

吸氣管内 液膜流의 挙動에 關한 研究 (I)

— 吸氣系統의 品質改善을 爲하여 —

A Study on the Behavior of Liquid Film Flow in Intake Manifold

— On the improvement of intake manifold system —

全 興 信¹⁾ 李 奎 瑩²⁾ 朴 涇 錫³⁾ 梁 玉 龍⁴⁾ 成 煥 泰⁵⁾

ABSTRACT

This paper deals with the experimental study on the behavior of fuel flow in intake manifold of gasoline engine.

The main purpose of this study is an analysis of air stream velocity, behavior of liquid film flow, generation of atomization and atomization rate by using the basic apparatus which is manufactured the visible, straight tube type model of intake manifold.

As the result, we have found factors which influenced on the behavior of liquid film flow in intake manifold.

1. 緒 論

圓管内를 흐르는 空氣, 또는 기타의 가스중에 液體를 噴射하고 輸送 또는 混合하는 경우는 機械工學, 化學工學等的의 여러 分野에서 實用되고 있으며 가솔린機關의 吸氣系統을 통한 燃料供給方式도 이 중의 하나라 할 수 있다.

가솔린機關의 各運轉狀態에 있어서, 언제나 適正한 混合氣를 실린더내에 供給하기 爲하여는 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 실린더에 도달할 때까지

의 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.

氣化器를 갖는 가솔린機關에 있어서 氣化器와 吸氣孔 사이의 吸氣管에는 液相의 燃料가 管壁에 附着하여 흐르고 있고, 이 液膜흐름의 流速은 機關의 過度特性에 큰 영향을 주고 있다.^{1),2)}

한편, 最近에는 가솔린機關의 噴射方式의 하나로서 吸氣管内 直接 噴射가 고려되어지고 있으며, 이러한 경우에 있어서도 管壁에 附着하여 흐르는 液膜流動의 舉動에 關한 特性을 明確히 하지 못하고

* 本 研究은 1980年度 文敎部 學術研究 助成費에 依하여 研究되었음

1) 慶熙大學校 大學院
2) 仁荷大學校 大學院
3) 慶熙大學校 工科大學
4) 仁荷大學校 工科大學
5) 慶熙大學校 工科大學

있다.

즉, 吸氣管壁에 따라 流入하는 燃料液膜의 舉動은 定常運轉만이 아니라 過渡運轉時의 실린더內 混合氣의 量的, 質的變動이나 混合氣의 分布에 큰 影響을 미치기 때문에 그 舉動을 상세히 파악하는 것은 燃料供給 狀態를 解明하기 爲하여서는 不可缺하다. 그러나 이 舉動은 吸氣管系의 形狀, 치수, 運轉條件等에 따라 微妙하게 變化하므로 定量的 解明은 상당히 곤란하다.

이 分野의 研究로서는 山下⁹⁾, 棚澤¹⁰⁾ 등의 氣化器를 對象으로 한 實驗的 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等에 對한 一般의인 特性은 밝히지 못하고 있다. 棚澤은 空氣流動에 直角으로 液體를 噴射하여 微粒化에 미치는 노즐의 位置와 形狀 그리고 發生粒徑을 測定하고 있다.

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¹¹⁾ 등의 研究를 들 수 있다. 이 研究는 管內의 高速氣流 流動 中에 直管노즐, 衝突노즐 및 엘보우노즐 等에 依하여 물을 噴射하여, 下流의 管端을 通過한 液滴流量을 實驗的으로 求하고, 管端을 通過하는 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 噴射方向等의 諸 影響에 對하여 實驗하고 있다.

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 對한 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 Venturi를 갖지않는 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.

吸氣管內에서의 燃料舉動은 燃料의 微妙 液滴과 그 蒸氣를 포함한 空氣流가 管壁에 附着한 液膜을 이끌면서 間歇的으로 흐르는 現象이다.

따라서 本 研究에서는 이와같은 現象을 明確히 解明할 目的으로 Venturi를 갖는 水平直管의 可視模型 吸氣管의 基礎的인 Model을 이용하여 Venturi 口에 燃料液(水)을 噴射하고 噴射된 液流動을

定常流의 경우, 空氣流速과 液膜의 舉動, 두께, 液滴의 發生, 霧化率의 關係에 對한 實驗結果를 報告 하고자 한다.

2. Venturi 管에 噴射한 燃料流動 舉動

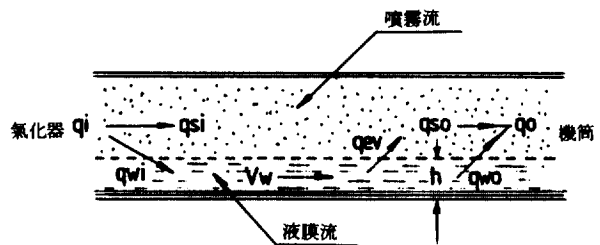
氣化器에 있어서의 混合氣의 形成過程을 보면 Venturi口 部分에서 燃料噴射 노즐로부터 計量, 噴出되어 高速空氣流動에 依하여 破壞分裂된 燃料噴霧는 그 一部分가 液滴狀態로 浮遊하고 나머지 大部分은 吸氣管壁을 따라 液膜狀態로 氣筒側으로 流動하면서 氣化되어 混合氣를 形成한다. 따라서 大部分의 燃料는 混合氣가 氣筒內에 吸入된 後에 氣化를 完了한다.

이와같은 吸氣管內 燃料流動狀態는 1) 氣化器 Venturi 內에서 氣化하고 또는 吸氣管內에서 蒸發하여 空氣流動과 더불어 氣筒內로 吸入되는 燃料流動, 2) 氣化器 또는 吸氣管內에서 大小의 液滴狀態로 空氣流動과 同伴하여 氣筒內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 氣筒內로 吸入되는 燃料流動等으로 大別 할 수 있으며, 其中的 1), 2)를 噴霧狀 液滴流動 (Atomization Flow), 3)을 液膜流動(Liquid Film Flow)이라 부른다.

2-1 液膜流動에 關한 近似理論

氣化器로부터 供給한 燃料는 吸氣管을 통해서 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 流量 q_{si} 와 吸氣管壁에 附着하여 흐르는 q_{wi} 로 나뉘어진다. 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 相等하게 볼 수 있지만 過度時에는 管壁에 附着하여 흐르는 液膜流의 두께가 變化하므로 一致하지 않는다. 定常狀態에서 液膜流의 두께는 드로틀 밸브 開度가 큰 편이 두꺼워지기 때문에 드로틀 밸브를 急開한 경우는 q_i 의 一部는 처음 液膜流의 두께를 增加하는데 消費되고, 그 두께가 定常狀態의 두께로 될때까지 q_o 는 q_i 보다 작아진다.

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

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

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

吸氣管의 內徑을 D , 길이를 L 로 하고 液膜流가 吸氣管內壁面에 일정한 두께 h 로 附着하여 흘러갈 때 그 平均流速을 V_w 라 하면

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

따라서

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

드로틀 開度를 1로부터 2로 急開한 경우에 平均流速 V_w 와 蒸發量 q_{ev} 도 스텝狀으로 應答한다고 假定하면 時刻 t 로부터 Δt 時間內에 液膜流의 두께가 h 로부터 Δh 增加하였다고 하면 다음 式이 成立한다.

$$(q_{wi2} - q_{wi1}) \Delta t = \pi DL \Delta h + \pi Dh V_{w2} \Delta t - \pi Dh_i V_{w1} \Delta t + (q_{ev2} - q_{ev1}) \Delta t \dots\dots\dots(7)$$

여기서 添字 1, 2는 各各 드로틀 밸브 開度 1과 2의 狀態를 表示한다. 式(6)으로부터

$$q_{wi1} = \pi Dh_1 V_{w1} + q_{ev1}$$

이것을 式(7)에 代入하여 $\Delta t \rightarrow 0$ 로 하면

$$\frac{dh}{dt} + \frac{V_{w2}}{L} h = \frac{1}{\pi DL} (q_{wi2} - q_{ev2}) \dots\dots\dots(8)$$

가 된다. 이것은 過度時의 液膜流의 두께 h 를 만족시키기 위한 微分方程式이다.

式(8)에서 보면, 吸氣管은 管壁 液膜流에 對한 一次要素로 봐도 좋다는 것을 알 수 있다. 式(8)에

서 時定數를 T 로 하면

$$T = \frac{L}{V_{w2}} \text{가 된다}$$

따라서 時定數 T 는 吸氣管長 L 가 짧으면 작아지고 L 가 一定하면 V_{w2} 가 빠를수록 작아진다.

2-2 液渣流動에 關한 近似理論

水平直管內의 高速氣流中에 氣流方向으로 噴射한 液流에 對한 浮遊 近似理論은 管內를 흐르는 氣流中에 直管 nozzle에 依하여 물을 噴射하고 下流의 管端을 浮遊하는 液量을 求한 倉林⁶⁾의 理論的 考察을 적용한다.

1) 粒子의 浮遊에 對하여

a) 水平方向에 對하여는

粒子에 對한 氣流의 相對速度를 氣流速度 V_a , 粒子의 絕對速度 u 에 대하여

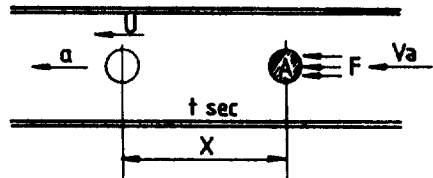
$$W = V_a - u \dots\dots\dots(9)$$

式(9)에서 粒子直徑 d , 液 및 空氣의 比重量을 γ 및 γ_a , 空氣의 動粘性係數를 ν_a 로 하고 粒子를 球形으로 생각하며 그 低抗係數 $e_x = \beta / Re^n$ 로 놓으면 運動方程式은

$$\frac{dW}{dt} = \frac{dV_a}{dt} - \frac{du}{dt} \quad \frac{dV_a}{dt} = 0 \text{이면}$$

$$\frac{dW}{dt} = - \frac{du}{dt} \dots\dots\dots(10)$$

$$F = ma \dots\dots\dots(11)$$



또 粒子가 받는 힘

$$F = e_x \times \frac{\pi d^2}{4} \times \gamma_a \cdot \frac{W^2}{2g} \dots\dots\dots(12)$$

式(10), (11), (12)에서

$$\frac{dW}{dt} = - \frac{3}{4} \beta \left(\frac{\gamma_a}{\gamma} \right) \frac{\nu_a^n \cdot W^{2-n}}{d^{2+n}} \dots\dots\dots(13)$$

$n = \frac{1}{2}$, $\beta = 15$ 로 採用하고 $t = 0 \sim t$, $W = V_a \sim$

W 의 범위로 하고 $\beta = \frac{45}{8}$ 라면

$$W = \left[B \frac{\sqrt{V_a}}{d^{1.5}} \left(\frac{\gamma_a}{\gamma} \right) t + \frac{1}{\sqrt{V_a}} \right]^{-2} \dots\dots\dots(14)$$

$$\frac{dx}{dt} = u = V_a - W \text{이므로, } A = \left(\frac{1}{B} \right) \left(\frac{d^{1.5}}{\sqrt{V_a}} \right) \left(\frac{\gamma}{\gamma_a} \right) \text{로}$$

놓고 뒷식을 積分하면

$$x = V_a t + \frac{A^2}{t + \frac{A}{\sqrt{V_a}}} - A \sqrt{V_a} \dots\dots\dots(15)$$

양변을 $A \sqrt{V_a}$ 로 나누고 A 를 代入하면

$$\frac{B \cdot \sqrt{V_a} \cdot \gamma_a}{d^{1.5} \cdot \gamma \cdot \sqrt{V_a}} x = \frac{\left(\frac{B \cdot \gamma_a \cdot \sqrt{V_a}}{d^{1.5} \gamma} \right)^2 \cdot t^2 V_a}{\frac{B \cdot \gamma_a \sqrt{V_a} \cdot t \sqrt{V_a}}{d^{1.5} \cdot \gamma}} \dots\dots\dots(16)$$

식(8)에서 거리 x 및 시간 t 에 關한 無次元量

$$X = \frac{\sqrt{V_a} \cdot \gamma_a}{d^{1.5} \sqrt{V_a} \gamma} x \quad T = \frac{\sqrt{V_a} \cdot \sqrt{V_a} \cdot \gamma_a \cdot t}{d^{1.5} \cdot \gamma}$$

을 식(16)에 代入하면

$$X = \frac{T^2}{T + \frac{1}{B}} \dots\dots\dots(17)$$

b) 垂直方向에 對하여는

氣流에 平行方向으로 초속도 V_{w0} 로 噴射한 粒子가 Venturi 확대 角에 依한 垂直方向의 成分을 V_n 으로 하고 시간 t' 後에 垂直方向으로 y 만큼 移動한다면 式(13)와 같이 無次元量.

$$Y = \frac{\sqrt{V_a} \gamma_a}{d^{1.5} \sqrt{V_a} \gamma} y \quad T' = \frac{\sqrt{V_a} \cdot \sqrt{V_n} \cdot \gamma_a \cdot t'}{d^{1.5} \gamma}$$

로 하면

$$Y = \frac{T'}{B T' + 1} \dots\dots\dots(18)$$

$t = t'$ 이므로 T 와 T' 에서

$$T = \sqrt{\frac{V_a}{V_n}} T'$$

式(17), (18)에서

$$X = \frac{V_a/V_n}{B \left(\sqrt{\frac{V_a}{V_n}} + \frac{1}{B Y} - 1 \right) \left(\frac{1}{B Y} - 1 \right)} \dots\dots\dots(19)$$

따라서 噴出速度와 粒徑 d 및 風速 V_a 가 주어졌

을 때 噴出노즐徑으로부터 管壁까지의 距離를 y 라 하면, 式으로부터 $L = x$ 로 되는 管을 浮遊하는 것으로 한다. 즉, 이때 粒徑 $d = d_c$ 은 $L = x$ 인 管 길이를 浮遊하는 最大 粒子徑이 된다.

2) 浮遊率(霧化率)에 對하여

棚澤⁶⁾은 噴霧粒群中の 粒徑 x' 로 되는 粒子의 體積 d_q 에 對하여 다음 式을 준다.

$$\frac{dq}{q} = \frac{5^5}{24} \left(\frac{x'}{\bar{d}} \right)^5 \exp \left\{ -5 \left(\frac{x'}{\bar{d}} \right) \right\} d \left(\frac{x'}{\bar{d}} \right) \dots\dots\dots(20)$$

霧化率 ϕ 는 式(20)을 $x' = 0$ 부터 주어진 管길이 L 를 浮遊하는 最大直徑 $x' = d_c$ 까지 積分한 것이기 때문에

$$\frac{dc}{d} = D \text{로 놓아서}$$

$$\phi = \int_0^{dc} \frac{dq}{q} = \int_0^{dc} \frac{5^5}{24} \left(\frac{x'}{\bar{d}} \right)^5 \exp \left\{ -5 \left(\frac{x'}{\bar{d}} \right) \right\} d \left(\frac{x'}{\bar{d}} \right)$$

$$K = \frac{5^5}{24} \quad A = \frac{x'}{\bar{d}} \text{라 하면}$$

$$\begin{aligned} \phi &= K \int_0^{dc} A^2 \exp(-5A) dA \\ &= -e^{-5D} | 26.04 D^5 + 26.04 D^4 + 20.83 D^3 + 12.5 D^2 \\ &\quad + 5D + 1 | + C \end{aligned}$$

여기서 $D = 0$ 일 때 霧化率 $\phi = 0$ 이므로

積分常數 $C = 1$ 이다.

따라서

$$\phi = -e^{-5D} | 26.04 D^5 + 26.04 D^4 + 20.83 D^3 + 12.5 D^2 + 5D + 1 | + 1 \dots\dots\dots(21)$$

式中에서 \bar{d} 는 氣化器 Venturi 氣流速度 15~120 m/s 程度의 範圍에서 微粒化에 關한 披山-棚澤⁷⁾의 實驗式

$$\bar{d} = 585 \frac{1}{V} \sqrt{\frac{\sigma}{\rho}} + 597 \left(\frac{\mu}{\sqrt{\sigma \rho}} \right)^{0.45} \left(1000 \frac{q_t}{q_a} \right)^{1.5} \dots\dots\dots(22)$$

에서 求한 값으로 本實驗의 경우,

ρ : 밀도 (g/cm^3), σ : 표면장력 (dyne/cm),

μ : 점성계수 ($\text{dyne} \cdot \text{s/cm}^2$)

γ_a : 空氣의 比重量 (g/cm^3), V : 空氣比重量 (g/cm^3)

\bar{d} : 平均粒徑 (μm), q_b, q_a : 물, 空氣의 體積流量 (cc/s)로 한다.

3. 實驗裝置 및 方法

그림 3-1은 Venturi管內 高速空氣流中에 噴射한

液體舉動을 可視的으로 觀察하기 위하여 透明한 아크릴로 製作한 本 實驗裝置의 概要圖이다. 우선 空氣原은 1.6KW, 3600 rpm의 三相誘導電動機로 驅動되는 遠心型 送風機(B)를 使用하였으며 空氣는 風速調節用 Valve 1을 거쳐서 Surge Tank(S)로 들어간다. 이 空氣는 Valve 2를 거쳐 縮流裝置에서 整流된 후 Venturi(V_E)를 通過하여 Test Section(T_E)을 通하여 大氣로 放出한다. M₁과 M₂는 管内 流速을 測定하기 위한 水柱 Manometer로 이 兩管

과 管内 風速과의 關係는 미리 各溫度에 對하여 求하여 놓고 使用하였다. M₃, M₄는 管内靜壓을 測定하기 위한 水銀 및 水柱 Manometer이다.

다음, 噴射에 使用한 液(水)은 Water Tank(T₁)에서 Pump(P)로 上部의 Water Tank(T₂)로 수환시키며 Liquid Level Adjuster(H)와 流量調節用 cock 4, cock 5를 거쳐 Float 流量計(F₁, F₂)를 通過한 후 噴射 Nozzle(N_f)에서 噴出된다.

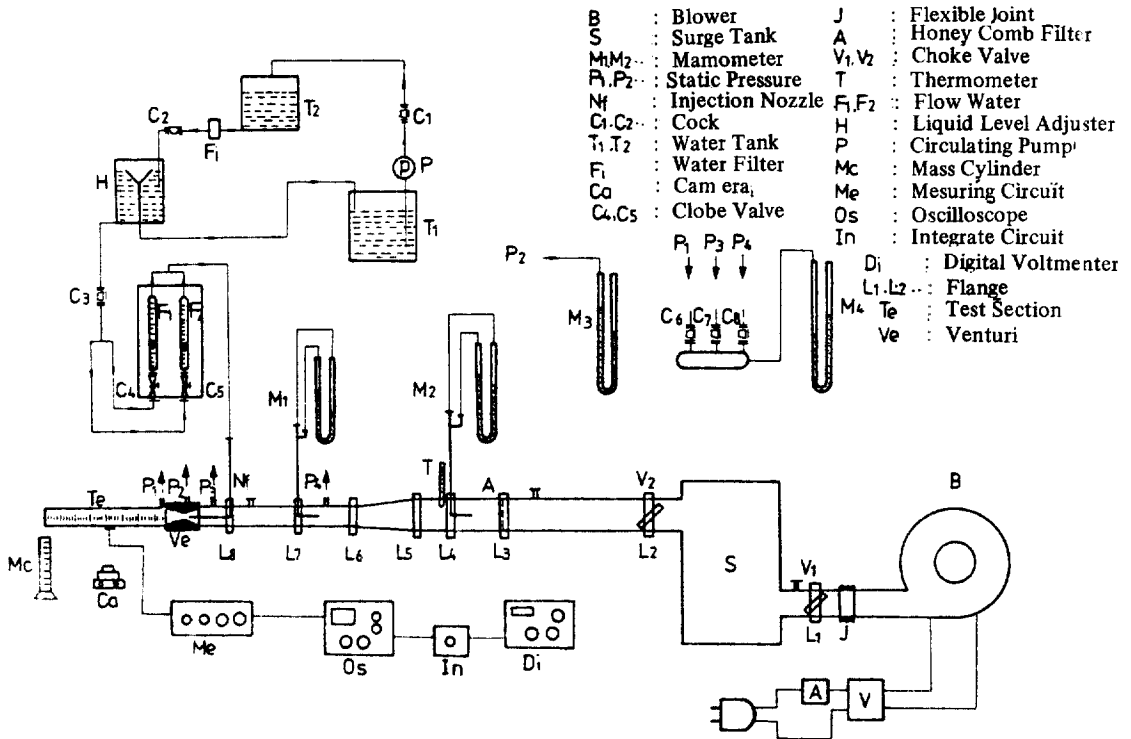


Fig. 3-1 Schematic View of Experimental Apparatus

Test Section(T_E)의 길이는 Venturi로부터 管 끝까지 길이 L이 100, 200, 400mm로 變化할 수 있게 하였으며 管内徑은 45mm이다.

Test Section 内部 壁에 附着하여 흐르는 液膜流量은 管끝의 모집裝置를 거쳐 Mass Cylinder(Mc)로 數回 反復 測定하여 平均값을 취하였다.

本 實驗에 使用된 Venturi의 概要圖를 그림 3-2에 圖示하였다. 그 形狀은 實用 氣化器의 寸수와 類似하게 하였으며, 材料는 透明 아크릴 둥근 棒을

使用하였다.

Venturi 목부에 設置된 噴射 Nozzle은 內徑 D_n이 0.5, 1, 2, 3mm의 Stainless Steel管을 使用하였고 噴射方向은 氣流速度 方向으로 噴射하였다. 噴射流量의 範圍는 0.1~5cc/s이며 Nozzle 部附近 流速範圍는 10~120m/s까지 實驗하였다.

한편 噴出된 液體流動의 舉動은 Test Section 側面에서 視覺 및 光學的으로 觀察하였다.

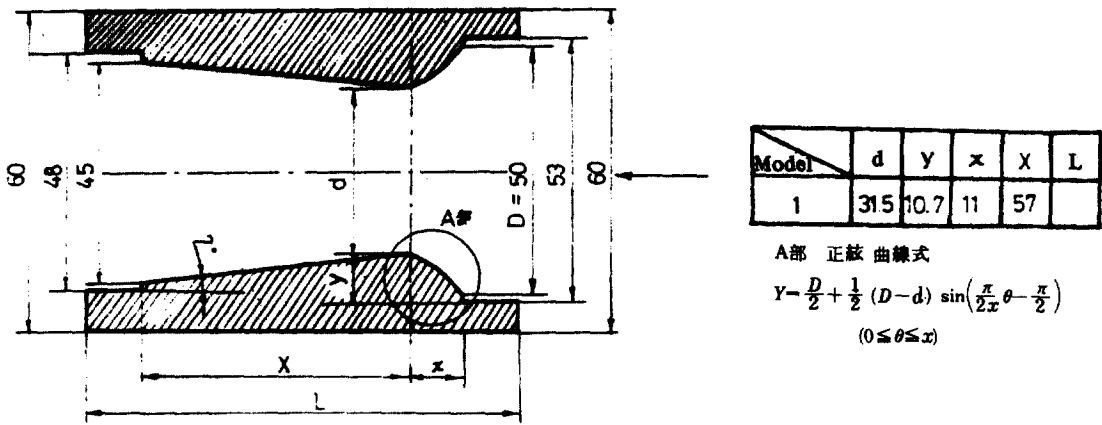


Fig. 3-2. Schematic View of Testing Venturi

4. 實驗結果 및 考察

4-1 霧化率

1) 一般의 傾向

Fig. 4-1은 霧化率 ϕ 의 變化의 基本的 特性을 推定하기 위하여 本 實驗範圍內에서 近似 理論式을 使用하여 表示한 것이다.

그림에서 平均粒徑 \bar{d} 의 값은 速度增加에 따라 작아지고 있으며, 그 감소경향은 流量의 감소함에 따

라 僅少하게 차이가 나타난다.

한편 平均粒徑이 작을수록 ϕ 의 값은 增加됨을 알 수 있다. 따라서 霧化率 ϕ 의 變化는 風速에 따라 增加되며 噴出流量의 영향에 對하여는 거의 變化가 나타나지 않는다.

2) 噴出流量(Q_w)의 影響

Fig. 4-2~Fig. 4-5는 各各 噴射 Nozzle의 直徑 $D_n = \phi 0.5, \phi 1, \phi 2, \phi 3$ 에 對하여, 變化率과 空氣

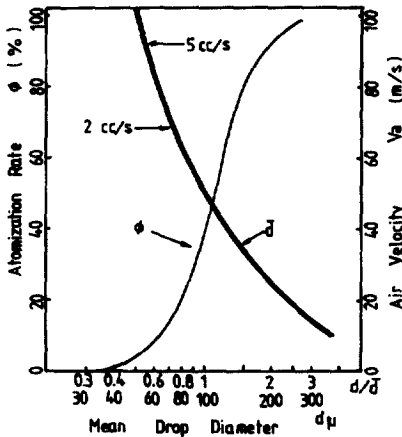


Fig. 4-1 Calculated Diagram of Atomization Rate and Mean Drop Diameter

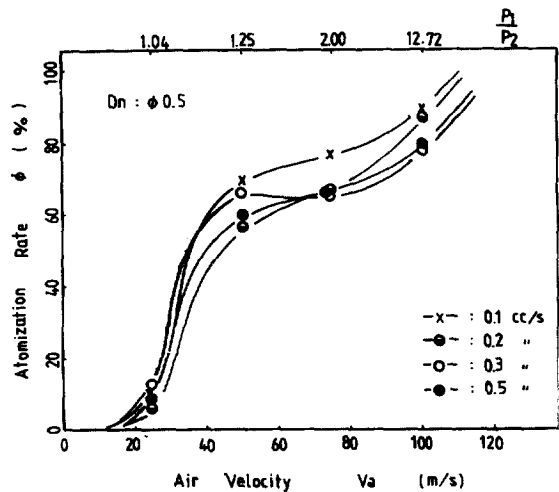


Fig. 4-2 Effect of Injected Flow Rate on Atomization Rate for $D_n = \phi 0.5$

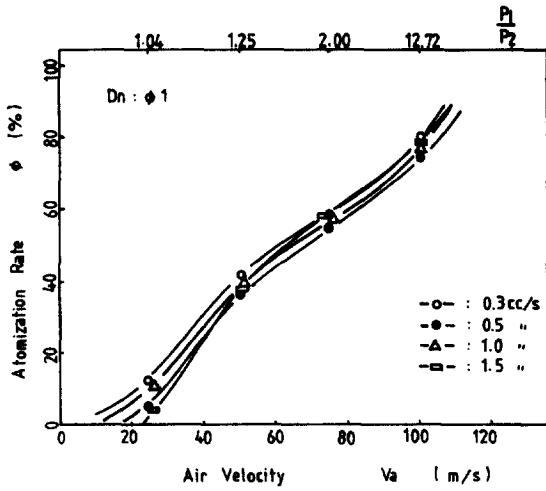


Fig. 4-3 Effect of Injected Flow Rate on Atomization Rate for $D_n = \phi 1$

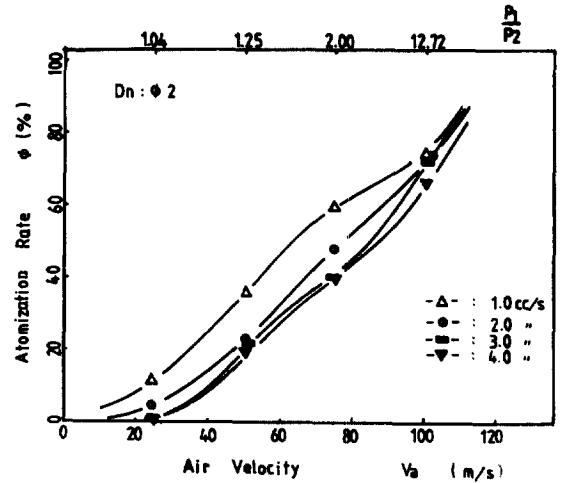


Fig. 4-4 Effect of Injected Flow Rate on Atomization Rate for $D_n = \phi 2$

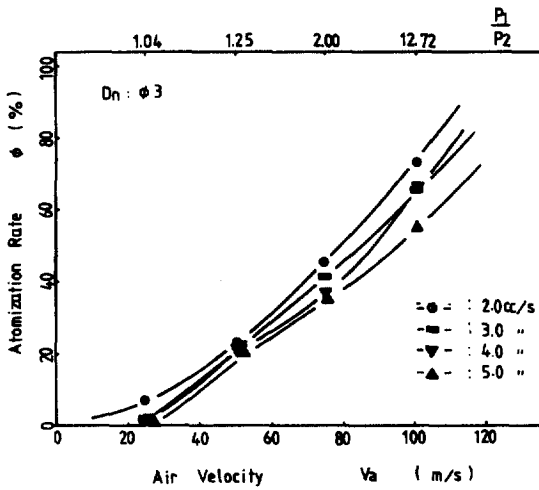


Fig. 4-5 Effect of Injected Flow Rate on Atomization Rate for $D_n = \phi 3$

速度와의 關係를 噴出流量 Q_w 를 變化시켰을 경우, 實驗結果를 圖示한 것이며, 그림으로부터 다음 事項을 알 수 있다. 噴出流量은 霧化率에 對하여 影響을 주고 噴出流量이 감소함에 따라, 增加하고 있으며 그 증가폭은 速度增加에 따라 거의 一定하다.

3) 噴射 Nozzle 直徑(D_n)의 影響

Fig. 4-6, ~4-11에는 噴出流量을 一定하게 하였을 경우 噴射 Nozzle 徑의 變化에 對한 空氣速度와

霧化率의 關係를 比較하였다.

그림으로부터 噴出流量이 一定할 경우 Nozzle 直徑의 크기에 따른 霧化率의 變化는 僅少하게 나타나고 있으나, 低流量의 경우는 風速 40m/s~80m/s 範圍에서 Nozzle 直徑이 작은 경우 현저하게 霧化率의 값이 크게 나타나고 있으며 流量의 값이 큰 경우는 Nozzle 直徑의 값에 對한 影響은 微少함을 알 수 있다.

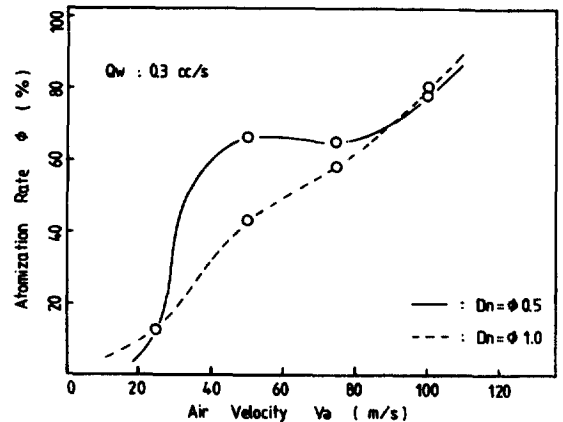


Fig. 4-6 Comparison of Atomization Rate for Injection Nozzle Diameter.

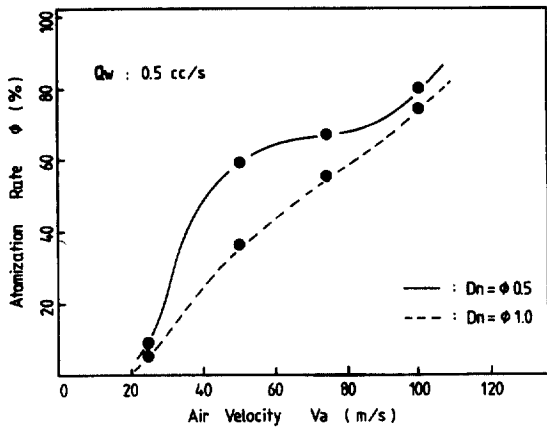


Fig. 4-7 Comparison of Atomization Rate for Injection Nozzle Diameter.

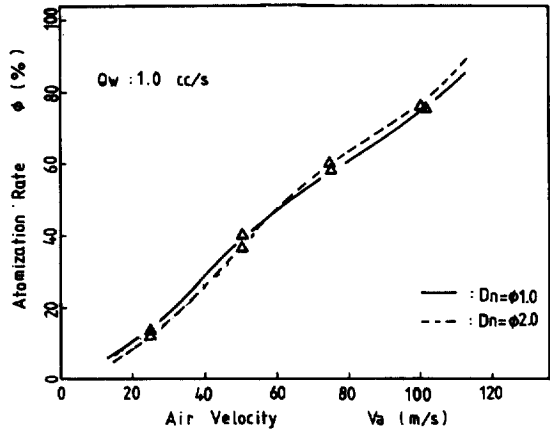


Fig. 4-8 Comparison of Atomization Rate for Injection Nozzle Diameter

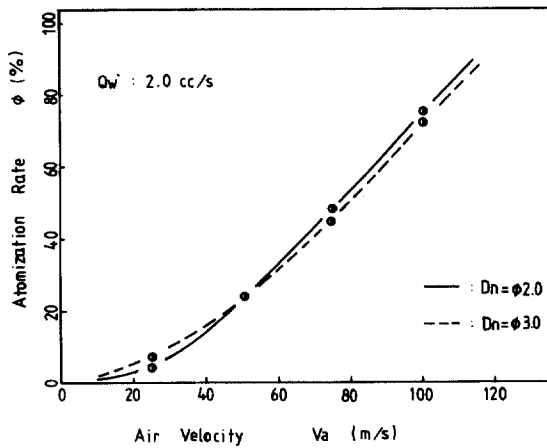


Fig. 4-9 Comparison of Atomization Rate for Injection Nozzle Diameter

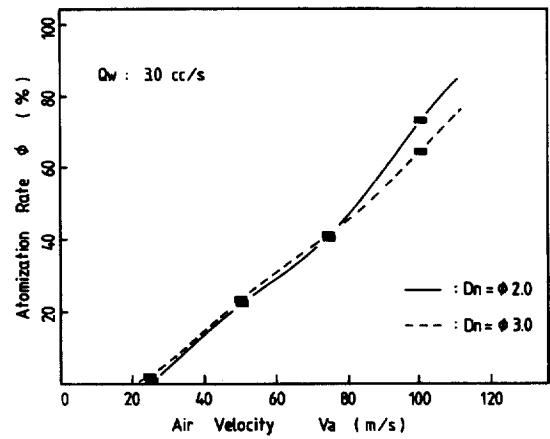


Fig. 4-10 Comparison of Atomization Rate for Injection Nozzle Diameter.

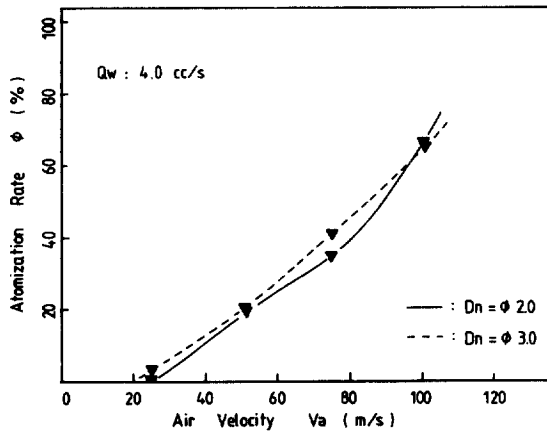


Fig. 4-11 Comparison of Atomization Rate for Injection Nozzle Diameter.

4) 管 길이(L)의 影響

Fig. 4-12~4-15에는 Nozzle 直徑 $D_n = \phi$ 일 때 噴出流量 Q_w 가 一定할 경우 管 길이(L)의 變化에 對한 風速과 霧化率의 關係를 表示하였다. 그림에서 모든 경우에 있어서, 管 길이가 짧을수록 霧化率은 增加되고 그 增加폭은 高速일수록 顕著하게 나타난다.

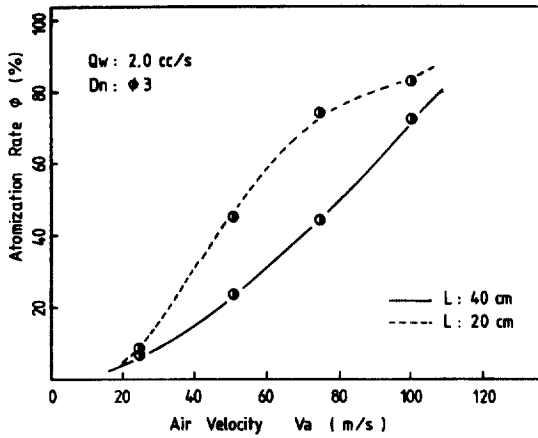


Fig. 4-12 Comparison of Atomization Rate for Length of Test Section.

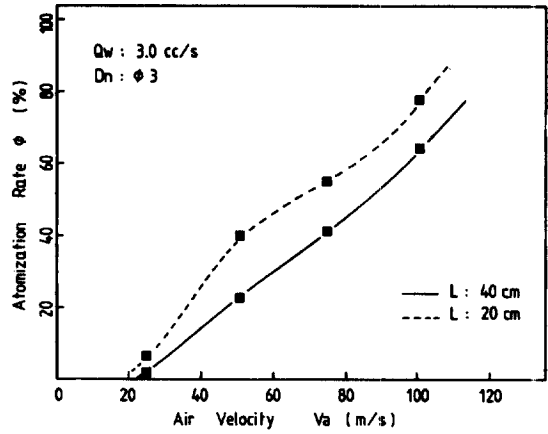


Fig. 4-13 Comparison of Atomization Rate for Length of Test Section.

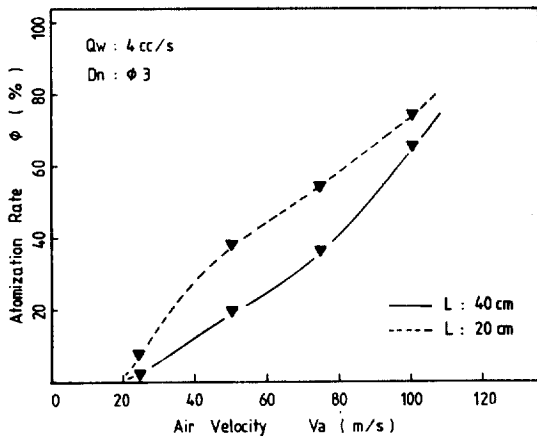


Fig. 4-14 Comparison of Atomization Rate for Length of Test Section.

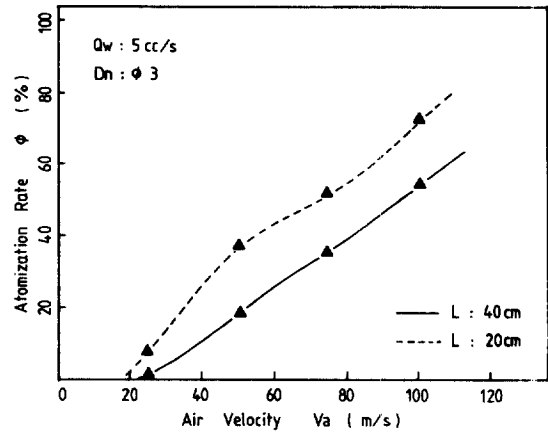


Fig. 4-15 Comparison of Atomization Rate for Length of Test Section.

4-2 流動現象의 觀察

直觀型 可視膜型 吸氣管內에 있어서의 液體 噴霧 流動 現象을 視覺的으로 觀察하고 그 代表的인 流動 現象에 對한 結果를 Fig. 4-16에 表示하였다.

그림에 圖示한 바와같이 管內 Venturi 목 部에서 噴出된 液體噴霧 現象은 管內를 浮遊하며 흐르는 液滴流動과 管壁에 附着하여 흐르는 液膜流動으로 形成되고 있음을 알 수 있다. 이 중에서 本研究가 究明 對象으로 삼고 있는 液膜流를 中心으로 한 管內 流動現象에 對한 觀察結果의 概要를 要約하면 다음과 같다.

1) 低速의 範圍에서 噴射노즐을 통하여 噴出된 液體는 空氣流에 依하여 飛散한다. 거의 모물선을

그리며 下降하고 管低壁에 두꺼운 液膜을 이루어 흘러간다. 이때 霧化率은 대단히 작으며 空氣速度 範圍는 約 25m/s 內이다.

이 範圍에서는 噴出 液量이 增加 할 수록 더욱 Venturi의 가까운 部分의 管低面에 떨어지며, Nozzle의 直徑이 커지면 噴出液體는 노즐로부터 바로 管壁에 두꺼운 液膜을 形成한다. 이 때 形成된 液膜은 그대로 管內를 流動하지 못하고 바로 굵은 줄기를 이루고 管低面으로 下降하여 低面에 두꺼운 液膜을 이루어 흘러간다.

2) 高速의 範圍에서는 噴出液體는 노즐에서부터 噴霧되어 一定한 거리에서부터 管壁에 附着하여 흐르는 液膜流와 管內를 流動하는 液滴 浮遊의 流動

을 이룬다. 一定한 速度에 對하여는 噴出 流量이 작을수록 形成된 液膜流는 빨리 不安定하여지고 高速氣流에 依해 再 霧化되거나 細線을 이루며 管端으로 流動한다.

노즐 直徑이 크고 空氣流速이 빠르면 噴出流量에 比例하여 노즐의 가까운 거리에 液膜이 形成되고 速度가 增加할수록 液膜의 두께는 얇아져 간다.

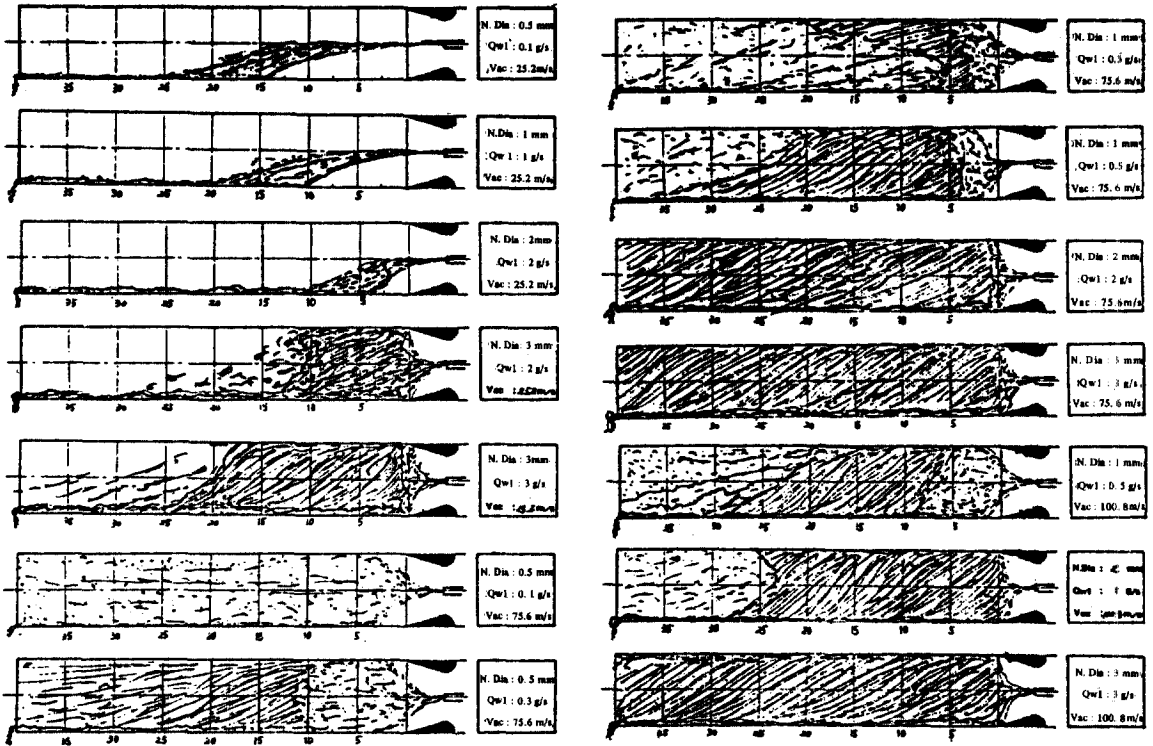


Fig. 4-16 Schematic of Flow Phenomena

5. 結 論

本 研究는 가솔린機關의 吸氣系統과 같은 燃料供給系統에 있어 最適의 混合氣를 供給하기 위하여 吸氣管内 液體噴霧流動 舉動을 調査하기 위한 實驗的 研究이다.

實用 機關의 吸氣管을 假想한 直管型 可視模型 吸氣管을 自作하여 Venturi의 목부에 液體를 噴射하고 液體噴霧流動의 舉動에 關하여 主로 液滴, 液膜流動의 霧化率 變化에 對한 實驗을 實施 하였고 近似理論에 對한 推定에서 霧化率에 影響을 미치는 因子를 調査하였다. 그 結果를 要約하면 다음과 같다.

1) 液滴, 液膜流動에 對한 近似 理論은 本 實驗值과 一致하지는 않지만 그 定性的 傾向은 거의

致하며 Venturi 管内의 噴霧流動의 舉動 推定에 可能하다고 본다.

2) 霧化率 ϕ 에 對한 各 因子의 影響을 調査한바 風速의 大小에 따라 크게 變化하며 管길이에 對한 影響도 큼을 알 수 있다.

3) Venturi를 갖지 않는 平直管에 液體를 噴射한 경우의 噴霧流動 舉動과 Venturi를 通하여 噴射하는 경우와는 현저하게 다르며 霧化率의 向上을 위하여서는 Venturi를 갖는 경우가 대단히 유리하다.

4) 霧化率의 값은 約 $V_a=25\text{m/s}$ 内에서는 거의 나타나지 않고 있으며 40m/s 範圍에서부터 大幅 增加된다.

要컨데 本 研究의 實驗結果는 吸氣系統의 改良策에 對한 基礎資料가 될 것으로 믿는다.

参考文献

1. 田中宗信, 土居三郎, 細井賢三; “過度時の燃料供給状態に関する研究” 日本自動車研究所 研究速報, No. 2, pp. 23~28 (1981)
2. L. C. Lichty; “Combustion Engine Process” Mc Grow-Hill Book Co., Inc. pp. 335~338 (1967)
3. 山下誠太郎; “霧吸気化器に関する実験的研究 (第1報)” 日本機械学会誌 Vol 36, No. 191 p. 159 (1933)
4. 棚沢; “液体微粒化の実験” 日本機械学会論文集 Vol. 6, No. 23, II-18 (1940)
5. 倉林俊雄, 柄沢隆夫; “管内気流中に噴射された液体の浮遊量について”, 日本機械学会論文集, Vol 35, No. 275, pp 1474~1481 (1969)
6. 大井上 外; ディーゼル 機関 I, 山海堂 p 66 (1963)
7. 抜山四郎, 棚沢泰; “液体微粒化の実験” 日本機械学会論文集 6-22, 6-23, II-7, II-8 (1940)