

渦流制動型動力計

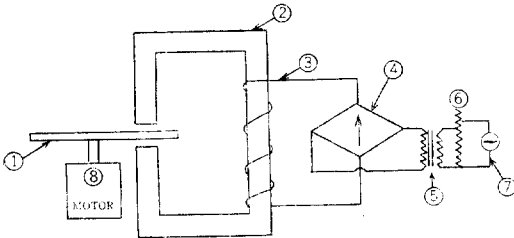
(Eddy Current Brake type Dynamometer)

成 瓚 鏞
(Chan Yong Sung)

1. 序 論

電動機의 特性測定方法은 여러가지가 있으나 小形電動機의 負荷試驗을 하고자 할 때는 普通 Prony Brake 가 사용되고 있다. 이 Prony Brake 를 사용하신 분은 누구든지 經驗 하듯이 冷却水의 供給이 困難하며 散水가 되어 試驗場所에 물바다가 되며 Balance 가 되더라도 Arm 의 振動으로 저울의 눈금을 읽기가 困難하여 正確한 特性算出에 支障을 招來하고 있다. 今般 幣工場에서 上記의 困難한 點을 除去하고 簡便하고 效率 좋은 實負荷試驗器를 製作 使用하여 多大한 成果를 올리고 있기에 그 構造와 使用方法을 紹介하고자 한다.

2. 構 造



第 1 圖

- ① 非磁性 金屬板(Arago 원판)
- ② 자석 철심
- ③ MAGNET WIRE
- ④ RECTIFIER
- ⑤ TRANSFORMER
- ⑥ SLIDAC
- ⑦ SOURCE
- ⑧ MOTOR

이 動力計의 構造는 第1圖와 같은 非磁性 金屬圓板(Arago 圓板)의 周邊에 自由로이 움직일수 있는 磁極이 있어 適當한 空隙을 두고 이 圓板을 被試驗 電動機로 回轉 시킨다. 磁極의 捲線에 勵磁하며 여기서 發生하는 磁束이 圓板에 作用하여 圓板에는 Eddy Current 가 發生하여 圓板에는 制動力이 發生한다. 이 制動力은 勵磁 電流에 依하여 調整할 수 있으며 即 100V 電源에 連結한 可變電壓調整器(Slidac)로 容易하고 正確하게 調整할 수 있다. Arago 圓板에 주어지는 制動力에 依하여 反作用으로 磁極도 圓板 回轉方向으로 同一한 힘을 받으며

* 正會員：新亞產業公司 社長

로 이 힘은 磁極에 달려있는 Arm 을 통하여 저울에 傳達되어 저울에서 그힘을 읽을 수 있게 되어있다. 이 制動力에 依하여 回轉하는 Arago 圓板에는 다음식과 같은 熱損失이 Eddy Current 에 依하여 發生한다.

$$P = 9.8G.L \times \frac{2\pi n}{60} = 1.026LGn \text{ (Watt)} \dots\dots\dots ①$$

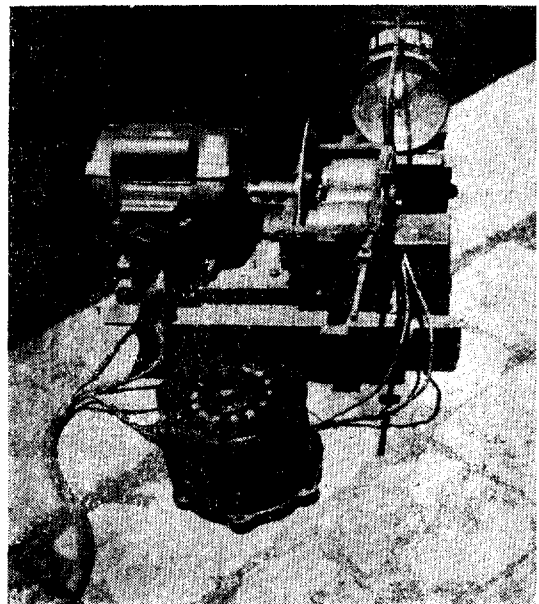
但 G=저울눈에 나타나는 制動力(kg)

L=Arago 圓板의 回轉中心과 저울간의 거리

n=Arago 圓板의 回轉數

P=Motor 의 軸出力

이때 Arago 圓板에서 發生하는 熱은 圓板에 Fan 을 달아서 冷却시킬수 있으며 機械的인 指示誤差는 第2圖의 寫眞과 같이 搖動式으로 2個의 磁極을 Balance 를 맞추어 製作하고 兩側으로 Arm 을 달아서 磁極의 搖動中心에서 Balance 를 取하고 있다. 特히 모든 回轉部에는 Bearing 을 넣어서 磨擦力을 줄이고 있다.



第 2 圖

出力이 틀리는 電動機를 測定하기 爲하여는 制動力을 加減하면 된다. 이 制動力을 加減하기 爲하여는 磁極의 總磁束數를 加減하면 되며 이것은 磁極 eail 에 即加되는 電壓을 變更하든지 磁極의 空隙을 調整하면 된다. 空隙

문제에 있어서 空際調整으로 貫通磁束數를 加減하는 것은 困難하므로 空際보다는 容易한 電壓調整方法으로 磁束數를 調整하고 있다. 즉 slidac 를 利用함이 좋다.

3. 制動理論

Arago 圓板을 回轉子로 하며 永久磁石磁極속에서 회전시키면(永久磁石 대신에 勵磁電流에 의한 磁極속에서 回轉시키도 된다) 이 Arago 圓板이 回轉 할때 圓板에 發生하는 Eddy Current 와 磁極의 磁束과의 相互作用에 의하여 回轉子는 制動 Torque 를 發生하며 制動作用을 일으킨다. 이때 發生하는 制動 Torque 를 近似值로 誘導하면 金屬極의 주변 회전속도 $\sum, v^m/sec$

磁極 斷面; $b_1 + b_2 m^2$

空際磁束 密度; Bwb/m^2

金屬板의 두께 x^m

金屬板의 固有抵抗; ρ^{a-m} 로 하면

$$E = b_1 B v \text{ volt} \dots \dots \dots (2)$$

인 電壓이 誘起된다. 金屬板의 抵抗 R 을 求하기 爲하여 磁極直下部分의 抵抗을 r_1 이라 하면 $r_1 = \rho \frac{b_1}{b_2 x} a \dots (3)$

抵抗 $R = \int \rho \frac{b_1}{b_2 x} = k \frac{\rho b_1}{b_2 x} a \dots \dots \dots (4)$

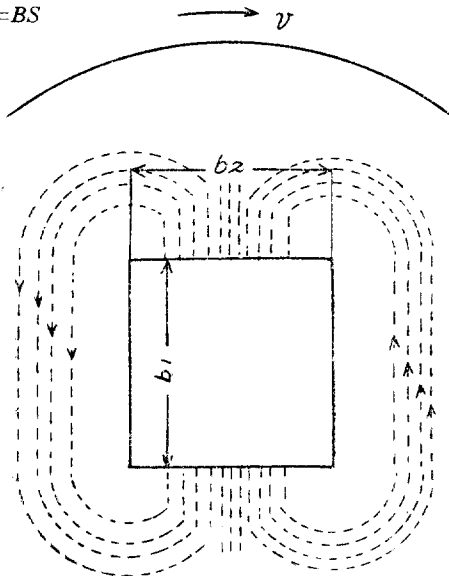
Eddy Current I 을 求하면

$$I = \frac{E}{R} = b_1 B v / k \rho \frac{b_1}{b_2 x} = \frac{b_2 B v x}{k \rho} \dots \dots \dots (5)$$

Eddy Current I 에 依해 發生되는 制動力 F 는

$$F = b_1 I B = b_1 \frac{b_2 B v x}{k \rho} \cdot B = \frac{b_1 b_2 B^2 v x}{k \rho} \dots \dots \dots (6-1)$$

여기서 $\phi = \text{全磁束}$
 $S = b_1 \times b_2$ } 라고 하면
 $\phi = BS$



第 3 圖

$$\text{即 } F = \frac{\phi^2 v x}{k \rho s} \dots \dots \dots (6-2)$$

制動 Torque τ 는

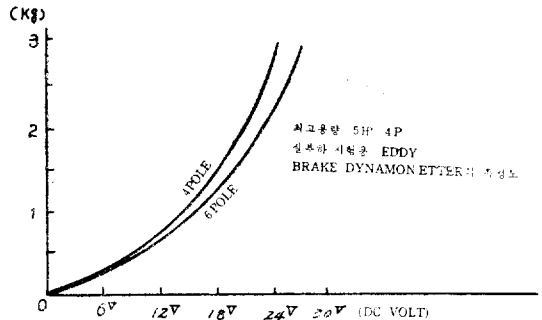
$$\tau = a \cdot F = \frac{\phi^2 v x a}{k \rho s} \dots \dots \dots (7)$$

但 $a =$ 구동축과 磁束中心間의 距離

即 制動 Torque τ 는 全磁束 ϕ 의 自乘에 比例하고 驅動軸과 磁極 中心間의 距離 a 에 比例한다.

τ 를 크게하기 爲하여는 固有抵抗 ρ 가 적은 것을 選擇할 것이며 周邊速度 v 는 parameter 가 된다.

上記 τ 의 誘導에는 漏洩이 없는 것으로 假定 하였으나 實際는 이것이 있을 것이므로 漏洩을 적게 하기 爲하여는 勵磁 捲線近處에 磁性體가 接近하지 않도록 機械의 構造를 充分히 考慮하여야 한다. 例를들여 5H-4P 의 電動機의 Torque 는 $\tau = \frac{973 \times KW}{n} = \frac{973 \times 3.7}{7720} = 2.1$ kg-m 이므로 이 電動機의 實際負荷試驗 및 漏洩磁束을 考慮하여 약 250%의 餘有인는 設計를 하는 것이 必要하다. 驅動軸과 磁極中心間의 距離 a 는 될수 있는 限 크게하고 磁極捲線近處에 磁束의 歸路가 될만한 磁性材料를 두지 말 것을 強調하고 싶다. 實際製作에 있어서는 勵磁捲線用 Exciting 에는 直流電源을 利用하는 것이 便利하며 그 範圍는 0~24V 가 좋다. 또한 Arago 圓板은 溫度試驗時 多大한 熱을 發生하므로 電動機軸을 通하여 驅動側 Bearing 을 過熱한 念慮가 있으므로 Arago 圓板과 Frange 間에 열차폐를 하는 것이 좋다. 一例로 制動 Torque 와 D.C. Exciting 用 電壓과의 關係는 第四圖와 같다 勿論 이것은 製作된 動力計에 따라서 固有의 特性을 가질 것이다.



第 4 圖

4. 結 論

Arago 圓板을 利用한 動力計를 製作하여 5HP까지의 電動機의 實負荷試驗을 簡單하고 正確히 施行하고 있는 實例를 紹介하였다. 2대를 제작하여 한대는 工場에서 常用하고 있고 한대는 本社 直賣所에 設置하여 動力計의 저울에 出力을 記入하여 出力을 實際로 저울에 指示하도록 만들어 製品賣渡時에 고객에게 出力을 肉眼으로 확인하도록 하였다.