

# 第1章 油圧作動油の管理

作動油は、油圧装置の中で単に動力を伝達するだけでなく、装置各部の潤滑、防錆、シール、冷却作用などの働きを兼ね備えており、機器の性能や寿命を左右する大切な役割を果たしている。

油圧機器におけるトラブルの70～80%は、作動油の管理によって解消できるといわれている。ここでは、作動油の一般的な知識と、選定基準、保守管理のポイントについて述べる。

## 1. 油圧作動油の定義と種類

油圧作動油は、単に作動油または油圧油と呼ばれることが多い。以下からは作動油ということにする。

油圧装置に用いられる油圧ポンプやバルブ・アクチュエータが高速・高圧で運転されることや、油圧機器に用いられる種々の材質、運転時の温度・雰囲気などの諸条件から、作動油はおよそ次のような性質を備えていることが必要となる。

- ① 適度の粘性をもつこと。
- ② 広い温度範囲にわたって粘度変化の小さいこと。(粘度指数の高いこと)
- ③ 潤滑性のよいこと。
- ④ 油圧装置に用いられる材料に対して、不活性であること。
- ⑤ 寿命の長いこと。—熱安定性、酸化安定性、抗乳化性、せん断安定性
- ⑥ 体積弾性係数の大きいこと。(圧縮率が小さい)
- ⑦ 泡立ちが少ないこと。(消泡性がよい)
- ⑧ 難燃性であること。
- ⑨ 安価であること。

⑩ 廃油処理が容易であること。

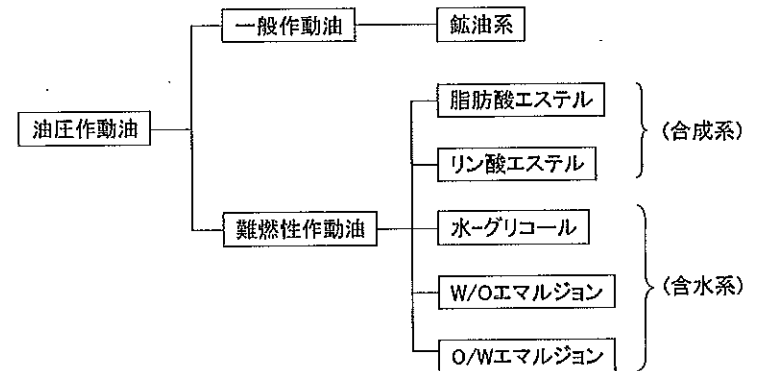


図1-1 作動油の分類

表1-1 各種作動油の特性

項目	種類	鉱油系作動油 (1号タービン油相当)	りん酸 エステル	脂肪酸 エステル	水・ グリコール	W/O エマルジョン	O/W エマルジョン
比重 (15/4℃)		0.87	1.13	0.93	1.04~1.07	0.93	1.00
粘度 (40℃)		34.0	30.8	42.4	42.2	99.8	0.7
(mm <sup>2</sup> /s) [cSt]		5.4	-	8.2	6.9	15.8	0.3
粘度指数 (VI)		100	20	160	146	140	-
高温使用限界(℃)		70	100	100	50	50	50
低温使用限界(℃)		-10	-20	-5	-30	0	0
圧縮率 @20℃70MPa (MPa <sup>-1</sup> )		約6×10 <sup>-4</sup>	約3×10 <sup>-4</sup>	-	約3×10 <sup>-4</sup>	約4×10 <sup>-4</sup>	約5×10 <sup>-4</sup>
ポンプ寿命		1	1~½	1		½~¼	水圧用ポンプ
空気溶解率 (vol%)		8~10	4.6	-	1.5	5.7	2.1
ストレナ抵抗		1.0	1.03	1.0	1.2	0.7~0.8	水と同じ
金属への影響		なし	摺動部A0 不可	なし	A0 Cd, Zn 不可	Cu, Cd, Zn 不可	なし
ゴム材への影響		ブチル 不可 EPR	NBR CR 不可 ウレタン	ブチルゴム 不可	ウレタン 不可 シリコン	ブチル EPR 不可 ウレタン	ウレタン不可
塗料への影響		なし	内面塗装厳禁	フェノール 樹脂不可	内面塗装厳禁	内面塗装厳禁	フェノール樹脂、 ウレタン樹脂不可
新油の水分混入量 (%)		0.01以下	0.02以下	0.02以下	35~40	40~45	90~95
相対価格		1	4~6	3~4	3~4	2~2.5	½~¼
国内使用順位 (順位)		1	5	2	3	4	6

このような性質をすべて備えた作動油は存在しないのが実状であるから、実際には使用する油圧装置にもっとも適合する作動油を選定しなければならない。

現在一般工業用作動油として使用されているものの分類を図1-1に、その特性を表1-1に示す。

2. 作動油の選定基準

油圧装置の設計者やユーザが作動油を選定する際には、作動油メーカーが表示している性状をもとにして判断する。作動油の性状は品質保証と製造管理上の基準値であるところの一般性状が作動油メーカーから示されている。

潤滑油はほとんどの種類について、JIS（日本工業規格）が定められているが、作動油のJISは未設定である。そこで作動油の必要とする性質に近い潤滑油にタービン油があるから、これを応用しているのが実状である。表1-2は添加タービン油（JIS K 2213-1983）の内容である。

表1-2 添加タービン油（JIS K 2213-1983）

項目 種類	動粘度mm <sup>2</sup> /s(cSt) <sup>(1)</sup> (40℃)		粘度指数	引火点 ℃	流動点 ℃	全酸価 mgKOH/g	さび止め性能 (24h) さびのない こと	酸化安定度 <sup>(4)</sup> mgKOH/g (1000h後 の全酸価)	銅板腐食 (100℃、 3h)	抗乳化性 (54℃)
	28.8以上	35.2以下								
ISO VG 32	28.8以上	35.2以下	95以上	190以上	-10以下	0.3以下	さびのない こと	1.0以下	1以下	30分以下
ISO VG 46	41.4以上	50.6以下		200以上	-7.5以下					
ISO VG 68	61.2以上	74.8以下								

注(1) 1cSt=1mm<sup>2</sup>/s

(2) 抗乳化性は、乳化層が3mm<sup>2</sup>になったときの時間。

(3) さび止め性能は、ISO VG 32、ISO VG 46は蒸留水、ISO VG 68は人工海水を用いて試験する。

(4) 酸化安定度試験の実施は、受渡し当事者間の協定による。

作動油として用いられるものは、添加タービン油2種、ISO VG 32、46、68および同じ程度の粘度をもって専用作動油として製造されているものが多い。これらの数値から油圧ポンプ・バルブ類への適正粘度、使用温度範囲を考慮して、さらに長時間運転を行っても作動油が安定なままでトラブルの生じることがないと判断して採用することになる。

表1-3 石油系作動油の一般性状（ISO VG 32 相当）

性状 種類	比重 15/4℃	色相 ユニオン	引火点 COC℃	粘度mm <sup>2</sup> /s(cSt)		粘度 指数	流動点 ℃	全酸価 mgKOH/g
				40℃	100℃			
油圧作動油	0.8667	1 (-)	222	35.34	5.53	102	-27	0.09
	0.840	1 1/2	227	34.00	5.40	107	-30	0.10
耐摩耗性作動油	0.869	1 (-)	220	33.00	5.27	99.5	-15	1.66
	0.874	2 1/2	202	34.2	5.5	102	-37.5	0.15
高性能作動油	0.871		208	32.43	5.23	100.5	-17.5	
	0.886		210	33.22	5.39	106	-27.5	

潤滑油の性状の表示は、一般に表1-3のように列記される。

次にこれらの各性状が意味するものおよび試験方法について記す。

(1) 密度 (Density)

a. 定義

石油製品の密度は、通常、15℃における値[密度(15℃)]としてg/cm<sup>3</sup>で表す。

上記のほかに、同温度における試料と等体積の純水の質量との比で定義される比重がある。

①比重15/4℃ 15℃におけるある体積の試料の質量と、それと等体積の4℃における水の質量との比。比重15/4℃は密度(15℃)の近似値であり、両者の間には、(1-1)式に示す関係がある。

$$d_{15} = s_{15} \times 0.99997 \quad (1-1)$$

ここに、d<sub>15</sub> : 密度(15℃)

s<sub>15</sub> : 比重15/4℃

②比重60/60°F 15.56℃(60°F)におけるある体積の試料の質量とそれと等体積の15.56℃(60°F)における水の質量との比。

③API度 API(American Petroleum Institute:アメリカ石油協会)で制定した比重の表示方法。石油類の比重表示方法として用いる。“APIボーメ度”又は“API比重”と呼ばれることもある。API度は60/60°Fと(1-2)式に示

す関係がある。

$$A = \frac{141.5}{s_{60}} - 131.5 \quad (1-2)$$

ここに、A：API度

$s_{60}$ ：比重60/60°F

なお、密度(15°C)、比重60/60°FおよびAPI度の相互換算はJIS K 2249-4の付属書JA[原油および石油製品の密度(15°C)、API度および比重60/60°Fの相互換算方法]によって行う。

b. 試験方法 (JIS K 2249規格群)

試験方法の種類を表1-4に示す。また、試験方法のひとつである浮ひょう法(JIS K 2249-2)の使用例を図1-2に示す。

表1-4 各種密度試験方法の分類 (JIS K 2249の規格群)

規格群	試験方法の種類		適用区分
JIS K 2249-1	振動法		試験条件下で軽質分の損失がないなど成分に変化がない液状試料に適用する。
JIS K 2249-2	浮ひょう法		試験温度又は15°Cにおいて液状で、蒸気圧が100kPa以下の試料に適用する。
JIS K 2249-3	ピクノメータ法	毛細管共栓ピクノメータ法	試験温度で液体、固体又は半固体の試料(例えば、高含ろう原油など)に適用する。蒸気圧が50kPa以下で、初留点が40°C以上の液状試料に適用する。
		目盛ピクノメータI形法	蒸気圧が130kPa以下で、動粘度が試験温度で500mm <sup>2</sup> /s未満の試料に適用する。特に飼料の量が少ない場合に適用する。不透明試料の測定は要注意
JIS K 2249-4	—		密度・質量・容積換算表 密度、API度および比重60/60°Fの相互換算表

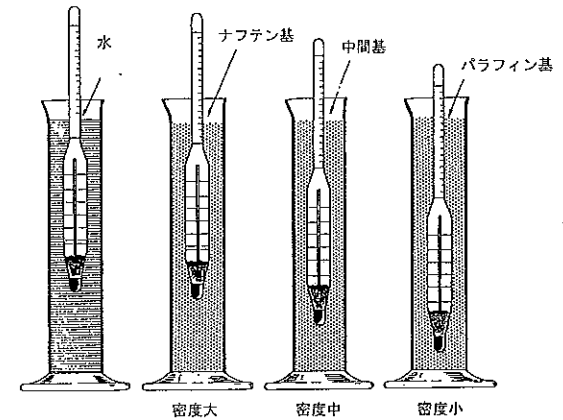


図1-2 浮ひょうの使用例

(2) 粘度 (Viscosity)

a. 定義

ニュートン流体の流れに垂直方向にdy(m)だけ離れた2点に速度差dv(m/s)を与えた時、流れに平行な平面に生ずるせん断応力をτ (Pa)とすれば、τはせん断速度  $\frac{dv}{dy}$  (1/s) に比例し、このときの比例定数μを、

流体の粘性係数または(絶対)粘度といい、単位としてはPa・sで表す。

$$\tau = \mu \frac{dv}{dy} \quad (1-3)$$

実際の工学的単位としては動粘度(ν)を用いる。絶対粘度μと動粘度νとの関係は次式で表される。

$$\nu = \frac{\mu}{\rho} \quad (1-4)$$

但し ρ：密度 (kg/m<sup>3</sup>)

μ：絶対粘度 (Pa・s)

ν：動粘度 (m<sup>2</sup>/s)

一般に動粘度の単位としてはmm<sup>2</sup>/s (cSt：センチストークス)が用いられることが多い。

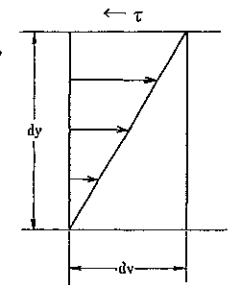


図1-3 流体の抵抗