

표현하는 일의 두 가지를 함께 의미하는 것이다. 이 두 가지의 것이 올바른 의미에 있어서의 詩人の 藝術的 活動이라 하겠다. 그러므로, 詩의 眞實性은 오로지 客觀的 事實과의 엄밀한 一致에 의해서만 이루어진다는 러스킨의 주장은 약간의 과오는 있으나 역시 일면적 眞理를 가진다. <sup>24)</sup> 러스킨의 客體一致說의 理論은 어떤 점에서는 T. E. 홉의 文學論과도 깊이 관련된다.

요컨대, 슬픔이 없는 古典主義的 精神, 즉 자기 자신을 억제하는 客觀的 明證性은 무엇보다도 詩인이 가져야 할 중요한 정신의 측면이다. 詩인이 詩를 쓰다가 중도에서 詩筆을 꺾는 경우, 그것은 대체로 그와같은 詩人精神의 결핍 때문이다. 계속해서 참다운 詩人으로 남게 되는 것이야말로 詩인이 바라는 바의 영광인데, 이 最後 勝利의 결정적인 關鍵은 바로 그러한 精神의 지속적인 계발에 있는 것이다. 生命이 영원한 詩人の 詩는 하나의 感動的인 〈存在〉로서 또 빛나는 對象으로서 우리 앞에 언제나 그렇게 놓여 있는 것이다.



(24) 崔載瑞氏는 그의 著書 〈文學原論〉에서 “文學이 自律的인 秩序의 世界를 形成한다는 사실은 情緒面에서 가장 뚜렷이 나타난다.”고 말하면서 Ruskin의 客體一致說의 過誤를 이렇게 지적하고 있다. 즉, “詩的 眞實性과 科學的 眞理를 구별하지 못하고 文學의 實眞性을 오로지 客觀的 事實과의 一致에 의해서만 判斷하려고 한때서 러스킨의 過誤는 犯하여졌던 것이다.” 同書, p. 303 참조.

# 가솔린機關의 故障診斷에 있어서 모오타 스코프에 依한 實驗的인 研究

金 垣 寧

## A Study On the Diagnosis of Gasoline Engine Troubles by the Motorscope

By

Won Yong Kim

### 目 次

- |                    |                |
|--------------------|----------------|
| 1. 序 論             | 3. 異常波形에 對한 考察 |
| 2. 點火回路에 對한 理論的 解析 | 4. 實驗裝置 및 實驗方法 |
| (1) 點火系統의 等價回路     | 5. 結 論         |
| (2) 波形的 理論的 解析     | 參考文獻           |
| (3) 標準波形           |                |

### Abstract

As most troubles of an automobile occur in the ignition system, proper maintenance of the ignition system is very essential to a durative operation. The motorscope is a useful and effective tool for quick diagnosis of the ignition circuit.

But it is meaningless and not advisable to compare the standard trouble trace indicated in the instruction with the trace shown on the motorscope screen without understanding of theoretical significance of the ignition circuit.

Therefore, this paper aims to clear up the electric meaning of the pattern trace through their theoretical and experimental analysis, and to make it easy to read the various traces shown on the scope.

### 1. 序 論

近來 自動車의 生産 및 普及이 所得水準의 向上과 道路事情의 改善에 따라 해를 거듭할수록

急増하게 되고 아울러 高速化함에 따라 이에 따른 自動車의 保安, 整備, 安全運轉의 問題가 深刻하게 되었다. 其中 自動車事故의 豫防策으로 Tune up service의 重要性을 더 해가고 있으며 가솔린 機關의 故障中 點火系統의 故障는 가장 頻煩한 것의 하나이고 이의 올바른 整備는 無事故 運轉의 必要不可缺 要素인 것이다. 그러나 이 點火系統의 故障는 雜多한 要素들이 있어 이를 올바르게 點檢 整備한다는 것은 迅速한 診斷方法없이는 거의 不可能한 것이다. 이러한 要求에서 만들어진 것이 所謂 모오타스코프이다. 이것에는 並列波形式과 直列波形式의 두가지 方式이 있는데 前者는 各 실린더의 波形을 比較 檢討하는데 便利하고 後者는 細部를 詳細히 檢討하는데 便利하다. 이것은 操作이 簡便하고 波形의 判讀이 容易하므로 點火系統의 故障診斷에 適合하다. 그러나 點火系統에 있어서 可能한 故障의 種類는 數없이 많으며 모오타스코프에 나타나는 波形도 多種多様하므로 實際에 있어서 모오타스코프로 얻어진 波形으로부터 點火系統을 診斷한다는 것은 可能한 모든 패턴의 波形을 미리 分析檢討하여 準備해 두지 않는 限 一般의 으로는 容易하지 않다. 따라서 終來에 있어서의 波形判讀은 大概 經驗的인 方法에 依存할 수 밖에 없었던 것을 本 研究에서는 點火系統의 等價回路를 利用하여 標準波形을 理論的으로 解析하고 波形의 電氣的 意味를 明白히 한 後 4氣筒 乘用車用 가솔린 機關을 모델로 해서 人爲的으로 操作한 몇가지 故障에 對한 波形을 parade sweep 式의 直列波形式 모오타스코프를 利用해서 撮影하고 이를 標準波形과 比較檢討함으로써 모오타스코프에 나타나는 波形의 判讀을 容易하게 하고저 한다.

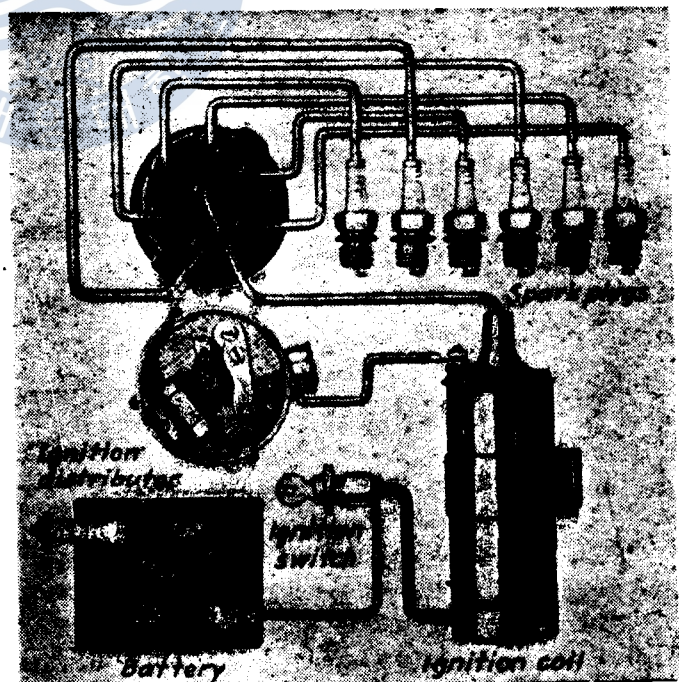
## 2. 點火回路에 對한 理論的 解析

### (1) 點火系統의 等價回路

가솔린 機關의 點火裝置에는 高壓磁石發電機式과 電池式의 두가지가 있는 바 이중 電池式이 많이 使用된다. 電池式 點火裝置는 第1圖에 表示한 것처럼, 電池, 點火 코일(ignition coil), 點火 스위치(ignition switch), 配電器(distributor), 콘덴서(condenser), 點火플러그(spark plug)등으로 構成되는 것이 普通이나 最近에는 半導體를 利用한 方式도 開發되고 있다.

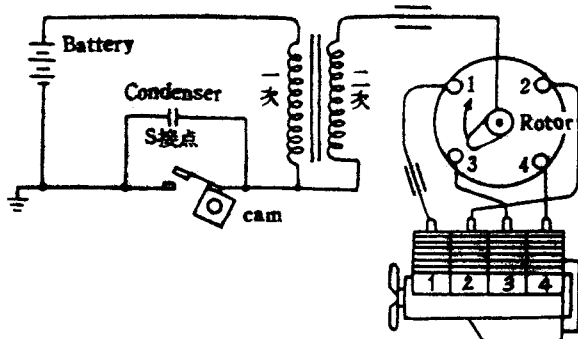
第1圖에 表示한 電池式 點火裝置의 電氣回路를 簡明하게 圖示하면 第2圖와 같이 된다.

第2圖에서 콘덴서와 並列로 되어 있는 스위치 S는 브리커 포인트에 該當되며 實際로는 配電器속에 갈



第1圖 電池式 點火裝置의 接續圖

四氣筒車點火回路



第2圖 電池式點火系統의 電氣回路

이 內裝되어 있어 機關의 回轉과 더불어 周期的으로 斷續되는 것이다.

電池式 點火裝置의 原理는 스위치 S 를 닫아서 點火코일의 1次側을 電池의 直流로서 勵磁해 둔 後 스위치 S 를 열므로써 1次電流를 變化시켜 相互誘導作用에 依하여 2次코일에 高壓(9,000~12,000V)을 發生시킴으로써 點火플러그에 스파이크를 發生케 하는 것이다.

(2) 波形에 對한 理論的 解析

第2圖에 表示한 回路를 한 氣筒에 對해서만 等價回路를 그리면 第3圖과 같이 되며 여기서  $R_1$ ,  $R_2$  는 各各 1次 및 2次回路의 總等價抵抗이며  $L_1$ ,  $L_2$  는 點火코일의 各各 1次 및 2次側의 인덕턴스,  $M$  은 點火코일 1, 2次間의 相互인덕턴스,  $C$  는 콘덴서의 容量이다.

第3圖에서  $i_1$  은 1次回路에 흐르는 電流,  $i_2$  는 2次 回路에 흐르는 電流이고  $e_1$  은 콘덴서 兩端의 電壓,  $e_2$  는 플러그 兩端의 電壓,  $E_0$  는 電池의 電壓이다.

(a) point close 했을 때의 定常狀態

$$\left. \begin{aligned} i_2 &= 0 \\ i_1 &= \frac{E_0}{R_1} \\ e_1 &= 0 \end{aligned} \right\} \dots\dots(1)$$

(b) point open, 플러그 放電이 일어나기 前 이 때  $i_2=0$ 이며  $i_1$  및  $e_1$  은 (2), (3)式에 依해서 주어진다.

$$\left. \begin{aligned} R_1 i_1 + L_1 \frac{di_1}{dt} + \frac{1}{C} \int i_1 dt &= E_0 \\ i_1(0) &= \frac{E_0}{R_1}, \quad e_1(0) = 0 \end{aligned} \right\} \dots\dots(2)$$

$$e_1(t) = \frac{1}{C} \int i_1 dt \dots\dots(3)$$

1次回路의 電荷를  $q_1$  이라 하면  $i_1 = \frac{dq_1}{dt}$  이므로 (2), (3)式은 各各 (4), (5)式과 같이 쓸 수 있다.

$$\left. \begin{aligned} R_1 \frac{dq_1}{dt} + L_1 \frac{d^2q_1}{dt^2} + \frac{1}{C} q_1 &= E_0 \\ q_1(0) &= 0, \quad \left( \frac{dq_1}{dt} \right)_{t=0} = \frac{E_0}{R_1} \end{aligned} \right\} \dots\dots(4)$$

第3圖 電池式點火系統의 等價回路

$$e_1(t) = \frac{q_1(t)}{C} \dots\dots\dots(5)$$

$q_1(t)$ 를 求하기 爲해서 (4)式의 兩邊을 라프라스變換하여  $Q_1(s)$  ( $Q_1(s) = L[q_1(t)]$ ,  $L$ : 라프라스演算子)를 求하면 (6)式과 같이 된다. (以下 本論文에서 大文字로 表示되는  $S$ 函數는 이에 對應하는 小文字로 表示되는 時間函數의 라프라스變換이라 한다)

$$Q_1(s) = \frac{E_1}{R_1} \frac{s + \frac{R_1}{L_1}}{s(s^2 + \frac{R_1}{L_1}s + \frac{1}{L_1C})} \dots\dots\dots(6)$$

自動車の 點火回路에 있어서  $R < 2\sqrt{\frac{L}{C}}$  이 成立되므로 (6)式을 라프라스逆變換하여  $q_1(t)$ 를 求하면 (7)式을 얻는다.

$$q_1(t) = CE_1[1 - A e^{-\frac{r_1}{2L_1}t} \sin(\omega t + \theta)] \dots\dots\dots(7)$$

단  $A = \sqrt{1 + \frac{\left(\frac{R_1}{L_1} - \frac{1}{CR_1}\right)^2}{\frac{1}{L_1C} - \frac{R_1^2}{4L_1^2}}}$

$$\omega = \sqrt{\frac{1}{L_1C} - \frac{R_1^2}{4L_1^2}} > 0$$

$$\theta = \tan^{-1} \frac{1}{\frac{R_1}{L_1} - \frac{1}{CR_1}}$$

따라서 (5), (7)式으로 부터  $e_1(t)$ 는 (8)式

$$e_1(t) = E_1[1 - A e^{-\frac{r_1}{2L_1}t} \sin(\omega t + \theta)] \dots\dots\dots(8)$$

과 같이 된다. 다음에 2次回路에 誘導되는 電壓은  $M \frac{di_1}{dt}$  이고 플러그에 放電이 일어나기 前에는 이것이 바로 플러그 兩端電壓  $e_2(t)$ 가 된다. 그러므로 (7)式으로 부터 (9)式을 얻는다.

$$e_2(t) = M \frac{di_1}{dt} = M \frac{d^2q_1}{dt^2} = MACE_1B e^{-\frac{r_1}{2L_1}t} \sin(\omega t + \theta + \beta) \dots\dots\dots(9)$$

단  $B = \sqrt{\left(\omega^2 - \frac{R_1^2}{4L_1^2}\right)^2 + \frac{R_1^2}{L_1^2} \omega^2}$

$$\beta = \tan^{-1} \frac{\frac{R_1}{L_1} \omega}{\omega^2 - \frac{R_1^2}{4L_1^2}}$$

(c) 스파아크 期間

(9)式과 같은 減衰正弦波로 表示되는 플러그 兩端電壓  $e_2(t)$ 가 플러그間의 거리 및 실린더內의 氣의 狀態에 依해서 決定되는 스파아크 開始電壓(firing voltage)  $E_s$  보다 크게 되는 瞬間 스파아크가 일어나며 일단 스파아크가 開始되면  $e_2(t)$ 는 스파아크 維持電壓(spark level)  $E_m$  와 같게 되고 2次回路는 一定한 直流電流가 흐른다고 볼 수 있다. 따라서 스파아크가 일어나는 그 瞬間만 1次回路에는  $M \frac{di_1}{dt}$ 에 該當되는 影響을 받으며 포인트가 열리는 것과 스파아크가 일어

나는 것과는 거의 같은 瞬間이라고 볼 수 있으므로 結局 포인트가 열려서 스파아크가 終了될때까지의 콘덴서兩端의 電壓  $e_1(t)$ 의 波形 즉 1次波形은

$$G(s) = \frac{A/C}{L_1s^2 + R_1s + \frac{1}{C}} \dots\dots\dots(10)$$

의 傳達函數를 갖는 系統의 임펄스應答(impulse response)과 같은 波形이 (8)式에 重疊된 波形이 된다. 여기서  $A$ 는 相互인덕턴스  $M$  및 2次電流의 變化에 比例한다. 그러나 이 임펄스應答의 減衰特性은 (8)式의 그것과 똑 같으므로 結局 1次波形은 (8)式과 같은 減衰特性을 갖는 減衰 振動波形이 된다.

(d) 스파아크 終了

1次回路의 減衰振動이 거의 끝나  $\frac{di_1}{dt}$ 이 적어지고  $e_1(t)$ 가 定常值  $E_r(E_s + \text{스파아크 電流의 영향})$ 에 가까워질때 2次電壓  $e_2(t)$ 는 스파아크 維持電壓  $E_m$  보다 적게 되어 스파아크가 終了되게 된다. 이때 1次回路는 다시 임펄스를 加한 것과 같이 되므로 (10)式의 임펄스應答과 같은 減衰 振動을 하게 되어 이것이 2次に 誘導되어 플러그兩端의 電壓  $e_2(t)$ 의 波形 즉 2次波形은 이것보다 位相이 大略  $90^\circ$ 늦은 減衰振動을 하게 된다.

따라서 이 波形들의 減衰係數(damping factor), 減衰振動數 및 振幅은 近似的으로 다음과 같이 表示할 수 있다.

$$\left. \begin{aligned} \text{減衰係數} &= \frac{R_1}{2L_1} \\ \text{振動數} &= \sqrt{\frac{1}{L_1C} - \frac{R_1^2}{4L_1^2}} \\ \text{振 幅} &= \frac{A}{\sqrt{L_1C - \frac{R_1^2}{4L_1^2}}} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots(11)$$

(e) 포인트가 닫힐 때

스파아크 終了에 依한 過渡現象은 거의 끝나고 콘덴서가 充電되어 1次電壓이 正常電壓  $CE_s$ 가까지 되었을 때이므로 포인트가 닫히면 1次電壓은 거의 瞬間的으로 포인트를 通하여 放電하므로 急激히 下降하여 Zero가 된다. 그러나 포인트가 닫혀도 포인트 自身을 微小한 抵抗體로 볼 수 있으므로 1次回路에 急激히 振動的인 電流가 흐르며 이 電流의 變化에 依해서 2次回路에 減衰振動하는 電壓이 誘導된다. 이때 1次回路의 等價抵抗이 커지는 反面, 콘덴서 容量이 포인트가 열렸을 때보다 적어지므로 포인트 波形은 스파아크 終了時의 減衰振動하는 波形보다 減衰가 더 크며 振動數도 더 크게 된다.

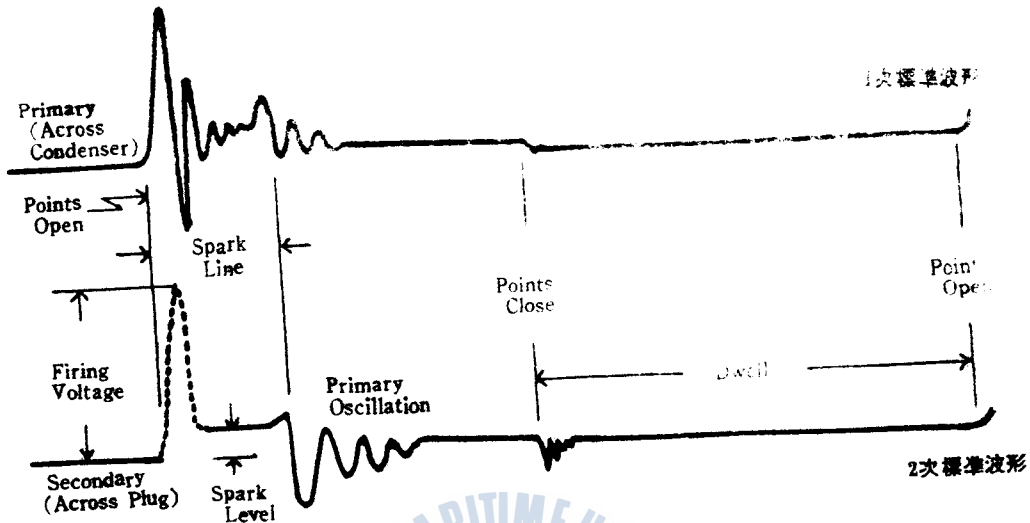
(3) 標準波形

以上の 理論解析을 綜合하여 가솔린 機關의 電氣點火回路에 있어서의 1次 및 2次的 標準波形을 圖示하면 第4圖와 같이 된다.

여기서 스파아크 線(spark line)은 spark 放電이 持續하고 있음을 나타내며 立上波形部分을 容量放電, 스파아크線部分을 誘導放電이라 區別하기도 하며 이를 觀測하여 點火 plug gap의 狀態를 알 수 있다.

減衰振動部分은 spark 放電이 끝난후 殘存한 電氣的인 Energy가 點火 coil과 콘덴서間에 充放





第4圖 點火回路의 1次 및 2次標準波形

電을 反覆하면서 減衰되어가는 現象을 나타낸 것으로 Coil-condenser 部分의 狀態를 알 수 있다.

포인트가 닫혔을 때 1次波形에선 電壓의 直線的인 下降으로 나타나나, 2次波形의 경우 振動波形으로 나타난다. 이 振動은 포인트의 狀態에 의해 여러가지 形이 되는데 波形에 依해 포인트의 燒損, 스프링의 텐션, 高速回轉時의 포인트의 坼 등 포인트의 狀態를 알 수 있으므로 포인트 波形이라고 한다.

다음 포인트 波形에서 다음 立上波形까지의 直線部分 즉 point close에서 point open까지 포인트가 닫혀 있는 期間을 Dwell이라 하며 이 Dwell의 長短으로 point Gap의 狀態를 알 수 있다.

### 3. 異常波形에 對한 考察

第4圖에 表示한 標準波形은 點火回路系統에 全히 異常이 없는 경우의 理想的인 波形이나 이 系統에 異常이 있을 때의 實際의 波形은 조금씩 달라진다. 可能的인 모든 異常狀態를 考慮하는 것은 不可能하므로 여기서는 例로서 몇가지 代表的인 異常狀態에 對해서 그 波形을 標準波形과 比較檢討코져 한다.

#### (例 1) 플러그 갭이 너무 좁을 때

一般的으로 高壓放電에 있어서 放電電壓  $E_m$ 은 갭의 크기에 比例한다. 따라서 갭이 너무 좁을 때는  $E_s$  및  $E_m$ 이 적어지며 따라서 (9)式으로 表示되는 正弦波電壓  $e_s(t)$ 가  $E_m$ 보다 적어지는 時點은 뒤로 延長된다. 그러므로 스파이크 持續時間이 길어진다. 실린더內의 壓縮 壓力가 낮아 混合가스의 密度가 적을 때와 같은 現象이 일어난다. 이 경우의 2次波形을 圖示하면 第5圖과 같이 된다.



第5圖 플러그 갭이 너무 좁을 때의 2次波形

갭이 너무 클 때 또는 실린더內的 壓縮壓力이 너무 높을 때는 上記한 것과 反對의 現象이 일어난다.

(例 2) 點火코일 卷線間이 短絡되었을 때 또는 콘덴서 漏電이 있을 때

이 때는 1次回路의 인덕턴스  $L_1$  및 콘덴서의 容量  $C$ 가 적어지게 되므로 (11)式에 依해서 振動數가 적어지며 減衰係數가 커져서 減衰振動이 거의 없거나 또는 빨리 끝나게 된다. 이 때의 2次波形을 第6圖에 圖示한다.

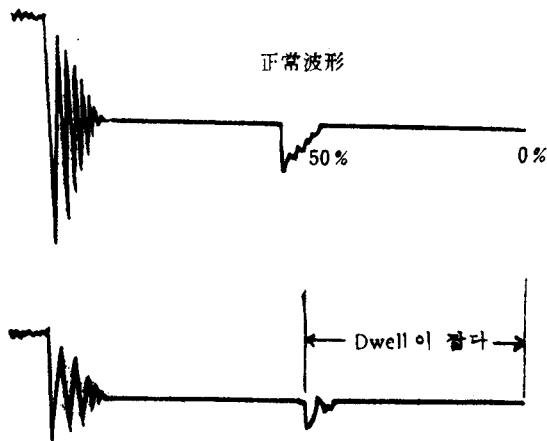


第6圖 點火코일卷線間이 短絡되었을 때 또는 콘덴서 漏電이 있을 때의 2次波形  
點火코일이나 콘덴서의 絶緣이 높을 때는 上記한 것과 反對의 現象이 일어난다.

(例 3) 포인트 갭이 너무 클 때

點火回路에 있어서 充分한 點火電壓을 얻기 爲해서는 포인트가 닫혀 있는 時間 즉 Dwell 部分이 適當해야 한다. 이 時間이 너무 짧으면 포인트가 닫혀있는 사이에 充分한 1次電流가 點火코일에 供給되지 않고 이 時間이 너무 길면 포인트가 닫힐 때까지 減衰振動이 消滅되지 않기 때문에 포인트에 높은 電壓이 걸려 닫힐때에 스파아크가 일어나서 포인트面이 燒損하게 된다.

Dwell 部分이 길다고 하는 것은 포인트 갭이 넓다고 하는 것을 意味한다. 포인트 갭이 너무 클 때의 2次波形을 圖示하면 第7圖과 같이 된다.



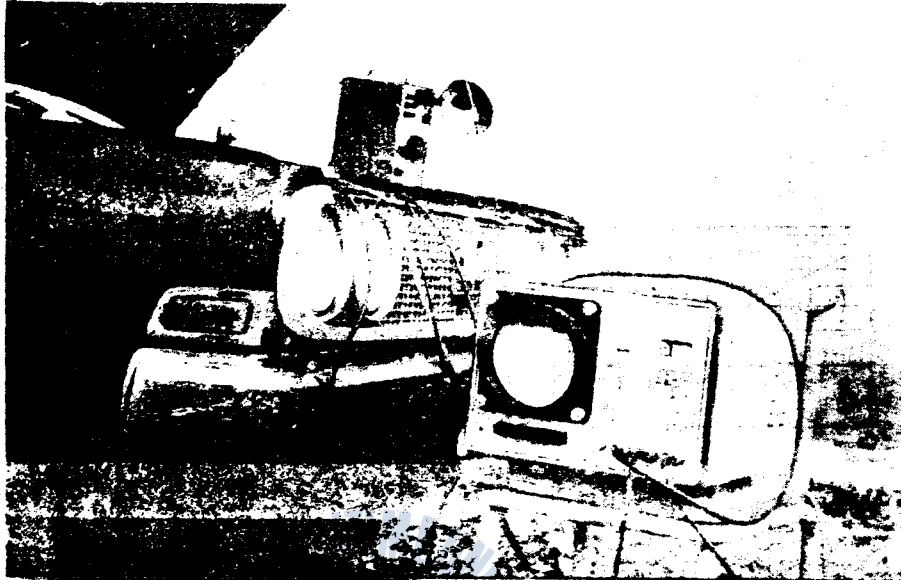
第7圖 포인트 갭이 너무 클 때의 2次波形

#### 4. 實驗裝置 및 實驗方法

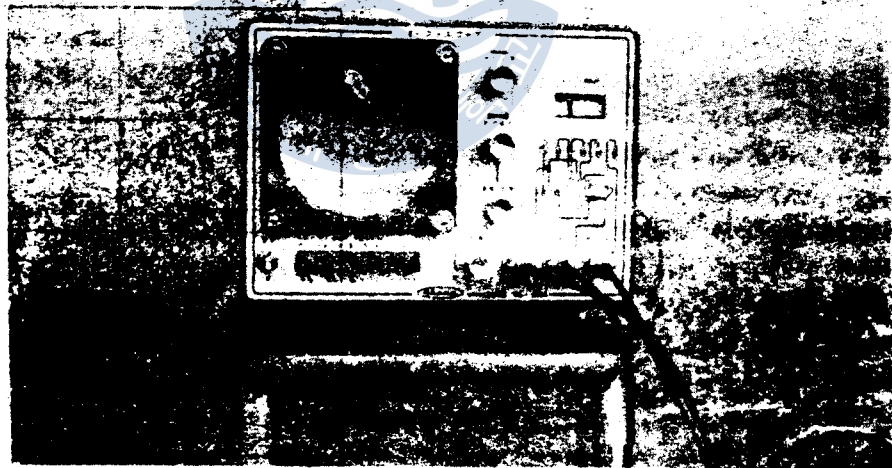
以上에서 論한 點火回路의 1次 및 2次波形을 實際로 測定하기 爲하여 本實驗에서는 奧田工機의 MS-505 S型(parade sweep式)모모타스코프를 利用하였으며 機關은 新進工業社 코로나 乘用車의 4氣筒機關을 使用하였다. 第8圖은 本實驗에 使用된 實驗裝置를 나타내며 第9圖은 모모타스코프의 正面圖이다.

實驗에 있어서 機關의 回轉數가 느리면 波形이 搖動하여 不安全하므로 1,000 r. p. m. 으로 固





第8圖 實驗裝置



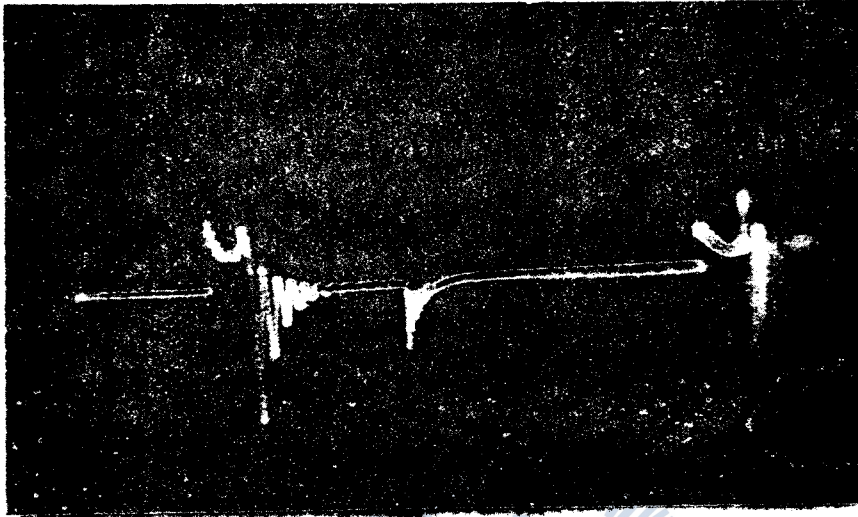
第9圖 모오타스코프의 正面圖

定하였고 點火機構의 故障은 人爲的으로 操作하였으며 여기서 機關回轉數는 Leader electronics corp. 의 LSS-700型 스트로보스코프로 確認하였다. 第 10圖에서 第 13圖까지는 그 撮影例이다.

第10圖는 한 氣筒에 對한 2次標準波形으로 포인트 波形이 減衰振動部分(코일-콘덴서 部分)보다 振動數가 훨씬 큰 것이 明白히 나타나고 있다.

第11回는 플러그 接을 人爲的으로 적게 했을 때의 2次波形이다. 同圖에서 스파아크 레벨이 낮고 스파아크 期間이 긴 것을 알 수 있으며 이는 3의(例 1)의 結果와 一致한다.

第12圖는 1次直列波形(各氣筒의 1次波形을 直列시킨 波形)으로 이 波形은 各 氣筒의 點火狀態



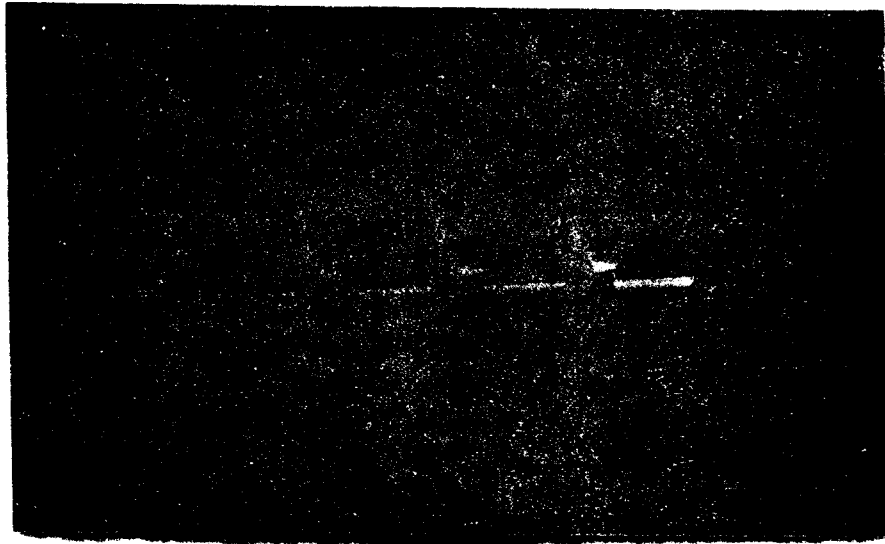
第10圖 2次標準波形



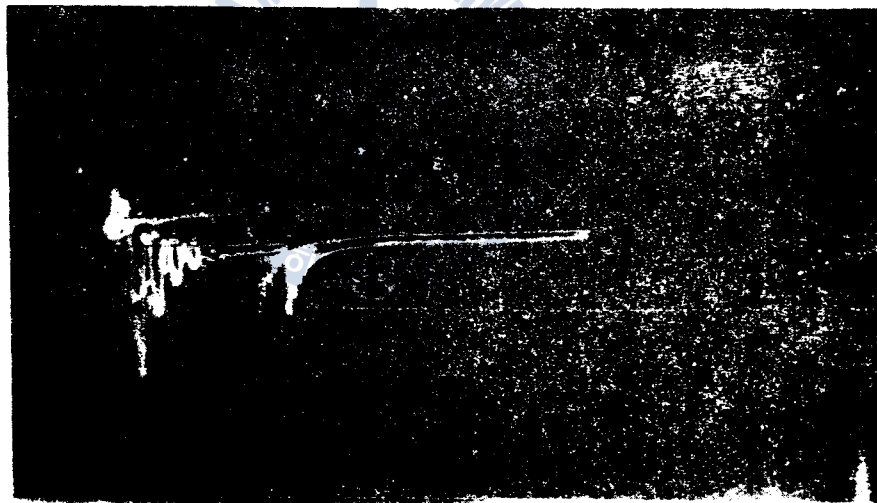
第11圖 플러그 갭이 적은 경우의 2次波形

를 比較하는데 大端히 有効한 波形이다. 이 波形에서 左端의 立上波形部分이 나타나지 않은 것은 이 氣筒에 同期 픽업을 連結한 때문이다.

다음에 第13圖는 人爲的으로 브리커 플레이트(Breaker Plate)를 軋접계 했을 때의 2次重合波形(네 氣筒의 2次波形을 重合한 것)을 撮影한 것으로 포인트 波形이 서로 많이 어긋나 있음을 알 수 있다. 이는 各 氣筒마다 드웰이 相異함을 나타낸다. 또한 配電器軸과 부쉬(bush) 사이가 磨耗 되었을 때 또는 갭이 一定치 않을 때도 同様の 波形이 나타난다.



第12圖 大直列標準波形



第13圖 브리커 플레이트가 철거될 때의 2次重合波形

## 5. 結 論

以上 本論文에서는 가솔린機關의 電氣點火系統의 故障診斷에 有用한 各種 電壓波形에 對해서 理論的으로 解析하고 檢討하였으며 모오타스코프를 利用하여 實際로 波形을 撮影하여 理論的 波形과 比較檢討하였다.

모오타스코프에 나타나는 波形을 正確하게 判讀할 수 있으면 機關의 點火機構를 分解하지 않고 迅速하게 點火系統의 故障診斷을 行할 수 있으나 數百種類의 故障에 對한 波形을 記憶하거

나 또는 說明書의 波形과 일일이 比較 判讀한다는 것은 極히 困難하므로 標準波形의 各部分의 電氣的 意味와 點火系統에 있는 各 機構의 作動 및 機能을 正確히 理解해 두는 것은 大端히 重要하다.

本論文은 各種 波形에 對한 理論的 根據를 明確히 하였으며 이 結果는 모오타스코프의 波形의 正確한 判讀에 큰 도움을 줄 것으로 생각한다.

波形判讀에 關한 徹底한 研究를 爲해서는 完全한 同期가 困難한 모오타스코프의 波形을 鮮明하게 撮影하는 技術이 要求되는 바 이를 爲해서는 波形과 카메라를 同期시키는 트랜지스터同期 回路의 使用이 有効할 것으로 생각되나 이에 對하여는 더욱 檢討가 要求된다 또한 機關의 點火系統은 機關의 他機構의 作動과도 密接한 關係가 있으므로 모오타 애나라이저(Motor analyzer)의 使用과 더불어 自動車故障의 全般에 對한 系統的인 研究도 앞으로 더욱 行해져야 할 것이다.

### 參考文獻

- (1) Guy F. Wetzel, M. E. : Automotive Diagnosis and Tune up Third Edition, MASTER TECHNICAL PRESS, Park Ridge ■ 1961. p 516~541
- (2) 自動車故障診斷整備事典編集委員會 : 自動車故障診斷整備事典 第11版, 理工學社, p 3-114~117
- (3) 松谷守康 : 自動車의 電氣知識 日本技術學院, 1967. p 136~147
- (4) 熊谷三郎 : 過渡現象, 共立出版株式會社, 1971, 1章, 8章  
尾崎 弘

