

마찰면에 어떠한 潤滑劑를 어떠한 給油法으로 공급할 것인가는 마찰면의 형상, 운동 방향, 하중의 輕重과 성질, 운동속도, 재질, 틈의 大小, bearing의 정밀도, 공작의 정도, 윤활제의 종류, 사용 온도, 주위의 상태, 관리 및 경제성 등에 따라서 결정된다.

5-1 給油方法 및 grease供給法

給油방법에는 循環給油法과 非循環給油法이 있으며, 전자에서는 기름을 순환시켜 다시 사용하므로 경제적이거나 기름이 오염될 염려가 있고, 후자에서는 전자의 것에 대한 상반된 장단점이 있다.

grease 윤활은 給유간격이 길고, 누설이 적으며 밀봉성이 있어 먼지 등의 침입을 적게 하는 장점이 있기 때문에 rolling bearing에서 많이 사용되고 있다. 그러나 냉각작용과 질의 균일성에서는 기름에 비하여 떨어진다.

5-1-1 給油方法

[1] 非循環給油法

(1) 手給油法

手給油法은 Fig. 5-165와 같이 손으로 給유하는 것으로서 마찰면의 미끄럼속도가 낮고 輕荷重인 때 이용된다. 이 방법에서는 기름을 공급하는 순간은 윤활 상태가 좋으나 시간의 경과에

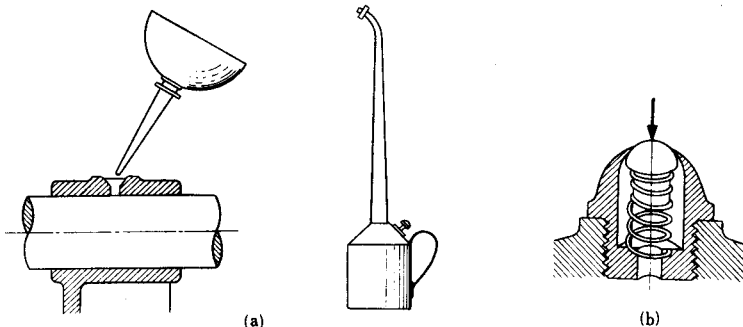


Fig. 5-165 손에 의한 給유법

따라 건조하므로 수시로 공급하여야 하는 불편이 있다. 기름구멍에 먼지 등의 오물이 들어갈 염려가 있을 경우에는 Fig. 5-165(b)와 같이 spring으로 지지된 ball head로 구멍을 막는다.

(2) 重力式 滴下給油法

중력식 적하급유법은 Fig. 5-166과 같이 기름용기가 투명체로 되어 있어 적하 상태를 관찰할 수 있다. needle valve로 적하구멍을 加減하여 유량을 조절하며, handle을 세우면 급유가 시작되고 눕히면 valve가 닫힌다. 손에 의한 급유법보다는 지속적으로 급유할 수 있으나 용기 속의 油面의 높이에 따라 급유량이 변하는 것이 결점이다.

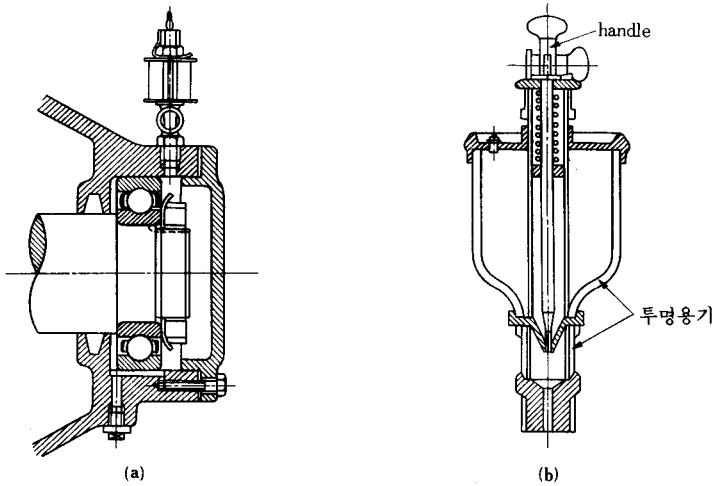


Fig. 5-166 중력식 적하급유법

(3) plunger식 加壓滴下給油法

plunger식 가압 적하급유법은 Fig. 5-167에서와 같이 기름이 cylinder까지는 중력적하를 하고 「cam→rocker→plunger」의 運動으로 cylinder내의 기름에 압력을 가하여 壓力油를 송유관에 보낸다.

[2] 循環給油法

(1) pad 給油法

pad급유법은 Fig. 5-168에서와 같이 pad를 journal에 가볍게 접촉시키고 pad의 毛細管現狀에 의하여 기름을 마찰면인 journal에 보내는 급유법이다. pad를 이루는 털실이 축의 회전에 의하여 bearing과의 틈새에 감겨 들어가지 않도록 단단히 겹쳐진 것을 사용해야 한다.

(2) ring 給油法

축의 회전에 의하여 ring이 oil tank의 기름을 마찰면에 운반하는 Fig. 5-169와 같은 ring 급유법에서는 축과 bearing의 마찰열을 제거하는 데 효과적이며, tank에는 돌아오는 기름의 냉각을 고려한 양의 기름이 있어야 한다.

(3) splash 給油法

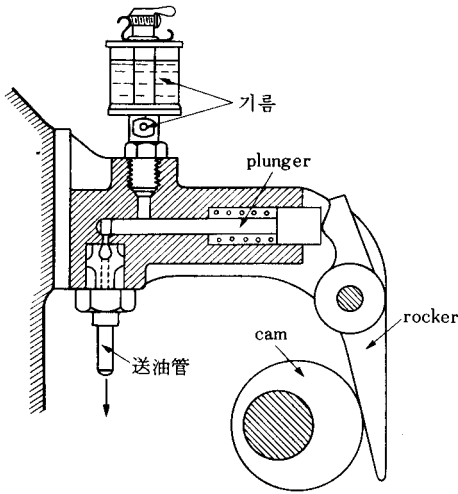


Fig. 5-167 plunger식 가압 적하급유법

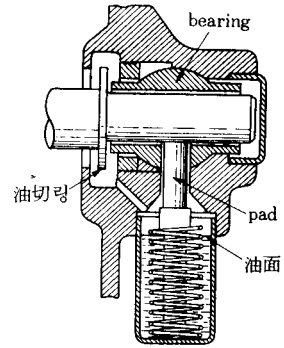


Fig. 5-168 pad 급유법

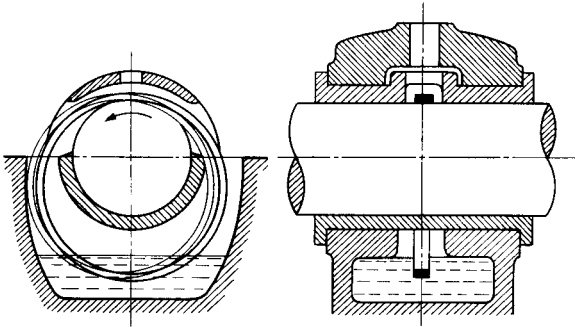


Fig. 5-169 ring 급유법

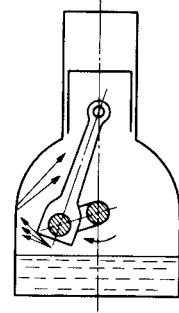


Fig. 5-170 splash 급유법

기계의 일부인 운동부가 tank내의 기름을 Fig.5-170과 같이 마찰면에 splash하여 급유하는 법을 splash 급유법이라 하며, 냉각효과도 기대할 수 있고 數個의 면을 동시에 윤활할 수 있는 특징이 있다.

(4) roller 給油法

Fig. 5-171에서와 같이 기름 tank에 잠겨 있는 roller가 table에 의하여 회전하면서 기름을 미끄럼면에 공급하는 급유법을 roller 급유법이라 한다.

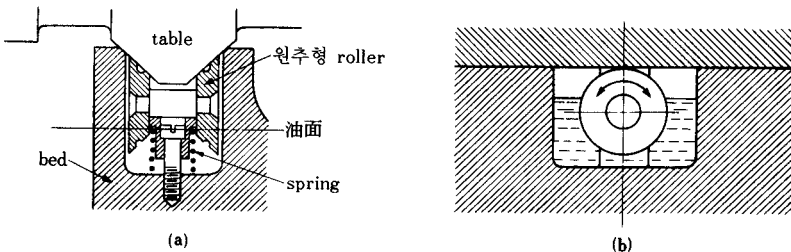


Fig. 5-171 roller 급유법

(5) 遠心給油法

원심급유법은 원심력을 이용한 급유법으로서 Fig.5-172에서와 같이 용기바퀴를 crank 축에 붙이고 그 용기에 기름을 滴下시키면 원심력에 의하여 crank pin 구멍에 공급되고, 회전이 멈추면 공급이 중단된다.

(6) 나사給油法

나사급유법은 Fig. 5-173에서와 같이 축이 회전하면 기름이 축면에 있는 나선홈을 타고 올라가면서 유회하는 것으로서 저속에서는 기름의 공급이 원활하지 않다.

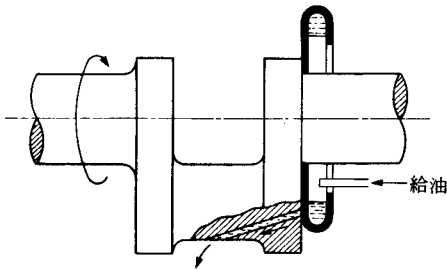


Fig. 5-172 원심급유법

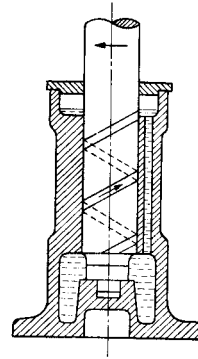


Fig. 5-173 나사급유법

5-1-2 grease 供給法

(1) grease 充填法

Fig.5-174에서와 같이 sliding bearing의 metal 일부를 개방하여 여기에 grease를 충전하고 뚜껑을 덮는 방식으로 저속 bearing에 많이 사용된다. 이 방법에서는 bearing이 發熱하여 grease의 온도가 滴點 이상이 되면 grease 全量이 일시에 유출되어 유회가 불확실하게 되므로 bearing의 발열에 유의해야 한다.

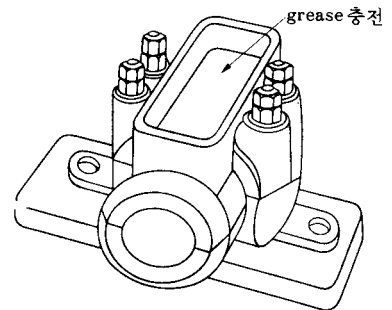


Fig. 5-174 grease 충전 bearing

(2) grease cup

Fig.5-175(a)에서와 같이 grease를 cup에 넣고 뚜껑을 덮거나, Fig. 5-175(b)에서처럼 뚜껑에 붙은 spring이 壓板을 눌러 grease에 압력을 가하는 유회법이 있다. grease가 滴點 이상의 온도에 달하면 grease 구멍을 통하여 유회면에 공급된다.

(3) grease gun

grease gun은 Fig. 5-176과 같이 bearing에 grease를 壓入하는 휴대용 grease pump이며, 1 회 공급으로 數時間 또는 數日間 운전하여도 지장이 없는 경우에 많이 사용된다.

보통 bearing의 grease 구멍에는 spring ball 또는 plunger가 달린 nipple를 부착하여 이 ball 또는 plunger를 grease gun의 nozzle로 밀고 grease를 壓入한다.

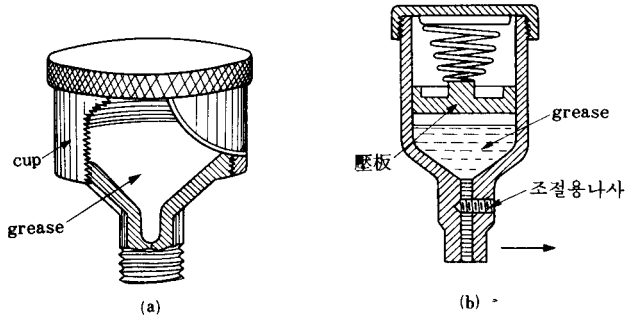


Fig. 5-175 grease cup

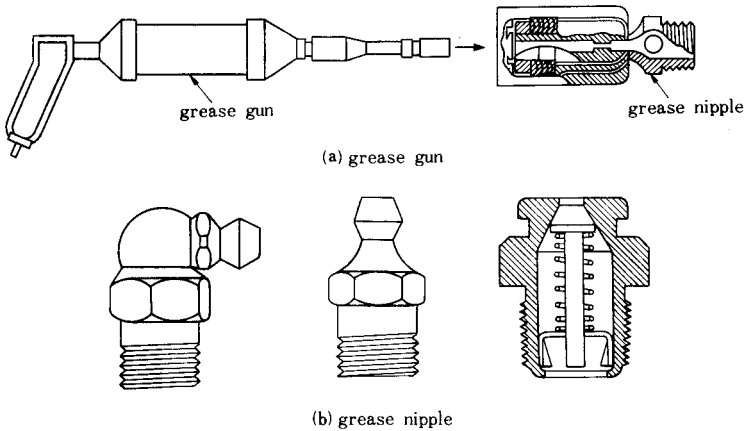


Fig. 5-176 grease gun 및 nipple

5-2 潤滑劑의 選擇

5-2-1 潤滑劑의 性質

(1) 기름과 grease

많은 因子가 상호 영향을 주고받으므로 일괄적으로 말할 수는 없으나 일반적으로 rolling bearing에서는 500rpm 이하에서 grease를 사용하고, 그 이상에서 기름을 사용한다. Table 5-21은 기름과 grease의 특성을 비교한 것이다.

Table 5-21 기름과 grease의 특성비교

비교항목	기름	grease	비교항목	기름	grease
회전수	고속용	中低速用	밀봉장치	부잡	간단
회전저항	小	大	순환급유	간단	곤란
냉각효과	大	小	여과	간단	곤란
누설	大	小			

(2) 粘 度

流體摩擦을 유지하기 위하여는 기름의 점도가 커야 하나, 너무 크면 유체마찰 자체가 크게 되어 동력손실이 크고 열이 많이 난다.

(3) 安 定 性

油性, 점도, 인화점 등의 물리적 안정성과 산화 등의 화학적 안정성을 윤활제의 선택에서 고려해야 한다.

(4) 마찰면의 형상 및 크기

마찰면이 sliding bearing, rolling bearing 또는 gear 등 어느 형상인가에 따라 기름의 종류가 다르고, 틈새가 크거나 마찰면의 폭이 좁으면 기름의 流出이 쉽게 되므로 점도가 다소 큰 기름을 사용해야 한다.

(5) 荷 重

重荷重 및 衝擊荷重이 가해지는 마찰면의 윤활에 있어서는 油膜強度가 큰 기름을 사용하는 것이 좋다.

(6) 温 度

마찰면의 온도가 상승하면 기름의 점도가 낮아져서 유체마찰을 위한 허용압력이 강해진다. 따라서 마찰면의 사용온도에서 적합한 점도를 유지하는 기름의 선택이 요구된다. 그러나 室温에서 점도가 너무 크면 始動時에 마찰력이 너무 크게 되어 기계요소에 무리를 초래한다.

(7) 周 速 度

sliding bearing에서 축의 주속도가 커지면 축과 bearing 사이의 간극으로 기름이 吸引되어 油膜壓이 생겨서 低粘度의 기름에서도 축은 쉽게 浮上한다. 고속일수록 점도가 낮은 기름이 요구된다.

rolling bearing에서는 Table 5-22와 같이 限界周速度를 정해 주는 인자인 축경 $d(\text{mm})$ 와 회전수 $n(\text{rpm})$ 의 곱 $d \cdot n$ 에 의하여 윤활제의 종류 및 급유법이 결정된다.

Table 5-22 rolling bearing의 $d \cdot n$ 값

bearing 종류	grease 윤활	기 름 윤 활			
		撒 布	滴下噴霧狀	强 制	噴 霧
單列 radial ball bearing	160 000	250 000	400 000	600 000	600 000 이상
調心形 radial ball bearing	160 000	250 000	400 000	—	—
angular ball bearing	160 000	250 000	400 000	600 000	600 000 이상
圓筒 roller bearing	120 000	250 000	400 000	600 000	600 000 이상
taper roller bearing	100 000	160 000	230 000	300 000	—
球面 roller bearing	80 000	120 000	—	250 000	—
thrust ball bearing	40 000	60 000	120 000	150 000	—

5-2-2 潤滑劑의 選擇基準

마찰면의 종류는 무수히 많으나 여기에서는 sliding bearing, rolling bearing 및 gear의 마찰면에 공급하는 윤활제의 선택 기준을 Table 5-23, Table 5-24 및 Table 5-25로 예시하기로 한다.

Table 5-23(a) 輕·中荷重 sliding bearing

회전수 [rpm]	운 전 온 도 (60℃ 이하)	
	경 하 중~중 하 중 (최대 30kg/cm ² 정도)	
	윤 활 법	기 름 종 류
5000 이상	강제, 순환	1~2호 (60~150) spindle 유
5000~3000	강제, 순환, ring	2호 (150) spindle 유 1호 (90) turbine 유 1~2호 (80~110) dynamo 유
3000~1000	강제, 순환, ring, 滴下	1~2호 (90~140) turbine 유 1~2호 (80~110) dynamo 유
1000~500	강제, 순환, ring	2~3호 (140~180) dynamo 유 20 motor 유
	滴下 (手動 기름치기)	20 motor 유 1~2호 (120~160) machine 유
500~100	강제, 순환, ring, chain	3~4호 (180~200) turbine 유 20~30 motor 유
	滴下, 手動 기름치기	20 motor 유 2호 (160) machine 유
100~50	강제, 순환, ring, collar, chain	20~30 motor 유 40 motor 유
	滴下, 手動 기름치기	20~30 motor 유
50 이하	강제, 순환, bucket, collar, chain	30~40 motor 유 50 motor 유
	滴下, 手動 기름치기	30~40 motor 유

註: 각 윤활유의 특성에 대하여는 「潤滑工學, 정선모 저. 동명사, p. 80」을 참조할 것.

Table 5-23(b) 中·高荷重 sliding bearing

회전수 [rpm]	운 전 온 도 (60℃ 이하)	
	중·고 하 중 (30~75kg/cm ² 정도)	
	윤 활 법	기 름 종 류
750~500	강제, 순환, ring	3~4호 (180~200) turbine 유 20~30 motor 유
	滴下	20~30 motor 유
500~250	강제, 순환, ring	30~40 motor 유
	滴下	30~40 motor 유

250~100	강제, 순환, ring	40 motor 유
	滴下	40 motor 유
100~50	강제, 순환, ring, chain	40~50 motor 유
	滴下, 手動 기름치기	40~50 motor 유
50 이 하	강제, 순환, bucket, collar	50 motor 유 1호(90) cylinder 유
	滴下, 手動 기름치기	1~2호(90~120) cylinder 유

Table 5-24 (a) rolling bearing(기름윤활)

운전온도 [°C]	속도지수 [dn]	適 油		bearing	
		보 통 하 중	重荷重 또는 충격하중		
-30~0 (室温)	한계회전수 까지	2호(150) 냉동기유	2~3호(150~300) 냉동기유	전종류	
60 이하	15000 까지	2호(110) dynamo 유 2호(140) turbine 유	3~4호(180~200) turbine 유 30~40 motor 유		
	75000 까지	2호(110) spindle 유 1호(90) turbine 유 2호(110) dynamo 유	2~3호(140~180) turbine 유 20 motor 유		
	150000 까지	2호(150) spindle 유	1호(90) turbine 유		thrust ball bearing 제외
	300000 까지	1호(60) spindle 유	2호(150) spindle 유		깊은 홈 ball bearing 과 圓筒 roller bearing
450000 까지	1호(60) spindle 유	1호(60) spindle 유			
60~100	15000 까지	30~40 motor 유	40~50 motor 유 1호(90) cylinder 유	전종류	
	75000 까지	3~4호(180~200) turbine 유 30 motor 유	30~40 motor 유		
	150000 까지	2~3호(140~180) turbine 유	3~4호(180~200) turbine 유 30 motor 유	thrust ball bearing 제외	
	300000 까지	1~2호(90~140) turbine 유 2호(110) dynamo 유	2호(110) dynamo 유 2~3호(140~180) turbine 유	깊은 홈 ball bearing 과 圓筒 roller bearing	
	450000 까지	2호(150) spindle 유 1호(90) turbine 유	1호(90) turbine 유 2호(110) dynamo 유		
100~150	한계회전수 까지	450~B 700 diesel engine 유 50 motor 유 1호(90) cylinder 유		전종류	
150 이상		B 700 diesel engine 유 2~3호(120~과열) cylinder 유			
60 이하		2호(110) dynamo 유 2~3호(140~180) turbine 유		自動調心 roller bearing	
60~100		3~4호(180~200) turbine 유 30~40 motor 유 350~B 450 diesel engine 유			

Table 5-24 (b) rolling bearing (grease 윤활)

운전온도 [°C]	속도지수 [dn]	건 조 한 장 소	물 또는 습기가 있는 장소
0~40	80000까지	*稠度 2~3호 (300~220 정도) fiber grease cup grease lithium grease	稠度 2~3호 (300~220 정도) cup grease lithium grease
	80000 이상	稠度 3호 (250~220) fiber grease lithium grease	稠度 3호 (250~220) cup grease lithium grease
40~80	80000까지	稠度 3호 (250 정도) fiber grease lithium grease	稠度 3호 (250 정도) lithium grease
	80000 이상	稠度 3호 (230 정도) fiber grease lithium grease	稠度 3호 (230 정도) lithium grease

*稠度 : 『潤滑工學, 정선모, 동명사, p. 200』 참조.
 註 : 각 grease의 특성에 대하여는 『潤滑工學, 정선모, 동명사, p. 193』을 참조하라.

Table 5-25 (a) 밀폐식 gear

spur gear, helical gear, bevel gear (室温 : 10~50°C)

pinion 회전수 [rpm]	용 량 [HP]	감 속 비		운 활 법
		10 : 1 이 하	10 : 1 이 상	
300 이하	30 이하	30 motor 유 350 diesel engine 유	40 motor 유 450 diesel engine 유	순환 또는 油浴 splash
	30~100	40 motor 유 50 motor 유	450 diesel engine 유 1호 (90) cylinder 유	
	100 이상	450 diesel engine 유 1호 (90) cylinder 유	1~2호 (90~120) cylinder 유 2중·4~5호 gear 유	
300~1000	20 이하	20 motor 유 30 motor 유	30 motor 유 40 motor 유	
	20~75	30 motor 유 450 diesel engine 유	40 motor 유 450 diesel engine 유	
	75 이상	40 motor 유 50 motor 유	450 cylinder 유 1호 (90) cylinder 유	
1000~2000	10 이하	2호 (140) turbine 유 3호 (180) turbine 유	3~4호 (180~200) turbine 유 30 motor 유	순환, 분사 또는
	10~50	3~4호 (180~200) turbine 유 30~40 motor 유	30 motor 유 40 motor 유	
	50 이상	30~40 motor 유 350 diesel engine 유	40 motor 유 450 diesel engine 유	

2000~5000	5 이하	1호(90) turbine 유	2호(140) turbine 유	splash에 의한 것이고, 2단으로 기입된 것 중에서, 上段은 보통하중, 下段은 충격하중의 경우이다.
	5~25	1호(90) turbine 유 2호(140) turbine 유	2호(140) turbine 유 3호(180) turbine 유	
	50 이상	3호(180) turbine 유 4호(200) turbine 유	30 motor 유 250 diesel engine 유	
5000 이상	1 이하	1호(60) spindle 유	2호(150) spindle 유	
	1~10	2호(150) spindle 유	2호(150) spindle 유 1호(90) turbine 유	
	10 이상	2호(150) spindle 유 1호(90) turbine 유	1호(90) turbine 유 2호(140) turbine 유	

Table 5-25 (b) 개방식 gear

운전온도 [°C]	윤 활 법	
	滴 下	塗 布
25 이하	2호(160) machine 유	稠度 2호(250~300) gear grease 1호 gear compound
10~55	2호(160) machine 유 20 motor 유	稠度 3호 정도(250~200) gear grease 2호 gear compound 2~3호 graphite grease
55 이상	—	稠度 4호 정도(200~150) gear grease 2~3호 gear compound 3~4호 graphite grease

Table 5-25 (c) worm gear

운전온도 [°C]	윤 활 법	기 림 종 류	
30°C 이하	油浴, 循環	30~40 motor 유 4호 gear 유(1종 또는 2종)	저온
		40~50 motor 유 1호(90) cylinder 유 2종·6~7호 gear 유	
	grease 또는 compound	aluminium grease (mobile grease) 1호 gear compound	
30°C 이상	油浴, 循環	50 motor 유 1호(90) cylinder 유 2종·6~7호 gear 유	고온
		2종·7호 gear 유 2호(120) cylinder 유 600w 또는 GX 140 3호(過熱) cylinder 유	
	grease 또는 compound	aluminium grease (mobile grease) 2호 gear compound	