

<論 文>

摩擦加工에 있어서의 雰圍氣 影響에 관한 研究(第二報)

孫 明 煥*

(1982年 1月 8日 接受)

A Study on the Influence of Atmospheres in Frictional Machining(Part II)

Myung-Wan Sohn

Abstract

In the previously reported Part I, the experimental results in frictional machining that finished medium carbon steel SM 50 C under 6 kinds of liquid atmospheres by using ceramic tip as a frictional tool was described. The present study reports the experimental results that all the machining conditions are same in the Part I except tool material changed ceramics into tungsten carbide. The ceramic tool material is a stable oxide and a non-metallic material, but the tungsten carbide has the metallic characteristics that adhere to carbon steel at about 750°C. The present study shows the comparison of the experimental results for the above 2 kinds of frictional tool material.

1. 緒 論

第 I 報⁽¹⁾에 있어서는 摩擦加工의 雰圍氣로서 輕油등 6 種의 液體潤滑劑를 사용하고 摩擦工具材料로서는 金屬과의 親和力이 없는 세라믹을 사용하여 實驗하였다. 세라믹을 摩擦工具材料로 사용한 이유는 세라믹이 金屬과 親和力이 없기 때문에 工作物과의 摩擦에 있어서 工具表面에 凝着 또는 融着하지 않고 工作物表面에 擦傷을 주지 않으며, 쉽게 塑性流動을 시킬 수 있으리라고 생각했기 때문이다. 勿論 摩擦加工의 根本趣旨는 工具와 工作物 接觸面 사이에 雰圍氣劑의 活性에 의하여 油膜이나 酸化膜 같은 金屬비누를 介시켜 直接接觸을 피하고 間接的으로 힘을 傳達하여 工作物表面으로 하여금 塑性流動을 시키는데 있으나, 局部的으로 이들 皮膜이 破斷된다 하더라도 非附着磨滅이 되어 微

細磨滅粒자를 生成 脫落케 함으로써 表面을 鏡面으로 다듬질하는데 있다.

本 研究에서는 求得하기 쉽고 廉價인 超硬合金을 摩擦工具材料로 사용하여 實驗하고 세라믹工具材料의 경우와 表面거칠기를 비교하였다. 超硬合金은 金屬의인 性質이 있어서 工作物 表面과 凝着이나 融着이 일어나서 表面을 損傷시킬 가능성도 있으나, 常溫硬度가 높고 高溫에 있어서도 상당한 硬度를 유지할 수 있을 뿐 아니라 活性和 油性이 좋으므로 쉽게 金屬비누의 皮膜을 生成하고 維持할 수 있는 特性도 있으므로 摩擦加工에서의 摩擦工具材料로서 사용하는데 充分히 適合하였다.

加工條件이 같을 때 雰圍氣에 따라 세라믹工具材料에 비하여 表面거칠기는 同等하거나 약간 못한 경우도 있었으며 最良의 表面거칠기가 되는 미끄름速度와 接觸壓力은 潤滑劑雰圍氣에 따라 多少差가 있었으며, 이것은 超硬合金의 金屬의 特性에 起因하는 것으로 해석된다.

* 正會員, 高麗大學校 工科大學

Table 1 Comparison of the best surface roughness, sliding speed and contact pressure for ceramics and tungsten carbide tool material.

Atmosphere	The best surface roughness, $\mu\text{m Ra}$		Sliding speed to generate the best surface roughness, m/min		Contact pressure to generate the best surface roughness, kg/mm^2	
	Ceramics	Tungsten carbide	Ceramics	Tungsten carbide	Ceramics	Tungsten carbide
Light oil	0.008	0.007	158	48	40	50
Lubricant	0.011	0.009	25	118	35	65
Grease	0.010	0.017	123	119	50	60
Lard oil	0.010	0.012	17	15	40	18
Bean oil	0.010	0.015	16	229	30	35
Cutting fluid	0.018	0.017	154	95	15	15
Methanol	—	0.022	—	60	—	9

2. 實 驗

實驗機器, 加工條件 및 實驗方法是 第一報와 同一하게 하여 實驗하였다. 다만 潤滑劑霧圍氣는 第一報의 6種의 霧圍氣와 切削油霧圍氣中 稀釋液 대신에 메탄올을 사용하였다. 메탄올은 粘度가 낮고 潤滑性이 없으며 揮發性도 크기 때문에 그 영향을 다른 潤滑劑와 비교하기 위하여 實驗한 것이다. 즉 工作物材料는 SM 50 C를 사용하였으며, 化學成分 및 機械的 性質은 第一報⁽¹⁾ Table 1과 같다. 前加工으로서는 研削하여 中心線平均거칠기 $0.14 \sim 0.18 \mu\text{m Ra}$ 平均 $0.16 \mu\text{m Ra}$ 로 하고, 摩擦加工에서는 相對미끄름速度 $15 \sim 300 \text{ m/min}$ 범위에서 10 단계로 나누어서 한가지 미끄름速度에 대하여 接觸壓力을 3 kg/mm^2 로부터 等差級數의으로 增加시켜 表面磨傷이 生길때까지 계속하였다. 接觸面積은 2.1 mm^2 로 일정하게 유지되도록 하였으며, 表面粗度計는 觸針電氣式連續指示型으로서 觸針의 移動速度는 0.3 mm/sec 로 表面거칠기를 測定하였다.

摩擦工具材料는 前述한 바와 같이 國產超硬合金 KOR LOY M40 A40을 사용하였으며, 常溫硬度는 $\text{H}_c = 65 \sim 66 (\text{H}_s = 92 \sim 96)$ 이었다.

3. 實驗結果 및 考察

3.1. 總括的 考察

Fig.1~Fig. 7은 各液體霧圍氣에 대한 미끄름速度를 媒介變數로 했을 때의 接觸壓力에 따라서의 表面거칠기 變化狀況의 實驗結果를 線圖로 그린 것이며, Fig.8 (a)~(j)는 相對미끄름速度가 일정할 때 接觸壓力의 증가에 따라 各霧圍氣가 表面거칠기에 어떤 變化를 주

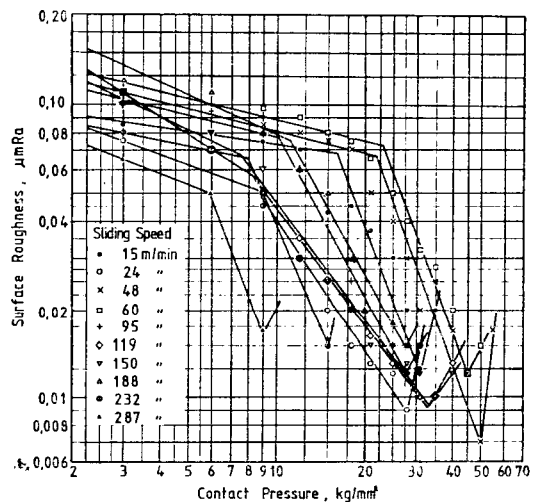


Fig. 1 Surface roughness vs contact pressure in the atmosphere of light oil.

는가를 比較한 線圖이다.

세라믹을 摩擦工具材料로 사용하여 實驗한 第一報에서는 潤滑劑의 종류에 따라 塑性流動域만이 존재하는 경우, 彈性變形域과 塑性流動域이 연속하여 존재하는 경우 및 두 領域 사이에 共存域이 존재하는 경우가 있었으나, 超硬合金材料로 實驗한 本 研究의 Fig. 1~7에서는 Fig. 7의 메탄올을 제외한 모든 潤滑劑에서 變向點을 경계로 하여 彈性變形域과 塑性流動域만의 두 領域으로 區分되고 있다. 變向點의 大小는 潤滑劑의 粘度에 따라 다르며, 粘度가 높을수록 變向點도 큰 값으로 나타나고 있다.

Table 1은 세라믹과 超硬合金工具材料에 대한 各霧圍氣下에서의 最良의 表面거칠기와 그때의 미끄름速度 및 接觸壓力을 표시한 것이다. 이 표에서 보는바와 같

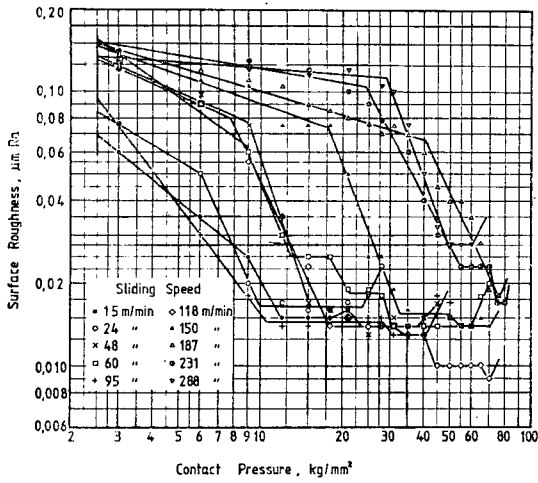


Fig. 2 Surface roughness vs contact pressure in the atmosphere of lubricant.

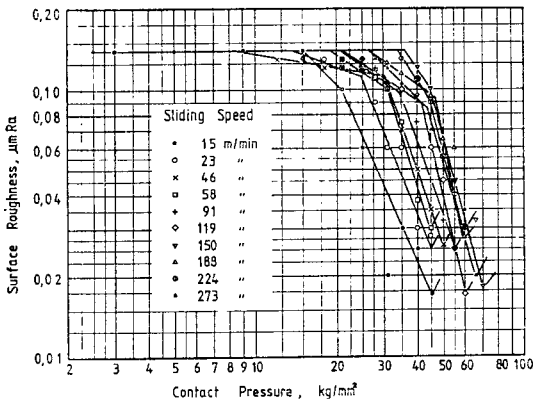


Fig. 3 Surface roughness vs contact pressure in the atmosphere of grease.

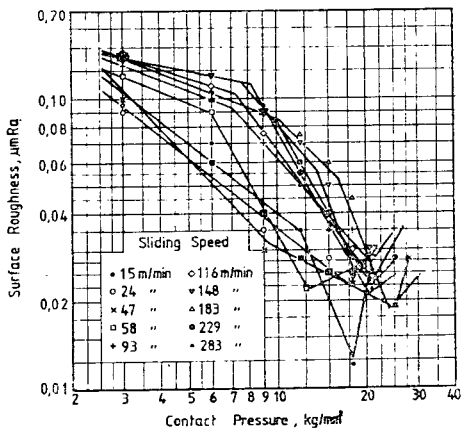


Fig. 4 Surface roughness vs contact pressure in the atmosphere of lard oil.

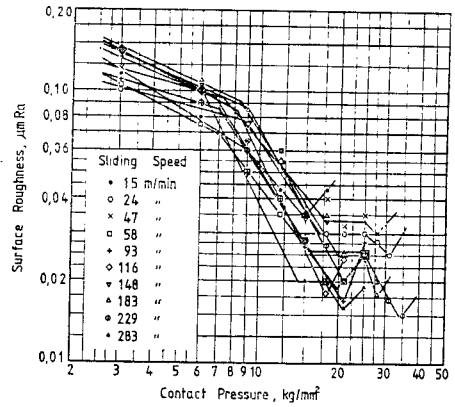


Fig. 5 Surface roughness vs contact pressure in the atmosphere of bean oil.

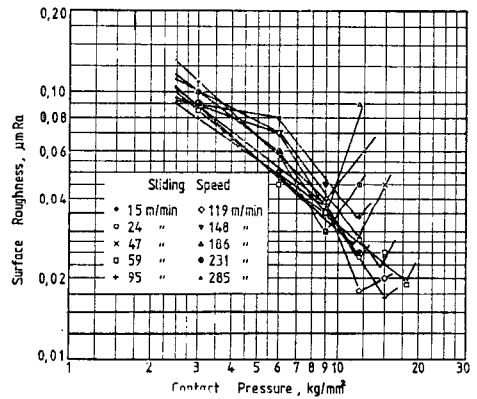


Fig. 6 Surface roughness vs contact pressure in the atmosphere of cutting fluid.

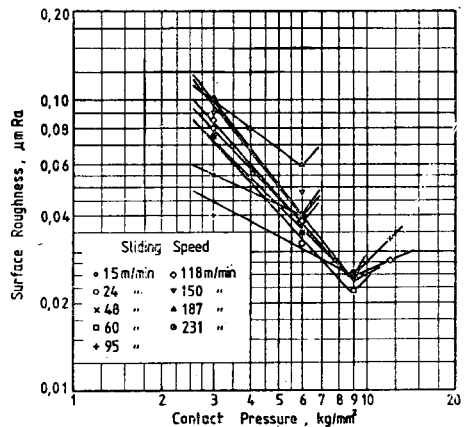
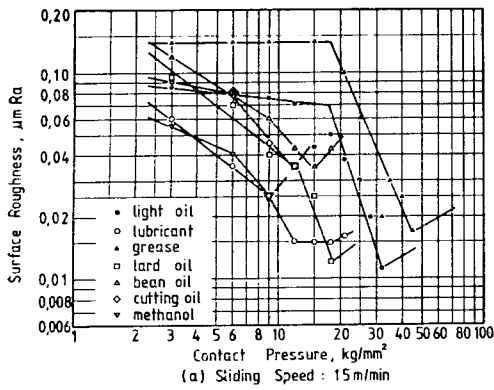
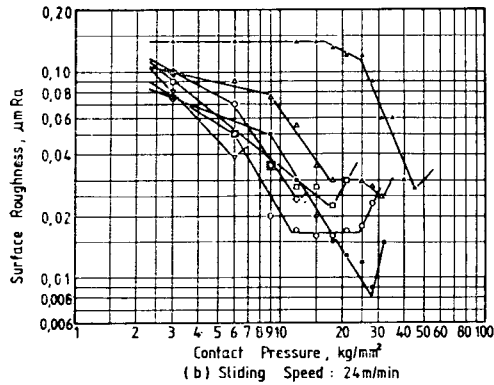


Fig. 7 Surface roughness vs contact pressure in the atmosphere of methanol.

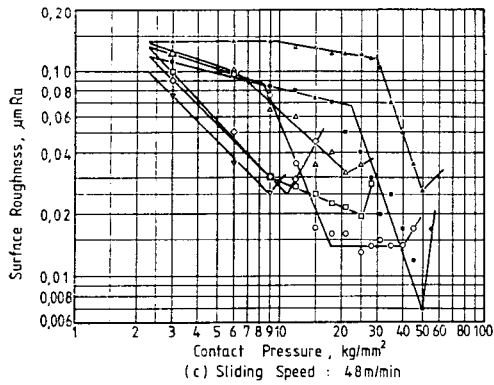
이 輕油의 경우가 모든 霧圍氣中에서 가장 良好한 表面거칠기를 나타내고 있으며, 鑛物性油인 輕油나 潤滑油 霧圍氣下에서 두 工具材料 共히 最良의 表面거칠기



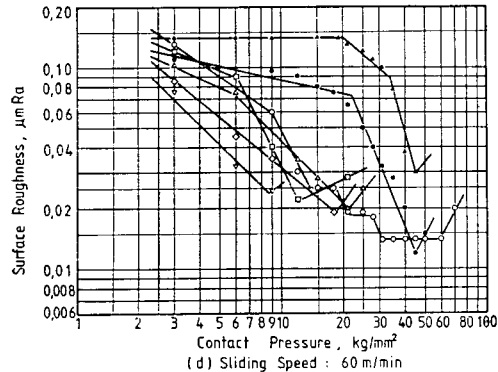
(a) Sliding Speed : 15 m/min



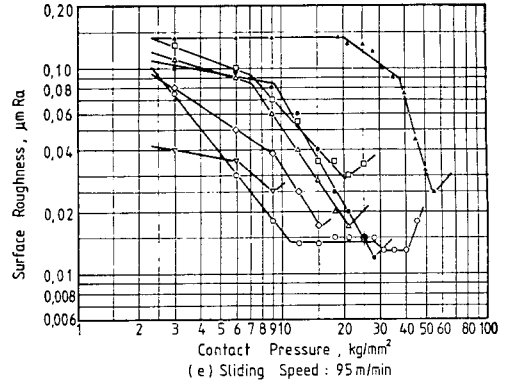
(b) Sliding Speed : 24 m/min



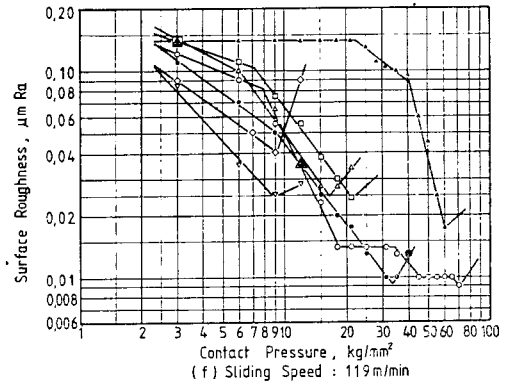
(c) Sliding Speed : 48 m/min



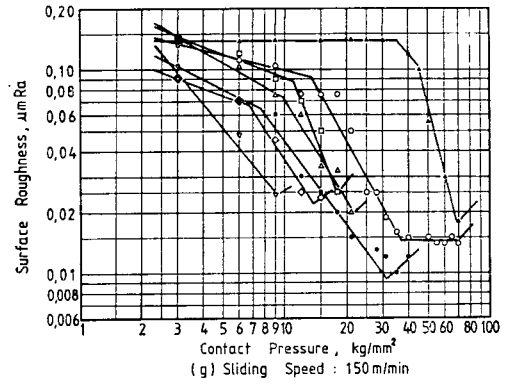
(d) Sliding Speed : 60 m/min



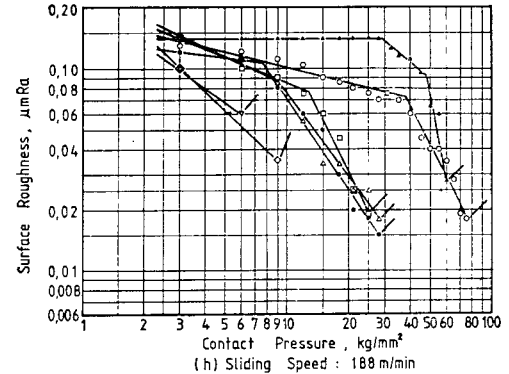
(e) Sliding Speed : 95 m/min



(f) Sliding Speed : 119 m/min



(g) Sliding Speed : 150 m/min



(h) Sliding Speed : 188 m/min

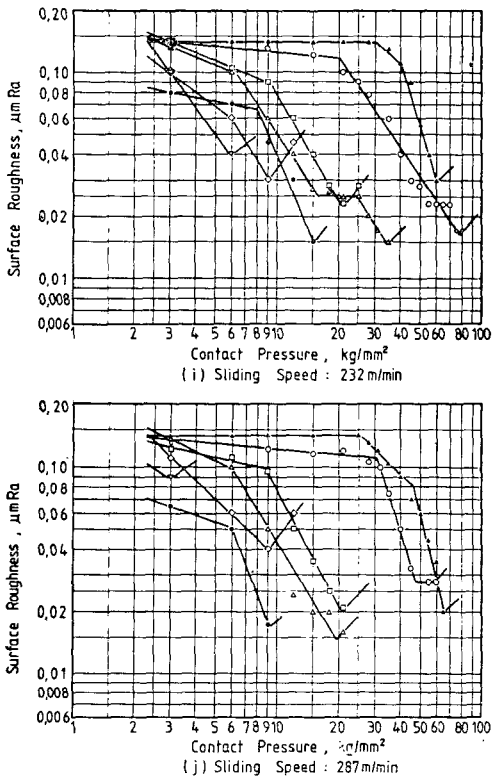


Fig. 8 Comparison of surface roughness vs contact pressure in the each atmosphere.

는 비슷하며, 이때의 미끄름速度는 輕油의 경우 超硬合金의 경우가 낮고 接觸壓力은 共히 높다. 그리이스(grease), 豚油 및 大豆油의 경우는 超硬合金工具材料를 사용했을 때가 最良의 表面거칠기는 不良하며, 미끄름速度 및 接觸壓力도 다르다. 切削油劑의 경우는 大差없으며 메탄올의 경우는 表面거칠기가 가장 不良하게 나타나고 있다.

이상과 같이 表面거칠기, 미끄름速度 및 接觸壓力에 差가 생기는 것은 摩擦工具材料의 特性에 起因하는 것으로 생각된다. 즉 세라믹은 원래 酸化物이기 때문에 더 이상 酸化하지 않고 高溫硬度가 높을뿐 아니라 金屬과 親和力이 없기 때문에 凝着이나 融着을 이르지 않는 반면에 超硬合金은 750°C 전후(組成에 따라 다름)에서 鋼과 凝着하는 性質이 있다.⁽²⁾ 鋼과 기타 金屬 사이에서 相對運動이 일어날 때는 眞接觸點의 瞬間溫度가 700~900°C에 달한다는 것이 實驗的으로 實證되고 있다.⁽³⁾ 따라서 미끄름速度가 빠르면 工作物과 工具材料의 接觸面의 局部的인 瞬間溫度는 쉽게 750°C 이상이 될 것이며, 그 사이에서 凝着이 일어나고 이것이 工作物 表面을 擦傷케 할 것이다. 또한 Cooks⁽⁴⁾에

의하면 摩擦熱에 의하여 酸化膜이 生成된다고 하며, Kubaschewski⁽⁵⁾의 酸化鐵에 대한 平衡狀態圖를 참고하면 低溫에서 酸素供給이 충분하면 Fe₂O₃의 酸化鐵이 생성된다고 한다. Fe₂O₃는 Mohs 硬度 5.5~6이 되는 硬質의 酸化鐵로서⁽⁶⁾ 低接觸壓力에서는 파괴되지 않고 表面保護作用을 하여 直接接觸을 방지하나 高接觸壓力에서는 油膜뿐 아니라 酸化皮膜이 파괴되어 凝着으로 因한 局部的 表面高溫과 過塑性流動 및 Fe₂O₃의 微粒子에 의하여 表面이 損傷되는 것으로 생각된다. 따라서 세라믹工具가 安定한데 비하여 超硬合金은 凝着을 쉽게 이르는 特性때문에 表面거칠기, 미끄름速度 및 接觸壓力이 같은 霧圍氣下에서도 다르게 나타나는 것으로 생각된다.

2.2. 輕油의 경우

Fig.1은 輕油를 潤滑劑霧圍氣로 하여 實驗한 結果이며, 實驗한 모든 霧圍氣中에서 가장 良好한 表面거칠기를 나타내고 있다. 第一報의 Fig. 2와 비교해 보면 變向點을 境界로 하여 彈性變形域과 塑性流動域으로 區分되어 있고, 接觸壓力에 대한 表面거칠기는 미끄름速度에 따라 넓은 범위로 散亂되어 있다. 대체적으로 低速部에서는 變向點이 높고 表面거칠기가 좋으나 高速일수록 반대현상이 나타나고 있다. 最良의 表面거칠기는 세라믹의 경우와 同等하나 接觸壓力이 높다. Table 1에서 세라믹工具材料의 경우는 미끄름速度 158 m/min, 接觸壓力 40 kg/mm²에서 Ra=0.008 μm에 비하여 超硬合金의 경우는 미끄름速度 48 m/min, 接觸壓力 50 kg/mm²에서 Ra=0.007 μm로 나타나고 있다. 上述한 바와 같이 미끄름速度가 빠르면 摩擦熱이 많이 발생하고 工作物의 新生面과 超硬合金工具材料와의 接觸面 溫度가 높아져서 凝着이 일어날 뿐 아니라 粘度 低下로 因하여 油膜도 파손되어 表面이 損傷된다. 따라서 低미끄름速度라야 한다. 한편 低미끄름速度에서는 粘度가 높기 때문에 皮膜이 두꺼우므로 高壓力을 가하여 膜을 얇게하고 塑性流動을 할 수 있는 두께로 해야하기 때문인 것으로 생각된다.

3.3. 潤滑油의 경우

Fig. 2는 潤滑油를 潤滑劑霧圍氣로 하여 實驗한 結果이다. 第一報의 Fig. 3과 비교하면 共存域이 없으며 미끄름速度 150 m/min 이상과 그 이하의 2群으로 區分할 수 있고 一定表面거칠기에 도달하면 接觸壓力의 증가에도 불구하고 그 表面거칠기를 지속하는 停滯部分이 있으며, 미끄름速度에 따라 넓은 범위로 散亂되어

있음을 알 수 있다. 또한 미끄름속도 118 m/min, 接觸壓力 65 kg/mm²에서 最良의 表面거칠기 Ra=0.010~0.009 μm를 얻고 있으며 세라믹工具材料의 경우와 大差없으나, 미끄름속도 및 接觸壓力이 더 높다. 潤滑油는 粘度가 높기 때문에 세라믹工具材料의 경우는 油膜을 얇게 하기 위하여 低速에서 接觸時間을 길게 하여 最良의 表面거칠기를 얻을 수 있었으나, 超硬合金工具材料의 경우는 凝着現象을 일으키기 때문에 低速에서는 油膜이 너무 얇아지고 金屬비누의 生成도 적으므로 直接接觸에 의한 凝着이 表面을 損傷하게 되는 것으로 생각된다. 따라서 미끄름속도를 降低하여 摩擦熱에 의한 粘度 低下와 金屬비누의 生成을 防止하게 하고 接觸壓力을 높이므로써 耐荷重能力을 增加하게 하여⁽⁷⁾ 塑性流動에 알맞는 皮膜이 構成되므로 最良의 表面거칠기가 얻어지는 것으로 생각된다. 대체적으로 각 미끄름속도마다 그 속도에서의 最良의 表面거칠기가 되면 接觸壓力의 증가에도 불구하고 表面거칠기의 停滯部分을 나타내는 것도 接觸壓力의 증가에 따르는 金屬비누의 生成의 증가에 의한 耐荷重能力의 增加에 起因하는 것으로 생각된다. 이러한 現象은 세라믹工具材料의 경우도 다소 나타나고 있는 있으나, 超硬合金의 경우가 顯著하게 나타나는 것은 活性和 油性이 좋다는 것을 뒷받침하는 것으로 推定된다.

3.4. 그리이스의 경우

Fig. 3은 그리이스를 潤滑劑霧潤氣로 하여 實驗한 結果이다. 第一報의 Fig. 4와 대조하면 비슷한 경향을 볼 수 있다. 最良의 表面거칠기는 세라믹의 경우보다 惡化하고 있으나, 그 때의 미끄름속도나 接觸壓力은 Table 1과 같이 大差 없다. Fig. 3에서 보면 接觸壓力 9 kg/mm² 이하에서는 粘度가 높기 때문에 加工이 되지 않고 있으며, 미끄름속도가 높아질수록 加工이 시작되는 接觸壓力은 높아지고 있다. 變向點은 低미끄름속도에서는 20 kg/mm²에서 高미끄름속도에서 45 kg/mm²에 달하고 있으며, 最良의 表面거칠기는 미끄름속도 119 m/min, 接觸壓力 60 kg/mm²에서 Ra=0.017 μm를 나타내고 있다. 低速인 15 m/min, 壓力 45 kg/mm²에서도 같은 表面거칠기를 나타내고 있으나, 대체적인 경향으로 보아서 高速部에서 表面거칠기가 좋아지는 것으로 볼 수 있다.

세라믹工具材料의 경우만큼 명확하지는 않으나, 低速, 中速 및 高速部로 區分할 수 있으며, 세라믹의 경우보다 表面거칠기가 惡化하는 것은 超硬合金工具材料의 凝着現象에 起因하는 것으로 생각된다.

3.5. 豚油의 경우

Fig. 4는 豚油를 潤滑劑霧潤氣로 하여 實驗한 結果이다. 미끄름속도 58 m/min 이하의 低速部와 그 이상의 高速部로 區分할 수 있으며, 低速部가 高速部보다 表面거칠기가 良好하다. 또 低速部에서는 塑性流動域만이 있는 경우가 있고 高速部에서는 共存域이 나타나 있는 경우도 있다. 最良의 表面거칠기는 미끄름속도 15 m/min, 接觸壓力 18 kg/mm²에서 Ra=0.012 μm를 나타내고 있으며, Table 1에서 보는바와 같이 세라믹의 경우보다 약간 惡化하고 있으나 接觸壓力은 半이하로 떨어지고 있다. 豚油는 動物性油로서 鑛物性油에 比하여 油膜이 弱하고 不活性이기 때문에 表面保護作用이 없을뿐 아니라 接觸壓力이 낮다는 것은 세라믹에 비하여 工作物과 凝着現象을 일으키기 때문이라고 생각된다.

3.6. 大豆油의 경우

Fig. 5는 大豆油를 潤滑劑霧潤氣로 하여 實驗한 結果이다. 變向點은 7~9 kg/mm²이고 대체적으로 미끄름속도의 高速部에서 良好한 表面거칠기를 나타내고 있다. 最良의 表面거칠기는 미끄름속도 229 m/min, 接觸壓力 35 kg/mm²에서 Ra=0.015 μm이며, Table 1과 대비하여 보면 세라믹工具材料보다 惡化하고 있다. 세라믹工具材料의 경우는 最低미끄름속도에서 最良의 表面거칠기를 나타냈으나, 超硬合金의 경우는 高미끄름속도에서 最良의 表面거칠기를 나타내고 있다. 植物性인 大豆油는 비교적 안정한 不乾性油이기는 하나 酸素와 結合하여 고무狀物質을 生成하기가 쉽다. 低미끄름속도에서는 쉽게 油膜이 파괴되고 凝着을 일으키나 高速에서는 고무狀物質의 생성이 防止하고 이것이 接觸面의 保護作用을 유지함으로써 凝着에 의한 表面損傷을 적게 하는 것으로 생각된다.

3.7. 切削油劑의 경우

Fig. 6은 切削油原液을 潤滑劑霧潤氣로 하여 實驗한 結果이다. 中速의 미끄름속도에서 良好한 表面거칠기가 얻어지고 있다. Table 1에서 보면 미끄름속도 95 m/min, 接觸壓力 15 kg/mm²에서 最良의 表面거칠기 Ra=0.017 μm로서 세라믹工具材料의 경우와 비슷하나 미끄름속도가 약간 낮다. 세라믹의 경우보다 미끄름속도가 낮다는 것은 역시 超硬合金의 凝着現象에 기인하는 것으로 생각된다. 切削油劑는 粘度가 낮고 油膜이 약하므로 低接觸壓力에서만 가공이 가능하고 接觸壓力이 낮은 만큼 좋은 表面은 얻어지지 않는다.

3.8. 메탄올의 경우

Fig. 7은 메탄올을 潤滑劑霧圍氣로 하여 實驗한 結果이다. 전술한 바와 같이 메탄올은 粘度가 낮고 揮發性이 크며 潤滑性이 없는 液體로서 다른 油劑들과 비교하기 위하여 實驗한 것이다. 潤滑性이 없기 때문에 9 kg/mm² 이하의 극히 낮은 接觸壓力에서만 약간의 加工이 가능함을 나타내고 있다. 揮發性에 의한 表面冷却 때문에 空氣中에서 乾式 加工했을 때 보다는 表面거칠기는 不良하게 나타나고 있다.⁽⁸⁾ 따라서 霧圍氣液體로서 潤滑性이 좋고 金屬비누의 生成이 왕성하여 表面保護作用이 우수할수록 摩擦加工에서는 良好한 表面을 얻을 수 있다는 것은 이 경우와 비교하여 잘 알 수 있다.

3.9. 一定미끄름速度에서 各潤滑劑의 영향에 관한 考察

Fig. 8은 一定미끄름速度에 대하여 各潤滑劑別 霧圍氣가 表面거칠기에 미치는 影響을 비교한 線圖이다. 모든 미끄름速度에서 輕油霧圍氣가 最良의 表面거칠기를 나타내고 있음을 알 수 있다. 第一報에서 세라믹工具材料를 사용했을 때는 미끄름速度에 관계없이 高粘度潤滑劑群과 低粘度群으로 區分되었으나, 超硬合金의 경우는 粘度와는 關係가 없는 것으로 나타나고 있다. 미끄름速度가 낮을 때는 輕油가 그리이스의 성질에 가까운 現象을 나타내고 있으나, 高미끄름速度에서는 低粘度潤滑劑에 가까운 現象을 나타내며 반면에 潤滑油가 그리이스에 가까운 現象을 나타내고, 動植物性油는 그 중간적인 現象을 유지하고 있다. 이러한 現象은 鑛物性油인 輕油나 潤滑油가 超硬合金材料와의 사이에 活性과 油性에 의한 皮膜生成에 기인하는 것으로 생각된다. 즉 超硬合金은 미끄름速度가 빨라지면 摩擦熱에 의하여 粘度가 낮아지고 皮膜이 파괴되어 凝着이 일어나서 表面을 損傷하는 結果가 되기 때문에 低미끄름速度에서 高接觸壓力를 가하는 것이 凝着을 이르지 않고 塑性流動을 시켜서 最良의 表面거칠기가 되고, 低미끄름速度에서는 粘度가 높기 때문에 그리이스와 같은 양상을 나타내게 된다. 한편 潤滑油의 경우는 高미끄름速度가 될수록 粘度는 감소하나 活性에 의한 金屬비누의 生成이 왕성하여 工作物 表面에 대한 保護作用을 충분히 하므로 粘度가 높은 그리이스와 같은 양상을 나타내게 되는 것으로 생각된다. 그러나, 動植物性油에서는 鑛物油와는 달리 安定되어 있으므로 특별한 現象은 나타내지 않은 것 같다.

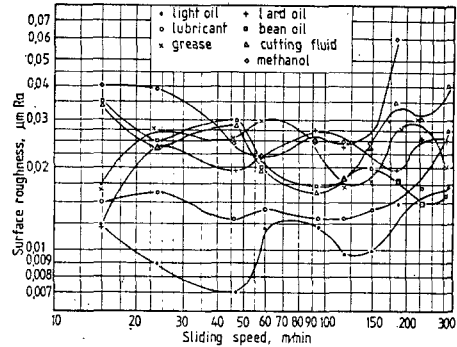


Fig. 9 The best surface roughness with changing sliding speed in each atmosphere.

3.10. 酸化物 生成에 대한 考察

Fig. 9는 미끄름速度 변화에 따른 霧圍氣別 最良의 表面거칠기 변화상태를 Fig. 8로부터 그린 線圖이다. 最良의 表面거칠기 변화곡선을 보면 대체적으로 비슷한 傾向을 나타내고 있다. 다만 大豆油와 切削油의 경우만 다소 左側으로 偏在하고 있을 뿐이다. 즉, 미끄름速度 45 m/min 전후에서 表面거칠기가 良好했다가 60~70 m/min 정도에서 일단 惡化하며, 125 m/min 전후에서 다시 良好해졌다가 그 이상의 미끄름速度에서는 또 惡化하는 傾向을 나타내며, 그 이상의 速度에서는 다소의 기복이 있기는 하나 계속하여 惡化될 것이 豫想된다.

이와 같은 現象에 대해서는 Cooks⁽⁴⁾와 Kubaschewski⁽⁵⁾의 實驗과 理論을 引用하여 說明한 바 있다.⁽⁹⁾ 즉 低미끄름速度에서는 Fe₂O₃의 酸化膜이 生成되어 表面保護作用을 하고 表面거칠기가 良好해지나, 미끄름速度가 빨라지면 Fe₂O₃의 生成은 減少되고 酸素不足形인 Fe₃O₄의 생성은 부족하여 表面保護作用이 不安定한 상태가 되어서 工具材料와 工作物表面의 直接接觸에 의하여 表面을 損傷케 한다. 더 미끄름速度가 빨라지면 충분한 Fe₃O₄가 生成되어 表面保護作用을 하고 良好한 表面거칠기가 얻어진다. 미끄름速度가 더 高速이 되면 Fe₃O₄의 생성이 감소되고 酸素過不足形인 FeO의 생성은 不足하여 다시 表面거칠기는 惡化한다. 더욱 高速이 되면 FeO의 생성이 충분하여 또 다시 良好한 表面이 되나, 그 이상 速度가 증가하면 FeO의 生成 不足이나 高溫으로 인한 FeO의 熔解 때문에 直接接觸에 의한 融着 또는 凝着으로 表面이 損傷되고 더 이상 좋은 表面을 얻을 수 없게 된다. 이상과 같이 미끄름速度에 따라 生成되는 金屬비누의 生成消滅이 表面거칠기에 크게 影響을 주는 것으로 생각된다.

4. 結 論

이상과 같은 實驗과 考察을 종합하여 다음과 같은 結論을 얻을 수 있다.

(1) 超硬合金工具材料를 사용하여 摩擦加工을 했을 경우에 實驗한 7種의 液體霧圍氣中 輕油을 潤滑劑霧圍氣로 했을 경우가 最良의 表面거칠기를 얻을 수 있었다.

(2) 세라믹工具材料를 사용했을 때와 비교하면 鑛物性油의 霧圍氣에서는 거의 同等한 表面거칠기를 얻을 수 있었으나, 動植性油에서는 同等하거나 다소 不良하였다.

(3) 세라믹工具材料를 사용했을 때는 潤滑劑의 粘度가 비슷하면 비슷한 傾向을 나타냈으나(表面거칠기는 다름), 超硬合金工具材料의 경우는 常溫粘度에 直接關係되지 않고 活性和 油性에 크게 영향을 받는다.

參 考 文 獻

1. 孫明煥：大韓機械學會論文集，第5卷，第4號，pp. 338~346, 1981.
2. 日本機械學會：機械工學便覽改訂 第5版，pp. 4~37.
3. F. P. Bowden and D. Tabor: The Friction and Lubrication of Solids, Oxford Uni. Press, pp. 36~41, 1954.
4. M. Cooks: J. Appl. Phys., Vol. 33, No. 7, 1962.
5. C. Kubaschewski and B. E. Hopkin: Oxidation of Metals and Alloys, 2nd Edition, Butterworths, pp. 108~114, 1967.
6. F. P. Bowden and D. Tabor: The Friction and Lubrication of Solids, Oxford Uni. Press, pp. 294, 1954.
7. 櫻井：潤滑の物理化學，pp. 59~61, 1974.
8. 未發表
9. 煥明孫：大韓機械學會誌，第15卷，第4號，pp. 375~381, 1975.

1. 孫明煥：大韓機械學會論文集，第5卷，第4號，