

# 油壓裝置의 Tribology (상)

韓油化工業株式會社  
專務理事 金 柱 恒

## 1. 서 론

윤활기술이라고 하는 어휘는 매우 복잡하고 광범위 하지만 일반적인 개념으로 볼때, 간략하게 말하여 기계설비를 이용하는 모든 산업에 있어서 공히 다루어지고 있는 기술을 뜻한다. 근간 우리 주변에 과학기술은 비약적으로 발전되어 지고 있음을 엿볼때, 기계라고 하는 설비들도 시대부응에 임하여 대형화(大型化), 정밀화(精密化), 자동화(自動化)등이 그어느때 보다도 심도있게 다루어지고 있다.

이에 병행하여 윤활은 모든 공업의 기반이 되는 기술로서 대부분의 기술자가 직접 또는 간접으로 이 분야를 다루고는 있지만, 우리가 일반적으로 생각할때 윤활관리가 무엇이나고 질문한다면, 단순히 기계에 기름을 치고 바르는 작업이나, Oil의 소비관리라고 답한다면 그릇된 해답이 되겠다. 현대의 윤활기술은 윤활제의 소비절약을 중심으로 하였던 종래와는 달리 “설비관리” “윤활방법의 개선” “예비보전” 등의 방향에 중점적으로 지향(指向)되고 있으며 “고장의 감소”, “수리비의 감소”, “설비의 휴지손실” 등 구체적인 사례를 토대로 경제적 효과가 인식되어지고 있다.

1977년 영국의 Tribology에 발표된 성 Energy를 위한 전략보고에 의하면, 윤활관리를 올바르게 실시함으로써 그나라 GNP의 약 5%라고 하는 경제적 손실을 구할수 있는 가능성을 시사한 바 있으며, 여기서 Tribology라고 하는 단어는 마찰, 마멸, 윤활 축수 및 금속학등의 관점에서부터, 종합적으로 취급하는 기술로, 근대공업에

있어서 기계고장의 원인은 윤활관리 즉 Tribology에 따라 좌우됨은 두말할 필요가 없을 뿐더러, 윤활관리에 기인되고 있는 인자가 얼마나 커다란 비중을 차지하고 있는 것인가에 대한 인식도는 선진국의 경우, 이미 오래전의 일이 되고 있다.

따라서 윤활기술의 우열(優劣)이 기계성능, 생산성에 직접 영향하는 이외에 기계나 설비의 유지, 보전(保全)면으로 부터 경제적 영향이 매우 크기 때문에, 광범위한 윤활기술을 도입하여 윤활관리가 각 분야에서 철저히 이루어진다면 전국적으로 Save되는 연간 경비는 수조원에 이르는 계산이 나타나므로 작금의 현상에서 우리나라도 점차 인식이 달라지고 있음을 감안할때, 본 논고에서는 주로 일반산업공장에서 가장 많이 사용되고 있는 유압장치(油壓裝置)의 Tribology에 관하여 간략하게 해설하여 보기로 하겠다.

## 2. 유압장치

유압장치는 유압구동을 하기위한 기계장치로서, 유체가 전동기나 내연기관으로 부터 기계적 Energy를 받아, 가압된 액체가 이동하는 상태, 즉 유체동력으로 변환하여 작동하고자 하는 소위 작업에 필요한 형태를 갖추어, 다시 기계적 동력으로 변환하게 된다.

이에 병행하여 유압장치를 구성하는 요소들이 있는데, 이들에게는 유체에 유동을 부여하여 주는 Pump, 유동하는 유체의 압력, 유압, 방향을 제어하여 주는 각종제어장치, 작업을 시행하는 Cylinder, Motor 등의 작동기(作動器), 유체를 공급하여 저장하는 Receiver 등이 있다.

이밖에 필요에 따라서 Accumulator, Filter, Heater, Cooler 등이 사용되어지고 있으며, 이러한 부속설비는 배관이나 호우스 등의 연결로서

유압장치가 구성되어지고 있으며, 일반적인 구성요소들을 그림으로 살펴보면 다음과 같다.

(1) 유압 Pump  
(그림1)

- Grar Pump(1-1)
- Vane Pump(1-2)
- Piston Pump(1-3)

(2) 압력제어 Valve  
(그림2)

- 직동형 Relief Valve(2-1)
- Ballast Piston Type Relief Valve(2-2)
- 비례전자식 Relief Valve(2-3)
- 감압 Valve(2-4)

(3) 유압조절 Valve  
(3)

- 수동식 유량조절 Valve(3-1)
- 조리개 Valve(3-2)
- Deceleration Valve(3-3)
- 비례전자식유량조절 Valve(3-4)

(4) 방향전환 Valve  
(그림4)

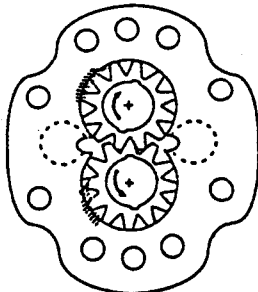
- 수동식방향전환 Valve(4-1)
- Cam 조작식 방향전환 Valve(4-2)
- 전자식 방향전환 Valve(4-3)
- 전자비례식방향유량제어 Valve(4-4)
- Check Valve(4-5)
- Pilot 조작식 Check Valve(4-6)

(5) 유압 Actuator  
(그림5)

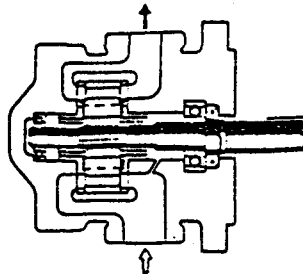
- 유압 Cylinder(5-1)
- Piston Motor(5-2)
- 진동Motor(5-3)
- Single Vane(5-4)
- Duble Vane(5-5)

(6) 전기유압 Servo Valve(그림6)

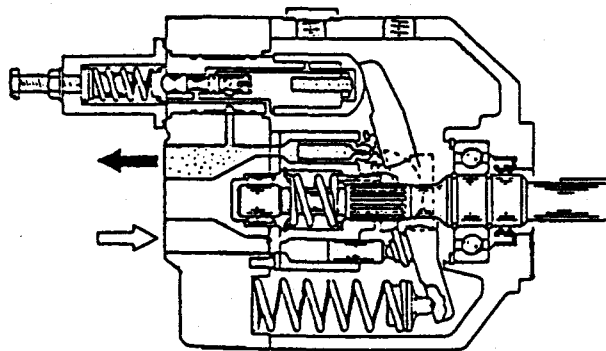
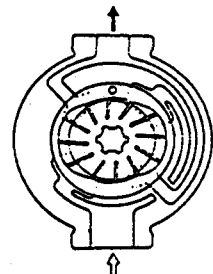
(7) Reservoir(그림7)



(1-1)



(1-2)



(1-3)

그림1. 유압 Pump<sup>1)</sup>

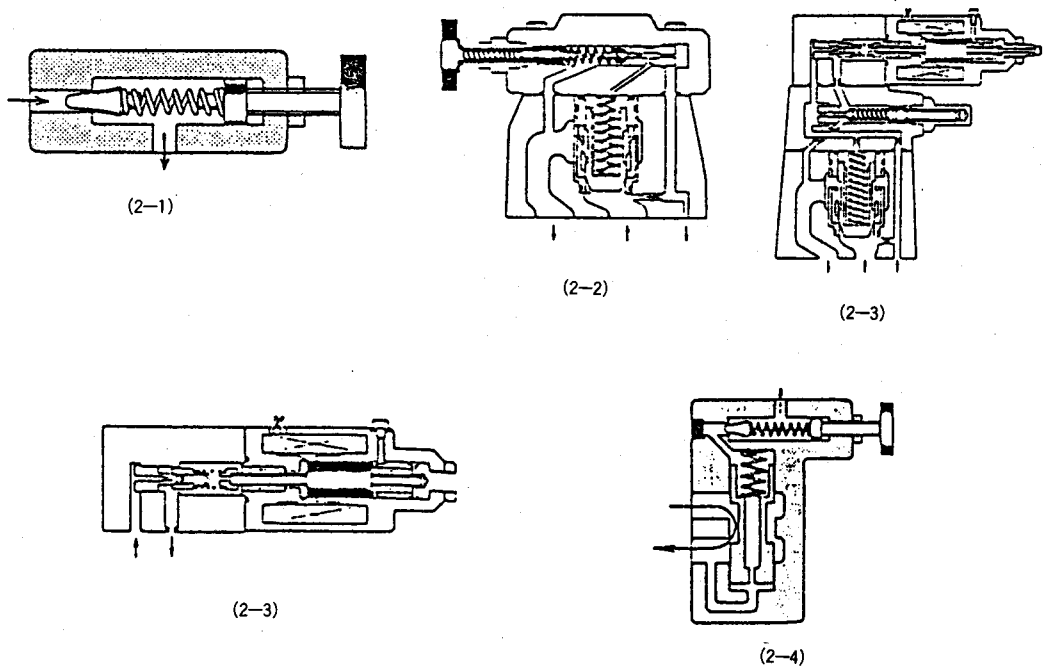


그림2. 압력제어 Valve<sup>1)</sup>

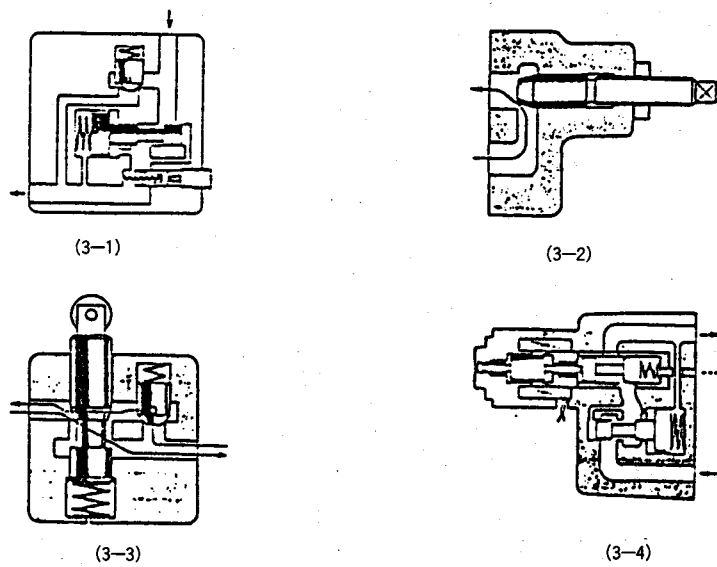


그림3. 유량조절 Valve<sup>1)</sup>

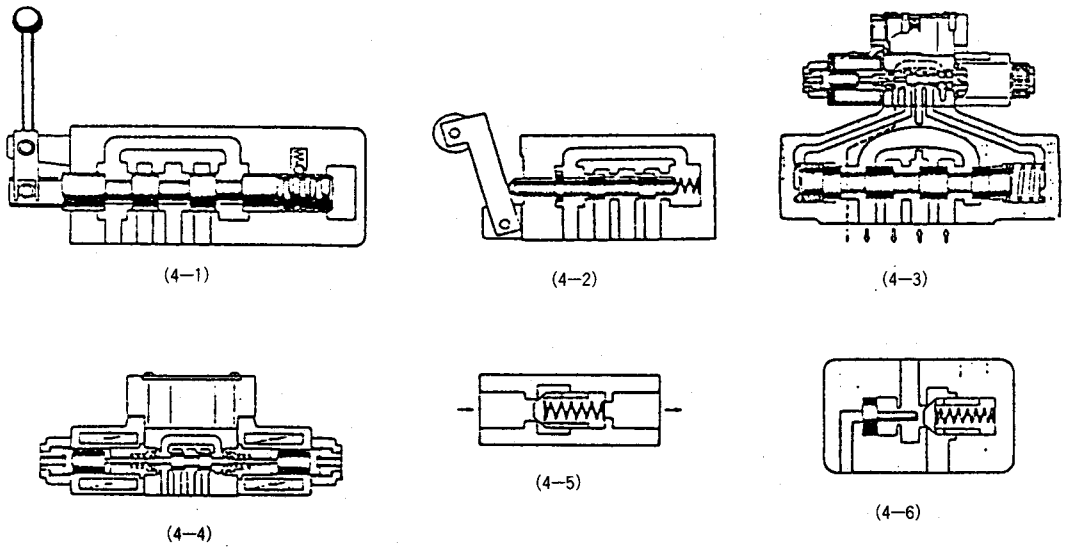


그림4. 방향전환 Valve<sup>1)</sup>

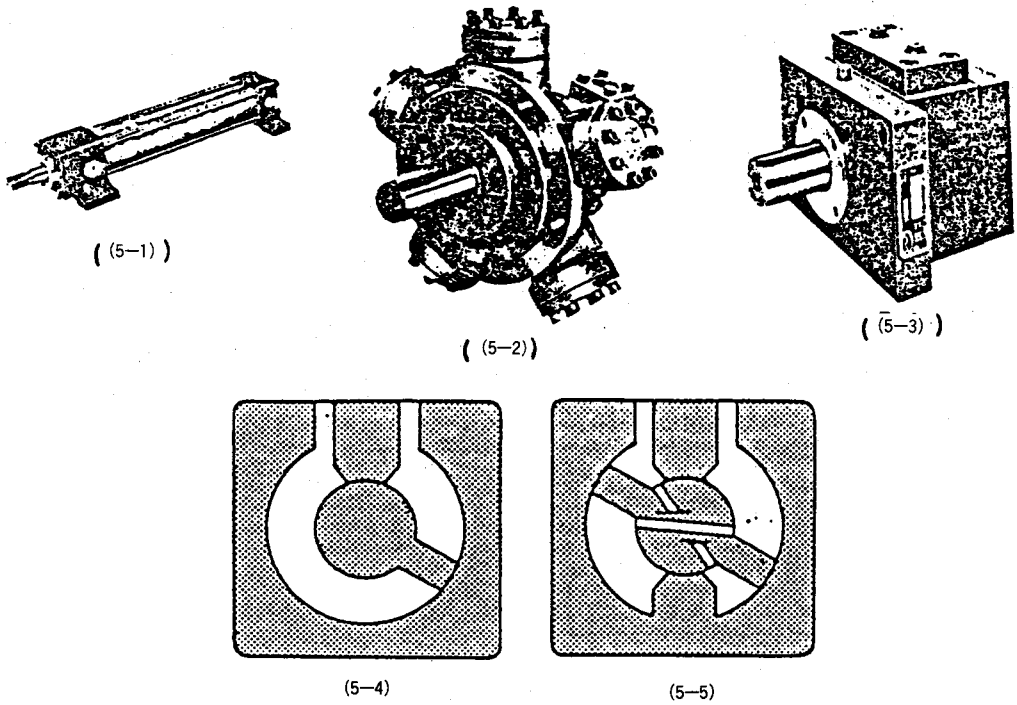


그림5. 유압 Actuator<sup>1)</sup>

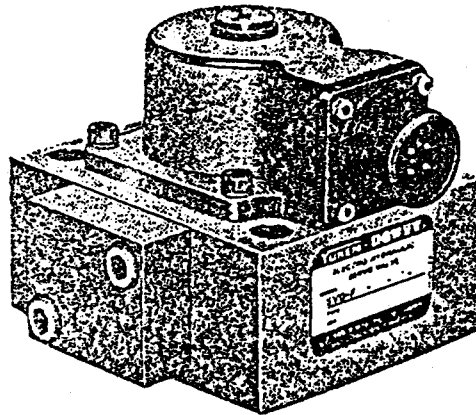
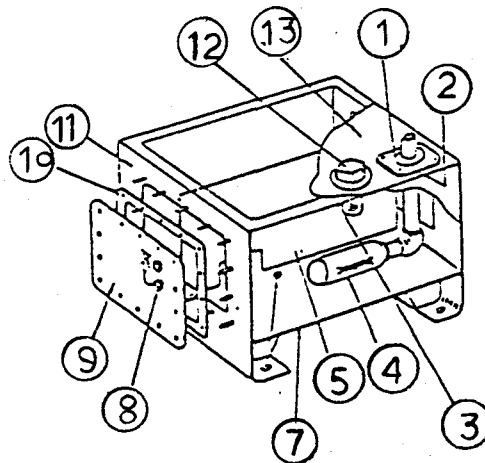


그림6. 전기유압 Servo Valve<sup>1)</sup>



- Legend:
- |                     |                           |
|---------------------|---------------------------|
| ① 흡입구 Cover         | ⑦ Drain(배유구)              |
| ② 흡입구 Packing       | ⑧ 유면계(Oil pot Window)     |
| ③ 상판 Packing(내유고무)  | ⑨ Side plate              |
| ④ Suction Strainer  | ⑩ Clean out door(내유고무)    |
| ⑤ Bubble plate      | ⑪ Tank 각판                 |
| ⑥ Tank bottom plate | ⑫ Combination Airbreather |
|                     | ⑬ Reservoir               |

그림7. Reservoir<sup>1)</sup>

### 3. 유압작동유의 선정과 선택

#### (1) 작동유의 분류

유압계통의 작동유는 크게 분류하여 공업 및 선박용, 그리고 일반자동차용과 항공기용으로 대별하고 있으며 이의 세부 분류 사항을 살펴보면 다음과 같다.

##### 가. 공업 및 선박계열용 작동유

이의 세부분류는 가장 대중적인 석유계를 비롯하여 수성계 및 합성계로 나누어지고 있다.

##### a. 석유계(石油系)

- 순수광유
- R&O Type
- 내마모성
- 고점도지수 및 저온유동성

(R&O 및 내마모형 Type으로 나누어지고 있다.)

- NC Type
- 기타 작동유로서 사용되어지고 있는 윤활유

##### b. 수성계(水性系)

- O/W 유화형 작동액
- (또는 고함수(高含水) 작동액 : HWBF)

- W/O 유화형 작동액
- Water/Glycol계 작동액

##### c. 합성유계(合成油系)

- 인산 Ester계 작동액
- Silicone oil계 작동액
- 합성탄화수계 작동액

-유기 Ester계 작동액

-기타

##### 나. 일반 자동차용 작동유

주로 자동차용에 사용되어지고 있는 작동유로서 다음과 같은 종류로 세분하고 있다.

- 자동변속기 oil
- Brake Fluid
- Shock absorber oil
- Power Steering oil

##### 다. 항공기용 작동유

항공기용 작동유는 석유계와 합성계로 구분하고 있으며 이에 세부사항은 다음과 같다.

##### a. 석유계

MIL-H-5606E

##### b. 합성유계

- 인산 Ester계 작동액
- Silicone oil계 작동액
- 유기 Ester계 작동액

#### (2) 작동유의 규격

일반적인 유압작동유의 규격을 배제한 항공기용 작동유의 규격을 살펴보면 다음 표1과 같으며, 표1에서는 한국공업규격(KSM2218-1987) 석유계 항공유압 작동유 규격을, 표2에서는 미국군 규격(Military Specifications and Standards)의 광유계를 비롯한 합성 탄화수소계 및 인산 Ester계 작동유 규격을 나타내 보았다.

표1. 석유계 항공유압작동유(KSM2218-1987)<sup>3)</sup>

시 험 항 목		품 질 수 준
인화점, °C		93이상
동 점 도 Cst	-40°C	500이하
	54.4°C	10.0이상
유동점, °C		-60이하
침전값		0
전산값, mg KOH/g		0.20이하
저온안정도 (-54°C×72h)	저장성	합 격
	혼탁성	합 격
증발시험, (65.6°C×4h)		합 격
전 단 안 정 도	동점도 강하	-40°C 및 54.4°C에서 표준작동유의 동점도 강하보다 작을 것
	겉모양	시험후 시료중에 흑변된 것 및 부유물을 함유하지 않을 것

		전산값의 증가	0.20이하
고무팽윤시험(70℃×168h), %			19.0-26.5
동판부식, (100℃×72h)			3이하
부식 산화 안정도	무게변화 mg/cm <sup>2</sup>	강	0.2이하
		알루미늄합금	
		마그네슘합금	
		카드뮴 도금강	
	동	0.6이하	
산화유의 성상	산화유의 성상	54.4℃에서의 동점도의 변화, %	-5 - +20
		전산값의 증가, mgKOH/g	0.20이하
색		선명하고 투명하여야하며 표준색 시료와 비교하였을 때 차가 없어야 한다.	

표2. MIL 항공기용 작동유<sup>4)</sup>

기유및규격		광	유	합성탄화수소	인산 Ester
시험항목		HIL-H-5606E	MIL-H-81019C	MIL-L-8328213	MIL-L-83306
동점도 Cst	100℃	4.90 ↑	2.5 ↑	3.5 ↑	3.0-4.0
	40℃	13.2 ↑	5 ↑ *	14.0 ↑	9.0-12.0
	-40℃	600 ↓	200 ↓	2,200 ↓	-
	-54℃	2,500 ↓	800 ↓	-	2,000 ↓
유동점, ℃		-60 ↓	-68 ↓	-55 ↓	-60 ↓
인화점, ℃		82 ↑	93 ↑	205 ↓	160 ↑
중화값, mgKOH/g		0.20 ↓	0.2 ↓	0.1 ↓	0.2 ↓
수분, ppm		100 ↓	500 ↓	100 ↓	4000-6000
저온안정도		Gel화가 없을 것			-
증발성		Gum질화가 없을 것			-
고무팽윤성, Vol %		L고무19.0-30.0	L고무19-28	L고무18.0-30.0	-
전단안정도		표준 oil보다도 양호할것			**
동판부식(ASTM)		No. 2e ↓	No. 2 ↓	-	-
산화	금속증량변화	Pass	Pass	Pass	Pass
안정도	점도변화(%)	-5 - +20			±1.0Cst
중화값증가		0.20 ↓			0.20 ↓
고형협잡물		Pass	Pass	Pass	Pass
기포		기포성 65ml이하 안정성 0ml			-
저장안정성		12개월후 불순물등이 인정되지 않을것	-	-	-

비고 : \*는 54℃때의 점도.

\*\*는 초기값으로 부터의 변화율 25%이하

(3) 각종 유압작동유의 특성

각종 유압작동유에 있어서 계열별 대표적인 성능을 살펴 보면 다음 표3과 같다.

표3. 각종작동유의 성능비교<sup>1)</sup>

성능	종류	내마모성	유 화 형		Water	Ester	
			O/W	W/O	Glycol	인산	지방산
비중, 15/4℃		0.85-0.92	1.0	0.92-0.94	1.05-1.08	1.0-1.15	0.92-0.97
저온유동성		양호	요주의	요주의	우수	요주의	우수
증발성		적다	크다	크다	크다	적다	적다
윤활성		우수	불량	양호	비교적우수	우수	우수
내수성		양호	우수	우수	우수	가능에서불량	가능에서불량
방청방식성		우수-양호	가능	가능	양호하나 Zn.Cd는불량	가능에서불량	양호
적합성	고무	거의양호	Urethane rubber, 가죽 Cork등은 적합하지 않다.			불소, Butyl 고무에 양호	거의양호
	도료	우수	불량	불량	불량	불량	양호
	Servo Valve	우수	불량	불량	양호	양호	우수
보수관리		용이하다	곤란하다	곤란하다	용이하다	용이하다	용이하다
수명		길다	짧다	짧다	길다	길다	길다
폐유처리		양호	보통	보통	보통	보통	양호
상대가격		100	10-20(5%)	150-200	300-400	600-700	450-550
난연성		가연성	난연성	난연성	난연성	난연성	준난연성
위험물의분류		제4석유류	비위험물	비위험물	비위험물	제4석유류	제4석유류

(4) 적유선정 기준

일반적인 윤활유에 있어서도 동일하겠지만, 특히 유압작동유에 있어서 적유선정기준은 대단히 중요하다. 이의 요인의 하나로서 점도가 높은 경우와 점도가 낮은 경우의 예를 들면 전자의 경우는

-내부 마찰의 증가

즉 Pump의 Clearance를 비롯한, Valve 등에 작동유가 통과할때 유체저항의 증가가 이루어지며

-온도상승

-작동의 불원활

-유압계통의 압력손실의 증대

-동력소비량의 증대 등이 이루어지며

후자의 경우에 있어서는

-내외부의 Clearance의 Leakage증대

-Pump 미끄럼의 증대로 말미암아 Pump의 효율저하, 유은의 상승등이 이루어진다.

-이밖에 미끄럼 부분의 마모증대

-유압계통의 압력저하

-작동의 점도저하(점度低下)등을 가져 오게 된다.

따라서 유압작동유의 점도 선정기준은 각종 Pump 형식에 따라 다르며 이와 병행하여 검토항목도 필요하게 된다.

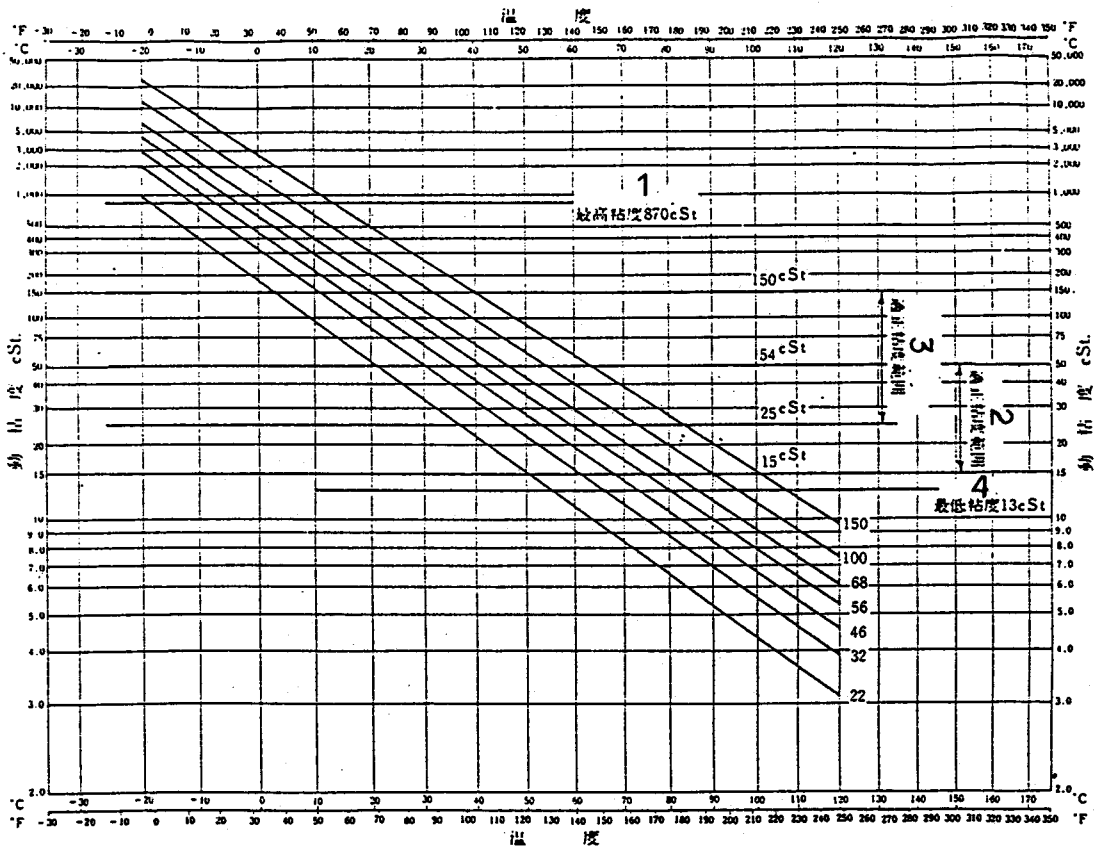
표4에는 일반적으로 사용되고 있는 유압 Pump의 종류별 적정점도와 그림8은 각종 Pump의 적정점도 범위 그리고 그림9는 점도 환산 Chart를 나타내었다.

이밖에 유압작동유의 선정기준에 있어서의 검토되어야 할 사항을 살펴보면 표5와 같다.



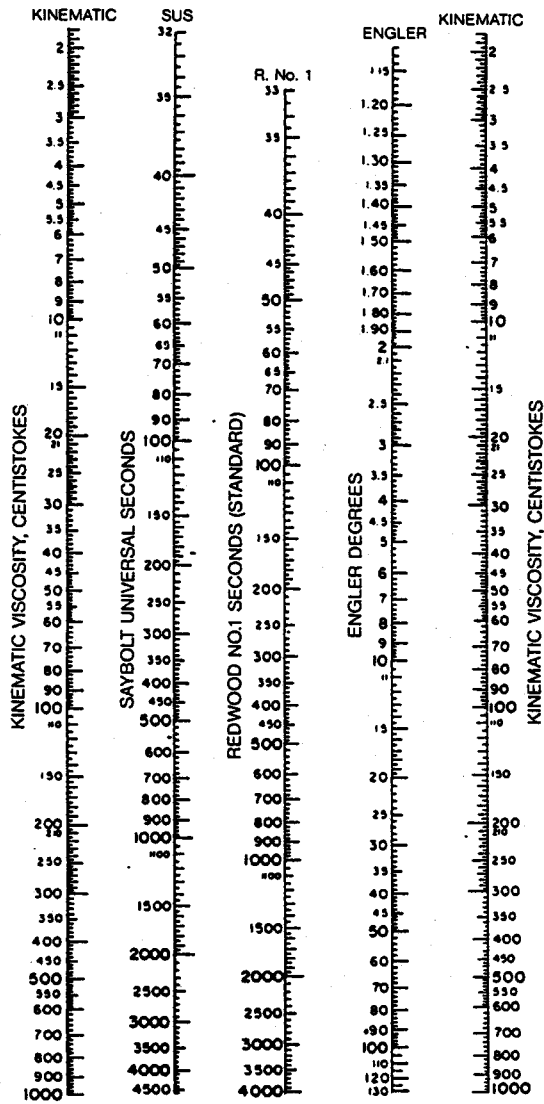
표4. 유압 Pump의 종류와 적정점도

Pump의 종류	적정점도 (Cst)	최저 (Cst)	적정 (Cst)	최대 (Cst)	흡입능력 (Torr)
Vane	20		25	400-800	250
Gear	16-25		25-70	830	400
Piston	Axial	12	20	200	25
	Radial	16	30	500	100
Screw	7-25		75	500-4000	50



Legend : (1) Pump의 가동시  
 (2) Vane pump  
 (3) Gear pump, Piston pump  
 (4) Vane

그림8. 각종 Pump의 적정점도 범위표<sup>4)</sup>



비고 : 점도범위가 100Cst 이상일때 경우는 다음에 식을 사용한다.

- ①  $SSU \times 0.220 = Cst$
- ②  $RSS \times 0.2435 = Cst$
- ③  $EX \times 7.6 = Cst$

그림9. 점도환산 Chart<sup>5)</sup>

표5. 유압작동유의 선정기준 검토표

No	유압장치의 검토항목	윤활유의 선정
1	내화성의 필요성	광유계, 내화성 Fluid
2	Pump의 종류 및 형식	적정점도의 선택
3	사용온도범위	저온성, 고온성, 고점도저수등
4	사용중 금속 이외의 이물혼입 또는 외부로부터의 Leakage	경제성을 고려하여 선정
5	사용압력한계	일반용, 내마모성 Oil
6	수분혼입의 위험성	항유화성이 양호한 Oil
7	윤활관리의 고려	사용 Oil의 종류 및 품명검토
8	경제성 검토	수명을 고려한 선정

**節約 · 節約 · 節約**

**에너지 · 에너지 · 에너지**