 정제하였다. 또

<표 4-3>

SINOPEC의 석유화학용 생산추이

(單位: 100万톤)

	1984	1985	1986	1987	1988
방 향 제	0.64	0.74	1.01	n. a.	n. a.
세 제 원료	0.03	0.04	0.04	0.04	0.04
석화용 경유	4.97	5.29	6.21	6.20	6.51
에 틸 렌	0.55	0.55	0.59	0.82	1.11
수 지	0.49	0.49	0.56	0.73	1.03
합 성 고 무	0.13	0.13	0.13	0.15	0.19
합 성 모 노 마	0.36	0.49	0.50	0.52	0.59
합 성 폴 리 마	0.37	0.45	0.46	0.48	0.49
합 성 섭 유	0.24	0.31	0.31	0.33	0.35
합성암모니아	2.34	2.58	2.72	3.03	2.79
질 소 비 료	1.69	1.89	1.98	2.19	2.02
요 소	3.45	3.90	4.14	4.68	4.30

자료: 「中國石油化工總公司年報」各年度版

東北지방에서는 1935년에 滿洲石油(社)가 요령성의 大連에 17만톤짜리 정유공장을 건설, 美國産 원유를 도입·정제한 것이 처음이다. 그 다음 1941년에 遼寧省에는 점령국 日本이 錦西정유공장을 설립한 후 15만톤짜리 정제설비로 東南亞원유를 도입·제품화 하였다.

2. 建國期の 정유공장 신·증설

新中國 건설시기에는 전술한 바와 같이 내륙서북지방에서 延長·玉門·獨山子정유공장이 서고, 동북지방에서는 大連과 錦西에 정유공장을 세웠다. 당시 세일·오일을 포함한年間 원유처리량이 11.6만톤(약 85만배럴)이었다. 석유제품 12종류가 생산되어 휘발유·등유·경유·윤활유의 4대제품 생산량이 3.5톤이었다. 전국에서 소비되는 석유제품의 90% 가량은 해외수입한 것이었다. 中國新政府는 그 시점에서 주로 내륙서북지방의 석유개발 및 석유정제 그리고 동북지방에서의 세일·오일 및 合成油제조에 중점을 두었다.

그 무렵의 석유정책 주요지표는 <표 4-4>와 같다. 1949년부터 59년까지 10년간 신설·확장·개조

된 정유공장이 8개로서 그것들의 규모는 연간원유처리 10만톤~100만톤이었다. 59년의 정제시설 합계는 579만톤(약 11만 6,300b/d)에 달했다.

甘肅省의 玉門정유공장은 1959년에 개조확장공사로 연간 43만톤규모가 되었다. 新疆 위구르自治區의 獨山子정유공장에서는 1955년 상업증류·감압증류·열분해·딜레이드코킹 등의 장치가 신설되어 당시 최대였다. 또한 1959년에 카라마이油田으로부터의 송유관건설이 완성됨으로써 원유처리량은 80.6만톤으로 증대했다. 51년에는 石油七廠(大連石油化工公司)으로 命名되고 59년에 설비규모가 90만톤으로 증강되었다.

한편 遼寧省의 錦西정유공장은 1953년 石油五廠(錦州石油化工公司)으로 命名되고 58년에 19.4만톤 규모가 되었다.

西北지방에서 新油田이 개발·생산개시됨에 따라 그지역은 3개의 정유공장을 세운다. ①上海정유공장(高橋石油化工公司)은 1954년 15만톤시설이 완공되어 玉門과 소련산 원유를 정제하였다. 58년에 50만톤으로 확장됨. ②新疆 위구르自治區의 카라마

<표 4-4>

1949~59년의 정유산업 규모

	1949	1952	1957	1959
원유처리설비능력(만톤)	17	99	245	1,423
원유처리량(만톤)	11.6	53.5	173.6	1,083
석유제품종류(품수)	12	38	140	494
휘발유·등·경유				
윤활유총생산량(만톤)	3.5	25.9	229.5	617
국산품자급율(%)	10	n. a.	n. a.	100

자료: 張万欣他 「當代中國的石油化學工業」北京, 中國社會科學出版社, 1988年

<표 4-5>

中國의 세일·오일 생산추이

	생 산 량		생 산 량
1949	50,922	1957	597,253
1950	103,910	1958	799,827
1951	165,910	1959	971,023
1952	240,090	1960	1,016,452
1953	316,582	1961	490,653
1954	406,735	1962	475,536
1955	543,432	1970	507,458
1956	574,472	1980	321,447

자료: 王慶一 「中國能源」冶金工業出版社, 1988年

이 정유공장은 55년에 카라마이油田 생산개시된 다음 59년에 10만톤(약 2000b/d)규모로 신설됨. ③ 青海省의 青海冷湖 정유공장은 玉門정유공장의 지원하에 20만톤규모로 59년에 완공됨.

제1차5개년계획이 1953년에 시작되면서 중심프로젝트는 대형정유공장이었다. 즉 甘肅省내에 中國 최초의 근대적 시설로 고급연료유와 윤활유를 제조할 수 있는 蘭州정유공장(蘭州製油化工總廠)을 세우는 것이다. 필요한 기술은 소련과의 54년도 과학기술협정을 바탕으로 기술자를 포함한 최신정제기술을 도입하였다. 드디어 59년에 연간 100만톤(약2만b/d) 규모로 완공·가동되었는바, 中國 최초의 移動床式접촉 분해장치가 붙은 것이었다. 사용원유는 주로 玉門유전의 것이며 철도수송이었다. 이 정유공장은 그후 건설되는 근대적 대형정유공장의 모델노릇을 했다. 1959년 시점에서 中國은 국내 소비에 필요한 석유제품을 생산하기 위해 소요원유의 60%를 수입했는데 주로 소련원유이었다.

〈세일·오일의 정제시설〉

中國건국기에는 세일·오일도 중요한액체에너지 구실을 하였다. 연간생산량이 1949년의 5.1만톤에서 59년에는 97.1만톤으로 대폭 늘었다. 1956년까지는 총석유생산의 50%를 세일·오일이 차지했으므로 中國정부는 우선 東北지방 중심으로 낡은공장을 보수하여 갔다.

즉 1952년에 日本이 운전하던 遼寧省의 撫順西정유공장을 石油一廠(撫順石油化工公司)으로 명명하면서 22.6만톤 규모로 완공했다. 휘발유와 경유 그리고 왁스와 코크스가 이곳에서 제조되고 韓國動亂 중에는 中國軍용윤활유도 생산했다. 다음으로, 1954년에 撫順소재 石油二廠이 완성되어 55년에는 17.1만톤의 세일·오일을 정제처리하였다. 그런데 이곳 撫順에는 석탄액화설비를 갖춘 石油三廠(撫順石油化工公司)도 있어서 液化輕油나 세일輕油로부터 휘발유를 뽑아내기 위한 高壓水素分解裝置를 건설하였다. (제1호기는 1951년에, 2호기는 53년에) 세일·오일의 59년도 생산량은 石油一및 二廠을 합해 연간 72만톤이니 전국처리량의 70%나 되었다. 그러나 1960년 이후는 大慶原油의 정제가 中心化됨으로써 石油一및 二廠의 세일·오일 정제처

리는 20만톤 정도로 줄어든다.

石油五廠(錦州石油化工公司)은 요령성 錦西에서 1953년 보수되어 세일·오일처리를 개시했으나 역시 大慶原油를 처리할 수 있도록 1961년에 개조되었다. 세일·오일 이외에도 水性가스를 원료로 합성액체연료유를 만드는 시설도 있었다. 즉 石油六廠(錦州石油化工公司)이 그것인데 1948년 요령성 錦州에 설립되어 53년에는 1.2만톤의 合成油를 생산하였다. 이것이 59년에는 4.7만톤으로 늘었으나 1960년에 이르러 大慶原油를 위한 정제시설로 개조된다.

한편 1956년에 廣東省의 茂名에서 인조석유 제조공장이 착공되어 61년에 제1기 완공되었다. 이후 70년도까지 설비확장을 계속, 세일·오일 연간생산량이 20만톤에 달한다. 현재 세일·오일의 대규모 생산이 지속되는 곳은 撫順石油化工公司和 茂名石油工業公司의 정유공장으로서 30만톤을 생산한다. 中國의 세일·오일 생산은 1960년에 100만톤을 넘는 피크에 달했으나 그후 大慶원유가 본격생산됨에 따라 급격히 감소되는 것이었다.

3. 大慶원유 등장과 정제기술도입

1959년 國慶節(10月1日)을 며칠 앞둔 9.26에 松基3號井에서 地下原油가 뿜쳐 솟았다. 하루당 9~12톤(66~88b/d)의 산유량이 초기성공이었다. 정부는 이를 크게 경사스러운 징조라하여 大慶油田으로 명명하였다. 당시로서는 가장 대규모로서 大連에 소재한 石油七廠이 1960년부터 정제처리한다.

그러나 소련원유 및 中國의 玉門원유 따위의 輕質原油가 아니라, 大慶原油는 파라피닉한 것이 殘油分은 많고 流動도 높아서 정제기술상 어려움이 많았다.

1960년에 中·蘇관계가 악화되자 소련원유가 중단되면서 소련기술자들이 설계도면을 갖고 돌아갔다. 이에 中國정부는 大慶원유의 증산 및 정제를 목적으로 黑龍江省에 大慶정유공장(大慶石油化工總廠)을 세워 63년에 1기공사를 자국기술로 준공시켰다. 연간 100만톤의 정제능력이었다. 그외에도 대경원유의 처리를 증강시키기 위해 64년~66년에 東北지방의 撫順石油一廠 및 二廠, 錦西石油五廠, 錦

州石油六廠 그리고 大連石油七廠을 개조·확장함으로써 합계 610만톤(약 12만2500b/d)의 설비능력이 되었다. 上海정유공장(高橋石油化工公司)에서도 소련원유 대신에 대경원유를 처리하게 되자 65년에 100만톤규모로 확장한다. 이어서 같은 해에 江蘇省南京정유공장(金陵石油化工公司)가 완성된다.

그무렵 中國남부에 처음으로 대형정유공장이 廣東省 茂名에 건설되는 바, 100만톤 규모였다. 이로써 1965년의 中國원유처리시설은 1,423만톤(약 28만6,000b/d), 실제 원유처리량은 1,083만톤(7,938만배럴)로서 이정도 물량이면 당시 中國 석유수요를 100% 自給한 것으로 알려졌다. 1959년과 65년의 정유산업 주요지표를 <표4-6>에 정리한다.

中國정부는 1961년에 경질제품 수출향상과 高品質化 그리고 여러종류의 석유제품을 생산하기 위해 2차처리시설등에 의한 심도가공설비 도입을 자체기술로 추진한다는 방침을 세웠다. 그러한 설비들을 「五房金花」라 칭했는데 ▲유동접촉분해 ▲접촉개질 ▲딜레이드·코킹 ▲尿素탈랍(脫Wax) 프로세스 ▲촉매/첨가제 제조 등의 다섯장치였다. 그때까지 대형 重質유분해장치로 채택했던 것은 減壓輕油의 열분해장치와 移動床式접촉분해장치(蘭州정유공장) 뿐이었다.

이러한 방침에 따라 근대적인 유동접촉분해(FCC) 프로세스의 도입이 증시되어 61~62년에 해외공장 견학을 가서 관련기술흡수에 열을 올렸다. 최초의 FCC장치는 1965년 撫順石油二廠에 건설하는데 1년간 60만톤규모로서 그후의 FCC건설의 기본모형이 되었다.

다음으로 접촉개질장치는, 휘발유와 항공유 제조용 高옥탄價基材는 물론 석유화학원료용 芳香族

(BTX)의 확보를 위해 필요한 것이었다. 이 접촉개질장치는 1965년 국산기술로 제1호기를 大慶정유공장에 설치한 것과, 같은 무렵 이탈리아 기술진에 의해 撫順石油二廠에 건설한 것이 각각 10만톤 짜리였다.

한편 1950년대에 운전되던 딜레이드·코킹장치는 大連石油七廠의 平爐코킹장치와 더불어 錦西石油五廠, 玉門정유공장, 上海 정유공장, 獨山子정유공장 등의 가마솥식 코킹장치들이 모두 합계 68만톤이었다. 이들이 작은 규모였기 때문에 대형화에 기술초점이 주어진다. 그래서 1963년 30만톤짜리 대형 딜레이드·코킹장치 1號基가 撫順石油二廠에 건설·가동된다. 다음해 64년에도 60만톤짜리를 大慶정유공장에 설치한다.

이러한 장치들이 속속 건설됨에 따라 大慶原油를 정제 처리하기 위한 기본플로우가 ▲상압증류시설·감압증류시설→▲FCC→▲딜레이드·코킹장치로 셋트를 이루었다. 이른바 “五房金花” 관련기술이 완성된 셈이다. 여기에 더하여 다음으로는 ▲水素化分解 ▲알킬레이션 등의 신기술개발에 나선다. 수소화분해 프로세스는 요령성에 있는 撫順石油三廠에서 파일로드·플랜트 시험운전결과를 토대로 국산기술개발한 바, 1966년에 60만톤짜리를 완성·가동하게 되었다.

아울러 알킬레이션 프로세스는 1960년대 전반에 蘭州정유공장과 撫順石油二廠에다 硫酸法 알킬레이션장치를 건설하였다. 이 설비들은 自動車휘발유와 船空燃料油의 옥탄價를 向上시키는데에 사용되었다.

(계속: 金鍾七역)

<표 4-6>

1959/65년의 정유산업 지표

	1959	1965
원유처리설비능력 (만톤)	579	1,423
원유처리량 (만톤)	395.6	1,083
석유제품종류 (품수)	309	494
휘발유·등·경유		
운할유총생산량 (만톤)	229.5	617
국산품자급율 (%)	40.6	100

자료: 張万欣他 「當代中國的石油化學工業」 北京, 中國社會科學出版社, 1988年