

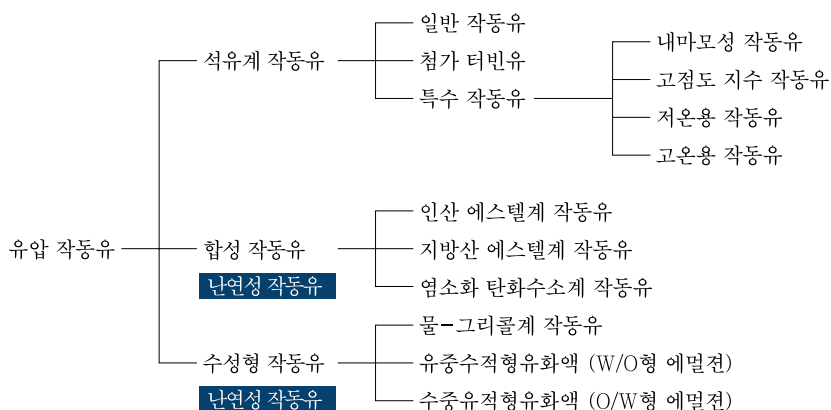
■ 유압 작동유의 조건

유압 펌프나 제어 밸브, 유압 실린더가 고압, 고속으로 운전되고, 기기에 이용되는 각종 재질, 운전시의 유온, 분위기 등 여러 조건에서 유압 작동유는 다음과 같은 성질을 갖고 있어야 합니다.

- 적당한 점도일 것, 유온이 변해도 점도는 쉽게 변하지 않을 것.
- 산화 안정성이 좋을 것.
- 방청 능력이 있을 것.
- 저온에서도 유동성을 가질 것.
- 전단 안정성이 좋을 것.
- 고무나 도료를 녹이지 않을 것.
- 고온에서 사용해도 변질되지 않을 것.
- 금속 부식성이 없을 것.
- 압축성이 없을 것.
- 수분이 혼입시 항유화성
- 소포성이 좋을 것.
- 윤활성 및 내마모성이 좋을 것.
- 및 수분 분리성이 좋을 것.
- 연소되기 어려울 것.

■ 유압 작동유의 분류

현재 유압 작동유로서의 JIS 규격은 제정되어 있지 않지만, 상기와 같은 여러 조건을 보는 바와 같이 석유계 윤활유의 터빈유 (JIS K 2213) 상당의 점도가 있는 작동유가 이용되고 있습니다. 터빈유에는 1종 : 무첨가 터빈유와 2종 : 첨가 터빈유가 있고, 2종에는 방청 첨가제, 산화 방지제 등을 첨가하고 있습니다. 작동유에는 JIS K 2213의 2종 첨가 터빈유 ISO VG32, VG46, VG68 및 이에 상응하는 점도 수준으로 전용 유압 작동유로서 제조된 것이 이용되고 있습니다. 유압 장치에서 작동유가 흘러나와 화재의 위험이 있을 때는 합성 작동유나 수성 작동유 등 난연성 작동유를 이용하고 있습니다. 이 난연성 작동유에는 석유계 작동유와는 다른 성질이 있어 사용할 때 주의를 요합니다. 또한 염소화 탄화수소계 작동유는 분해되면 독성이 강하고 부식성이 있어 일본에서는 공업용 작동유로서는 거의 사용되지 않습니다. 이외에도 각종 유체가 있으나 일반 산업용으로는 아래에 있는 것이 대부분을 차지하고 있습니다.



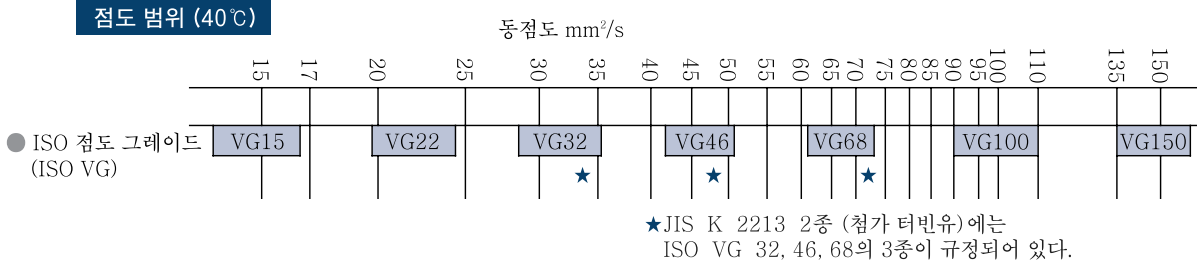
■ 각종 작동유의 특성 (예)

항목 \ 작동유	석유계 작동유 (2종: 첨가 터빈유 ISO VG 32 상당유)	인산 에스테르계	지방산 에스테르계	물-그리콜계	W/O형 에멀전	O/W형 에멀전
비중(15/4℃)	0.87	1.13	0.93	1.04~1.07	0.93	1.00
점도(mm ² /s)						
40℃	32.0	41.8	40.3	38.0	95.1	0.7
100℃	5.4	5.2	8.1	7.7	—	—
점도 지수(VI)	100	20	160	146	140	—
고온 사용 한계(℃)	70	100	100	50	50	50
저온 사용 한계(℃)	-10	-20	-5	-30	0	0
스트레이너 저항	1.0	1.03	1.0	1.2	0.7~0.8	(물과 동일함)

■ 작동유의 점도

작동유의 공업용 윤활유는 절대 점도를 밀도로 나눈 동점도 ν [mm²/s]를 단위로 하며, 일반적으로 평방밀리미터/초 (mm²/s)가 이용되고 있습니다. 점도의 측정에는 JIS K 2283 '동점도 시험 방법'의 규정에 의하면 모세관 방법으로 한 동점도 (cSt)를 이용할 것을 규정하고 있습니다. 유압 장치에 있어서 작동유의 점도는 대단히 중요한 의미를 갖고 있습니다. 적절한 점도가 아닌 상태에서 운전한 장치에서는 펌프의 흡입 불량, 내부 누유, 윤활 불량, 밸브 작동 불량, 회로 내의 발열 등이 발생되어 기기의 수명을 단축시키거나 큰 사고를 유발할 수 있습니다.

점도의 범위는 JIS K 2001 [공업용 윤활유-ISO 점도 분류]에 의해 ISO VG2~3200의 범위에서 20그레이드가 정해져 있습니다. 이것을 유압에 관계된 범위로 도표화하면 아래 그림과 같습니다.



■ 작동유의 오염 관리

● 작동유의 청정도

작동유를 교환해야 하는 경우는 다음의 3가지 항목입니다.

- ① 작동유 자체의 열화, 변질
- ② 작동유에 고체 이물질 혼입
- ③ 작동유에 수분 혼입

① 항목에 대해서는 표 3이 기준이지만, 실제로는 ②와 ③ 항목에 의한 원인이 매우 많습니다.

작동유 안에 고체 입자가 있으면 펌프의 마모나 밸브의 작동 불량 등이 생깁니다. 특히 전기·유압 서보 밸브와 같이 정밀한 밸브나 액추에이터를 이용한 장치에서는, 오염 입자 사이즈가 수 μ m에서 수십 μ m로 대단히 미세한 것까지 악영향을 미치므로 현미경을 이용하여 이물질의 사이즈나 수를 측정하거나, 먼지 혼입 질량 등을 측정하여, 오염도를 기본 수치 안에서 관리할 필요가 있습니다.

청정도를 측정하는 방법은 100 ml의 작동유를 여과 장치를 이용하여 여과시켜 미리포어 필터 상에 남은 이물질의 수와 크기를 측정하고, 표 1과 같은 수준의 분류를 합니다. 오염이 진행된 작동유에서는 미리포어 필터 상에 남은 이물질 질량으로 표 2와 같이 분류합니다. 일반 작동유는 정유 공장의 출하 신유의 청정도가 표 1의 6급에서 8급 정도의 청정도를 갖고 있습니다.

표 1. 계수법에 의한 NAS 청정도 기준

100 ml 중의 입자 개수

사이즈 분류 μ m	급 (NAS 1638)													
	00	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
5~15	125	250	500	1,000	2,000	4,000	8,000	16,000	32,000	64,000	128,000	256,000	512,000	1,024,000
15~25	22	44	89	178	356	712	1,425	2,850	5,700	11,400	22,800	45,600	91,000	182,400
25~50	4	8	16	32	63	126	253	506	1,012	2,025	4,050	8,100	16,200	32,400
50~100	1	2	3	6	11	22	45	90	180	360	720	1,440	2,880	5,760
100 이상	0	0	1	1	2	4	8	16	32	64	128	256	512	1,024

NAS : National Aerospace Standard

ISO : International Organization for Standardization

표 2. 질량법 클래스 분류

NAS	클래스	100	101	102	103	104	105	106	107	108
	mg/100 ml	0.02	0.05	0.10	0.3	0.5	0.7	1.0	2.0	4.0
MIL	클래스	A	B	C	D	E	F	G	H	I
	mg/100 ml	1.0 이하	1.0~2.0	2.0~3.0	3.0~4.0	4.0~5.0	5.0~7.0	7.0~10.0	10.0~15.0	15.0~25.0

MIL : Military Specifications and Standards

● 작동유의 사용 한계

작동유는 신유 상태에서 수분이 50~80 ppm (0.005~0.008%) 함유되어 있지만, 액추에이터에서 빨려들어가거나 에어브리드로 공기 중의 수분 혼입 등으로 함유율이 높아집니다. 수분은 유압 기기 내벽을 녹슬게 하거나 윤활 불량, 작동유의 열화를 촉진하는 원인이 됩니다. 작동유의 수분 측정은 칼피셔법 (시약이 수분과 정량적으로 반응하는 것을 이용한 측정법) 에 의하여 10 ppm의 감도로 측정합니다.

작동유 중의 이물질은 표 4, 수분의 함유 한계는 표 5를 기준으로 하고 있습니다.

표 3. 작동유의 교환 기준 예

시험 항목	작동유의 종류		물-그리콜계 작동유
	일반	내마모성	
동점도(40℃)* mm ² /s	±10%		±10%
전산가* mgKOH/g	0.25	a*	0.25
		b*	±40%
수분 vol %	0.1		37~43

★: 변화량을 나타냅니다

☆: 첨가제의 종류를 나타내는 표 중의 구분

표 4. 오염 입자의 혼입 한계

사용 조건	요망되는 작동유의 오염 관리 기준		
	계수법 (NAS급)	JIS B 9933 (ISO 4406)	질량법 (참고)
서보 밸브를 이용한 장치	7	16/14/11	—
피스톤 펌프 · 모터를 이용한 장치	9	18/16/13	NAS 107
비례 전자식 제어 밸브를 이용한 장치	9	18/16/13	NAS 107
압력 21 MPa 이상의 장치	9	18/16/13	NAS 107
압력 14~21 MPa의 장치	10	19/17/14	NAS 108
일반 저압용 유압 장치	11	20/18/15	MIL E

표 3은 작동유의 교환 또는 재생유의 기준을 나타냅니다. 상세한 것은 각 제조사에 따라 다르고, 이 표 이외의 관리 항목도 있으므로, 작동유 제조사에 문의하는 것이 좋습니다.

예를 들어 작동유의 열화를 나타내는 전산가 (또는 산가) 값은 첨가제의 종류나 양에 따라 다릅니다. 또 물-그리콜계 작동유의 경우 pH값 등도 관리합니다.

표 5. 일반 작동유 중의 수분 혼입 한계

1 ppm = 1/1 000 000

장치의 조건	사용 한계
작동유가 수분에 의해 하얀색으로 탁해졌을 때	즉시 교환
장치 내의 작동유를 순환시켜 탱크로 되돌아오는 회로에서, 장시간 운전이 정지되어 있지 않도록 하는 장치	500 ppm
배관이 긴 설비 같은 회로 내의 작동유가 완전히 순환하지 않는 장치	300 ppm
장시간 운전을 정지해 두는 장치 (안전 장치) 또는 회로 내의 작동유가 거의 이동하지 않는 장치 또는 정밀 제어 장치	200 ppm

● 휴대용 작동유 오염도 측정 장치

YUKEN 오염도 측정기

모델 코드: YC-100-22

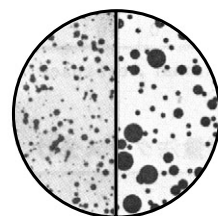
YUKEN의 작동유 오염 측정 장치 '오염도 측정기'는 JIS B 9930이나 SAE ARP 598 A의 규격에 맞도록 작동유 샘플을 흡입 여과해서 멤브레인 필터 상에 남은 입자 분포를 현미경으로 측정합니다.

■ 사양

- 전원AC, DC 공용 AC 100 V/DC 6 V
- 현미경 배율 100배
(40배: 옵션 KYC-100-L-20)
- 적용 유체석유계 작동유, 지방산 에스테르계 작동유,
물-그리콜계 작동유 (옵션)
- 케이스 치수.....L 600×W 240×H 360 mm
- 총질량약 9 kg

■ 오염도 측정기의 특징

- 어디에서도 사용할 수 있습니다.
가변식, AC, DC 양 전원 (결환식)
- 누구라도 측정할 수 있습니다.
숙련도가 필요없습니다. 표준 오염판과 비교하기만 하면 됩니다.
- 짧은 시간 안에 측정할 수 있습니다.
약 10분 정도의 시간 내에 측정할 수 있습니다.
- 사진으로 기록할 수 있습니다.
렌즈 교환 전문가용 카메라를 사용하면 사진 촬영을 할 수 있고 기록으로 남길 수 있습니다.



샘플

표준 오염판

유압 기기는 작동유의 종류에 따라서 다른 영향을 받습니다. 따라서 유압 기기를 선정할 때는 각별히 주의하십시오.
아래 표는 각종 작동유에 사용되는 YUKEN 유압 기기를 나타냅니다.

작동유 기기		석유계 (JIS K 2213의 2종 첨가 터빈유 상당)	인산 에스테르계	지방산 에스테르계
A 시리즈 가변 피스톤 펌프	정용량형 배인 펌프	표준품	응용 설계품 : Z6 씰 종류 : 불소 고무	별도 상담
	압력 제어 밸브	표준품	F 부착 표준품 씰 종류 : 불소 고무	표준품
	유량 제어 밸브	표준품	F 부착 표준품 씰 종류 : 불소 고무	표준품
	방향 제어 밸브	표준품	F 부착 표준품 씰 종류 : 불소 고무	표준품
	모듈러 밸브	표준품	F 부착 표준품 씰 종류 : 불소 고무	표준품
	로직 밸브	표준품	F 부착 표준품 씰 종류 : 불소 고무	표준품
	비례전자식 제어 밸브	표준품	F 응용 설계품 : Z5 씰 종류 : 불소 고무	응용 설계품 : Z5
	서보 밸브	표준품	F 부착 표준품 씰 종류 : 불소 고무	표준품
	CJT형	표준품	F 부착 표준품 씰 종류 : 불소 고무	표준품
실린더	CBY14 시리즈	표준품 패킹 재질 : 6(수소화 니트릴 고무)	표준 비품 패킹 재질 : 3(불소 고무)	표준품 패킹 재질 : 6(수소화 니트릴 고무)
	어큐뮬레이터	표준품 일반 시판품	부틸 고무 브래더형 피스톤식(알루미늄류는 제외) 가능	부틸 고무 브래더형 불가
씰 종류	니들 밸브	표준품	F 부착 표준품 씰 종류 : 불소 고무	표준품
	탱크용 필터	알루미늄계	알루미늄계	알루미늄계
	유면계	직접식	격측식	직접식
	고무 호스	니트릴 고무	부틸 고무	니트릴 고무
	기름 탱크의 내면 도장	에폭시계, 페놀계, 내면 도장	내면 도장 없음 (화성피막 처리 가능)	페놀계 불가
	금속에 대한 영향	없음	습동부 알루미늄 불가	없음
	니트릴 고무	가능	불가능	가능
	불소 고무	가능	가능	가능
	실리콘 고무	불가능	가능	가능
	부틸 고무	불가능	가능	불가능
	에틸렌 프로필렌 고무	불가능	가능	가능
	우레탄 고무	가능	불가능	가능
	불소 지방	가능	가능	가능
	크로로플렌	가능	불가능	가능
	가죽	가능	가능	가능
기타		_____	전기 배선은 내유성 피막으로 하거나 관내에 넣어 보호한다	_____

작동유		물-그리콜계	W/O형 에멀전	O/W형 에멀전
기기				
A 시리즈 가변 피스톤 펌프		응용 설계품 : Z30	응용 설계품 : Z30	별도 상담
정용량형 베인 펌프		M 부속 표준품 PV2R형 : 표준품	응용 설계품 : Z35 (일부 M 부속 표준품) PV2R형 : 표준품	별도 상담
압력 제어 밸브		표준품	별도 상담	별도 상담
유량 제어 밸브		표준품	별도 상담	별도 상담
방향 제어 밸브		표준품	표준품	별도 상담
모듈러 밸브		표준품	별도 상담	별도 상담
로직 밸브		표준품	별도 상담	별도 상담
비례전자식 제어 밸브		표준품	별도 상담	별도 상담
서보 밸브		SVD-F11, F102, F2 SVC-F1 이상은 표준품, 기타는 별도 상담	별도 상담	별도 상담
실린더	CJT형	표준품 씰 종류 : 니트릴 고무	표준품 씰 종류 : 니트릴 고무	응용 설계품 씰 종류 : 니트릴 고무
	CBY14 시리즈	표준품 패킹 재질 : 6(수소화 니트릴 고무)	표준품 패킹 재질 : 6(수소화 니트릴 고무)	표준품 패킹 재질 : 6(수소화 니트릴 고무)
어큐뮬레이터		표준품/일반 시판품	표준품/일반 시판품	표준품/일반 시판품
니들 밸브		표준품	표준품	표준품
탱크용 필터		스텐레스제 (알루미늄, 카드뮴, 아연 도금 불가)	알루미늄제 스텐레스제 (카드뮴, 아연 도색 불가)	스텐레스제 (알루미늄 불가)
유면계		직접식	직접식	직접식
고무 호스		니트릴 고무	니트릴 고무	니트릴 고무
기름 탱크 내면 도장		내면 도장 없음 (화성피막 처리 가능)	내면 도장 없음 (화성피막 처리 가능)	에폭시계 내면 도장 가능
금속에 대한 영향		알루미늄, 카드뮴, 아연 불가	동, 카드뮴, 아연 불가	없음
씰 종류	니트릴 고무	가능	가능	가능
	불소 고무	가능	가능	가능
	실리콘 고무	불가능	불가능	불가능
	부틸 고무	가능	불가능	불가능
	에틸렌 프로필렌 고무	가능	불가능	불가능
	우레탄 고무	불가능	불가능	불가능
	불소 지방	가능	가능	가능
	크로로플렌	가능	가능	가능
	가죽	불가능	불가능	불가능
기타		_____	기름 탱크 바닥을 경사지게 하고, 반드시 드레인콕을 설치할 것	_____