

- 3) 新 成夫: 熔接冶金學, 丸善株式會社, 1972, p.235 ~ 274.
- 4) 日本造船研究協會: 第147 研究部會 船體用 高張力鋼板 大入熱 熔接継手の脆性破壊強度評價に關する研究報告書, 研究資料, No. 244, 1976.3, p.1 ~ 10, p.50 ~ 80.
- 5) 李鍾鳳, 金永植: 60 kg/mm² 調質 高張力鋼의 熔接性 研究, 大韓金屬學會誌 Vol.20, No.2, 1982, p.20 ~ 32.
- 6) 菊 田, 荒木 外 3人: 高張力鋼 熔接ボンド部の靱性に關する研究 (第一報), 熔接學會誌, Vol. 43, No.10, 1974, p.95.
- 7) JSSC 極厚 高張力鋼 熔接研究: 大型熔接 構造物의 熔接割れに關する研究 (その3), JSSC. 11-116, 1975, p.17 ~ 36.
- 8) 稻垣道夫 外1 人: 高張力鋼, 低溫用鋼の熔接, 産報出版, 1978, p.21 ~ 42.
- 9) 韓國工業規格協會: KS 鐵鋼, 1980, p.493 ~ 498.
- 10) 瀬尾健二, 正木順一: シセルビー衝擊試験による熔接部切欠靱性 評價に對する一考察, 日本熔接學會誌, Vol.51, No.3 1982, p.39 ~ 45.
- 11) 日本熔接協會: インプラント形 熔接割れ試験方法, WES. 1104~, 1980, p.10.
- 12) 日本規格協會[JIS]: JIS 鐵鋼, 1982, p.30.
- 13) 藤原 諒, 田中俊明迎靜雄: 低溫用鋼の再現熔接熱影響部の破壊靱性について (第1報) 日本熔接學會誌, Vol.50, No.10, 1981, p.62 ~ 67.
- 14) 鈴 木, 田村博: 熔接 金屬學, 産報出版, 1978, p.51 ~ 82.
- 15) 佐 藤, 山 戸: 50 ~ 60 キロ非調質鋼 熔接 熱影響部の組織とじん性, 日本熔接學會誌, Vol. 50, No.1, 1981, p.11 ~ 19.
- 16) 井 川, 新・大重: 熔接 熱影響部の結晶粒 粗大化に關する研究 (第1報), 熔接學會誌, Vol.42, No.2, 1973, p.46 ~ 56.
- 17) 井川博, 新成夫, 大重廣明 馬久地裕: 熔接 熱影響部の結晶粒 粗大化に關する研究 (第4報), 熔接學會誌, Vol.46, No.5, 1977, p.38 ~ 46.
- 18) 鈴木春義・稻垣道夫, 田村 博 外2 人: 熔接技術講座3, 日刊工業新聞社, 1973, p.73 ~ 142.
- 19) American Society for Metals: Metal Hand Book, Metallography, Structure & Phase Diagram, Vol.8, 1973, p.37 ~ 47.
- 20) 井川博, 新成夫, 大重廣明 馬久地裕: 熔接 熱影響部の結晶粒 粗大化に關する研究 (第8報), 熔接學會誌, Vol.46, No.10, 1977, p.5 ~ 12.
- 21) 熔接學會編: 熔接便覽, 丸善 (株), 1978, p.918.
- 22) 稻 垣・宇 田・金 澤: 各種 高張力鋼の熔接用 連續冷却 變態圖, 金屬材料 技術研究所 研究報告, Vol.5, No.3, 1962.
- 23) 稻垣道夫, 春日井孝昌: 單純系試作鋼の熔接用 SH-CCT 圖におよぼすCの影響 (第1報), 金屬材料研究所研究報告, 1971, Vol.14, No.3, p.34 ~ 47.
- 24) 稻垣道夫, 宇田雅廣: 2H Super および 2H Ultra 鋼の熔接用 SH-CCT 圖, 金屬材料技術研究所 研究報告, 1963, Vol.6, No.1, p.32 ~ 44.

아크가 抑制된 遮斷器의 開發에 關한 研究(其1)

鄭 承 煥

A Study on the Suppress Method of Arc on A
Electromagnetic Contactor.

Seung-hwan Jung

〈目 次〉

1. 序 論
 2. 理 論
 - 2.1 交流 아크發生 및 消弧 메카니즘
 - 2.2 아크 發生量이 最少가 되는 條件
 - 2.3 電磁開閉器의 運動方程式
 3. 實 驗
 - 3.1 實驗裝置 概況
 - 3.2 接點 開放時期 調節 電子回路
 4. 實驗 結果 및 檢討
 - 4.1 勵磁코일 消磁時期 調節과 아크考察
 - 4.2 아크 最少點 索出
 5. 結 論
- 附 錄
- I. DC 勵磁用 接點開放 制御 電子回路 및 解說
 - II. AC 勵磁用 接點開放 制御 電子回路 및 解說
 - III. 接點速度 및 變位曲線
 - IV. 電子計算 Flowchart 및 Program

Abstract

Nowadays electromagnetic contacts are used for power ON-OFF in various electrical loads. If the severe arc are occurred when power off, the magnetic contact can not long run because of contact damage.

In this paper, the author indicates a method of how to minimize the arc when power off. The author contrived a electronic circuit to control the demagnetizing point of exciting current, in order to extinguish arc at near zero point of the AC load current which is indispensibly exists. In AC exciting circuit the triac with the phase shift device is used to turn off the exciting current at optimum point.

From the results of study, the author could get confirmations that the AC circuit could cut off with occurrence of minimum arc, and extensive utilization of this method to hightension circuit is possible.

記號說明

- A ; 磁路斷面積
 B ; 粘性抵抗係數
 d_0 ; 接着時 面의 凸凹으로 d_0 의 間隙이 유지된다고 가정
 d_1 ; 可動部의 最大거리
 F_{01} ; release 시 spring 反力
 F_{A1} ; 接點이 閉한 狀態의 spring 反力
 F_f ; 摩擦力
 I_0 ; 壓着狀態에서의 勵磁코일의 電流
 I_1 ; 힘의 平衡狀態를 유지하는 勵磁電流
 k_1 ; spring 1의 常數
 k_2 ; spring 2의 常數
 l ; 電磁開閉器의 磁路길이
 L ; inductance
 m ; 可動部의 質量
 N ; 勵磁코일의 捲數
 R ; 勵磁코일의 抵抗
 V ; 勵磁코일의 電源電壓
 Δx_1 ; 可動部의 移動距離
 ϕ ; 位相差角
 τ ; lead time
 μ_0 ; permeability of free space
 μ_r ; relative permeability

1. 序 論

遮斷器라 함은 電流을 遮斷하는 機器를 總稱해서 말하거늘, 그의 種類가 甚도 다양하다. 여기서는 遮斷器中에서 가장 基本的인 構造를 갖고 最量으로 使用되는 電磁開閉器에 對해서 먼저 研究하는 바이다. 電磁開閉器가 電氣機器 回路를 開閉할 目的으로 開發된 지는 오래전 부터이다. 最近에는 반도체의 發達로 無接點化된 스위치가 많이 開發 되고 있지만 이것은 주로 低電壓 少電流에 적용되고 常用電壓 大電流 에서는 역시 電磁開閉器가 그 주를 이루고 있다. 그러므로 産業用과 船舶 등의 電動機 制御에 利用되며 接點이 열릴 때 단시간내에 큰 電流가 遮斷되어야 하므로, 아크가 發生하게 되고 경우에 따라서는 回 路條件에 의하여 단시간내의 큰 電流變化로 高電壓이 開閉器 接點의 양단에 걸리게 되므로 아크가 더욱 심해질 수도 있다. 아크가 發生 하면 接點이 腐蝕되어 接着狀態가 나빠져서 接觸折抗이 증가한다. 이 런 狀態에서 계속 使用하면 接點이 加熱되어 開閉器가 燒損되고 電 氣機器의 燒損도 조래한다. 이를 防止하기 위하여 最近에는 여러 方 面으로 研究가 進行되고 있다. 즉 Morton Antler氏 등은 耐熱性 이 있고 接觸抵抗이 적은 接點 材料의 開發에 努力하고 있으며^{1,2)} 아크가 가장 적게 일어나서 消弧되도록 電극의 모양 등에 대해서도 研究가 進行中이다. 또한 最近에는 아크의 길이와 電流의 크기 등이 아크 電壓에 미치는 影響에 대한 實驗式을 提示하고³⁾ 아크 자체에 대해서도 研究하고 있다.

本 論文에서는 電子回路를 利用하여 遮斷時期를 調整하여 아크를 抑制하는 方法을 研究하였다. 一般的으로 接點이 떨어지는 순간부터 아크가 發生하여 電流零點 근방에서 아크가 일단 消滅하지만 接點間의 距離, 電壓, 絶緣 상태에 따라 再 아크가 發生하기도 한다. 本 研究에서는 아크消滅, 再發生 메카니즘을 把握하고 吸引코일을 AC 또는 DC로써 勵磁하였을 때 電磁開閉器의 機械的 諸定數로 부터 運動式을 세우고 接點이 열리는 運動式을 誘導하여 코일의 消磁時刻부터 接點이 열리는 時間과 速度를 解析하고 接點이 떨어지는 순간이 電流零點 근방에 있도록 開閉器 吸引코일의 消磁時刻를 電子回路를 利用하여 調節 하므로써 아크의 最少되는 點을 찾는 方法을 提示하였다.

研究結果로써 抵抗性 負荷인 경우 接點이 떨어지는 時刻를 調節한 結果 육안으로 전혀 볼 수 없을 정도로 아크를 完全하게 抑制할 수 는 없었으나 현저하게 減少시킬 수 있음을 確認하였다.

2. 理 論

2.1. 交流 아크發生 및 消弧 메카니즘

現在 使用되고 있는 遮斷器는 電流의 位相을 고려치 않고 接點을 開放시켜 接點 開放時 아크가 發生하고 이 아크는 電流가 零點이 될 때까지 持續하다가 電流零點에서 일단 아크는 中止되나 이동안 高速으로 運動한 接點의 間隙, 모양, 空氣상태 등에 따라 再아크가 發生할 수도 있다.

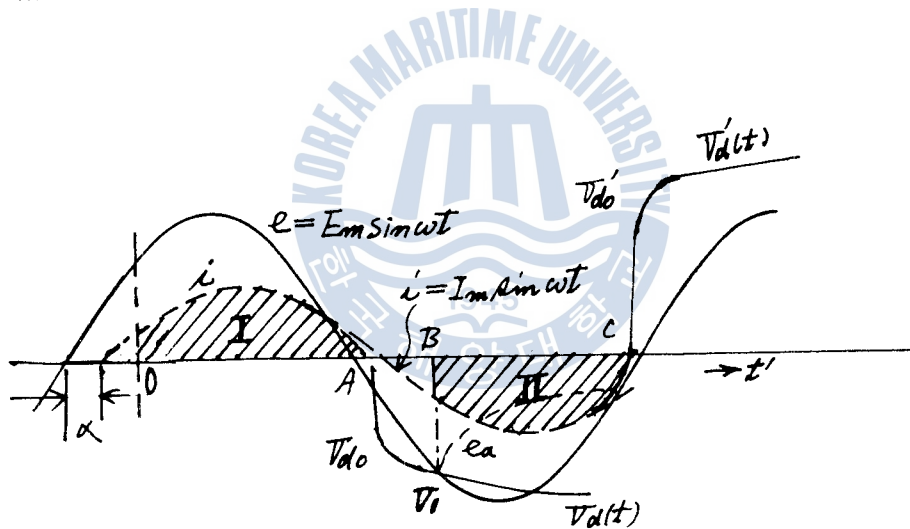


Fig. i. Arc extinction mechanism of AC current

位相差가 α 인 一般的인 경우 任意순간 0에서 接點이 열리면 아크는 電流曲線에 따라 계속되다가 電流零點보다 조금 앞선 점에서 일단 끝나고 이 때 絶緣耐力 電壓은 $V_d(t)$ 曲線에 따라 急히 恢復된다. $V_d(t)$ 曲線의 모양은 接點의 열리는 速度, 空氣의 條件, 接點의 機

械의 모양에 따라 달라진다. 그러나 시간이 지남에 따라 B점에 와서는 印加電壓이 $V_d(t)$ 보다 커지므로 이 때부터 再아크가 發生하여 다음 電流零點인 C에서 끝나고 이동안 接點이 멀어져 $V_d'(t)$ 가 충분히 印加電壓보다 높아지면 아크는 멈춘다.

2.2. 아크 發生量이 最少가 되는 條件

接點이 떨어지는 時期가 어느 때이냐에 따라 I部 또는 II部分의 아크 크기가 달라진다. I部는 初期 아크, II部는 再아크를 가르키고 電子開閉器처럼 低電壓下에서 吸引 코일의 消磁時期를 적당히 調節하고 接點이 떨어지는 速度를 빨리 함으로써 공극이 커져서 再아크發生을 막을 수도 있고 또는 最少로 할 수도 있다. <그림 1>에서 보면 電壓과 電流가 同相이 아닐 경우에는 印加電壓이 높으므로 再아크 發生 可能性이 높아지고 電流零點 이전(τ)에 接點이 열려 아크가 持續되어 오다가 電流零點 근방에서 일단 消弧되어 순간 絶緣이 급속히 恢復될 것이다. 그러나 멀어져 가는 電極間의 印加電壓이 再 아크 發生電壓(絶緣破壞電壓)보다 높으면 다시 아크가 發生하였다가 그동안 接點이 멀리 떨어지게 되어 아크는 드디어 消滅하게 될 것이다. 이렇게 되면 한번 接點이 開放되는데 發生하는 총 아크량은 電流 零點前과 後의 것을 합해야 한다.

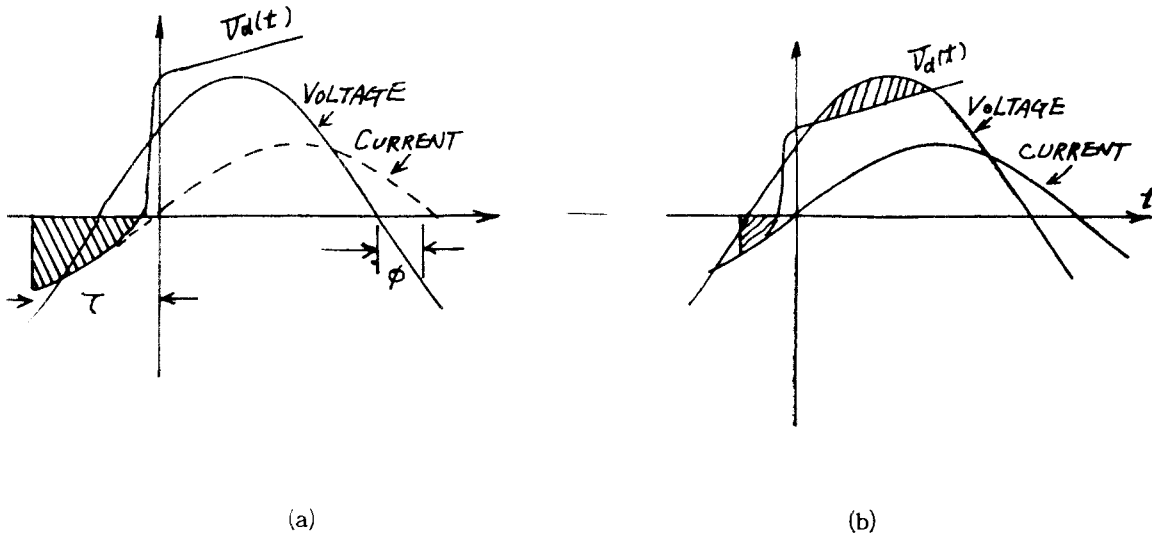


Fig. 2. Condition of minimum arc occurrence

< 그림 2 > 의 (a) (b)에서는 接點이 열리는 時期를 制御함에 따라 初期 아크와 再 아크量의 크기가 어떻게 變하는가를 보이고 있다.

筆者가 考案한 電磁開閉時期 制御回路를 利用하여 消磁時期 調整으로 τ 를 크게 하면 零點前 아크는 증가할지 모르나 電流零點 근방에서 接點의 速度가 증가 및 間隙이 넓어졌으므로 絶緣恢復 電壓의 曲線이 급상승하여 零點後 아크가 적어지고 τ 를 적게 하면 零點前 아크量은 적어지나 接點의 열리는 速度가 낮고 間隙이 좁아 零點後 아크量이 많아진다. 그러므로 τ 를 調整하여 총 아크量이 最少가 되도록 할 수 있음을 알 수 있었다. 이와같이 아크가 最少가 되도록 하는 接點이 開放되는 時期가 정해지면 正確히 이 時間에 接點이 떨어지도록 미리 電磁力을 發生하는 吸引코일을 消磁시켜야 할 것이다. 미리 消磁시켜야 하는 時間에는 吸引力의 不足으로 接點이 運動을 開始하여

떨어질 때까지의 시간과勵磁코일의接點이 열려吸引力이減少되어機械的 反力과 平衡되는 시간이 포함되어야 한다.

2.3. 電磁開閉器의 運動方程式

開閉器의 基本 機械的 構造는 <그림 3>과 같다. 勵磁 코일이 勵磁되면 可動部가 끌려오면서 Δx_1 만큼 移動한 후 接點이 閉하고 接點의 완충作用을 하는 스프링 k_2 가 壓縮되면서 계속 $d_1 - \Delta x_1$ 만큼 前進하여 閉回路를 構成한다.

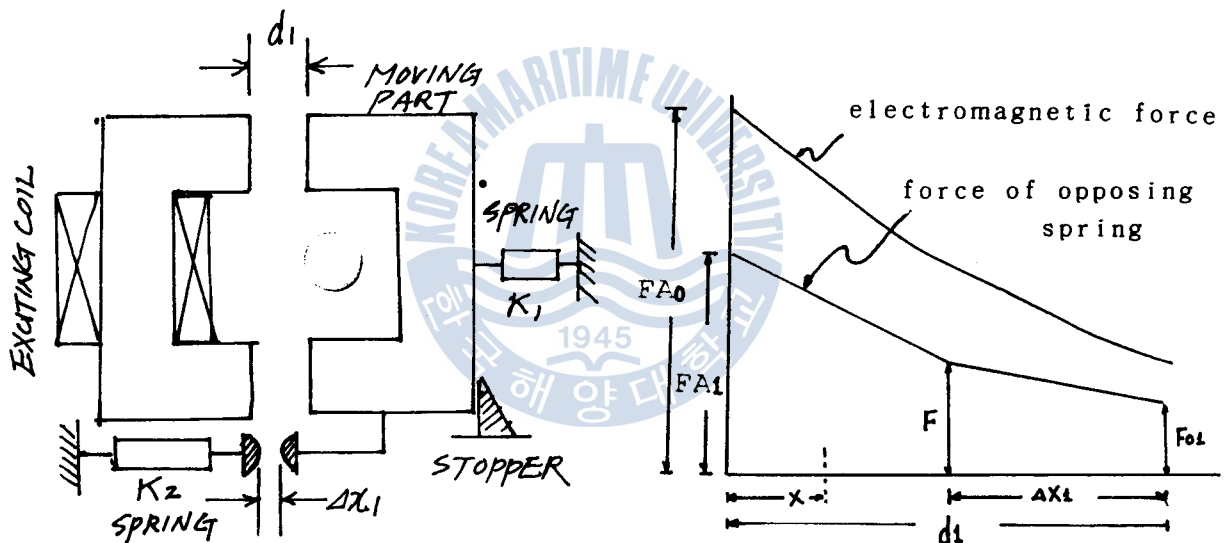


Fig.3. Principle structure of magnetic contactor

勵磁電流가 흐르고 있는 동안 壓着된 狀態로 유지하다가 消磁되어 吸引力이 스프링 反力 이하로 減少되면 이 때부터 可動部가 運動하기 시작하여 加速된다. 接點도 運動을 시작하여 電流零點을 지나 再 아크가 發生할 수 있는 순간에는 이미 接點이 얼마나 떨어져 있는가에 따라 아크 發生 臨界條件이 달라진다.

1) 勵磁電流가 直流인 경우

接點이 閉하고 있는 狀態에서는 電磁吸引力이 스프링 反力보다 매우 강하므로 接點이 壓縮되어 있다. 이 狀態에서 勵磁電流가 遮斷되면 電流가 減少되면서 吸引力도 減少되던 中 스프링의 反力과 기타 摩擦 抵抗力과 平衡될 때까지는 可動部가 움직이지 않는다. 이 동안의 時間 t_1 은 다음과 같이 求해진다.

R-L 回路에서 定常勵磁電流 (V/R)로 부터 힘의 平衡狀態의 電流 I_1 으로 급속히 減少하는데 이는 數式으로 表現하기 힘들지만 대략으로 나타내면 式 (1)과 같다.

$$i = \frac{V}{R} e^{-\frac{R+R'}{L_0}t} \dots\dots\dots (1)$$

$$\text{但 } L_0 = \frac{\mu_0 AN^2}{d_0 + l/\mu r}$$

式의 R' 는 勵磁回路의 接點이 떨어져 時 생기는 抵抗으로써 아크가 發生할 때는 적은 값이었지만 아크가 消滅하면 無限大로 되는 값으로 實則하기 힘든 時變抵抗으로써 i 는 急速히 減少하고 힘이 平衡되는 時間 t_1 이 存在한다.

壓着된 位置에서 x 만큼 떨어진 때의 電磁吸引力 F 는

$$F = \frac{1}{2} i^2 \mu_0 AN^2 \frac{1}{(x + d_0 + l/\mu r)^2} \dots\dots\dots (2)$$

로 表示되고 可動部가 움직이기 始作한 후 任意 間격 x 만큼 移動한 순간의 運動式은

$$M \frac{d^2 x}{dt^2} = k_1(d_1 - x) + k_2(d_1 - \Delta x_1 - x) + F_{01} - F_f - \frac{1}{2} i^2 \mu_0 AN^2 \frac{1}{(x + d_0 + l/\mu_r)^2} - B \frac{dx}{dt} \dots \dots \dots (3)$$

이 成立하고 한편 可動部 運動中 電磁誘起電壓을 고려한 電壓式은

$$0 = iR + \frac{\mu_0 AN^2}{x + d_0 + l/\mu_r} \frac{di}{dt} - I_1 \frac{\mu_0 AN^2}{(x + d_0 + l/\mu_r)^2} \frac{dx}{dt} \dots \dots \dots (4)$$

와 같이 表示된다.

(3)式的 粘性抵抗 ($B \frac{dx}{dt}$) 項과 摩擦力 (F_f) 은 一般的인 電磁開閉器 에는 생략할 수 있고 式(4)에서의 電流値는 式(1)에 따라 대부분의 경우 急速度로 減少한 이후이고 di/dt 가 적어서 무시할 수 있으므로 위의 式은 簡單하게 整理된다.

式(4)를 式(3)에 代入하여 再整理하면

$$M \frac{d^2 x}{dt^2} = - \frac{I_1^2 (\mu_0 AN^2)^3}{2R^2 (x + d_0 + l/\mu_r)^6} \left(\frac{dx}{dt} \right)^2 - x(k_1 + k_2) + F_{01} + k_1 d_1 - k_2 \Delta x_1 + k_2 d_1 \dots \dots \dots (5)$$

와 같다. 式(5)는 非線形 微分方程式으로써 解析的으로는 풀 수 없고 具體的으로 特定値가 주어져 數值的으로 풀면 可動部の 速度, 變位 x 가 求해진다. 以上の 結果로 可動部가 움직이기 始作하여 接點이 열리는 순간까지의 時間 t_2 를 求하고 式(1)에서 求한 時間 t_1 을 合하면 코일이 消磁되어 接點이 열릴 때까지의 時間 $T = t_1 + t_2$ 와 接點이 열리는 순간의 速度도 求해진다.

ii) 勵磁電流가 交流인 경우

開閉器의 코일에는 誘導性 成分이 많이 包含되어 있으므로 R-L 回

路로 보아야 하고 位相角 ϕ 角 늦게 電流가 흐를 때 게이트 信號를 遮斷하면 게이트 信號가 消滅되는 즉시 勵磁電流가 遮斷되는 것이 아니고 電壓零點 근방에서 勵磁電流는 급히 零으로 떨어진다.⁶⁾ 따라서 勵磁코일의 電流遮斷點은 임의로 調整되는 것이 아니고 항상 電流零點으로 固定되어 있다. 그러므로 交流勵磁인 경우는 移相回路를 利用하여 消磁時期를 制御해야 한다. 電磁石의 勵磁電流가 遮斷되면 電磁吸引力도 同時に 消滅하므로 直流勵磁의 경우처럼 吸引力 減少로 平衡點까지 도달하는 동안 時間 t_1 을 考慮할 必要가 없고 바로 可動部가 運動을 開始한다.

壓着된 位置에서 x 만큼 떨어진 位置의 交流 平均電磁 吸引力 F 는

$$F = k_3 \frac{1}{2} i^2 \mu_0 AN^2 \frac{1}{(x + d_0 + l/\mu_r)^2} \dots \dots \dots (6)$$

로 表示되고 k_3 는 1보다 적은 數로써 直流일때와는 달리 交流인 경우는 理論值보다 힘이 다소 부족하다. 吸引力이 消滅되어 可動部가 움직이기 始作한 후 運動式은

$$M \frac{d^2 x}{dt^2} = k_1 (d_1 - x) + k_2 (d_1 - \Delta x_1 - x) + F_{01} - F_f - B \frac{dx}{dt} \dots (7)$$

이 成立한다. 直流인 경우와 같이 粘性抵抗 ($B \frac{dx}{dt}$) 項과 摩擦力 (F_f) 은 一般的인 電磁開閉器에 關한 式에서 생략할 수 있다. トライ악으로써 OFF시킬 때 トライ악 内部에 아크가 일어나지 않으므로 電流가 零點을 지난 후 勵磁回路는 開放된 것과 같아, 電磁誘起電壓을 고려할 必要가 없어 式(7)의 力學式만으로 解析할 수 있다. 즉 式(7)을 풀면 可動部の 速度, 變位の 所要時間이 接點이 열리는데 要하는 時間 T 가 된다.

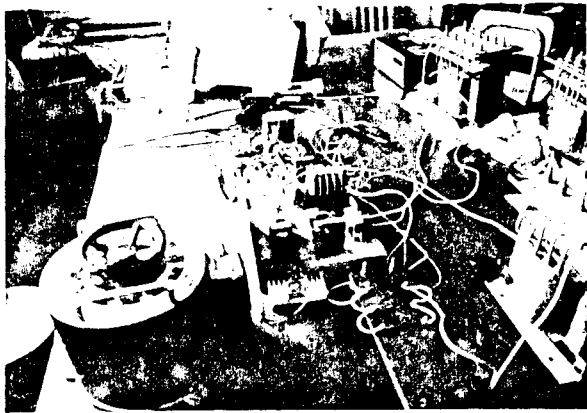
3. 實 驗

3.1. 實驗裝置 概況

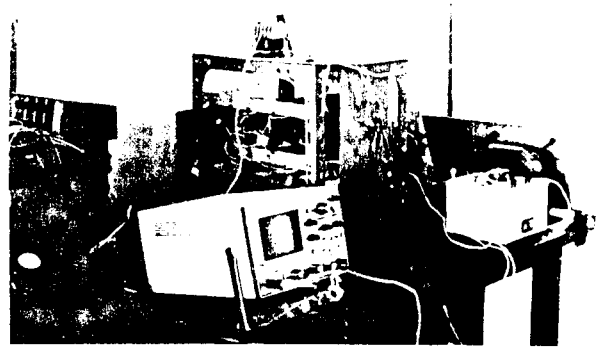
지금까지 아크의 발생 메카니즘, 接點開放速度 및 再아크 발생 條件 및 아크發生量을 最少로 할 수 있는 臨界點의 存在 可能性에 關하여 考察하였다. 電磁開閉器는 凡用 AC 220V, 16A인 것을 擇하고 負荷는 抵抗, 接點 4개중 한 극만 負荷 ON-OFF에 利用하고 또 다른 接點은 接點開閉時期 檢出用으로 利用하였다. 勵磁電流는 DC와 AC 두가지의 경우로 나누어 實驗하였고 回路構成은 〈그림 5〉와 같다.

DC 勵磁인 경우 電源電壓은 60 V, 負荷의 電流檢出을 위해서 1Ω 저항에서 發生하는 電壓을 變壓器에 連結하여 2次回路에서는 移相回路를 利用하여 位相을 調節하고 있다.

AC 勵磁인 경우 電子回路로써는 不可能하므로 勵磁電壓의 位相을 制御하기 위하여 移相回路를 利用하고 있다(回路動作 內容은 附錄Ⅱ參照) 트라이악에 供給되는 게이트 信號가 確實히 供給되기 위하여 발진회로를 利用하여 OFF 信號와 一致할 때 게이트 信號가 消滅되도록 되어 있다. 接點 開放時 아크量을 檢知하기 위하여 Cds 를 開放接點에 近接시켜 아크 發生時 일어나는 電壓을 증폭시켜 오실로스코프에서 觀察하고 撮影하였다.



(DC 勵磁)



(AC 勵磁)

Fig.4. General arrangement of DC, AC exciting experimental devices

Table 1. 電磁開閉器의 諸定數

MODEL		ASEAF105	
k_1	480.7 N/M	k_2	5215 N/m
F_{01}	0.98 N	F_{A1}	194 N
R	125 Ω	L	160 mH
N	2200	ℓ	0.118 m
A	$140.8 \times 10^{-6} \text{ m}^2$	Δx_1	$2.5 \times 10^{-3} \text{ m}$
I_1	0.058 A	I_0	0.445 A
μ_0	$4\pi \times 10^{-7} \text{ H/m}$	μ_r	4000

3.2. 接點 開放時期 調節 電子回路

i) 勵磁電流가 直流인 경우 (附錄 I 參照)

直流勵磁用 電磁開閉器에서는 電壓波形的 임의 位置에서 電磁開閉器를 ON 시키고, 負荷에 흐르는 電流를 檢出하여 位相調整後 波形을 矩形波로 變形하고 OFF 手動入力 信號와 일치될 때 出力은 R/S Flip 回路를 거쳐 Tr 을 作動시켜 直流 勵磁電流를 遮斷하여 電磁開閉器가 OFF 되도록 하였다.

ii) 勵磁電流가 交流인 경우 (附錄 II 參照)

ON 시킬 때는 임의 時間에 트라이악을 ON 시키고, OFF 시킬 때는 本 電子回路로써는 調整이 不可能하므로 勵磁코일의 供給 電壓의 位相을 옮겨서 원하는 時期에 OFF 되도록 하고 있다.

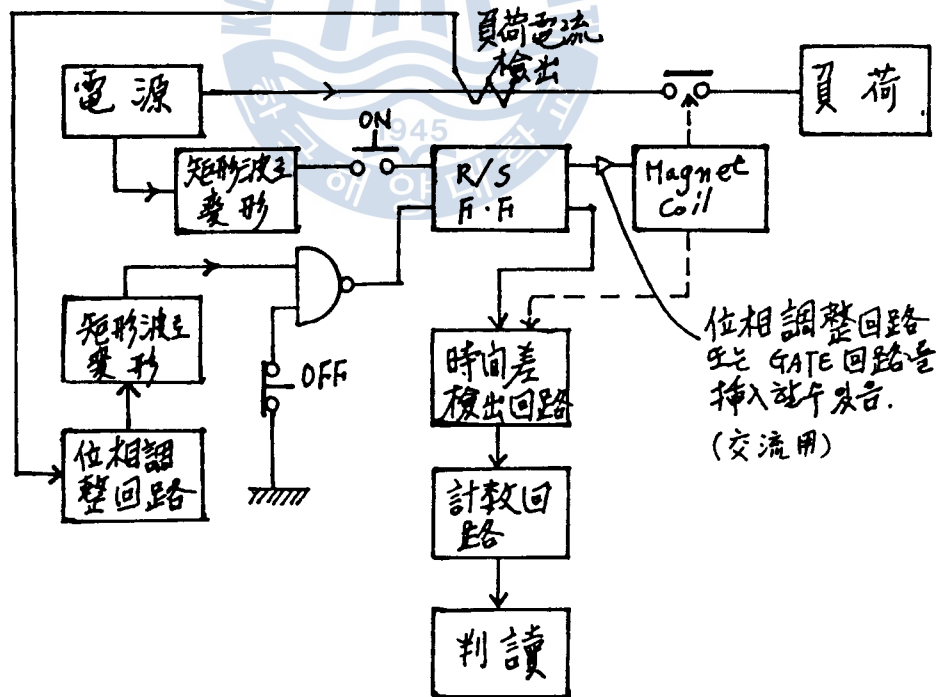


Fig.5. Block diagram of electric circuit for experimental devices

출력신호의 出力信號와 負荷 接點의 應答 時間을 檢出하여 筆者가 調整을 쉽게 하기 위해 카운터를 利用하였고 數值를 보고 이크가 最少가 되도록 位相調整回路를 調整하였다.



4. 實驗 結果 및 檢討

4.1 勵磁코일 消磁時期 調節과 아크考察

勵磁電流의 遮斷時부터 開閉器의 可動部가 움직이기 始作할 때까지의 時間 t_1 은 式(1)에서 說明하였고 可動部の 運動 開始부터 接點이 떨어지는 순간까지의 時間 t_2 는 <표 1> 의 電磁開閉器의 諸定數를 式(5)(7)에 代入하여 數值解析法으로 電子計算機를 利用하여 求하였다. 接點이 開放되기를 원하는 時間보다 $T = t_1 + t_2 \text{ sec}$ 앞서 電磁石을 消磁시켜야하므로 이 時間을 調整하여 이 때 마다 發生하는 아크 發生量을 사진으로 觀察 擦影하였다.

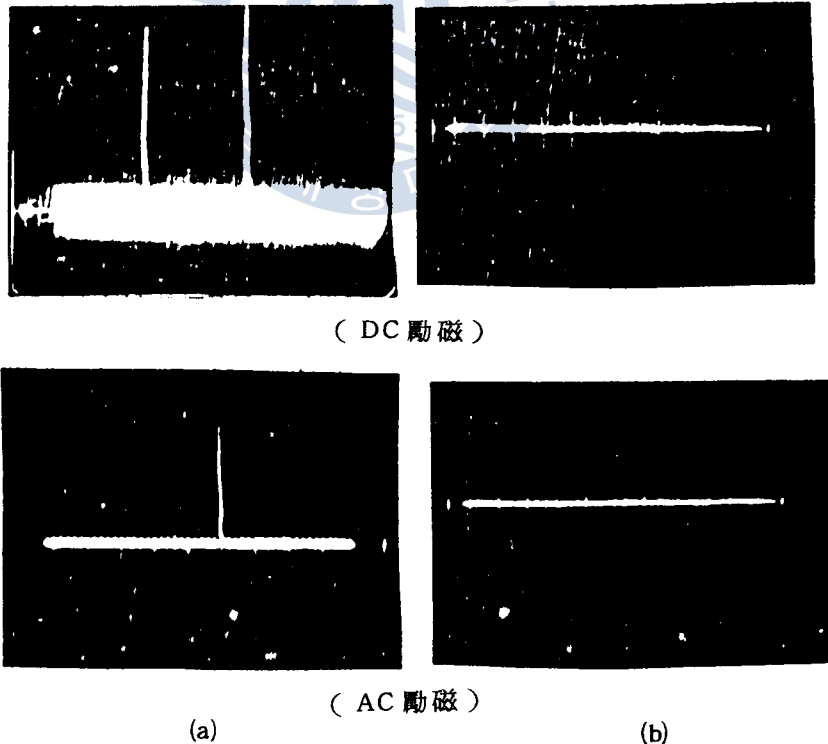


Fig.6. Comparison of arc between adjusted and unadjusted deenergizing time of magnetic coil.

<그림 6>은 오실로스코프에 나타난 아크를 撮影한 것으로 開閉器 開放時 發生하는 아크를 Cds 로 檢出한 것을 증폭하여 수직축에 넣어 아크의 크기를 表示한 것이다. (a)는 아무런 調整없이 무조건 消磁시켰을 때이고 (b)는 消磁時期를 調整하여 아크가 最少로 發生하고 있는 狀態를 나타내고 있다.

4.2 아크 最少點 索出

本 研究에서 使用한 遮斷 制御回路에서 位相調整用 抵抗을 可變하면서 發生한 아크를 오실로스코프로 觀測한 結果를 나타낸 것이 <그림 7>이다.

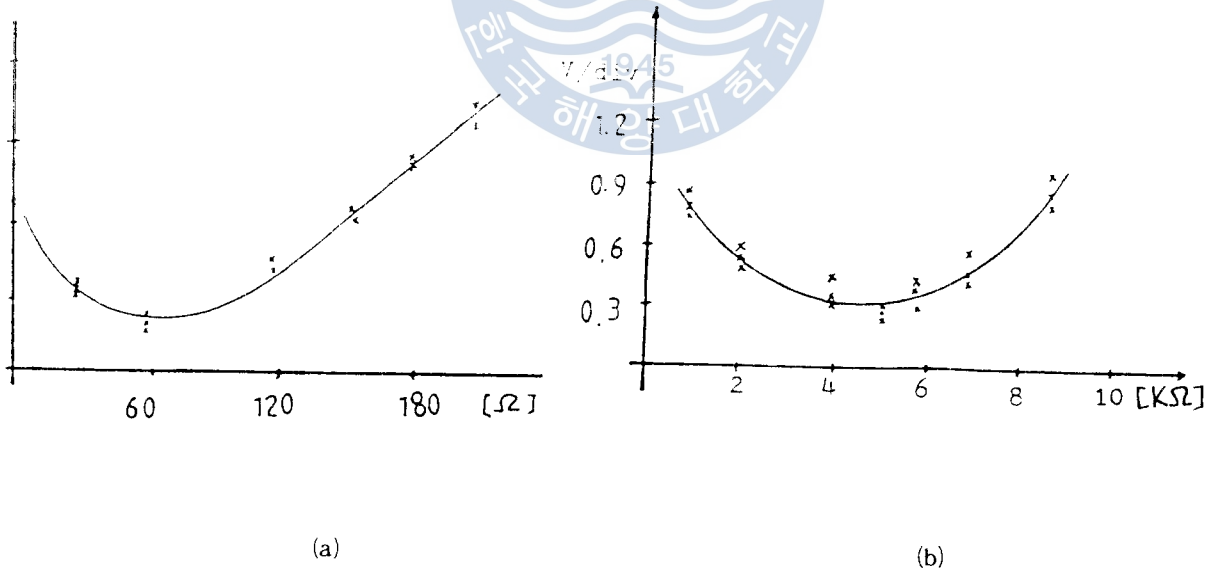


Fig.7. Variation arc voltage according to the change of control resistance.

<그림 6>이 定性的인데 對하여 <그림 7>은 定量的인 關係를 나타내고 있다. <그림 7(a)>는 DC勵磁인 경우로써 附錄 (I)의 位相制御回路의 抵抗 $10\text{ K}\Omega$ 의 값을 바꿀때 $5\text{ K}\Omega$ 근방에서 아크가 最少가 됨을 보이고 있다. <그림 7(b)>는 附錄 (II)의 移相回路에서 抵抗 $350\ \Omega$ 의 가변치를 보이고 $60\ \Omega$ 근방에서 아크가 最少로 發生함을 보이고 있다.



5. 結 論

本 研究에서 電磁開閉器의 아크發生 메카니즘을 考察하고 또 아크를 抑制하는 電子回路를 考案하여 接點 開放時期를 制御 함으로써 아크의 抑制가 可能함을 實驗으로 確認하였다. 以上에서 다음과 같이 結論을 要約한다.

(1) 開閉器 코일의 消磁時期를 적당히 擇하여 아크를 最少로 減少시킬 수 있었으나 本 方法으로는 아크를 完全히 除去할 수 없었고,

(2) 接點 開放의 過程이 機械的 裝置이므로 反復過程에서 예외적인 경우도 發生하고

(3) 開閉器의 設計를 改良하여 接點이 開放될 때의 速度를 增加시키면 아크 抑制가 더욱 効果的일 것이고

(4) 高壓 遮斷器에도 適用시킬 可能性도 있다.

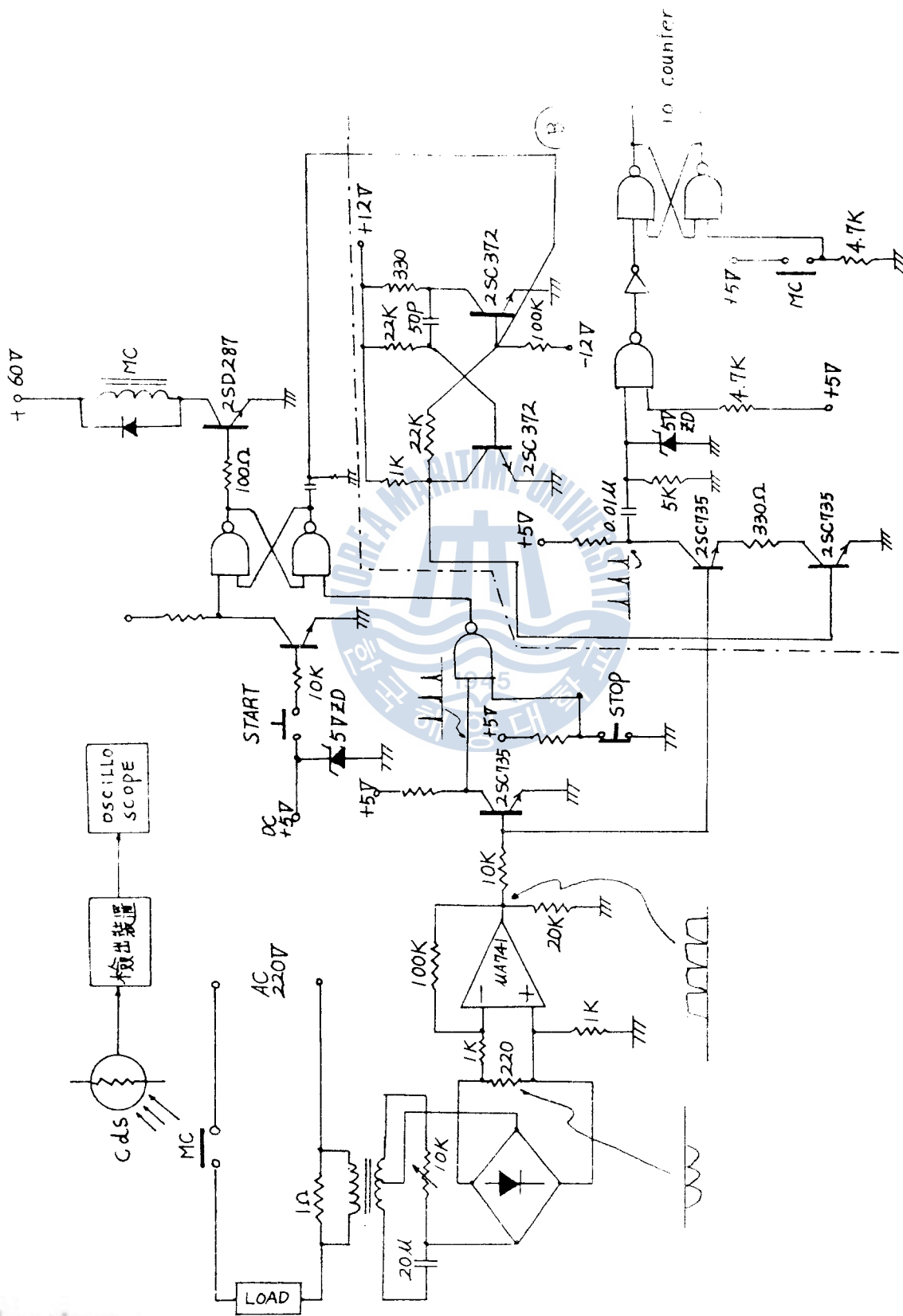
(5) 아크가 最少되는 τ 를 調整하여 한 번 設定해 두면 電磁開閉器의 機械的 定數가 變하지 않는 한 實用面에 利用 可能하다.

그러나 앞으로 더 研究가 補充되어야 할 點은 接點 開閉時期를 檢出하기 위하여 隣接한 接點을 利用하지 않고 本 接點을 利用하는 方法, 그리고 誘導性 및 容量性 負荷에 對해서도 研究가 계속되어야겠다. 그리고 電子回路를 IC化하면 價格이 저렴해지므로 回路의 復雜性 및 價格은 그렇게 重點을 둘 必要가 없다.

References

- 1) KISHIO ARITA : "Eutetic Silver-silicon Internally Oxidized contacts", IEEE Trans on Component Hybrids and Manufacturing Technology, Vol, CHMT 4, No. 1, 1981.
- 2) MOLTON ANTLER : "Connector Contact Materials ; Effect of Environment on clad Palladium, Palladium-silver Alloys, and Gold Electrodeposits", IEEE Trans Components, Hybrids and Manufacturing Technology Vol, CHMT 4, No. 4, December, 1981.
- 3) D.J MAPPS and P.J WHITE : "Performance Characteristics of Snap action Switches with Silver-Cadium-Oxide contacts", IEEE Trans on Components Hybrids and manufacturing Technology, CHMT 4, No. 1, Mar. 1981.
- 4) JOHN L. HAYU : "Contact Design for Air Break AC motor Starters", IEEE Trans on Industry Application, Vol, 1A-17, No. 4, July/August, 1981.
- 5) R. HOLM : "Electric Contacts", 4th ed New York Springer, 1967.
- 6) S.B.Dewan and A.Straughen : "Power semiconductor circuits", P85.
- 7) SYED A. NASAR : "Electric machines and Electromechanics", P44.
- 8) C.J.NOH, I.R. Smith : "Chattering conditions in electromagnetic contactor", IEEE proc, Vol. 127 P.B No. 5. Sep. 1980.
- 9) 朴淳烈, 盧彰注 : "船用 電磁開閉器의 chattering防止를 위한 性能改善에 관한 研究", 釜山工專大 論文集 第22輯, No.1 1981.12.
- 10) 電氣學會 : "遮斷器, 開閉器", 10th ed 1982.8, p.87.

附錄 1. DC 勵磁用 接點開放制御 電子回路



附錄 I. DC 實驗裝置 回路 解說

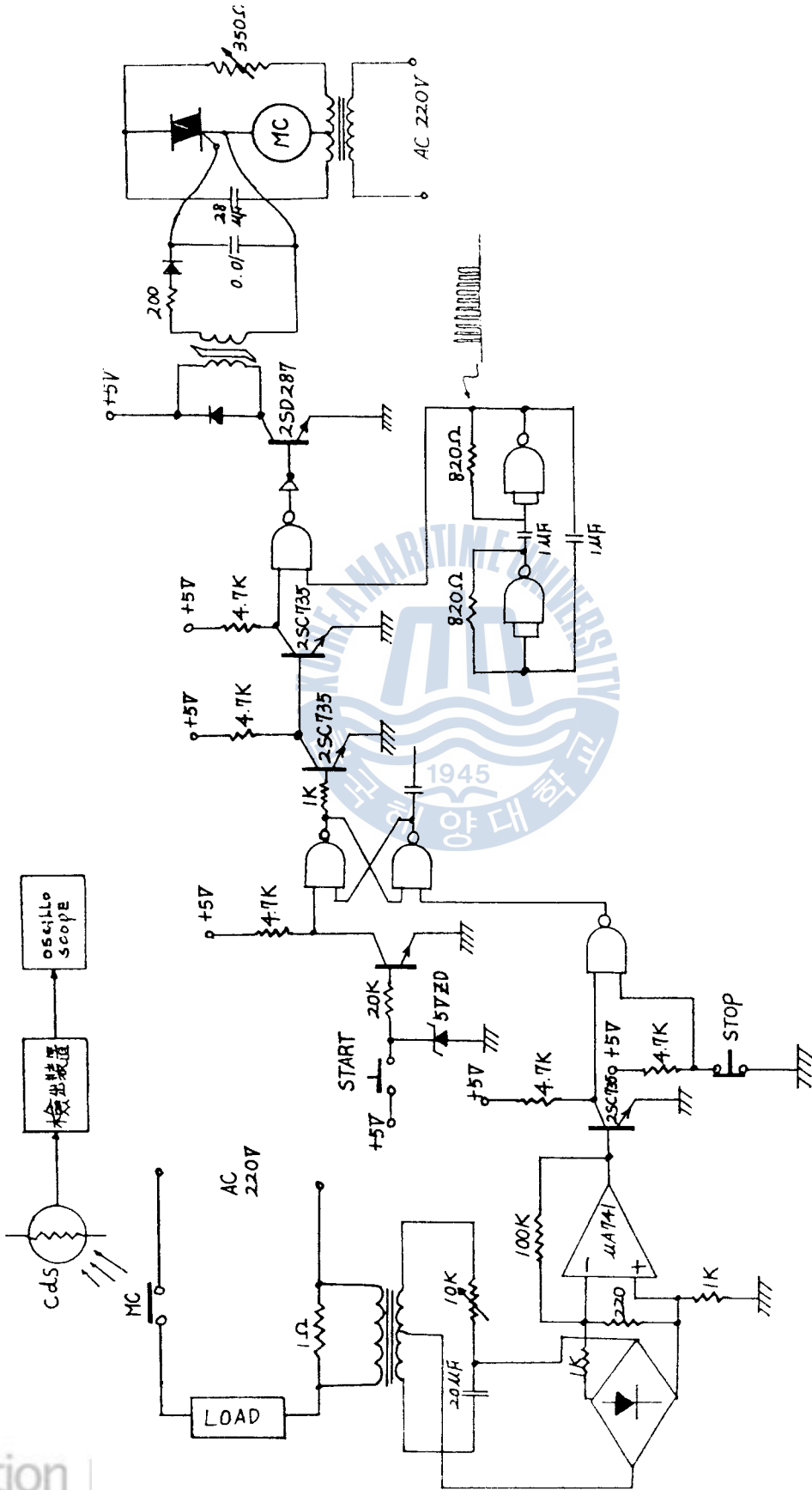
(1) ON 시킬 경우

- ① START SW를 누르면 RS Flip-Flop 出力은 「1」이 발생되어 트랜지스터(2SD 287)를 도통시켜 MC는勵磁되어 ON 된다.

(2) OFF 시킬 경우

- ① 負荷에 흐르는 電流를 檢出후 R, C에서 位相調整된 信號가 브리지 정류기에서 정류된다.
- ② 정류된 電流信號(-)를 op Amp ($\mu A 741$)의 inverting input에 연결하고 오피앰프에서 발생된 구형파가 트랜지스터(2SC 735)를 거치면 펄스가 電流零點에서 발생한다.
- ③ 이 펄스信號와 手動入力信號가 일치하면 NAND gate에서 出力은 「0」이 된다.
- ④ NAND gate 出力이 「0」이면 플립플롭의 出力은 「1→0」으로 변하여 트랜지스터(2SD 287)가 遮斷되어 MC에 흐르는 電流가 遮斷되어 OFF 된다.
- ⑤ Counter는 ①점의 펄스가 발생된 時間부터 MC 接點이 떨어질 때 까지의 時間이 - - - 선 部分에서 計算된다.

附錄 II. AC 勵磁用 接點開放制御 電子回路 (COUNTER 回路 省略)



附錄 II. AC 實驗裝置 回路解說

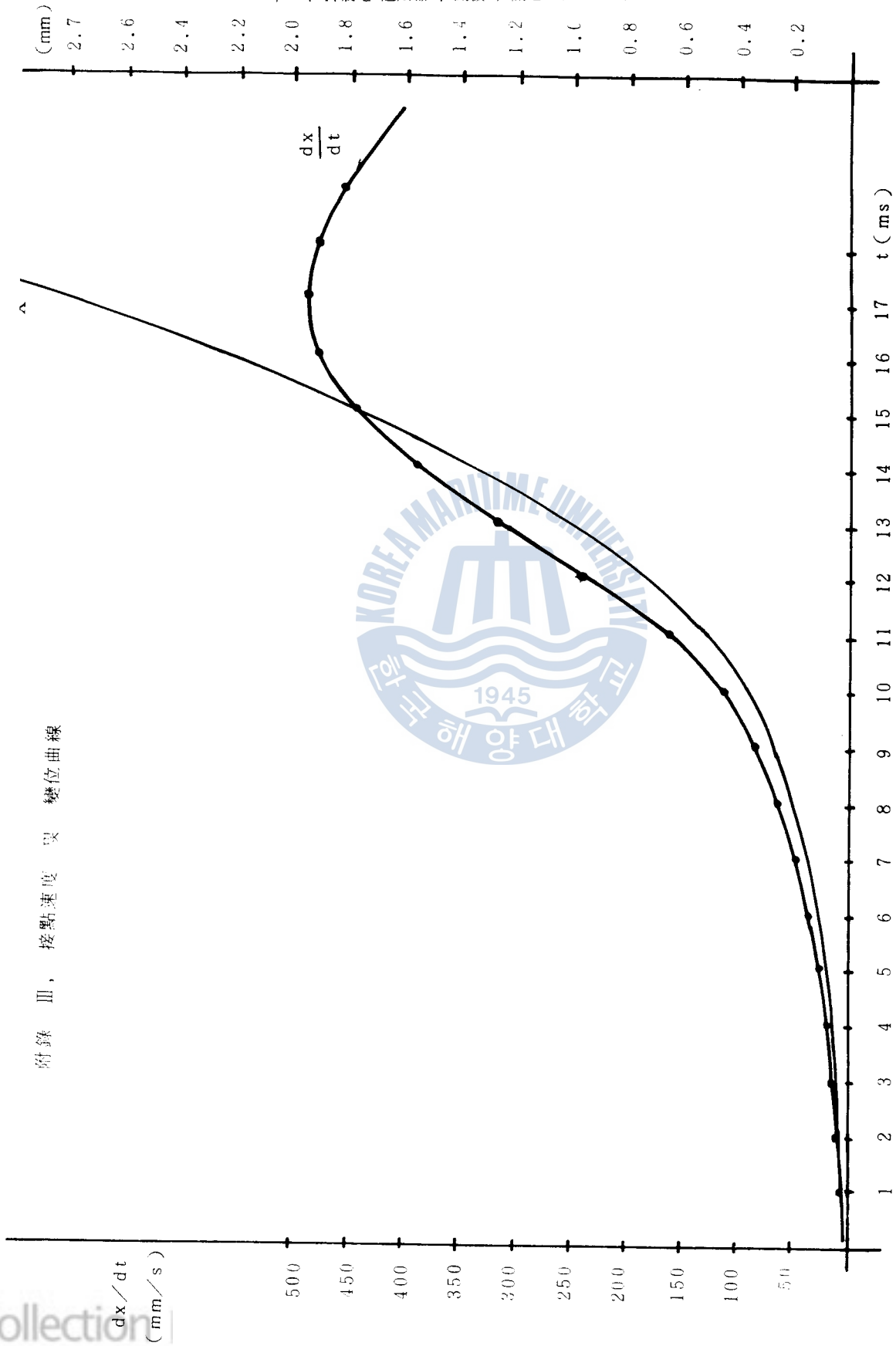
(1) ON 시킬 경우

- ① START SW를 누르면 플립플롭 出力은 「1」이 發生되고
- ② 이 信號는 트라이악이 점호를 確實히 하기 위하여 발전기에서 發生된 발진信號와 합해진다.
- ③ 합해진 信號는 반전되어 트랜지스터(2SD 287)를 도통시켜 pulse Tr 을 통하여 트라이 액을 점호시켜 MC는 勵磁된다.

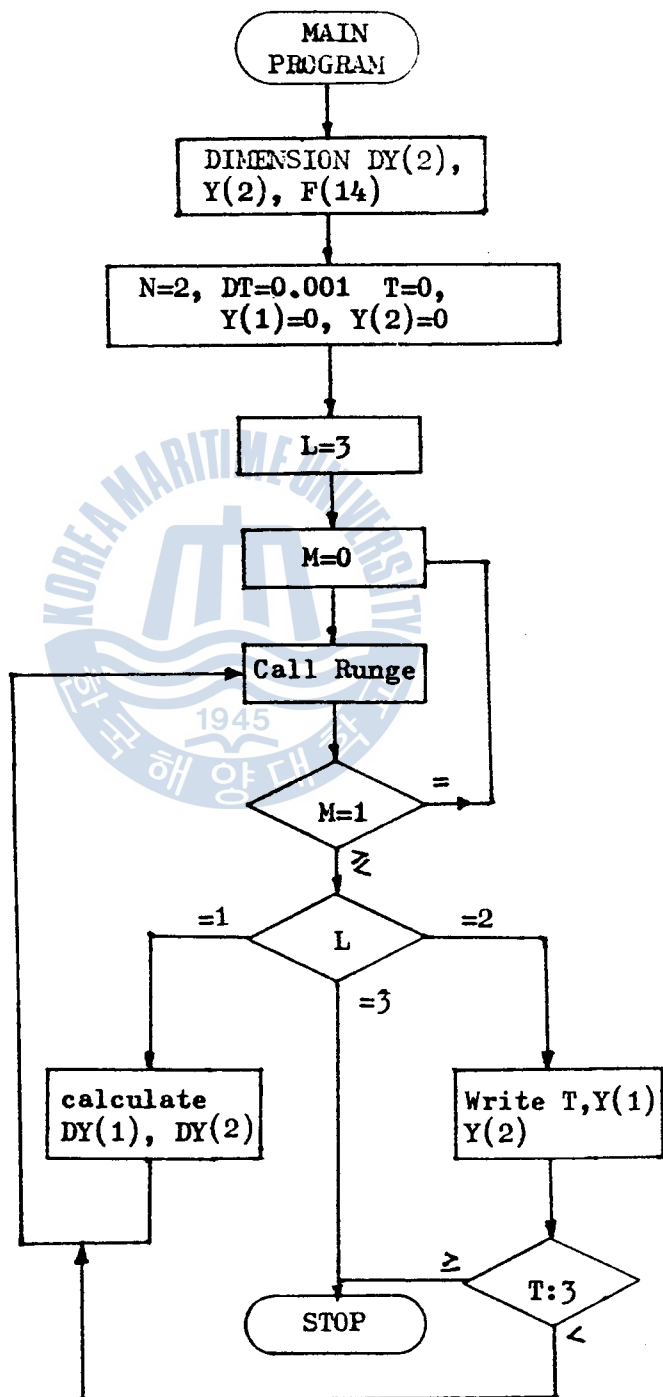
(2) OFF 시킬 경우

- ① 플립플롭까지는 DC의 경우와 같지만 位相調整을 1Ω 抵抗에 인접한 곳에서 하지 않는다.
- ② OFF SW를 눌러 플립플롭 出力이 「1→0」으로 변하면 발진부와 합해져서 NAND gate에서 出力은 「0」이 된다.
- ③ 트랜지스터(2SD 287)는, 펄스티알은 作動되지 않아 게이트 信號는 遮斷된다.
- ④ 게이트 信號가 遮斷되는 同時에 트라이악이 消弧되지 않고 MC 電壓零點 부근에서 消弧되므로 트라이악과 병렬로 연결된 移相回路(R, C)를 利用하여 負荷電流 零點 근방에서 트라이악을 消弧시켜 MC를 消磁시키면 OFF 된다.

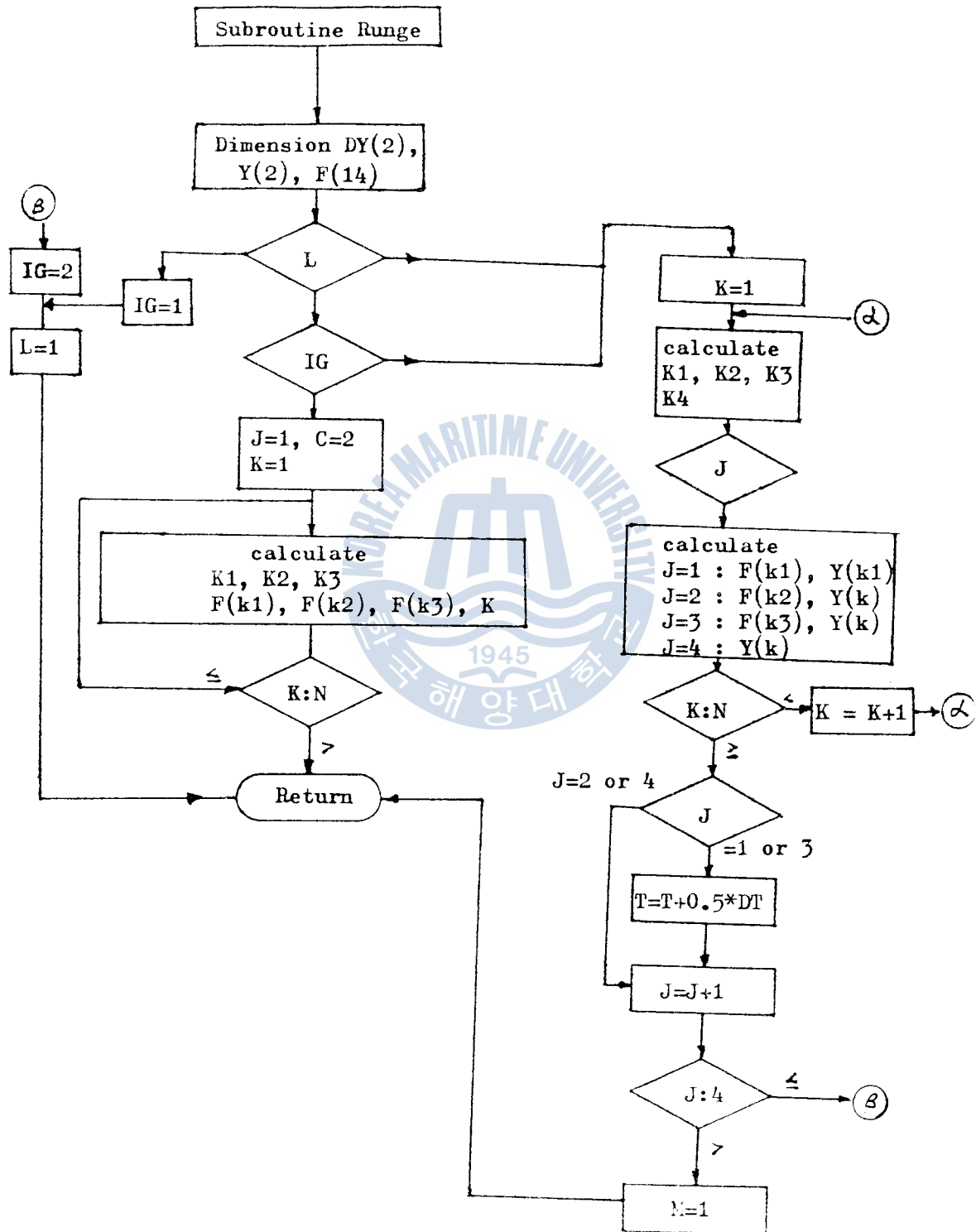
附錄 Ⅲ, 接點速度 및 變位曲線



附錄 Ⅱ . 電子計算 FLOWCHART, PROGRAM (1)



附錄 IV. 電子計算 FLOWCHART, PROGRAM (II)



附錄 IV. 電子計算 FLOWCHART, PROGRAM (3)

```

ISN  STNO.  SOURCE STATEMENT

      C      HIGHER ORDER DIFFERENTIAL EQUATIONS BY RUNGE-KUTTA METHOD
      C      SOLVE THE EQUATION  $D^2Y+FA(Y)*DY^{**2}+G(Y)=FR(Y)$ 
      C      PROGRAMMED BY CHUNG SUNG HWAN
      C      INITIAL CONDITIONS
      C      T=0, Y1, Y2=0
1      DIMENSION DY(2), Y(2),F(14)
2      READ(7,1) N,DT, T,Y(1),Y(2)
3      1 FORMAT(I2,4F10.0)
4      WRITE(8,3)
5      3 FORMAT('1',10X,'TABLE-COMPUTER SOLUTIONS' //)
6      WRITE(8,59)
7      59 FORMAT(16X,'T',20X,'Y',15X,'DY/DT' //)
8      10 L=3
9      M=0
10     50 CALL RUNGE(T,DT,N,Y,DY,F,L,M,J)
11     IF(M.EQ.1) GO TO 10
12     75 GO TO(100,200,999),L
13     100 DY(1)=Y(2)
14     DY(2)=FR(Y(1))-G(Y(1))-FA(Y(1))*Y(2)**2
15     GO TO 50
      C      PRINT OUT RESULTS
16     200 WRITE(8,800) T,Y(1),Y(2)
      C      TEST FOR TERMINATION
17     250 IF(T.GE.0.03) GO TO 999
18     260 GO TO 50
19     800 FORMAT(10X,E15.8,5X,E15.8,5X,E15.8)
20     999 STOP
21     END

1      FUNCTION FA(Y)
2      FA=0.615E-15/(Y+0.295E-3)**6
3      RETURN
4      END

1      FUNCTION G(Y)
2      G=58127*Y
3      RETURN
4      END

```

```

1      FUNCTION FR(Y)
2      FR=150.153
3      RETURN
4      END

1      SUBROUTINE RUNGE(T,DT,N,Y,DY,F,L,M,J)
2      DIMENSION DY(2),Y(2),F(14)
3      GO TO (100,110,300),L
4      100 GO TO(101,110),IG
5      101 J=1
6      L=2
7      DO 106 K=1,N
8      K1=K+3*N
9      K2=K1+N
10     K3=N+K
11     F(K1)=Y(K)
12     F(K3)=F(K1)
13     106 F(K2)=DY(K)
14     GO TO 406
15     110 DO 140 K=1,N
16     K1=K
17     K2=K+5*N
18     K3=K2+N
19     K4=K+N
20     GO TO(111,112,113,114),J
21     111 F(K1)=DY(K)*DT
22     Y(K)=F(K4)+0.5*F(K1)
23     GO TO 140
24     112 F(K2)=DY(K)*DT
25     GO TO 124
26     113 F(K3)=DY(K)*DT
27     GO TO 134
28     114 Y(K)=F(K4)+F(K1)+2.*(F(K2)+F(K3))+DY(K)*DT)/6.
29     GO TO 140
30     124 Y(K)=0.5*F(K2)
31     Y(K)=Y(K)+F(K4)
32     GO TO 140
33     134 Y(K)=F(K4)+F(K3)
34     140 CONTINUE
35     GO TO(170,180,170,180),J
36     170 T=T+0.5*DT
37     180 J=J+1
38     IF(J-4) 404,404,299
39     299 M=1
40     GO TO 406
41     300 IG=1
42     GO TO 405
43     404 IG=2
44     405 L=1
45     406 RETURN
46     END

```

異種 金屬間의 熔着磨耗에 關한 研究

李 友 桓

A STUDY ON THE DEPOSITIONAL WEAR BETWEEN DIFFERENT METALS

Woo-hwan Lee

.....〈目 次〉.....

1. 序 論

1-1. 研究의 目的과 背景

1-2. 研究의 概要

2. 磨耗의 理論的 考察

3. 實驗裝置 및 試料

4. 實 驗 方 法

5. 實 驗 結 果

5-1. 下部試驗片을 鋼으로 한 各種金屬과의
組合에 依한 磨耗

5-2. 下部試驗片을 銅으로 한 各種金屬과의
組合에 依한 磨耗

5-3. 下部試驗片을 알루미늄으로 한 各種金屬과의
組合에 依한 磨耗

6. 實驗結果의 考察

7. 結 論