

석유 정제시설 현황과 경쟁력 제고

김 양 신
〈유공 석유사업팀 과장〉

I. 개요

국내 석유산업은 국가적 전략기간산업으로서 산업용, 발전용 및 민생용 에너지원 및 석유화학 원료조달의 중추적 역할을 하고 있으며 향후에도 지속적 역할이 기대된다. 한편 석유산업이 품질·환경정책, 시장 개방화·자유화에 따른 국내 사업환경 및 연료대체 등 에너지원 조달 측면에서 점진적 변화가 가시화 될 것이다.

또한 석유류 제품의 수요 및 수요구조의 경질화로 국내 정유사들은 불확실한 사업환경에서도 생존전략의 일환으로 대규모의 투자재원조달을 통한 상압정제시설 및 고도화시설의 확충을 꾀하고 있는바 일부시설은 가동중에 있거나 구체적인 사업이 추진중에 있다.

본란은 전반적인 국내 석유산업 사업환경의 변화속에 국내 정유사들의 석유정제시설 현황 및 설비구조 변화노력을 통한 국내·외 경쟁력 제고 방안을 조명해 보고자 한다.

II. 석유정제설비 유형 및 특징

1. 정유공정 일반

원유를 물리적 또는 화학적으로 처리하여 소비자요구에 적합한 석유제품을 생산하는 것을 정유(Petroleum Refining)라 한다.

정유공정은 석유제품의 용도 및 시장의 발전과 함께 계속 발전되어 왔다. 정유공정은 전형적인 연산품 제조 공정으로서 단일제품만을 생산할 수 없고 각종 석유제품이 동시에 생산되는 것이 특징이다. 각 제품의 종류 및 수율은 처리원유의 종류 및 정유공정의 선택에 의해 상당히 차이가 있으나 정유공정은 제품의 수요량 및 요구품질에 따라 원유를 선정하고 각 정유공정의 가동방법을 결정한다. 석유제품 생산은 다음과 같이 증류, 정제 및 배합을 거쳐 최종 석유제품 생산이 이루어진다.

〈표-1〉

구 분	내 용
종 류	원유중에 포함된 수분제거, 유종간 혼합, 탈염, 예열등 전처리과정을 거친 원유가 비점차이에 의해 증류탑에서 LPG, 휘발유 및 나프타, 등유, 경유 중유의 순으로 유출된다.
정 제	증류탑으로부터 유출된 유분을 2차처리하여 불순물을 제거하고 유분성상을 개선시킨다.
배 합	제품별로 요구되는 다양한 규격항목을 충족시킬 수 있도록 불순물이 제거된 여러가지 정제기본유를 적절한 비율로 혼합시키고 제품의 성상보완을 위하여 첨가제를 사용하는 경우도 있다.

상업증류공정에서 분리된 가스유분은 가스회수공정에서 LPG를 회수하여 세정장치에 의해 황화수소를 제거한 뒤 제품화하고 잔여가스유분은 연료로 사용한다.

나프타는 석유화학원료로 이용되는 것 이외에 스위트닝(Sweetening), 수소화정제, 또는 접촉개질공정에 의해 옥탄가를 향상시켜 휘발유배합에 활용한다. 등유유분은 수첨탈황공정에 의해 황분, 질소분을 제거하여 등유제품을 생산하거나 정제나프타와 배합하여 제트연료를 생산한다. 경유유분은 그대로 경유제품으로 생산 가능한 경우도 있으나 최근에는 대부분 수소화탈황공정에 의해 황분을 제거하여 경유제품으로 배합·생산하고 있다.

중유유분 역시 그대로 중유제품으로 생산 가능한 경우도 있고 필요에 따라 탈황에 의해 황분을 제거하여 중유제품으로 배합·생산한다. 또 중유유분을 감압증류공정에 투입하여 분리·생산된 감압경유를 접촉분해하여 고옥탄가의 분해휘발유를 생산할 수 있으며 분해 휘발유는 개질휘발유 및 기타유분과 배합하여 휘발유제품이 된다. 감압잔사유는 중유제품으로 배합 처리될 수도 있으며 아스팔트나 코크스 제조원료로 사용가능하며 황분이 높은 유분은 가스화처리후 탈황시켜 연료로 사용할 수 있다.

최근 원유는 점차 중질, 고황화되는데 반하여 석유류

〈참조〉 유분별 비점범위 및 용도

유 분	비점범위(°C)	용도(배합원료)
가스	~27	프로판, 부탄, 휘발유
적류휘발유(LSR)	27~77	휘발유, 석유화학 나프타
나프타	77~154	휘발유, JP-4, 석유화학 나프타
등유유분	154~238	JP-4, Jet A-1, 등유, 경유
경질경유유분(LGO)	238~350	경유, 벙커A
중질경유유분(HGO)	350~360	벙커A, LRFO, 벙커C, 경유, 휘발유
잔사유	360~	벙커A, LRFO, 벙커C, 아스팔트
비 고		원유를 증류의 원리에 의해 가열, 증발, 냉각 및 응축등의 물리적 공정을 통해 일정범위의 비점을 가진 석유유분으로 분리

제품 수요는 경질, 저황화됨에 따라 중질유의 고도화(Upgrading)에 의한 중간유분 증산 대책으로서 중질유 분해, 탈황설비에 대한 관심이 고조되고 있다.

2. 석유정제설비 유형 및 특징

석유정제설비는 유형별 특성을 중심으로 다음과 같이 분류할 수 있다.

가. 석유제품 수요증가 대응형

- 상업증류시설

나. 수요구조 변화에 따른 고부가화형 (경질유 증산)

- 개질시설
- 중질유 분해시설
 - 접촉 및 수소화 분해시설
- 합산소화합물 생산시설

다. 품질 및 환경규제 충족 또는 차별화형

- 등·경유 탈황시설
- 중질유 탈황시설

3. 정유공정 개요

가. 상압증류공정

석유제품은 각종 탄화수소의 혼합물이므로 그 조성도 매우 복잡하다. 특수제품을 제외하고 순수 단일물질이어야 할 필요가 없으며 대부분 혼합물로서 적당한 비점범위를 유지하면 된다. 상압증류공정내에서는 비점차를 이용하여 가장 비점이 낮은 유분이 탑정으로, 비점이 가장 높은 유분이 탑저로, 중간비점의 유분은 중간의 각 단에서 분리되어 가스유분, 나프타, 등유유분, 경유유분, 중유유분 순서로 각종 제품을 생산하고 있다.

나. 감압증류공정

고비점유분을 증류하는 경우 일정온도이상 가열하면 열분해에 의해 품질 및 수율저하와 가열관내 코크스생성 부차에 따른 가열관손상을 초래하게 되므로 열분해방지를 위해서는 증류탑의 압력을 감압상태로 하여 유분의 비점을 저하시켜 증류하는 것이 감압증류이다. 감압증류는 상압증류 잔사유등의 고비점유분을 감압하에서 증류시켜 감압잔사유분을 분리하고 유탄유원료유, 간접탈황, 접촉분해장치 및 수소화 분해장치등의 원료로서 감압경유(Vacuum Gas Oil)를 얻을 목적으로 하는 경우가 대부분이며, 분리된 감압잔사유(Vacuum Residue)는 열분해 장치, 직접 탈황장치등의 원료로서 또는 아스팔트 및 중유제품의 배합유분으로 활용되고 있다.

통상 수증기를 감압탑 하부 또는 가열로에 불어 넣어 증기의 분압을 저하시키는 수증기 증류원리를 이용한 보조수단과 진공발생장치에 의해 증발부는 고도의 진공이 유지되며 상압에서는 증발되지 않는 고비점유분도 증발되어 탑내를 상승하고 비점이 낮은 유분이 탑정에서 감압경유로서 유출·냉각된다.

다. 액화가스 회수공정

상압증류공정에서는 원유중 함유되어 있는 경질탄화

수소(에탄, 프로판, 부탄등)가 나프타에 포함되어 유출되며 각종 분해 접촉개질공정에서도 비교적 다량의 경질 탄화수소를 생산한다. 이러한 경질 탄화수소의 혼합물은 통상 에탄보다 경질인 가스유분, 프로판유분, 부탄유분, 나프타유분의 4종류로 혼합되어 얻어지기 때문에 LPG유분을 분리하기 위해 기·액분리조, 안정탑, 에탄 분리탑등을 차례로 통과하게 된다.

이렇게 얻어진 프로판과 부탄의 혼합유분은 황화수소나 메르캅탄등의 불순물등을 함유하고 있기 때문에 악취를 낼 뿐 아니라 강한 부식성을 유발하는 산성가스를 포함하므로 가성소다 용액이나 아민등과 같은 알칼리 수용액으로 흡수제거 및 정제처리후 프로판 분리탑에서 프로판과 부탄을 각각 분리 시킨다.

라. 수소화 탈황공정

수소화 탈황공정은 원료유와 수소를 혼합하여 고온·고압하에서 촉매와 접촉시키면 수율의 손실없이 석유유분중 함유되어 있는 황분의 탈황반응이외에 탈질소, 탈산소, 탈금속 및 수소화 포화반응도 함께 진행되므로 품질이 뛰어난 제품을 생산할 수 있다. 수소화 탈황공정은 접촉개질공정의 촉매보호를 위한 나프타의 전처리나 등·경유의 탈황, 유탄유정제 및 증질유 직·간접 탈황공정등에도 널리 사용되어 있다.

○ 나프타 탈황공정

나프타 탈황공정은 주로 휘발유 제조용 또는 BTX(벤젠, 톨루엔, 자일렌 통칭)생산용, 접촉개질공정의 귀금속촉매(주로 백금계)에 대한 촉매독으로 인한 활성저하를 방지하기 위한 것으로 원료유를 순환수소와 혼합하여 가열로에서 반응온도(290~350℃)까지 가열하여 반응기 상부로 투입하면 중력에 의해 하강하면서 촉매와 접촉하여 정제반응이 일어난다.

또한, 분리조에서는 황화수소 및 경질 탄화수소가 분리되어 완전정제된 접촉개질공정의 원료유를 생산하며 통상적으로 수소가스는 접촉개질장치로부터 공급된다.

○ 등·경유 탈황공정

상압증류공정으로부터 유출된 등·경유유분은 연소 시 유해가스를 발생하는 황화합물을 제거하고 저장안정성에 악영향을 미치는 질소화합물을 제거하며 반응 조건의 가혹도에 따라 불포화성분을 수소화하여 연점(Smoke Point) 및 세탄가(Cetane No.) 등의 제반성상을 향상시킬 수 있다.

등·경유의 탈황공정은 원료유를 순환수소와 혼합하여 통상 330~400°C에서 재생 가능한 금속산화물 촉매 하에 반응이 진행된다. 반응생성물은 분리조 및 스트리퍼로 보내져 잔존하고 있는 황화수소 및 경질 탄화수소 가스를 제거시키면 인화점의 조정이 이루어진다.

스트리퍼에서 분리된 가스는 황화수소를 다량 함유하고 있기 때문에 대부분의 경우 황화수소장치로 보내진다.

○ 중질유 탈황공정

상압증류공정으로부터 생성된 상압잔사유는 일반적으로 비점이 350°C 이상의 중질유분으로 이것을 감압증류공정에서 처리하면 감압경유(간접탈황, 접촉분해 또는 수소화 분해공정의 원료유)와 감압잔사유(비점 500~600°C 이상의 초중질유분으로서 아스팔트의 원료유)로 분류된다.

마. 접촉개질공정

상압증류공정으로부터의 나프타(직류휘발유) 중에는 주로 노르말-파라핀이나 측쇄가 적은 파라핀과 나프텐 성분이 포함되어 있기 때문에 이들을 방향족이나 측쇄가 많은 탄화수소로 변환하면 옥탄가가 높은 휘발유를 얻을 수 있다. 이렇게 탄화수소의 구조를 바꾸어 옥탄가를 높이는 것을 접촉개질이라 한다.

접촉개질공정에서는 촉매독의 원인이 되는 황분과 금속(특히 비소)을 제거하기 위해 원료유를 나프타 수소화 탈황장치에 의해 전처리하여 반응기로 보낸다. 반

응이 완료된 반응생성물은 냉각되어 가스분리조에서 액체와 가스로 분리되어 분리되는 가스는 수소를 주성분으로 하는 가스로서 공정자체에 사용후 잉여가스는 나프타 수소화 탈황장치로 공급하거나 연료로 사용하는 경우도 있다.

한편 분리조에서 분리된 액상반응생성물은 수소, 메탄, 에탄, 프로판, 부탄 등의 경질탄화수소유분을 다량 함유하고 있기 때문에 안정탑으로 보내고 증류에 의해 경질 탄화수소유분을 안정탑 상부로부터 분리하여 경질가스와 LPG 연료를 부산물로 생산하고 안정탑 하부로 부터는 증기압이 조정된 제품(개질휘발유)을 추출한다. 촉매재생방식에서는 촉매를 유동상태에서 사용하는 데 사용중인 촉매의 일부를 독립된 재생탑에서 연속재생시켜 반응기로 순환시킬 경우 촉매의 활성을 양호한 상태로 유지시킬 수 있기 때문에 옥탄가가 높은 개질휘발유를 생산할 수 있다.

바. 중질유 열분해공정

열분해란 수소나 촉매를 이용하지 않고 고온하에서 탄화수소분자를 분해하는 방법이다.

열분해공정은 휘발유증산을 위해 Multi-Phase 또는 Gas-Phase 분해법, 상압잔사유의 점도를 낮추어 주는 비스브레이킹법, 감압잔사유를 경질 탄화수소와 피치로 전환하는 유레카공정등이 실용화되어 있다.

그러나 열분해공정은 생산나프타의 옥탄가가 낮고, 석출된 탄소가 반응기내에 축적되어 연속운전이 불가능하며 생산가스유분도 메탄, 에탄등의 저급 탄화수소 가스가 주로 생산되므로 1930년대 이후 접촉분해 공정으로 대체되고 있는 실정이다.

사. 중질유 접촉분해공정(Catalytic Cracking)

접촉분해공정은 350°C 이상의 고비점유분을 고체산(固體酸) 촉매를 이용하여 분해하여 비교적 고옥탄가의 휘발유배합원료를 생산하는 공정으로 발전되어 왔다. 종래에는 원료유로 감압경유까지만 처리가 가능하였으

나 현재는 촉매의 개량 및 장치설계 기술진보에 따라 원료유로서 부적합하던 상압잔사유를 처리하는 공정이 개발되었다.

한편 상압잔사유와 같이 고비점유분의 접촉분해공정 원료유는 나프타 코크스, 중질분해경유의 수율이 높고 분해가스 및 경질분해경유의 수율이 낮다. 원료유중의 황, 질소화합물 및 금속함량은 적을수록 좋으므로 나프타 수율증대 및 코크스 수율저하와 함께 다환방향족화합물의 분해를 용이하게 하기 위해 전처리공정으로 수소화 탈황장치를 설치하는 경우도 있다.

접촉분해공정에서 생산되는 저비점유분은 촉매를 가진 올레핀 및 이소파라핀이 많은 반면 고비점유분은 방향족 성분이 많으며 특히 나프타유분은 메록스공정에 의해 정제후 휘발유배합유분으로 처리되는 경우가 많다.

분해가스는 메탄, 에탄이 적고 프로판, 프로필렌 및 부탄, 부틸렌 유분이 많으며 불포화 탄화수소가 다량 포함되어 있어 알킬레이트 또는 MTBE 등의 고옥탄 휘발유 원료 및 석유화학원료로 중요하다.

나프타보다 고비점유분은 분해경유라고 하는데 방향족성분이 많기 때문에 수소처리장치에 의해 세탄가등 제품품질 안정성을 높여 경유, 일반연료등에 사용된다.

아. 중질유 수소화 분해공정(Hydrocracking)

수소화 분해공정은 중질원료유를 고온·고압하에서 수소를 첨가시켜 분해와 수소화의 이원기능을 지닌 촉매에 의해 원료유 중 함유된 황, 질소, 산소, 금속등의 불순물을 분해·제거하고 수소화하여 보다 유용한 경질 석유제품으로 전환시키는 공정을 말한다.

수소화 분해공정은 수요구조가 중질유에서 경질유로의 선택성이 높아지고, 휘발유생산용 접촉개질공정의 보급확대에 따라 수소화 분해에 필요한 수소를 저가로 대량확보할 수 있어 최근 상업화가동이 증가되고 있는 공정이다.

수소화 분해공정은 등·경유 수소화 탈황공정과 달

리 대량의 수소를 필요로 하는데 접촉개질장치로부터 생산되는 수소가스로는 통상 부족하므로 수소제조 장치가 별도로 필요케 되며 이에 따른 건설비 및 운전비가 타공정에 비해 높다고 할 수 있다.

자. 알킬화공정(Alkylation)

알킬화반응이란 저급올레핀계 탄화수소에 알킬기를 부가시키는 반응을 말하며 휘발유 제조의 경우에는 이소부탄에 부틸렌을 부가시켜 이소 옥탄을 주성분으로 하는 알킬레이트를 생산한다. 현재 알킬화공정 촉매는 황산과 플르오르화수소(HF)가 많이 사용되고 있다.

알킬화공정은 휘발유 접촉개질공정에 비해 건설비, 운전비가 높으나 개질휘발유보다 옥탄가가 높고 제품의 안정성이 높아 품질에 매우 우수한 휘발유 배합원료로의 활용이 기대된다. 알킬화공정의 주원료는 접촉분해공정으로부터 생산된 부탄, 부틸렌유분이다. 원료유 중 함유된 올레핀과 이소부탄이외의 탄화수소는 희석제로 사용된다.

황산을 촉매로 하는 공정의 경우 반응기 내부는 반응실이 여러 개로 구분되어 있고 반응실 각각에 교반기가 설치되어 있다. 알킬화 공정반응에서는 1분자의 이소부탄에 1분자의 부틸렌이 부가되는 것이 이상적이며 이소부탄의 농도를 높이고 부틸렌의 농도를 낮추기 위해 고순도의 이소부탄이 분리탑(Deisobutanizer)으로부터 순환 사용된다. 반응생성물은 황산분리조에서 황산을 분리하고 분리된 황산의 일부는 순환사용되며 나머지는 폐기한다. 황산분리조에서 미반응가스를 포함하고 있는 알킬레이트는 가성소다 알칼리용액 및 물로 세정시킨후 이소부탄 분리탑에 투입되어 탑정에서는 이소부탄을 회수하고 탑저로부터는 알킬레이트를 추출한다.

차. 에테르화공정(ETHERIFICATION)

에테르화공정은 이온교환수지촉매 존재하에서 저급 올레핀계 탄수화물 저급알코올을 반응시켜 옥탄가가 높은 휘발유배합제품을 생산하는 공정이다.

원료유는 접촉분해공정이나 열분해공정으로부터 생산되는 부틸렌 및 아밀렌등의 올레핀과 메탄올을 이용하여 *MTBE*, *TAME*, *ETBE* 등 에테르제품을 생산해 낸다. 에테르제품은 일반 석유류제품과는 달리 산소를 함유하고 있기 때문에 연소시 배기가스중 불완전연소에 의한 *CO* 및 미연소 탄화수소를 저감시켜 줄 뿐만 아니라 옥탄가가 매우 높으므로 휘발유 배합원료로서 휘발유성상 요구변화에 대응할 수 있는 매우 중요한 제품으로 부각되고 있으며 특히 최근 휘발유중 방향족 및 벤젠함량 규제와 합산소요구량 충족을 위해 알킬레이트와 함께 그 중요성이 더욱 커지고 있다.

MTBE 공정은 접촉분해공정이나 나프타 열분해공정으로부터 생산되는 부탄-부틸렌 혼합물과 메탄올을 혼합하여 고점층 단열반응기로 투입되며 부탄-부틸렌 혼합물중의 이소-부틸렌과 메탄올의 반응이 선택적으로 진행된다. 반응기로부터 유출된 반응생성물은 *Catalytic Distillation Column*으로 유입되어 탑저에서 *MTBE*를 분리생산한다.

TAME 공정은 펜탄-아밀렌혼합물중의 이소-아밀렌을 메탄올과 반응시키는 것 이외에는 *MTBE* 공정과 거의 동일한 조건으로 운전되므로 경우에 따라서는 병용 운전이 가능하다.

가. 메록스 (Merox) 공정

일반적으로 *LPG*, 휘발유, 항공유 및 등유등의 경질 석유류제품중에 함유된 산성물질(황화수소, 메르캡탄, 페놀 및 지방산 등)과 질소화합물 등의 불순물은 장치부식뿐만 아니라 악취의 원인이 되므로 이의 제거를 위하여 사용되는 공정을 총칭하여 스위트닝(*Sweetening*) 공정이라고 한다. 메록스공정은 스위트닝공정중의 하나로서 *LPG*로부터 종류점 340°C까지의 유분을 광범위하게 처리할 수 있으며 가장 악취의 원인이 되는 메르캡탄을 제거하거나 악취가 덜 나는 이황화물(*Disulfide*)로 전환시킨다.

메록스공정에서는 반응이 상온에서 이루어지고 운전

비가 매우 저렴하므로 널리 채택되고 있으며 *LPG*중의 메르캡탄은 100%, 경질나프타의 경우는 80% 수준으로 추출제거된다. 메록스공정은 추출공정(가성소다 재생공정 포함)과 산화공정으로 구성되어 있으며 추출공정에서는 원료유가 메르캡탄추출탑으로 투입된 후 약간의 공기와 함께 산화탑으로 투입되며 이황화물로 전환된다.

타. 황화수공정

수소화탈황장치에서 제거된 황성분은 황화수소형태로서 장치에서 발생된 *Off-Gas*로부터 황화수소를 제거할 필요가 있다. 따라서 수소화탈황장치를 설치하는 경우에는 부대설비로서 가스중 황화수소를 제거하는 설비를 갖추는 경우가 많다.

석유정제공업에서는 황화수소를 알칼리성 흡수액으로 추출제거하는 습식탈황공정으로 분리한 후 고체축매층을 통과시켜 황화수소를 직접 산화시킴으로써 단체황을 회수하며 황은 응용상태의 제품이 되고 그 순도는 99.9% 이상이다.

파. 수소제조공정

종래에는 수소공급을 접촉개질장치로부터 부생되는 수소에 의존해 왔으나 최근 중질유 수소화분해, 휘발유 및 등·경유탈황에 필요한 수소화분해등이 대규모로 증설되는 추세에 따라 수소소비량은 급격히 증대되고 향후에도 이러한 경향은 지속될 것이므로 어떻게 수소를 경제적으로 제조하여 수소공급문제를 해결하느냐가 급후의 과제가 될 것이다.

따라서 수소화 분해장치를 건설하기 위해서는 수소공급원 문제를 해결해야 하는데 접촉개질장치로부터 한정된 수소공급원으로는 부족하므로 수소제조공정이 필요하다. 천연가스 및 석유로부터의 수소제조공정은 수증기개질법과 부분산화법이 있다.

Ⅲ. 석유산업의 위상

1. 석유산업 비중

가. 1차 에너지원내 석유류 제품 비중

1차 에너지원별 국내 소비구조 측면에서는 1960년대 초반 주에너지원이 석탄이었으나 1964년 국내 최초의 정유공장가동을 기점으로 석유산업은 산업의 원동력인 에너지공급과 더불어 운수·민수용 연료공급 및 석유 화학공업의 중요한 원료 공급기반으로서 국가의 전략 기간산업의 역할, 산업기술 발전 및 생활 필수품 원재료를 공급함으로써 필수불가결한 기간 산업으로 급격히 성장하였다.

한편 1973년 및 1978년의 1, 2차 석유파동 및 Gulf 사태당시 에너지 공급불안 및 경제침체기간이 있었음에도 불구하고 총에너지 소비중 석유류 제품비중이 1980년대 51.2%, 1990년 53.8% 및 1995년 59.2%라는 절대적 비중을 차지하고 있으며 향후에도 절대적인 우위는 유지될 것으로 전망되고 있다.

〈표-2〉 1차 에너지 수요추이

(단위 : 천 TOE)

	1995	1996	2000	2010	연평균 증가율		
					'95~2000	2000~2010	'95~2010
총에너지 수요	62,202	66,055	78,778	97,562	4.8	4.8	4.8
석유수요	36,807	39,257	47,425	58,954	5.2	4.8	4.8
연료유	18,478	19,384	23,881	33,218	5.3	4.8	4.8
비연료유	18,329	19,873	23,544	25,736	5.1	4.8	4.8
비석유수요	25,395	26,798	31,353	38,608	4.3	4.8	4.8
석유비중(%)	59.2	59.4	60.2	60.4	—	—	—

나. 부문별 석유제품 소비

또한 석유류 제품 소비자는 '90년대를 기준으로 볼때 산업, 수송, 가정·상업 등의 부문별 소비특성은 유종별로 차이는 있을 수 있으나 지속적으로 산업용이 최대의

〈표-3〉 부문별 석유제품소비 변화추이

(단위 : %)

	1991	1992	1993	1994	1995
산업	40.2	42.5	41.5	41.6	39.3
수송	27.1	25.7	26.7	27.4	28.6
가정·상업	18.2	18.3	19.7	18.6	19.6
공공·기타	3.6	2.1	1.9	1.7	1.5
발전	9.8	10.0	8.6	9.0	9.2
도시가스	1.1	1.3	1.6	1.6	1.9

소비처임을 감안하면 향후의 국내 산업 발전정도, 에너지사용 기기의 기술 및 효율개선여부에 절대적 영향을 받는다 하겠다.

다. 국내 및 아·태지역 수요증가

석유류 제품에 대한 수요증가는 아·태지역이 세계적으로 주목받고 있는 바, '90~'94년간 연평균 증가율 5.7% 및 '95~2000년간 4.1% 수준의 안정적 증가세를 유지할 것으로 추정하고 있다.

반면 국내 수요증가는 중기('96~2000년)적으로는 아·태지역의 증가세보다는 다소 높은 4.7%의 연평균 성장세가 예상되지만 장기('95~2010년)적 관점에서는 발전부문의 천연가스 보급 및 원자력 확대에 따라 향후 5개년 증가세보다 낮은 3.1%수준의 연평균 증가율이 예상되고 있다.

〈표-4〉 아·태지역 석유제품수요 변화추이

(단위 : 천 TOE)

	1995	1997	2000	2005	연평균 증가율(%)	
					'95~2000	2000~2005
LPG	1,410 (8.3)	1,524 (8.2)	1,713 (8.2)	2,039 (8.2)	4.0	3.5
경질유	11,311 (66.4)	12,538 (67.5)	14,347 (68.8)	17,631 (70.9)	4.9	4.2
중질유	4,320 (25.3)	4,525 (24.3)	4,809 (23.0)	5,191 (20.9)	2.2	1.5
계	17,041 (100)	18,587 (100)	20,869 (100)	24,861 (100)	4.1	3.6

〈표-5〉 국내 석유제품 수요변화 추이

(단위 : 천 B/D %)

	1995	1996	2000	2010	연평균 증가율(%)		
					'95~2000	2000~2010	'95~2010
LPG	182 (9.8)	181 (9.1)	191 (8.1)	217 (7.4)	0.9	1.3	1.2
경질유	1,188 (64.0)	1,308 (65.9)	1,665 (71.2)	2,104 (71.9)	7.0	5.8	5.0
중질유	485 (26.2)	496 (25.0)	483 (20.7)	605 (20.7)	-0.1	0.3	0.9
계	1,855 (100)	1,986 (100)	2,338 (100)	2,926 (100)	4.7	2.3	3.1

IV. 석유류 제품에 대한 국내·외 품질 및 환경정책 동향

1. 국내 품질 및 환경정책

- 휘발유, 등유, 경유 등의 석유소비 증가로 인한 공해 발생 등 환경오염 문제는 점차 석유제품 규격의 강화를 요구하게 되었다.
이에 따라 1993년 이후 무연휘발유만의 사용이 의무화되었으며, 휘발유 품질에 대한 방향족, 벤젠함량 및 합산소규제가 신설되어 방향족과 벤젠함량이 높고 옥탄가가 양호하여 휘발유의 주요배합유분으로 활용되던 Reformate를 비방향족·고옥탄유분(Alkylate, FCC 휘발유등) 및 합산소유분(MTBE, TAME 등) 등으로 대체하는 휘발유 배합유분의 다변화를 통해 휘발유 품질규제를 충족시켜야 한다.

〈표-6〉 휘발유 품질

	1993	1996	1998
방향족(vol %, max)	55.0	50.0	40.0
벤젠(vol %, max)	6.0	5.0	4.0
산소(wt %, min)	0.5	0.75	1.0

- 1993년 7월부터는 0.2%, 1996년 1월부터는 0.1%에 이어 1998년 1월부터는 0.05% 경유와, 1993년 7월부터는 1.0%, 1997년부터는 0.5%에 이어 2001년부터는 0.3% B-C등 초저유황 연료유의 사용이 지역에 따라 강제됨으로써 고가격의 저유황·경질원유의 처리량 증대 또는 탈황설비, 유황회수시설 및 이에 필수적으로 수반되는 수소제조공정등의 2차 설비 건설을 통해 품질규제를 충족시켜야 한다.

〈표-7〉 경유/B-C유 유황함량

	1993. 7	1996	1997	1998	2001
경유(wt %, max)	0.2	0.1	→	0.05	→
B-C유(wt %, max)	1.0	→	0.5	→	0.3

2. 아·태지역 품질 및 환경정책

- 세계적인 환경규제 움직임에 따라 아·태지역도 석유제품의 품질규격을 강화하는 방향으로 나아가고 있다.
무연휘발유의 의무사용지역이 확대되고 있으며, 경유 및 연료유의 유황 규제도 계속 강화되고 있으나 저유황·경질원유 가채량의 한계로 품질규격의 충족을 위해서는 2차 설비의 건설이 필수적으로 요구된다.

〈표-8〉 경유 유황함량

(단위 : wt %, max)

	현 재	1997. 5	1998	2000
한 국	0.1	→	0.05	→
일 본	0.2	0.05	→	→
대 만	0.25	→	0.05	→
싱가폴	0.5	0.3	→	→
태 국	0.25	→	→	0.05
필리핀	0.7	→	→	0.2

V. 국내 정유사 설비 경쟁력

1. 국내 정제설비 현황

석유류제품의 양적·구조적 수요변화 및 강화된 품질·환경 규제기준 충족을 위한 국내 정유사의 주요 석유정제설비 현황은 다음과 같다.

〈표-9〉

(단위 : 천 BPSD)

	1994	1996. 9	2000
상압증류시설	1,700	2,018	2,438
등·경유 탈황시설	270	447	622
접촉개질시설	94	114	149
접촉분해시설	0	70	200
수소화분해시설	49	89	→
중질유 탈황시설	30	55	215
Coking	19	→	→
MTBE	3.8	6.3	10.5
Alkylation	0	0	21.5

2. 국내 석유정제설비 신·증설에 따른 설비 경쟁력

가. 국내 상압정제설비

'96년까지 국내 각 정유사의 상압정제설비 신·증설 이후 국내 총 석유류 제품에 대한 예상수요를 전제로 상압정제설비는 '96~2000년의 증기기간중에는 과잉상태가 지속될 것으로 보이나 2010년 기준으로는 약 1,000천B/D의 부족이 예측되고 있다.

〈표-10〉 경유 유행함량

(단위 : 천 B/D)

	1997	2000	2010	2020
석유수요(천B)	762,485	815,984	1,146,223	1,400,718
소요시설	2,287	2,455	3,437	4,201
과·부족	+206	+38	△944	△ 1,708

나. 국내 고도화 설비

○ 수요의 경질화, 저유황화 추세에 따라 고·저유황유 제품 및 중·경질유 제품간 수급 불균형은 더욱 심화될 것으로 예상되어 고도화 설비비율이 적은 국내 정유업체의 설비구조하에서는 도입 비용이 높은 저유황, 경질원유의 증대처리가 필수적이다.

그러나 저유황원유의 구득이 점차 어려워질 것으로 전망되며, 원유 도입비용의 절감 및 수급불균형에 의한 제품 수출·입 구조개선을 통한 정유사의 경제성 개선이 절실히 요구되는 바 저가격의 고유황·중질원유를 처리하여 생산된 중질유를 경질유로 전환시킬 수 있는 고도화 설비 및 전처리 설비의 도입이 검토 또는 구체적으로 추진되고 있다.

〈표-11〉 고도화 설비 현황

(단위 : 천 BPSD)

	1994	1996. 9	2000
상압증류시설	1,700	2,018	2,438
고도화시설	68	178	308
수소화분해시설	49	89	89
접촉분해시설	0	70	200
열분해시설	19	19	19
고도화시설비율	4.0%	5.4%	12.6%

다. 주요국가 상압정제시설 및 고도화 설비

〈표-12〉 고도화 설비 현황 비교

(단위 : 천 BPSD)

	한국	미국	일본	싱가포르	태국
상압증류시설	2,438	15,354	4,867	1,170	426.0
고도화시설*	249	8,511	966	338	70
수소화분해시설	89	1,336	121	87	20
접촉분해시설	160	5,283	749	60	36
열분해시설	19	1,892	96	191	14
고도화시설비율(%)	11.0	55.4	19.8	28.9	16.4

〈주〉·한 국 --- '96년말 기준

·기타국가 --- '96년 1월 기준(Oil & Gas Journal)

국내·외를 막론하고 석유류제품 수요의 경질화(총 수요의 약 66%)를 감안할 때 국가별 설비 고도화 비율은 한국이 11% 수준인 반면 미국 55.4% 및 싱가포르 28.9% 등의 큰 차이를 보이고 있는 바, 수요구조를 전제로 국내 정유사의 설비구조는 절대적 열위에 있다.

3. 고도화설비의 경제성

석유정제설비중 상압정제시설이 석유류제품 창출의 근원이라는 특성이 있는 반면 고도화설비는 수요변화에 따라 B-C와 같은 저가제품을 등·경유 및 휘발유 등으로 고부가가치화 하는 중요성이 있으며 고도화설비 자체의 경제성은 한층 더 중요하다. 고도화설비 도입 및 가동 경제성은 복합적 요인에 의해 영향을 받겠지만 다음과 같이 크게 두가지 측면에서 분석·평가할 수 있을 것이다.

가. 가격 요인

○ 원유

고도화설비는 고유황원유 및 중질원유처리가 가능하므로 원유 가채량, 원유수입의존도 및 원유 성상에 따른 원유 도입량·도입가격 차이에 의한 고도화설비 경제성 확보여부가 관건임.

- 저유황원유 및 경질원유의 구득 가능량
- 저유황원유 대 고유황원유 도입 비용차이
- 자주개발 원유확보량

○ 제품

B-C 등의 저가제품을 고도화설비에서 처리하는 경우 경유 및 휘발유와 같은 고부가가치유분화가 가능하며 제품별 가격차이에 의한 고도화설비 경제성 확보여부가 중요함.

- 연료대체등과 관련한 B-C 시장규모
- B-C대 휘발유 가격차이
- B-C대 경유가격차이

나. 투자비 요인

석유산업이 장치산업이므로 대규모적인 초기투자비가 소요되는 바 투자시기 및 투자규모가 중요하다. 특히 고도화시설인 경우 설비가동상의 가혹도를 고려하여 전처리 및 후처리 공정을 필히 건설해야 하므로 단순정제시설 대비 대대적 시설범위 및 그에 따른 투자비 규모에 의해 설비 도입 및 가동 경제성에 큰 영향을 받는다.

4. 경쟁력 강화 방안

석유산업의 개방·자유화, 품질·환경정책의 강화 및 수요구조의 변화속에서 국내 정유사는 석유류 제품 수출·입을 통합 수급 불균형 해소 및 최근의 국내 정제시설의 고도화비율 증가에도 불구하고 동남아지역 석유정제시설의 고도화 비율과 비교시에도 열세에 있는 설비구조 개선을 위한 투자재원의 적정배분 및 활용등을 통한 경쟁력 강화에 대한 장·단기적 대책수립이 필요할 것이다.

또한 국내 정유사의 자구적 노력과 병행하여 정부는 국내시장의 개방 및 세계화 추진과정에서도 국가적 전략산업중 하나인 석유산업의 경쟁력 강화를 위해 정유사 경영환경의 변화 및 환경규제 강화에 부응할 수 있도록 석유정제시설의 구조적 문제해소 및 산업경영합리화 차원에서 피부로 느낄 수 있는 설비투자자금등의 지원강화가 바람직 할 것이다. ♣