

# III. 線接觸 摩擦機構를 利用한 潤滑特性에 關한 研究(1)

全北大學校(正) \*池 昌 憲  
 全北大學校(正) 李 鍾 純  
 圓光大學校(正) 李 奉 九

## 1. 緒論

두 物體의 接觸部에 있어서 潤滑上의 問題는 多樣 原因을 說明하지 못한 것이 많다. 특히 線接觸 摩擦機構, 즉 壓延潤滑等에서는 安定된 유막형성이 製品의 品質에 커다란 영향을 미치며, 또한 모든 摩擦機構에서도 유막형성 問題는 潤滑特性에 큰 영향을 미친다. 이에 關한 研究로서 CHENG<sup>(1)</sup> 등은 윤활막의 連續적인 存在를 가성한 解析을 하였고, KIMURA<sup>(2)</sup> 등은 壓延潤滑에서 윤활막의 파단은 가판과 Roller의 heat streak의 原因이 된다고 發表한 바 있으며, 國內에서도 Journal Bearing의 混合潤滑特性에 對하여 報告된 바 있다<sup>(3)</sup>.

이러한 유막의 特性은 Beeck<sup>(4)</sup> 등에 의하여 接觸電氣抵抗法을 利用해서 潤滑의 狀態 즉 潤滑膜의 狀態를 解析한 바 있다.

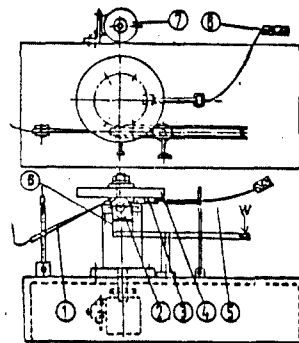
따라서 本 研究에서는 壓延潤滑을 Model化한 Roller Disk型 시험기를 製作하여 荷重과 r.p.m 變化에 따른 摩擦力와 溫度變化와 그에 따른 油膜의 狀態에 對한 潤滑特性을 研究하고자 한다.

## 2. 實驗裝置 및 方法

Fig. 1은 實驗裝置의 概略圖이며 試驗部, 測定部, 動力傳達裝置로 構成되어 있다.

試驗部의 Disk와 Roller의 材質은 共히 S45C, 表面粗度 1.2 $\mu$ m, 表面경도 Rc60으로 하였다. 荷重은 lever를 利用하여 試驗部에 2~16 kg이 作用할 수 있도록 하였으며, 潤滑油의 給油는 試驗部

上部에서 oil bath를 통하여 供給하였다.



1. Temperature probe 2. Roller  
 3. Oil hopper 4. Disk  
 5. Lever 6. Strain gauge  
 7. Driving Motor 8. Cooler

Fig. 1. Schematic diagram of experimental apparatus

Disk와 Roller와의 摩擦力은 板스프링에 strain Gauge (Kyowa Electric Instrument Co., LTD.  $R=500\Omega$ )를 附着시켜 DC Amplifier를 使用 增幅시킨 뒤 Recorder에 記錄하고 Digital multimeter를 用하여 觀察할 수 있도록 했다.

Disk와 Roller의 摩擦面의 溫度測定은 temp. probe (John Fluke MFG Co, Model 80T-150)를 使用하였고, 또한 Disk와 Roller와의 潤滑狀態 測定을 위하여 電氣接觸抵抗 回路를 slide와 같이 하여, Disk와 Roller 사이에 設置하여 oscillo scope와 Recorder에 觀察記錄 하였다.

또한 Disk와 Roller의 回轉數測定은 Tacometer를 利用하였다. 實驗은 slip를 없애기 위하여 Disk와 Roller의 回轉數를 一定하게 하였으며, 荷重과 速度를 變化시켜가며 測定하였다. 모든 測定은 測定값을 一定하게 하기 위해 각 조건에서 10분 동안 運轉後에 測定하였다.

潤滑油는 Gulf-Harmony 32를 使用하였으며 Table 1은 그의 性狀이다.

比重 API	29.6
粘度 CST (40°C)	30.02
粘度指數 D2270	112
殘留炭素 Rams	0.24
유동점 °C	-15
중화가 D664	0.88

TABLE 1

### 3. 實驗結果 및 考察

Fig 2는 本 實驗에서 測定한 Recorder 記錄紙의 一部이다.

一般的으로 荷重을 단계적으로 增加시킴에 따라 摩擦力과 溫度變化는 增加하며, 또한 電氣抵抗의 變化로 摩擦面의 溫度變化를 測定할 수 있다.

Fig 3은 Disk 回轉速度變化를 parameter로, 橫軸에는 作用荷重을, 縱軸에는 荷重變化에 따른 摩擦後의 Disk의 接觸面의 溫度變化를 나타낸 것이다.

parameter로, 橫軸에는 作用

다른 摩擦後의 Disk의 接觸

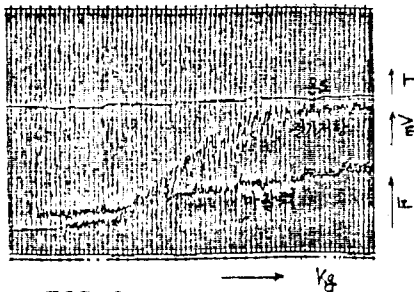


FIG. 2

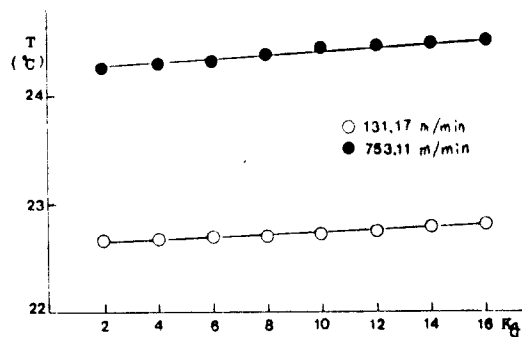


FIG. 3

그림에 의하면, 이는 회전속도에서도, 접촉면의 온도 변화는 하중의 증가에 따라 약간씩 높아지는 것을 알 수 있으며 그 변화 pattern도 類似하다.

회전속도가 커짐에 따라 온도 변화의 基準點이 달라져서 하중이 접촉면의 온도의 변화에 미치는 영향이 큰 것을 알 수 있다.

Fig4는 一定 하중下에서 회전속도와, 摩擦로 인해 上昇된 온도 增加幅의 關係를 나타낸 것으로 여기서 온도 增加幅  $T_s = T - T_0$ 이다.

( $T$ 는 바칼루 125K 접촉면 온도,  $T_0$ 는 윤활유 공급 온도)이다.

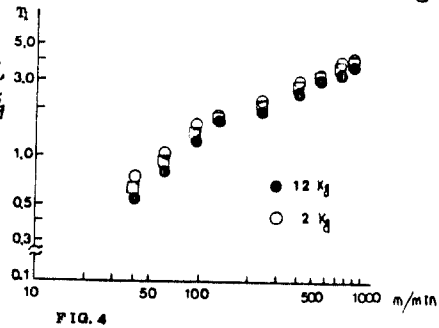


FIG. 4

Graph에서 나타낸 바와 같이 모든 하중下에서 Disk 圓周速度 120m/min까지는 온도 上昇幅이 크게 나타나 120m/min 이후에는 작게 나타남을 알 수 있다. 이 現狀은 Disk와 Roller간의 潤滑狀態가 混合潤滑狀態에서 完全潤滑狀態로 遷移하는 지점이며, 이는 摩擦係數의 減少에 따른 온도의 변화가 작아지기 때문이다.

Fig5는 하중 변화에 따른 摩擦係數의 變化를 나타낸 것이다.

그림에서 나타낸 바와 같이 회전數에 거의 關係없이 하중이 增加함에 따라 摩擦係數가 減少하는 것을 알 수 있으며

이와 같은 樣相은 하중의 增加에 따른 油膜의 安定으로 바칼계수가 저하한다는, 이미 發表된 KIMURA의 研究結果와 一致하는 現狀이다.

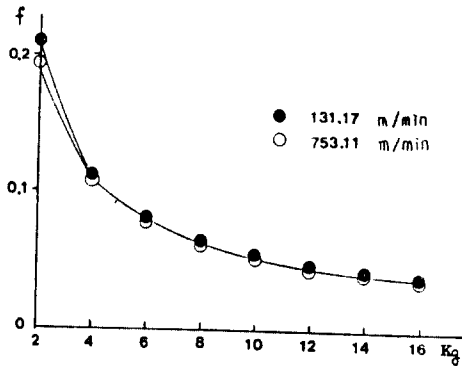


FIG. 5

Fig6은 摩擦溫도의 變化와 摩擦係數의 關係를 나타낸 것으로 本 實驗에서 23°까지는

摩擦係數가 增加하나 그 以上の 溫度가 增加하면 摩擦係數가 작아지는 現狀은 어느 정도 溫度 上昇은 油膜을 安定시키므로 바칼계수가 減少하는 것으로 判斷된다.

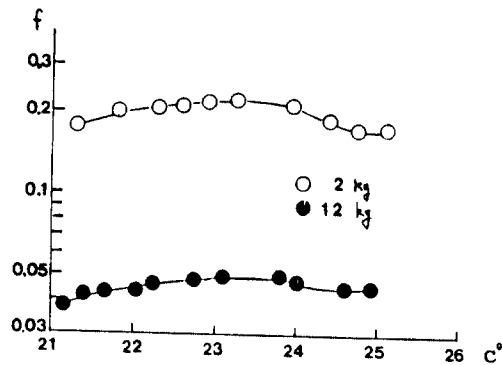


FIG. 6

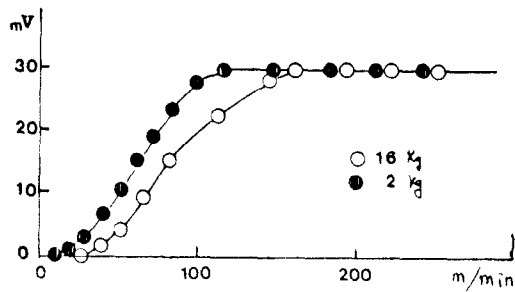


FIG. 7

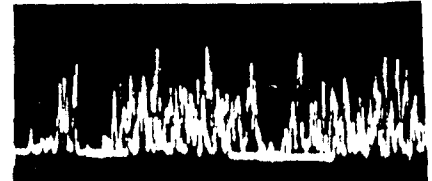
Fig 7은 接觸電氣抵抗回路를 利用하여 潤滑狀態를 判斷하기 爲한 測定結果이며, Fig 8은 이 때 osciloscope에 나타낸 波형을 撮影한 것이다.

사전에 의하면 (a)는 混合潤滑狀態 (b)는 固體摩擦에서 混合潤滑로 遷移되어 가는 課程을 나타내고 있으며, (c)는 固體摩擦狀態를 나타내고 있다.

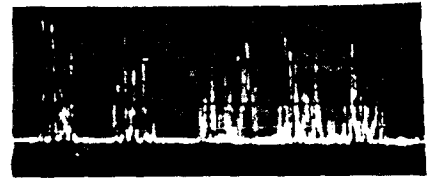
또한 Graph에 의하면 荷重이 增加함에 따라 接觸面 사이의 油膜形成이 늦어져, 完全潤滑에 이르는 回轉速度가 增加됨을 알 수 있다. 즉, 이 現象은 荷重이 增加하면 潤滑 遷移 영역이 넓어져 完全潤滑에 이르는 時間이 길어진다는 것으로 解析될 수 있다.



(a)



(b)



(c)

FIG. 7

#### 4. 結論.

以上과 같이 線接觸 摩擦樣構를 利用한 潤滑特性 實驗結果 다음과 같은 結論을 얻었다.

- ① Disk의 回轉速度 增加에 따른 摩擦係數의 增加幅은 混合潤滑領域에서가 完全潤滑領域에서 보다 크다.
- ② 接觸部에 作用荷重이 增加함에 따라 混合潤滑領域은 넓어진다.
- ③ 荷重增加에 따라 變하는 摩擦係數는 速度變化에 關係없이 거의 一定한 치를 갖는다.
- ④ 溫度變化에 따른 摩擦係數의 變化는 荷重에 關係없이 一定한 pattern을 갖는다.

< 参考文献 >

- 1) H. S. Cheng ; Friction and Lubrication in Metal processing, ASME (1966) 69.
- 2) 木村好次 · 岡田和三 ; 潤滑, 30.4 (1985) 205.
- 3) 李奉九 ; Journal Bearing 에서의 混合潤滑特性에 關한 研究 (1985)
- 4) O. Baek, J. W. Givens & A. E. SMITH ; proc. Roy. Soc, A, 177 (1940) 90.
- 5) 池田充宏 · 中原綱光 ; I 7 V 3 Y 3 に 於 ける EHD 潤滑의 基礎的 研究. 日本潤滑學會 昭和 58 年. 總會 (春季發表會) 予稿集 제 27 卷 通常