

日本 석유제품의 품질과 규격 (10)

9. 윤활유

윤활유란 두개의 고체표면간의 마찰을 감소시키는 물리적, 화학적 성질을 갖고 있는 물질의 총칭이다. <표-27>과 같이 액체, 반고체, 고체의 상태에서 쓰여진다.

<표-27> 윤활유의 종류

액상윤활제	머신유, 軸受油, 터빈유, 압축기유, 작동유, 기어유, 엔진유, 절삭유, 절연유
반고체윤활제	그리스(칼슘그리스, 리튬그리스)
고체윤활제	MOS ₂ , 흑연, PbO

일반적으로 널리 쓰이는 것은 액체윤활제로서 통상 윤활유라 불리며, 석유계 동식물계와 합성계 윤활유로 나뉜다. 특히 석유를 원료로 하는 석유계 윤활유는 양도 많고 값도 저렴하여 가장 많이 사용되고 있어 본란에서도 이에 대해 서술코자 한다.

윤활유를 사용하는 목적은 말할 것도 없이 기계의 마찰부분을 원활하여 마찰저항을 감소시켜 늘어붙거나, 마모를 방지하고 동시에 동력의 소비를 적게 하여 기계의 효율을 높이는 데 있으나, 그밖에도 실용상 몇가지 기능을 가지고 있다. 즉 윤활유는 대략 다음과 같은 작동을 한다.

- ① 감마작용 : 마찰력과 마모를 감소시킨다.
- ② 냉각작용 : 마찰열을 냉각시킨다.
- ③ 응력분산작용 : 하중을 골고루 받도록 분산시킨다.
- ④ 防蝕 및 防鏽작용 : 물이나 부식성가스의 침입에

의한 금속녹을 방지한다.

- ⑤ 밀봉작용 : 실린더와 피스톤간의 가스유출을 방지한다.

이와같은 작용 가운데 「감마작용」이 중요한 것은 말할 것도 없으나, 많은 기능을 가지고 있는 윤활유의 기능을 충분히 활용하기 위해서는 사용에 맞는 적절한 기름을 선택, 적시에 적량사용을 해야 된다. 즉 윤활부분에 적합한 기름을 선정하고 적당한 급유간격, 적당한 양을 급유하는 이른바 종합적인 윤활유를 어떻게 선정하는가가 더욱 중요한 문제가 되나, 「윤활」되는 분야가 기계와 화학의 중간영역에 있고, 더욱이 과학적 해명의 곤란함 때문에 다분히 경험에 따라 선택된 경향이 있었다. 현재까지 규정되어 있는 주된 윤활유류의 日本공업규격(JIS)은 <표-28>과 같다.

이와같이 용도별로 결정되어 있는 현재의 윤활유의 규격을 보다 잘 이해 하기 위해서는 윤활유의 조성, 윤활유로서 요구되는 성질과 첨가제에 관한 기본적인 지식이 특히 중요하기 때문에 우선 이것에 대해서 서술하고, 다음으로 윤활유의 품질과 규격에 대해서 기술한다.

(1) 윤활유의 조성

윤활유는 보통 첨가제를 포함하고 있으나 본란에서 말하는 윤활유는 첨가제를 포함하지 않은 석유계 윤활유유분을 말한다. 윤활유유분은 상압증류잔유나, 중질원유를 감압증류하여 유출한 윤활유원료로

물리적, 또는 화학적인 방법으로, 여러 정제를 거쳐서 만들어 진다. 이 윤활유유분은 미량의 유황, 산소, 질소화합물을 포함하고 있으나, 그 대부분은 탄화수소에서 구성되어 탄소수로 20에서 수십까지 부르고 있다. 탄소와 수소의 2원자로부터 되어 있는 파라핀계 탄화수소도 탄소수가 수십이 되어(〈표-29〉) 상당히 많은 이성체(異性體)가 존재하고 더욱이 기타 나프텐이나 방향족계의 탄화수소도 고려한다면, 윤활유유분에 포함되어있는 탄화수소의 수는 천문학적인 수가 된다. 이처럼 많은 성분을 하나하나 분류한다는 것은 불가능 하기 때문에 보통 다음과 같이 두가지로 분류하고 있다.

①분자의 脛에 의한것

- 파라핀계 탄화수소(분자중에 불포화결합, 나프텐環, 방향족環을 전부 포함하지 않은것)
- 나프텐계(시크로파라핀계) 탄화수소(적은 하나의 나프텐環을 가진것)
- 방향족 탄화수소(적은 하나의 방향족環을 가진것)

②구조 요소의 脛에 의한것

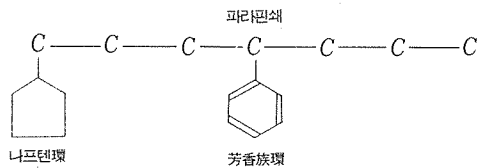
①의 분류는 윤활유유분과 같은 분자에서는 1분자중에 〈그림-24〉와 같이 파라핀, 나프텐, 방향족을 포함하고 있는 경우에는 분류할 수 없다. 구조요소에 의한 분류는, 구성하는 복잡한 탄화수소 혼합물이 파라핀鎖, 나프텐環 및 방향족環에서 구성되는

것으로 구성요소중의 탄소원자의 %로 표시된다.

〈표-29〉 파라핀계탄화수소의 異性體數

탄소수	異性體數
1	1
10	75
15	4,347
20	366,319
30	4,111,846,763
40	62,491,178,805,831

〈그림-24〉 시크로 벤틸 4-페닐헵탄



윤활유유분에 대해서는 %Cp 등을 구하여, 이 그림이 파라핀에 풍부한지, 나프텐에 풍부한지를 알아 볼 수 있다. 파라핀에 풍부한 파라핀계油和 나프텐에 풍부한 나프텐계油를 비교하면, 파라핀계유는 나프텐계유에 비교하여 점도지수가 크고, 인화점도 높은등 윤활유로서 좋은 장점을 지니고 있다. 그러나 유동점은 나프텐계유가 낮아, 최대의 특징이 된다.

〈그림-24〉는 다음과 같이 표시할 수 있다.

%C(파라핀鎖의 탄소원자%)

$$= \frac{7}{7+5+6} = 38.9\%$$

〈표-28〉

윤활유류의 JIS 규격

명칭·규격번호	적 용 범 위
· 냉동기유(K2211)	주로 냉동기의 윤활유로 사용하는 冷凍機油
· 터빈유(K2213)	蒸氣 터빈, 水力 터빈, 터보형송풍기, 터보형압축기등에 사용하는 터빈유
· 내연기관용윤활유(K2215)	주로 육용과 선박용내연기관에 사용하는 윤활유
· 기어유(K2219)	공업용과 자동차용 기어유
· 그리스(K2220)	주로 각종기계부품의 윤활제로 쓰이는 그리스
· 유동파라핀(K2238)	공업용의 유동파라핀
· 머신유(K2238)	주로 全損式급유방법에 의한 각종기계의 윤활유로 쓰이는 머신유
· 축수유(K2239)	주로 순환식, 유육식, 급유방식에 의한 각종기계의 축수부의 윤활유로 사용되는 축수유
· 절삭유제(K2241)	주로 금속의 절삭가공과 연삭가공에 쓰이는 절삭유제
· 열처리유(K2242)	철강과 기타 금속의 熱處理에 쓰이는 油劑중에 鑛油를 주성분으로 하는 열처리油
· 防鏽油(K2246)	녹방지유
· 絶緣油(C2320)	

% C_N (나프텐環의 탄소원자%)

$$= \frac{5}{7+5+6} = 27.8\%$$

% C_A (방향족環의 탄소원자%)

$$= \frac{6}{7+5+6} = 33.3\%$$

(2) 윤활유에 요구되는 성질

윤활유는 마찰력을 감소시키는 「감마작용」 등의 기능을 한다고 하는 것은 앞에서 말했으나; 이 기능을 충분히 발휘하게 하기 위해서는 기계의 종류, 목적에 맞는 여러가지 성질이 요구된다. 그러나 공통으로 요구되는 중요한 성질은 다음과 같다.

- ① 용도에 맞는 적당한 유동성을 갖고 있을것.
- ② 경계윤활에 견딜수 있도록 적당한 油性을 지닐것.
- ③ 산화나 열에 대해 안정되고 화학적으로도 불활성으로 청정균질일것.

(3) 윤활유의 첨가제

최근의 윤활유는 청정분산제, 점도지수향상제, 산화방지제, 유동점강하제, 방청제, 消泡劑, 극압첨가제 등 다양한 첨가제가 들어있다. 이러한 첨가제의 사용목적은 다음과 같다.

- ① 윤활유 본연의 성질을 더욱 증진시킨다(점도지수향상제등).
- ② 윤활유에 없는 성분을 첨가하여 새로운 성능을 부가시킨다(극압첨가제, 청정분산제등).
- ③ 윤활유 본연에 존재하고 있는 바람직한 물질이 윤활유에 필요한 고도의 정제과정에서 소실되었을 경우, 그 소실성능을 회복하고 보다 더 효과를 가지게 하기 위해 첨가한다(산화방지제등).

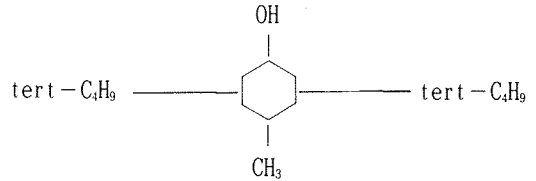
이와같이 윤활유에는 다양한 첨가제가 첨가되어 있어 중요한 역할을 하고 있다.

① 산화방지제

윤활유는 사용중에 공기중의 산소에 의해 산화를 받아서 劣化하여 슬러지나 바니쉬, 부식성물질을 생성하기 쉽고 또한 점도도 상승한다. 이러한 劣化의 정도는 윤활유의 품질, 사용시간, 사용온도에 따라 다르나, 순환하여 사용되는 윤활유는 특히 산화안정성이 좋은 것이 요구된다. 산화방지제에는 기름의 산화를 촉진시키는 유기활성물질을 분해하여 불활성화하는 것과 산화의 촉매작용을 하는 銅과 같은

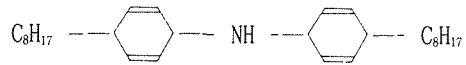
촉매 금속표면에 반응, 또는 흡착하여, 이것을 불활성화 하는 것이 있다. 아민系, 페놀系 산화방지제는 통상 100°C 이하에서 사용된다.

(페놀系 산화방지제의 例)



2,6-Di-tert-부틸-P-크레졸(DBPC)

(아민系 산화방지제)

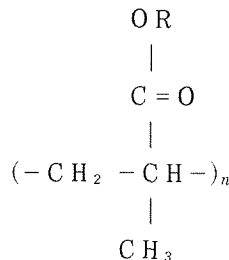


P,P'-Di-옥틸-디페닐아민

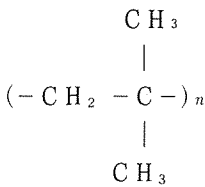
② 점도지수향상제

윤활유중에는 점도지수가 낮은 것도 있으므로 점도지수를 향상시키거나 또는 기름만 쓸때 보다도 우수한 점도지수를 얻기 위해 첨가하는 첨가제를 점도지수향상제라고 부른다. 보통 폴리이소부틸렌이나 폴리알킬메타크릴레이트와 또는 에틸렌·프로필렌 共重合體와 같은 폴리머(分子量數萬)가 사용된다. 점도지수향상제는 특히 粘稠하여 첨가된 기름의 점도를 높이기 때문에, 필요점도보다 낮은 점도의 기름에 첨가해야 한다. 또한 점도지수향상제는 剪斷力에 의하여 分斷되기 때문에 점도지수향상제를 함유한 기름은 사용중에 점도 및 점도지수가 낮아짐으로 큰 剪斷力을 받는 윤활유(예: 기어유)에 사용할 때는 충분한 주의가 요구된다.

폴리메타크릴레이트



폴리이소부틸렌

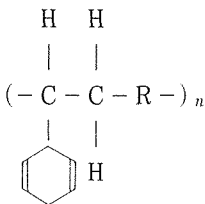


㉔ 유동점강하제

파라핀系 윤활유는 점도지수는 높지만 저온이 되면 파라핀 왁스를 석출하는 결점이 있다. 파라핀 왁스의 석출에 의한 점도의 증가를 방지하기 위해 사용하는 것이 유동점강하제이고, 페놀縮合物, 폴리메타크릴레이트나 폴리알킬스티렌 등이 있다.

이 경우 분자량은 수천의 것으로도 충분하고 점도지수향상제와 같이 고분자량의 것은 필요하지 않다. 그러나 점도지수향제로 사용되는 폴리메타크릴레이트는 유동점 강하작용을 겸하고 있다. 유동점강하제는 왁스의 결정성장을 방해한다.

폴리알킬스티렌

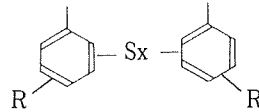


㉕ 청정분산제

앞에서도 기술한 것과 같이 윤활유는 사용중에 산화되고 또한 내연기관에서는 연료의 불완전연소물 또는 금속마모분이 윤활유에 혼입하게 된다. 특히 산화생성물은 락카나 카이본침적물로 되어서 오손의 원인이 된다. 청정분산제는 이와같은 산화생성물이 락카나 카이본으로 되어서 크게 성장하는 것을 방지하여 기관내를 항상 청정하게 유지해 준다. 이것에는 금속화합물의 술포네이트, 페네이트, 포스페네이트나 無炭淨淨劑(금속을 함유하지 않은 폴리어型)가 사용된다. 이것은 모두 계면활성을 갖는 極性基(炭化水素 이외의 O(산소), S(황), N(질소), P(인), 금속등을 함유한 것)와 油溶性으로 되기 위해 炭化水素基로 이루어져 있다.

· 술포네이트 : (RSO₃-M-SO₃R)

· 페네이트 : O - M - O



· 포스페네이트 : $\begin{array}{c} \text{O} \qquad \qquad \text{O} \\ || \qquad \qquad \quad || \\ (\text{R}-\text{P} \begin{array}{l} \swarrow \text{OMO} \\ \searrow \text{OMO} \end{array} -\text{P}-\text{R}) \end{array}$

㉖ 防鏽劑

防鏽油, 터어빈油, 선박엔진油 등에 첨가하여 금속이 물이나 공기와 직접적촉하여 녹스는 것을 방지하기 위해 사용하는 것으로 카이본酸鹽, 磷酸鹽, 矽酸鹽 등이 사용된다. 이러한 화합물의 일단의 極性基가 금속에 흡착하고 다른 한쪽에는 親油基가 기름과 함께 금속면에 피막되어 물이나 산소의 침입을 방지하는 효과를 나타낸다.

㉗ 乳化劑

기름과 물을 교반하면 물과 기름이 분리되지 않는 상태를 이멀존(Emulsion)이라고 하나 증기터어빈油와 같이 물이 혼입하여 이멀존을 유지하는 것을 목적으로 하는 경우의 양자가 있다. 물론 乳化劑는 후자를 목적으로 하는 것이고 대표적 乳化劑로는 석유술포산염, 지방산비누등의 양이온활성제와 트리에타놀아민비누등의 음이온활성제 등이 있다.

㉘ 消泡劑

윤활유가 사용중에 거품이 발생하면 윤활유탱크로부터 넘쳐 흘러 사고를 일으킬 위험이 있으므로 될 수 있는 한 거품이 일어나지 않아야 한다. 특히 산화방지제, 청정분산제등의 계면활성제를 첨가한 윤활유는 거품이 일어나기 쉬우므로 소포제의 첨가와 필요하다. 현재 소포제로 사용되는 것은 실리콘 화합물 에스테르화합물이 주제를 이루고 있다.

㉙ 油性向上劑

윤활유의 금속표면에 부착하여 경계윤활면에 유막이 파손되지 않도록 성질을 부여하는 물질을 유성향상제라 하며, 극성화합물에서 만들어 진다. 이들의 극성화합물에서 되어 있다. 이들의 극성화합물은 윤활유로 잘 용해되고, 금속표면에 접촉했을 때 표면에 강한 유막을 만들어, 마찰이나 마모를 감소시

키는 작용을 한다. 유성향상제로는 락토오일등의 油脂, 올레인산등의 지방산, 합성에스텔등이다. 주로 기어油, 작동유, 금속가공유등에 이용된다.

①極壓添加劑

자동차 및 압기관의 기어, 베어링 및 절삭등에서는 마찰조건이 가혹한 경계운환상태로 되어 油溫이 높아지면 점도에 의한 유막이 破斷되어 운환의 역할을 다하지 못한다. 이때 운환유에 염소(CI), 황(S), 인(P) 등의 화합물이 첨가되어 있으면 이러한 경계운환조건하에서도 충분히 운환기능을 갖게 된다(염화파라핀, 황화유, 알킬포스페이트, 알킬포스포네이트, 디알킬티오, 인산아연).

이러한 화합물은 마찰면의 고온부분에서 금속과 반응하여 저융점의 화합물을 만들어 같은 금속끼리의 접촉에 의한 마모나 타서 늘어붙는 현상(燒付)을 방지한다.

염소화합물은 금속과 반응하여 금속염화물을 생성하나, 저온에서는 염화제2철, 고온에서는 염화제1철을 생성하며 생성된 염화철피막은 융점이 낮고 마찰계수도 적다. 그러나 염화철피막은 300°C~400°C에서 파단하고 또한 물과 접촉하면 가수분해되어 수산화철과 염산을 만들므로 운환성능을 잃어버림

과 동시에 부식마모를 일으키는 결점이 있다.

황화합물은 금속과 반응하여 금속의 황화물을 만든다. 생성된 금속황화물은 금속염화물 보다는 마찰계수가 높지만 물이나 熱에 대하여 일반적으로 安定하고 융점이 높아 고온(800°C)까지 운환이 가능하다.

인화합물은 염소나 황화합물과는 약간 다르다. 즉 마찰면의 凸部에서 순간적으로 발생한 고온부위의 금속과 반응하여 금속의 인화물(磷化物)을 만들지만 이 화합물은 운환성을 갖지 않고 응해하여 凹部에 들어가 마찰면을 평활하게 함으로써 유체(流體)운환에 접근하도록 하는 것이다. 극압첨가제는 주로 기어油, 극압터빈油, 자동변속기油등에 사용된다.

이상과 같이 운환유전반에 대하여 개괄적으로 서술했으나, 기계, 엔진의 마찰부분에 지장이 없도록 운환되기 위해서는 그 용도에 적합한 운환유가 필요한것은 말할 것도 없고 마찰부에는 그 구조와 기능에 맞는 금속재료가 사용되어야만 한다. 더욱이 운환유의 급유방법이 적당해야만 하며, 능력이상으로 과도한 운전조건을 행했을 경우 운환유의 劣化를 촉진시키므로 운환유의 선정과 사용에 있어서 이러한 점들을 충분히 고려해야 한다. ●

〈계속 朱珽彬 譯〉

■ 알아봅시다 ■

割當관세

물자수급 安定위해 기본稅率 40% 이내서 탄력적용

국내 물자가 부족하거나 가격이 너무 오를 경우 관세율을 낮추면 수입이 증가해 수급이 안정된다. 반대로 과도한 수입으로 가격이 폭락할때 관세율을 높이면 수입이 줄어들어 가격이 안정된다. 이처럼 물자수급을 원활히 하기위해 관세율을 탄력적으로 운용하는 제도가 할당관세제도이다.

할당관세는 ▲물자수급원활을 위해 수입이 필요하거나 ▲수입가격급등품목의 가격안정 ▲유사물품간의 세율불균형 시정등을 위해 기본세율의 40%이내에서 관세를 낮춰줄 수 있다.

특정물품의 수입을 억제하기 위해서는 기본세율에 40%(농림축수산물은 국내의 가격차에 상당한 비율)까지 관세를 올릴 수 있다.

상·하반기로 나누어 운용하는 기간이나 수입수량을 할당해서 그 수량만큼만 혜택을 주는게 특징이다. 예컨대 2%의 할당세율을 적용하는 농약원제(기본세율 9%)는 연 3만5,000t에 한해 혜택을 준다.

정부는 앞으로 수입물품에 대해 원칙적으로 기본관세율을 적용하는등 할당관세 적용품목을 가급적 축소운용키로 했다.