

—生産者の 立場—

低硫黃油 生産 小考



孟 元起

〈京仁에너지·常務工場長〉

1. 低硫黃化의 胎動 一年

작년 7월부터 低硫黃石油製品를 처음으로 생산하기 시작하여 서울지역에 공급개시한지도 벌써 1년이 되었다. 그 동안에 환경청당국은 低硫黃燃料油 사용지역 확대 및 유황함유기준을 환경청 고시 82-1로 개정고시하고, 82년 2월부터 울산지역 발전소에 이어 인천울도 소재 발전소에 한하여 2.5% 저유황 연료유를 사용케 하였으며, 3월부터는 서울지역의 모든 사업장과 仁川, 富川, 始興, 光明, 安養, 城南, 의정부시 등 수도권지역의 7개 위성 도시를 포함시켜 1.6% 저유황연료유의 사용지역을 확대 실시한바 있었다. 그리고 4%의 低硫黃輕油는 서울지역에 등록된 자동차에 한하였던것을 仁川, 釜山과 京畿道 전지역으로 확대시켰다.

低硫黃燃料油 사용지역 확대실시함에 있어 장기간 경기침체로 인한 어려움을 겪고 있는 많은 소비자기업으로 부터 관계요로에 확대실시시기의 연기를 진정하는 강력한 건의가 있었기도 했다. 정부도 3월 11일 석유제품의 油價調整시에는 低硫黃 제품 사용에서 오는 소비자의 추가부담을 경감시켜 주기 위하여 高硫黃연료유와의 가격차이를 축소조정하여 가격인하조치를 취하기도 하였다.

한편 高유황연료유의 탈황설비시설이 없는 각 정유회사들은 저유황제품생산에 위하여 필요한 저유황원유의 수입공급에 있어 다행히도 세계 원유시장의 환경변화 추세에 따라 비교적 용이하게 조달할 수 있었다.

2. 低硫黃製品 供給現況 및 공급 확대 계획

81년 7월 이후 0.4%의 低硫黃輕油와 1.6% 및 2.5% 벵커-C 유의 공급실적을 보면, <표 1>과 같다.

〈표 1〉 低硫黃製品 生産実績

低硫黃製品		81. 7~12		82. 1~4	
		(천배럴)	(BPCD)	(천배럴)	(BPCD)
輕油		2,161	12,000	2,118	17,650
벵커-C 유	1.6%	1,777	9,870	2,265	18,870
	2.5%	1,640	9,110	2,745	22,870

저유황 경유는 81년 하반기 총 소비량중 약 11%, 82년 1월~4월기간중 약 17%의 공급율을 보였다.

低硫黃 벵커C油는 81년 하반기 총 소비량의 약 9%, 82년 초 공급지역확대 실시로 총 사용물량의 약 21%의 공급율을 나타내고 있다.

5차 5개년 계획기간중(82년~86년) 低硫黃製品의 공급계획에 의하면, 輕油는 86년도에 100% 전량공급을 목표하고 있으며, 重質油 벵커C油는 84년도에 53%, 86년도에는 71%의 공급율을 목표하고 있으며, 특히 86년도 부터는 탈황설비를 완료하고 高유황유의 탈황정제로 저유황제품을 공급토록 계획하고 있다. 이는 저유황원유의 장기적인 물

량확보가 불확실하기 때문에 대기오염방지를 위한 저유황제품 공급의 근원적인 대책이 될 수 없기 때문이다.

〈표 2〉 低硫黃제품 代替 공급계획

(單位 : %)

저유황제품 \ 년도	82	83	84	85	86
輕油	33	33	53	84	100
벙커-C油	24	27	53	59	71

81년 후반기이후 저유황원유의 수입상황을 살펴보면, 인도네시아, 말레이시아, 브루나이, 에콰도르, 리비아, 나이지리아 등 6개국에서 14종류의 저유황원유를 수입하여 정제한 바 있다.

〈표 3〉 低硫黃 原油 도입 현황

(單位 : 千배럴)

산 유 국	원 유 명	81	81.1-4월
인도네시아	Attaka외 6종	2,842	3,883
말레이시아	Tapis Bintulu	2,301	468
브루나이	Champion Seria	-	1,500 311
에콰도르	Oriente	5,862	3,770
리비아	Brega	1,154	1,208
나이지리아	Escravos	313	-

〈표 4〉 低硫黃原油의 특성표

産油国	原油名	API	特 性			수 율 (%)					벙커C 油유동 점, °C
			유황분 WT %	점 도 SSU @37.8°C	유동점 °C	중기압 kg/cm ²	LPG	나프타	등유 경유	벙커 C油	
인도네시아	ATTAKA	44	0.06	30	-34	0.46	2.5	30	56.5	11	43
	WALIO	35	0.7	40	-9	0.17	1.3	16.5	49.7	32.5	40
	BADAK	38.6	0.08	35	-12	0.33		31	51.7	17.3	49
	BEKAPAI	40.5	0.08	33	-18	0.23	1.7	23.7	59.6	15	43
	SEPINGGAN	35.2	0.07	34	-20	0.26	1.1	21.7	54.4	22.8	43
	SANGA-SANGA	26.4	0.07	45	5	0.06	1.8	7.4	58.0	32.8	40
말레이시아	TAPIS BLEND	44.6	0.1	32	5	0.28	1.1	22.4	60.7	15.8	43
	BINTULU	26.5	0.13	NA	-5						
브루나이	CHAMPION	23.9	0.12	50	-36	0.09	0.5	7	45.5	32	15
	SERIA	38.8	0.05	33	15		1.1	24.5	53.8	20.6	49
에콰도르	ORIENTE	30.4	0.9	70	-12	0.34	1.8	12.2	26.0	60	15
리비아	BREAGA	40.4	0.21	38	-1	0.45		23.1	40.1	36.8	35
나이지리아	ESCRAVOS	36.2	0.16	38	10	0.32	2.4	21.5	43.6	32.5	38

〈표 3〉 저유황원유 수입현황 참조.

다행히도 81년이후 세계적인 경기침체의 장기화와 석유소비의 감퇴등으로 인한 국제원유환경의 변화로 저유황원유의 필요물량 확보에도 지장이 없었으나, 공급지역의 연차적인 확대실시에 따라 증가될 저유황원유의 절대물량확보에는 장기적인 관점에서 볼때 불확실성이 크다고 하겠다.

3. 低硫黃原油의 특성

대부분의 低硫黃原油의 공통적인 특성으로는 왁스의 함유량이 많으며, 따라서 流動점이 높은것이다. 아직도 우리 나라 총원유도입량의 80% 이상을 차지하고 있는 사우디아라비아, 쿠웨이트, 이란등 中東産 原油에는 왁스분이 적고 유동점도 -25~-35°C 정도인데 비하여, 현재 도입되고 있는 저유황원유들은 인도네시아産 ATTKA 원유를 제외하고는 모든 원유가 고유동점의 특성을 가지고 있다.

이들 고유동점원유를 정제함에 있어 단독원유처리(Straight Feed)로서는 생산되는 중질유제품의 유동점이 상당히 높아지므로 대부분 저유동점 原油, 즉 中東産 원유와 혼합정제(Mixed Processing)하고 있다. 81년후반기 이후 각종 저유황원유 즉 고유동점 원유를 취급하고 있는 정유공장에서는 여러가지 어려움을 많이 경험한 바 있다. 몇가지 예를들어 설명해 보고자 한다.

FR형 원유탱크가 Resilient type의 Roof Seal

인 경우, 동절기 동안 Roof 가 상하이동하면서 原油중의 WAX 가 고형화되고 Shell Plate 내부에 축적 부착되어 Resilient Seal을 파손시켜, 보수가 불가피하게 되었다. 보수방법으로는 Resilient type Seal 대신에 Metauc Seal type 으로 改替키로 하였으며 동시에 축적되는 WAX를 제거시켜 주는 WAX Scrapper 를 추가 설치토록 건의 되었다. 이상의 보수 및 보완공사를 하기 위하여 原油탱크의 청소작업이 선행되어야 했으며, 原油탱크 1기당 약 4개월간씩의 보수기간동안에는 原油탱크를 사용하지 못하는 애로가 있다.

原油의 荷役시설 즉 Unloading Arm System 파이프라인, Transfer Pump 등은 원유의 냉각 고형화를 방지키 위하여 항상 유동점이상온도가 열시켜주는 Heating 시설(Electrical Thacing, Steam Tracing)을 서둘러 補完설치해야 했으며, 모든 원유탱크에는 가열설비(내부 가열코일 또는 외부 순환식 열교환기)와 보온시설(5cm정도의 Insulation)을 추가하게 되었다. 특히 기존 荷役송유관

이 해저배관인 경우에는 고유동점 원유의 취급을 위한 개조공사가 어려워 별도의 고정식 해상부두를 새로히 건설하기도 하였다.

또한 동절기기간중 Drain계통과 Oily Sewer계통에서 많은 Plugging 사고를 경험한바 있다. 특히 탈염장치의 배출염수(Brine)의 적절한 산도조절을 위하여 Acid Injection이 필요하기도 하였고 油水分리조작의 곤란으로 폐수처리와 Sludg 처리의 어려움을 경험하기도 하였다

4. 低硫黃製品의 特性

왁스함유량이 많은 고유동점원유를 증류 정제하면 왁스분은 대부분 중질잔사유분으로 떨어지고 일부는 중간유분인 輕油에 함유케 되어 병커C油와 輕油의 유동점이 매우 높아진다. 원유의 종류에 따라 정도의 차이는 있으나 低硫黃원유(예, Walio, Br-ega, Sanga-sanga, Champion, Seria, Bintulu원유 등) 만을 증류정제할 경우 생산되는 1.6%

병커C油는 대략 25°C~40°C (77°F~100°F) 정도의 높은 유동점을 갖게된다.

유동점을 낮추기 위하여 中東産 저유동점 원유와 혼합정제하기도 하며, 경질유분(등유 또는 경유)으로 Blending 하기도한다. 그동안 고유동점 병커C油의 사용경험으로 불때 기존 연소설비의 개조없이도 30°C전후의 유동점을 가진 병커C油를 사용할 수 있으며, 약간의 시설보완으로 극히 유동점이 높은 LSWR(Low Sulfur waxy Residue) 연료유도 사용가능하다. 韓國電力당 인리발전소는 80년 8월부터 인도네시아로부터 수입하고 있는 LSWR(유동점 평균40~43°C)를 사용하고 있다.

低硫黃병커C油의 또다른 특성은 粘度 Viscosity)가 高硫黃병커C油에 비하여 상당히 낮은 점이다

〈表-5〉 버너별 重油의 적정가열 온도표

122°F/50°C 重油의 점도		重油의 적정가열온도(°C)				
세이볼트 플로우(SFS)	세이볼트 유니버살(SSU)	스팀젯트 버너 (200SSU)	기계식무화 (I) (150SSU)	기계식무화 (II) (100SSU)	로타리버너 (750SSU)	저압기류식 버너 (150SSU)
30	275	57	63	74	32	63
50	460	66	72	83	42	72
70	680	72	80	90	49	80
90	880	77	84	95	52	84
100	980	78	85	97	55	85
110	1,070	79	87	99	56	87
120	1,190	81	88	100	57	88
130	1,260	82	89	101	58	89
140	1,360	84	91	102	59	91
150	1,450	85	91	103	60	91
160	1,580	86	92	104	61	92
170	1,670	88	93	104	63	93
180	1,750	88	95	106	63	95
190	1,880	88	95	107	63	95
200	1,950	89	96	108	64	96
210	2,160	90	97	108	65	97

주) 1연로의 50°C(122°F)에서 점도를 구한 후 해당 버너가 요구하는 점도를 나타내는 온도로 공급할 때 연소효율이 향상됨.

(예) 중유 점도가 120SFS일때 로타리 버너에는 57°C 가열공급 하여야함)

유동점을 낮추기 위하여 輕油나 燈油유분같은 중간 유분을 Blending 할 경우, 점도는 더 낮아진다. 저유황 벙커C油 사용이후 소비자로부터 低硫黃 벙커C油의 연소효율에 관한 질의가 많이 제기된 바 있는데, 이는 주로 점도가 종전의 고유황유에 비하여 매우 낮은 경우가 있기 때문이다.

최근 에너지 관리공단은 低硫黃 벙커C油의 연소 효율을 향상시키고저 소비자를 위한 저유황벙커C油의 適正予熱 온도 기술지도자료로 점도별 분무화 방법별 적정 가열온도표를 작성하여 서울 및 京畿 地域지정에너지 관리대상자에게 배부한 바 있다. 이 자료에 의하면 低硫黃 벙커C油(1.6%)는 보통 고유황벙커C油와는 점도 차이가 있어, 경우에 따라서는 점도의 변화의 폭이 크므로 종전의 예열온도와 같이 가열하여 연소시킬 경우 증질분의 열화 등에 의한 불완전연소의 요인이 되어 연소효율이 저하되는 경우가 있기 때문이다. 이러한 기술지도 지침에 따라 정유회사측은 지난 6월 1일부터 低硫黃 벙커C油를 출하할 때 송장(Meter Ticket)에다 필히 50℃에서 측정된 점도를 SFS단위로 통일하여 표시하고 있어 사용자측에서 이 자료를 이용하여 적절한 예열온도를 환산조정하여 열효율 향상에 활용토록 하고 있다.

5. 建議事項

연료유중 경질중유(벙커A油)와 중유(벙커B油 또는 LRFO)도 低硫黃油 공급지역에 한하여 금년 3월부터 유황함량기준이 1.6%로 개정되었다. 이에 정유과정에서 低硫黃 原油精製 방법으로 벙커A와 벙커B油를 생산할 경우, 인화점이나 유동점 규격은 종전과 마찬가지로 변경이 없기 때문에 두가지 규격을 동시에 만족하는 제품을 생산하기가 곤란함을 경험하고 있다. 따라서 현재의 인화점과 점도규격이 불합리 하다고 사료되어 이 기회에 정유사측 입장에서 규격제정 당국에게 다음 표에 요약한 바와 같이, 규격의 개정을 건의하고자 한다.

즉 벙커A油의 하계절 유동점 규격은 5℃에서 10℃로 상향조정하고, 인화점은 60℃에서 55℃로 완화할 것. 벙커B油(LRFO)도 유동점 10℃를 15℃로, 인화점 65℃를 60℃로 완화 조정할 것을 건의하는 바이다.

(表 6) 벙커A 및 벙커B油의 規格개정 건의 내용

저유황유 규격	벙커A油		벙커B油	
	현행	건의	현행	건의
인화점 ℃이상	60	55	65	60
유동점 ℃이하	5 (하계절)	10	10	15

특히 현행 벙커A의 동계절 유동점 규격은 -4℃로 되어 있어 저유황원유 정제방법으로는 생산할 수 없는 실정이다.

대부분 벙커A油의 사용자측 취급설비(저장탱크 및 배관)는 보온설비가 되어있지 않은 실정으로 겨울철 가끔 벙커A油가 탱크나 배관내에서 고형화되어 공장조업에 지장을 가져오는 경우를 경험하고 있다.

벙커A나 벙커B油를 사용하는 경우, 가열시설은 못하더라도 최소한 보온시설을 철저히 보완해 놓으므로 혹한시에도 고형화 사고를 예방할 수 있다고 믿는다.

6. 맺는 말

앞에서 저유황고유동점원유를 증류정제하여 저유황연료유를 생산해 오면서 겪어온 여러 가지 경험들을 정유공장입장에서 고찰해 보았다. 아직도 정유공장현장에서는 저유동점원유의 원활을 취급에 필요한 시설의 개조공사나 보완공사들이 진행되고 있다.

대기오염방지대책의 일환으로 연료유의 저유황화는 계속 추진될 것이며, 86년에는 경유와 벙커C油는 각각 100%와 71%의 저유황제품 공급을 목표로 하고 있다. 당분간 탈황설비를 갖출 시기까지 저유황원유에 의존할수 밖에 없다.

세계의 원유공급추세는 우리나라의 수요구조 변화 전망과는 반대로 중질화와 고유황화가 예상되고 있다. 따라서 증가되는 저유황원유의 절대물량을 확보해야 한다. 저유황원유의 공급이 장기적으로 보장된다면 탈황설비를 위한 투자를 지연시키는 것은 바람직하나 공급의 불확실성이 큰 저유황원유에 의존은 대기오염방지대책의 근원적인 방안이 될 수는 없다고 본다. 이런 가정이라면 고유황중질유 탈황설비계획의 추진이 불가피하다. *