

기계에서는 같은 면이 반복하여 摩擦運動을 하지만, 금속절삭에서는 항상 新生面과 공구가 마찰을 한다. bearing 과 같은 기계요소에서는 작용압력이 한계값을 초과하지 않도록 설계되어 항상 낮은 압력이 작용하나, 금속절삭에서의 압력은 機素의 마찰면에 작용하는 압력에 비하여 훨씬 크고 발열량도 더욱 크다.

절삭에서 chip의 생성부에 切削劑(액체, 기체, 고체)를 공급하여 切削條件을 개선한다. 이 중에서 切削流體(cutting fluid)인 液體狀과 氣體狀이 주로 사용되고, 절삭유체 중에서도 液狀의 稀釋油와 純粹油의 사용이 당연 우위에 있다. 이상과 같은 이유로 切削流體를 영어로는 cutting fluid라 하고, 이에 대한 우리의 용어는 切削劑, 工作液, 切削油劑, 切削油이며, 이 용어들의 본래의 의미와는 다소의 차이가 있으나 같은 의미로 사용되는 경우가 많다. 본서에서는 이들 절삭제를 일괄하여 절삭유제로 표현하기로 한다.

절삭유제의 효과는 절삭유제의 종류, 공구와 가공물 재료 등 광범위한 조건에 의하여 달라진다. 절삭유제의 가장 중요한 작용은 冷却作用과 潤滑作用의 두 가지이다. 상용되는 절삭유제에는 광물성과 식물성유제가 있으며, 절삭유제에는 물에 용해시켜 사용되는 것과 순수유를 그대로 사용하는 것이 있다. 일반적으로 油-水乳劑는 熱傳導容量(heat-conducting capacity)이 순수유의 것보다 크기 때문에 냉각작용이 중요시되는 곳에 사용되고, 공작기계의 약 90[%]는 油-水乳劑를 사용한다. 순수유는 윤활작용이 보다 중요시 되는 나사절삭, broaching, gear 절삭 등과 같이 저속절삭에 사용된다.

## 6.1 冷 却 作 用

절삭과정에 냉각제를 사용하면 다음과 같은 이점이 있다.

- ① 切削刃區域에서 온도의 저하로 인하여 공구수명이 증가한다.
  - ② 다듬질가공된 가공물의 취급이 용이하다.
  - ③ 절삭 중에 가공물 내에서 발생하는 溫度勾配에 의한 열변형 현상이 감소한다.
- 冷却劑(coolant)의 공구수명에 대한 定量的 効果는 drill 수명시험에서 확인할 수 있다.

냉각제의 사용에 의하여 수명은 현저하게 향상되는데, 그것은 끝부분의 온도가 저하되고, 온도저하로 인하여 공구의 마모율이 낮아지기 때문이다.

## 6·2 潤滑作用

### 6·2·1 境界潤滑(boundary lubrication)

Bowden 과 Tabor 는 고온, 고압, 낮은 sliding 속도에서는 유막이 유지되지 못하고 직접 접촉이 발생한다는 것을 증명하였다. 이러한 조건하에서의 운동마찰 저항은 돌기부의 전단과 유체의 점성전단에서 생기는 것이다. 이런 상태의 윤활을 境界潤滑이라 하며, 滑動金屬(sliding metal) 표면에 흡착된 윤활막[境界層]의 성질과 분자의 두께에 의하여 영향을 받는다. 두 금속간의 親和力이 있는 금속접촉 면적을 감소시킴으로써 潤滑境界層이 기능을 발휘한다. 어떤 윤활제는 S, P, Cl과 같은 高壓物의 첨가에 의하여 固體潤滑膜을 형성해서 滑動 중에 표면을 보호할 수 있다.

이러한 고체 윤활층, 즉 윤활유제와 금속 표면간의 화학반응에 의하여 생기는 물질은, 그 용융점에 이르기 전까지만 유효하게 작용한다.

흡착된 고체 윤활막을 갖는 두 금속표면을 서로 맞대어 수직력을 가하면, 표면돌기의 변형으로 인하여 윤활층이 침입되어 금속접촉이 그림 6·1 과 같이 이루어진다.

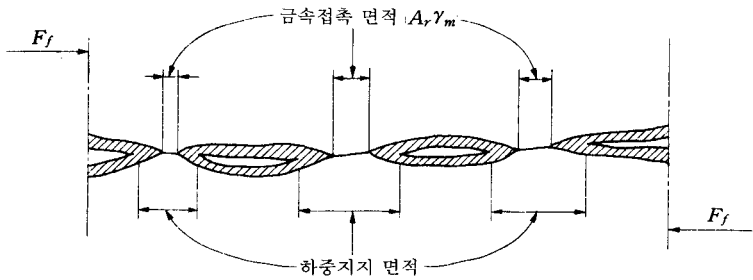


그림 6·1 接觸面

실제 접촉면적(real area of contact)을  $A_r$ ,  $\gamma_m$ 을 이 면적 중에서 금속접촉이 생기는 부분이라 하고,  $F_f$ 를 접촉면을 전단하는 데 요하는 마찰력이라 하면

$$\begin{aligned}
 F_f &= A_r \cdot \gamma_m \cdot \tau_1 + (1 - \gamma_m) \cdot A_r \cdot \tau_2 \\
 &= A_r [\gamma_m \cdot \tau_1 + (1 - \gamma_m) \cdot \tau_2]
 \end{aligned}
 \tag{6·1}$$

와 같다. 여기서  $\tau_1$ : 軟한 금속의 전단강도,  $\tau_2$ : 潤滑膜의 전단강도 이다.

$\gamma_m$ 가 주어진  $\tau_1$ 과  $\tau_2$ 에 대하여 일정하다고 하면 마찰력  $F_f$ 는  $A_r$ 에 비례한다. 2면 사이에서 온도가 상승하면 육안으로는 윤활제가 존재하는 것 같지만, 마찰력과 표면손상은 윤활되지 않는 접촉의 특성으로 된다. 즉, 潤滑境界層은 완전히 動的이기 때문에 식 (6·1)에서 경

계 윤활층의 용융점 이상이면  $\gamma_m = 1$ 이 될 것이고,  $F_f = A_r \cdot \tau_1$ 이 되어 乾性摩擦條件으로 될 것이다.

### 6·2·2 金屬切削의 潤滑

그림 6·2는 절삭유제의 流入方向을 상상한 것이며, 절삭유제는 A, B, C, D 및 E의 각 방향에서 流入되겠지만, 주로 A, B 방향 즉 傾斜面 및 餘裕面을 통하여 공급되는 것 같다.

정해진 조건하에서 절삭가공에 윤활제를 공급하면 공구 경사면의 마찰이 감소되고, 이것은 동력소모의 감소와 공구수명의 증가를 가져온다. 가장, 중요한 것은 built-up edge의 발생을 막아 가공면의 정도를 향상시키는 것이라 볼 수 있다.

적절한 윤활제를 공급하면 공구면의 평균 마찰계수가 감소하는 것으로만 알려져 있었다. 그런데 공업용 윤활제로 보통 사용되지 않는  $CCl_4$ 와 같은 화학물질이 절삭가공에 작용하여 윤활작용을 하지 않는 조건에서도 60[%] 정도의 동력감소를 가져오는 수가 있어 주목을 끌었다.

절삭가공 중에 chip-공구 사이의 압력이 높으면 얇은 油膜에 의하여 chip-공구의 직접 접촉을 막아 주는 완전한 유체 역학적 윤활이 되지 않았다. 또, 절삭유제의 윤활작용을 화학적인 것으로도 여겨왔다.

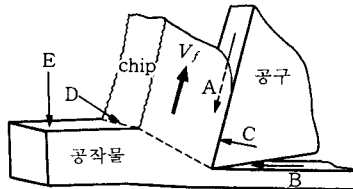


그림 6·2

예를 들어, 구리를 절삭할 때 그림 6·3에서 보는 바와 같이 저속에서는 chip-공구 사이의 마찰이 윤활작용에 의하여 상당히 감소하였다. 이것은 chip-공구 사이에 전단강도가 작은  $CuCl_2$ 의 막이 형성되기 때문이라고 한다. 乾式切削 조건하에서는 chip-공구 사이의 친밀한 접촉에 의하여 안정된 built-up edge를 갖는 제2 변형역을 가져온다.

윤활제의 작용은 chip-공구 사이의 친밀한 접촉을 감소시키고, 그로 인하여 built-up edge와 제2 변형역을 없게 하는 것이다. 이와 같이 built-up edge와 제2 변형역을 없게 함으로써 chip-공구 사이의 마찰을 적게 하고 chip 형성에 필요한 힘을 감소시키는 것이다.

#### [1] $CCl_4$ 의 潤滑

Cassin과 Boothroyd의 연구에 의하면 구리를 절삭할 때  $CCl_4$ 의 윤활기구는 다음과 같이 2단계로 설명할 수 있다.

윤활의 첫 단계에 있어서 윤활제의 분자가 작기 때문에 심히 변형된 가공재료를 통해서

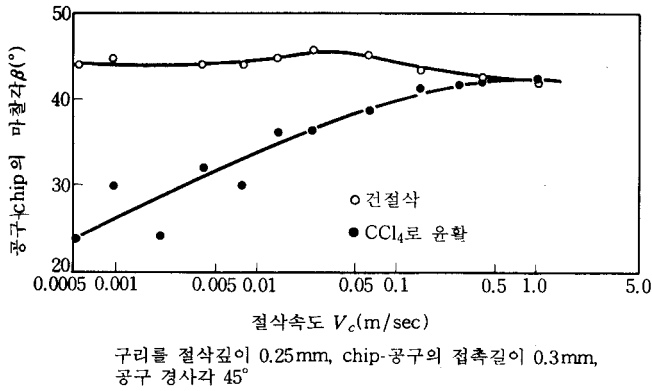


그림 6.3 절삭속도와 마찰각

제1 변형역(primary deformation zone)에 침투되거나 확산된다.

그림 6.4는 침투효과를 명백히 보여 주는 것으로서 CCl<sub>4</sub>의 한 방울을 形削중에 구리가공 재료에 滴下하여 그 작용을 uncut chip 두께(undeformed chip thickness)에 따라 측정하였다. 0.2[mm] 미만의 uncut chip 두께에 대해서는 CCl<sub>4</sub>의 윤활작용은 윤활제를 완전히 넘치게 공급하는 것과 같이 현저하였다. 0.4[mm] 이상의 uncut chip 두께에서는 윤활의 효과가 없다. 이것은 chip이 공구면을 따라 운동하기 전에 윤활제가 그 깊이까지 침투할 수 없음을 시사해 준다.

潤滑의 두 번째 단계에서는 CCl<sub>4</sub>가 chip-공구 사이에 도달하여 chip 低面に 새로운 표면을 형성하는 것이다. 이 새로운 면은 아직 공기 중에 노출되지 않았기 때문에 酸化 혹은 다른 汚染膜이 생기지 않는다. 이 구역의 高壓은 CCl<sub>4</sub>를 파괴시키고 自由 Cl은 청결한 구리표면과 화학적으로 반응하여 CuCl<sub>2</sub>膜을 형성하고 고체 윤활제로써 작용한다.

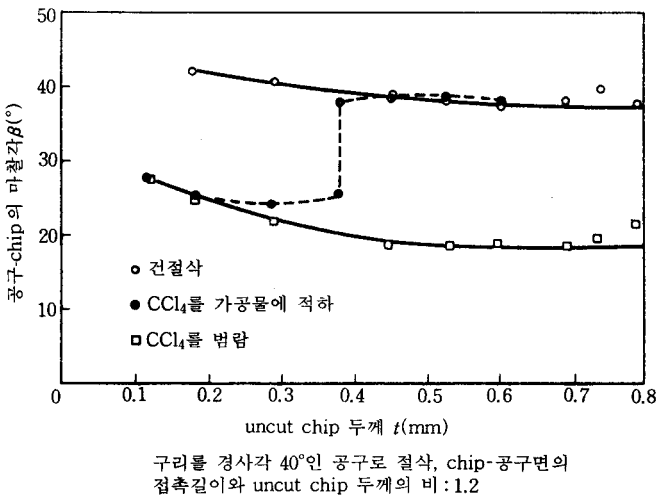


그림 6.4 절삭깊이와 윤활작용

[2] 金屬切削의 효과적 潤滑特性

금속절삭에 윤활제의 좋은 성능을 나타내기 위한 조건으로 이상에서 설명한 것을 정리하면 다음과 같다.

- ① chip-공구면 사이에 신속한 擴散 또는 浸透가 되도록 分子가 작을 것.
- ② 가공재료와 반응하여 경계 윤활제의 역할을 하는 전단강도가 작은 물질을 생성할 것.
- ③ 油膜의 耐壓力이 높을 것.

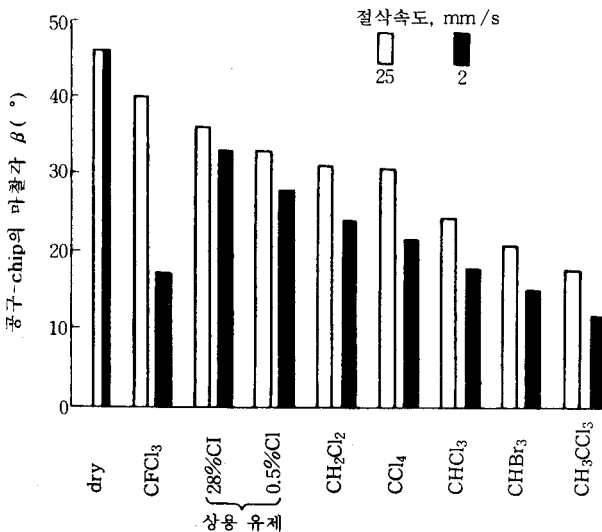
$CCl_4$ ,  $CHCl_3$ ,  $CH_2Cl_2$  등은 低切削速度에서 우수한 윤활제로 알려져 있다. 납을 염소 절삭유제의 분위기에서 절삭할 때, 납자체보다 전단강도가 큰  $PbCl_2$ 가 생성되기 때문에 역효과가 난다.

$CCl_4$ 는 고온 및 어떤 분위기에서는 毒性 gas를 발생하여 사용할 수 없다. 저속에서 아주 우수한 윤활제의 역할을 하는  $C_2H_3Cl_3$  생성물은 상대적으로 독성이 적고, broaching이나 tapping에서 좋은 효과를 나타낸 것으로 보고되어 있다.

그림 6·5는 구리를 절삭할 때 염소를 포함하는 공업용 윤활제가 큰 윤활효과를 나타내고 있음을 보여 준다.

상용되는 공업용 절삭유제의 윤활효과는 상대적으로 적다. 이것은 이들 절삭유제가 chip-공구 사이에 잘 침투되지 않기 때문인 것으로 생각된다. 순수한 절삭유제(불수용성 유제)를 실제 절삭의 넓은 범위에 걸쳐 사용할 수 있으면 큰 이점을 얻을 수 있다. 이러한 모든 절삭윤활 작용은 절삭속도가 증가함에 따라 소멸된다.

예로써, 구리를 절삭할 때  $CCl_4$  분위기에서 절삭속도 0.5[m/sec] 이상에서는 chip-공구



구리를 경사각 45°인 공구로 절삭, uncut chip 두께 0.25mm, 절삭유제는 범람

그림 6·5 윤활유제의 윤활성능

사이의 마찰각에 아무런 영향을 주지 못하고 있다. 이와 같이 절삭유제의 영향이 소멸되어 가는 것은 chip-공구 사이에 제대로 침투하지 못하는 것으로 설명할 수 있다. 즉, 앞에서 설명한 고체윤활층의 효과가 감소되는 것으로 생각된다.

gas도 윤활작용과 냉각작용을 동시에 할 수 있는 윤활제의 일종이다. 새로 형성되어 화학적으로 청결한 chip 표면을 산화시키면 chip이 공구면에 응착되는 것을 산화막이 방해하여 마찰을 감소시킨다. 냉각작용은 gas의 대류 또는 액체를 공급하면 그 증발열에 의한다.

공기는 그 중에서 가장 흔히 구할 수 있는 것으로서 압축공기의 상태로 공급되며, 냉각작용 외에 chip을 불어내어 청소하는 역할도 겸한다.

Ar, He, N과 같은 不活性 gas 또는 半不活性 gas는 가공물과 chip의 산화를 방지할 필요가 있을 때 사용되며, 밀봉된 상태에서 충분히 공급한다.

室溫보다 비등점이 낮은 압축 freon( $\text{CCl}_2\text{F}_3$ ) 및  $\text{CO}_2$  등을 절삭역에 분사하여 냉각작용을 하기도 한다. 액화질소 또는 액화 Ar를 이용하면 냉각효과는 더욱 크지만, 지나친 냉각은 오히려 공구를脆化시키는 경우가 있다.

실제에 있어서는 chip-공구 사이의 마찰에 대한 윤활작용보다는 가공면의 조도에 관심이 많다.

冷却能 또는 浸透性의 관점에서는 물이 좋겠으나, 이것은 潤滑性이 불량하고 방청작용이 없다. 純粹油(oil)만을 사용하면 물을 사용하였을 때의 長短點의 반대현상이 나타난다. 따라서, 절삭유제의 사용목적에 따라 이들을 적절히 혼합하거나 필요성분을 첨가한다.

### 6.3 切削油劑의 종류

절삭유제에는 冷却에 중요성을 둔 水溶性 切削油劑(water soluble cutting fluid)와 潤滑性, 反熔着性 및 浸透性을 이용해서 熱發生을 적게 하는 데에 중요성을 둔 不水溶性 切削油劑(cutting oil, oil type cutting fluid)로 大別할 수 있다.

#### 6.3.1 水溶性 切削油劑

기름(oil)의 윤활효과와 물의 냉각효과를 겸한 수용성 절삭유제로서 다음의 3종류가 있다.

##### [1] 乳化形 油劑(emulsion type cutting fluid)(KS W 1종 1~3호)

鑛油를 화학적으로 처리(界面活性劑인 乳化劑를 첨가)하여 물에 溶解할 수 있게 한 것을 유화형 유제라 하며, 이 oil을 20~30배의 물에 용해시키면 백색의 절삭유제가 된다. 이 절삭유제는 점도가 낮고 비열이 크기 때문에 윤활작용보다는 냉각작용이 커서 주로 고속절삭 및 연삭의 유제로 사용되며, 최근에는 極壓劑를 첨가하여 油性을 향상시킨 것이 있다.

[2] 半透明形 油劑(semichemical fluid, semisynthetic fluid, soluble type cutting fluid)  
(KS W 2종 1~3호)

乳化形 유제는 흐려서 절삭상태를 관찰할 수 없어 鑛油를 적게 하고, 乳化劑를 많이 첨가한 것으로서 물에 의해 농도를 조절해서 탁하지 않게 하며, 방청효과를 지닌 界面活性劑를 대량 함유하고 있다. 그 밖에 防腐劑, 消泡劑, 水質軟化劑 및 極壓劑를 함유하며, 40~80 배의 물로 희석하여 사용한다. 극압제의 첨가는 절삭유제의 성능을 크게 향상시키는 것은 사실이지만, 첨가제의 종류와 첨가량은 적용되는 피삭재, 가공법, 절삭조건 및 절삭에서의 중요성의 관점에 따라 결정된다.

[3] 투명형 油劑(solution type cutting fluid, chemical solution type cutting fluid, synthetic fluid)(KS W 3종 1~2호)

[1], [2]에서는 기름에 물을 부어 농도를 조절하는 반면에 [3]은 亞窒酸 soda와 같은 화학약품을 물로써 희석하며 투명한 水溶液이 된다. 윤활성은 거의 없으나 냉각성능이 우수하며, 100~200배로 희석하여 연삭에 주로 사용되고, 최근에는 극압제를 가하여 윤활성을 가미한 것도 있다.

표 6·1은 수용성 절삭유제의 분류이고 표 6·2는 수용성 절삭유제의 성분 예이다.

### 6·3·2 不水溶性 切削油劑(cutting oil, oil type cutting fluid, compounded cutting oil)

불수용성 절삭유제는 순수기름, 混合油(數種의 순수기름의 혼합물) 또는 이들에 필요성분을 첨가한 것으로서, 다음과 같이 2종으로 대별할 수 있다.

표 6·1 수용성 절삭유제(KSM 2173)

종류	기호	성상	표면장력 (dyn/cm)	유화안정도 (실온 24h)	비휘발분 (%)	비 중 (15/4℃)	pH	염소분 (%)	기포시험 (24±2℃)	부 식 (실온 48h)
W1종	1호	W11	—	합격	60 이상	—	8.5~10.5	—	합격	강판 합격
	2호	W12	—	합격	60 이상	—	8.5~10.5	보고	합격	강판 합격
	3호	W13	—	합격	60 이상	—	6.0~8.5	—	합격	알루미늄 또는 강판 합격
W2종	1호	W21	40 미만	—	30 이상	—	8.5~10.5	—	합격	강판 합격
	2호	W22	40 미만	—	30 이상	—	8.5~10.5	보고	합격	강판 합격
	3호	W23	40 미만	—	30 이상	—	6.0~8.5	—	합격	알루미늄 또는 강판 합격
W3종	1호	W31	40 미만	—	30 이상	1100 이상	8.5~10.5	—	합격	강판 합격
	2호	W32	55 미만	—	30 이상	1100 이상	8.5~10.5	—	합격	강판 합격

\* 비고 : 비중 및 비휘발분을 제외한 표 6·1의 규정은, 표준 희석배율, 증류수 용액으로 규정한다. 표준 희석배율은 실온(20~30℃)에서 1종에 대해서는 10배, 2종에 대해서는 30배, 3종에 대해서는 50배로 한다. 희석방법은 KSM 2525(절삭유제 시험방법) 2.2에 의한다.

\* 최근에 W2종과 W3종을 통합하여 W2종으로 개정되었다.

표 6·2 수용성 절삭유제의 성분 예

조 성	종 류
기유 및 유성제	광유...기계유 등 합성유...폴리올레핀油, 디에스테르系, 힌더드에스테르系 등 유지류...식물계 유지, 동물계 유지 에스테르류...식물계 유지의 에스테르(米糖油의 메틸에스테르, 팜메틸에스테르 등)
계면 활성제	이온系.....지방산 유도체(지방산 비누, 나프텐酸 비누) 황산 에스테르系(長鎖 알코올 황산에스테르, 동식물유의 황산화유 등) 술포酸系(석유 술포酸鹽 등) 非이온系...폴리옥시에틸렌系(폴리옥시에틸렌 알킬페닐에테르, 폴리옥시에틸렌 모노 지방산 에스테르 등) 多價 알코올系(소르비탄모노 지방산 에스테르 등) 알킬롤아미드系(지방산 디에탄올 아미드 등)
방 청 제	유기계...카르본酸, 카르본酸鹽, 술포酸鹽, 에스테르 알코올類, 아민系 무기계...아질산염, 인산염, 붕산염, 몰리브덴酸鹽, 탄산 금속염 등
극압 첨가제	염소계...염소화 파라핀, 염소화 지방산, 염소화 지방산 에스테르 등 황 계...황화광유, 황화유지, 황염화유지, 설파이드類 인 계...포스페이트類, 포스파이트類 유기금속 화합물...티오인산염, 몰리브덴 화합물
커 플 링劑	알코올類...이소프로필알코올, 多價 알코올(글리콜類)
비철 금속 부식 방지제	질소 화합물...벤조트리아졸, 이미다졸린 등 황, 질소 화합물...티오디아졸 폴리설파이드, 알킬티오 벤조이미타졸 등 기 타...디알킬티오 인산아연염 등
방 부 제	페놀系... <i>o</i> -페닐페놀, 테트라클로로페놀, <i>p</i> -클로로- <i>m</i> -키실레놀 등 포름알데히드 供與體...헥사히드로 트리아딘 등 기 타...트리브로모살리실 아닐리드와 디프로모 살리실아닐리드의 혼합물
기 타	消泡劑...실리콘의 에멀션, 고급 알코올 금속이온 봉쇄제...EDTA·Na鹽 등 착색제 향 료

[1] 不活性 切削油劑(non-active cutting fluid, KS 1종 2~3호)

鑛油를 기본으로 하고 脂肪油, 脂肪酸 및 ester 등의 유성제를 5~30% 정도 첨가하며, 극압제를 함유하지 않은 것으로서, 주로 비철금속의 절삭, 강의 輕切削 및 연삭에 사용된다.

[2] 活性 切削油劑(active cutting fluid)(KS 2종 1~8호, 3종 1~8호)

鑛油 및 油性油에 이온계, 염소계, 인계, 황계와 같은 극압제를 1종 또는 數種 첨가한 것으로서, 강, 합금강의 절삭 및 연삭에서 많이 사용되며, 시판의 불수용성 절삭유제는 거의



이에 속한다. 염소화합물, 황화합물, 황염화지방유를 함유한 것을 각각 염화유, 황화유, 황염화유라 하며, 이런 절삭유제의 첨가물은 절삭열의 도움으로 금속과 반응하여 전단강도가 낮은 고체 윤활막인 반응 생성물을 형성하기 때문에 chip의 응착을 방지하고, built-up edge의 억제효과가 우수하므로 정도를 요하는 다듬질면과 스테인리스강, 耐熱鋼과 같은 強靱한 재료의 drill 가공, 나사절삭, broaching 등에 흔히 사용된다.

표 6.3은 불수용성 절삭유제의 분류이고, 표 6.4는 성분 예이다.

표 6.3 불수용성 절삭유제(KSM 2173)

종류	기호	성상	동점도 (c St) (30℃)	염소분 (%)	지방유분 (%)	동판부식		인화점 (℃)	유동점 (℃)
						100℃ C1h	150℃ C1h		
1종	1호	A110	12 미만	-	8 미만	-	1 이하	70 이상	-5 이하
	2호	A120	12 미만	-	8~15 미만	-	1 이하	70 이상	-5 이하
	3호	A130	12 미만	-	15 이상	-	1 이하	70 이상	-5 이하
	4호	A210	12 이상	-	8 미만	-	1 이하	130 이상	-5 이하
	5호	A220	12 이상	-	8~15 미만	-	1 이하	130 이상	-5 이하
	6호	A230	12 이상	-	15 이상	-	1 이하	130 이상	-5 이하
2종	1호	B101	12 미만	5 미만	-	2 이하	2 <sup>(2)</sup> 이상	70 이상	-5이하
	2호	B102	12 미만	5 이상	-	2 이하	2 <sup>(2)</sup> 이상	70 이상	-5이하
	3호	B211	12~70 미만	5 미만	10 미만	2 이하	2 <sup>(2)</sup> 이상	130 이상	-5이하
	4호	B212	12~70 미만	5 이상	10 미만	2 이하	2 <sup>(2)</sup> 이상	130 이상	-5이하
	5호	B221	12~70 미만	5 미만	10 이상	2 이하	2 <sup>(2)</sup> 이상	130 이상	-5이하
	6호	B222	12~70 미만	5 이상	10 이상	2 이하	2 <sup>(2)</sup> 이상	130 이상	-5이하
	7호	B301	70 이상	5 미만	-	2 이하	2 <sup>(2)</sup> 이상	150 이상	-
	8호	B302	70 이상	5 이상	-	2 이하	2 <sup>(2)</sup> 이상	150 이상	-
3종	1호	C101	12 미만	5 미만	-	3 이상	-	70 이상	-5 이하
	2호	C102	12 미만	5 이상	-	3 이상	-	70 이상	-5 이하
	3호	C211	12~70 미만	5 미만	10 미만	3 이상	-	130 이상	-5 이하
	4호	C212	12~70 미만	5 이상	10 미만	3 이상	-	130 이상	-5 이하
	5호	C221	12~70 미만	5 미만	10 이상	3 이상	-	130 이상	-5 이하
	6호	C222	12~70 미만	5 이상	10 이상	3 이상	-	130 이상	-5 이하
	7호	C301	70 이상	5 미만	-	3 이상	-	150 이상	-
	8호	C302	70 이상	5 이상	-	3 이상	-	150 이상	-

\* 최근에 2종과 3종을 통합하여 2종으로 개정되었다.

### 6.3.3 그 밖의 切削油劑

특수한 목적에는 冷却劑로서 액체탄산가스, 액체질소, 액체 argon 등이 사용될 때가 있다. 4염화탄소는 절삭유제 효과가 우수하여 연구용으로 사용될 때가 있으나 毒性에 주의해야 한다.

표 6·4 불수용성 절삭유제의 성분 예

조 성	종 류
기 유	광유...등유, 경유, 기계유 등 합성유...폴리올레핀油, 디에스테르系, 힌더드에스테르系 등
유 성 제	유지류...식물계(대두유, 채종유, 미강유 등). 동물계(라드, 鯨油, 라놀린 등) 지방산류...올레인酸, 팔미틴酸 등 에스테르류...지방산의 에스테르類 고급 알코올류...올레일알코올, 스테아릴알코올 등
극압 첨가제	염소계 극압제...염소화 파라핀, 염소화 지방산, 염소화 지방산 에스테르 황계 극압제...황화 광유, 황화 유지, 황염화 유지, 설파이드類 인계 극압제...포스페이트類, 포스파이트類 유기금속 화합물...티오 인산염, 몰리브덴 화합물, 붕소 화합물
기타 첨가제	방청제...카르보酸, 카르보酸鹽, 술폰산염, 에스테르(알코올)類, 아민, 인산 및 인산염 산화 안정제...페놀계, 아민계, 황계 유동점 강하제...염소화 파라핀과 나프탈린의 축합물, 폴리알킬메타크릴레이트 등

### 6·4 切削油劑의 선택기준

절삭유제의 선택에 있어서는 그림 6-6에 나타낸 바와 같이 제한항목, 제약항목 및 절삭유제 특성이 중요한 기준이 된다.

종래에는 제약항목과 유제특성에 착안하여 선택을 해왔지만, 현재는 제한항목이 1차 선

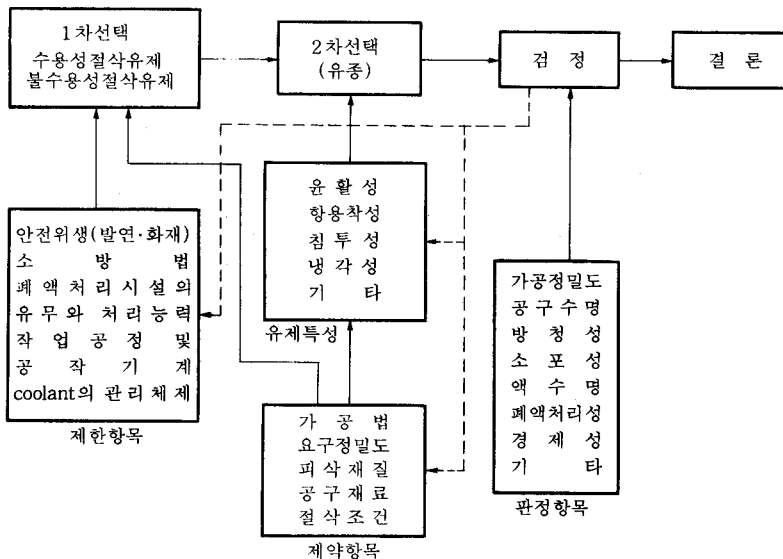


그림 6·6 절삭유제의 선택기준

택기준으로 되어 가고 있다. 절삭유제를 선택하는 순서는 제한항목을 기준으로 한 1차 선택을, 다음에 제약항목과 유제특성을 고려하여 2차 선택을 하며, 검정시험의 결과에 의하여 최종 선택한다. 검정시험에 문제가 있으면 그 문제점을 규명하면서 선택해 간다.

## 6·5 切削油劑의 관리

절삭유제 사용에 있어서의 문제는 다음과 같은 것을 들 수 있다.

### 6·5·1 水溶性 切削油劑의 관리

수용성 절삭유제의 관리는 불수용성 절삭유제에 비해서 일단 세심한 배려가 필요하다. 즉, 수용성 절삭유는 물에 희석하기 때문에 사용액 농도가 변화하기가 쉽고, 사용환경 및 미생물의 영향을 받기 쉽다. 그러므로 문제의 내용은 절삭성능의 저하, 녹, 기포, 부패 등 불수용성 절삭유에 비해서 다양하다. 이와 같은 것을 미연에 방지하기 위해서는 방부대책 및 사용액의 청결한 유지가 필요하다.

#### [1] 농도 관리

수용성 절삭유제의 농도는 윤활성을 지배할 뿐만 아니라 부패, 녹방지성, 消泡性, 인체의 영향 및 경제성에도 큰 영향을 주므로 다음과 같은 관리가 필요하다.

- ① 油劑의 통일을 기하고 관리하기 쉬운 체제로 한다.
- ② 정기적으로 농도를 측정하고 농도 보정을 한다.
- ③ 희석물은 軟水를 사용한다.
- ④ 사용액 관리를 표준화한다.
- ⑤ 사용액 관리 책임자를 정해서 관리의 철저를 기한다.

#### [2] 부패방지 관리

부패는 미생물의 번식이 원인이 되지만 그 번식속도는 온도, 농도, pH, 수질, 윤활유의 혼입량 및 chip의 누적량 등에 영향을 받는다.

부패를 억제시키고 장기간 안정된 상태에서 사용하기 위해서는, 내부패성이 큰 절삭유의 선택과 이들의 부패요인을 없애기 위한 다음과 같은 관리를 해야 한다.

- ① 사용액의 교환시에 액순환 계통의 세척과 살균을 한다.
- ② 희석용수는 軟水를 사용한다.
- ③ 설정농도를 유지한다.
- ④ 액의 pH를 유지한다.
- ⑤ 공작기계용 윤활유 및 앞서 가공에 사용된 가공유제의 혼입을 방지한다.
- ⑥ chip을 조기에 제거한다.

- ⑦ 방부제를 정기적으로 투입한다.
- ⑧ 혼입 윤활유, 浮上油를 제거시킨다.

이와 같은 항목의 단일처리만으로는 효과가 적으므로, 될 수 있는 한 많은 항목을 채용하는 것이 방부관리에 좋다.

### 6.5.2 不水溶性 切削油劑의 관리

불수용성 절삭유제의 사용액 관리에 있어서 주의해야 될 점은 다음과 같다.

- ① 공작기계 윤활유의 혼입방지
- ② chip 제거의 철저
- ③ 수분의 혼입방지

공작기계용 윤활유가 불수용성 절삭유제에 혼입되면 극압제를 희석하고, 윤활효과를 저하시켜 공구수명, 가공 정밀도에서 문제를 야기시킬 수 있으므로 다음과 같은 관리가 요청된다.

- ① 외관의 관찰(수분 기타 이물질의 혼입, 변질의 유무)
- ② 정도의 측정(변질 정도, 윤활유 혼입의 정도)
- ③ 인화점의 측정(輕質鑛油類 혼입의 유무)
- ④ 극압 첨가제의 정량(1차 성능판정 기준, 윤활유 혼입의 유무)
- ⑤ 酸價의 측정(변질 정도)

### 연습문제

1. 절삭유제(cutting fluid)의 작용에 대하여 써라.
2. 절삭유제의 구비조건을 써라.