

● 特輯 ●
石油品質

石油製品의
규격과
品質動向



金光琳
〈韓國油化試驗檢査所·檢査部長〉

I. 머리말

燃料油의 규격을 보면, 상한이나 하한만을 규정하고 있을 뿐이지 결코 어떤 범위로는 규정되어 있지 않다. 그러나 품질의 항목중에는 서로 관련되는 것이 많기 때문에 항목 전체를 놓고 보면, 품질은 어느 범위내에 억제되어 있음을 알게 될 것이다. 물론 이 범위라는 것은 機械加工의 정밀성과 같이 엄밀한 것은 아닐지라도 각기 상이한 성상을 갖는 여러 原油 등을 감안하고, 오랜 경험과 실험·연구끝에 만들어진 것만은 사실이다.

세계각국의 石油製品中 연료유의 성상을 비교해 보면, 그 품질의 범위는 더욱 넓어지게 되는데, 이와 같이 품질은 그 나라의 공업화의 정도, 엔진 또는 燃燒機器類의 구조와 더불어 기후 등에 의해서도 다르다는 것을 염두에 두어야 한다.

이러한 연료유의 품질을 요소별로 구분하면, 안전성, 資源節約性, 환경오염 방지 및 보수관리 용이성이 가장 바람직한 것으로 되어 있다. 특히 화재·폭발등 사고발생과 필연적인 인과관계를 갖는 안전성은 연료유의 규격수치를 정하는데 있어서의 절대요소이며, 排氣가스 등의 공해규제와 使用機器의 기능향상이나 목적달성을 위한 性狀面의 품질성, 그리고 생산코스트의 절감을 위한 製品收率의 제고 등이 빼놓을 수 없는 요소들이다.

예컨대, 懸案의 輕油·A重油의 流動點저하, 灯油의 初溜溫度 및 煙點 향상, 제트연료유의 析出點, C重油의 粘度規格의 상승 및 輕油의 90% 溜出溫度 등 거의 全油種에 걸친 규격개정 내지는 재검토가 끊임없었으나, 이것은 中·輕質化되어가는 수요구조의 추이에 대응하기 위하여 불가피하게 제품규격을 완화하거나 변경함으로써 過剩品質을 방지하고 제품의 收率을 높이기 위한 필연적 조치라 하겠다.

本稿에서는 紙面關係上 輕油 및 重油의 규격과 관련된 국내외의 품질동향을 살펴보기로 하겠다.

II. 輕油의 품질과 規格改正의 배경

유럽에서는 가정의 난방용으로 灯油·輕油·A重油 溜分에 해당하는 가열용 輕油도 사용하고 있으며, 또한 디젤輕油의 수요충당을 위해 우리나라의 輕油보다 약간 重質溜分을 디젤輕油에 사용하는데, 日本에서도 灯油·輕油·A重油의 수요구

소비자가 증가하는 추세에 대비하여 流動點 5°C 以下の 特1号輕油가 JIS에 신설되어 기온이 높은 여름철에 이 輕油를 사용하여도 지장이 없음을 실증하고 있다. 또한 90% 溜出온도의 상한을 350°C 에서 유럽과 같은 수준의 360°C (特1号 및 1号: 83년 3월 개정)로 완화함으로써 灯油의 수요가 증가해도 輕油를 약간만 重質化하여 輕油의 수요량을 확보할 수 있게 하였다.

만일 90% 溜出온도가 개정전의 350°C 이하의 제약을 받게 되면 重質化의 정도는 극히 미세한 것이 되기 때문에 重質化를 해도 輕油의 품질에는 거의 영향을 미치지 않는다. 後闡이지만, 日本資源에너지庁에서는 규격개정에 따르는 실용상의 지장이 없도록 하기 위해 여러 각도에서 심중한 검토를 한 것으로 알려졌다.

우리 나라의 품질규격은 JIS와 거의 일치하기 때문에 這間의 사정을 충분히 알 것으로 믿는다. 懸案課題中の 하나에 低溫流動性의 유지문제가 있으며, 그 대책으로서 유럽에서는 벌써부터 사용중인 低溫流動性向上劑의 添加效果 등에 대하여 日本에서도 뒤늦게 石油學會가 主軸이 되어 검토한 바 있다고 하는데, 그 결과에 의하면, 低溫流動性向上劑의 효과는 디젤車の 연료계통이 상이하게 되면 그에 따라서 크게 변한다고 한다.

한편 輕油를 냉각하여 온도를 내리면 응고하기에 이른다. 그 온도차는 작고 流動點은 그 사이에 있으므로 지역별로 계절에 따라서 流動點을 관리하면 별로 문제될 것이 없다. 90% 溜出온도가 360°C의 輕油에서도 低溫流動性向上劑를 첨가하면 流動點을 충분히 낮게 할 수 있고, 低溫粘度도 낮아지므로 流動點을 개선할 수 있는 것이다. 예컨대, 디젤車の 燃料配管이 凝狀化된 輕油로 막히는 것을 어느 정도는 방지할 수 있다. 그러나, 車種에 따라서는 첨가제를 사용하여 輕油의 析出왁스를 微細化시켜도 기온이 극히 낮을 때에는 메인 필터가 막히는 일이 있다. 析出왁스는 燃料成分이므로 加溫하면 용해하기 때문에 엔진 연료계통의 설계방법을 개선하면 메인 필터의 막힘을 방지할 수 있다.

Ⅲ. A重油의 품질과 燃燒機器

A重油의 품질은 그 동안 점진적인 輕質化과정

을 거쳐 현재는 輕油와 흡사한 性狀이 되고 있으나, 여기에는 漁船用 엔진의 高速·高出力化가 영향을 미친 것으로 보고 있다. A重油는 漁船用 이외에도 鑛工業 분야에서부터 비닐하우스에 이르기까지 폭넓은 분야의 燃燒機器에 의하여 가열 및 난방용으로 사용된다.

이러한 버너用 A重油의 품질은 灯油·輕油溜分の 수요구성비가 증가하고 A重油가 현상보다 다소 重質化된다 해도 현행 품질규격의 범위내에서 충분히 보장되는 것으로 보고 있다. 이에 비하여 엔진用 A重油에는 최근들어서 특히 디젤輕油에 매우 가까운 품질이 요구되고 있는 실정이다. 예컨대, 현행 규격범위라도 機種에 따라서는 燃料噴射노즐에 불완전燃燒生成物이 쌓이는 수가 있고, 현행 규격에 규정되어 있지 않은 세탄指數가 요구되기도 한다. 美国에서도 이와 같은 디젤輕油의 生産收率을 올리기 위해 FCC라이트 사이클 오일(LCO)의 혼합비율을 늘리거나 重質溜分으로 沸點범위를 확대하는 경향이 있으며, 그 결과로 다음과 같은 품질면에서의 문제점이 야기될 것으로 예상하고 있다.

- ① 세탄값의 저하
- ② 貯藏安定性的의 악화
- ③ 低溫流動性的의 악화

한편 日本에서도 가까운 장래에 LCO를 디젤輕油에 배합하지 않을 수 없을 것에 대비하여 많은 품질연구를 하고 있다고 한다.

앞으로의 엔진用 A重油의 품질은 漁船用 小型 디젤 엔진의 동향에 따라서 크게 좌우될 것이라는 것이 일반적 견해이며 최근의 日本 동향을 보면 길이 15m 이상의 어선에는 中·高速의 엔진을 기어로 減速한 것이 약 70%나 되고, 길이 15m 이하로 2톤 미만의 어선에 이르러서는 거의 高速·高出力化되어 소형의 高速엔진이 대부분이라고 한다. 그 仕樣을 보면 차량용 엔진에 유사할 뿐만 아니라, 그 중에는 차량용 엔진을 改裝한 것도 많다.

특히 연료소비율을 향상시키기 위하여 燃燒방식을 종래의 予燃燒室式에서 직접 噴射式으로 변경하는 경향도 보인다. 본래, 直接噴射式的 소형 中·高速 디젤엔진의 연료는 輕油에 한정하고 있지만, 漁船에서는 輕油보다도 값싼 A重油가 사용되는 일이 많기 때문에 연료비의 절감을 위한 이러한

A重油의 사용으로 인한 보수관리상의 문제점이 필연적으로 제기되고 있다. 특히 연료필터를 輕質仕樣 그대로 판매한 엔진에서 필터清掃에 많은 노력을 소비하게 되는데, 반드시 A重油를 사용할 때는 그에 적합한 연료필터를 사용하여야 한다. 연료필터는 연료용의 挾雜物(水分, 銹, 섬유 등)을 여과하여 燃料噴射 펌프의 손상을 방지하기 위하여 설치되는 것이다.

한편 엔진의 燃料系統 대책으로서 여러 나라에서는 머린 디젤연료로 불리는 ASTM D975의 4-D級 또는 BS 2869의 B 2級 연료유를 사용하기도 한다.

IV. B重油의 품질규격과 混合製品

噸當 重油의 발열량은 대략 비중의 증가와 더불어 작아지고, kl當의 重油의 발열량은 반대로 커진다. 動粘度가 늘면 비중도 늘고, 噸當의 발열량이 줄게되는 경향을 보임으로써 외항선의 연료유의 噸當 가격은 벵커 重油로 불리는 가장 高粘度제품에 대하여 가장 값싸게 정해지고 있는 것이다. 그러므로 외국에서는 前記한 제품과 海上디젤輕油와의 中間 動粘度의 선박용 重油는 動粘度에 따라서 噸當 가격이 정해지는 것이 通例이다. 이러한 관점에서 보면, 外航船의 연료유는 에너지로 기준으로 가격이 정해지고 있음을 알 수 있다. 몇년전 일이지만, 外誌에 벵커 重油와 머린 디젤輕油의 動粘度를 알 수 있으면 이들을 혼합해서 필요로 하는 소정의 動粘度를 갖는 연료유를 제조할 수 있다는 내용이 발표된 바 있어, 가장 민감하게 반응한 日本에서는 C重油와 A重油를 소형 블렌더로 혼합하여 B重油에 상당하는 動粘度의 연료유를 만들어 냈고, 이것을 AC블렌드油로 상품화하기도 했다.

外地에서 구입한 선박용 重油에 비하면 거의 아무런 문제점이 없는 C重油를 AC블렌드油에 혼합했을 때에도 精油工場에서 제조한 B重油에 비하여 AC블렌드油의 성상에는 다음과 같은 相違點이 있음을 주목할 필요가 있다.

B重油를 가열설비가 없는 탱크에 저장해도 사용할 수 있도록 계절별 및 지역별로 B重油의 유동점이 관리되지만 C重油의 流動點은 配送系路의 온도조건에 따라서는 상당히 높아지므로 AC블렌드油의 流動點은 B重油보다 높아져서 유동성이 뒤

떨어지게 된다.

특히 외국에서는 AC블렌더를 선박에 설치하여 B重油仕樣으로 되어 있는 엔진에 AC블렌드油를 사용하는 시도 이외에도 C重油를 主機엔진에 쓰고 A重油를 發電用 補機엔진에 사용하는 선박에서, A重油 대신에 AC블렌드油를 사용하는 일도 시도된 바 있다. 아뭏든 어느 경우이든간에 C重油의 혼합비율을 높게 하여 연료비의 절약을 꾀하는 경향에 있는 것은 사실이다.

C重油의 혼합비율은 보수관리의 상황을 보면서 엔진의 종류나 사용조건마다에 따라 정해야 하며, 혼합비율을 항상 동일하게 하면 C重油 및 A重油의 성상에 따라서는 중대한 트러블이 발생한다는 것을 명심해야 한다. 특히 외국에서는 熱分解 등 重質油分解設備에 대한 증설이 활발함으로써 이들 殘油를 혼합한 外地에서 구입한 선박용 重油와 A重油의 AC블렌드油에서 다음과 같은 문제점이 일어나고 있다.

① 아스팔틱 슬러지의 발생이 심하고 遠心清淨機의 처리능력의 저하와 스트레이너의 막힘 등이 발생할 염려가 있다.

② 動粘度가 동일하여도 아스팔텐분이 극히 높은 것은 燃料噴射노즐에 침전물이 쌓이는 수가 있다.

한편 B重油는 대기오염방지로 인한 硫黃分の 규제조치로 A重油로의 전환과 연료비 절감을 위한 대책의 하나로서의 C重油 전환이 원인이 되어 수요량이 감퇴될 전망이다. 그리고 A重油에 비하여 kl當 발열량이 높은 B重油에 대한 選好傾向이 크기 때문에 앞으로도 관련되는 엔진 및 연소설비 등의 보수관리문제를 감안하여 B重油의 품질을 적절히 조정해 나가야 할 것이다.

V. C重油의 규격과 品質動向

유럽에서는 灯油를 비롯한 輕油 및 A重油溜分の 수요구성비가 더욱 증대될 것이며, 특히 선박용 重油의 重質化는 불가피한 것으로 보고 있다. 여기에 대비하기 위하여 中型·中速 디젤 엔진의 경우 종래보다 重質인 動粘度 380cSt(@ 50°C)의 重油를 사용할 수 있다는 전제하에 硫黃分이나 殘溜炭素分 등 대표적인 성상에 대하여 사용가능한 限界值를 각 엔진 메이커들이 제시하고 있다.

外航船에서 사용되는 重油는 前述한 바와 같이 高粘度의 것일수록 값이 싸기 때문에 연료비 절약의 견지에서 대형 선박뿐만 아니라 中型 선박에서도 더욱 高粘度의 重油를 사용하는 경향에 있다. 이러한 경향과 더불어 선박의 主機 및 補助機 엔진이나 遠心淸淨機 등의 補機에서 장애가 발생함으로써 문제가 되고 있는 것이 현상이다.

重油의 제조법상에서 보면 動粘度가 높은 重油일수록 비중이나 硫黃分 및 아스팔텐分이 증가하는 경향에 있기 때문에 극단적으로 高粘度化를 할 때에는 엔진油의 품질이나 遠心淸淨機에 의한 挾雜物의 분리상태와 壓縮着火性을 유지하기 위한 연료유의 噴需狀態를 더욱 適正管理하지 않으면 안된다.

최근의 海外事例를 보면, 선박용 重油(粘度 180 cSt @50°C)에서 高粘度化에 의한 성상의 변화보다도 대표적인 성상의 不均質性에 의한 성상의 변

화쪽이 오히려 더 큼으로써, 지금까지 경험적 통념적으로 추정해 왔던 動粘度에 의한 품질판정이 어렵게 되고 있다. 이러한 성상의 振幅이 증가하는 원인은 대략 다음과 같은 요인들에 의하고 있다.

① 中南美系 原油의 산유량 증가로 바나듐함유량이 200ppm을 넘는 重油가 출현했다.

② 灯油·輕油 및 A重油溜分 증산으로 熱分解裝置가 증설되었는데, 이 分解油는 비교적 動粘度가 낮기 때문에 動粘度 180cSt(@50°C)의 重油에서도 殘溜炭素分이 13wt% 이상이나 된다.

③ 품질관리가 좋지 않은 笨거重油가 싼값에 판매됨으로써 연료비 절감을 위한 수요의 집중 등을 들 수 있다.

우리 나라의 C重油에 비하여 월등하게 뒤떨어진 이러한 外地產 重油로 인하여 발생한 장애사례를 보면, 珪素 및 알루미늄 함유량이 어느 수치를 넘으면 연료펌프와 실린더 라이너 등의 摩耗를 증가

(表- 1) Intermediate Marine Fuels

| ISO CIMAC BSI 現 行 | DM10C CIMAC1 MC | RM10C " 2 MD IF40 | RM10B " 3 MM IF40 | RM10A " 4 MP IF40 | RM15D " 5 ME IF80 | RM25E " 6 MO IF180 | RM25F " 7 MF IF180 | RM35H " 8 MG IF380 | RM35K " 9 MK IF380 | RM45M " 10 MH IF500 | RM45K " 11 ML IF500 | RM55H " 12 MI |
|---|-----------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|---------------------|
| Density at 15°C (max) | 0.920 | 0.991 | 0.991 | 0.970 | 0.991 | 0.991 | 0.991 | 0.991 | - | 0.991 | - | 0.991 |
| Kinematic visc 40°C cSt (max) | 14.0 | | | | | | | | | | | |
| Kinematic visc 100°C cSt (max) | | 10 | 10 | 10 | 15 | 25 | 25 | 35 | 45 | 45 | 55 | |
| Viscosity Redwood No.1 (max) | 80 | 300 | 300 | 300 | 600 | 1,500 | 1,500 | 3,000 | 5,000 | 5,000 | 7,000 | |
| Flash point °C (min) | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | |
| Pour point (upper) °C Dec 1-Mar 31 (max) Apr 1-Nov 30 (max) | 0 6 | 24 24 | 24 24 | 0 6 | 30 30 | 30 30 | 30 30 | 30 30 | 30 30 | 30 30 | 30 30 | 30 30 |
| Ramsbottom carbon mass% | 2.5 | | | | | | | | | | | |
| Conradson carbon mass% | | 14 | 10 | 10 | 14 | 15 | 20 | 22 | 22 | 22 | 22 | |
| Ash mass% (max) | 0.05 | 0.10 | 0.10 | 0.10 | 0.10 | 0.10 | 0.15 | 0.20 | 0.20 | 0.20 | 0.20 | |
| Water vol% (max) | 0.30 | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.80 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | |
| Sulphur mass% (max) | 2.0 | 3.5 | 3.5 | 3.5 | 4.0 | 5.0 | 5.0 | 5.0 | 5.0 | 5.0 | 5.0 | |
| Vanadium ppm(max) | 100 | 300 | 150 | 150 | 350 | 200 | 500 | 600 | 600 | 600 | 600 | |
| Total existing Sediment* Ignition quality* | | | | | | | | | | | | |
| Aluminium ppm(max) | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | |

註: *規格 및 分析法은 현재 檢討中

시키게 되는데, 이것은 FCC 장치의 미세한 고체 촉매에 기인하는 것으로 밝혀졌다.

이러한 상황을 감안하여 ISO (國際標準化機構)에서는 선박용 重油의 국제규격을 검토하였으며, CIMAC (國際燃燒會議) 및 BSI (英國規格標準協會)의 案을 참작하여 규격제정(表-1)이 이루어질 전망이다. 이 規格案은 세계 각지에서 선박용 重油의 성상이 매우 상이한 점을 고려하여, 예컨대 動粘度 180cSt (@ 50°C) 重油의 비중은 0.991 이하, 殘溜炭素分은 15wt% 이하 및 20wt% 이하로 되어 있다.

이 밖에도 현재 검토하고 있는 試驗法中 알루미늄 함유량을 비롯한 슬러지量이나 壓縮着火性에 대한 측정 등이 의무화된다. 앞으로는 動粘度가 동일하더라도 바나듐 함유량이 規格值에 합격하는 제품과 불합격되는 제품에서는 연료가격이 상이하게 되는 등 선박용 重油의 국제시장에는 바야흐로 에너지와 더불어 품질을 척도로 하는 사고방식이

도입되어가고 있는 것이다.

VI. 맺는말

石油製品, 특히 연료유의 最適品質이란 序頭에서도 언급한 바와 같이, 연료유의 제조기술과 비용을 비롯하여 燃燒機器·엔진의 성능과 개량 및 연료유品質로서 요구되는 안전성, 省資源, 환경오염 방지, 보수관리 등의 省力化 요소를 충분히 만족시키는 경제성(소요에너지)의 균형에 있다고 요약할 수 있다. 그리고 최종적으로는 이러한 구성요소의 조건을 완화함으로써 靛싼 良質의 제품을 공급하는 인간의 연구노력과 지혜에 달려 있다. 특히 규격의 上·下限的 數値는 한마디로 말해서 소정의 품질을 보증키 위한 所要材源의 확보·확대와 生産收率을 올리기 위한 妥當한 資源 절약적 剩餘品質의 방지에 主안점이 두어져야 한다고 생각한다. *

□ 原油働動向 □

油價체제 昏迷거듭

油價폭락을 예방하기 위한 OPEC의 감산 결정이 일부 회원국들의 약속 불이행으로 난항을 겪고 있는 가운데 최근에는 美國의 주요 석유회사들마저 잇달아 유가인하 조처를 단행함으로써 국제유가 체제는 또 한차례의 혼란이 불가피해졌다.

지난달 29일 사우디 아라비아등 13개 OPEC 회원국들은 제네바에서 비상 총회를 갖고 산유량을 일당 1백50만배럴씩 줄이는 한편 공시가격을 배럴당 29달러선에서 묶기로 합의했으나 이같은 결정이 내려진지 10일이 지나도록 이란 UAE등 일부 회원국은 합의규정을 어기고 자국 산원유를 배럴당 최고 1.5달러까지 인하 판매하고 있으며 심지어 해운비용인하, 대금지불기간 연장등의 편법으로 사실상 유가를 인하시켜왔다.

특히 최근에는 美國의 대형 석유회사 모빌社, 필립석유社 등이 전격적으로 유가를 인하했

으며 6일에는 텍사코社도 西텍사스산 원유공시가격을 배럴당 현행 30달러에서 29달러로 1달러를 인하 조처했다. 또한 다른 美업체들도 경쟁적으로 유가를 인하, 美國產 주요 6가지 원유공급가격이 최고 1달러35센트 폭까지 폭락했다.

이밖에도 캐나다가 경질유 수출가를 배럴당 1달러 33센트 인하한 27달러 50센트로 조정하기에 이르렀다.

한편 7일에는 미국산 중질유가격도 배럴당 1달러 인하된 29달러에 거래되었는데 이같은 인하조치를 단행한 美國의 세브로社와 걸프오일社는 타사와의 경쟁을 위해 어쩔 수 없는 조처였다고 밝히고 있다.

이같은 움직임에 대해 알·사만 쿠웨이트 석유장관은 유가인하가 계속될 경우 OPEC 회원국들은 산유량을 추가 감산해서라도 유가폭락을 저지하겠다고 밝히고 있다. *