

모델에 의한 吸氣管内 燃料流動의 舉動에 關한 實驗研究

An Experimental Study on the Behavior of Fuel Flow in Intake Manifold by the Model

朴 涇 錫*
K. S. Park

Abstract

This paper deals with the experimental study on the behavior of fuel (methanol) in intake manifold by using the basic apparatus which is manufactured the visible straight tube type model.

In this study, the new device for liquid film thickness measurement and vaporization rate measurement are introduced to investigate the variation of liquid film thickness along the intake manifold and to observe the effect of vaporization of injected fuel.

The results are summarized as follows:

- 1) The vaporization rate increases in proportion to decreasing of throttle valve angle and growing air fuel ratio.
- 2) The liquid film thickness along the intake manifold is mostly independent for the throttle valve angle in low air velocity and then affected in high air velocity, but the distribution of the liquid film thickness on circumferential position almost constant in the region of 300mm down stream from carburetor.
- 3) The mean liquid film thickness is 0.04 - 0.18mm in case of methanol in the region of air velocity $V_a = 12\text{m/s} - 55\text{m/s}$ and decreases with decreasing the throttle valve angle.

1. 緒 論

氣化器를 갖는 自動車用 가솔린機關의 各 運轉狀態에 있어서 언제나 適正한 混合氣를 실린더內에 供給하기 위해서는 氣化器로부터 噴出하는 燃料流量이나 噴霧狀態를 正確히 規制함과 同時에 噴出後 실린더內에 到達할때까지의 吸氣管内에 있어서 燃料의 舉動을 明確히 把握하고 그것에 對處할 必要가 있다.

自動車用 가솔린機關에 있어서 吸氣系統은 氣化器, 吸氣管 및 吸氣밸브裝置로 構成되어 있으

며, 이 中 氣化器는 構造上 벤츄리, 노즐 등 簡單한 形狀의 것이 組合되어 構成되지만, 機關의 負荷變動에 따라 소기의 目的을 성취시키기 위한 흐름의 樣狀은 그 解析이 매우 複雜하다. 즉 氣化器의 벤츄리 喉部分의 노즐로부터 噴出된 燃料의 一部는 液滴狀態로 高速氣流 中에 浮遊하고 나머지는 吸氣管壁에 附着하여 氣筒側으로 移動하면서 氣化되어 混合氣를 形成한다. 따라서 實用機關에서는 燃料의 噴霧狀態(粒徑, 分布 등), 燃料의 蒸溜性狀 및 液膜流의 流動 狀態가 吸入速度, 溫度, 壓力, 流動狀態 및 吸氣管의 直

이 등 많은 因子의 影響을 받으므로 現象은 極其히 複雜하다. 이 分野의 研究로서는 山下,¹⁾ 棚澤²⁾ 등의 氣化器를 對象으로 한 實驗의 研究가 있다. 山下는 圓管 및 絞縮管內의 空氣流動에 平行方向으로 물을 噴射하고, 風速 35~60m/s의 範圍에서 管壁에 對한 附着量과 管斷面上의 通過分布를 求하고 있으나 液體의 管壁에 對한 附着狀態나 浮遊液滴의 크기 등에 對한 一般의 特性은 밝히지 못하고 있다. 棚澤은 空氣流動에 直角으로 液體를 噴射하며 微粒化에 미치는 nozzle의 位置와 形狀 그리고 發生粒徑을 測定하였다.

또 管內氣流流動 中에 液體를 噴射하였을 경우의 液滴舉動에 關한 基礎的 研究의 代表的인 例로서 倉林, 柄澤³⁾ 등의 研究를 들 수 있다. 이 研究는 管內의 高速氣流 中에 直管노즐, 衝突노즐 및 헬로우 노즐 등에 의하여 물을 噴射하여, 下流의 管端을 通過한 液滴流量(浮遊液量)에 對한 氣流速度, 噴射液量, 管의 길이, 直徑, 노즐의 形狀 및 噴射方向 등의 諸 影響에 대하여 實驗하였다.

이 實驗의 結果는 管內氣流 中에 물을 高壓噴射한 경우의 浮遊率變化에 대한 一般的 傾向을 밝혔고, 浮遊率에 對한 各種因子의 影響을 考察하였으나, 對象이 벤투리를 갖지 않는 平直管에 對하여 實驗하였기 때문에, 저속部分에 있어서는 浮遊率의 特性이 實用氣化器를 갖는 吸氣管의 경우와 相異하다.

한편 氣化器에 噴출된 燃料의 舉動과 諸要素에 對한 研究 등 氣化器를 포함하는 吸氣系統에 關한 研究^{4)~6)}가 있어 이에 따른 改善策이 많이 研究되어 지고 있으나, 거의 部分 負荷 條件下에서 運轉되는 自動車用 가솔린機關에서는 過濃混合비로 因한 燃料消費率增大과 排氣 가스

로 因한 大氣汚染防止 등의 改善點이 許多하다.

따라서 本 研究에서는 이러한 吸氣系統 內의 流動現象을 明確히 究明하고 氣化率 特性을 밝힐 目的으로 實用가솔린機關의 吸氣管을 假想하여 水平直管의 可視模型 吸氣系統을 기초 모델로 製作하고, 液膜形成狀態를 左右하는 燃料의 比重, 粘度, 表面張力 등이 가솔린과 유사한 메탄올을 사용하여 吸氣管內 燃料舉動 現象을 實驗적으로 究明하였다.

2. 吸氣管內 燃料의 流動

Fig. 1에서 보는 바와 같이 流動現象을 개략적으로 설명하면 氣化器로부터 供給된 燃料는 吸氣管을 通해서, 吸入된다. 이것을 吸氣管의 入口側에서 보면 노즐로부터 噴出한 燃料流量 q_i (單位時間當의 液體로서의 容積流量)는 噴霧狀으로 되어서 吸入空氣와 함께 吸氣管 中心部를 흐르는 유량 q_{si} 와 吸氣管壁에 附着하여 흐르는 q_{wi} 로 나뉘어 진다. 즉

$$q_i = q_{si} + q_{wi} \dots\dots\dots (1)$$

한편 吸氣管의 出口側에서 보면 역시 噴霧流의 形으로 실린더에 들어가는 量 q_{so} 와 吸氣管壁을 따라 液膜流로 실린더에 들어가는 q_{wo} 로 도합 q_o 가 실린더에 들어간다.

따라서

$$q_o = q_{so} + q_{wo} \dots\dots\dots (2)$$

이 q_o 와 q_i 와는 機關의 定常運轉狀態에 있어서는 같다고 볼 수 있지만 過渡時에는, 管壁에 附着하여 흐르는 液膜流의 두께는 드로틀 밸브 開度가 큰 편이 두꺼워지기 때문에 드로틀 밸브를 急開한 경우에 q_i 의 일부는 처음 液膜流의 두께를 增加하는데 消費되고 그 두께가 定常 狀態의

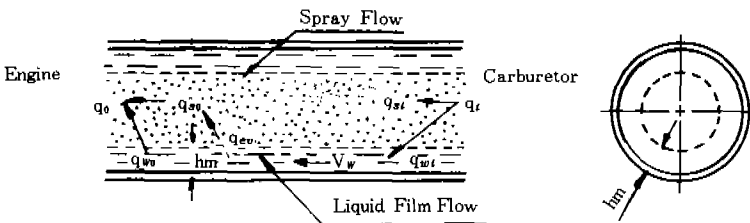


Fig. 1. Schematic Diagram of Mixture Behaviour in Intake Manifold.

두께로 될때까지 q_w 는 q_i 보다 작아진다.

吸氣管을 흐르는 液膜流로부터 蒸發하는 量을 q_{ev} 라 하면 定常狀態에서는

$$q_{so} = q_{si} + q_{ev} \dots\dots\dots(3)$$

$$q_{wo} = q_{wi} - q_{ev} \dots\dots\dots(4)$$

가 되고, 또한 吸氣管의 内徑을 D , 長이를 L 로 하고 液膜流가 吸氣管内 壁面에 일정한 두께 h_m 로 附着하여 흘러갈 때 그 平均流速을 V_w 라 하면

$$q_{wo} = \pi Dh_m V_w \dots\dots\dots(5)$$

따라서

$$q_{wi} = \pi Dh_m V_w + q_{ev} \dots\dots\dots(6)$$

가 된다.

한편 가솔린機關의 燃燒特性에 있어 氣化器에서 噴出된 燃料의 浮遊液滴 中 粒徑 $10\mu m$ 以下의 液滴群은 氣體燃料의 予混合氣와 같은 樣狀의 燃燒를 하고, $40\mu m$ 以上의 液滴은 個別的으로 燃燒하여 不完全燃燒가 되며, $10\sim 40\mu m$ 에서는 그 中間의 樣狀을 보이는 것으로 報告⁽¹⁰⁾되고 있어 本 實驗에서는 $30\mu m$ 以下의 燃料粒子는 氣化된 것으로 간주하였다.

이와같이 가솔린機關의 燃料供給系統에 있어서 氣化器에서 噴出된 燃料噴霧는 吸氣管内에서 液滴狀態와 液膜狀態로 機關側으로 流動하면서 蒸發을 계속하며 이를 大別하면 (1) 氣化器 벤투리内에서 氣化하고 또는 吸氣管内에서 蒸發하여

空氣流動과 더불어 氣筒内로 吸入되는 燃料流動, (2) 氣化器 또는 吸氣管内에서 大小의 液滴狀態로 空氣流動과 同伴하여 氣筒内로 吸入되는 燃料流動 및 (3) 吸氣管壁에 附着하여 液膜을 形成하고 空氣流動에 끌려 氣筒内로 吸入되는 燃料流動 등으로 大別할 수 있다. 其中 管壁에 附着하여 流動하는 液膜燃料는 機關内에서나 大部分 氣化를 完了하게 되므로 이에 따른 排氣 氣對策, 燃料低減의 問題, 機關의 性能低下의 要因이 되고 있으며, 液滴燃料는 適應性이 좋으므로 機關性能에 별 問題가 없는 것으로 알려져 있으나 粒徑이 큰 燃料粒子의 경우에서는 氣化되었다고 볼 수 없으므로 機關性能 및 排氣가스 對策 등의 問題가 야기될 것으로 思慮된다.

3. 實驗裝置 및 方法

Fig. 2는 本 實驗裝置의 概要圖이다.

本 實驗裝置는 管内의 燃料流動을 가시적으로 관찰하기 위하여 투명한 아크릴로 제작한 可視型 吸氣系統의 模型裝置이다. 우선 공기원은 1.6 KW, 3600rpm의 3상 유도전동기로 구동되는 원심형송풍기 (B)를 사용하였으며 入口에서부터 들어간 空氣는 스크린을 통과하면서 縮流 絞り된 후 供試氣化器를 통하여 試驗部 (T. S)를 거쳐서

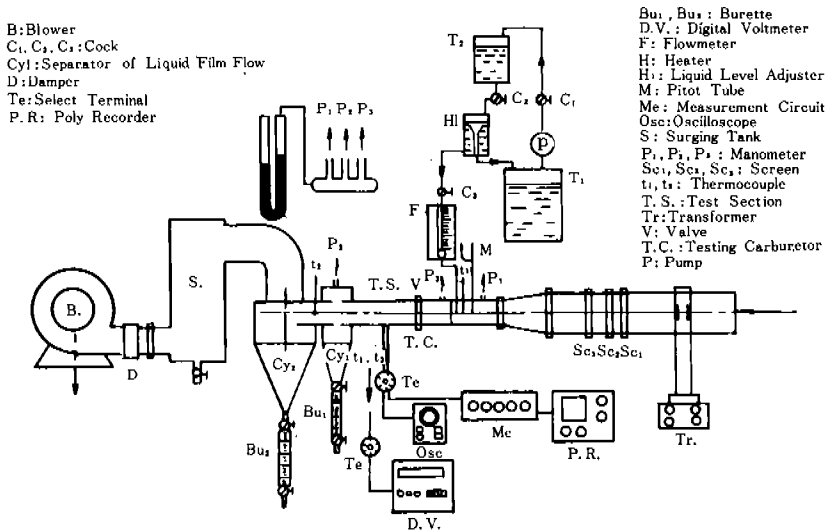


Fig. 2. Schematic of Experimental Apparatus.

사이클론으로 들어간다. 사이클론으로 들어간空氣는 송풍기에 의하여 大氣로 방출된다. 이때 吸入空氣量은 조절판(D)에 의하여 조절하였다.

Fig. 3은 本 實驗에서 使用한 供試氣化器의 상세도이다.

本 供試氣化器는 自動車用 가솔린機關에 使用되는 實用氣化器를 모델로 市販 透明아크릴 丸奉을 使用하여 田村友彦⁽¹¹⁾의 實驗에 의한 最良의 벤츄리형상인 $d=0.7D$ 의 단순기화기를 제작, 벤츄리 목部の 直徑을 31.5mm, 확대각을 7° 로 하였고, 燃料噴出노즐에 있어서도 直徑 3mm의 管을 使用하여, L字型으로 製作하였다. 이때 벤츄리 목部の 中央部에 노즐의 先端이 位置하도록 하여 固定設置하였으며, 노즐에 의한 벤츄리 內의 流動現象의 影響을 考慮하여 벤츄리 前方 80mm位置에 두었다. 드로블 밸브는 두께 3mm의 透明아크릴 圓版으로 중심을 貫通하는 軸을 中心으로 양면을 얇게 가공하여 流動抵抗을 작게 하였으며 任意로 開度を 조절할 수 있게 하였다.

本 實驗에서 기준으로 한 溫度 및 空氣速度는 燃料噴出 노즐이 設置된 벤츄리 목部の 것으로 하였다.

供試氣化器에서의 噴出流量의 範圍는 實機의 조건에 가까운 $0.5\sim 4cc/s$ 로 하고, 使用한 메탄

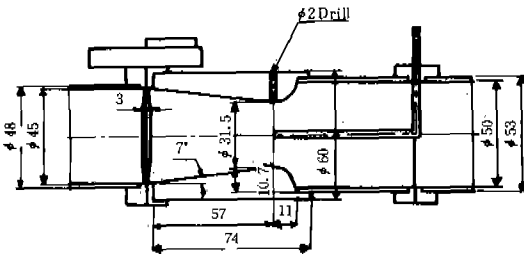


Fig. 3. Schematic Diagram of Experimental Carburetor.

올의 物理的性質은 Table. 1과 같으며, 液膜두께 變化의 測定時는 電導도를 높이기 위하여 빙초산 나트륨을 重量비 1% 섞어 使用하였다.

또한 노즐 부근의 風速範圍는 $12m/s\sim 55m/s$ 에서 實施하였다.

Fig. 4는 試驗部의 상세도이다. 試驗部內의 各位置에서 液膜두께를 測定하기 위하여 一定한 間격으로 電極프로우브를 설치하였다. 電極프로우브는 供試氣化器의 노즐에서 100mm 떨어진 곳에서부터 50mm 間격마다 설치하였으며, 각각의 電極을 구별하기 위하여 測定點을 $P_a, P_b, P_c, P_d, P_e, P_f$ 로 表記하였다. 따라서 供試氣化器 噴出 노즐로부터 管端까지의 長이를 400mm로 하였다.

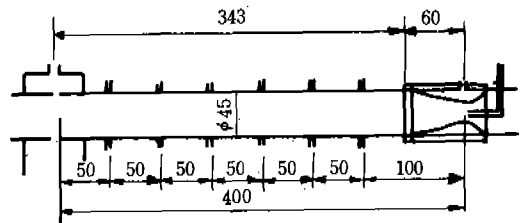


Fig. 4. Test Section.

3.1. 氣化率 測定

3.1.1. 液滴 分離裝置

Fig. 5는 本 實驗에 使用한 사이클론의 概要圖이다.

사이클론에 있어서의 分離可能한 粒子徑에 對한 算出式은 池森⁽¹²⁾의 實驗式을 참고로 하였으며 本 實驗條件에서의 分離可能粒徑을 구하는 式은 外筒半徑을 R_2 , 燃料의 比重量을 r_f , 空氣의 比重量을 r_a , 吸氣管路의 中心風速을 U_0 , μ 를 空氣의 絕對粘度로 할 때

Table. 1. Properties of Methanol.

Specific Weight	Viscosity at 20°C (cSt)	Surface Tension at 20°C (dyn/cm)	Evaporating Velocity (g/cm·h)	Boiling Point (°C)	Latent Heat of Vaporization (Kcal/Kgf)	Specific Heat (Kcal/Kgf °C)
0.791	0.595	22.6	0.02 0.025	64.56	267.5	0.59

$$\bar{d} = 2,996 \sqrt{\frac{\mu R_2}{(r_f - r_a) U_0}} \quad (\text{mm})$$

로 주어진다.

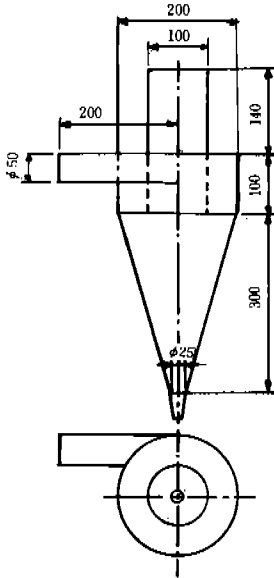


Fig. 5. Schematic Diagram of Cyclone.

Fig. 6은 본 실험장치에 사용한 供試 사이클론에 의해 分離可能 燃料粒子徑을 表示한 것이다.

3. 1. 2. 氣化率 測定

本 실험에서 氣化量은 氣化器의 벤츨리 목부 노즐로부터 噴出된 燃料量과 噴出流量中 供試 사이클론에 의해서 分離된 液滴·液膜流量과의 差로 하였으며, 이것과 噴出流量과의 比를 퍼센트(%)로 표시하고, 이것을 氣化率로 하였다.

사이클론에 의하여 採集된 燃料은 下部에 設置한 뷰렛에 의해 各 實驗條件에 對하여 十數回씩 測定하여 平均값을 구하였다. 뷰렛에 의해 採集된 燃料量(q_r)은 每 30cc마다 單位時間當의 採集量을 구하고 噴出流量과의 差로 氣化量 測定을 行하였다.

따라서 氣化量(cc/s) = 噴出燃料量 q_t (cc/s) - 採集燃料量 q_r (cc/s)로 되며 氣化率(ϕ)은

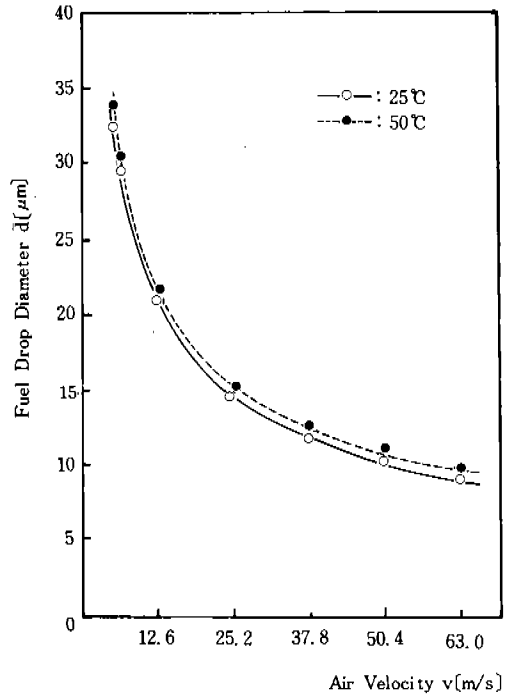


Fig. 6. Relation of Separated Minimum Diameter on Air Velocity.

$$\phi = \frac{\Delta q_{rt}}{q_t} \times 100 = \frac{q_t - q_r}{q_t} \times 100 (\%)$$

로 하였다.

3. 2. 液膜流動 測定

吸氣管内 液膜流動을 究明하기 위하여 諸因子에 따른 吸入管内 各 位置에서의 液膜두께를 測定하였다.

되도록 流動에 影響을 미치지 않고 微小 液膜 두께를 測定하는 方法은 一般의 電氣的인 測定法과 光學的인 測定方法으로 大別된다. 光學的인 測定方法으로는 液膜두께의 變動에 의한 빛의 反射나 屈折을 利用하는 것으로, 이 方法에 의하면 液膜에 직접 접촉시키지 않고 測定할 수 있어, 液膜의 흐름을 攪亂시키지 않는 長點이 있다. 그러나 빛량의 變動을 좁은 面積에서 測定하여야 하므로 測定에 어려운 缺點이 있고 校正이 困難하다. 電氣的인 測定法으로는 2 가지 方法을 생각할 수 있다. 한 가지는 液膜두께의 變動

을 靜電容量의 變動으로 變換시키는 方法이고, 또 한가지는 液膜두께의 變動을 電氣抵抗의 變化로서 測定하는 方法이다.

本 實驗에서는 液膜두께의 變動을 電氣抵抗의 變動으로 變換하는 方法을 사용하였다. 이 方法은 液膜에 2개의 電極을 설치하여 液膜 두께에 의한 이들 電極사이의 전기저항의 變動을 測定하는 方法이다. 이 方法에도 液膜흐름에 영향을 주지않고 液體를 拘束하는 壁에 埋沒하여 拘束壁과 같은 狀態로 加工한 形式의 電極을 使用하는 方法과 液膜을 拘束하는 壁面에서 液膜에 平行한 2개의 가는 線을 수직으로 세워 電極을 이루게 하는 두 가지 方法을 생각할 수 있다.

後者の 경우는 液體流動方向에 수직인 電極線에 의하여 流動장애를 주는 缺點이 있고, 兩 電極線에 液滴이 접촉, 응축되어 실제 液膜두께를 測定하는데 곤란하므로 噴霧流를 동반하는 液膜流動의 測定에는 적합하지 않다고 생각되며, 따라서 本 實驗에서는 比較的 製作이 어렵지 않으며 所期目的에 부합되는 것으로 管壁面에 電極을 流動面과 同一面이 되도록 סים 前者의 方法을 擇하였다.

3. 2. 1. 液膜두께 測定用 電極프로우브

Fig. 7은 本 實驗에 사용한 液膜두께 測定用 電極프로우브를 表示하였다. 이 電極프로우브는 두명아크릴 원관에 직경 2mm의 구멍을 中心간격 5mm로 두개씩 위, 아래 뚫은 다음 이미 가공된 직경 2mm의 스테인레스 스틸 (KSD 3706, STS 304)을 심었다. 이때 吸氣管內面에 電極프로우브가 낮게 또는 높게 되지 않도록 주의할 하였으며 이러한 문제점 등을 조금 더 제거하기 위하여 圓管內面을 #800연마지를 사용하여 液膜流 흐름方向으로 연마하였다.

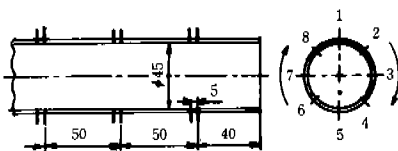


Fig. 7. Electrode Probe.

또 液膜두께의 圓周方向의 分布를 구하기 위하여 圓周를 8등분하여 이미 심어져 있는 두方向의 電極프로우브로 測定하기 위하여 吸氣管을 동심원으로 회전할 수 있게 하였다. 각각의 電極프로우브를 구별하기 위하여 前述한 바와 같이 $P_a, P_b, P_c, P_d, P_e, P_f$ 로 구별하였으며, 또 각각의 위치에서 圓周方向의 電極프로우브의 위치를 供試氯化器 쪽에서 보아 管上部에서부터 시계침이 도는 방향으로 45° 마다 첨자번호 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8을 붙여 구별하였다.

3. 2. 2. 液膜두께 測定回路

本 實驗에서 液膜두께를 測定하기 위하여 自作한 測定回路를 大別하면 Fig. 8과 같이 발전회로, 전원회로, 주회로, 출력조정 회로로 된다.

Fig. 8은 液膜두께 測定回路의 블록다이어그램이다.

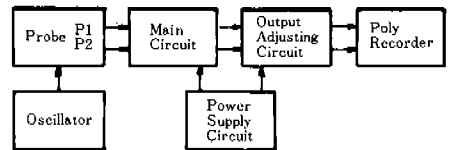


Fig. 8. Block Diagram of Measurement Circuit.

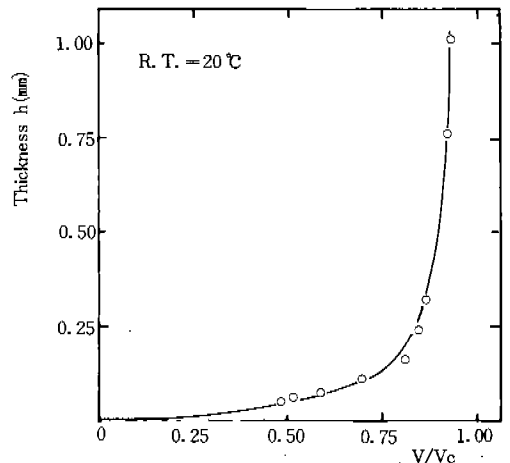


Fig. 9. Characteristics of Electrode Probe.

Fig. 9는 室内溫度(R.T) 20℃에서의 메탄을 對한 電極프로브의 入出力電壓比(V/VC)에 대한 液膜두께(h)를 表示한 特性曲線이다. 液膜 두께의 變動을 電壓으로 받아 기록하는 기록계에서의 차아트 속도는 60mm/min으로 하여 기록하였다.

3.2.3. 液膜 分離裝置

Fig. 10은 本 實驗에 사용한 液膜分離裝置圖이다. 供試氣化器에서 噴出한 燃料의 一部는 浮遊하고 一部는 管壁에 附着하여 흐르기 때문에 本 液膜分離裝置는 이 液膜流만을 採集하기 위한 裝置이다. 이때 吸氣管을 따라 흐르는 液膜流가 공기유속이 빠르게 되면 管端에서 空氣流에 끌려 넘어가는 것을 막기 위하여 數次에 걸친 예비실험 결과 本 實驗의 速度範圍에서는 10mm의 間격의 절단부가 가장 적합하므로 이 間격의 절단부를 택하였다.

또한 液膜分離裝置内の 壓力變化를 測定하기 위하여 上部에 直徑 6mm의 구멍을 뚫어 壓力을 測定하고 이를 吸氣管內의 壓力으로 하였다.

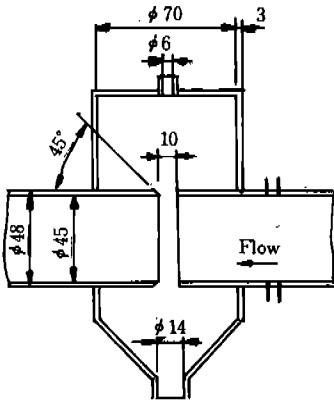


Fig. 10. Separator of Liquid Film Flow.

4. 實驗結果 및 考察

4.1. 氣化率

4.1.1. 混合比의 影響

Fig. 11 및 Fig. 12는 드로틀밸브 開度를 一定

하게 하였을 경우 各 溫度變化에 對하여, 또 溫度를 一定하게 하고 밸브 開度를 變化하였을 경우, 混合比 A/F에 따른 氣化率 特性의 一例를 表示한 것이다.

그림에서 밸브 開度를 一定하게 하였을 때 混合比에 따른 氣化率의 關係를 살펴보면 混合比 A/F의 增加에 따라 氣化率 ϕ 는 커짐을 알 수 있다.

이 傾向은 各 吸入空氣의 溫度에 對하여도 同一한 傾向을 나타내며 그 增加幅은 밸브 開도가 작을수록 크다.

따라서 一定噴出流量에 對하여 吸入空氣 速度가 빨라질수록 霧化率이 增加하는 一般의 傾向과 같음을 알 수 있다.

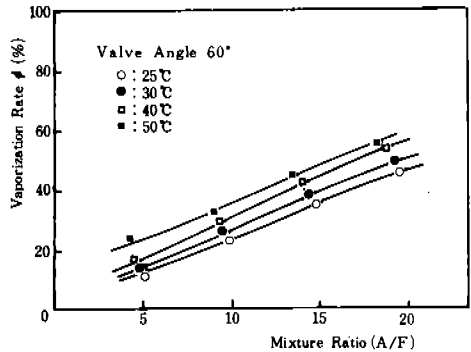


Fig. 11. Effect of Mixture Ratio on Vaporization at Constant Throttle Opening.

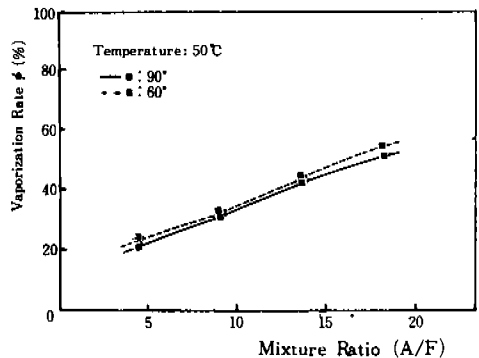


Fig. 12. Effect of Mixture Ratio on Vaporization Rate at Constant Temperature.

4. 1. 2. 드로틀밸브 開度の 影響

Fig. 13은 吸入空氣流速을 一定하게 하였을 경우 밸브開도에 따른 氣化率 關係를 表示한 것이다.

氣化器에서 噴出된 燃料은 밸브 開도에 의해 흐름樣狀의 차이가 있으며 밸브開도에 따른 氣化率은 어느 溫度의 경우에 있어서나 밸브開도가 커질수록 減少되는 傾向을 나타내고 있다. 그 傾向은 開도가 작은 경우에 있어서는 顕著하나 밸브開도가 60° 範圍 以上에서는 그 影響이 微小함을 알 수 있다.

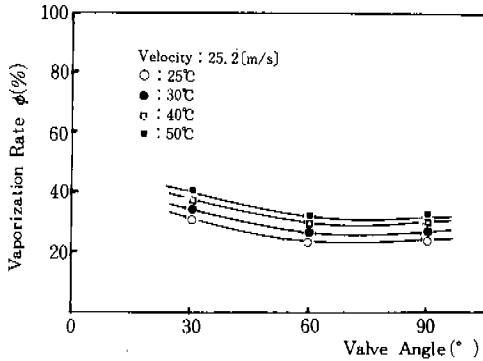


Fig. 13. Effect of Valve Angle on Vaporization at Constant Air Velocity.

4. 1. 3. 吸入空氣 溫度의 영향

Fig. 14는 밸브開도가 一定할 때 各 吸氣速度에 따른 溫度變化와 氣化率 ϕ의 關係를 表示한

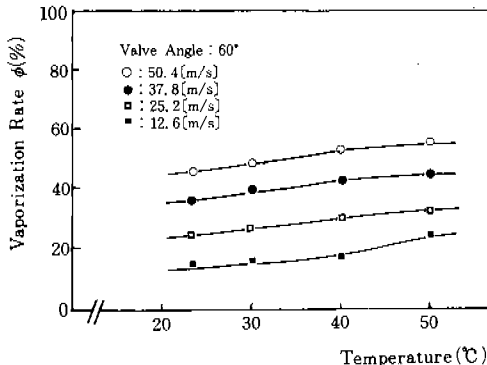


Fig. 14. Effect of Temperature on Vaporization Rate at Constant Throttle Opening.

것이고, Fig. 15는 吸入速度가 一定한 경우, 밸브 開도에 따른 溫度變化와 氣化率과의 關係를 表示한 것이다. 그림에서 어느 경우에 있어서나 모두 溫度가 上昇함에 따라 氣化率은 增加하나 그 傾向은 溫度가 높아질수록 微小함을 알 수 있다.

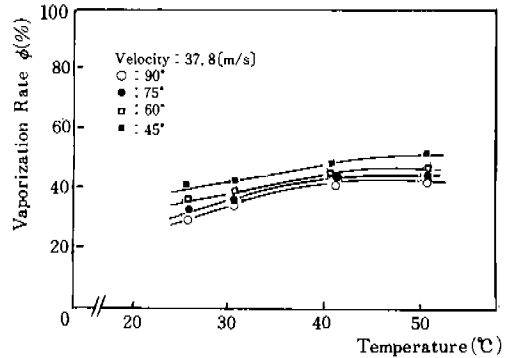


Fig. 15. Effect of Temperature on Vaporization Rate at Constant Air Velocity.

4. 2. 液膜 두께의 變化

4. 2. 1. 吸氣管 位置에 따른 液膜 두께의 變化

Fig. 16 및 Fig. 17은 吸氣管内 各 位置에 따른 液膜 두께 變化를 表示한 것으로서 吸氣速度 $V_a=50.4\text{m/s}$, 밸브開度 $\theta=90^\circ$, 噴出流量 $Q_t=4\text{cc/s}$ 인 경우와 $V_a=37.8\text{m/s}$, $\theta=60^\circ$, $Q_t=2\text{cc/s}$ 인 경우를 表示하였다.

그림에서 보는 바와 같이 氣化器에서 噴出한 燃料의 一部는 噴出노즐로부터 100mm 떨어진 P_0 位置보다도 앞쪽에서 管壁에 附着하여 液膜을 形成한다. 管壁에 附着한 것은 이것이 흘러가면서 重力의 影響을 받아 管底面에서의 液膜 두께는 順次的으로 두껍게 되고 그 傾向은 低速 일수록 顕著해짐을 알 수 있다.

또한 밸브를 全開하지 않았을 경우 밸브開도에 따른 影響으로서는 吸氣管内 空氣流速이 低速인 경우에는 밸브開도에 따른 影響은 덜 받지만, 吸氣管内 空氣流速이 빠른 경우에는 밸브開도에 의한 影響으로 速度가 빠른 쪽은 液膜이 얇아지고, 밸브의 影響을 받는 곳에서는, 즉 供試

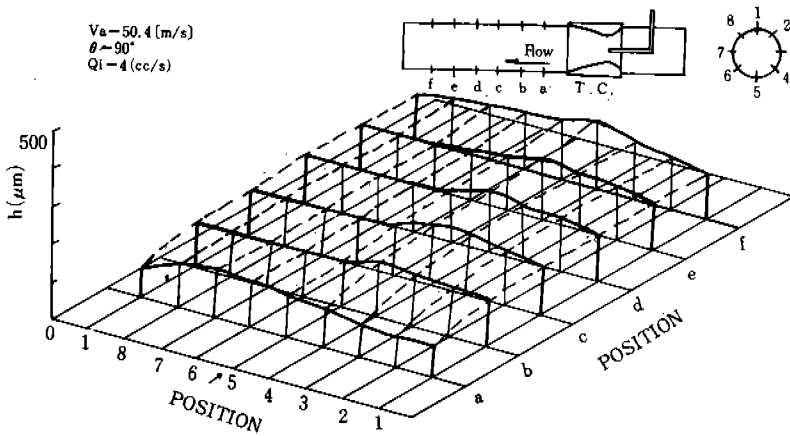


Fig. 16. Variation of Liquid Film Thickness in Test Section.

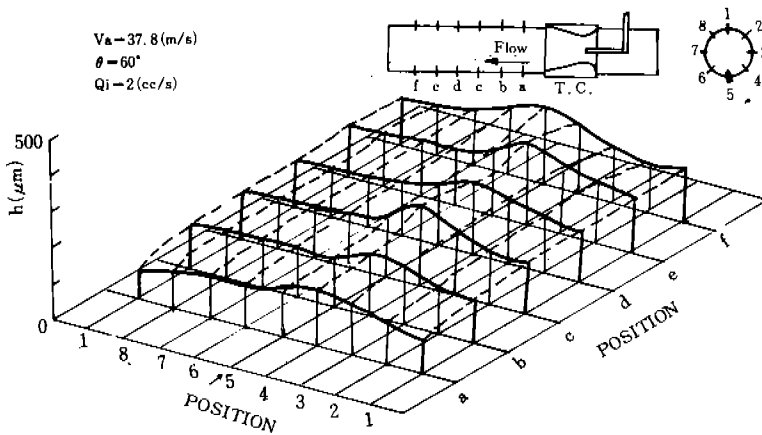


Fig. 17. Variation of Liquid Film Thickness in Test Section.

氣化器쪽에서 보아 右側 (圓周 方向 첨자번호 1, 2, 3, 4)의 液膜이 두껍게 된다. 이때는 管内 負 圧이 큰 것으로서 전체적인 液膜은 얇게 되는 것을 알 수 있다.

밸브開度가 작아질수록 밸브에 의한 영향으로 空氣流速의 旋回流가 격렬하게 되어 이런 傾向은 심해지고 또 밸브로부터 300 mm 下流에서는 밸브開度의 영향은 거의 받지 않으며 圓周 方向의 液膜두께 分布는 거의 均一하여짐을 알 수 있다.

4. 2. 2. 平均 液膜두께 變化

Fig. 18은 空氣速度에 따른 平均液膜두께 變化

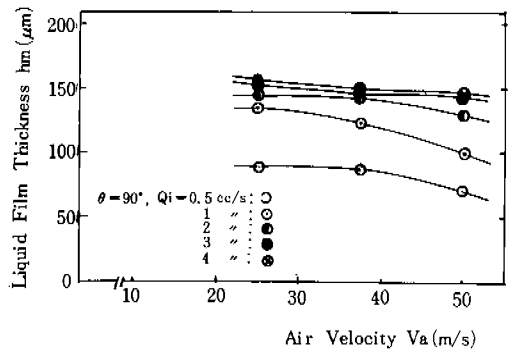


Fig. 18. Effect of Air Velocity on Mean Liquid Film Thickness for $\theta = 90^\circ$

를 각 噴出流量에 對하여 表示한 것이다.

그림에서 燃料噴出流量이 一定한 경우에는 空氣流速이 增加함에 따라서 平均液膜두께는 減少하고, 그 경향은 噴出燃料流量이 減少함에 따라 현저함을 알 수 있다.

4. 3. 液膜流量

4. 3. 1. 管内 空氣速度的 影響

本 實驗에서 液膜流量率(Q_l/Q_i)은 噴出燃料流量에 대한 液膜燃料 流量의 比를 퍼센트(%)로 表示하였다.

Fig. 19는 管内 空氣速度에 대한 液膜流量率의 關係를 噴出燃料流量을 變化시켜 表示한 것이다. 그림에서 空氣速度가 增加할수록 液膜流量率은 감소하는 것을 알 수 있다. 또 空氣速度가 一定 할 때는 燃料噴出流量이 많을수록 液膜流量率이 커지는 것을 알 수 있다.

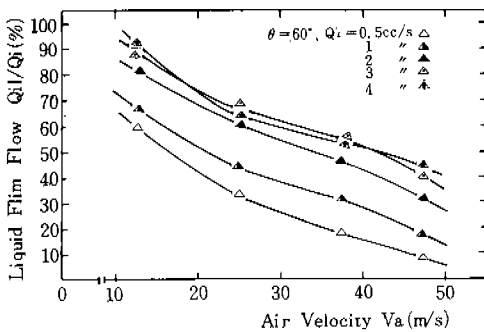


Fig. 19. Effect of Air Velocity on Liquid Film Flow Rate for $\theta = 60^\circ$

4. 3. 2. 밸브開度の 影響

Fig. 20은 밸브開도에 따른 液膜流量率의 關係를 噴出燃料流量을 變化시켜 表示한 것이다.

그림에서 보는 바와 같이 液膜流量率은 밸브開도와 더불어 약간씩 增加하나, 燃料噴出流量이 작을때에는 거의 影響이 없는 것을 알 수 있다.

4. 3. 3. 吸氣溫度的 影響

Fig. 21은 吸氣溫도와 液膜流量率과의 關係를

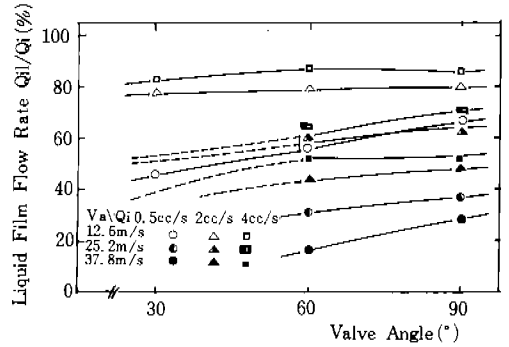


Fig. 20. Relationship between Liquid Film Flow Rate and Throttle Opening.

噴出燃料流量을 變化시켜 表示하였다.

그림에서 알 수 있는 바와 같이 吸氣溫度가 높을수록 液膜流量率은 낮아지지만 吸氣溫度가 60°C 부근에서는 吸氣溫도의 影響이 적어짐을 알 수 있다.

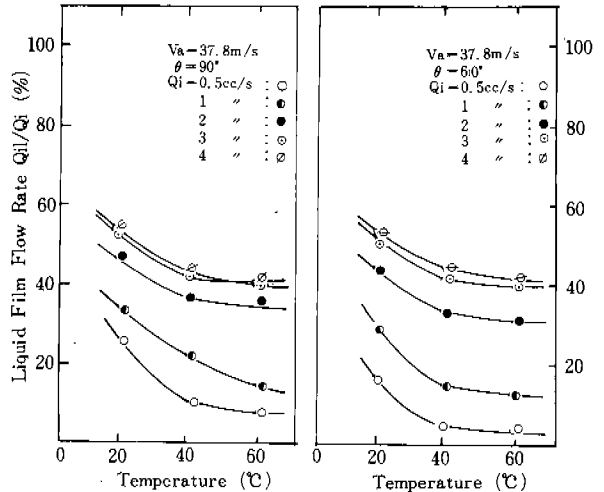


Fig. 21. Influence of Intake Air Temperature on Liquid Film Flow Ratio.

4. 3. 4. 混合比의 影響

Fig. 22는 밸브開度 90° 인 경우 混合比에 따른 液膜流量率을 各 空氣速度에 對하여 表示한 것이다.

그림에서 全空氣速度範圍에서 混合比가 클수

목 液膜流量率은 減少하며 그 傾向은 농후한 경우에 있어서 현저함을 알 수 있다.

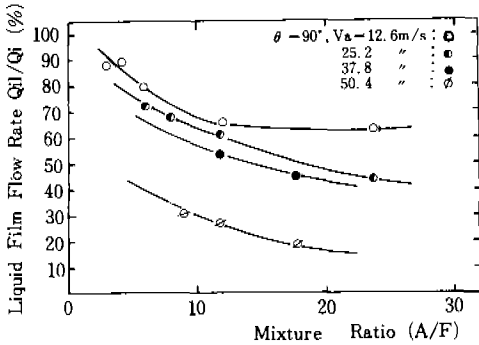


Fig. 22. Effect of Mixture Ratio on Liquid Film Flow Rate at Constant Throttle Opening.

5. 結 論

本 研究는 自動車用 가솔린機關의 吸氣系統에 있어서 燃料低減, 排氣가스淨化 및 機關性能 向上을 위한 氣化率 向上에 대한 基礎研究로서 可視模型 吸氣系統에 대한 實驗的 研究이다.

實用機關의 燃料供給系統을 假想한 水平直管型 可視模型 吸氣系統을 製作하고 供試사이클론 및 電氣抵抗의 變化를 利用하는 管壁面電極法에 의하여 메탄올燃料의 氣化率特性 및 液膜流動을 실험하고 考察한 結果를 要約하면 다음과 같다.

- (1) 드로틀밸브의 開度를 一定하게 維持한 때는 混合비가 희박해짐에 따라, 즉 一定噴出流量에 있어 空氣流速이 增加할수록 氣化率은 增加한다. 또 同一한 混合比에서는 밸브開度가 작아질수록 氣化率은 增加한다.
- (2) 吸氣管内 位置에 따른 液膜두께는 空氣速度가 低速인 경우에는 밸브開度の 影響은 輕소하며, 空氣流速이 一定할 때는 밸브 開度가 작을수록 平均液膜두께는 낮아진다.
- (3) 밸브開度가 작을수록 供試氣化器 噴出노즐에서 200mm 下流까지는 吸入空氣 쪽으로 보아 右側의 1, 2, 3, 4)의 液膜이 두 겹게 되지만 300mm 下流에서는 圓周方向의

液膜두께 分布는 거의 一定하다. 즉 300mm 下流에서는 밸브開度の 影響은 거의 받지 않는다.

- (4) 供試氣化器 口部에서의 空氣速度가 $V_a = 12\text{m/s} \sim 55\text{m/s}$ 範圍에서는 平均液膜두께는 메탄올인 경우 0.04~0.18mm의 範圍이며, 管内 圓周方向分布가 거의 一定한 두께로 管内를 流動하나, 低速에서는 管底部에 두꺼운 液膜을 이루며 흐른다.
- (5) 氣化器에서 噴出된 燃料의 擧動을 보면 高速이 될 수록 管壁에 均一한 두께의 液膜을 形成하며 점차 얇은 液膜으로 되어 流動하고 低速에서는 管上部에 比하여 管下部에 두꺼운 液膜으로 流動한다. 또 燃料噴射現象은 流速 12.5m/s 以下の 低速에서 噴霧燃料은 重力에 의해 포물선의 形을 그리며 噴射되어 벤츄리下部에 落下하여 吸氣管으로 흐르며 高速이 됨에 따라 燃料噴霧角이 커지며 同流速에 있어서 드로틀밸브의 開度가 작아질수록 噴霧角이 커져 벤츄리下端에 부딪히며 吸氣管内로 流入되었다. 特히 $V_e = 50.4\text{m/s}$ 에서 開度 90° 일때에는 氣流의 流速으로 因하여 벤츄리内壁 주위에서는 타원형을 그리며 噴霧된다.

參 考 文 獻

- (1) 山下誠太郎; 霧吸氣化器에 關する 實驗的 研究 (第1報), 日本機械學會誌, Vol. 36, No. 191, p. 159 (1933)
- (2) 棚 沢; 液體微粒化의 實驗, 日本機械學會 論文集, Vol. 6, No. 23, II-18 (1940)
- (3) 倉林俊雄, 柄沢隆夫; 管内氣流中에 噴射された 液體의 浮遊量에 關하여, 日本機械學會 論文集, Vol. 35, No. 275, pp. 1474~1481 (1969)
- (4) 古山幹雄; 氣化器의 低速系統의 定常燃料供給特性에 關하여, 日本 機械學會 論文集 (第2部) Vol. 43, No. 372, P. 3089 (1977)
- (5) D. R. Limatta, R. E. Hart, R. W. Deller, W. L. Hull; Effects of Mixture Distribution on Exhaust Emissions as Indicated by Engine

- Data and the Hydraulic Analogy. Paper of SAE, Mid-Year Meeting Montreal Que. Can. No. 71068, June 7~11, pp. 1~34 (1971)
- (6) 寶諸幸男, 大山宣茂; 氣化器の燃料系統の渦度現象, 内燃機関, 山海堂, Vol. 10, No. 115, pp. 11~20 (1971)
- (7) D. A. Trayser; Effect of Induction-System Design on Automotive Engine Emissions, ASME Paper 69-WA/AP-C-7, pp. 1~9 (1969).
- (8) 田中宗信; 吸氣管壁に付着する燃料流に関する研究, 日本自動車研究所 研究速報, No. 2, p. 29 (1971).
- (9) 沢測弘; メタノール機関の吸氣系統における燃料液膜の舉動, 内燃機関, 山海堂, 13巻, 10號, pp. 11~25 (1974).
- (10) YOSHIAKI ONUMA; Combustion of Fuel Sprays (3), 内燃機関, 山海堂, Vol. 21, No. 260, pp. 57~61 (1982).
- (11) 田村友彦, 浅野彌祐; 氣化器の2重ベンチュリに関する研究, 機械の研究, 第22巻, 第9號, pp. 1261~1266 (1970):
- (12) 池森龜鶴; 旋回氣流による固体微粒子の分離に関する研究 (第1報, サイクロン分離器の理論), 日本機械學會論文集, 第15巻, 第50號, III 58 (1949).