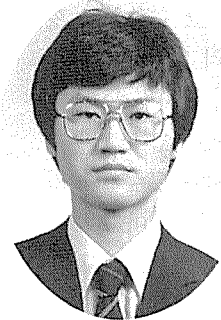


최근 석유산업의 기술동향과 전망

1. 머리말

우루과이 라운드의 충격이 채 가시기도 전에 최근 그린라운드(*Green Round*)라는 것이 우리에게 다가오고 있으며, 특히 이를 대표할 수 있는 기후협약이 94년 정식발효됨에 따라 우리 경제, 산업 전반에 일대 변화를 예고하고 있다. 기후변화협약은 지구온난화를 야기시키는 이산화탄소 등의 생성을 억제하여 기후변화를 방지하기 위한 국제협약으로서 이산화탄소의 생성을 억제한다는 것은 결국 화석연료의 사용량을 규제한다는 것으로서 각국의 에너지 수요구조의 상당한 변화가 예상된다. 특히 지속적 경제성장과 더불어 세계에서 가장 급격하게 석유



강 신 영
〈유공 석유연구실 선임연구원〉

〈표-1〉 국내의 환경변화 및 영향

세 계 환 경	<ul style="list-style-type: none"> ○ Green Round 태동 및 기후변화협약 발효 ○ 정보통신의 발전
국 내 사 회 환 경	<ul style="list-style-type: none"> ○ 저성장, 고소득 경제(품질요구수준 증대) ○ 지방자치시대 개막(품질규제 다변화) ○ 민간시민운동 활성화(환경보전 관심/압력증대)
국 내 산 업 환 경	<ul style="list-style-type: none"> ○ 석유산업 자유화 및 개방화 ○ 정유사 시설능력 과잉 ○ 국내 유통망(주유소)의 포화 ○ 연료유 환경규제 심화
주 변 산 업 환 경	<ul style="list-style-type: none"> ○ 소비기술(자동차, 보일러등)의 발전 (고급연료 수요증대 및 저급연료 수요축소)

소비량이 증가하고 있는 나라중의 하나인 우리나라에 있어서 이에 대한 규제가 산업 전반 특히 석유산업에 미치는 영향에 대하여 신중히 대처할 필요가 있다.

여기에는 이와 같은 세계적 환경변화와 더불어 최근 급속히 변화되고 있는 국내 환경과 관련하여 국내 석유산업의 기술동향과 전망에 대하여 살펴 보기로 하겠다.

2. 정유공장의 질적 고도화시대 돌입

60년대초에 태동한 국내 석유산업은 70년대까지는 원유의 수용에만 의존하는 단순정제시설만의 양적 성장을 하여 왔다. 단순정제시설에서 원유로부터 분리되어 나오는 제품을 沸點이 낮은 油分부터 나열하면 LPG, 휘발유, 등유, 경유, B-C유 순이며, 그중에서 수율이 40%에 이르는 B-C유는 높은 황함량과 高粘度로 인하여 엔진연료보다는 산업체 및 발전소등에서 대량으로 소비되어 왔으며 난방용으로 널리 사용되고 있다.

80년대 들어오면서 생활수준 향상에 따른 국내 자동차증가는 경질연료유(휘발유, 경유)의 급속한 수요증가를 가져온 반면 생활수준 향상이 전기소비량의 급격한 증가도 가져왔으나 원자력발전이 화력발전의 상당한 부분을 대체함에 따라 B-C유의 수요 증가는 경질유의 증가에 비하여 상대적으로 저조했다. 더욱이 청정연료로 인식되는 LNG(Liquefied Natural Gas)의 등장으로 인하여 일부에서 B-C수요가 잠식되었으며, 또한 일부지역의 환경규제수준이 강화됨에 따라 공해물질을 다량 배출하는 B-C유 대신 경유로 전환하는 산업체가 늘게 되었다.

〈표-2〉 국내 정유사들의 중질유 분해시설 현황

		유공	호유	한화	쌍용	현대
Hydrocracker	규모	30,000			30,000	22,500
	완공	92. 11			'96. 4	'89. 11
FCC	규모	40,000	50,000	35,000	33,000	
	완공	96말	95. 12	'96. 12	'97초	

위와 같은 이유들로 인하여 석유산업은 경질유부족 중질유과잉이라는 심한 수급불균형을 피할 수 없게 되었다. 이에 석유업계는 과잉의 B-C유를 처리할 수 있는 중질유 분해시설 건설에 적극 참여하게 되었으며, 이는 중질유(B-C유)를 높은 熱과 압력하에서 촉매분해반응을 통해 휘발유 및 등·경유와 같은 경질유로 전환시키는 시설로서 수급불균형을 해소하는 장점은 있으나 막대한 투자비가 소요된다는 단점이 있다. 아무튼 국내에서는 (주)油公이 92년말 중질유 분해시설을

국내 정유산업은 단순정제시설만의 양적팽창시대에서 중질유 분해시설을 갖춘 질적고도화시대에 서서히 돌입하게 되었으며 이러한 추세는 당분간 지속될 것으로 예상된다.

성공적으로 가동함에 따라 국내 정유산업은 단순정제시설만의 양적팽창시대에서 중질유 분해시설을 갖춘 질적고도화시대에 서서히 돌입하게 되었으며 이러한 추세는 당분간 지속될 것으로 예상된다.

3. 국내 환경규제 강화

환경규제치에는 제품별로 다양한 항목이 있으나 황함량과 방향족함량이 가장 중요한 규제항목이 된다. 원유로부터 생산되는 각종 석유제품들은 적게는 수 ppm에서 많게는 수 %까지의 황을 함유하게 되는데 이러한 황들은 연소되는 과정에서 이황산가스를 배출시키며 이는 산성비등의 각종 심각한 공해문제를 유발시킨다. 이러한 이유로 인하여 석유제품의 규제치중 황함량은 필수적인 항목이 되어왔다. 원유중의 황은 비점이 높은 유분에 집중되어 있으며 따라서 휘발유같은 경질유보다는 비점이 높은 중질유에서 문제가 되어 왔다. 석유제품으로부터 脫黃공정의 원리는 촉매하에 水添脫黃반응으로서 석유제품에 따라 촉매 및 반응 압력에는 차이가 있으나 근본적인 원리는 같다.

가장 먼저 도입된 脫黃공정은 나프타(Naphtha: 비점범위가 50~150에 이르는 석유화학기초유분 및 휘발유용 방향족생산공정의 기초유분으로 사용됨) 用 水添脫黃공정으로서 탈황자체가 목적이라기 보다는 방향족생산공정의 촉매독인 황제거가 일차적 목적이었다.

80년대 들어서 점차 등·경유의 황함량규제가 강화됨에 따라 보다 고비점유분인 경유의 탈황을 위하여 보다 고압에서 운전되는 수첨탈황공정이 속속 도입되었다. 이러한 공정의 도입에도 불구하고 경유의 황함량 규제치는 세계적으로 점차 강화되고 있는 추세이다.

90년대 들어서 미국에서는 경유의 황함량을 0.05wt%로 규제하고 있으며 유럽공동체에서는 1996년부터 그리고 일본에서는 1997년부터 황함량을 0.05wt%로 규제가 예정되어 있다. 우리나라의 경우 현재 경유제품의 유황함량이 0.1wt%로 되어 있으며 2000년 정도에 규제치가 0.05wt%에 이를 전망이다. 이때에 이르러서는 이른바 경유의 심도탈황이 필요하며 이를 위해서는 보다 활성도가 증가된 촉매의 사용이 필수적이며, 현재 국내 정유사들도 이러한 촉매개발에 상당한 관심을 보이고 있다. 최근에는 등·경유뿐만 아니라 B-C유에서의 황함량 규제가 강화되어 B-C유용 수첨탈황공정인 RHDS(Residue Hydrodesulfurization)공정의 도입필요성이 증대하였으나 현재 B-C유가격이 타유종에 비하여 낮게 형성되어 있을 뿐만 아니라 타유종에 비하여 황함량이 높기 때문에 고압운전 다량의 수소소모등으로 인한 높은 운전 Cost 때문에 도입이 활발히 진행되지는 못하고 있는 실정이다.

환경규제로 인해
황함량과 방향족함량을
줄이기 위해 脫黃공정과
방향족성분제거공정이
연구되고 있으며
방향족을 대체할 수 있는
물질도 개발되고 있다

〈표-3〉 국내 석유제품 황함유량

	현재규제수준	2000년 예상 규제수준	실제품질 수준(96년)
휘발유	1,000 ppm	1,000 ppm	40 ppm
등유	800 ppm	800 ppm	200 ppm
경유	1,000 ppm	500 ppm	800 ppm
B-C유	1.0%	0.5%	0.9%

휘발유와 같은 경질유에서는 황보다는 방향족 함량이 규제의 주요대상이 되어 왔다. 모든 방향족이 인체에 유해하지만 벤젠은과 낮은 비점(80도)으로 인해 주유소나 승용차로부터 대기중으로 유출되어 인체에 흡입될 가능성이 다른 방향족에 비하여 높기 때문에 주요 규제대상이 되어 왔으며 현재 5%이하로 규제되고 있다.

또한 모든 방향족 성분들은 연소되는 과정에서 일산화탄소, 미연탄소분등 유해한 성분배출의 원인이 되기 때문에 방향족 전체함량이 현재 50%이하로 규제되고 있다.

이러한 방향족들은 휘발유성분들 중에서 高옥탄가(100이상) 유분들이기 때문에 옥탄가 손실없이 방향족화합물을 대체할 수 있는 물질로서 함산소화합물(Oxygenate)이 등장하였으며, 함산소화합물은 크게 알코올과 Ether 두종류로 분리할 수 있는데 현재 휘발유에 주로 사용되는 것은 Ether의 한종류인 MTBE(Methyl Tertiary Butyl Ether)이다. MTBE는 Naphtha Thermal Cracking 공정의 부산물인 C4 올레핀(Isobutylene)과 메탄올을 합성하여 제조되는데, 향후 이러한 함산소화합물의 수요는 꾸준히 증가될 것으로 예상되지만 이를 제조할 수 있는 원료인 C4올레핀의 조달에는 한계가 있으며, 따라서 C5~C6 올레핀으로부터 함산소화합물을 제조할 수 있는 방안연구가 국내외에서 활발히 진행되고 있다.

그러나 이러한 함산소화합물들은 일반 방향족화합물에 비하여 발열량이 70%수준에 불과하여 燃比면에서 소비자들에게는 불리하다. 휘발유에서 방향족화합물을 줄이는 방안으로는 방향족화합물을 함산소화합물로 대체하는 방안뿐만 아니라 휘발유 배합에 이용되는 반제품중 저옥탄가 반제품인 T-LSR(옥탄가 75), Raffinate(옥탄가 70)의 옥탄가를 향상시킴으로써 휘발유 자체의 배합되는 방향족함량을 줄일 수 있는 Isomerization 공정에 대한 필요성도 점차 증가될 것으로 예상된다.

휘발유중 파라핀성분은 크게 Iso Paraffin과 Normal Paraffin으로 나눌 수 있는데 Normal Paraffin들은 상대적으로 저옥탄이기 때문에 이를 Iso Paraffin으

휘발유 자체의 배합되는
방향족함량을 줄일 수
있는 Isomerization
공정에 대한 필요성도
점차 증가될 것으로
예상된다

〈표-4〉 국내 석유제품 방향족함량

	현재규제수준	2000년 예상 규제수준	실제품질 수준(96년)
휘발유	50%	25%	40%
등 유	-	-	20%
경 유	-	30%	30%

로 전환시킴으로서 옥탄가를 높이는 것이 *Isomerization* 공정의 원리이며, 저압 저온에서 운전되므로 타공정에 비하여 유리하나 아직까지는 국내에 도입되지는 못하고 있는 실정이다.

4. 맺는말

지금까지 석유산업의 국내의 환경과 관련하여 장황하게 언급하였으나 크게 두 가지로 요약한다면 첫째는 수급의 점진적 변화에 대비하여 정유공장의 질적고도화를 추구해야 한다는 것이다.

이는 원유도입량대비 생산되는 경질유(휘발유, 등유, 경유)생산량의 비율로서 수치화 할 수 있으며, 현재 꾸준히 개선되고는 있으나 선진국 수준과는 아직 상당한 차이가 있다. 이러한 차이를 보다 좁히기 위해서는 국내 석유산업의 기술적 수준향상도 필요하지만 무엇보다 과감한 투자가 이루어 져야 가능하며 이는 정부차원에서 적극적으로 유도해야 할 항목으로 인식된다.

둘째는 석유제품 성상의 규제치 수준 강화에 따라 새로운 규제치를 충족하기 위해서 각종 *Cost* 상승요인이 발생하는 바 이를 최소화하기 위한 국내 석유산업의 기술적 진보가 이루어 져야 한다는 것이다.

우선 현재 석유제품의 주요 규제치인 황함량을 효과적이고 경제적으로 줄일 수 있는 방안의 지속적 연구가 이루어 져야 하겠다.

지금까지 각 정유사는 규제치 강화에 대비하여 외국기술도입을 통한 탈황시설 증설에 의존해 왔으나 이제는 이러한 기술적 종속관계를 조금씩 벗어나야 할 시기이다. 특히 황이 국내대기환경오염에 미치는 엄청난 영향을 생각할 때 최소한의 경제적 대가로써 황함량을 낮추는 기술에의 투자가 결코 헛될 수는 없는 것이다.

궁극적으로 국내 석유산업의 전망은 새로운 환경규제에 대해 어떻게 효과적으로 대응하느냐에 달려 있으며 시설의 고도화는 대기환경의 질을 높이는 효과뿐만 아니라 에너지의 효율적 이용측면에서도 피할 수 없는 대세이며, 이와 같은 석유산업의 환경친화적 전환은 *Green Round* 등 세계적 경제환경변화에 적극적으로 대처할 수 있는 길이라 하겠다. ♣

정유공장의
질적고도화 추구하고
각종 규제로 인한
*Cost*상승요인을
상쇄시켜줄 기술적
진보가 중요하다