

Micro Computer를 이용한 自動車用 Brake 試驗 自動化 System에 對한 考察

Micro computer-controlled Automatic Test
Method for Automotive Brake System



鄭 華 泳*
Hwa-Young, Jeong

Owing to remarkable development in automotive industry, vehicle performance comes close to perfection and guarantee of stability is getting emphasized in accordance with high speed trend in vehicle.

In recent years, the utilization of automatic test method for research and development of automotive brake system is being propelled actively, which pursue whole automatic control from simple measurement to data acquisition.

The main subject of this paper is to make a brief explanation on Micro computer-controlled Automatic Test Method for Automotive Brake System which makes it possible to test with high accuracy and speed.

1. 序 論

自動車産業의 눈부신 發展에 隨伴하여, 自動車의 性能도 完全한 것에 가까와지고 있으며, 그 利用도 漸次 增加되고 있다는 것은 周知의 事實이다. 또한, 自動車의 安全에 對한 關心의 高調와 더불어 自動車의 安定性確保라는 至上命題에 對하여 各方面에 걸쳐 여러가지 形態의 檢討 및 研究가 進行되고 있다.

특히, 自動車에 있어서 重要的 保安部品の 하나인 制動裝置(Brake System)의 研究開發分野에서는, 短期間內에 信賴性 높은 Brake를 開發할 必要가 있으므로 開發試驗에 있어서 計測 및 制御로부터 Data 處理에 이르는 綜合的인 制御를 指向한 試驗自動化 System

의 導入이 積極推進되고 있다.

여기에서는, Brake의 研究開發에 있어서 最近 急速히 發達되고 있는 Micro computer 및 制御裝置를 利用하여 試驗 및 Data 處理의 自動化를 達成하고 보다 迅速하고 精度 높은 試驗을 可能하게 하는 Brake 試驗自動化 System에 注目하고 그 概要에 對하여 說明한다.

2. Brake 試驗自動化 System의 概要

Brake에 要求되는 機能에는 여러가지가 있지만, 특히 高速制動이나 都心地에서의 頻繁한 制動等 廣範圍한 使用條件에서 確實하고 安定된 制動性能이 要求된다. 따라서 摩擦材를 包含한 制動裝置의 開發을 完成시키기 위해서는, 實車에 裝着했을 때와 同一한 試驗條件으로 試驗하여 性能을 正確히 把握하는 것은

* 正會員, 現代自動車(株) 研究部

自動車の 安全走行의 側面에서 大端히 重要하다.

Brake Dynamometer 는 이러한 目的에 付合되는 有效한 試驗裝備으로써 Brake 의 性能 및 耐久性評價에 널리 使用되어 왔다. 그러나 Brake 性能試驗의 Parameter에는 車速, 制動減速度 또는 制動壓力, 溫度, 浸水特性 等 여러가지 變數가 많이 介在되어 있으므로 試驗制御가 複雜하고 發生되는 Data의 量도 大端히 많기 때문에 이들의 處理에 많은 人力과 時間이 消費되어 왔다. 이러한 點을 考慮하여, 本 System에서는 Micro computer 및 Program制御裝置(Programmable Controller)의 採用으로 試驗의 自動化와 Data處理의 機械化를 達成하여 試驗의 迅速性과 正確性을 圖謀하였다.

3. Brake Dynamometer 試驗裝備의 構成

本章 및 다음章에서는, 第 5 章에서 說明하는 Computer Program 自動制御 및 計測原理에 대한 理解를 돕기 爲하여, Brake Dynamometer의 構成 및 試驗方法에 對한 基本概念을 說明한다.

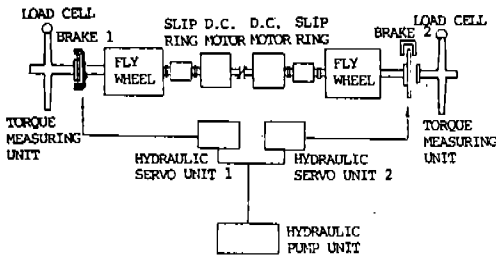


그림 1. Tandem type double ended Brake Dynamometer 試驗裝置 構成圖

그림 1은 中間의 連結 Clutch를 中心으로 左右對稱으로 2개의 Single Brake Dynamometer를 設置하여 2개의 Brake Unit를 左右 同一한 條件으로 同時制御 또는 左右 다른 試驗條件으로 別途制御가 可能한 現代自動車保有 小型車用 Brake Dynamometer 試驗裝備의 構成을 簡單히 圖示한 것이다.

一般的으로 Brake Dynamometer 試驗裝備는 驅動電動機, Fly wheel unit, Slip ring, Torque measuring unit, 被試驗 Brake 및 Brake 操作裝置 等으로 構成되어 지며, 以下 各部에 對하여 簡單히 說明한다.

3-1 驅動電動機

實際車輛의 速度에 相當하는 回轉數로 Simulation하기 爲하여 回轉數를 自由로이 變化시킬 必要가 있으므로, 一般的으로 制御特性이 좋은 可變速直流通電動機가 使用된다. 容量은 加速時間으로 決定되며, 加速時間은 試驗項目中 가장 짧은 制動間隔으로 試驗하는 Fade試驗의 規定周期(Cycle time) 以內에서 試驗이 可能하도록 考慮해야 한다.

3-2 Fly wheel unit

路上走行에서 車輛이 지나는 運動 Energy를 適當한 Fly wheel 質量에 貯藏하여 實車慣性을 再現하기 爲한 것으로서, 一般的으로 여러가지 試驗對象車輛에 對하여 各各 다른 慣性 Moment를 줄 必要가 있으므로 慣性을 自由로이 變更調整할 수 있도록 서로 다른 質量과 크기를 가진 円板의 Fly wheel을 여러 枚 準備하여 選擇組合할 수 있는 構造로 되어 있다.

3-3 Torque 測定裝置

制動時 發生되는 Torque의 測定은, Brake 固定部(Backing plate 또는 Caliper)를 裝着하는 軸을 搖動시켜, 이 軸에 Torque lever arm을 設置하여 Arm先端의 荷重을 引張壓縮型 高精度 Load cell에 依하여 計測하는 方式을 採用하고 있다.

3-4 Brake 操作裝置

實車에서는 運轉者의 발로 Brake pedal 에 任意의 힘(踏力)을 加하므로써 Brake Master Cylinder 및 Pipe Line에 形成되는 壓力轉播에 依하여 制動作用이 이루어지게 된다. Brake Dynamometer에 使用되는 Brake操

作裝置는, 主로 實車의 Brake Master Cylinder 와 그것을 操作하는 Actuator(油壓 Cylinder) 및 電氣油壓 Servo Valve로 構成되어 있다.

Actuator의 出力은, Servo Valve에 入力되는 電氣信號로 Servo Valve의 開度を 制御하고, 油壓 Pump unit로부터 Actuator로 흐르는 流量을 調整하므로써 制御된다.

3-5 Cooling Blower

Brake의 冷却은, 一般的으로 規定된 一定 風速(11m/s)으로 試驗을 하고 있지만, 實車 走行狀態의 Simulation이나 冷却效果의 實驗 等과 같이 風速을 變化시켜 試驗하는 것이 바람직한 境遇도 있다.

本 System에서는 Blower의 定速 및 可變速 制御를 可能하게 하였으며, 特히 風速을 變化시키는 데는 Blower Motor의 速度를 驅動電動機의 速度에 追從시키는 同時에 補助的으로 Blower 空氣吸入口에 設置한 Damper의 開度を 調節하는 것으로 可能하게 된다.

3-6 噴水裝置(Water spray unit)

Brake가 浸水되었을 때 制動摩擦面에 生成되는 水膜의 潤滑作用에 依하여 制動力이 低下되는 現象을 再現하기 爲한 試驗에 使用되며, Water tank unit, 流量開閉用 Solenoid Valve, 流量調節 Valve 및 流量計, Water Spray Nozzle 等으로 構成된다.

3-7 Brake 溫度의 檢出

一般的으로, Brake 性能試驗에서는 固定側(Brake Lining)의 溫度를 基準으로 計測 및 制御를 하는 反面에, Lining 摩耗試驗과 같이 高溫에서 多數의 制動을 反復遂行하는 境遇, 溫度檢出 Sensor의 損傷에 依한 計測值의 不確實性增大 等を 考慮하여 回轉側(Drum 또는 Rotor)의 溫度를 基準으로 計測 및 制御를 遂行하는 境遇가 있다.

溫度計測은 熱傳對(Thermo Couple)로 行하나 檢出電壓이 微弱하기 때문에 回轉部의

溫度計測을 爲하여 使用되어지는 Slip Ring의 製作에 注意하지 않으면 Noise 및 誤差가 發生할 수 있다.

3-8 Dynamometer 回轉數의 檢出

實際車輛의 速度에 相當하는 Dynamometer 回轉數의 檢出은 Pulse 檢出器를 使用한다. 이 檢出器에 依하여 制動開始點의 回轉速度를 制御하며, 이것은 또한 制動終速度의 檢出에도 使用되어 진다.

3-9 Brake의 制御

Brake Dynamometer에서 Brake를 試驗하는 方法을 크게 入力一定方式과 出力一定方式으로 나눌 수 있다. 實車試驗의 Simulation 側面에서는 出力一定, 卽 減速度 또는 制動 Torque一定方式이 바람직하며, Brake 單體의 性能을 調査하는 境遇는 入力一定, 卽 油壓一定方式이 바람직하다.

3-9-1 Stroke 制御

Master Cylinder를 操作하는 油壓 Servo Cylinder의 Stroke를 任意로 制御하는 방식이며, 主로 試驗前 Brake pipe line 內의 空氣 뽑기(Air Bleeding), Stroke 對 油壓의 特性線圖把握에 使用되며, 實際 試驗에서는 使用되어지지 않는다.

3-9-2 油壓制御

制動中에는 車速의 變化에도 不拘하고, Pipe line 內의 油壓이 設定值로 되도록 壓力變換器(Pressure Transducer)의 Feed Back 信號와 比較하여 Servo Cylinder로 Brake Master Cylinder를 自動制御하고, 制動終速度檢出로부터 다음 制動開始까지 油壓은 零이 되며 Brake는 解除狀態를 維持한다.

3-9-3 Torque 制御

車速, 被試驗 Brake의 摩擦係數 等の 變化에도 不拘하고 항상 制動中에는 制動 Torque가 設定值로 되도록 Torque 計測值과 比較하여 Servo Cylinder로 Master Cylinder를 自動制御한다.

Torque 一定制御의 境遇, 制動中 Brake

Lining 摩擦材와 Drum과의 摩擦係數變化에 依하여 制動效率가 急速히 大幅으로 變化하는 것도 있으므로, 油壓制御의 境遇보다 한층 制御가 困難하다. 따라서 보다 高度의 制御特性 및 技術이 要求되며 빠른 應答性, 制御精度, 安定性에 對하여 充分히 考慮하지 않으면 안 된다.

그림 2에 Brake 制御 System의 原理를 圖示하였다.

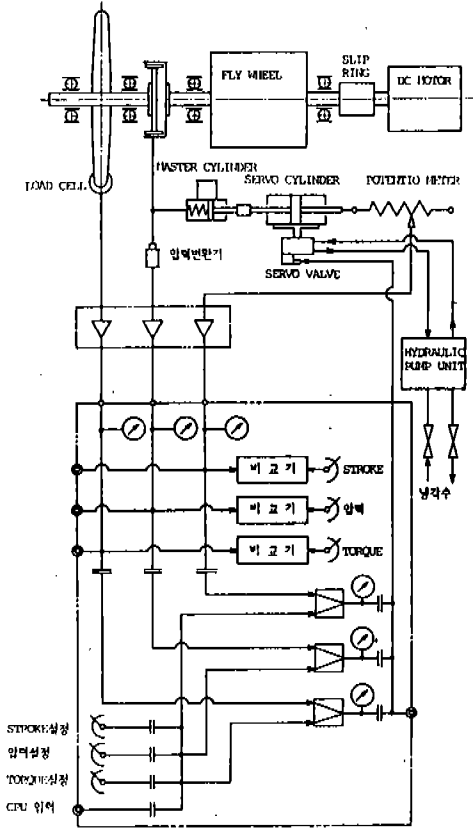


그림 2. Brake 制御 System

4. Brake 試驗方法

Brake 試驗方法에는, 制動初速度, 制動終速度, 制動間隔, 制動前 Brake 溫度, 制動油壓, 制動減速度 또는 Torque, 制動回數 등의 Parameter를 操作盤 및 計測盤의 設定器에 P-reset 하여 두고 Push Button Switch를 操作하여 試驗하는 手動 및 自動運轉, 各種의 運

轉 Pattern을 順次的으로 組合하여 Computer Program 制御에 依하여 一連의 試驗을 遂行하는 規格試驗 또는 Schedule 運轉이 있다.

表 1에 運轉 Pattern에 關連되는 各種 Parameter를, 表 2에는 代表的인 運轉 Pattern 例를 圖示하였다.

表 1. 運轉 Pattern에 關連되는 各種 Parameter

Parameter	內 容	
運轉 條 件	制御方式	Torque一定, 壓力一定
	運轉 cycle	溫度 cycle, 時間 cycle
	回轉方向	正回轉, 逆回轉
	冷 却 風	Blower on/off, 定速/可變速
	噴 水	噴水指令의 有無
制 御 值	油壓 또는 Torque의 設定值	
溫 度	溫度 Cycle時的 設定된 制動前 Brake溫度	
時 間	時間 Cycle時的 制動間隔	
制動初速度	Brake를 걸기 始作할때의 車速	
制動終速度	Brake解除時的 車速	
回 數	反復制動回數	

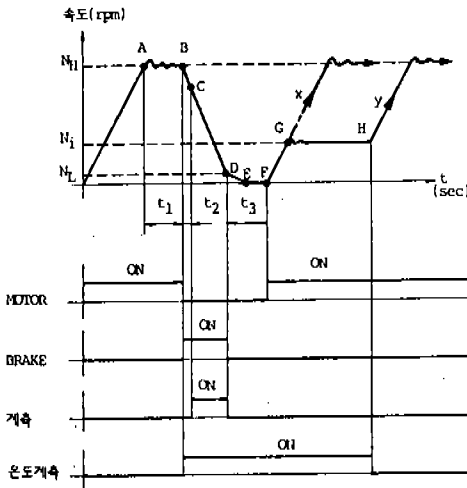
表 2. 運轉 Pattern例

運轉 Pattern	內 容
길들이기 (Burnish)	Torque一定으로 數 10~數 100 回の 溫度 Cycle 運轉
效力試驗 (Effectiveness Test)	Torque(減速度) Pitch 또는 壓力 Pitch를 設定하고, 1回 制動마다 1 Pitch씩 올리면서 溫度 Cycle 運轉 遂行
Fade & Recovery 試驗	油壓 또는 Torque(減速度) 一定, 時間 Cycle 運轉 遂行
空轉 및 放置	制動을 걸지 않고, 一定時間 Idling 또는 Soaking.
噴 水	一定回轉으로 空轉하는 Brake에 一定時間 噴水
摩耗試驗	制動前 Brake溫度(回轉側 溫度基準)를 指定制動 回數마다 變更하여, 溫度 Cycle 運轉 遂行

4-1 運轉 Pattern

4-1-1 溫度 Cycle 運轉 Pattern

制動開始點의 Brake 溫度를 設定하여 두고, Dynamometer를 加速하여 設定速度에 到達하고 同時に Brake 溫度가 設定溫度以下로 내려갔을 때, 미리 設定된 油壓 또는 Torque로 制動한다. 設定된 制動終速度에 到達하게 되면 Brake를 解除하고 再加速하여 所定回數만큼 反復遂行한다.



(Point G : DC Motor Idling 회전수 N_i Set in. 설정은도이하의 경우, N_H 로 가속)

그림 3. 溫度 Cycle 運轉 Pattern

4-1-2 時間 Cycle 運轉 Pattern

Brake 開始에서 다음 Brake 開始까지의 時間(制動間隔)을 設定하여 두고, Dynamometer를 加速하여 設定速度에 到達하고 設定된 時間이 經過하는 瞬間 制動한다. 制動作用에 依하여 設定된 制動終速度까지 減速되면 Brake를 解除하고 再加速하여 所定の 回數만큼 反復遂行한다.

4-2 Schedule 運轉

Schedule 運轉은 實車試驗에 가까운 試驗을 Brake Dynamometer 上에서 遂行하는 것이며, Brake의 性能比較 및 綜合評價에 主로 使用되어진다.

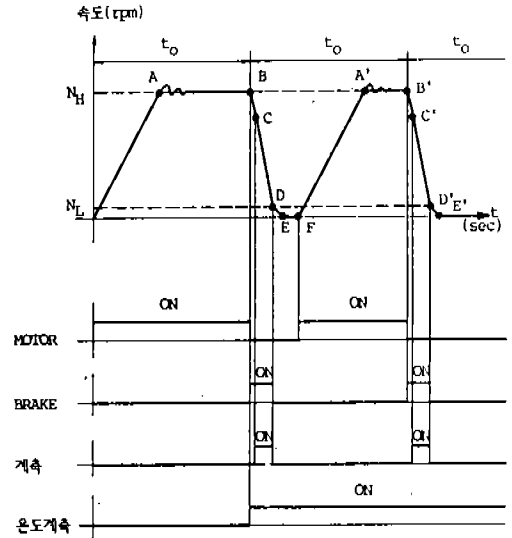


그림 4. 時間 Cycle 運轉 pattern

各國의 規定된 試驗方法에 따라 各種 運轉 Pattern을 作成하여 順次的으로 組合시켜 一連의 試驗을 遂行하는 規格試驗과 Brake의 實際使用條件을 Field 上에서 調査하여 收集된 Data를 基礎로 試驗 Mode를 開發하여 規格試驗과 마찬가지로 各種 運轉 Pattern을 作成, 順次的으로 組合시켜 一連의 試驗을 遂行하는 實車 Simulation으로 大別할 수 있다.

이들 一連의 試驗은, 多數의 運轉 Pattern으로 構成되어 있기 때문에, 하나의 試驗을 遂行하는데도 많은 時間이 所要되는 境遇가 許多하므로, 다음 章에서 說明하는 Computer Program에 依한 自動運轉으로 連續試驗하는 것이 一般의이다.

5. Computer System과 Program 自動制御

5-1 System 概要

本 System은, Full Size Brake Dynamometer 試驗裝備를 自動制御하면서 試驗時 發生하는 Data의 收集 및 計算處理, Data의 自動出力, 作圖機能까지 可能하도록 한 Brake 試驗 自動化 System의 一例로서 다음 事項에 主眼을 두어 System을 構成하였다.

그림 5에 Computer 제어 System 構成圖를 圖示하였다.

5-1-1 人間과 機械의 Communication

Brake Dynamometer 試驗은, 試驗의 準備 段階에서 運轉操作, System 狀態의 監視 및 認知, 試驗條件의 設定變更, Data의 處理 및 整理 等に 이르기까지 人間이 介在하는 程度가 다른 應用分野에 比較하여 大端히 강한 特徵을 갖고있기 때문에, 人間과 機械의 Communication 機能을 重視하여 各種操作, 表示, 條件의 變更이 容易하도록 System을 構成하였다.

5-1-2 System의 變更, 擴張性

System의 機能擴張에 따른 各種 Data의 收集, 運轉制御 Pattern의 變更 等に 쉽게 對處할 수 있도록 制御裝置로는 Programmable Controller를 採用하였으며, Computer 應用

Program의 大部分은 高級言語인 FORTRAN 으로 作成하여 Software의 變更, 追加를 容易하게 하였다.

5-1-3 Computer 機能의 極大化 追求

本 System의 機能은 運轉制御와 計測 Data 處理로 大別할 수 있으며, 運轉制御와 計測處理를 有機的으로 結付시키는 Feed Back 機能을 重視하고, 特히 Brake 試驗은 制動開始에서 終了까지의 制動時間이 數秒에 不過한 點을 考慮하여, 이 사이의 Data 計測, Sampling 處理 等に 많은 機能을 줄 必要가 있으므로, Software의 應答速度에 充分히 配慮하였다.

5-2 System의 機能

5-2-1 運轉準備

本 System에 있어서, Program 自動運轉에

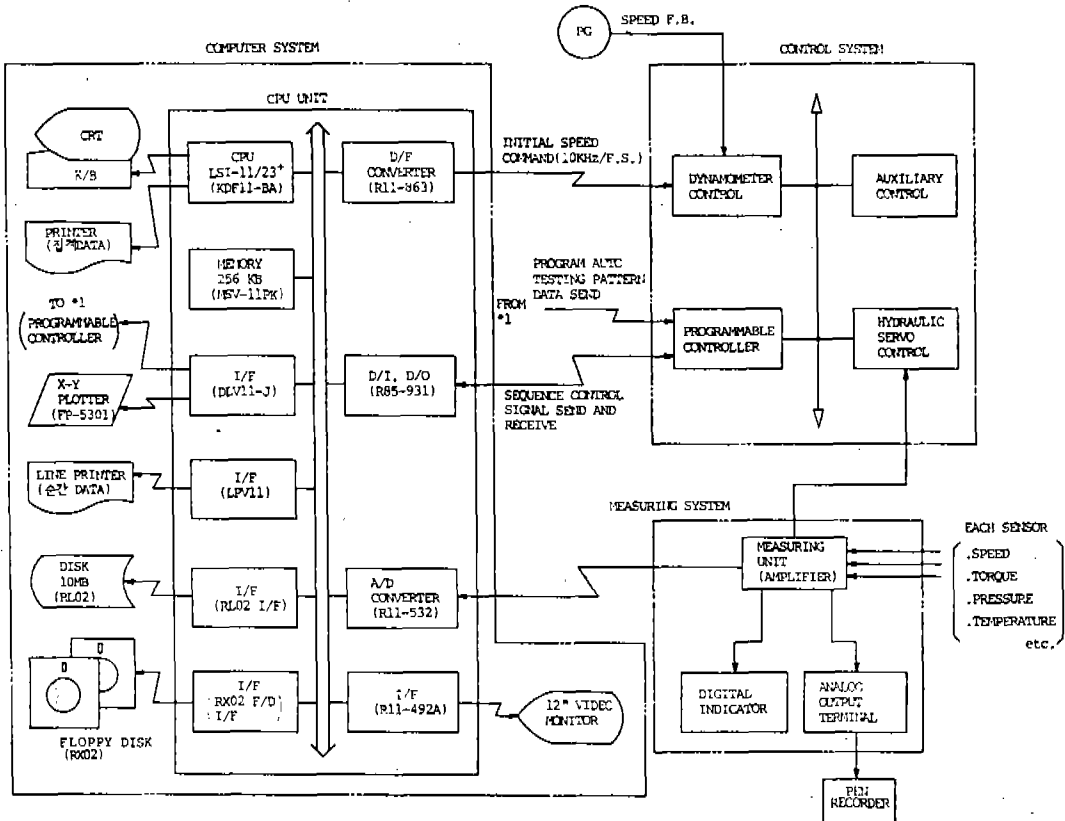


그림 5. Computer 제어 System 構成圖

使用되어지는 入力 Data에는 「Pattern Data」, 「Test Data」가 있으며, 汎用성을 갖도록 하기 爲하여, 「Pattern Data」와 「Test Data」를 分離하여 Disk File에 登錄시켜 놓고, 必要時에 Display하여 任意로 設定, 更新할 수 있도록 하였다.

(1) Pattern Data

定해진 規格의 試驗項目에 基礎하여, 設定된 條件에 따라 各種 Parameter를 入力하여 Pattern Data File을 作成한다.

(2) Test Data

作成, 登錄된 Pattern Data를 順次的으로 組合하고, 試驗車輛諸元 Data 등을 入力하여 Test Data File을 作成한다.

車輛諸元 Data는 被試驗體인 Brake Unit가 變更될 때마다 別途의 Test Data File을 作成하여 入力해 들 必要가 있으며, 車輛諸元 Data 中에는, Parameter 設定의 基本이 되는 車輛條件 卽, 車의 型式, 重量, Wheel Base, 重心高(CG Height), Tire徑, 慣性 Moment, 公稱最高速度 등과 Data Feed Back의 基準이 되는 諸數值로 構成된다.

그림 7에 Test Data 作成 Flow chart를 表 3에 Test Data 作成項目一覽을 圖示하였다.

5-2-2 運轉 Mode에 따른 計測制御

(1) 手動運轉 및 自動運轉

試驗裝備와 Computer를 分離시켜, 試驗에 所要되는 各種 Parameter를 操作盤 및 計測盤의 設定器에 Preset하여 두고, Push button switch의 操作으로 試驗機를 稼動하고, Data의 收集, 出力處理만 Computer가 遂行한다.

(2) Program 自動運轉

試驗機의 制御, Data의 收集에서 Data의 出力을 包含한 一連의 處理를 Computer로 一括하여 遂行하는 것으로, 一般性能試驗의 大部分과 實車 Simulation 등의 Schedule 運轉에 使用되어 진다.

그림 8에 Program 自動運轉의 計測制御 Flow chart를 圖示하였다.

5-2-3 運轉 Schedule의 管理 및 Pat-

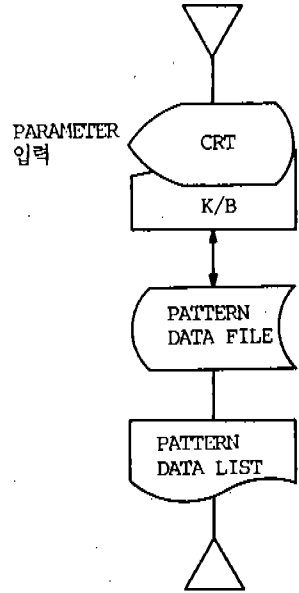


그림 6. Pattern Data 作成 Flow Chart

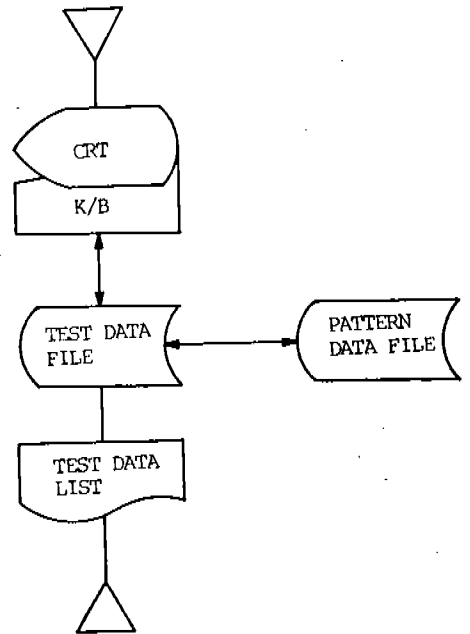


그림 7. Test Data 作成 Flow Chart

tern 制御

Schedule 運轉은, Test Data File에 收錄된 Pattern Data를 順次的으로 制御하는 方法으로 試驗을 進行하는 것이다. 卽, Pattern의 進行單位는 Step으로서, 하나의 Test Mo-

表 3. Test Data 作成項目一覽

No.	項 目	設 定 範 圍	備 考
1	Title, Comment	任意로 80 文字以內 設定 可能	• Test Code, 試驗名, Comment, 試驗車 輛條件 및 演算常數
2	運轉 Pattern No	0 ~ 99	• Burnish, Effectiveness, Base Line Check, Idling, Fade and Recovery, Wear Test, Emergency Brake etc.
3	運轉方法斗 條件 值	時間 Cycle 1~9999 sec 溫度 Cycle 0~999 °C	• 時間 Cycle 運轉의 境遇, 제 1回 制動時 間 溫度를 指定하여 試驗可能 (cf. JASO C 406 의 Fade Test etc.)
4	制御方式	空 轉 (Idling) 放 置 (Soaking) 油壓 一定 Torgue 一定	
5	制動制御值	油壓 一定時 ~300 kg / cm ² Torque 一定時 ~300kg .m	• 最大 5 點 設定可能 • 9 項의 制御 Pitch 指定時는 最大值와 最小值를 指定
6	制動初速度	~242km/h 또는 20~2000 rpm	• Tire 有効徑 Preset. • 5 項의 制御值에 對應하여 5 點 設定 可能
7	制動回數	1 ~ 9999 回	• 6 項의 各各에 對한 制動反復數
8	冷却 Blower	ON / OFF	• 冷却 Blower 의 使用을 指定
9	制御值 Pitch	1 ~ 9	• 1 回 制動마다 指定 Pitch 까지 制動制御 值를 等量 增加시키면서 制動 (cf. JASO C 406 의 Effectiveness Test etc.)
10	制動終速度	~242km/h 또는 20~2000 rpm	• 5 項의 制御值에 對應하여 5 點 設定 可能
11	噴 水	ON / OFF	

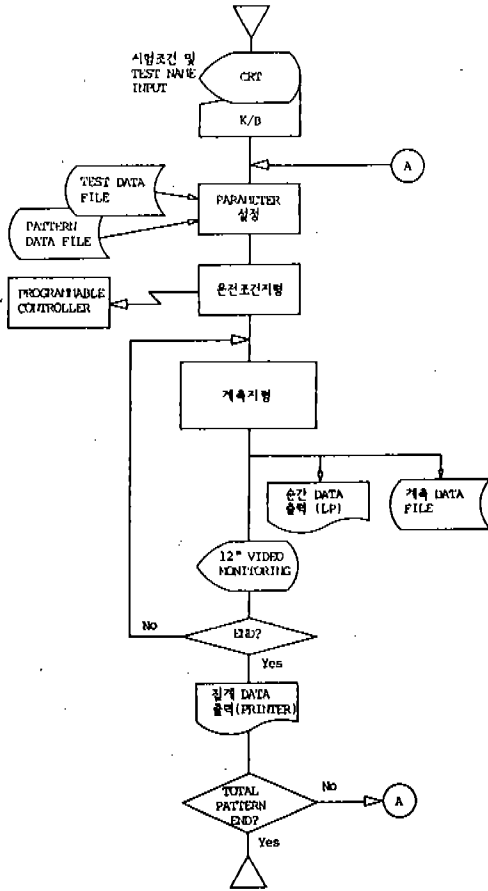


그림 8. Program 자동운轉의 計測制御 Flow Chart

de (Test Code)는 多數의 Step으로 構成되는 것이 一般적이다.

하나의 Step을 構成하는 Pattern 制御에 있어서, Dynamometer가 設定된 速度에 到達되면, 時間 Cycle의 境遇는 Computer內部の Real time clock으로 制動開始條件이 되었는지 判斷하게 된다. 溫度 Cycle의 境遇, 制動開始溫度의 設定値는 Computer로부터 Programmable Controller (PC)에 Digital値로 送信되며, Brake 溫度檢出信號는 PC의 A/D 變換器에 依하여 入力되어 PC內部の Memory에 記憶시킨 後, 이들의 값을 PC內部的 Comperator로 比較하여 制動開始條件이 되었는지 判斷한다. 條件이 된 境遇에는 다른 設

定器(油壓 또는 Torque 値, 制動終速度 等)를 Set하여 制動開始指令을 送信하여 制動한다. 制動終速度에 到達하면 制動終速度檢出器에 依하여 Computer에 Interrupt가 걸리고 Computer는 다음 制動을 爲하여 驅動電動機를 加速시켜 위의 過程을 되풀이하여 所定の 回數만큼 反復制動한 後, 하나의 Step을 終了하게 된다.

5-2-4 計測 및 Data 處理

Brake 試驗은 1회制動에 所要되는 時間이 數秒에 不過한 高速의 過度期的現象을 計測하는 것이므로, 計測의 Feed Back, Sampling, Noise 處理 等 어려운 點이 많다. 따라서, 計測은 Computer內의 100ms 單位의 Real time clock의 Interrupt로 起動되는 100ms 計測制御系(100ms 當 5~10回 Sampling 한 Data의 平均値計測)를 使用하고 있지만, 發生되는 Data의 量, 處理時間 및 試驗의 連續進行 等 System全體負荷의 節減 및 計測의 精度를 充分히 考慮하여 Sampling default 値를 300ms로 設定하여 두었다.

Brake 試驗에 있어서, 主制動時間(Main braking time)에 發生되는 Data를 有效한 Data로 取하는 境遇가 많다. 主制動區間은 Brake의 種類나 特性, 試驗裝備의 制御精度에 따라 달라질 수 있으므로 適切하게 設定할 必要가 있다. 本 System에서는 制動開始指令의 一定時間經過後, 或은 油壓 또는 Torque 設定値의 任意의 比率로부터 計測하는 것이 可能하도록 하였다. 制動開始指令의 一定時間經過後부터 計測하는 것은 時間設定器 等에 依하여 簡單히 可能하지만, 設定値의 任意의 比率로부터 計測을 開始하는 方法은 다음의 節次를 따른다. 即, 壓力 또는 Torque의 設定値를 PC의 A/D 變換器로부터 읽어들이고(10V/F.S.) 測定開始基準設定値를 PC의 A/D 變換器로 읽어들이는 다음(10V/100%), 油壓 또는 Torque의 設定値에 測定開始基準設定의 %値를 乘算하여, 이 값과 PC의 A/D 變換器로부터 入力된 油壓 또는 Torque의 Feed Back과 比較하여 計測開始條件을 判斷하여 計測을 開始하

表 4. 計測項目一覽

No.	計測項目	計測範圍	檢出器	表示計	記 錄 出力端子	Printer 出 力	X-Y Plotter	Disk Memory
1	回轉速度 左Bench 右Bench	10~2000 (rpm)	300PPR MP 981 電磁pick up	※ ×××× (rpm)	±10v/2000 (rpm)	×××× (rpm)	-	○
2	制動初速度 左右Bench			↑ (Hold表示)		↑		↑
3	制動終速度 左右Bench			↑		↑		↑
4	左 Bench 回轉側溫度	常溫 ~ 999 (°C)	CA 熱傳對	××× (°C)	10v/1000 (°C)	××× (°C)	○	↑
5	左 Bench 固定側溫度	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
6	右 Bench 回轉側溫度	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
7	右 Bench 固定側溫度	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
8	左 Bench 制動 Torgue	0~300 (kg.m)	1000kg 引長・壓 縮兩用 Load Cell	×××.× (kg.m)	±10v/300 (kg.m)	×××.×	↑	↑
9	右 Bench 制動 Torque	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
10	制動油壓左 右 Bench	0~300 (kg/cm ²)	500kg/cm ² Pressure Transduc er	×××.×	10v/300 (kg/cm ²)	×××.× (kg/cm ²)	↑	↑
11	Brake Master Cylinder Stroke	0~45 (mm)	Potentiometer	××.× (mm)	10v/45 (mm)	-	-	-
12	制動時間 左右Bench	0.1~999.9 (sec)	水晶發信 器	※ ×××.× (sec)		×××.× (sec)	○	○
13	制動回數 左右Bench	1~9999 (回)	Counter	※ ×××× (回)		×××× (回)	↑	↑

(注) 表示計 記載事項中 ※表示部は 12" Video Monitor の 集中表示項目目。

表 5. 演算項目一覽

No.	演算項目	範圍(單位)	Printer 出力	表示計	演算式
1	車速度(Vi) 左右 Bench	0.1~999.9 (km/h)	×××.× (km/h)	※ ×××.× (km/h)	$0.12 \pi r N_i$ r : Tire 有効半徑 (m) N _i : 回轉速度 (rpm)
2	制動初速度 左右 Bench	↑	↑	↑ (Hold 表示)	$0.12 \pi r N_H$ N _H : 制動開始時 回轉速度 (rpm)
3	制動終速度 左右 Bench	↑	↑	↑ (Hold 表示)	$0.12 \pi r N_L$ N _L : 制動開放時 回轉速度 (rpm)
4	總積算制動反復 數 左右 Bench	1~99999 (回)	××××× (回)	※ ××××× (回) (Hold 表示)	$\sum_{i=1}^n n_i$ n _i = 制動回數 (回)
5	制動距離 左右 Bench	0.1~999.9 (m)	×××.× (m)	※ ×××.× (m) (Hold 表示)	$2 \pi r N_R$ N _R : 制動回轉數 (回)
6	總積算制動時間 左右 Bench	0.1~9999 (min)	×××× (min)	※ ×××× (min) (Hold 表示)	$\frac{1}{60} \sum_{i=1}^n t_i$ t _i : 制動時間 (sec)
7	制動開始時溫度 左 Bench 回轉, 固定側 各 1 點 右 Bench 回轉, 固定側 各 1 點	常溫~ 999 (°C)	××× (°C)	—	制動開始時 溫度 各 1 點 Sampling
8	制動中平均溫度 左 Bench 回轉, 固定側 各 1 點 右 Bench 回轉, 固定側 各 1 點	常溫~ 999 (°C)	××× (°C)	—	$\frac{1}{N} \sum_{i=1}^n \theta_i$ N : Sampling (回) θ _i : Sampling 溫度 Data (°C)
9	制動中最高溫度 左 Bench 回轉, 固定側 各 1 點 右 Bench 回轉, 固定側 各 1 點	↑	↑	—	制動指令으로부터 最大值를 Sampling. 但, 制動開始後 溫度가 上昇 하고 있는 境遇, 停止檢出後 30 sec 까지의 最大值를 Sampling.
10	最小制動Torque 左右Bench各點	0.1~300.0 (kg.m)	×××.× (kg.m)	—	入力 一定制動時 計測指令으 로부터 最小值를 Sampling.

No.	演算項目	範圍(單位)	Printer 出力	表示計	演算式
11	平均制動 Torque 左右 Bench 各 1 點	↑	↑	—	入力 一定制動時 演算 $\frac{1}{N} \sum_{i=1}^n T_i$ T_i : Sampling Torque Data (kg.m)
12	平均制動 Torque 의 左右 Bench 合計	0.1~600.0 (kg.m)	↑	—	11 項의 左右 Bench 平均 Torque 를 加算한다.
13	最大制動 Torque 左右 Bench	0.1~300.0 (kg.m)	↑	—	入力一定 制動時 計測指令으 로부터 最大値를 Sampling.
14	最小制動油壓	0.1~300 (kg/cm ²)	×××.× (kg/cm ²)	—	出力一定 制動時 計測指令으 로부터 最小値를 Sampling.
15	平均制動油壓 左右 Bench	↑	↑	—	出力一定 制動時 演算 $\frac{1}{N} \sum_{i=1}^n P_i$ P_i = Sampling 油壓 Data (kg/cm ²)
16	最大制動油壓 左右 Bench	↑	↑	—	出力一定 制動時 計測指令으 로부터 最大値를 Sampling.
17	減速度 左右 Bench	0.01~99.99 (m/sec ²)	××.×× (m/sec ²)	—	$\frac{1}{3.6} \frac{V_i - V_{i+1}}{t}$ V_i : 1 項 Sampling Data t : Sampling 時間
18	平均減速度 左右 Bench	↑	↑	—	$\frac{1}{(N-1)} \frac{(V_i - V_{i+1})}{t}$
19	BEF 值 左右 Bench 各 1 點	0.001 ~ 9.999	×.×××	—	$K \frac{T_i}{P_i} = BEF$ K: 演算常數(×.×××)
20	最小 BEF 值 左右 Bench 各 1 點	↑	↑	—	19 項에서 演算되는 값(BEF)의 最小値를 Sampling.
21	平均 BEF 值 左右 Bench 各 1 點	↑	↑	—	$\frac{1}{N} \sum_{i=1}^n BEF_i$
22	最大 BEF 值 左右 Bench 各 1 點	↑	↑	—	BEF _i 의 最大値를 Sampling

(注) 表示計 記載事項中 ※表示部는 12" Video Monitor 의 集中表示項目임.

게 된다.

表 4는 計測項目一覽을, 表 5는 演算項目一覽을, 本 System에 있어서의 計測, 演算 및 作圖, 作表(集計 Data 處理)機能을 包含한 Data의 收集關係全般에 걸쳐서 要約整理하여 圖示한 것이다.

6. 結 論

以上과 같이 Micro computer 및 Program 制御裝置를 採用한 自動車用 Brake 試驗自動화 System에 對하여, 現代自動車保有 小型車用 Double Ended Brake Dynamometer를 中心으로 그 概要를 說明하였다.

특히 本 System은 新車種開發時 開發期間의 制限性때문에 短期間內에 信賴性 높은 制動裝置를 開發할 必要性에 付合되지 않으면 안되는 現實을 考慮하여 볼 때 迅速하고 精度 높은 試驗을 可能하게 하며, Brake 試驗自動화 System을 活用하므로써 試驗의 信賴性增大 및 能率化를 圖謀할 수 있다고 생각된다.

REFERENCE

1. H.Y. Jeong, "A Study on the Characteristics of Friction in Automotive Brake Lining", Journal of KSAE, Vol. 8, No. 4, pp. 56-65, 1986.
2. H.W. Chwartz and S.K. Rhee, "Brake Dynamometer Evaluation of the Detroit Traffic Road Test", SAE Paper No. 70026, 1977.
3. H.H.J. Von Thun, "A Double Ended Brake Test Rig with Inertia Simulation", SAE Paper No. 800855, 1980.
4. Harald Abendroth, "A New Approach to Brake Testing", SAE Paper No. 850080, 1985.
5. H. Harada, et al., "Simulation of Vehicle Brake Performance On Brake Dynamometer", FISITA Report No. 845064, 1984.
6. A.J. Wilson and G.T. Bowsher, "Machine

- Testing for Brake Lining Classification", SAE Paper No. 740415, 1974.
7. Donald Hatch, et. al., "Brake Test Dynamometer Programming", Proc. Instn. Mech. Engrs, Vol. 192, pp. 377-385, 1978.
8. Donald Hatch, "Brake Test Dynamometer Programme for Europe and the U.S.A.", SAE Paper No. 810312, 1981.
9. Japanese Automobile Standard Organization, "JASO C406; Braking Device Dynamometer Test Procedure—Passenger Car", Society of Auto. Engrs of Japan, 1982.
10. Japanese Automobile Standard Organization, "JASO C446; General Rules of Brake of Automobiles and Motor cycles", Society of Auto. Engrs of Japan, 1979.
11. Japanese Automobile Standard Organization, "JASO C427; Wear Test Procedure on Inertia Dynamometer—Brake Friction Materials", Society of Auto. Engrs of Japan, 1983.
12. Japanese Industrial Standards Committee, "JIS D0106; Glossary of Terms Relating to Brake Types, Braking Mechanics and Brake Operation of Automobiles", Japanese Standards Association, 1984.
13. 永井秀憲, 中野健, 高井恭治, "大型ブレーキダイナモメーター製作仕様書(No. MS-83005)", 東洋電機製造株式会社, 1984.
14. 永井秀憲, 中野健, 高井恭治, "小型乗用車用 デュアル ブレーキ ダイナモメーター製作仕様書(No. MS-85030)", 東洋電機製造株式会社, 1986.
15. 永沼征雄, 加藤克己, 高橋正躬, "ブレーキテストシステム", 明電時報, 通卷第 149 號, pp. 37-48, (株)明電社, 1979.
16. 三菱電機株式會社, "プログラマブルコントローラ應用マニュアル MELSEC-K シリーズ", (株)電氣會院, 1983.